

## **IX. NORMAS PARA LA CIRUGÍA EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN**

### **A. INTRODUCCIÓN**

La angustia provocada por técnicas quirúrgicas incorrectas o mal ejecutadas, o por cuidados postoperatorios inadecuados o mal administrados, constituyen los denominados dolores “inútiles”. Un conocimiento adecuado de temas tales como la fisiología, la farmacología y la anatomía de los animales es esencial para el éxito de cualquier programa de investigación que involucre el uso de animales experimentales, especialmente cuando se requiere cirugía. Buenas técnicas quirúrgicas, una anestesia e instrumentos adecuados y cuidados antes y después de la cirugía, son elementos necesarios tanto para el bienestar del animal de experimentación como para el éxito de la intervención quirúrgica realizada en el marco del proyecto de investigación; teniendo igual importancia la calidad del diseño de las instalaciones para las cirugías.

Todas las personas que desempeñan técnicas quirúrgicas deben haber demostrado su capacidad en los procedimientos quirúrgicos involucrados. Al respecto, es esencial que las instituciones provean programas para la práctica y la capacitación básica requeridas para los procedimientos antes de practicar cirugías experimentales. La práctica de técnicas sobre cadáveres y sobre animales en pruebas sin supervivencia, contribuyen a la capacitación de los investigadores. Una entrenamiento adecuado y la práctica ayudan a minimizar el tiempo de anestesia y cirugía y contribuyen a la recuperación más rápida del animal.

La capacitación médica no incluye la capacitación en el manejo, la medicina o la cirugía de animales de laboratorio. Por lo tanto no se puede presumir de que la experiencia en cirugía humana será una buena garantía para la cirugía de animales de experimentación, porque hay diferencias importantes para la anestesia y las técnicas quirúrgicas. Se deberían consultar las directrices de la Academy of Surgical Research (ASR, 1989) con respecto a la capacitación necesaria para los diversos grupos de profesionales. Un cirujano veterinario con experiencia es un miembro clave del equipo en los programas importantes de cirugía experimental. El primer objetivo es el uso siempre responsable de estos animales. Es importante que todo el personal involucrado en las técnicas quirúrgicas agudas o crónicas, traten siempre los animales con respecto y en forma humanitaria. El investigador principal tiene la responsabilidad de asegurarse que las precauciones y procedimientos apropiados estén observados. Con este fin han sido desarrolladas las normas siguientes.

### **B. INSTALACIONES PARA CIRUGÍAS CON SUPERVIVENCIA**

El ambiente físico en el cual se desarrolla la cirugía puede variar, desde una sala de cirugía sofisticada y especialmente diseñada, hasta un área pequeña en un laboratorio. Lo que se requiera dependerá del procedimiento quirúrgico y si el animal debe ser recuperado o no después de la anestesia. Las definiciones correspondientes a cirugías “mayores” y “menores” se encuentran en el Glosario.

El lugar donde se desarrolla la cirugía aséptica debe incluir las siguientes áreas separadas:

- a) un área para la preparación de los animales;
- b) un área para la limpieza y el cepillado de manos;
- c) quirófano(s);
- d) un área de recuperación adecuada para el cuidado intensivo y el cuidado postoperatorio de los animales;

- e) áreas para el almacenaje de instrumentos y de soluciones, lavado y esterilización de los instrumentos.

Únicamente los artículos utilizados regularmente (p. ej., aparatos para la anestesia, material de sutura, cajas de basura móviles y mesas para instrumentos de acero inoxidable) deberían almacenarse en los quirófanos. El equipamiento auxiliar, tal como las unidades de electrocirugía, los respiradores y los monitores para electrocardiograma (ECG), deberían ser fáciles de limpiar, portátiles, y estar almacenados si no se usan regularmente.

Se recomienda fuertemente ubicar las instalaciones de cirugía adentro de los bioterios o en zona adyacente. Sin embargo, deben estar bastante lejos de las áreas de la institución donde hay mucho movimiento. El acceso a esta área debería ser estrictamente reservado al personal de apoyo esencial.

