

MANUAL ESQUEMÁTICO DE  
PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS  
PARA FISIOLÓGÍA



**Manuel Quiroz Flores**

# EL DILEMA ÉTICO DE LA FISIOLOGÍA EXPERIMENTAL

La ciencia es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales (1). Por esto es propio de toda ciencia contener información objetiva, imparcial y demostrable sobre el tópico al que se aboca.

En esta tarea es fundamental el rol del científico o investigador cuya función principal es resolver y plantear interrogantes. Dentro de este proceso debe ceñirse al “Método Científico”, y seguirlo en forma rigurosa comenzando con una teoría, luego una hipótesis, la cual es probada mediante experimentos cuyos resultados son analizados, terminando con una crítica reafirmando la teoría, planteando una nueva o como muchas veces sucede resultando en nuevas interrogantes.

La Fisiología como ciencia que comprende el estudio de los organismos vivos en sus diferentes niveles de complejidad estructural y las funciones que les permiten vivir, requiere que prioritariamente la investigación y experimentación sean desarrolladas sobre materia viva, pasando desde el estudio celular, a los tejidos, órganos y organismos completos dentro de los que se incluyen animales y humanos.

Esto ha sido tema de discusión y formulación de diferentes dilemas éticos por parte de los fisiólogos, dentro de los que destaca como central el siguiente:

¿Podemos tomar parte en experimentos fisiológicos frente a la posibilidad de dañar los intereses de los seres vivos, o debemos abstenernos de tales estudios, evitando, de esta forma el bien que puede derivar del progreso científico?.(2)

Para intentar responder esta pregunta así como otros dilemas éticos en fisiología, hace unos años se desarrolló un simposio organizado por la IUPS (International Unión of Physiological Science) y la UNESCO, en París, titulado *La ética de la Vida* y dentro de los temas que se abordaron y que llevaron a la publicación de un libro, se encuentra la investigación fisiológica, sus justificaciones y limitaciones éticas; tema abordado en dos capítulos “Respeto por la vida y los fundamentos de la Bioética”, y otro sobre “Respeto por la vida y la ley de la vida”.

## El respeto por la vida

Este aspecto fue tratado y expuesto el médico y teólogo Albert Schweitzer a comienzos del siglo XX, afirmando: “Yo soy vida que quiere vivir en medio de vida, que quiere vivir”, frase que hace relucir la voluntad de vivir propia de cada ser vivo y por la cual debe ser respetada estableciendo que: “Yo experimento la necesidad de respetar a toda la vida de la misma forma en que yo respeto mi propia vida”. Sin duda la voluntad de un ser vivo a permanecer vivo es transversal a toda especie y a todo nivel de desarrollo biológico, por lo que el respeto por esta voluntad puede considerarse el punto de partida para comenzar a discutir el dilema de la experimentación fisiológica.

## El respeto por la vida humana

Luego de la II Guerra Mundial, debido a los atroces experimentos realizados por médicos nazis en seres humanos, nacieron con gran fuerza diferentes agrupaciones en defensa de los Derechos Humanos, siendo el primero en tratar el tema el Tratado de Nuremberg en 1947, y posteriormente la ONU realizó la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948 en que se declara: “todos tienen el derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad”, derechos que aplican a todo ser humano.

Esta declaración de derechos no contenía especificaciones estrictas sobre la experimentación en seres humanos y para resolver los límites bioéticos de ésta, la World Medical Association (WMA) emite la Declaración de Helsinki, adoptada por la 18<sup>va</sup> Asamblea General de la WMA, el año 1964 estableciendo normas aceptadas universalmente para la investigación que involucra seres humanos.

Esta declaración fue revisada y emitida nuevamente en octubre del año 2000 por la 52ava Asamblea General de la WMA, realizada en Edimburgo, Escocia. (anexo 1).

Posteriormente en el año 1979 en Estados Unidos se publica el Informe Belmont, emitido por el Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos, titulado “Principios éticos y pautas

para la protección de los seres humanos en la investigación".

Este informe surge como respuesta al Experimento Tuskegee, y su objetivo principal es establecer la protección de los seres humanos que se sometan a experimentación, sentando los principales pilares de la Bioética:

- **Respeto a la persona:** se considera al individuo un ente autónomo, debe ser tratado con respeto y debe garantizarse su protección.
- **Beneficencia:** obligación de maximizar los beneficios posibles y minimizar los daños que conlleve el experimento.
- **Justicia:** usar procedimientos razonables para realizar cada paso de la experimentación y ser justo respecto a las condiciones de experimentación, los resultados y la posibilidad de acceso a las innovaciones.(3)

## Investigación en humanos

La declaración de Helsinki de la WMA, establece los estándares básicos aceptados internacionalmente para toda investigación en seres humanos. Está orientado hacia la investigación biomédica pero es aplicable a toda investigación en fisiología humana, desde fisiología de sistemas hasta fisiología del deporte y cualquier otra aplicación posible. La declaración dice que *"el trabajo del médico es promover y resguardar la salud de la gente"*, y esto debe ser también una directriz para los fisiólogos. A su vez debe evaluarse los costos y beneficios de la investigación en humanos, *"La investigación médica que involucra humanos solo debe ser realizada si la importancia de su objetivo es de mayor peso que los riesgos y cargas inherentes al sujeto"*

De los consensos anteriores se desprende la necesidad del Consentimiento informado como medida de protección y seguridad para establecer que el voluntario sabe lo que se realizará.

En algunos países además de estas convenciones internacionales existen legislaciones propias que regulan la actividad científica y a nivel internacional existen las "Pautas éticas para la investigación biomédica que involucra sujetos humanos" que fueron redactadas y publicadas, por primera vez el año 1982, por el Concilio de las Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (CIOMS), de la Organización

Mundial de la Salud, siendo adoptadas por la mayoría de las academias médicas del mundo.

Estas pautas plantean lo siguiente:

- La investigación debe ser justificada.
- Debe existir un protocolo detallado.
- Todo propósito debe estar sometido a revisión y aprobación de un comité ético y científico de revisión.

Todos estos documentos han permitido que hoy en día exista un piso firme sobre el cual formular normas a nivel legal y constitucional en cualquier país sobre Bioética y experimentación en humanos.

## El respeto por la vida animal

A pesar del gran desarrollo y debate sobre los derechos humanos y la protección humana en la experimentación, el debate tardaría un tiempo en enfocarse en los derechos de los animales. Al punto que las organizaciones de defensa animal y anti-vivisección postularon que respetar la vida animal significaba terminar con todo tipo de experimentación.

Sin duda la relación hombre animal tiene gran variedad de componentes, el hombre utiliza al animal para diferentes propósitos; animales para trabajo, producción de carne y otros alimentos, dentro de esto, la utilización de animales para experimentación biomédica es solo otra posibilidad. Y estando consientes de que se permite la experimentación en humanos cuando existe una razón justificada (asegurando que el beneficio sea superior al daño), es justificado pensar que también puede hacerse experimentación en animales. El punto principal es que deben existir normas éticas que resguarden los derechos animales durante la experimentación así como las hay para los humanos.

De esta forma el respeto por la vida animal es el principio ético guía para establecer consensos sobre experimentación en animales.

## Investigación fisiológica en animales

Así como muchas declaraciones establecen que debe realizarse primero el perfeccionamiento de técnicas en animales antes de realizarlas en humanos, también forma parte del estudio fisiológico la comprensión de los procesos vitales en toda especie viva, cobrando más valor si son organismos similares al humano.

Por esto es vital la experimentación en animales, pero esto plantea un problema, los animales no pueden dar su consentimiento para formar parte de un experimento. Debido a esto la formulación sobre el respeto a la vida pasa a un plano diferente como lo planteó Jeremy Bentham el año 1789 con respecto a los animales: *“La pregunta no es ¿pueden ellos razonar?, o ¿pueden hablar?, sino ¿pueden ellos sufrir?”*.

Hoy existe conocimiento de que los animales tienen la capacidad de sufrir por lo tanto debemos procurar que no sufran durante la experimentación.

Bajo la perspectiva del respeto por la vida, podemos identificar tres puntos en que los animales y los humanos son similares:

- Los humanos tal como los animales son miembros de la comunidad viviente sobre la Tierra
- Los animales tal como los humanos tienen la habilidad de sufrir
- Los animales tal como los humanos tienen el deseo de vivir

Con estas bases, es lógico pensar que no es correcto utilizar animales en experimentos, provocarles sufrimiento y menos aun asesinarlos. Si consideramos esto nos estamos privando de todos los avances que se materializan en beneficios para la humanidad y que provienen de la actividad científica experimental. Beneficios por los cuales todo científico debe procurar sus esfuerzos.

Si nuestro objetivo final es el desarrollo de beneficios y mejoras para la vida humana, tenemos que asumir que utilizaremos animales que desean vivir tanto como nosotros y que en muchos casos serán sacrificados, yendo en contra del respeto por la vida animal. De esto se desprende la necesidad de pautas y legislaciones, que son diferentes en cada país.

En Suiza, se publicó “Pautas y principios éticos para la experimentación científica con animales” y fue lanzado en conjunto por la Academia Suiza de Ciencias Médicas (SAMS), y la Academia Suiza de Ciencias; en estas se trata en detalle como evaluar si un experimento es legítimo o no, el deber de ser cuidadoso con los animales y asegurar su bienestar.

Años más tarde, la CIOMS lanzó “Principios Guías Internacionales para la Investigación Biomédica que Involucra Animales”, la cual puede ser encontrada en el sitio web de la CIOMS [www.cioms.ch](http://www.cioms.ch). éstos principios fueron realizados mediante colaboración internacional de la comunidad biomédica a fin de que fueran aplicables en forma global. En estos se enfatiza la necesidad de realizar experimentación en animales para lograr avance en las ciencias biomédicas, pero se recuerda que *“los científicos biomédicos no deben perder de vista su obligación moral de tener una consideración humana por los sujetos animales”*.

Respecto a la obligación moral de tener consideración humana por los sujetos animales es por lo cual se implementó la norma de las 3R originalmente para humanos, en animales, esta norma fue publicada por Russel y Burch, en 1959 en el libro: *The Principles of Human Experimental Technique*, y se enfoca en tres puntos principales:

- **Reemplazar:** Estudiar y considerar las posibles estrategias experimentales alternativas a la utilización de animales de laboratorio y garantizar que efectivamente no se puede reemplazar cuando sea necesario.
- **Reducir:** Utilizar el menor número de animales posibles para la consecución de los objetivos, consultando a este respecto a expertos en estadística.
- **Refinar:** Velar para que los animales no sufran innecesariamente y proporcionarles, cuando sea necesario, analgésicos, anestésicos y otras sustancias apropiadas.

Estos conceptos se han vuelto clásicos en la literatura sobre animales de Experimentación y de aplicación obligatoria en el diseño del modelo experimental.

