

11621  
98

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**PRACTICAS EN FISIOLOGIA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**

**VAZQUEZ HUANTE LUIS RODOLFO**

**ASESOR**

**MVZ VICTOR PEREZ VALENCIA**

**COASESOR**

**MVZ JUAN RAUL AGUILAR TOVAR**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. MEX.**

**2003**

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Prácticas en Fisiología"

que presenta el pasante: Luis Rodolfo Vázquez Huante  
con número de cuenta: 9004692-8 para obtener el título de:  
Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**A T E N T A M E N T E**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 19 de Marzo de 2003

PRESIDENTE	<u>MVZ. Marco Antonio Fajardo Román</u>	
VOCAL	<u>MVZ. Víctor Pérez Valencia</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ. Silvano Trejo Nájera</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Concepción Oswelia Serna Huesca</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Juan Arturo Olivares Díaz</u>	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **AGRADECIMIENTOS:**

- A MI AMADA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, POR HABERME FORMADO PROFESIONALMENTE.
- MVZ VICTOR PEREZ VALENCIA, POR SU APOYO Y POR DARME LAS BASES PARA SER MEJOR CADA DIA. GRACIAS.
- MVZ RAUL AGUILAR TOVAR, POR SU AMISTAD Y APOYO, SIN EL ESTA TESIS NO HABRIA SIDO POSIBLE.
- MVZ JAVIER FROYLAN LAZCANO REYES, POR SU AMISTAD, POR SU CONSEJO Y POR CREER EN MI.
- MVZ JESUS MARTINEZ RANGEL, POR SU AMISTAD INCONDICIONAL Y POR SU SABIO CONSEJO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**DEDICATORIAS:**

- A MIS PADRES, LOS AMO, GRACIAS POR HACERME LO QUE SOY.
- A MIS HERMANOS ALEJANDRO Y VICTOR, LOS QUIERO MUCHO.
- A MI PADRINO RODOLFO MARTINEZ, POR SU APOYO.
- MI DULCE LUPITA SIEMPRE ESTARAS AHÍ. TE AMO.
- A QUIENES YA NO ESTAN, PERO SIGUEN PRESENTES EN MI CORAZON.
- A MIS AMIGOS RENE Y LALO, GRACIAS POR SERLO, POR AYUDARME CUANDO MAS LO NECESITABA.
- A LOS ANIMALES QUE DIERON SUS VIDAS PARA QUE YO APRENDIERA.
- A DIOS. QUE SIEMPRE HA ESTADO CONMIGO.

GRACIAS A TODOS.

TESIS CON  
FALLA DE CALIDAD

## INDICE

Objetivo general.....	5
Introducción.....	6
Animales de laboratorio.....	7
Ética sobre uso de animales de laboratorio.....	8
Electrocardiografía.....	11
Electroencefalografía.....	23
Medición de la Presión Arterial Central (invasiva).....	27
Sistema Nervioso Autónomo.....	30
Sistema Nervioso Central (modelo animal descerebrado).....	39
Bibliografía.....	47
Apéndice.....	49

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**OBJETIVO GENERAL:**

RECOPILAR MATERIAL BIBLIOGRAFICO, QUE TRATE SOBRE PRACTICAS DE FISIOLOGIA, CON EL FIN DE BRINDAR UN APOYO ACADEMICO A LOS PROFESORES DEL AREA QUE ESTEN INTERESADOS EN UTILIZARLO COMO UNA HERRAMIENTA MAS EN LA CADENA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN:

La fisiología es una rama de la Medicina que implica un gran compromiso con su estudio, pues conlleva al conocimiento de las leyes y teorías con las cuales un ser vivo funciona. Es una ciencia sumamente basta y a veces difícil de entender, pero sin duda alguna una ciencia hermosa y emocionante.

Para lograr un mayor y mejor aprendizaje, pero sobre todo una mejor comprensión de los fenómenos fisiológicos estudiados, es necesario encontrar medios de fijación de los conocimientos generados en los estudiantes, y así mismo encontrar la manera de que reafirme lo que ya conoce y lo integre a su formación profesional. Para esto es necesario e indispensable el desarrollo de prácticas experimentales, que pongan de manifiesto los fenómenos fisiológicos que ocurren a un ser vivo, así estos podrán ser observados, medidos, se formaran hipótesis, se experimentara y se obtendrán resultados para evaluación de lo acontecido en la práctica y solo así se llegara a una conclusión, por parte del lector y del personal docente que ayude a la realización de los experimentos. De esta forma se concluirá con el circuito de aprendizaje teórico-práctico indispensable para una fijación de conocimientos. (9,15,16,18)

En este trabajo encontraremos temas de utilidad en la vida profesional de los egresados de la carrera de Medicina Veterinaria Y Zootecnia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANIMALES DE LABORATORIO (Ética en su utilización)

La utilización de animales como modelos experimentales para observación de fenómenos biológicos ha evolucionado con el hombre. Desde los *homo sapiens* del preclásico, que observaban a los animales curarse lamiendo sus heridas, curar el dolor al meterse en agua fría o comer ciertas plantas con propiedades eméticas o purgantes, a esto seguirían actividades más elaboradas como detener hemorragias presionando la herida y muchos de sus aprendizajes fueron realizados en base al conocimiento aprendido de los animales que despiezaban. Aparecen interpretaciones fantásticas, como ejemplo el órgano fuente de vida es el hígado, según interpretaciones egipcias, así, aparece medicina irracional descrita en el *código de Hamurabi* 1700 aC.

En el periodo clásico los griegos se distinguen por su actitud racional de la interpretación del cosmos, aparece el primer experimentador biológico, ACMAEON DE CROTONA, el cual demostró la acción del nervio óptico seccionándolo y produciendo ceguera a un animal. En el año 450aC. HIPÓCRATES escribe su *corpus Hippocraticus*, en él describe la resección de la lengua de un cerdo para comprobar la deglución de un líquido teñido. Un gran observador de la naturaleza aparece, ARISTÓTELES, que recopila el saber de su época en el libro *Historia animalium*, con sus diversos libros de *partibus animalium*, *de motu animalium*, *de ambulatione animalium*.

En la edad media es sorprendente el estancamiento y como hay un retroceso en los conocimientos establecidos. Se desaprende lo aprendido.

En El renacimiento grandes anatomistas que estudian en autopsias. Francis Bacon, pensador inglés, recomienda la experimentación en animales para el avance de la ciencia. "en vista del gran uso que se hace de sus observaciones", como aparece en su libro *Proficiency and advancement of learning Divine and Humane*. 1605.

En la ilustración 1700, aparecen grandes avances, un ambiente de descubrimientos, entrecruzamiento de observaciones, hipótesis, discusiones y enormes avances científicos, por ejemplo GALVÁN LUIGI (1737-1798) descubre los fenómenos electrobiológicos por accidente al dejar una preparación de ranas despellejadas y decapitadas cerca de una máquina eléctrica por casualidad al tocar una con un objeto metálico observo la contracción muscular. GALVÁN interesado en estos descubrimientos trabajo en ellos y lo explico en su libro *de viribus electricitatis in motu musculari*.

En el Siglo XIX nacen grandes ciencias y grandes científicos como LOUIS PASTEUR, ROBERT KOCH y muchos más.

En el Siglo XX, grandes avances científicos hacen su aparición en este siglo. Por ejemplo estudios sobre enfermedades epidémicas, su cura o vacunas han sido probados en animales.

Los viajes espaciales serían imposibles sin el viaje de animales que fueron los primeros seres vivos en el espacio por ejemplo Layka, el primer mamífero en el espacio exterior, sin duda una heroína, que tiene como tumba el espacio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la definición de animal de laboratorio, se debería incluir cualquier ser vivo, con independencia de su categoría filogenética o taxonómica y tanto invertibrado como vertebrado, utilizado en experimentación animal o con otros fines científicos. En la legislación actual se define animal, sin otro calificativo, cualquier ser vivo vertebrado no humano, incluidas las formas larvarias autónomas capaces de reproducirse, con exclusión de las formas embrionarias o fetales.

### **ETICA SOBRE EL USO DE ANIMALES DE LABORATORIO:**

Es difícil encontrar algún científico que no admita que la experimentación con animales de laboratorio constituye hoy día un problema ético. Por una parte es indiscutible que en muchos casos la investigación con animales implica un sufrimiento a estos. por otra parte esta investigación aporta beneficios a las personas, animales y el medio ambiente; por ejemplo: La investigación con animales ayuda a los investigadores a encontrar alivio y cura a muchas enfermedades humanas como es el SIDA. En la docencia para el aprendizaje de los fenómenos en seres vivos, comprensión del uso de fármacos.

Pese a los insospechados beneficios que la investigación científica ha reportado a la humanidad y por, lo tanto, a cada uno de los individuos que la integran, en los países mas desarrollados un sector importante de la sociedad, más sensible que el resto hacia el trato hacia los animales, comenzó a señalar su empleo para la investigación no sólo como uso, sino como abuso del ser humano respecto a los seres vivos dotados de sensibilidad.

Este clamor social ha supuesto una fuerte presión a favor de controlar la utilización de animales con fines de experimentación, que se ha manifestado en una serie de leyes. Un gran paso fue la publicación del libro de los investigadores Russell y Burch (1959) que desde la misma comunidad científica propugnaron una reflexión profunda sobre el estado de la cuestión y propusieron tres vías para encausar la investigación que precisara el uso de animales, con la finalidad de reducirla al mínimo y realizarla de la forma menos gravosa para los animales sujetos a la misma.

Las tres propuestas formuladas por estos autores son:

- **Reemplazar** siempre que sea posible el animal de experimentación por otro modelo experimental, cuando no resulte imprescindible el uso de animales.
- **Reducir** al máximo el número de ellos y, por ende, el total de animales utilizados en investigación.
- **Refinar** los métodos y técnicas utilizados de modo que produzcan al animal el menor sufrimiento posible.

*En este planteamiento se ha dado origen al principio de las tres R asumido por la comunidad científica para su aplicación a la práctica ética de la investigación biológica.*

## **ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS INCLUIDOS EN EL PRINCIPIO DE LAS TRES R**

- **REEMPLAZAR**

Utilización de materiales no sensibles, como bacterias, baño de órganos, cultivos celulares, modelos matemáticos,... en lugar de seres vivos.

- **REDUCIR**

Utilizar el menor número posible de animales para obtener una información determinada en cada procedimiento:

- a) Diseño y análisis de experimentos
- b) Disminuir la variabilidad de los resultados  
Controlando al máximo todos los factores que pueden afectar a los resultados de un experimento.

<b>CONDICIONES DE LOS ANIMALES</b>
Garantía Sanitaria
Cuarentena
Salud
Comportamiento
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>
Temperatura y humedad
Renovación de aire
Fotoperiodo
<b>CONTROL DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>
<b>CONTROL DE CALIDAD DE LOS LECIOS</b>

- **REFINAR**

Disminuir la incidencia y severidad de los procedimientos en los animales que serán utilizados.