Las superficies internas de las salas de cirugía deberían ser impermeables a la humedad y fáciles de limpiar. Desagües en el piso y mangueras de alta presión pueden ser necesarios en instalaciones utilizadas para animales domésticos grandes. El sistema de ventilación de la sala de operación debería proveer una presión positiva neta con respecto a las instalaciones cercanas. Se debe abastecer aire que no sea recirculado para el quirófano. El aire entrante debería ser tan estéril como posible mediante filtración o cualquier otro sistema apropiado. El piso de la sala de operación debería ser antideslizante. Los enchufes deberían ser cubiertos y ubicados por lo menos a 1.5 m del piso. La iluminación en el quirófano debe ser adecuada para la cirugía y la limpieza. Las lámparas de cirugía de pie, techo o de pared, son esenciales en cualquier quirófano. Deben estar dotadas de manijas fáciles de esterilizar, de manera que el cirujano pueda ajustarlas. Las entradas de gas por caños eliminan los riesgos de los tanques presurizados expuestos. Idealmente, entradas de oxígeno (y de protóxido de nitrógeno) y de succión deberían ser parte del equipamiento del quirófano, de las salas de preparación de los animales, de las de cuidado intensivo y de recuperación. Todas estas áreas deberían también ser equipadas con un sistema de recuperación de gases anestésicos. Las mesas de cirugía deben ser durables, impermeables a la humedad y fácilmente lavables. El acero inoxidable y el plástico son los materiales ideales para esto (Bennett, Brown y Schofield, 1990).

Idealmente, **todas** las cirugías de recuperación se deberían desarrollar en lugares especialmente diseñados para este fin. Sin embargo, se reconoce que cirugías menores (apenas invasivas) en roedores pequeños del suborden *Myomorpha* (ratas y ratones) se realizan frecuentemente en los laboratorios. En este caso, se debería reservar en el laboratorio un área únicamente para la cirugía, aislado de las actividades del personal. Este espacio debe ser bien ordenado, fácil de limpiar, bien iluminado y dotado de un sistema de evacuación y de recuperación de gases anestésicos, si se utilizan. **Nunca se debe realizar una cirugía en los locales donde se alojan animales.** Las cirugías mayores (invasivas) en roedores, incluyendo la cirugía estereotáxica, deberían realizarse en un quirófano apropiado.

El local de cuidados intensivos/postoperatorios debería ser ubicado en un local adyacente al quirófano o cerca de las personas responsables por el monitoreo postoperatorio. Esta área se debe limpiar fácilmente y debe tener jaulas/cercados del tamaño apropiado para las especies utilizadas. Las jaulas pueden variar desde las unidades comerciales sofisticadas que proveen oxígeno y calor, hasta las jaulas estándar, donde la hipotermia se previene por un incremento de la temperatura ambiental, por ejemplo por el uso de mantas térmicas con agua caliente circulante, botellas de agua caliente o lámparas de rayos infrarrojos. El tipo de equipo de control encontrado en esta depende del tipo de cirugía que se realice. Sin embargo, deben ser disponibles medios de monitoreo de los sistema cardiovascular y respiratorio, y de la temperatura del animal. Se debe también disponer de un botiquín de primeros auxilios y de un carrito de emergencia. Los grandes animales, como los rumiantes y los cerdos, pueden recuperarse en sus cercados

individuales. Los cercados se deben mantener limpios, calientes, secos y provistos con una buena cama de paja. Si no se usa cama de paja, se debería dejar los animales recuperarse sobre una alfombrilla de goma o sobre una plataforma, pero no directamente en el piso del cercado. Como es más probable que los cercados estén ubicados lejos de los quirófanos, es importante que haya un control postoperatorio frecuente y cuidadoso. La sala de recuperación también debería tener un espacio para los registros.

### C. PLANIFICACIÓN PRE-OPERATORIA Y PREPARACIÓN DEL ANIMAL

Todas las personas involucradas en un programa experimental de cirugía deberían ser identificadas, a fin de asegurarse que estén perfectamente capacitadas con los principios y las aplicaciones de las técnicas de asepsia, el uso apropiado de instrumentos, la manipulación de los tejidos, las técnicas de cierre y de sutura de las heridas, la anestesia y la analgesia.