## Dilemas éticos

---

Los fisiólogos están enfrentados a una serie de dilemas que deben resolver. Ya que su misión es lograr el entendimiento de los procesos vitales, lo que se logra en base al planteamiento de hipótesis y su comprobación mediante experimentos en materia viva. Hoy se puede experimentar por ejemplo, a nivel de canales iónicos, en este punto no hay vida humana ni animal involucrada, pero el valor de esta experimentación se demuestra cuando se evidencian resultados en organismos y de esa manera volvemos a los dilemas éticos.

Como es prácticamente inevitable la experimentación en animales, el concilio de la IUPS en una reunión en Nueva Zelanda adoptó las dos declaraciones de pautas y directrices de la CIOMS como obligatorias para todos los miembros de IUPS. (ANEXO 2)

Debemos asumir que los diferentes dilemas éticos que plantea la experimentación animal permanecen sin respuesta, pero también debemos aceptar los consensos sobre como proceder en forma ética al realizar prácticas experimentales; la investigación debe estar justificada y realizada con responsabilidad y empatía.

La investigación realizada con objetivo de proveer beneficios en el futuro, debe realizarse buscando reducir el número de experimentos en animales y humanos, reducir los efectos adversos al mínimo y teniendo siempre en mente que frente a los dilemas éticos que se presenten deben primar la razón y consideración, así como las convenciones nacionales e internacionales sobre experimentación tanto en humanos como animales.

## Glosario

---

### Experimentación animal

Se considera como todo procedimiento experimental que cause un ataque al estado de bienestar animal, pudiendo generarle dolor, sufrimiento, angustia o malestar. Tiene como misión evidenciar o aclarar fenómenos biológicos sobre especies animales determinadas, sean o no extrapolables a la especie humana.

### Materia prima

Para ser expuesto a variables experimentales, donde se espera un resultado

### Reactivo biológico

Por tratarse de un sujeto experimental se le llama sustrato (animal) que se le añade otro reactivo (tratamiento) y posteriormente se observa el producto de la reacción (cambio en variables biológicas), siendo capaz de generar una respuesta confiable, reproducible y comparable. La pureza de este sustrato animal, debe ser controlada, vigilada y comparada, al igual que otro reactivo químico o físico, sin olvidar su posible contaminación de origen biológico.

Por ejemplo, cuando se utilizan para ver los efectos farmacológicos de drogas suministradas durante un estudio.

### Modelo biológico

Cuando se utiliza para extrapolar resultados de una especie animal a otra (incluido el hombre), en busca de mejoramiento de las pautas de tratamiento existentes.

## Bibliografía

- 1 Real Academia Española: "*Diccionario de la lengua española - Vigésima segunda edición*", Madrid, año 2001
- 2 Ewald R. Weibel, *Los dilemas éticos de los fisiólogos*, News Physiol. Sci., Volume 17, University of Berne, Switzerland; February 2002
- 3 THE NATIONAL COMMISSION FOR THE PROTECTION OF HUMANS SUBJECTS OF BIOMEDICAL AND BEHAVIORAL RESEARCH, *Informe Belmont*, Belmont, April 1979.
- 4 Jairo Alfonso Vásquez López, *Pautas básicas para el manejo de animales de experimentación en investigación biomédica*, Facultad de salud Universidad de Cauca, Octubre 2007

**ANEXO 1**

# DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL

## Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos

### A. INTRODUCCION

1. La Asociación Médica Mundial ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos. La investigación médica en seres humanos incluye la investigación del material humano o de información identificables.
2. El deber del médico es promover y velar por la salud de las personas. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.
3. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula "velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente", y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: "El médico debe actuar solamente en el interés del paciente al proporcionar atención médica que pueda tener el efecto de debilitar la condición mental y física del paciente".
4. El progreso de la medicina se basa en la investigación, la cual, en último término, tiene que recurrir muchas veces a la experimentación en seres humanos.
5. En investigación médica en seres humanos, la preocupación por el bienestar de los seres humanos debe tener siempre primacía sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad.
6. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es mejorar los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos, y también comprender la etiología y patogenia de las enfermedades. Incluso, los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos disponibles deben ponerse a prueba continuamente a través de la investigación para que sean eficaces, efectivos, accesibles y de calidad.
7. En la práctica de la medicina y de la investigación médica del presente, la mayoría de los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos implican algunos riesgos y costos.
8. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales. Algunas poblaciones sometidas a la investigación son vulnerables y necesitan protección especial. Se deben reconocer las necesidades particulares de los que tienen desventajas económicas y médicas. También se debe prestar atención especial a los que no pueden otorgar o rechazar el consentimiento por sí mismos, a los que pueden otorgar el consentimiento bajo presión, a los que no se beneficiarán personalmente con la investigación y a los que tienen la investigación combinada con la atención médica.
9. Los investigadores deben conocer los requisitos éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que los requisitos internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico disminuya o elimine cualquiera medida de protección para los seres humanos establecida en esta Declaración.

**B. PRINCIPIOS BASICOS PARA TODA INVESTIGACION MEDICA**

10. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la intimidad y la dignidad del ser humano.
11. La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados, y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno.
12. Al investigar, hay que prestar atención adecuada a los factores que puedan perjudicar el medio ambiente. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.
13. El proyecto y el método de todo procedimiento experimental en seres humanos debe formularse claramente en un protocolo experimental. Este debe enviarse, para consideración, comentario, consejo, y cuando sea oportuno, aprobación, a un comité de evaluación ética especialmente designado, que debe ser independiente del investigador, del patrocinador o de cualquier otro tipo de influencia indebida. Se sobreentiende que ese comité independiente debe actuar en conformidad con las leyes y reglamentos vigentes en el país donde se realiza la investigación experimental. El comité tiene el derecho de controlar los ensayos en curso. El investigador tiene la obligación de proporcionar información del control al comité, en especial sobre todo incidente adverso grave. El investigador también debe presentar al comité, para que la revise, la información sobre financiamiento, patrocinadores, afiliaciones institucionales, otros posibles conflictos de interés e incentivos para las personas del estudio.
14. El protocolo de la investigación debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso, y debe indicar que se han observado los principios enunciados en esta Declaración.
15. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un médico clínicamente competente. La responsabilidad de los seres humanos debe recaer siempre en una persona con capacitación médica, y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento.
16. Todo proyecto de investigación médica en seres humanos debe ser precedido de una cuidadosa comparación de los riesgos calculados con los beneficios previsibles para el individuo o para otros. Esto no impide la participación de voluntarios sanos en la investigación médica. El diseño de todos los estudios debe estar disponible para el público.
17. Los médicos deben abstenerse de participar en proyectos de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos inherentes han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria. Deben suspender el experimento en marcha si observan que los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados positivos o beneficiosos.
18. La investigación médica en seres humanos sólo debe realizarse cuando la importancia de su objetivo es mayor que el riesgo inherente y los costos para el individuo. Esto es especialmente importante cuando los seres humanos son voluntarios sanos.
19. La investigación médica sólo se justifica si existen posibilidades razonables de que la población, sobre la que la investigación se realiza, podrá beneficiarse de sus resultados.
20. Para tomar parte en un proyecto de investigación, los individuos deben ser participantes voluntarios e informados.

21. Siempre debe respetarse el derecho de los participantes en la investigación a proteger su integridad. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de los individuos, la confidencialidad de la información del paciente y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física y mental y su personalidad.
22. En toda investigación en seres humanos, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento. La persona debe ser informada del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin exponerse a represalias. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico debe obtener entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede obtener por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.
23. Al obtener el consentimiento informado para el proyecto de investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el individuo está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En un caso así, el consentimiento informado debe ser obtenido por un médico bien informado que no participe en la investigación y que nada tenga que ver con aquella relación.
24. Cuando la persona sea legalmente incapaz, o inhábil física o mentalmente de otorgar consentimiento, o menor de edad, el investigador debe obtener el consentimiento informado del representante legal y de acuerdo con la ley vigente. Estos grupos no deben ser incluidos en la investigación a menos que ésta sea necesaria para promover la salud de la población representada y esta investigación no pueda realizarse en personas legalmente capaces.
25. Si una persona considerada incompetente por la ley, como es el caso de un menor de edad, es capaz de dar su asentimiento a participar o no en la investigación, el investigador debe obtenerlo, además del consentimiento del representante legal.
26. La investigación en individuos de los que no se puede obtener consentimiento, incluso por representante o con anterioridad, se debe realizar sólo si la condición física/mental que impide obtener el consentimiento informado es una característica necesaria de la población investigada. Las razones específicas por las que se utilizan participantes en la investigación que no pueden otorgar su consentimiento informado deben ser estipuladas en el protocolo experimental que se presenta para consideración y aprobación del comité de evaluación. El protocolo debe establecer que el consentimiento para mantenerse en la investigación debe obtenerse a la brevedad posible del individuo o de un representante legal.
27. Tanto los autores como los editores tienen obligaciones éticas. Al publicar los resultados de su investigación, el investigador está obligado a mantener la exactitud de los datos y resultados. Se deben publicar tanto los resultados negativos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiamiento, afiliaciones institucionales y cualquier posible conflicto de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

**C. PRINCIPIOS APLICABLES CUANDO LA INVESTIGACION MEDICA SE COMBINA CON LA ATENCION MEDICA**

- 28.** El médico puede combinar la investigación médica con la atención médica, sólo en la medida en que tal investigación acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico. Cuando la investigación médica se combina con la atención médica, las normas adicionales se aplican para proteger a los pacientes que participan en la investigación.
- 29.** Los posibles beneficios, riesgos, costos y eficacia de todo procedimiento nuevo deben ser evaluados mediante su comparación con los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos existentes. Ello no excluye que pueda usarse un placebo, o ningún tratamiento, en estudios para los que no hay procedimientos preventivos, diagnósticos o terapéuticos probados.
- 30.** Al final de la investigación, todos los pacientes que participan en el estudio deben tener la certeza de que contarán con los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos probados y existentes, identificados por el estudio.
- 31.** El médico debe informar cabalmente al paciente los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del paciente a participar en una investigación nunca debe perturbar la relación médico-paciente.
- 32.** Cuando en la atención de un enfermo los métodos preventivos, diagnósticos o terapéuticos probados han resultado ineficaces o no existen, el médico, con el consentimiento informado del paciente, puede permitirse usar procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos nuevos o no comprobados, si, a su juicio, ello da alguna esperanza de salvar la vida, restituir la salud o aliviar el sufrimiento. Siempre que sea posible, tales medidas deben ser investigadas a fin de evaluar su seguridad y eficacia. En todos los casos, esa información nueva debe ser registrada y, cuando sea oportuno, publicada. Se deben seguir todas las otras normas pertinentes de esta Declaración.