- a) **ANALGESIA** EL DOLOR ES TRATABLE. EL NO TRATARLO PUEDE AFECTAR MAS AL EXPERIMENTO QUE LA PROPIA ANALGESIA O ANESTESIA
- b) **ANESTESIA** SE DEBE LOGRAR UNA ANESTESIA BALANCEADA, MEDIANTE UNA BUENA COMBINACION DE ANALGESICOS, COMO EL BUTORFANOL, Y DE ANESTESICOS COMO ES LA TETRAMINA MEZCLADA CON ZOLACEPAM (ANESTESICO DISOCIATIVO) AUNADO A ESTO SIEMPRE DEBE HABER UN MONITOREO EXTRACTO DE CONSTANTES FISIOLOGICAS EN EL PACIENTE ANESTESIADO UNA VIA VENOSA ES IMPRESINDIBLE PARA LOGRAR UNA ADECUADA ANESTESIA VER FIG ALI

- c) **EUTANASIA**

El reconocimiento de los signos de dolor, estrés y malestar es esencial para la aplicación de los puntos anteriores.

- d) **MANEJO DEL COMPORTAMIENTO** UTILIZAR ANIMALES CON ADECUADA SOCIALIZACION, CONDICIONAMIENTO Y HABITUACION
- e) **MEJORAR ESTABILACION**
  - REQUISITOS DE ESPACIO
  - GRUPOS SOCIALES SEGUN LA ESPECIE
  - ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL



FIG AL1

Anestesia de un canino con pentobarbital sódico, intravenoso, en la vena cefálica.

**EJERCICIOS:**

- 1.- ¿Es importante la utilización de animales de experimentación?
- 2.- ¿Por qué?
- 3.- ¿Qué factores de seguridad para los animales de experimentación crees que son necesarios?
- 4.- ¿Qué medidas tomarías para mejorar la vida de un animal de experimentación?
- 5.- ¿Es posible, según tu criterio, probar fármacos sin la intervención de seres vivos de experimentación?

Formar varios grupos de discusión y proponer un debate al respecto, sacar conclusiones y posibles soluciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ELECTROCARDIOGRAFÍA

### INTRODUCCION:

El electrocardiograma, es un registro gráfico del voltaje producido por las células miocárdicas durante la despolarización y repolarización en función de tiempo. Para comprender el ECG es necesario saber lo siguiente:

Las células miocárdicas en reposo tienen un potencial eléctrico de  $-90\text{mV}$  en el interior de la célula, y responde a que el citoplasma es negativo con respecto al exterior, a esto se le llama *potencial de reposo*; cuando la célula es estimulada, la polaridad se invierte volviéndose el exterior negativo y el interior positivo gracias al paso de iones por los poros de la membrana, para esto es necesario un estímulo que dispare este fenómeno, provocando un *potencial de acción propagado*, esto provoca una despolarización de membrana rápida de mas o menos 2 milisegundos de duración, a esta despolarización le sigue un fenómeno de meseta que retarda la repolarización de la membrana, factor de seguridad que evita un fenómeno de escalera como en el músculo estriado esquelético, este fenómeno dura aproximadamente 2000 milisegundos incluyendo a la repolarización, este tiempo puede decrecer al aumentar la frecuencia cardíaca. El músculo Estriado Cardíaco contiene filamentos de actina y miofibrina casi idénticos a los que encontramos en el músculo estriado esquelético, con la misma distribución de filamentos delgados y gruesos (4, 6, 8, 9, 11, 12,15)

Una diferencia importante entre ambos músculos radica en la existencia de una unión altamente especializada. llamada *disco intercalar*, esta unión presenta una resistencia eléctrica casi de 1/400 de la que se ejerce en otro tipo de uniones mas comunes, la explicación la encontramos al verificar con microscopia electrónica que el disco intercalar muestra hendiduras, donde la membrana de las dos células conectadas, esta fusionada, esta unión es muy permeable y permite una difusión rápida de los iones de célula a célula; de esta forma el potencial de acción viaja rápidamente de una célula a su vecina, con muy poca resistencia. Por este fenómeno, al músculo estriado cardíaco, se le denomina *sincitio miocárdico*, ya que muchas células, reciben el potencial de acción, con el hecho de excitar a una sola. Fig. ECG1

**Potencial de acción:** El potencial de membrana en reposo del músculo cardíaco tiene un valor de  $-58$  a  $-90$  milivolts y en las células especializadas conductoras de  $-90$  a  $-100$  milivolts. El potencial de acción corresponde a un valor de 105 milivolts. Tras el potencial de espiga inicial, la membrana permanece despolarizada un tiempo de 0.2 segundos en aurículas y 0.3 segundos en ventrículos, estos valores una vez graficados muestran una meseta, a la cual le sigue una rápida repolarización. Esta meseta hace que la contracción del músculo cardíaco dure entre 3 a 15 veces más que en el músculo esquelético. La diferencia radica en que, el músculo estriado esquelético, desarrolla su potencial de acción debido a la apertura de los canales rápidos de sodio, los cuales permanecen abiertos una diezmilésima de segundo y se cierran bruscamente una vez concluido el potencial de acción.

En el músculo estriado cardíaco, el potencial de acción se desarrolla obedeciendo a la apertura de dos tipos de canales:

- los canales rápidos de sodio.
- Canales lentos de calcio y sodio., estos se abren lentamente y permanecen abiertos varias décimas de segundo; esto propicia que fluyan al interior de la célula, grandes cantidades de iones, obedeciendo el gradiente de concentración de estos. esto mantiene un periodo de despolarización prolongado.

Este fenómeno obedece a la siguiente razón: El calcio citoplasmático disponible en las células, es liberado por los tubulos transversos y el reticulo sarcoplasmico, este calcio al igual que en el músculo esquelético, cataliza las reacciones químicas necesarias para el acoplamiento de las cabezas de la mioquina a las áreas de fijación de la actina que gracias a la rotación de la troponina quedan libres y así se da la unión temporal de actina y miosina. Ahora el músculo cardiaco existe otra diferencia importante, y es que el reticulo sarcoplasmico o sistema de calcio, no esta bien desarrollado, por lo tanto su capacidad de almacenamiento de calcio esta muy por debajo de la que posee el músculo estriado esquelético; por lo tanto el miocito requiere de una gran difusión de iones de calcio del exterior al interior, para lograr una adecuada contracción muscular. En esto encontramos otra diferencia, y es la de que los tubulos T comunican el interior de la célula con el exterior, permitiendo mayor entrada de iones calcio, durante el potencial de acción. (9,10)

Al final del periodo de meseta, se cierran los canales de calcio y el calcio intracelular es bombeado rápidamente al interior del reticulo sarcoplasmico cesando así la contracción muscular. (9)

Periodo refractario: como todo tejido excitable, el músculo cardiaco, es refractario a una nueva estimulación durante el potencial de acción, este periodo refractario dura lo mismo que el potencial de acción, como dijimos es de 0.2 a 0.3 segundos, pero encontramos una excepción y es la siguiente: el músculo cardiaco tiene un periodo refractario adicional de 0.05 segundos. Esto como factor de seguridad, para evitar sumaición de contracciones o efecto escalera, o incluso tetanización. (9,10)

La actividad eléctrica del corazón de tipo constante y rítmico tiene un origen autónomo propio del corazón y radica en las fibras especializadas de conducción y que se propaga al miocardio por este sistema especializado, estas células marcapaso o también llamadas M, poseen la capacidad de disminuir su potencial de membrana a tal grado que se vuelve inestable y se realiza un auto disparo que desencadena otro impulso y otra despolarización. Este tejido es el responsable de la actividad rítmica de corazón. Como sabemos primero hay contracción a nivel auricular (sístole auricular), espacio de tiempo, sístole ventricular y después sobreviene la diástole que es la relajación de las 4 cámaras cardíacas. A este ritmo se le conoce como ciclo cardiaco.

El nodo sinoatrial, también llamado marcapasos del corazón, se encuentra en la unión de la vena cava con el atrio derecho y el nodo Atrioventricular lo encontramos en la porción...

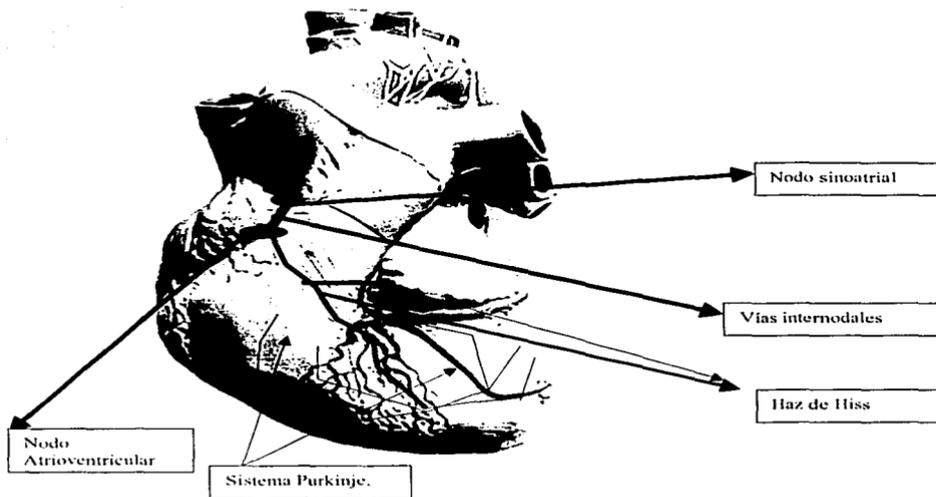


Fig. ECG-3

posterior derecha del tabique interatrial. Existe un sistema de intercomunicación entre ambos nodos formado por fibras de tipo células M que propagan el impulso eléctrico se les llama fascículos (Bachman, Wenkebach y de Thorel) y los englobamos en un solo haz internodal. Del nodo Atrioventricular se continúa el Haz de His y este se subdivide en fascículos que se ponen en contacto con el sistema de Purkinje, el cual promueve la despolarización del miocardio ventricular. Fig. ECG-3.

Todo lo anterior que hemos tratado, se puede registrar con un aparato que sea capaz de interceptar las corrientes de micro voltaje que no solo se quedan en el corazón sino que se propagan por todo el cuerpo y producen un campo eléctrico de actividad cardiaca perfectamente esclarecido. Ver figura ECG-2(6,9)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

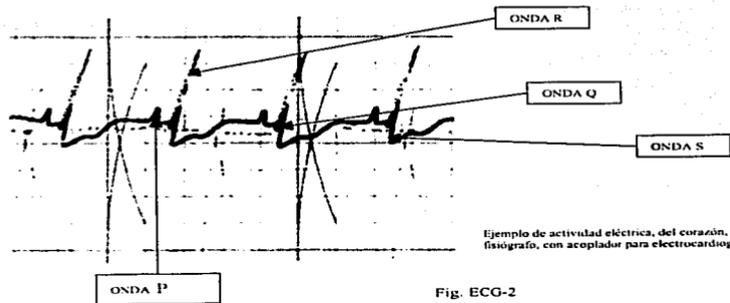


Fig. ECG-2



En esta imagen de microscopía electrónica, se aprecia el detalle de la unión intercelular de dos células del músculo estriado cardíaco, la parte mas oscura corresponde al sitio de unión, obsérvese la apariencia rugosa, esta corresponde al disco intercalar.