El investigador principal debe desarrollar un protocolo escrito para el procedimiento operatorio, en el cual estén anticipadas las complicaciones posibles o los requerimientos especiales de mantenimiento que pueden originarse de este procedimiento. El protocolo debería identificar claramente las responsabilidades de todas las personas involucradas en el proyecto: el personal de apoyo, el personal encargado del cuidado animal, los técnicos y los investigadores. Se debe asegurar la disponibilidad del personal requerido para el cuidado apropiado de cada animal durante el período peri-operatorio. Para algunos proyectos, puede ser necesario tener personal 24 horas al día en las instalaciones de cirugía.

**Se recomienda que el desarrollo de los cuidados pre-operatorios, de las técnicas operatorias y de los cuidados postoperatorios se haga en consulta con un veterinario.** Además, un veterinario especializado con animales de experimentación debe ser consultado para asegurarse de que haya un **cuidado veterinario adecuado**, incluyendo la analgesia y la anestesia apropiadas.

Se deben utilizar únicamente animales saludables y libres de enfermedades en un programa experimental de cirugía. Se pueden conseguir en el comercio roedores y conejos libres de exento de organismos patógenos específicos (SPF, en inglés). Los animales de origen desconocido deben experimentar un período de acondicionamiento como sea recomendado por el veterinario del responsable del laboratorio.

Es muy importante que prever un período de **aclimatación**, durante el cual el animal pueda ajustarse a nuevos ambientes, a un alojamiento especial, a las ataduras, a las tablillas o a otras formas de inmovilización o manipulación frecuentes. Esto disminuirá mucho el nivel de estrés o la desorientación que vive el animal y asegurará la validez de los resultados experimentales.

**Se deben mantener registros quirúrgicos para todos los animales experimentales.** La cantidad de detalles registrados variará con el procedimiento y las especies. Por ejemplo, no se registrará la misma cantidad de información para un ternero que experimenta un trasplante de corazón, que para un grupo de ratas que experimentan una suprarrenalectomía.

El **período de ayuno antes de la cirugía** varía con las especies animales. Los perros, gatos, hurones, primates no humanos (PNH) y cerdos (Flecknell, 1987) no deben comer durante las 12 horas que preceden la cirugía. El agua debe ser prohibida (o no) solamente por dos o tres horas antes de la cirugía para prevenir la deshidratación. En los rumiantes, un ayuno de 24 a 48 horas antes de la cirugía ayudará a reducir la incidencia de timpanismo (Flecknell, 1987). No es necesario hacer ayunar a los roedores y conejos, con excepción de circunstancias especiales tales como cirugías del intestino grueso.

Si el ayuno es necesario, se puede hacer de noche en roedores grandes, o hasta 24 horas en conejos, porque retienen sus alimentos más tiempo. Los ratones o los otros roedores

pequeños con metabolismo alto similares no deberían ayunar por más de tres o cuatro horas (véase también Anestesia).

#### D. PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS Y CUIDADOS DURANTE LA CIRUGÍA

Los métodos para inmovilizar los animales para las inyecciones o la toma de fluidos corporales se describen en el Volumen 2 de este *Manual* (CCAC, 1984). La tabla 1 provee un resumen de los sitios de inyección, del tamaño de las agujas y de las cantidades que se pueden inyectar para las especies comunes menores de laboratorio.

**Todas las especies animales que experimentan una cirugía deberían recibir un nivel similar de cuidado y de atención. Todas las cirugías con supervivencia, en todas las especies animales, se deben realizar utilizando técnicas asépticas.** Los instrumentos deben ser estériles. Los objetos introducidos en los animales, tales como: implantes de telemetría, minibombas osmóticas, vías de acceso vascular, cánulas y cualquier otro dispositivo biomédico, deben ser estériles. Una preparación apropiada del cirujano incluirá: el cepillado quirúrgico de manos, el uso de ropa esterilizada tales como: un gorro, una máscara, una blusa de cirugía y guantes. Para cirugías menores en roedores, se requiere por lo menos del cirujano que tenga una blusa de laboratorio limpia, una máscara y guantes quirúrgicos estériles, realizando un cepillado de manos.