**WMA, 52ª Asamblea General, Edimburgo, Escocia, Octubre 2000**

**ANEXO 2**

# RESOLUCIÓN DEL CONCILIO DE LA IUPS

## Referente a

### Los principios éticos para la investigación fisiológica en animales y humanos

Con el propósito de servir al bienestar de humanos y animales mediante el avance en el conocimiento de los procesos vitales, la investigación fisiológica debe depender de experimentos que utilizan animales o humanos. Y aunque muchas preguntas fundamentales pueden ser abordadas en sistemas de modelos tales como preparaciones de tejidos o células, la significancia de tales estudios debe ser probada en último lugar, en relación a un organismo completo. Tales estudios deben, sin embargo, respetar principios éticos fundamentales que resguarden la integridad y seguridad de los sujetos.

#### **A. Pautas éticas para la investigación fisiológica**

Con el propósito de asegurar estándares éticos similares para la investigación fisiológica en humanos y en animales en todos los países, IUPS declara las siguientes pautas internacionales como obligatorias para toda investigación realizada por fisiólogos asociados a la IUPS, y para toda investigación presentada y comunicada en reuniones bajo el auspicio de la IUPS:

- 1) *Pautas éticas para la investigación biomédica que involucra sujetos humanos*, del Concilio de las Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (CIOMS), del año 1993, actualmente bajo revisión; esto está basado en La Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (1964, revisado el año 2000), el cual establece las normas básicas para toda investigación que involucre humanos; y
- 2) *Principios Guías Internacionales para la Investigación Biomédica que Involucra Animales*, de la CIOMS (1985), los cuales están basados en el principio del respeto por la vida.

Para todas las reuniones científicas bajo el auspicio del IUPS, se impondrá una estricta adherencia a estas pautas.

#### **B. Comité de Ética**

El comité de ética de la IUPS está mandado a:

- 1) Revisar críticamente e interpretar estas pautas en la visión de su implementación en áreas específicas de la investigación fisiológica;
- 2) Servir como cuerpo de referencia y reflexión para avisar al Concilio sobre las posturas que la IUPS debe tomar en estas materias y para contribuir al futuro desarrollo de estas pautas dando cuenta de la evolución de la investigación fisiológica; y
- 3) Desarrollar medios para diseminar el conocimiento de estas pautas dentro de la comunidad fisiológica alrededor del mundo, por ejemplo, enseñando o preparando textos con las directrices para la implementación práctica de estas pautas en los diferentes campos de la fisiología, contribuyendo así a construir capacidades en los lugares del mundo en desarrollo.

**Christchurch, Nueva Zelanda, Agosto 24, 2001**

# TÉCNICAS GENERALES Y EXPERIMENTALES

Gran parte del conocimiento sobre fisiología se ha producido mediante la experimentación, ésta es realizada casi en su totalidad sobre materia viva y en nuestro caso el objetivo es utilizar materia viva que pueda ofrecernos similitudes importantes con el ser humano, es decir, modelos biológicos similares al humano.

Con el objeto de lograr la comprensión de los diferentes procesos fisiológicos se ha elegido dos especies:

- Ratón de laboratorio
- Rata de laboratorio

## Características generales

### • Ratón de laboratorio

Es un roedor de la especie *Mus musculus*, que se utiliza para la investigación científica. Su principal característica es ser blancos o albinos.

Estos ratones deben pertenecer a una misma cepa pura, lo que permite que tengan la misma carga genética y facilita comparar resultados, evitando variables genéticas en los procedimientos científicos, como pruebas de fármacos y efecto de elementos específicos sobre el animal.

La cepa más utilizada es la C57, pero existen muchas variedades. Hoy en día es posible realizar diferentes variedades mediante ingeniería genética, con el fin de obtener características específicas.

### • Rata de laboratorio

Es un roedor del género *Rattus* especie *norvegicus*, conocida como rata común, rata parda o rata de alcantarilla, es más grande que el ratón y sus ojos, orejas y cola son de menor tamaño

En 1895, la Universidad de Clark (Worcester, Massachusetts, Estados Unidos) creó una población de ratas blancas para estudiar su fisiología y desde este momento comenzó su uso en experimentación.

Algunas diferencias con la Rata común, son que las ratas de laboratorio son más tranquilas y tienen menor tendencia a morder, toleran grandes multitudes y se reproducen a edades más tempranas teniendo camadas más grandes.

Existen cuatro variables genéticas generadas en diferentes laboratorios:

- *Wistar*
- *Sprague Dawley*
- *Zucker*
- Ratas carentes de pelaje

Entre las características que hacen de estos animales excelentes modelos de trabajo son:

- Fácil manejo.
- Tamaño apropiado para la manipulación.
- Presentan un sistema inmune similar al de los seres humanos.
- Presentan una alta tasa reproductiva.
- Gestación breve.
- Poseen un genoma muy similar al de los seres humanos.

## TÉCNICAS EXPERIMENTALES

---

Para realizar un trabajo adecuado es importante conocer como se realizan y para que sirven las diferentes técnicas básicas de manipulación y procedimientos realizados sobre el modelo experimental.

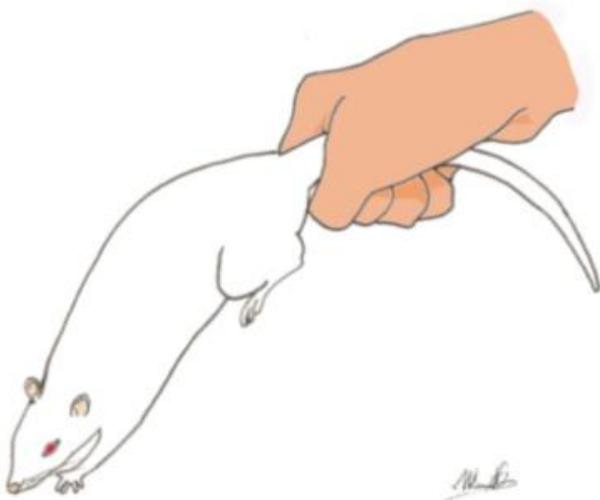
A continuación se describirá la técnica y su objetivo.

### Manipulación de la Rata

#### I.- Tomar la rata

Para tomar la rata desde la jaula, introduzca su mano con decisión dentro de la jaula, luego de haber escogido cual tomará.

Se debe buscar la cola de la rata, mediante este apéndice se tomará, usando la mano más hábil y sosteniéndola desde la porción de la cola más próxima al cuerpo del animal (base de la cola).



Luego de tomar la cola de la rata, asegúrese de tenerla firmemente sostenida y levántela desde la jaula en forma rápida y segura para luego colocarla sobre el mesón sin soltarla.

Sosteniendo a la rata desde la cola podrá manipularla sin problemas y evitar que se aleje o muerda.

#### II.- Presión

Una vez depositada la rata en el mesón (siempre sosteniéndola de la cola), se sujeta con la mano libre ubicando los dedos índice y pulgar alrededor del cuello de la rata para inmovilizarlo, y con los dedos restantes y la palma de la mano se presiona contra el mesón, para luego; tomar el plano cutáneo. De esta forma inmovilizar tanto la cabeza como las extremidades de la rata.



Una forma para realizar esto evitando que la rata se estrese y se mueva, es cubrirle la cabeza con un paño, esto calma a la rata y permite tomarla con más tranquilidad.

Las técnicas 1 y 2 deben ser practicadas en forma constante para dominarlas completamente, de manera de obtener buenos resultados en los siguientes pasos.

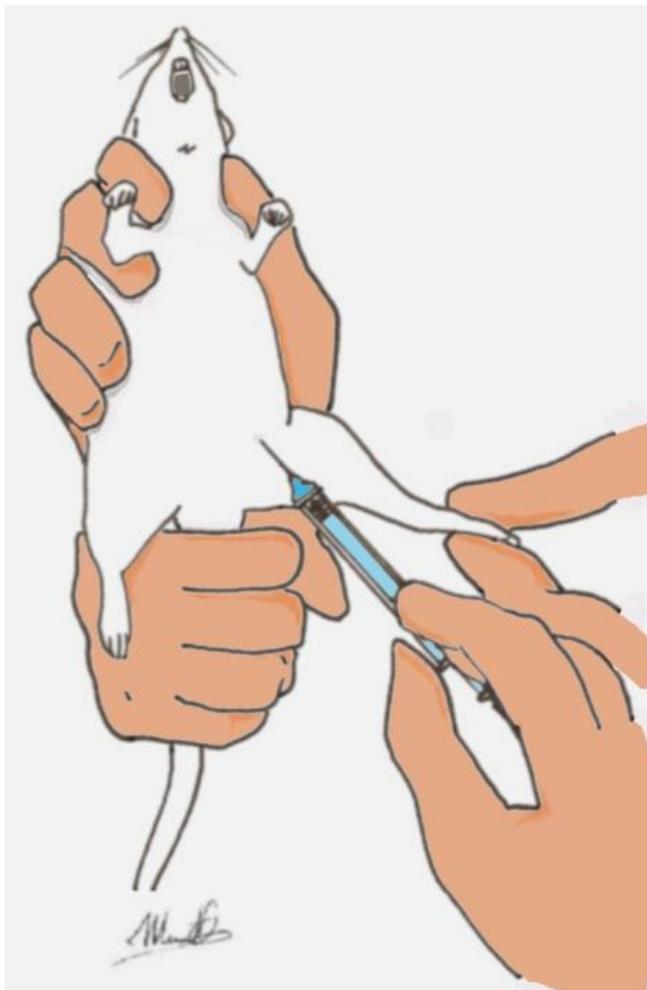
## Inyección

Es la introducción de una sustancia directamente al sitio de acción mediante una punción a presión que puede realizarse en diferentes tejidos del cuerpo. Esta punción es realizada con jeringa y aguja.

Dentro de los tipos de inyección encontramos:

- Inyección Subcutánea
- Inyección Endovenosa
- Inyección Intramuscular
- Inyección Intraperitoneal

## Inyección intraperitoneal



Entre las principales formas de inyección la utilizada en el laboratorio de fisiología y que representa gran complejidad se encuentra la Inyección intraperitoneal.

Primero se debe tomar una rata, luego prenderla y levantarla del mesón permitiendo que se vea el abdomen.

Una segunda persona debe tomar una jeringa de aguja fina y corta en una mano, y con la otra separar la pata izquierda de la rata.

Una vez realizado esto introducir la aguja en forma ascendente por los planos cutáneo y muscular hasta llegar a la cavidad intraperitoneal.

Para verificar que no hemos puncionado una víscera se aspira levemente con la jeringa, si no aparece sangre u otro fluido, se prosigue a inyectar el contenido de la jeringa.

Esta técnica permite anestesiarse en forma rápida a la rata para realizar un procedimiento que requiera anestesia general.