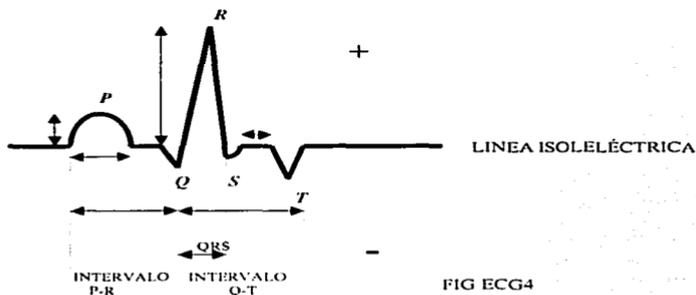
En la parte inferior derecha, se aprecia una estructura de tipo ovoide que posee una membrana exterior y otra interior con rugosidades, esta estructura corresponde a una mitocondria, muy abundantes en el músculo estriado cardíaco.

Fig. ECG-1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Todos éstos fenómenos eléctricos, pueden ser captados con un aparato llamado electrocardiógrafo, que es un galvanómetro que registra los diferenciales de potencial eléctrico producidos por la actividad cardíaca en el cuerpo y de este registro obtenemos una grafica compleja llamada electrocardiograma, que es una representación grafica de la actividad eléctrica del corazón. (2,3,4, 6, 8, 9, 11, 12,15)Ver l'fig. ECG4

#### COMPONENTES DEL TRAZO ELECTROCARDIOGRAFICO:



¿Que indica cada componente de la grafica?

- **Onda P:** despolarización auricular
- **Intervalo P-R:** tiempo de conducción del impulso desde el nodo Sino auricular (SA) al nodo Atrioventricular el retraso del impulso en el nodo AV, el haz de His y sus ramas y el sistema Purkinje.
- **Complejo QRS:** despolarización del miocardio ventricular.
- **Onda Q:** (derivación II) despolarización del tabique interventricular.
- **Onda R:** (derivación II) despolarización del ventriculo izquierdo.
- **Onda S:** (derivación II) despolarización del ventriculo derecho.
- **Onda T:** repolarización ventricular.
- **Intervalo Q-T:** intervalo aproximado de la sistole ventricular.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<b>Los valores normales del ECG en caninos son los siguientes:</b>	
Onda P • Altura • Anchura • Intervalo PR	máximo 0.4 mv máximo 0.04 segundos 0.06 a 0.13 segundos
QRS • Altura. • Anchura	2.5 mv razas chicas 3.0 mv razas grandes 0.05 seg. razas pequeñas y 0.06 razas grandes
Segmento ST • Depresión • Elevación	0.2mv 0.15mv
Intervalo QT	0.15 a 0.25 segundos a FC normal.
Ondas T	Puede ser positiva, negativa o bifásica Limite amplitud +/- 0.05 a 1.0mv en cualquier derivación
Eje eléctrico	+40 a +100 grados.

(2)

**MATERIAL:**

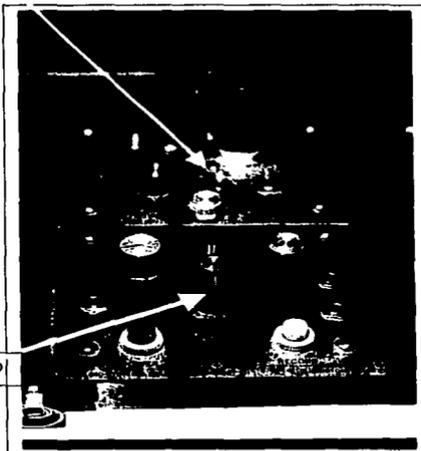
- b) Fisiógrafo de cuatro canales.
- c) Acoplador cardiaco para fisiógrafo
- d) Cables para fisiógrafo
- e) Cables para Electrocardiograma
- f) Electrodo de plata
- g) Papel para fisiógrafo
- h) Cloruro de potasio
- i) Adrenalina
- j) Pilocarpina-
- k) Canino macho de 5 a 10 Kg. de peso corporal
- l) Tranquilizante (xilazina, Acepromacina, clorpromacina)
- m) Anestésico (pentobarbital sódico, ketamina.)
- n) Jeringas 3 ml.
- o) Equipo venoclisis
- p) Catéter endovenoso.
- q) Tela adhesiva
- r) Solución salina fisiológica.

## PROCEDIMIENTO:

- a) Encendido del fisiógrafo: conecte el cable de tierra a una llave de agua., conecte los cables del acoplador cardiaco y los electrodos de plata al fisiógrafo. Conecte este ultimo a una toma de corriente, enciendalo y espere unos minutos.
  - b) Coloque el papel dentro del fisiógrafo, en él anote la reseña del animal y la fecha.
  - c) Posicione la perilla de cambio de variables en la posición calibre. (es parte del acoplador cardiaco)
  - d) Las perillas de la resistencia macro deben estar en 1000 y micro cerrada.
  - e) Encienda el botón power (color rojo) y el botón record (blanco)
  - f) La palanca niquelada que dice trace reset debe ser activada en este momento., ahora el fisiógrafo esta balanceado. Es decir, se han borrado anteriores calibraciones de él. Ver foto ecg1
  - g) Colocar la perilla de constante de tiempo (time constant) en 0.3
  - h) Bajar la palanca de las plumas traductoras.
  - i) Con el botón posición colocar las pajillas al centro del canal de registro. Este centro será llamado línea isoelectrica.
  - j) Llenar de tinta las plumas.
  - k) La perilla trace reset activarla hacia calibre y mantenerla en esa posición manualmente un segundo y soltarla.
  - l) Bajar el botón macro hacia 50ohms/cm.
  - m) Mover la perilla niquelada hacia arriba marcando 1millivolt
- y sostenerla ahí, la pluma subirá y trazará una línea hacia arriba; sin soltar la perilla Observar que descienda la pluma hacia su posición inicial, isoelectrica, una vez ahí liberar la perilla niquelada y al hacer esto la pluma trazará otra línea ahora hacia abajo, al llegar a su máximo avance regresará a la posición central de nuevo. Si ambos trazos no corresponden a un centimetro cada uno, se debe repetir este proceso hasta lograrlo, bajando cada vez más la resistencia, en lo particular hemos notado que la resistencia idónea se da entre los 100 y 50 de resistencia. Cada centimetro equivaldrá a 1millivolt.

BOTÓN MACRO

Foto ECG1



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- n) Colocar los electrodos en los cuatro miembros a la altura del olécranon, en miembros delanteros, y a la altura de la articulación de la rodilla en miembros posteriores. Ver foto ECG2 y ECG3.



Foto ECG2

Los electrodos se colocan de la siguiente forma. El cable para electrodos tiene marcado en cada extremo unas siglas en ingles.

- LL miembro posterior izquierdo.
- RL miembro posterior derecho.
- LA miembro anterior izquierdo.
- RA miembro anterior derecho.

Primero se deben introducir las agujas de plata subcutáneamente, una vez realizado esto, se sujetan con los caimanes que están en cada extremo de los cables con las siglas.



ELECTROCARDIOGRAFIA EN UNA BUENA Foto ECG3

- ñ) Colocar la perilla de velocidad del papel a 25mm/segundo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## TECNICA PARA OBTENER UN ELECTROCARDIOGRAMA CONFIABLE:

- Para mediciones adecuadas se coloca al animal en decúbito lateral derecho, a menos que el paciente se encuentre disneico o si la manipulación implica riesgo para la vida de este, se puede obtener el ECG en posición cómoda.
- Se mantienen los miembros anteriores en forma perpendicular al eje largo del cuerpo y paralelos al piso. Si los miembros torácicos no son paralelos se altera el eje eléctrico principal.
- Se deben registrar de tres a cuatro complejos en cada derivación. Las derivaciones que utilizaremos son: I, II, III, AvF, AvL, y AvR, estas derivaciones son un juego que hace el electrocardiógrafo con la polaridad de los cuatro cables conectados al paciente, cambiando la posición del polo negativo y positivo en cada cable, así detecta cualquier rumbo que este tomando la corriente eléctrica en el cuerpo del animal.
- Al final se debe obtener una tira larga en derivada II. Se presiona al inicio y al final del registro, el botón de calibración, así se obtendrá un comparativo de cuanto equivale un milivolt en distancia. (la cual dijimos debe de ser un centímetro hacia arriba y otro cm. hacia abajo y esto equivale a un milivolt).

## INTERPRETACIÓN DEL ECG:

- 1) Siempre se evalúa el ECG de Izquierda a derecha.
- 2) Identificar las ondas y marcarlas con un lápiz. (P,Q,R,S,T).
- 3) Se calcula la frecuencia cardiaca, contando el numero de ondas R por 2.5cm y multiplicar por 60 (velocidad papel es de 2.5cm/seg.).
- 4) *Determinar eje eléctrico.* Este es la dirección promedio que sigue la actividad eléctrica ventricular en el cuerpo del paciente, Y SE REPRESENTA COMO UN VECTOR TOMADO EN CUENTA DESDE UNA VISTA AEREA DEL PACIENTE. Ver Fig. ECG5.

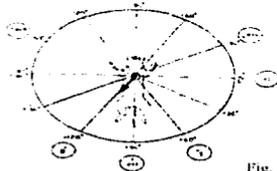


Fig. ECG5

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para situar el eje eléctrico en el plano frontal es necesario imaginar al sujeto en el centro de un círculo cruzado por 6 ejes. Cada eje tiene un valor de 30 grados. A la mitad inferior del cuadrante se le da un valor positivo y se numera en el sentido de las manecillas del reloj. Fig. ECG6

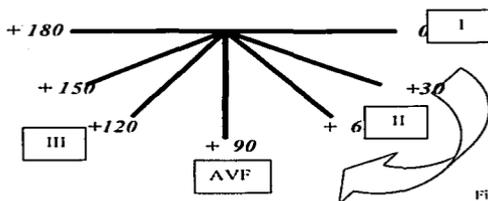


Fig. ECG6

A la mitad inferior se le da un valor negativo y se numera en sentido inverso a las manecillas del reloj. Fig. ECG7

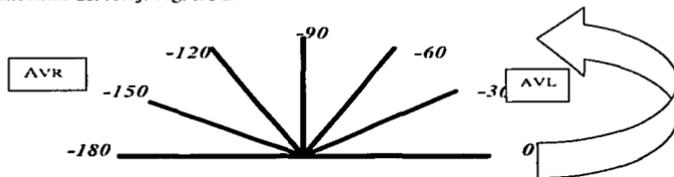


Fig. ECG7

Note que en los dibujos, algunos trazos tienen el nombre de una derivada, esto es importante pues lo necesitaremos.

Para determinar el eje eléctrico de la manera mas sencilla, requerimos encontrar en el ECG un trazo en alguna de las derivadas, que al medir las deflexiones positivas y al restarle las negativas nos de un valor lo mas cercano a cero, es decir al medir la onda R y le restemos Q o S nos de cero. Una vez hecho esto, anotar que derivada fue.

Una vez hecho esto, localizar en los dibujos de arriba la derivada que este perpendicular a la isoeléctrica que encontramos. Así obtendremos el grado hacia el cual se está dirigiendo la corriente eléctrica en el paciente.