La cirugía en condiciones de campo debería desempeñarse en un ambiente tan limpio como posible, con instrumentos estériles, guantes quirúrgicos estériles y técnica aséptica.

Se deben hacer todos los esfuerzos posibles para minimizar la infección. La rata puede demostrar más resistencia a las técnicas que no son estériles. Si embargo, no debe ser un pretexto para usar material mal esterilizado o técnicas de cirugías no-estériles. El uso de antibióticos de rutina es inapropiado.

Los que desempeñan cirugías “en serie”, en las cuales un número grande de roedores experimentan el mismo procedimiento, deberían utilizar también técnicas asépticas. Se deberán utilizar varios kits de instrumentos estériles. Los instrumentos que se usan más de una vez se deben mantener en una solución germicida entre las intervenciones.

Existen publicaciones generales que describen detalladamente la preparación del animal antes de la cirugía y los sitios de incisiones, la preparación y la esterilización de los kits de instrumentos, los fluidos, etc., y ropa utilizada para los campos operatorios en los animales. Se pueden usar enfoques clínicos para las cirugías que se realizan frecuentemente en la práctica veterinaria (por ejemplo, rumenotomías, toracotomías, castraciones). En cuanto a la cirugía experimental, existen manuales sobre los enfoques para cada sistema (Gay, 1986a, 1986b, 1989; Swindle y Adams, 1988).

Cuando el cirujano elige un enfoque quirúrgico, debe tomar en cuenta la anatomía y las posturas normales de los animales. Esto es particularmente importante en los rumiantes. De esta manera, se puede elegir el enfoque menos doloroso o el que promueve una recuperación rápida. El cirujano también debería conocer el comportamiento de las especies animales que serán utilizadas, para usar las técnicas apropiadas de sutura y protección posterior de la herida.

Durante la cirugía es importante que la condición fisiológica del animal sea controlada y mantenida estable. El nivel de vigilancia depende del equipamiento disponible. El monitoreo básico de los sistemas cardiovascular y respiratorio, y de la temperatura corporal requiere muy



poco equipamiento. Estas observaciones se deberían anotar en el registro de cirugía del animal. Es esencial que el animal sea examinado clínicamente por lo menos dos veces por día durante el período postoperatorio inmediato, en animales pequeños.

Se deben cuidar las necesidades de los animales en fluidos. En el transcurso de la cirugía, se deberá vigilar la hemostasia para evitar los choques hipovolumínicos, especialmente en los pequeños animales. Las intervenciones prolongadas o aquellas en las que hay pérdidas importante de sangre, requieren el reemplazo intravenoso de electrolitos y/o una transfusión de sangre.

Se debe colocar al animal sobre la mesa de cirugía, de manera tal que las funciones cardiovascular y respiratoria no sean dificultadas, y evitar la necrosis de los tejidos por compresión. Se debe proteger el animal contra la hipotermia e inmovilizarlo firmemente pero cuidadosamente en la posición operatoria requerida.

No se recomienda en absoluto el uso de un solo animal para cirugías múltiples con supervivencia. Los protocolos de deben ser aprobados por el Comité de protección de los animales de la institución, y autorizados solamente con fines científicos. **Está prohibido hacer cirugías mayores múltiples sobre un solo animal a fin de ahorrar dinero.** Pero se puede hacer una segunda cirugía mayor con tal de que sea una intervención sin supervivencia.

Se pueden realizar intervenciones menores, tales como biopsias, más de una vez. Sin embargo, es importante que los animales se recuperen completamente entre cada procedimiento.