## Canulación de la tráquea

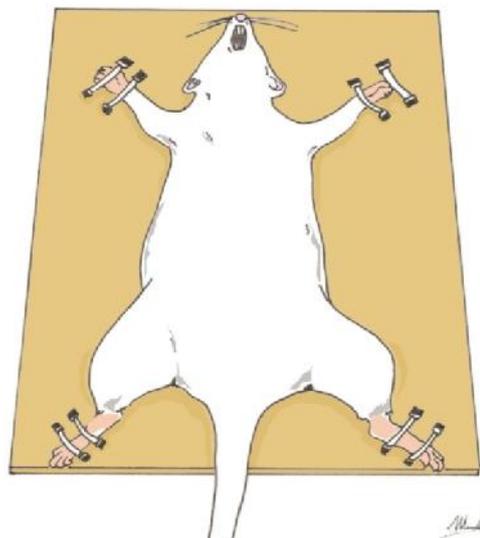
### Material y equipo:

- Bulbo de insuflación de 100 ml. de capacidad.
- Tubo de vidrio de 5 a 8 mm. de sección.
- Tubo plástico de 2 mm. de sección.
- Tijera.
- Pinza.
- Hilo N° 40.
- Algodón.

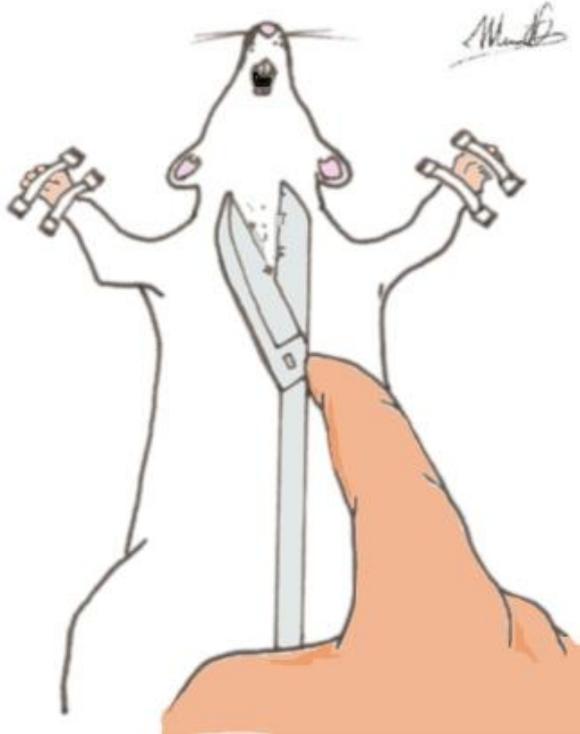
### Procedimientos:

I.- Una vez anestesiada la rata (con éter o tiopental sódico vía intraperitoneal), se procede a colocarla en posición sobre la tabla quirúrgica. Previamente se ha preparado todo el instrumental necesario.

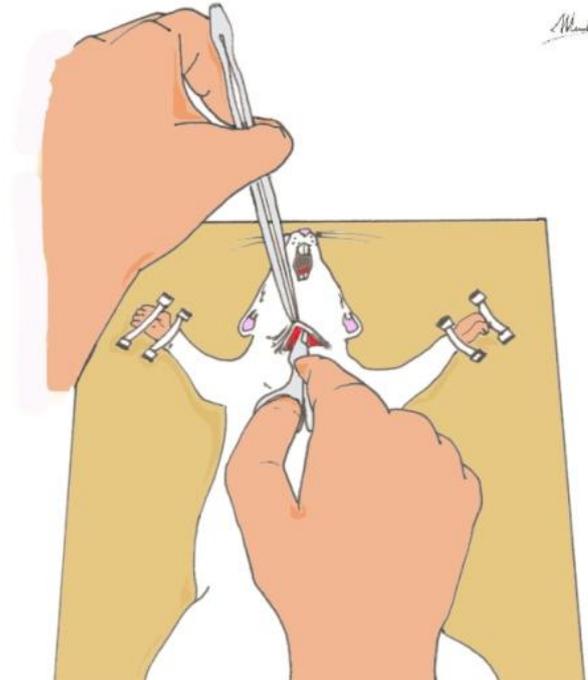
Las extremidades de la rata deben asegurarse con las bandas elásticas presentes en la tabla.



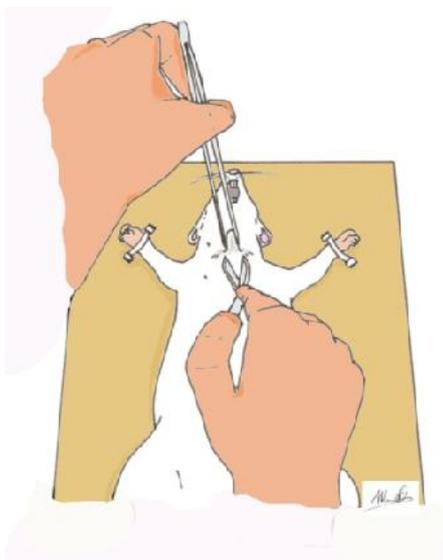
**II.- Limpieza de la zona:** con la tijera debe cortarse el pelo del animal de la zona a trabajar, para esto se utiliza la tijera en sentido opuesto a la dirección del pelaje, una vez cortado se procede a limpiar con un algodón húmedo.



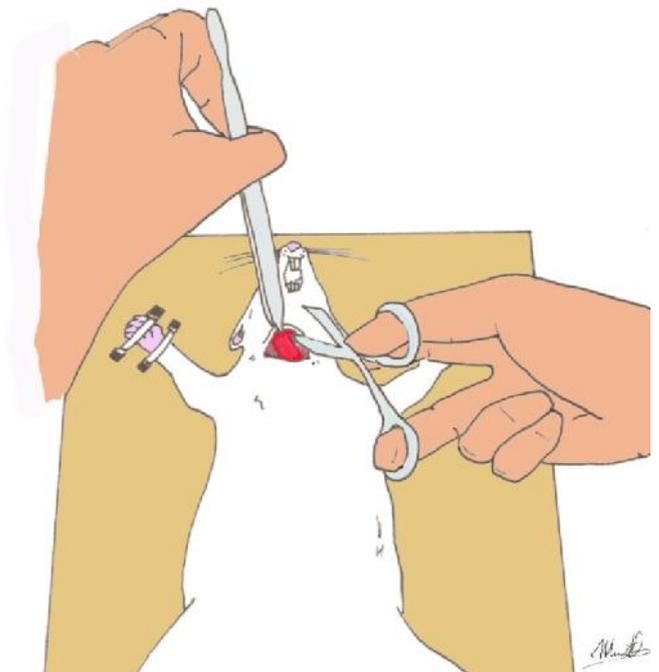
**IV.- Disección roma:** sosteniendo con la pinza el tejido cutáneo se procede a introducir la tijera cerrada en la incisión y se desplaza separando la capa cutánea de la muscular, profundizando y abriendo la tijera.



**III.- Incisión:** con la pinza quirúrgica se toma el tejido cutáneo desde la línea media, y usando la tijera se realiza un corte paralelo en el lado derecho de la base del pliegue que se ha levantado, procurando hacer una incisión pequeña.

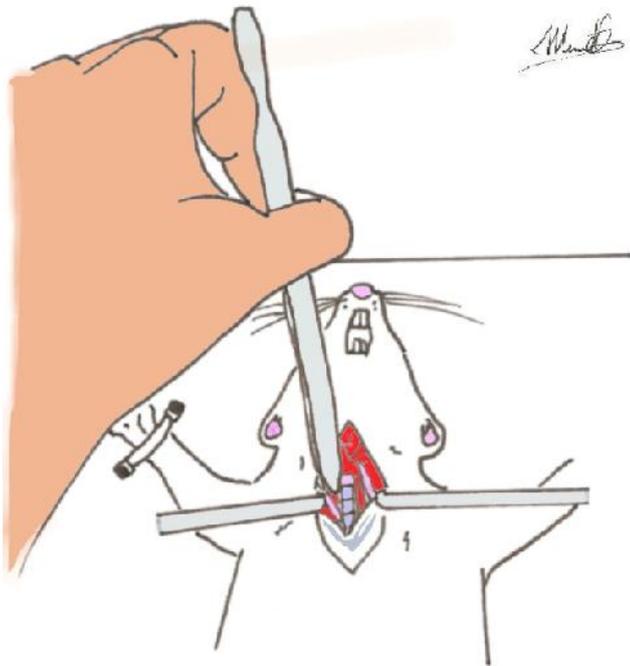


**V.- Corte del plano superficial:** luego de diseccionar el plano superficial se procede a cortarlo por la línea media exponiendo solo el lugar a trabajar.

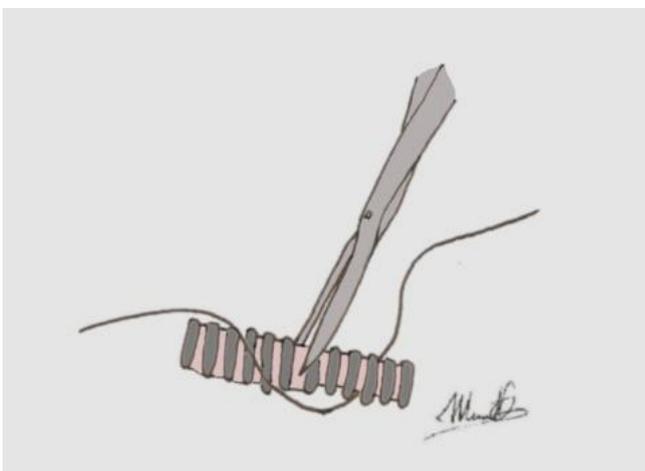


**VI.- Disección del plano muscular:** con la pinza quirúrgica se disecciona desde la línea media hacia los lados los músculos pre-traqueales exponiendo la tráquea.

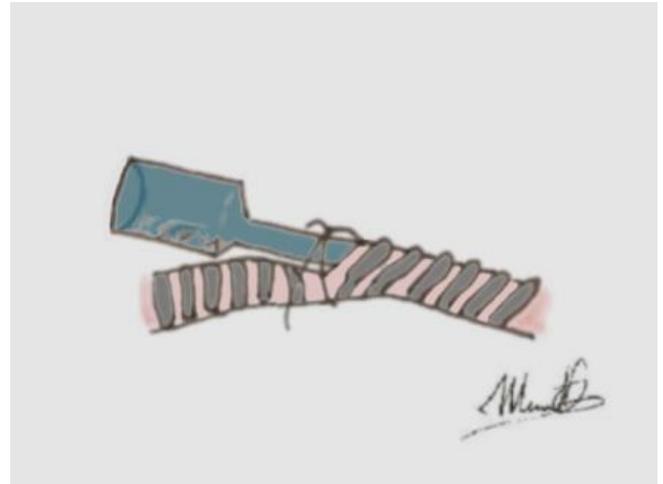
Para facilitar esto un compañero puede tomar un extremo de la incisión mejorando así el campo visual.