Por ejemplo:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Supongamos que encontré que al medir las ondas de la derivada AVR fueron las que al restarlas, mas se acercaron al cero. Ahora buscare en los dibujos de arriba que derivada es la perpendicular a esta y veo que es AVL, es decir el eje eléctrico es de -30.  
 NOTA: si todas las derivadas son isoelectricas no se puede determinar el eje.(2)

- 5) Se determina el ritmo. El cual puede ser sinusal y es el que tiene intervalos P-R y R-R casi constantes. Una arritmia sinusal, tiene un intervalo P-R casi constante, pero los intervalos R-R son variables.
- 6) Medir la altura de los complejos y mediante una sencilla regla de tres, utilizando como constante la calibración obtendremos los valores en milivolt de cada onda. Recordemos que la calibración es de 1cm/1milivolt.
- 7) Medir la anchura o duración de los complejos e intervalos, y así obtener los valores en segundos, para ello utilizaremos la velocidad del papel que es de 2.5cm/seg. Y mediante otra regla de tres obtendremos la duración de los complejos y los intervalos.
- 8) Comparar los resultados obtenidos con la tabla de valores vista arriba.

	VALOR EN CM	VALOR EN SEGUNDOS O MILIVOLTS
Onda P		
• Altura		
• Anchura		
• Intervalo PR		
QRS		
• Altura		
• Anchura		
Segmento ST		
• Depresión		
• Elevación		
Intervalo QT		
Ondas T		
Eje eléctrico		
Frecuencia cardíaca		

9) Una vez realizado el electrocardiograma de un paciente, es necesario valorar cambios en un trazo electrocardiográfico, para ello crearemos una condición anormal en el paciente, para ello, necesitamos tranquilizar al paciente mediante la dosificación de un fármaco indicado para ello, utilizando las dosis del apéndice, calcule en base al peso del animal, la dosis del tranquilizante elegido, tome un ECG en derivada II a los 10 minutos de inyectado el fármaco y compárelo con el ECG del inicio.

¿Qué cambios hubo?-----  
 -----  
 -----

- 12) Una vez tranquilizado el paciente, calcule de igual forma la dosis del anestésico que se utilizará en él. Realice un rasurado del antebrazo para cateterización endovenosa en la vena cefálica, limpie con benzal la zona, purgue el venoclisis con la Solución salina y proceda a la venopunción, deje un goteo mínimo.
- 13) Introduzca el anestésico y tome un electrocardiograma al momento e compárelo con los anteriores. Tome precauciones, si se introduce muy rápido el anestésico puede haber paro respiratorio.
- 14) Una vez anestesiado el paciente, a los 10 minutos tome otro ECG.
- 15) Inyecte 0.5 ml de adrenalina endovenosa y tome un ECG a los 10 segundos de entrado al cuerpo del animal, para ello fijarse en el paso por el venoclisis.
- 16) Aplique 0.4 ml de pilocarpina endovenosa y tome un ECG.
- 17) Deje pasar 10 minutos para estabilizar al paciente e inyecte por vía endovenosa 0.5 a 1ml de cloruro de potasio muy lentamente, si lo hace rápido el animal morirá.
- 18) Tome un ECG y compárelo con el resto.
- 19) Eutanasia mediante sobredosis de cloruro de potasio, registre el evento.

**RESULTADOS:**

	Tranquilizante	Anestesia	Adrenalina	Pilocarpina	KCL	Muerte
<b>Onda P</b>						
• Altura						
• Anchura						
• Intervalo PR						
<b>QRS</b>						
• Altura.						
• Anchura						
<b>Segmento ST</b>						
• Depresión						
• Elevación						
<b>Intervalo QT</b>						
<b>Ondas T</b>						
<b>Eje eléctrico</b>						
<b>Frecuencia cardíaca</b>						

## **SISTEMA NERVIOSO CENTRAL ELECTROENCEFALOGRAFÍA**

### **INTRODUCCIÓN:**

El electroencefalograma (EEG) es el registro gráfico de los desvíos del potencial de membrana en reposo del plexo dendrítico de las capas corticales cerebrales superficiales. Este plexo está influido y modulado por la actividad nuclear subcortical, como es la formación reticular. (13)

La actividad encefálica de fondo fue descrita en animales no anestesiados desde el siglo XIX, pero fue analizada por vez primera de manera sistemática por el psiquiatra alemán Hans Berger.

El electroencefalograma (EEG) es el registro clínico más empleado para la evaluación funcional del cerebro. Es una técnica no invasiva y económica se emplea desde hace mucho tiempo para la detección rápida de estados disfuncionales del cerebro. (7) El fisiólogo Du Bois Rémond fue el primero en observar en 1848 la aparición de una señal eléctrica durante el paso de un estímulo nervioso periférico. La definición del término electroencefalografía se debe al neuropsiquiatra H. Berger, que fue el primero en efectuar registros en superficie de la actividad eléctrica cerebral en el humano. A lo largo de su investigación describió las características principales del EEG, tal como se interpretan en la actualidad, principalmente en lo que concierne a las variaciones rítmicas sinusoidales asociadas a los distintos niveles de atención. Asimismo, pudo asociar algunas diferencias morfológicas a ciertas patologías y fue el primero en efectuar registros durante crisis epilépticas. Los primeros sistemas de registro del EEG datan de 1940. (7,9,14)

En la actualidad la interpretación de los trazos electroencefalográficos requiere de un alto grado de conocimiento y entrenamiento. Para comenzar, el electroencefalografista debe poder distinguir entre una actividad que puede presentar desviaciones reales del trazo, tales como una punta epiléptica, del efecto debido a un artefacto, por ejemplo movimiento o falso contacto de los electrodos. (7,14)

En las pequeñas especies en México, el uso del Electroencefalograma es prácticamente nulo, siendo un área del conocimiento de las ciencias Médicas Veterinarias abarcada solo en áreas de investigación a niveles de postgrado la mayoría de las veces (7,14)

Es una técnica que a menudo no requiere de ningún tipo de sujeción química. A pesar de esto el EEG es un trazo de difícil interpretación, restringiendo su interpretación a las instituciones de referencia. En pequeñas especies es útil para localizar efectos en masa dentro del SNC Central es útil para confirmar la presencia de enfermedad cerebral o para establecer una categoría diferencial de diagnóstico. Pero hay que recalcar que no permite obtener un diagnóstico etiológico preciso.

Cuando evaluamos un trazo electroencefalográfico, buscamos cambios en: la frecuencia, la amplitud, forma y distribución de los potenciales.

Los potenciales anormales son de validez diagnóstica si son de tipo persistente, es decir que sean muy repetitivos, no así los valores de tipo transitorio.

Existen tres cambios básicos dentro del EEG, que deben ser localizados:

- Retardo de ritmos.
- Paroxismo.
- Depresión del ritmo normal.

Los cambios son más factibles en lesiones en masa del cerebro, alteraciones metabólicas, y enfermedades inflamatorias. (7,9,13,14)

En una práctica podemos modificar las ondas registradas por el electroencefalógrafo, mediante manipulación sensorial o química, como es la administración de sulfato de atropina que tiende a desincronizar las ondas alfa (principales) (10).

Los estímulos de tipo auditivo, sensitivo, u olfatorios en animales anestesiados son muy evidentes por lo cual durante este ejercicio lograremos esta desincronización, así mismo compararemos el grado de desincronización entre los diversos estímulos generados. (Fig. EEG)



Fig. EEG1

En esta parte del electroencefalograma obtenido de un canino anestesiado se obtuvo un cambio en el registro al aplicar un silbido fuerte sobre el pabellón auricular del canino.  
RITMO ALFA:

Cuando se registra con electrodos sobre la piel cabelluda de una persona adulta en reposo corporal y mental, y con los ojos cerrados, el componente más prominente del EEG es un patrón bastante regular de ondas, con una amplitud aproximada de  $50\mu\text{V}$  y una frecuencia de 8 a 12 / seg. El patrón es el ritmo alfa, el cual es más marcado en el área parietooccipital, aunque a veces se observa en otras áreas. Un ritmo semejante ha sido observado en una amplia variedad de especies de mamíferos. En el gato es ligeramente más rápido que en el hombre, existiendo otras variaciones pequeñas de especie a especie; pero en todos los mamíferos este patrón es notablemente semejante. (9,10,13)

#### **RITMO BETA:**

Patrón de menor voltaje con frecuencia de 8 a 30 hertz. Se observa principalmente en la región frontal.

#### **RITMO THETA:**

Patrón de ondas grandes regulares de 4 a 7 Hz. Se observa en niños.

#### **RITMO DELTA:**

Ondas grandes lentas, con frecuencia de 4 Hz.(5,9)

#### **EQUIPO:**

- a) Fisiógrafo 4 canales
- b) Acoplador para electroencefalograma.
- c) Cables para fisiógrafo
- d) Electrodo de aguja.
- e) Papel para fisiógrafo.
- f) Jeringas 3 ml.(3)
- g) Catéter endovenoso
- h) Solución salina fisiológica.
- i) Venoclisis
- j) Navaja de afeitar
- k) Jabón
- l) Tela adhesiva.

#### **MATERIAL FARMACOLOGICO:**

- a) Tranquilizante (Acepromacina, xilazina)
- b) Pentobarbital sódico.
- c) Sulfato de atropina.

#### **MATERIAL BIOLÓGICO:**

- a) Canino de 15 a 25 Kg.
- b) Salchicha.

#### **PROCEDIMIENTO:**

- a) Conectar el fisiógrafo.
- b) Acoplar los cables del electroencefalograma al amplificador del fisiógrafo.
- c) Canalizar al paciente: rasurado del antebrazo y punción venosa con el catéter.
- d) Fijar el catéter con tela adhesiva y conectar el venoclisis
- e) (si es necesario tranquilizar al paciente)
- f) conectar los tres electrodos en el cráneo del paciente, se aplican de forma subcutánea, (bajo la piel), de la siguiente forma: (ver puntos blancos foto EEG1)



Foto EEG1

El cable del centro, es la tierra y debe ir en la zona occipital al centro, en la punta del triángulo que forman los 3 cables., Los otros dos cables van en la zona frontal, uno a cada extremo.

- g) La perilla gain debe estar a 2X
- h) Girar el botón macro a 50 ohms
- i) calibrar a 1 milivolt, apretando la perilla calibración hacia 1 milivolt.
- j) Velocidad del papel a 0.5cm/seg.
- k) Registrar con el paciente alerta .un minuto.
- l) Tratar de cerrarle los ojos y registrar de nuevo
- m) Anestesiarse al paciente
- n) Registrar el evento durante un minuto.
- o) Provoque un estímulo doloroso (regístrelo)
- p) Estimule auditivamente, mediante un silbido fuerte en el pabellón auricular, regístrelo
- q) Estimule olfativamente, con la salchicha acercándola a la nariz del canino. Registre el evento.
- r) Aplique sulfato de atropina a la dosis que se indica en el apéndice. Registre los cambios.
- s) Desconecte los cables y al canino retirele el suero.
- t) Regrese al canino al área de jaulas.

RESULTADOS:

	BASAL	DOLOR	AUDITIVO	OLFATIVO
NUMERO DE ONDAS POR MINUTO				

	BASAL	DOLOR	AUDITIVO	OLFATIVO
INTENSIDAD MILIVOLTS				

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL CENTRAL.

Los reflejos autónomos son de vital importancia para comprender los cambios inducidos, ya sea por fármacos o mediante estimulación eléctrica, a la actividad cardiovascular.