El tema de anestesia está descrito en otra parte en este *Manual*; sin embargo, los cirujanos deberían tomar en cuenta los puntos siguientes:

- a) todos los procedimientos quirúrgicos se deben realizar bajo anestesia;
- b) las personas que practican la cirugía tienen la obligación de conocer la eficiencia de la técnica anestésica utilizada;
- c) el cirujano y el anestesista deben asegurarse que el animal no sufra de malestar durante todo el periodo peri-operatorio, incluyendo el período de inducción de la anestesia, el período de cirugía entero y el período de recuperación postquirúrgico;
- d) **en ningún caso, es aceptable usar paralizantes musculares sin el anestésico apropiado. Ningún Comité de protección de los animales debería aprobar el uso de un “animal paralizado-despierto” (véase también *Principios éticos de la investigación con animales*) en un procedimiento quirúrgico u otro procedimiento que puede involucrar dolor o angustia.**

## E. RECUPERACIÓN Y CUIDADOS POSTOPERATORIOS

La recuperación de la anestesia puede ser peligrosa y requiere una vigilancia frecuente, a veces continua. Dependiendo de la anestesia, la recuperación puede variar de pocos minutos hasta varias horas. Deber haber personal calificado disponible para vigilar el animal a lo largo del período entero de recuperación. En el caso de roedores recién nacidos en período de recuperación, se deben tomar precauciones para impedir el canibalismo materno. **Bajo ninguna circunstancia, se debe dejar a un animal sin vigilancia hasta que se haya recuperado.**

Hay que cumplir con numerosas actividades de cuidados durante el **período postoperatorio inmediato**, tales como: remover el tubo endotraqueal (si fue utilizado), mantener o remover las cánulas intravenosas, dar frecuentes vueltas al animal para evitar contusiones y

problemas vasculares y respiratorios, y registrar los parámetros fisiológicos. Todo eso se debe realizar en un lugar designado, apropiado para los cuidados intensivos.

Cuando el animal come y bebe normalmente, y los parámetros fisiológicos están estables o dentro de límites normales, se pueden dejar de proporcionar los cuidados intensivos para volver a un manejo normal. Sin embargo, se debe continuar la vigilancia cuidadosa de los animales; la herida necesitará cuidados, se deberán remover las suturas y los catéteres, etc. Según el modelo creado, los cuidados **postoperatorios de largo plazo** puede involucrar dietas especiales, una medicación diaria, fisioterapia o cualquier otra forma de tratamiento. Se deben monitorear todos los animales para señales de infección postquirúrgicas u otras complicaciones.

La meta del equipo de cirugía debe ser de minimizar cualquier dolor o angustia. Los niveles de dolor postoperatorios varían, pero en todos los casos, hay que tomar todas las medidas para aliviar el dolor con el uso de analgésicos apropiados y suministrando buenos cuidados. **Los investigadores deben consultar a un veterinario para establecer un tratamiento analgésico para TODAS las especies animales utilizadas.** El tipo de analgésico, la dosis y la duración de los tratamientos dependen de las especies y del temperamento del animal, y del tipo de cirugía. La mayoría de los analgésicos utilizados son de duración relativamente corta, y se deben administrar cada dos o tres horas. **El investigador debe asegurarse de la disponibilidad del personal necesario para administrar los analgésicos tal como recetados.** El veterinario especializado en animales de laboratorio tiene la pericia necesaria para aconsejar sobre los analgésicos más nuevos y su modo de administración.

**Todo el personal del proyecto debe conocer el comportamiento del animal y sus posturas tanto sean normales como en estado de dolor.**

#### a) Responsabilidad para normas quirúrgicas

i) Es la persona que realiza la cirugía quien tiene la responsabilidad total del animal; también debe responder ante el Comité de protección de los animales sobre la aplicación de normas quirúrgicas y demostrar un nivel aceptable de pericia.

ii) La responsabilidad de la supervisión de las instalaciones de cirugía experimental para animales debe ser claramente definida.

iii) Cuando se requiere un tratamiento de soporte (analgésicos, tranquilizantes, antibióticos, etc.), el responsable de la cirugía debe establecer un procedimiento, con la consulta a un veterinario.

iv) Si un animal después de una intervención experimental, sufre mucho y que es imposible aliviar el dolor, se debe contactar inmediatamente a una persona autorizada o al veterinario, a fin de establecer un procedimiento para la eutanasia.