**VII.- Asegurar la tráquea y seccionarla:** se debe pasar un hilo de un lado a otro por detrás de la tráquea utilizando la pinza y luego debe realizarse una incisión en la parte más expuesta de la tráquea, cuidando solo cortar la mitad del tejido cartilaginoso sin seccionar completamente la tráquea.



**VIII.- Canulación traqueal:** debe insertarse la cánula en el extremo inferior de la tráquea y posteriormente debe ser anudada mediante un nudo plano.



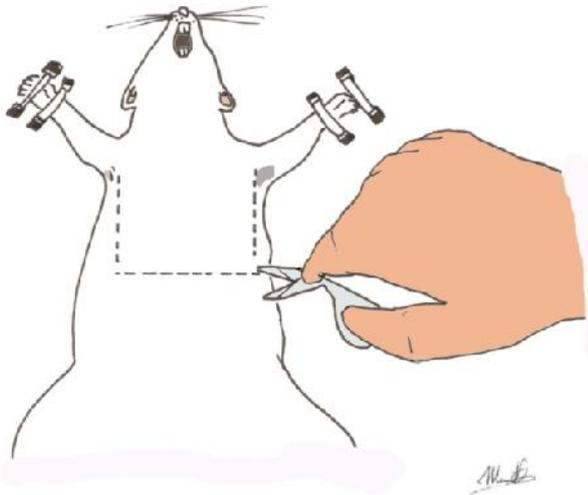
**IX.-** Una vez instalada la cánula, esta se conecta a un bulbo de insuflación, mediante el cual se impulsará el aire hacia los pulmones de la rata, la frecuencia respiratoria que se maneja debe ser baja y pausada, para evitar provocar un neumotórax.

Este procedimiento permite asegurar la función ventilatoria de la rata durante un procedimiento quirúrgico, se completa la ventilación con una pera de insuflación que debe ser bombeada por un alumno periódicamente durante el trabajo.

## Extracción del corazón

Con la rata previamente anestesiada (con éter o tiopental sódico mediante inyección intraperitoneal), debe ser colocada en la tabla quirúrgica. (Antes de comenzar, los materiales requeridos deben estar preparados previamente)

**I.- Incisión transversal:** mediante la pinza y la tijera se ubica la zona bajo la parrilla costal y se procede a hacer una incisión transversal de preferencia considerar los planos cutáneo y muscular.



**II.- Incisión costal:** debe palparse el inicio de la parrilla costal en el tórax de la rata, y posteriormente ubicar la línea axilar anterior.

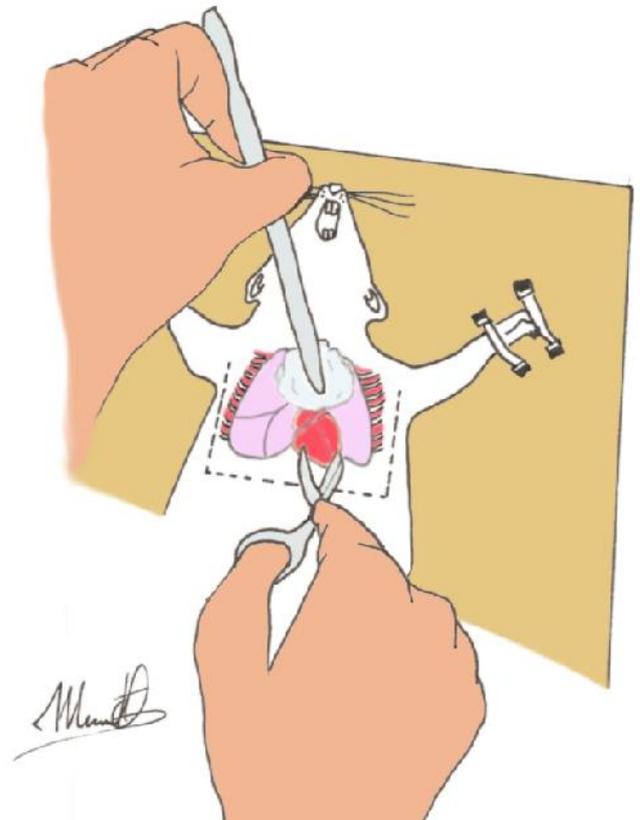
Una vez encontradas estas referencias se procede a introducir la tijera bajo las costillas y comenzar una incisión en dirección ascendente.

La incisión debe realizarse en ambos lados en forma rápida para evitar que la rata muera por colapso pulmonar.



**III.- Apertura de la parrilla costal y extracción del corazón:** ya realizadas las incisiones correspondientes, se eleva la parrilla costal exponiendo los órganos intra-torácicos, esto conlleva un colapso pulmonar debido a que las presiones externas e internas se igualan, lo que provocará a la muerte de la rata, debido a esto se procede a extraer el corazón en forma expedita.

Se ubica un pedazo de algodón sobre los grandes vasos (vena cava superior, arteria aorta ascendente, venas pulmonares) para evitar salpicaduras y se introduce la tijera dejando una de las hojas bajo los vasos y la otra sobre estos para realizar el corte.



**IV.-** Luego de extraer el corazón será depositado en un recipiente transparente que contenga solución de Krebs, lo que permitirá apreciar la función automática de este órgano.

## Bibliografía

Martínez Parente, Juan, "LA RATA DE LABORATORIO Y EL BIOTERIO DE LA UNIDAD SUR DEL CINVESTAV", Rev. Avance y perspectiva, 2004, Vol 23: 43-45.

Silva Urra, Juan, Cifuentes Jorquera, Fredy, Bravo Massida, Jaime, Ramirez Gallardo, Marco, Lavados Sepúlveda, Astrid; "GUÍA: TÉCNICAS GENERALES FISIOLÓGÍA I MEDICINA", Universidad de Antofagasta, 2009.

# MODELO NEUROMUSCULAR

La fisiología del nervio y del músculo en forma individual se compone de una serie de características diferentes, como son su origen embriológico, función y estructura celular básica. Sin embargo, existe una interacción entre ambos componentes de sistemas diferentes, que comenzó a ser estudiado en forma experimental por Jan Swammerdam durante el siglo XVII, realizando una preparación neuromuscular del miembro inferior de una rana, observando que al irritar un nervio con un objeto de metal, se provocaba una contracción muscular. Esta observación marcaría una nueva etapa del entendimiento fisiológico de la contracción, que hasta entonces se pensaba era originada por el sistema circulatorio. El preparado neuromuscular, así como el experimento fueron utilizados por décadas para estudiar y comprender la interacción o unión neuromuscular.

Comprensión actual sobre la unión neuromuscular: es la unión entre el axón de una neurona motora con una fibra muscular que actúa como efector. Su funcionamiento normal permite que el estímulo se transmita desde el sistema nervioso hacia el músculo, activándolo mediante un neurotransmisor que inicia en la fibra muscular una serie de procesos que desencadenan la contracción del músculo esquelético.

## Anatomía y Fisiología de la unión neuromuscular

### Placa motora:

- **Axón neuronal de la Neurona presináptica:** forma un complejo de terminales ramificadas, que se invaginan hacia la fibra muscular, pero no atraviesan la Membrana Sarcoplásmica. Presenta una o más células de Schwann que recubren este terminal y aíslan las prolongaciones del medio extraneuronal.

A su vez, presentan una gran cantidad de Mitocondrias encargadas de aportar con ATP, para la producción citoplasmática del neurotransmisor Acetilcolina (Ach), el cual se encuentra almacenado en vesículas dentro del terminal sináptico, pudiendo llegar a 300.000 vesículas en una sola placa motora.

- **Canal Sináptico o depresión sináptica:** son las invaginaciones de la Membrana Sarcoplásmica en las que se encuentran grandes cantidades de la enzima Acetilcolinesterasa, encargada de destruir la Ach una vez liberada al espacio sináptico.
- **Espacio sináptico o Hendidura sináptica:** es el espacio entre la membrana del miocito y el terminal axónico.
- **Hendiduras subneurales:** están en el fondo del canal sináptico y son pliegues pequeños que permiten aumentar el área de acción del neurotransmisor al tener receptores para Ach.

Para que ocurra la liberación de Ach, la neurona debe despolarizarse, al hacerlo permite la entrada de Calcio en los canales sensibles a voltaje del axón terminal, lo que a su vez conlleva a la fusión de las vesículas de Ach con la membrana neuronal permitiendo la Exocitosis.

## Efecto de la Ach sobre la membrana postináptica

Inmediatamente en la boca de las Hendiduras subneurales se encuentran receptores para (Ach), o más bien canales iónicos regulados por Ach, cada canal es un complejo proteico compuesto por 5 unidades que atraviesan el espesor de la membrana y forman un canal, que permanece cerrado hasta que se unen dos moléculas de Ach, lo que lleva a un cambio de conformación permitiendo la apertura del canal, facilitando el ingreso de iones positivos como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$ , siendo el Sodio el más importante.

## Despolarización de la membrana muscular

El potencial de reposo de la membrana muscular se encuentra entre -80 y -90 milivoltios, por lo que el ingreso brusco de iones  $\text{Na}^+$  modifica el potencial de la membrana haciéndolo positivo entre 50 y 75 mv., siendo denominada esta variación Potencial de placa motora. Luego este potencial se transmitirá a través de la membrana muscular generando una contracción.

Existe un factor que permite asegurar la contracción muscular, debido a que cada impulso nervioso que llega a la unión neuromuscular, causa al menos tres veces más potenciales de placa motora que lo mínimo necesario para estimular un miocito.

Destrucción de la Ach: se lleva a cabo inmediatamente después de su liberación por lo que su tiempo de vida media es de algunos milisegundos. Es destruida mediante dos mecanismos, el primero es la Acetilcolinesterasa y el segundo factor es la difusión de la Ach fuera del espacio sináptico.

### Acoplamiento Excitación-Contracción

Una vez producido el Potencial de placa motora, este se desplazará por la membrana sarcoplásmica, y se profundizará a través de los Túbulos T, que llevarán el impulso al interior del miocito, provocando la liberación de iones Calcio desde el Reticulo Sarcoplásmico, en la proximidad de las miofibrillas, aumentando su concentración de  $10^{-7}$ , hasta  $10^{-5}$ , generando la unión de Calcio a la Troponina C, lo que desplazará a la Troponina inhibitoria, permitiendo a la Tropomiosina, descubrir la ranura de unión para la Miosina.

Lo anterior en presencia de ATP, producirá el golpe de fuerza que acortará el sarcómero, y en gran escala generará la contracción muscular.