La presión arterial esta dada en base a la resistencia del vaso sanguíneo por donde corre esta sangre y a la fuerza con que la sangre es expulsada del corazón (gasto cardiaco) (6)

La principal variable controlada en el funcionamiento cardiovascular es la PRESION ARTERIAL MEDIA (PAM). Los cambios en cualquier variable fisiológica que contribuya a la PAM, producirán respuestas de tipo homeostático que compensan el cambio de modo directo. Esta respuesta homeostática puede llegar a ser tan potente que disminuya el cambio inducido sobre la PAM y así se revierte el efecto sobre la actividad cardiaca, medida en base a frecuencia cardiaca por minuto. (6,9,13) El sistema nervioso autónomo es el encargado de regular la PAM, la activación parasimpática produce un decremento por disminución de la frecuencia cardiaca y de la resistencia vascular periférica. Por otra parte la excitación del SNAsimpatico, causa una elevación de la PAM por un aumento en la fuerza de contracción y de un aumento de la frecuencia cardiaca, así como también una elevación en la resistencia vascular periférica.(9,12)

El control más importante de la PAM, se encuentra regulado en la medula oblonga, por el seno carotídeo y el arco aórtico, que envían señales aferentes por medio de presorreceptores, y a través de los pares craneales a la medula. Dichos impulsos después de ser integrados son reenviados por las ramas cardiacas del nervio vago y nervios simpáticos para regular al corazón y resistencia de las paredes capilares (12)

### MATERIAL:

#### EQUIPO:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| a) Fisiógrafo 4 canales.                            | n) guantes                        |
| b) Cables para fisiógrafo.                          | o) equipo de disección.           |
| c) Transductor de presión sanguínea con calibrador. | p) Navaja bisturi nueva numero 24 |
| d) Soporte universal.                               | q) Hilo de algodón.               |
| e) Brazo de metal para soporte universal.           |                                   |
| f) Catéter endovenoso (2)                           |                                   |
| g) Sonda intraarterial de plástico.                 |                                   |
| h) Venoclisis                                       |                                   |
| i) Tela adhesiva                                    |                                   |
| j) Gasas  |                                   |
| k) Jeringas 3 ml (4 unidades)                       |                                   |
| l) Jeringa 20 ml.                                   |                                   |
| m) Venoclisis (2)                                   |                                   |

#### MATERIAL BIOLÓGICO:

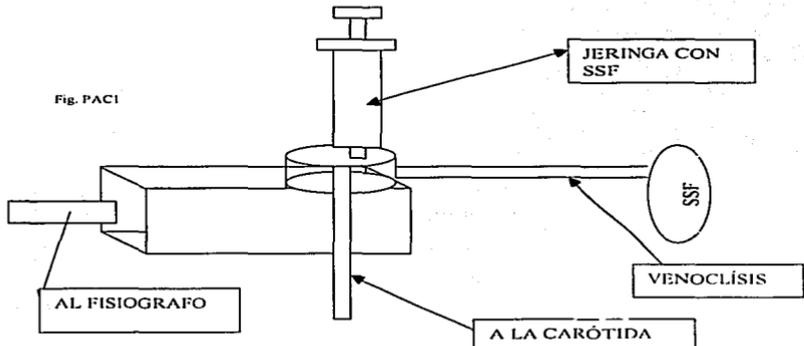
- a) heparina
- b) solución salina fisiológica
- c) canino macho de 15 Kg. aproximadamente.

#### MATERIAL FARMACOLÓGICO:

- a) pentobarbital sódico
- b) Acepromacina o xilazina

**PROCEDIMIENTO:**

- a) Se llenará una hoja de historial con la reseña del paciente, frecuencia cardiaca y respiratoria.
- b) Conectar el fisiógrafo. Balancearlo e identificar la línea basal.
- c) Conectar el transductor de presión de la siguiente forma: Fig. PAC1



- d) Se llenan todos los tubos con solución salina fisiológica (SSF) evitando cualquier burbuja.
- e) El transductor cuenta con una llave de tres vías, según suposición es hacia donde se dirigirá el líquido, colocarla de forma que el venoclisis gotee a través del transductor y se dirija el goteo a la carótida cuando este disecada del paciente.
- f) Tranquilización con xilazina o Acepromacina, calcular la dosis tomando en cuenta el peso de
- g) Rasurado del antebrazo y colocación de un catéter endovenoso, aparato de venoclisis y un goteo de solución salina fisiológica.
- h) Se calcula la dosis de pentobarbital sódico y se anestesia al paciente.
- i) Rasurar la zona medial del cuello.
- j) Se localiza la traquea y se incide la piel, longitudinalmente a una pulgada de la traquea, siguiendo a esta.
- k) Se localizan e identifican los músculos y se separan cuidadosamente utilizando pinzas de Nelly para ello, (no cortar con bisturí o tijeras) con esta técnica se evita el sangrado profuso, tener cuidado con la vena yugular.
- l) Profundizar entre los tejidos y localizar el paquete carotideo.
- m) Separar la arteria carótida del nervio vago, con mucho cuidado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Foto PAC 1

- n) Insertar un hilo de algodón por debajo de la arteria. Ver foto PAC 1
- o) Colocar un catéter impregnado de heparina. Ver foto PAC2
- p) Inmediatamente colocar la sonda arterial, impregnada de heparina.
- q) Verificar que no exista hemorragia importante.



Foto PAC2

- r) Registrar en el fisiógrafo a una velocidad de papel de .25cm/seg. Durante unos 3 minutos.
- s) Comprobar la caída de presión por hipovolemia, retirando con la jeringa de 20 ml. Aproximadamente 100ml de sangre, (la sangre extraída depositarla en las tarjas).
- t) Dejar el registro 10 minutos y anotar lo sucedido.
- u) Eutanasia a el paciente por sobredosis de pentobarbital sódico.
- v) Registre el evento.

#### RESULTADOS:

- a) calcular la presión arterial media. Mida de la línea basal del registro a la parte superior de la gráfica, en la parte de presión normal, presión hipovolemica y presión a los 10 minutos, así como presión de eutanasia.

MEDICIÓN	AMPLITUD EN CENTIMETROS	PRESIÓN ARTERIAL mm/Hg
INICIAL		
HIPOVOLEMICA		
A LOS 10 MINUTOS		
EUTANASIA		

- c) ¿Qué sucedió con la presión después de esperar 10 minutos, de la hipovolemia inducida?
- d) ¿explique lo sucedido:

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO (ESTIMULACIÓN / INHIBICIÓN VAGAL)

### INTRODUCCIÓN:

El sistema nervioso central (SNC) se divide en dos secciones: Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y Sistema Nervioso Somático (SNS), siendo este último un sistema motor voluntario que es controlado concientemente y cada vía nerviosa consta de una sola neurona llamada Motoneurona cuyo cuerpo celular se localiza dentro del SNC. Cada terminación nerviosa posee un pie terminal con el neurotransmisor ACETILCOLINA (Ach) y su órgano blanco en el que hace sinápsis, es el músculo estriado esquelético. Su organización se basa en el arco reflejo.

Considerado como una rama nerviosa de control involuntario que modula las funciones viscerales, el SNA, se subdivide en dos secciones muy diferenciadas una de la otra, tanto a nivel anatómico como a nivel químico. El Sistema Nervioso Simpático y el Sistema Nervioso Parasimpático.

El SNA se compone en su parte motora periférica de dos porciones una neurona preganglionar y otra neurona postganglionar. Estando los cuerpos celulares de las neuronas preganglionares en la columna gris intermedio lateral (eferente visceral) de la médula espinal o en los núcleos motores homólogos de los nervios craneales (*pars cranialis*), sus axones son mielinizados por lo general y son del tipo B, conducción lenta, a diferencia de los del SNS. Estos axones hacen sinápsis con los cuerpos neuronales de las neuronas postganglionares, Ver FIG. SNA1 de tipo corto ubicados cerca de los órganos efectores, y se encuentran ubicados en todos los casos fuera del SNC formando ganglios. (4, 5, 6, S,13)

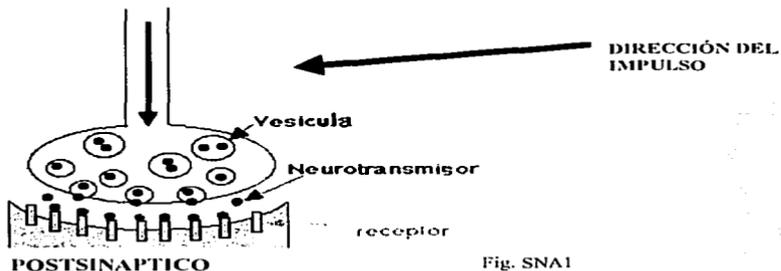


Fig. SNA1

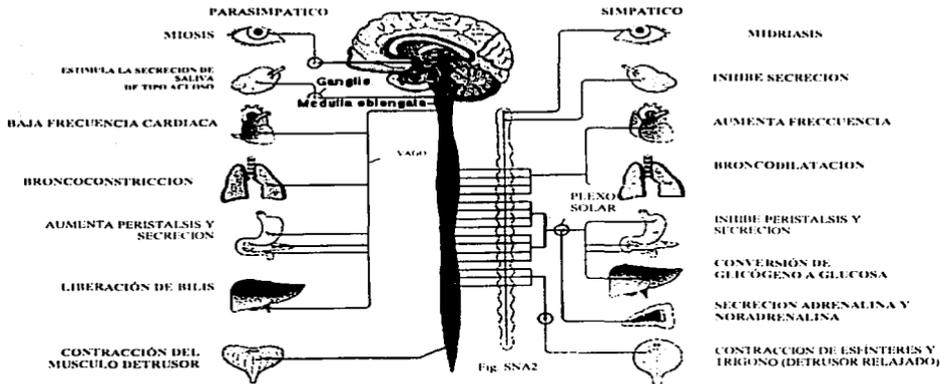
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El Sistema Nervioso Simpático o división adrenérgica, posee una rama preganglionar de axones cortos, que emergen por las raíces ventrales de los nervios espinales desde el primer torácico hasta el tercer o cuarto lumbar y llegan a la cadena ganglionar simpática paravertebral. La rama postganglionar posee axones largos y llegan a las vísceras, que son su órgano blanco.