## F. REFERENCIAS

ACADEMY OF SURGICAL RESEARCH. Guidelines for training in surgical research in animals. J. Investig. Surg. 1989; 2: 263-268.

BENNETT, B.T., BROWN, M.J. and SCHOFIELD, J.C. Essentials for animal research: a primer for research personnel. Beltsville, MD: National Agricultural Library 1990.

CANADIAN COUNCIL ON ANIMAL CARE. Guide to the care and use of experimental animals. Vol. 2. Ottawa, Ont.: CCAC, 1984.

FLECKNELL, P.A. Laboratory animal anesthesia. London: Academic Press, 1987.

GAY, W.I., ed. Methods of animal experimentation. Research surgery and care of the research animal–Part A: patient care, vascular access, and telemetry. New York, NY: Academic Press, 1986a; VII.

GAY, W.I., ed. Methods of animal experimentation. Research surgery and care of the research animal–Part B: surgical approaches to the organ systems. New York, NY: Academic Press, 1986b; VII.

GAY, W.I., ed. Methods of animal experimentation. Research surgery and care of the research animal–Part C: surgical approaches to the organ systems. New York, NY: Academic Press, 1989; VII.

SWINDLE, M.M. and ADAMS, R.J., eds. Experimental surgery and physiology: induced animal models of human disease. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1988.

#### **LECTURA ADICIONAL**

BINNINGTON, A.G. and COCKSHUTT, J.R. Decision-making in small animal soft tissue surgery. Toronto, Ont.: B.C. Decker Inc. 1988.

BOJRAB, M.J., ed. Current techniques in small animal surgery. 3rd Ed. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1990.

CUNLIFFE-BEAMER, T.L. Surgical techniques. In: Guttman, H.N., ed. Guidelines for the well-being of rodents in research. Bethesda, MD: SCAW (Scientists Center for Animal Welfare), 1990.

DOUGHERTY, R.W. Experimental surgery in farm animals. 1st Ed. Ames, IA: Iowa State University Press, 1981.

FLECKNELL, P.A. The relief of pain in laboratory animals. Lab. Anim. 1984; 18: 147-160.

GOURLEY, I.M. and VASSEUR, P.B., eds. General small animal surgery. Philadelphia, PA: J.B. Lippincott Company, 1985.

KNECHT, C.D., ALLEN, A.R., WILLIAMS, D.J. and JOHNSON, J.H. Fundamental techniques in veterinary surgery. 3rd Ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company, 1987.

LANE, D.R., ed. Jones's animal nursing. 4th Ed. New York, NY: Pergamon Press, 1985.

MORTON, D.B. and GRIFFITHS, P.H.M. Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. Vet. Rec. 1985; 116: 431-436.

OEHME, F.W., ed. Textbook of large animal surgery. 2nd Ed. Baltimore, MD: Williams and



Wilkins, 1988.

PIERMATTEI, D.L. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2nd Ed. Philadelphia, PA: Saunders, 1979.

PRATT, P.W., ed. Medical nursing for animal health technicians. 1st Ed. Goleta, CA: American Veterinary Publications, Inc. 1985.

PRICE, C., ed. Practical veterinary nursing. Cheltenham, Eng.: BSAVA Publications, 1985.

ROMATOWSKI, J. Prevention and control of surgical wound infection. J. Am. Vet. Med. Assoc., 1989; 194: 107-114.

SLATTER, D.H., ed. Textbook of small animal surgery. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company, 1985.

SWINDLE, M.M. Basic surgical exercises using swine. New York, NY: Praeger Publishers, 1983.

TRACY, D.L., ed. Small animal surgical nursing. St. Louis, MO: C.V. Mosby Company, 1983.

TUFFERY, A.A., ed. Laboratory animals: An introduction for new experimenters. Chichester, Eng.: J. Wiley & Sons Ltd., 1987.

WAYNFORTH, H.B. Experimental and surgical technique in the rat. London: Academic Press, 1980.