## Conceptos

---

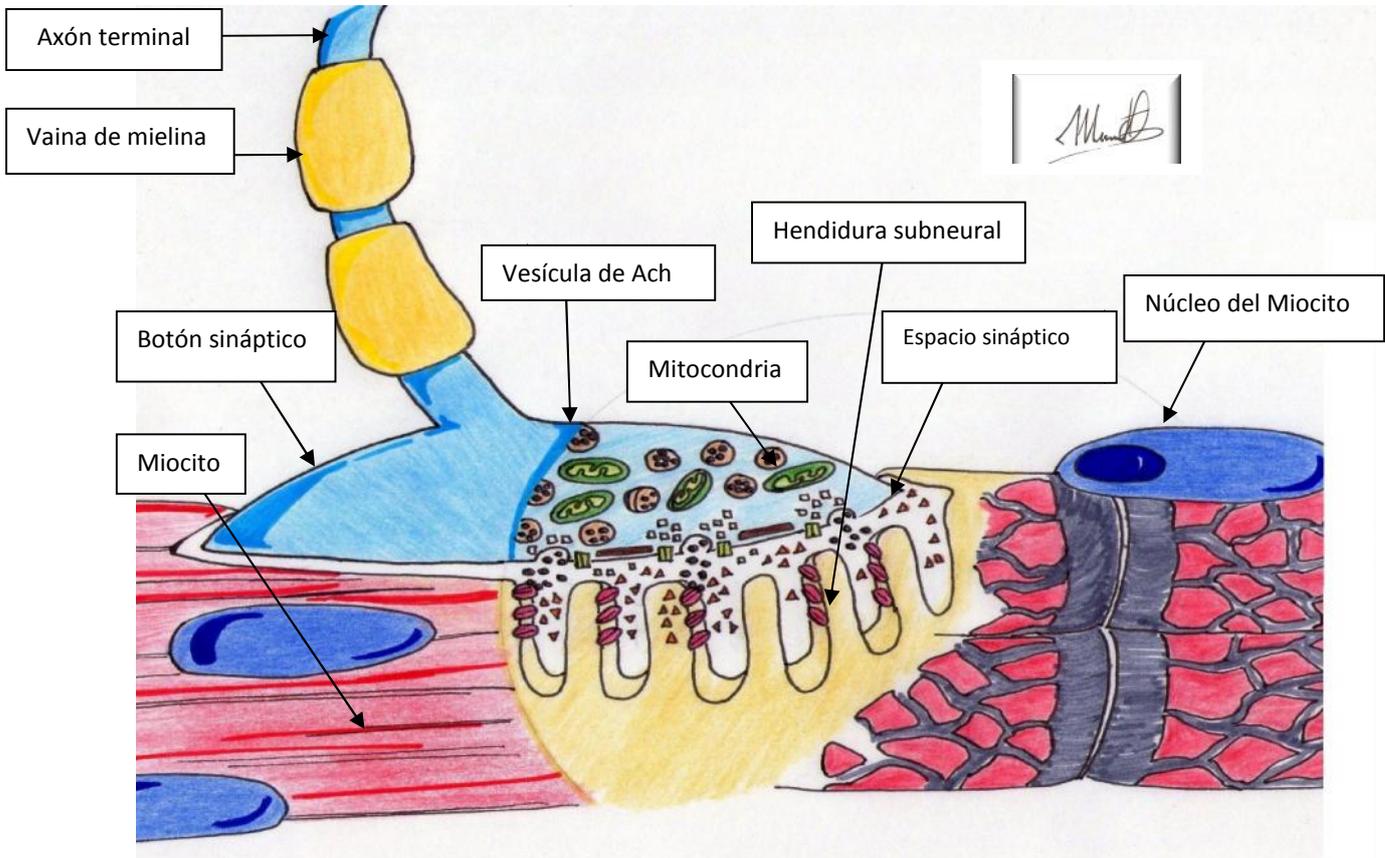
- **Estímulo umbral:** se produce cuando un estímulo es capaz de despolarizar una neurona, de manera que esta despolarización produzca la conducción de un impulso eléctrico y finalmente la liberación de neurotransmisores.
- **Estímulo subumbral:** se produce cuando el estímulo no es suficiente para despolarizar la neurona, por lo tanto no existirá conducción del impulso eléctrico y no se evidenciará ninguna eferencia.
- **Potencial de placa motora:** es el potencial al cual una fibra muscular se despolariza. Una vez despolarizada la neurona motora, es inevitable que se produzca la contracción muscular si las condiciones son óptimas, ya que el factor de seguridad permite que las concentraciones de Ach liberadas superen ampliamente el mínimo requerido para provocar una despolarización de la fibra muscular.
- **Periodo de latencia:** es el periodo que transcurre entre el estímulo, (en este caso nervioso hacia la placa motora) y el comienzo de la despolarización de la fibra muscular.
- **Unidad motora:** corresponde a la unión entre una neurona motora y un número determinado de fibras musculares, existen unidades motoras pequeñas y grandes, que son reclutadas en orden de tamaño según la necesidad.
- **Sumación de contracciones:** se produce cuando un estímulo que provoca respuesta eferente (contracción), es seguido por otro impulso de igual intensidad que provoca respuesta eferente justo en el momento en que la respuesta anterior ha pasado su punto más alto y comienza a disminuir. Como resultado, la concentración de  $Ca^{++}$  no alcanza a disminuir por lo que la nueva liberación de  $Ca^{++}$  provoca la formación de nuevos puentes cruzados, diferentes a los que ya se habían formado, generando como resultado final mayor tensión que un solo estímulo por si solo.
- **Tétanos incompleto:** se produce cuando se realiza una serie de estímulos supraumbrales distanciados por el mismo intervalo de tiempo, que son capaces de producir respuesta, (distanciados por un tiempo mayor al periodo de latencia).

El resultado graficado es una línea ascendente que presenta depresiones durante toda su prolongación.

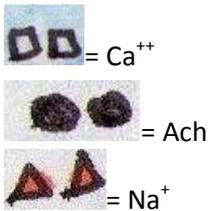
- **Tétanos completo:** se produce realizando una serie de estímulos supraumbrales mantenidos en el tiempo y distanciados en el mismo intervalo, que son capaces de producir una contracción que no alcanza la fase de relajación. De esta forma la gráfica da como resultado una línea ascendente completamente regular, sin depresiones a lo largo de su extensión, lo que implica una contracción completa del músculo ya que ninguna fibra alcanza a relajarse.
- **Fatiga muscular:** Imposibilidad de mantener la fuerza requerida o esperada, o disminución de la capacidad de generar fuerza.

Existen diferentes causas de fatiga muscular, desde el déficit de ATP, la isquemia que limita la llegada de oxígeno, el cambio del pH del miocito y el déficit de Ach conocido como fatiga neuromuscular que es equivalente a la fatiga de conducción nerviosa por agotamiento del neurotransmisor.

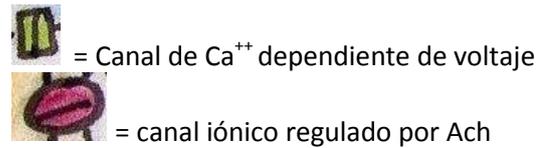
## Unión Neuromuscular



### Iones:



### Canales Iónicos:



En esta lámina se aprecia la entrada de iones  $Ca^{2+}$ , a través de canales de calcio dependientes de voltaje, lo que atrae a las vesículas de Ach a fusionar sus membranas con la membrana presináptica, liberando Ach al espacio sináptico.

Luego se aprecia que esta Acetilcolina se une a canales iónicos dependientes de Acetilcolina, que requieren dos moléculas para abrirse y permitir el paso de iones  $Na^{+}$  y  $K^{+}$ , siendo el aporte más importante realizado por el sodio, que permite cambiar el voltaje de la membrana sarcoplásmica generando un potencial de placa motora.

## Actividad experimental

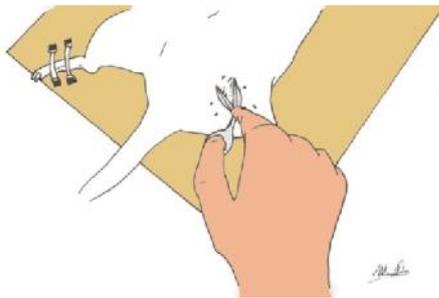
Se realizará un preparado neuromuscular que se conectará a un tensiómetro y un ordenador con objetivo de provocar estímulos eferentes que tengan respuesta muscular que será evidenciada mediante un gráfico.

El modelo experimental será una rata de laboratorio, y el ordenador utilizado será el sistema de poligrafía digital BIOPAC.

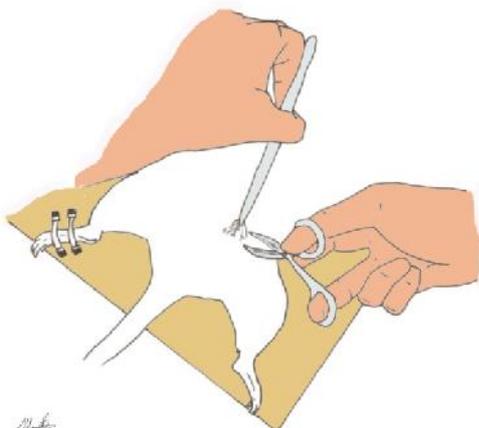
## Preparación neuromuscular

Previamente se ha anestesiado a la rata y se ha colocado en posición sobre la tabla quirúrgica en decúbito prono, asegurando todas sus extremidades excepto una extremidad inferior.

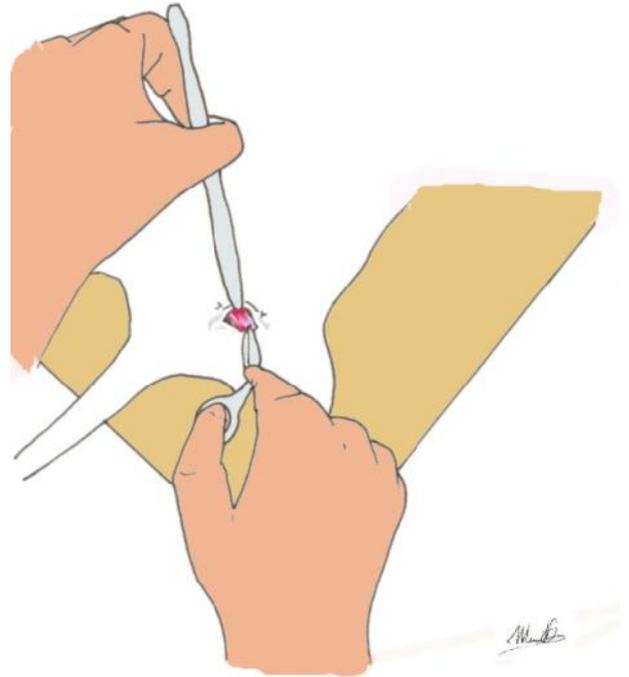
- **Limpieza de la zona:** con la tijera y en dirección opuesta al sentido del pelaje se procede a cortar el pelo de toda la zona de la extremidad, luego el pelo se retira con un algodón húmedo.