Los neurotransmisores que encontramos en el SNS son:

- 1) A nivel sinápsis rama preganglionar posee Ach. y algunas Dopamina (interneuronas) y GnRH
- 2) A nivel sinápsis rama postganglionar posee catecolaminas (Noradrenalina, adrenalina)

El SNParasimpático o división colinérgica, tiene su origen en los pares craneales y en los nervios sacros números dos, tres y cuatro. El mediador químico postganglionar es la ACETILCOLINA. Sus fibras postganglionares son largas, un ejemplo es el décimo par craneal, o nervio vago. (8, 9,13) Ver Fig. SNA2



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Es importante que el mediador químico no permanezca en el espacio sináptico por mucho tiempo, tras su liberación, para así asegurar una repolarización de la membrana y un nuevo estímulo. La acetilcolina es destruida en el espacio sináptico por la acetilcolinesterasa y la noradrenalina se reabsorbe en el pie terminal por difusión simple.(9,13)

La sinapsis es un sitio propio para su manipulación para el control visceral debido a que como ya vimos su control es químico, por ende si aplicamos a un ser vivo un fármaco igual o de acción similar a uno de los quimiotransmisores podemos generar o inhibir un estímulo nervioso, y obtener así una consecuencia previsible y medible en el animal. Por ejemplo: La pilocarpina es un parasimpaticomimético que estimula a los receptores Colinérgicos, produciendo un efecto similar a una descarga de Ach. (6,9,10,12,13)

#### FARMACOS QUE AUMENTAN ACTIVIDAD AUTONOMA:

- INHIBEN ACETILCOLINESTERASA:
  - \* SELFATO DE ATROFINA
  - \* DEP (DISOPROPILO FLUOROSEFATO)
  - \* FISOSTIGMINA
  - \* NEOSTIGMINA
  - \* PARATHION
- ESTIMULAN NEURONAS POSTGANGLIONARES
  - \* NICOTINA
  - \* DIMETILTIOSINPIRACETINIO
- INHIBEN NORADRENALINA
  - \* IRAMINA
  - \* FENIDRINA
  - \* ANELTAMINA
- ESTIMULAN ACTIVIDAD NORADRENALINA:
  - \* ADRENALINA (EPINEFRINA)
- ESTIMULAN RECEPTORES A:
  - \* METOXAMINA
  - \* FENIDRINA
  - \* CLONIDINA
- ESTIMULAN RECEPTORES B:
  - \* ISOPROTERENOLOL

#### FARMACOS QUE DISMINUYEN ACTIVIDAD AUTONOMA:

- BLOQUEAN CONDUCCION:
  - \* HEXAMETONIO (C-6) GAS DEL ROTOPRO
  - \* MECAMILAMINA
  - \* PENTOLINIO
  - \* TRIMEFARAN
  - \* ACETILCOLINA (ALTAS DOSIS)
- BLOQUEAN SINTESIS DE NORADRENALINA
  - \* METIROFINA
- INTERFIERE CON EL ALMACENAMIENTO DE NORADRENALINA
  - \* RESEPTINA
  - \* GUANETIDINA
- IMPIDEN LIBERACION NORADRENALINA
  - \* BRETELIO
  - \* GUANETIDINA
- FORMAN FALSOS TRANSMISORES
  - \* METILDOPA
- RECEPTORES MUSCARINICOS
  - \* ATROPINA
  - \* ESCOPIOLAMINA
- BLOQUEAN RECEPTORES ALFA
  - \* FENOXIBENZAMINA
  - \* FENTOLAMINA
  - \* PRAZOSINA
  - \* YOHIMBINA (BLOQUEA ALTA DOSIS)
- BLOQUEAN RECEPTORES BETA
  - \* PROPRANOLOLOL
  - \* ATENOLOLOL
  - \* BUTOXAMINA

CLASIFICACION EN BASE A SU ANTAGONISMO O AGONISMO :

RECEPTOR  
ANTAGONISTA

AGONISTA

ADRENORECEPTORES

ALFA 1

NORADRENALINA  
FENILEFRINA

FENOXIBENZAMINA  
FENTOLAMINA  
PROZOSIN

ALFA 2

CLONIDINA

YOHIMBINA

BETHA 1

NORADRENALINA  
ISOPROTERENOL  
DOBUTAMINA

PROPRANOLOL  
METAPROLOL

BETHA 2

ADRENALINA  
ISOPROTERENOL  
ALBUTEROL

PROPRANOLOL  
BUTOXAMINA

COLINORECEPTORES

NICOTÍNICO

ACETILCOLINA  
NICOTINA  
PILOCARPINA  
CARBACOL

CURARE  
HEXAMETONIO  
(BLOQUEA LOS  
RECEPTORES  
GANGLIONARES PERO LA  
UNION NEUROMUSCULAR  
NO)

MUSCARINICO

ACETILCOLINA  
MUSCARINA  
CARBACOL

ATROPINA

La estimulación del SNA la podemos lograr mediante inyección de fármacos que son agonistas/antagonistas, así como por medio de la estimulación eléctrica de un nervio Autónomo. para el caso de la practica, se estimulara el nervio vago, por su importancia a nivel sistémico, con lo cual los efectos de dicha estimulación serán variados y fáciles de registrar. La estimulación vagal puede ser izquierda o derecha y dependiendo de esto es el efecto que se obtendrá.(5,9,12,13)

Al estimular el nervio vago derecho se presentará efecto cronotrópico es decir un cambio en la frecuencia cardiaca y con el nervio vago izquierdo se nota un cambio inotrópico negativo (fuerza de contracción). (12)

#### MATERIAL:

- 2 Caninos de un peso promedio 25 Kg.
- Pilocarpina inyectable.
- Adrenalina inyectable solución 1:1000
- Acepromacina frasco solución inyectable.
- Pentobarbital sódico. Inyectable.
- Sulfato de atropina al 1% inyectable.
- 4 jeringas 3 ml aguja calibre 22-24 G.
- 2 jeringas 5 ml aguja calibre 22-24 G.
- 2 Punzocat calibre 22-24 G.
- Equipo para venocclisis.
- Solución Salina Fisiológica. Inyectable 1000 ml.
- Equipo de Cirugía (pinzas Kelly, pinzas disección con y sin dientes de ratón, separadores de Farabeuf, mango para hoja de bisturí numero 4, tijeras Metzenbaum)
- Hoja de bisturí numero 20-24
- Riñón de plástico o caja Francesa.
- Solución de Benzal para esterilización de equipo de cirugía.
- Gasas 10 unidades.
- Hilo de algodón
- Fisiógrafo de 4 canales con acoplador cardiaco.
- Cables para Fisiógrafo
- Cables para electrocardiograma.
- Electrodo en vaina.
- Electrodo de plata tipo aguja para electrocardiograma en pequeñas especies.

#### METODO:

Se formaran dos equipos para realizar esta practica de tipo comparativo, un equipo realizará la manipulación de tipo quirúrgico y el otro de tipo químico.

#### ESTIMULACIÓN QUÍMICA:

- a) Realizar exploración del paciente con reseña. Tomar constantes fisiológicas. (temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria)
- b) Rasurar las cuatro zonas para inserción de los electrodos en aguja para electrocardiografía. (ver practica electrocardiografía)
- c) Colocar los electrodos insertándolos dentro del tejido subcutáneo.
- d) Realizar un Electrocardiograma en derivada II.
- e) Proceder a rasurar la zona del antebrazo para hacer la punción de la vena cefálica.
- f) Realizar antisepsia con benzal y una gasa el brazo del canino.
- g) Hacer la venipunción con un catéter endovenoso de calibre apropiado, y fijarlo con tela adhesiva.
- h) Colocar el venoclisis (previamente purgado con la solución salina fisiológica) en el catéter.
- i) Dejar un goteo mínimo.
- j) Aplicar de 0.5 a 1ml de adrenalina por vía endovenosa.
- k) Medir de inmediato las constantes fisiológicas y tomar registro de ECG.
- l) Esperar 5 minutos y realizar otra medición.
- m) Aplicar 0.2 a 0.5 ml de pilocarpina por vía endovenosa *lenta*.
- n) Medir constantes y tomar otro ECG, esperar 5 minutos y realizar otra medición.
- o) Calcular la dosis necesaria de sulfato de atropina al 1% a una dosis de 0.44mg/Kg. peso corporal. Y aplicarla seguir el mismo criterio de medición.
- p) Realizar reporte de los hallazgos con interpretación de graficas de ECG y análisis de resultados con graficas en barra o pastel.

#### ESTIMULACIÓN ELECTRICA:

- a) Realizar exploración del paciente con reseña. Tomar constantes fisiológicas. (temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria)
- b) Rasurar las cuatro zonas para inserción de los electrodos en aguja para electrocardiografía. (ver practica electrocardiografía)
- c) Colocar los electrodos insertándolos dentro del tejido subcutáneo.
- d) Realizar un Electrocardiograma en derivada II.
- e) Proceder a rasurar la zona del antebrazo para hacer la punción de la vena cefálica.
- f) Realizar antisepsia con benzal y una gasa el brazo del canino.
- g) Hacer la venipunción con un catéter endovenoso de calibre apropiado, y fijarlo con tela adhesiva.
- h) Colocar el venoclisis (previamente purgado con la solución salina fisiológica) en el catéter.
- i) Dejar un goteo mínimo.
- j) Calcular dosis de tranquilizante y anestésico
- k) Aplicar tranquilizante y esperar unos minutos a que surta efecto
- l) Anestesiarse al paciente. es importante mantener un alto grado de analgesia en el paciente y estar en continuo monitoreo de ello.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- m) Rasurar el área izquierda del cuello por donde pasa anatómicamente la arteria carótida izquierda. A 5 centímetros de la línea media (traquea).
- n) Incidir la piel y separar los músculos con mucho cuidado, la arteria esta profundamente a los músculos del cuello y dentro de la misma vaina se encuentra el nervio vago. Ver fotos SNA1, SNA2 y SNA5



NERVIO VAGO Y CARÓTIDA EN LA MISMA VAINA CON UN HILO F. SNA1



NERVIO VAGO DISECADO Foto SNA2

- ñ) Se recomienda pasar por el paquete carótida/vago un hilo de algodón (ver foto izq.)
- o) Diseccionar el nervio vago y la carótida en un área de 2 cm.
- p) Insertar la vaina de plástico del electrodo, en el nervio vago
- q) Colocar en el interior de la vaina plástica el electrodo, cuidando de no lesionar el nervio. Ver fotos SNA3 y SNA4.
- r) Se deposita en su lugar el paquete de carótida, vago y electrodo, procurando no soltar los cables del electrodo.



Foto SNA3



ELECTRODO foto SNA4

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### Ejercicios:

- a) Una vez insertado el electrodo, prende el electrocardiógrafo y la unidad estimuladora a donde fue conectado el electrodo en vaina
- b) Estimule el vago durante 20 segundos a un régimen de 25 pps, duración 2 mseg., y 15 volts
- c) Durante esta estimulación tome registros de ECG en derivada II
- d) Espere 5 minutos y estimule de nuevo y repita el registro ECG.
- e) Haga lo anterior varias veces y modificando ligeramente las variables de la unidad estimuladora, hasta encontrar un cambio drástico en el funcionamiento cardiaco.
- f) Una vez obtenido esto, realice la vaguectomía con unas tijeras.
- g) Realice varios ECG.
- h) Llene una hoja clínica con sus resultados y compárelos con el equipo que realizó estimulación química.
- i) Eutanasia al animal mediante una sobredosis de pentobarbital sódico endovenoso rápido.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

RESULTADOS:

FARMACO	FRECUENCIA CARDIACA INMEDIATO	FRECUENCIA RESPIRATORIA INMEDIATO	FRECUENCIA CARDIACA 5 MIN	FRECUENCIA RESPIRATORIA 5 MIN
Adrenalina				
Pilocarpina				
Sulfato de atropina				
ESTIMULO ELECTRICO				
15 VOLTS, 25PPS. 2 MSEG				

- **ANOTE LOS DATOS DE TRES VALORES DIFERENTES DE ESTIMULACION Y SUS RESULTADOS**

Interprete los electrocardiogramas en derivada dos, para cada evento registrado en la tabla anterior y anote resultados:

	INMEDIATO	A LOS 5 MINUTOS	A LOS 10 MINUTOS
Onda P Altura Anchura Intervalo PR			
QRS Altura Anchura			
Segmento ST Depresión Elevación			
Intervalo QT			
Ondas T			
Eje eléctrico Frecuencia Cardíaca			