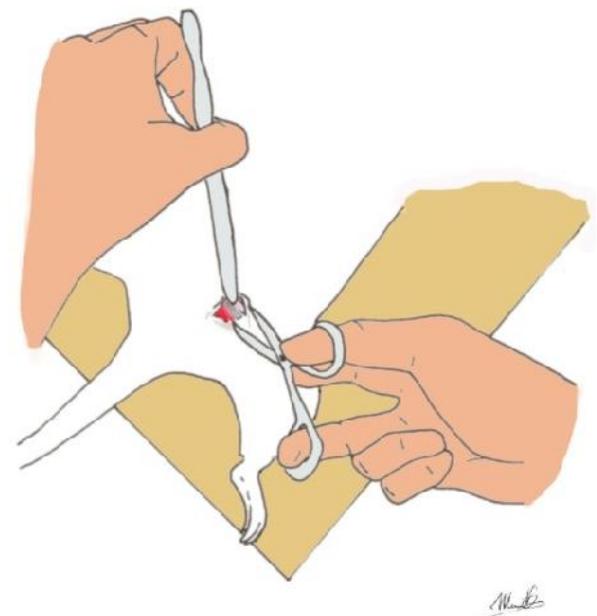
- **Incisión:** debe ubicarse la zona articular de la cadera, para esto se coloca el pulpejo de un dedo sobre el origen de la extremidad (cercano al esqueleto axial), y se procede a mover la pata del animal hasta palpar la articulación. Una vez ubicado el punto articular, con la pinza se sostiene el plano cutáneo y se procede a realizar una incisión pequeña en el lado derecho de la base del pliegue.



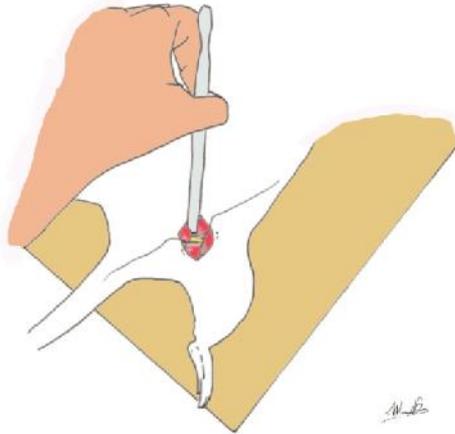
- **Disección roma:** tomando con la pinza el tejido superficial se introduce a través de la incisión la tijera cerrada desplazándola y separando el planos muscular del superficial.



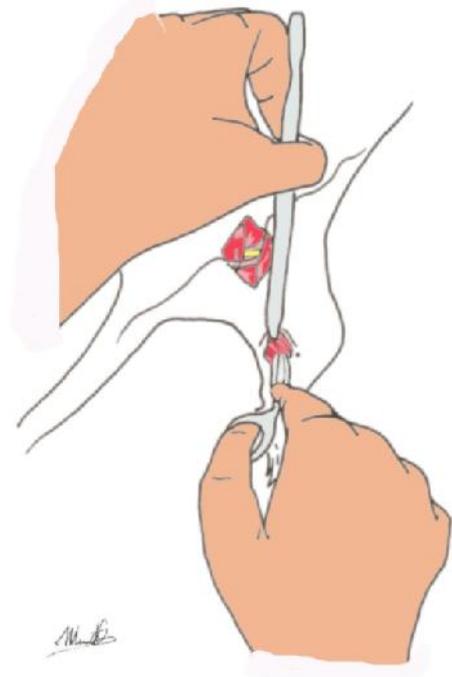
- **Incisión longitudinal:** una vez disecado el plano superficial se realiza una incisión longitudinalmente, exponiendo el plano muscular.



- **Diseción del plano muscular y ubicación del nervio Isquiático:** mediante la pinza se debe separar la musculatura presente y profundizar la disección hasta dar con el nervio isquiático, en la profundidad de la capa muscular. Luego el nervio debe ser asegurado pasando de un lado a otro y por detrás del nervio un hilo utilizando cuidadosamente la pinza para evitar dañar el nervio.



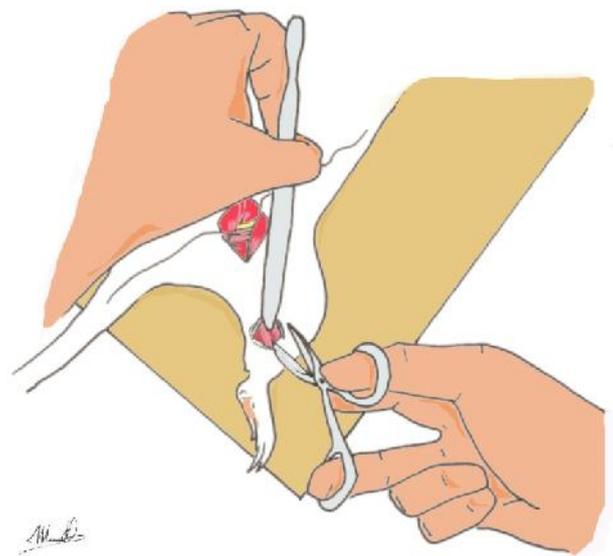
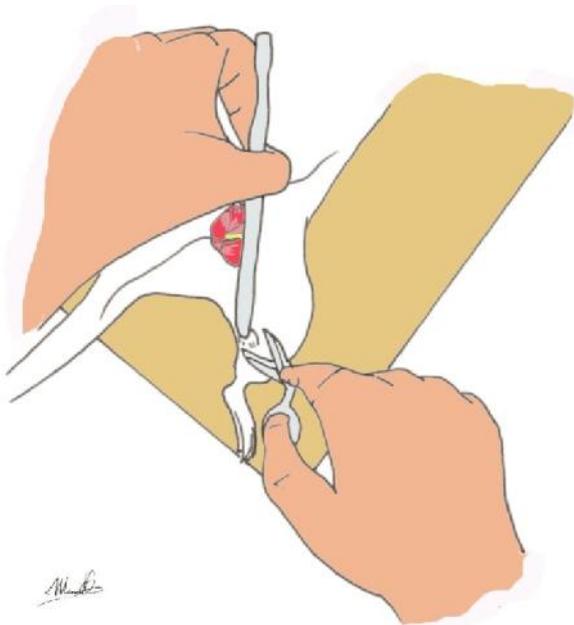
- **Diseción roma:** utilizando la pinza y la tijera cerrada debe introducirse esta separando la capa superficial de la muscular.



### Diseción del músculo Gastrocnemio

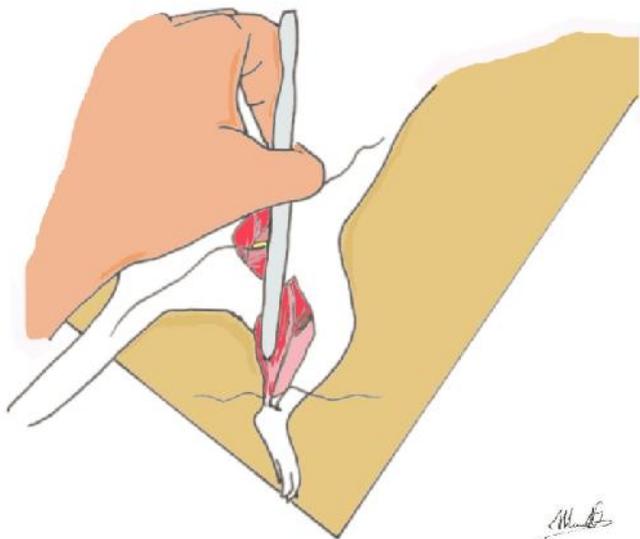
En la parte posterior de la pata debe realizarse una incisión del plano cutáneo.

- **Incisión:** una vez separado el plano cutáneo del muscular se procede a cortar la capa superficial exponiendo la musculatura de la extremidad.

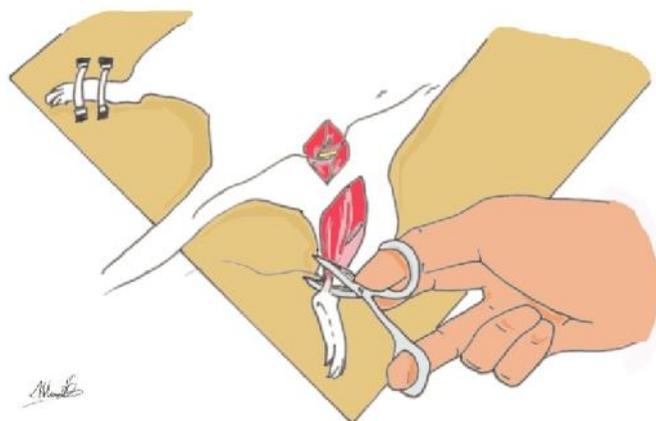


- **Diseción roma:** utilizando la pinza debe diseccionarse el músculo gastrocnemio ubicado en la parte posterior de la extremidad, debe aislarse del resto de la musculatura y del tejido conectivo presente hasta lograr exponer cerca del hueso calcáneo el tendón de este músculo.

- Una vez hallado el músculo debe ser asegurado pasando un hilo de un lado a otro por detrás de este y realizando un nudo.

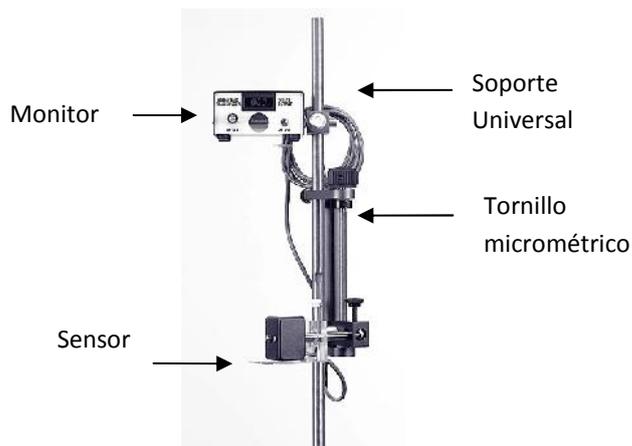


- **Corte del tendón del Gastrocnemio:** para obtener el músculo en buen estado y la mayor extensión posible de tendón, el corte debe realizarse hacia el extremo distal en dirección al talón buscando con la incisión cortar parte del hueso calcáneo.



El nervio Isquiático se expone para ser conectado a un electrodo capaz de enviar una señal eléctrica al nervio, la que será conducida por éste a la musculatura como si fuera un impulso eléctrico fisiológico.

El músculo Gastrocnemio es fijado mediante el hilo amarrado en el tendón distal, a un tensiómetro capaz de convertir la fuerza que genera el músculo luego del impulso eléctrico en una curva de la tensión versus tiempo.



Transductor de Tensión Radnoti.