## **SISTEMA NERVIOSO CENTRAL** (Modelo animal descerebrado)

En los animales de experimentación, en los que el romboencéfalo y la médula espinal han sido aislados del resto del encéfalo por sección transversal del tallo encefálico en el borde superior del puente del hallazgo mas prominente es una espasticidad marcada de la musculatura del cuerpo. El procedimiento operatorio se llama descerebración; y el patrón resultante de espasticidad, rigidez por descerebración la cual se establece tan pronto como el tallo cerebral es seccionado y esto se debe a la facilitación difusa de los reflejos miotáticos. Esto dado a dos factores excitabilidad general aumentada del conglomerado de motoneuronas e incremento en la frecuencia de descarga de las neuronas gamma.(9,15)

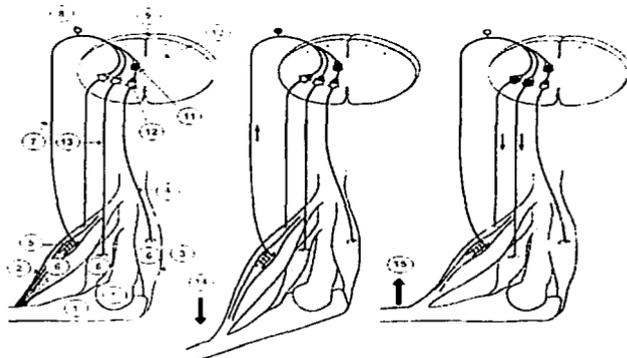
En perros y gatos, la espasticidad producida por descerebración es más notable en los músculos extensores. Sherrington señalo que éstos son músculos con los que el gato y el perro se oponen a la gravedad; la postura del animal descerebrado es, como él decía, "una caricatura de la posición erecta normal"(a este experimento se le considera como el experimento clásico en neurofisiología). Entonces lo que se ha expuesto por la descerebración son los mecanismos reflejos tónicos, posturales estáticos que sostienen al animal contra la gravedad.(15)

En el ser humano, el patrón en la verdadera rigidez por descerebración es extensor en los cuatro miembros, como en el perro y el gato. Aparentemente el hombre no esta muy alejado de sus parientes cuadrúpedos para haber cambiado el patrón de sus extremidades superiores. Sin embargo la rigidez por descerebración es rara en humanos y los defectos que la producen usualmente son incompatibles con la vida. Puesto que la descerebración elimina el hipotálamo el animal no vivirá un periodo largo sin ayuda exterior. La temperatura del cuerpo cae rápidamente y la pérdida del sistema endocrino resulta incompatible con una supervivencia prolongada; el catabolismo proteico es preferido como fuente de energía en vez de la glucólisis.(6,9,12,15)

En un animal descerebrado encontraremos diversos fenómenos de tipo reflejo:

- Reflejos tónicos de laberinto: el patrón de rigidez de los miembros varia con la posición. No hay respuestas de enderezamiento en el animal. Si el animal es colocado sobre su espalda, la extensión será máxima. Cuando el animal es volteado a cualquier lado la rigidez decrece. Y en posición prona la rigidez es mínima aunque todavía se presenta. Estos cambios en la rigidez están iniciados por acción de la gravedad sobre los órganos otolíticos y son efectuados a través de los fascículos vestibuloespinales. Son más bien sorprendentes en vista de la función de la rigidez en la posición erecta y su significado fisiológico exacto permanece oscuro.
- Reflejos tónico del cuello: Si la cabeza de un animal descerebrado se mueven con respecto al cuerpo, ocurren cambios en el patrón de la rigidez. Si la cabeza es girada hacia un lado los miembros de ese lado se extienden más rigidamente (extremidades en quijada), mientras que los contra laterales menos. Esta es la postura que a menudo adopta un animal que mira hacia un lado. La flexión de la

cabeza causa flexión de los miembros anteriores y la extensión sostenida de los posteriores, que es la postura de un animal que mira dentro de un hoyo en el suelo. La extensión de la cabeza causa flexión de los miembros posteriores y extensión de los anteriores, es decir la postura de un animal que mira sobre un obstáculo. Estas respuestas constituyen los reflejos tónicos del cuello, que se inician por estiramiento de los propioceptores de la porción superior del cuello que pueden ser sostenidos por largos periodos. Este ejemplo muestra, frente a estímulos adecuados, una variedad de respuestas o programas motores básicos que estando presente en los animales intactos les sirven a estos para ejecutar sus conductas motoras habituales. Esas respuestas básicas son los reflejos espinales y sus circuitos neuronales son la base de las conductas motoras de los animales normales. Ver Fig. SNC1



- |   |  |
|---|--|
| 1. Huesos de la articulación  | 9. Cara posterior de la médula espinal   |
| 2. Músculos agonistas   | 10. Sustancia gris de la médula  |
| 3. Músculos antagonistas  | 11. Interneurona inhibitoria de la Motoneurona del músculo antagonista                                   |
| 4. Tendones a través de los cuales se insertan los músculos en los huesos                     | 12. Motoneuronas de agonistas y antagonistas   |
| 5. Huso muscular  | 13. Axones motores de las motoneuronas a que inervan a las fibras extrafusales de los músculos agonistas |
| 6. Fibras musculares extrafusales   | 14. Estímulo (estirón hacia abajo)   |
| 7. Axones I <sub>a</sub> (aférentes)  | 15. Respuesta (movimiento hacia arriba)  |
| 8. Neurona sensitiva ubicada en el ganglio sensitivo de la raíz posterior del nervio raquídeo |  |

Fig.

SNC1

[www.scxcienciamages.com](http://www.scxcienciamages.com)

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Los músculos esqueléticos no sólo son capaces de generar fuerza y movimiento al contraerse, si no que también generan información sensorial relacionada con su grado de alargamiento (o acortamiento) y de la cantidad de fuerza que están produciendo. El nivel de elongación es constantemente medido por receptores (detectores) de alargamiento, las fibras intrafusales.

Esas fibras son fibras musculares transformadas que en número de 2-16 se ubican dentro de una estructura el huso muscular, el cual se encuentra posicionado en paralelo entre las fibras musculares que hacen la contracción, las fibras extrafusales. El estado de contracción de cada músculo es conocido, entonces, por el sistema nervioso central gracias a la información que se origina desde las fibras intrafusales.

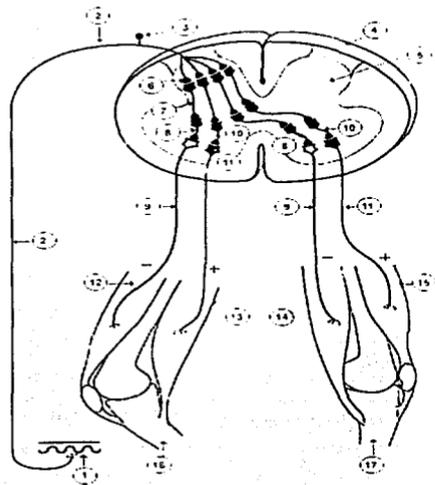
Esta organización muscular es la base del primer reflejo espinal que analizaremos, el reflejo miotático o de extensión. Este reflejo es la respuesta (contracción) que da el músculo cuando se le estimula con un estirón. Este estímulo produce un alargamiento de las fibras intrafusales. Los terminales nerviosos que hay en ellas son deformados, ante lo cual responden generando potenciales de acción que viajan por las prolongaciones de esos terminales que son axones mielínicos (fibras Ia) hacia el sistema nervioso central. Las neuronas de las cuales nacen esos axones se encuentran en el ganglio sensitivo de la raíz posterior del nervio raquídeo.

Al entrar en la médula espinal esos aferentes la estimulan directamente, a través de sinapsis excitatorias, a las llamadas motoneuronas gamma, que son las neuronas motoras de las fibras extrafusales, del mismo músculo estimulado por el estirón. Estas responden contrayéndose. El estirón de un músculo provoca, entonces, su contracción.

Note que la vía neuronal sobre la cual se realiza el reflejo es monosináptica. También es importante notar que para que la respuesta sea exitosa, el o los músculos antagonistas deben estar bloqueados. En el circuito se explica que esta condición se da por un mecanismo central, presente en la médula. Observe que la fibra Ia, al entrar en la médula no sólo hace sinapsis con la Motoneurona gamma, si no que, a través de ramificaciones, también excita interneuronas que son inhibitorias de las motoneuronas gamma de los músculos antagonistas. Ver Fig. SNC2 (6, 9, 12, 15)

Desde el punto de vista de su significado funcional los reflejos miotáticos son importantes porque:

- mantienen el tono muscular, es decir, un estado de semicontracción permanente que evita un alargamiento excesivo del músculo. Funcionalmente, el tono muscular es el mecanismo que permite mantener la postura del cuerpo y de sus partes.
- el tono representa, además, un estado de energía similar al de un resorte lo cual favorece el papel de los músculos en el caminar y/o en el correr.
- A través de la regulación del tono se logra que se desarrollen los movimientos en forma suave.



1. Piel con terminales nerviosos que son receptores de dolor
2. Axones aferentes sensitivos,
3. Neurona en el ganglio sensitivo en la raíz posterior del nervio raquídeo
4. Médula espinal
5. Sustancia gris de la médula espinal
6. Terminales nerviosos de las fibras sensitivas aferentes
7. Interneuronas
8. Interneurona inhibidora
9. Motoneurona inhibida (bloqueada) del músculo antagonista
10. Interneurona excitadora
11. Motoneuronas de los músculos agonistas
12. Músculo extensor, antagonista bloqueado centralmente
13. Músculo flexor, agonista activado
14. Músculo flexor de la extremidad opuesta, se encuentra bloqueado
15. Músculo extensor de la extremidad opuesta. Al contraerse se transforma en una verdadera columna
16. Extremidad estimulada (en la piel) que responde con una flexión
17. Extremidad contralateral u opuesta a la estimulada

Fig. SNC2  
www.scxienceimages.com

En el animal espinal o descerebrado, el reflejo de flexión se induce por estímulos nociceptivos, probablemente percibidos como dolorosos en el animal intacto.

El reflejo de flexión es un movimiento de retiro de una extremidad que ha sido excitada con estímulos nocivos, por ejemplo pinchazos. Por lo tanto son dolorosos. Esta respuesta se debe a la contracción de los músculos flexores de la extremidad y es graduado porque depende de la intensidad del estímulo doloroso. Si la intensidad del estímulo es baja, la respuesta es sólo de la pata estimulada (ipsilateral) pero si es muy alta, no sólo se produce el reflejo de flexión si no que este se da como una respuesta más compleja ya que se genera, al mismo tiempo, la extensión de la extremidad contralateral (del lado opuesto) o reflejo de extensión cruzada.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Los estímulos nocivos activan receptores de dolor ubicados en la piel. La excitación genera en ellos potenciales de acción que viajan hacia la médula espinal donde estimulan a las motoneuronas que controlan a los músculos flexores de la extremidad.

Esta respuesta es un reflejo de protección porque aleja a la extremidad del estímulo doloroso objetivo que se cumple con la participación de un número variable de músculos flexores, lo cual depende de la intensidad del estímulo.

En estos reflejos también encontramos el mecanismo de inervación recíproca. En efecto, en la organización neuronal que controla a los músculos agonistas flexores se encuentra un circuito que inerva también a los músculos antagonistas, es decir, a los extensores. Este circuito está formado por interneuronas inhibitorias que inervan a las motoneuronas de esos antagonistas. Esta organización es la base del fenómeno de inhibición central. Esto significa que los potenciales de acción generados por los estímulos dolorosos al entrar en la médula al mismo tiempo que estimulan, a través de interneuronas excitadoras, a las motoneuronas de los músculos flexores también estimulan el bloqueo de las motoneuronas de los antagonistas, a través de interneuronas inhibitorias.

El circuito neuronal del reflejo de flexión también está conectado al lado opuesto de la médula con otro circuito, que controla a los músculos flexores y extensores de la extremidad opuesta. Este circuito contralateral es activado cuando la información dolorosa, por su intensidad (frecuencia de los potenciales de acción), es capaz de pasar al lado opuesto y por la organización que él tiene, para reaccionar frente a este modo de estimulación, genera en la extremidad que inerva una respuesta opuesta a la de flexión, el ya mencionado reflejo de extensión cruzada. En este caso, se estimulan las motoneuronas de los músculos extensores, lo que provoca la extensión de esa extremidad.

La funcionalidad de esta organización neuronal es evidente. Permite retirar la extremidad estimulada nociceptivamente pero simultáneamente, organiza en la extremidad contralateral una respuesta tal (extensión) que determina que ella actúa como una columna que soporta el peso y mantiene la postura del cuerpo. Por el número de neuronas que participan en estos reflejos, ellos son calificados como polisinápticos.

Otro reflejo espinal es el reflejo de rascado, observable más corrientemente en los animales peludos. Consiste en una onda de movimientos rítmicos que pretenden remover un estímulo no identificado, por ejemplo, una pulga. Su propósito es claro, pero la organización polisináptica del circuito neuronal que lo sustenta es muy compleja. Mientras se realiza esta respuesta se cumple simultáneamente el reflejo de extensión cruzada, para mantener el equilibrio corporal, por lo tanto la postura. (6.9,12,15)

## MATERIAL Y METODO:

Fisiógrafo de cuatro canales  
Cables para fisiógrafo  
Acoplador para electrocardiografía  
Cables para electrocardiografía  
Electrodos de aguja de plata.  
Estetoscopio  
Lámpara de mano  
Guantes de cirujano  
Estuche de disección  
Cuchara de acero  
Gasas  
Jeringas 3 ml  
Analgésico (butorfanol, metamizol sódico, etc.)  
Tranquilizante (xylazina, Acepromacina, clorpromacina)  
Anestésico (pentobarbital sódico; ketamina)  
Solución salina fisiológica 1 litro  
Alcohol al 70%  
Rana.

## PROCEDIMIENTO:

### Preoperatorio:

Se inicia la práctica, con una evaluación previa del paciente, llenando una hoja clínica con los datos siguientes: Fecha, Reseña del animal, Toma de mediciones fisiológicas como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, Posteriormente se calibra el fisiógrafo para el Electrocardiograma. (Ver práctica de electrocardiografía)

- Colocar los electrodos en los cuatro miembros, mediante la inserción subcutánea de las agujas de plata.
- Se realiza el ECG en derivación II y se anexa a la historia clínica.
- Se calcula la dosis de tranquilizante y posteriormente se aplicará por vía intramuscular profunda, esperar de 10 a 15 minutos para que el fármaco haga efecto.
- El siguiente paso es la inducción a la anestesia, para ello calcularemos la dosis total en base a peso y la introduciremos por vía intraperitoneal. Se recomienda hacer el calculo con las dosis para pequeñas especies pero, el peso del animal debe ser elevado a peso metabólico, es decir elevar el peso del animal expresado en Kg. A la potencia 0.75, con ello la dosis será más exacta para este tipo de especie animal.
- Una vez inducido el paciente se colocara la dosis necesaria de analgésico para evitar al máximo cualquier tipo de dolor.

#### Técnica quirúrgica:

f) Se localiza la articulación atlantoccipital del anfibio y se procede a desarticular esta procurando no lesionar el cráneo de forma masiva.

g) Espere a que el animal se recupere de la anestesia y cheque lo siguiente:

- ECG
- Frecuencia cardiaca
- Frecuencia respiratoria
- Temperatura
- Rigidez muscular
- Posición de los miembros
- Reflejos
- Posición de la cabeza

#### EJERCICIOS:

- a) Reflejos en la rigidez por descerebración. Con la rana en posición parada ábrale la boca con algún instrumento y compruebe la resistencia. Mientras la boca este abierta, golpee la mandibula inferior con un lápiz y anote cualquier efecto.
- b) Deglución. Manteniendo abierta la boca saque suavemente la lengua del animal con 2 trozos de gasa. Vierta unas gotas de alcohol al 70% en la parte posterior de la lengua y anote el efecto. Pruebe con otros líquidos tales como solución salina, agua caliente y agua fría.
- c) Estornudo. Con una pluma de ave o un cabello humano toque dentro de las fosas nasales a unos 5 - 10 mm de profundidad anote cualquier respuesta similar a estornudo.
- d) Audición. Sople en el área auricular y anote la respuesta. Aplauda y anote. Visión. Observe los ojos. Note el estado de la membrana nictitante. Observe las pupilas y pruebe respuesta a luz y al tacto...
- e) Reflejo patelar. Golpee varias veces la región de la rodilla para provocar un clonus, anote la respuesta.
- f) Respuesta flexora. Pellizque la planta o la membrana interdigital de un miembro posterior y anote si hay respuesta flexora. Note si hay reflejo extensor cruzado.
- g) Reflejos miotáticos positivo y negativo. Es la contracción refleja de un músculo como respuesta a un estiramiento pasivo longitudinal. Esto se puede probar flexionando pasivamente los miembros delanteros. Primero hay resistencia inicial a la flexión que desaparece bruscamente.
- h) Reflejos de cuello y cabeza. Inclinando la cabeza hacia arriba y hacia atrás, debe producirse la extensión de las patas delanteras y la flexión de las traseras.
- i) Reacciones de desplazamiento y posición. Sostenga al animal por el abdomen y acérquelo a una mesa, de tal forma, que los miembros delanteros toquen el borde de la misma. Observe si trata de ubicar los

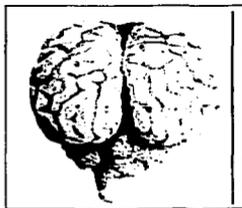
miembros sobre la mesa. Luego tome al animal y haga que sus miembros estén en contacto con una superficie horizontal rugosa, arrástrelo suavemente hacia un costado. ¿Hay algún intento de posicionar nuevamente sus miembros bajo el cuerpo?

j) Eutanasia al animal mediante sobredosis de pentobarbital sódico

**RESULTADOS:**

	VALOR EN CM	VALOR EN SEGUNDOS O MILIVOLTS
Onda P • altura • anchura • intervalo PR		
QRS • Altura • Anchura		
Segmento ST • Depresión • Elevación		
Intervalo QT		
Ondas T		
Eje eléctrico		
Frecuencia cardíaca		

*Entregue un reporte de práctica que contenga la historia clínica del animal, las notas tomadas durante los ejercicios y el análisis del ECG.*



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFIA:

- 1) Aguilar Tovar Juan Raúl.  
Lazcano Reyes Javier Froylán.  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE FISIOLÓGIA GENERAL.  
Universidad Nacional Autónoma de México. 1999.
- 2) Birchard Stephen J.  
Birchard Stephen J. Robert G. Sherding.  
MANUAL CLINICO DE PEQUEÑAS ESPECIES. Vol. 1.1a edición.  
McGraw-Hill Interamericana. Mexico 1996.
- 3) Calderon Figueroa Carlos Javier.  
Tachira Ohara Victoria Yukie.  
MANUAL DE PRACTICAS DE FISIOLÓGIA  
Departamento de Divulgación Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad Nacional Autónoma de México.
- 4) Carmona Martínez, Maria Berenice.  
MANUAL DE PRÁCTICAS PARA FISIOLÓGIA VETERINARIA  
Tesis para obtener el título de Médico veterinario Zootecnista.  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 1995.
- 5) Constanzo S. Linda.  
FISIOLÓGIA primer edición.  
McGraw-Hill Interamericana. Mexico. 2000.
- 6) Cunningham G. James.  
FISIOLÓGIA VETERINARIA. Segunda Edición.  
McGraw-Hill Interamericana. México. 1999.
- 7) Ettinger Stephen J.  
TRATADO DE MEDICINA INTERNA VETERINARIA (Enfermedades del perro y el gato) volumen 1 quinta edición.  
Editorial Intermedica México. 2002.
- 8) Fernández Garza Nancy.  
MANUAL DE LABORATORIO DE FISIOLÓGIA. Segunda Edición.  
Universidad Autónoma de Nuevo León.  
McGraw-Hill Interamericana. Mexico 1999.
- 9) Ganong F. William.  
FISIOLÓGIA MÉDICA. 18 Edición.  
Editorial El Manual Moderno. México 2002

- 10) Guyton Arthur.  
Hall John.  
TRATADO DE FISILOGIA MEDICA. Novena edición  
Interamericana McGraw-Hill México 1997.
- 11) Goodman Louis.  
Gilman Alfred.  
BASES FARMACOLOGICAS DE LA TERAPEUTICA. 5ta Edición  
Editorial Interamericana 1978
- 12) Hampton R. John.  
ELECTROCARDIOGRAMA. TRAZOS E INTERPRETACIÓN.  
Editorial El Manual Moderno. 1990.
- 13) Hoof E. Hebbel  
Geddes Leslie A.  
GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS DE FISIOLÓGIA  
Editado por: Baylor University Collage Of Medicine.  
Huston Texas.U.S.A. 1966.
- 14) Katzung Bertram.  
FARMACOLOGÍA BASICA Y CLINICA Octava Edición.  
Editorial El Manual Moderno. 2002.
- 15) Kirk Robert W.  
Bonagura John.  
TERAPEUTICA VETERINARIA EN PEQUEÑOS ANIMALES. Vol. XII  
McGraw-Hill Interamericana. 1997.
- 16) Pritchett. John  
DYNAMIC STUDIES IN BASIC PHYSIOLOGY.  
NARCO Bio-Systems 1978.
- 17) Martín, David. E.  
LABORATORY ESPERIMENTS IN HUMAN PHYSIOLOGY. segunda  
edición  
NARCO Bio-Systems 1975.
- 18) Quijano Narezo Manuel.  
PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA CIRUGÍA. Tomo 1.  
Dirección General de Publicaciones.  
Universidad Nacional Autónoma de México. 1981.
- 19) Zúñiga Jesús M.  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN PROTECCIÓN Y EXPERIMENTACIÓN  
ANIMAL.  
McGraw-Hill Interamericana. Primer edición 2001.

### APENDICE:

#### DOSIS DE LOS FÁRMACOS UTILIZADOS EN ESTA TESIS PARA PERROS:

FARMACO	DOSIS IV mg/Kg	DOSIS IM mg/Kg
Acepromacina	0.05-0.2	0.1-0.3
Xilazina	0.4-1.0	1.0-2.0
Diazepam	0.1-0.25	0.1-0.25
Butorfanol	0.1-0.2	0.1-0.4
Tiletamina/zolacepam	0.5-4.0	4-10
tiopental	6-10	No
Pentobarbital sodico	14-30	No
atropina	0.02-0.04	0.02-0.04