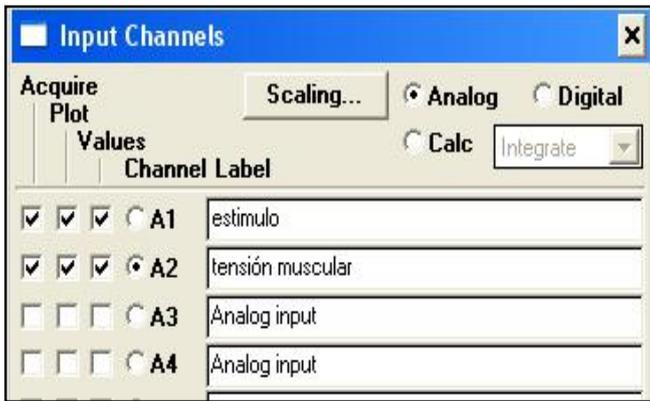
### Uso del software y hardware BIOPAC durante la actividad experimental

Se compone de los siguientes hardware y software:

- **1 MP100A:** Unidad de adquisición de datos
- **1 UIM100A:** Módulo Universal de Interfaces
- **1 ISA100A:** Tarjeta serial
- **1 ACK100W:** Software AcqKnowledge
- **1 CBL100:** Set de Cables de conexión
- **1 CBLSERAMP100A:** Cable de conexión al PC
- **1 AC 100:** Transformador de 12V

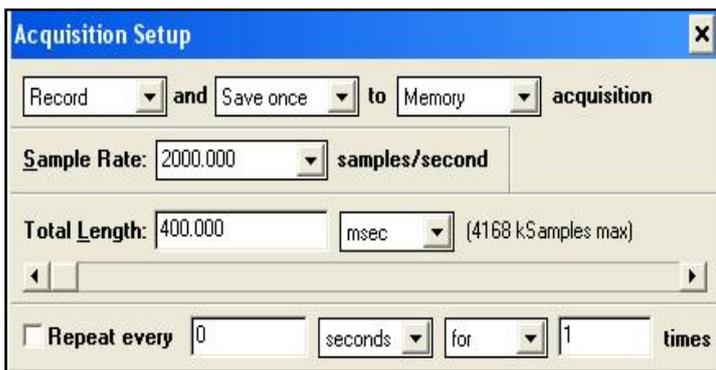
### Pasos para programar un estímulo

Llegar al menú Input channels una vez conectado el músculo con el tensiómetro, y habiendo unido las conexiones de este a las entradas VIN + y VIN -. Y habiendo conectado el electrodo en UIM100A, en algún canal. (preferir A1 para mantener un orden).



- Al marcar el primer canal A1, cambiar el nombre a Estimulo y
- Cambiar la escala a VOLT.
- Al marcar el segundo canal A2 cambiar el nombre de Analog input a tensión muscular y cambiar la escala a grs.

Luego, llegar al menú Setup acquisition:

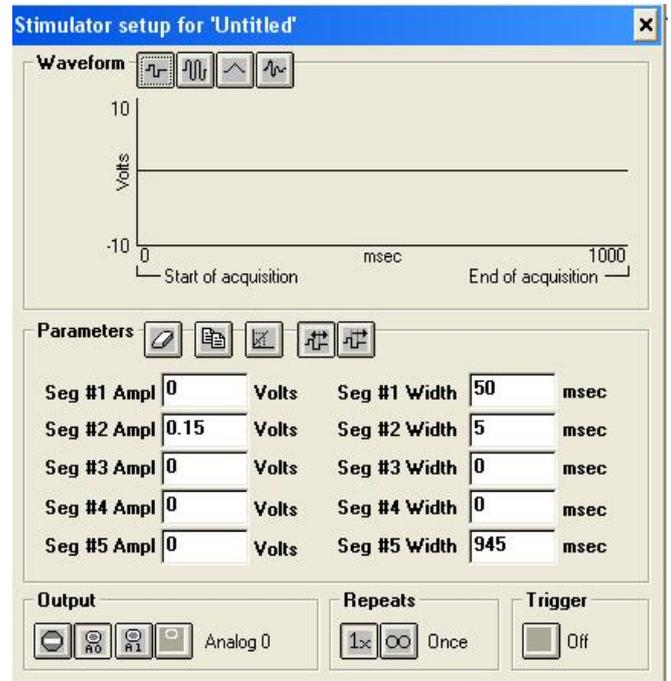


- Sample Rate: 2000 samples/second
- Total Length: 400mseg.
- Para Fatiga cambiar a lo que pidan (segundos, minutos)

Luego, llegar al menú Setup stimulator:

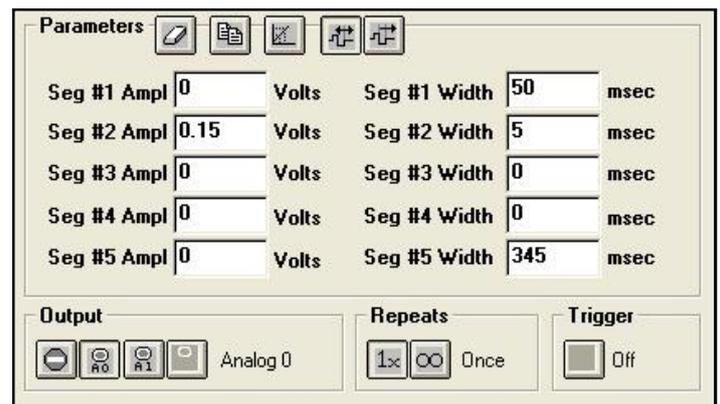
- Marcar estimulo cuadrado
- En Parameters marcar el 4º de izq. A der.
- Dejar el Seg #1 Ampl vacío.
- Marcar Seg #Width 50 msec, de latencia.
- Marcar Seg #2 Ampl un valor entre 0,09 y 0,2 que será el valor umbral.
- Marcar en Seg # 3 Width una duración de 5 msec del estímulo.
- Hacer click en el valor que aparezca en Seg # 5 Width msec. Antes de iniciar la prueba.

- Luego para realizar el estímulo marcar en Repeats 1x si se desea un solo estímulo, o infinito si se desea realizar un tétanos incompleto o completo.
- Y finalmente en Output marcar el canal de salida del MP100 para el electrodo; A0 o A1.



Luego cerrar la ventana.

Encontrar el Umbral:



- Latencia: 50 msec.
- Conviene comenzar a estimular con 0.15 Volts. y desde allí subir o bajar (el valor dependerá del estado del músculo y de la tensión dada).

**Realizar Sumación de contracciones:**

Parameters					
Seg #1 Ampl	0	Volts	Seg #1 Width	50	msec
Seg #2 Ampl	0.2	Volts	Seg #2 Width	5	msec
Seg #3 Ampl	0	Volts	Seg #3 Width	55	msec
Seg #4 Ampl	0.2	Volts	Seg #4 Width	5	msec
Seg #5 Ampl	0	Volts	Seg #5 Width	285	msec

Output	Repeats	Trigger
<input type="radio"/> Analog 0	<input checked="" type="radio"/> 1x <input type="radio"/> ∞ Once	<input type="checkbox"/> Off

- Se deben poner alrededor de 80 msec. en la 2ª latencia para inicialmente ver las 2 ondas, y confirmar la respuesta a ambas, desde ahí disminuirla.
- En caso de que se vean 2 ondas se debe bajar la latencia entre los estímulos (Seg #3 Width).
- En caso de que se vea 1 onda se debe aumentar la latencia entre los estímulos (Seg #3 Width).

**Tétano incompleto:**

Parameters					
Seg #1 Ampl	0	Volts	Seg #1 Width	30	msec
Seg #2 Ampl	0.2	Volts	Seg #2 Width	5	msec
Seg #3 Ampl	0	Volts	Seg #3 Width	0	msec
Seg #4 Ampl	0	Volts	Seg #4 Width	0	msec
Seg #5 Ampl	0	Volts	Seg #5 Width	0	msec

Output	Repeats	Trigger
<input type="radio"/> Analog 0	<input checked="" type="radio"/> 1x <input type="radio"/> ∞ Forever	<input type="checkbox"/> Off

- Utilizar estímulos supraumbrales.
- Marcar la primer latencia en 30 msec en forma de prueba, y una duración de estímulo de 5 msec.
- Si se obtiene tétano completo debe aumentarse la latencia entre los estímulos (Seg #1 Width).
- En Repeats marcar Forever.

**Tétano completo:**

Parameters					
Seg #1 Ampl	0	Volts	Seg #1 Width	20	msec
Seg #2 Ampl	0.2	Volts	Seg #2 Width	5	msec
Seg #3 Ampl	0	Volts	Seg #3 Width	0	msec
Seg #4 Ampl	0	Volts	Seg #4 Width	0	msec
Seg #5 Ampl	0	Volts	Seg #5 Width	0	msec

Output	Repeats	Trigger
<input type="radio"/> Analog 0	<input checked="" type="radio"/> 1x <input type="radio"/> ∞ Forever	<input type="checkbox"/> Off

- Similar a lo anterior, pero se debe disminuir la latencia inicial (Seg #1 Width). Hasta que se aprecie una recta constante.
- En Repeats marcar Forever.

**Fatiga muscular:**

Parameters					
Seg #1 Ampl	0	Volts	Seg #1 Width	10	msec
Seg #2 Ampl	0.2	Volts	Seg #2 Width	5	msec
Seg #3 Ampl	0	Volts	Seg #3 Width	0	msec
Seg #4 Ampl	0	Volts	Seg #4 Width	0	msec
Seg #5 Ampl	0	Volts	Seg #5 Width	0	msec

Output	Repeats	Trigger
<input type="radio"/> Analog 0	<input checked="" type="radio"/> 1x <input type="radio"/> ∞ Forever	<input type="checkbox"/> Off

- Similar a lo anterior, pero esta vez debe disminuirse aún más la latencia inicial.
- El estímulo debe permanecer durante uno o dos minutos; lo que debe cambiarse en el menú anterior en Total Length.

## ANEXO 3

## GUIA DE TÉCNICAS GENERALES

## Instrumental quirúrgico



- 1 Tijera 10 cm. Aguda/aguda Iris
- 2 Pinza hemostática mosquito curva
- 3 y 5 Porta aguja
- 4 Pinza de disección anatómica
- 6 Pinza hemostática mosquito recta
- 7 Tijera recta 14 cm. Roma/roma Mayo
- 8 Pinza de disección quirúrgica

## Bibliografía

- 1.- Guyton, Arthur C., Hall, Jhon E., **Tratado de Fisiología Médica**, 10<sup>ma</sup> edición Madrid, España, Editorial Elsevier, 2006.
- 2.- Silva Urra, Juan, Cifuentes Jorquera, Fredy, Bravo Massida, Jaime, Ramirez Gallardo, Marco, Lavados Sepúlveda, Astrid; *"LABORATORIO NEUROMUSCULAR, FISILOGIA I MEDICINA"*, Universidad de Antofagasta, 2009.