

11232<sup>1</sup>



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

6

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPULVEDA G."

EFFECTOS DE LA TENSION SUPERFICIAL EN LA ORIENTACION Y ORGANIZACION DE LOS AXONES EN EL NERVIJO CIATICO SECCIONADO Y REPARADO CON MICROCIJURGIA: USO DE LA TECNICA DE RESORTE - TUBULIZACION EN MODELO MURINO

**TESIS DE POSGRADO**  
PARA OBTENER EL TITULO EN  
LA ESPECIALIDAD DE  
**NEUROCIRUGIA**  
P R E S E N T A :  
DRA. GABRIELA DEL ROCIO CHÁVEZ CHÁVEZ

*ASESOR DE TESIS:*  
DR. ENRIQUE A. FOYO NIEMBRO  
DR. NOE SANTIAGO RAMIREZ



MEXICO, D.F.

FEBRERO, 2004

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**TESIS  
CON  
FALLA DE  
ORIGEN**

2

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN MÉDICA**

29 SEP 2003

**Dr. Antonio Castellanos Olivares**  
Jefe de la División de Enseñanza

**Dr. Gerardo Quinto Balanzar**  
Jefe del Servicio de Neurocirugía  
Profesor Titular del Curso de Especialización en Neurocirugía  
UNAM

**Dr. Enrique A. Foyo Niembro**  
Asesor de Tesis  
Investigador Quirúrgico del Servicio de Cirugía Experimental y Bioterio  
Unidad de Investigación Médica del  
Centro Médico Nacional Siglo XXI

**Dra. Gabriela del Rocío Chávez Chávez**  
Residente del Sexto Año de Neurocirugía

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### I. TÍTULO.

Efecto de la tensión superficial en la orientación y organización de los axones en el nervio ciático seccionado y reparado con microcirugía:  
Uso de la técnica de resorte-tubulización en modelo murino.

### II. AUTORES:

Dra. Gabriela del Rocío Chávez Chávez\*  
Servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Dr. Enrique A. Foyo Niembro\*\*  
Investigador Quirúrgico del Servicio de Cirugía Experimental y Bioterio, Unidad de Investigación Médica del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Dr. Noé Santiago Ramírez\*  
Módulo de Neurocirugía Vasculor del Servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Dr. Gerardo Quinto Balanzar\*  
Jefe del Servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Dra. María de Lourdes Cabrera Muñoz\*\*\*  
Jefe del Servicio de Anatomía Patológica del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

### III. SERVICIOS DONDE SE REALIZARÁ EL ESTUDIO:

Servicio de Neurocirugía\*

Servicio de Cirugía Experimental y Bioterio\*\*

Servicio de Anatomía Patológica\*\*\*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### IV. ANTECEDENTES:

La cirugía del nervio periférico no ha alcanzado un nivel técnico y científico avanzado porque se siguen repitiendo los procedimientos descritos en la literatura tradicional y estos no han evolucionado a la par con el conocimiento adquirido en las áreas de biología molecular, tecnología de materiales, y procedimientos microquirúrgicos modernos.

Las lesiones del nervio periférico son uno de los desafíos a los que se enfrenta el cirujano, ya que en la práctica las técnicas empleadas no permiten satisfacer las expectativas del paciente en relación a una recuperación funcional *ad integrum*. Siendo un problema común, el observar un déficit funcional importante a pesar de una exhaustiva y prolongada rehabilitación.

Históricamente sólo existen referencias aisladas, de lo que podía ser una descripción más o menos aceptable de lo que conocemos ahora como sistema nervioso periférico y sólo como dato curioso revisamos la bibliografía para encontrar que la palabra griega "nervio" significa originalmente "tendón", lo que sugiere cierta confusión entre el tejido conectivo y el tejido nervioso.

El *Papiro de Edwin Smith*<sup>1</sup>, escrito en el año 1700 aC, es el tratado más antiguo sobre cirugía, y describe heridas, contusiones craneales, incluyendo una lesión de la médula espinal, y probablemente exista la observación de los nervios periféricos, pero no está referida.

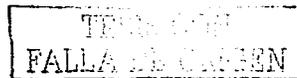
Un pitagórico, Alcmerón<sup>2</sup> (582 a 500aC), padre del método experimental, inició las disecciones en animales, y describe que los nervios están unidos al cerebro y, por esta razón, infiere que el cerebro es el órgano donde radica la sensibilidad.

En el siglo IV aC, el filósofo griego Aristóteles<sup>3</sup>, creyó que los nervios eran controlados y originados en el corazón, y que éste era el órgano más importante del cuerpo y asiento de las emociones y los movimientos.

Claudio Galeno de Pérgamo (130dC)<sup>4</sup>, contradujo la expresión aristotélica, y concluyó que el cerebro es el órgano más importante del cuerpo y que los nervios se derivan de él, además "que la sección proximal de un nervio produce atrofia distal", describe siete pares de nervios craneales, pero probablemente durante su observación confundió algunos vasos sanguíneos con los nervios, ya que los describe como estructuras huecas. Este conocimiento se prolongó durante casi quince siglos.

Paul de Aegina (625-690 dC)<sup>5</sup> fue el primero en describir la aproximación de las terminales nerviosas durante el cierre de una herida.

Más tarde, en el siglo XII dC, el filósofo judío Moisés Maimonides<sup>3</sup> aún expone: "el que no es experto en anatomía puede confundir fácilmente tendones, ligamentos, vasos sanguíneos y nervios".



La primera descripción objetiva referente a los materiales de sutura y método anestésico para la reparación *in vivo* se refiere a la escuela de Salerno<sup>2</sup>, en 1310, situación que permite ubicar en el tiempo la posibilidad de que se realicen intentos por reconstruir arterias, venas, nervios y tendones, pero no existe referencia al tema que indique que este concepto fue empleado hasta que Avicenna<sup>3</sup> realizó intentos por suturar directamente el nervio en 1564.

Un dato curioso es la descripción de una neurorrafia efectuada por Gabriele Ferrara<sup>4</sup>, en 1596, en la que se supone que suturó un nervio periférico y además se describe detalladamente el uso de una desinfección previa con alcohol, vino rojo y pétalos de rosa, todo esto sin el descubrimiento de la anestesia general, hecho que sucede hasta 1842.

Renato Descartes<sup>5</sup>, afirma que los nervios eran estructuras huecas, tal como lo menciona su *Tratado del Hombre*, publicado en 1664. A pesar de esto, y en contraposición con el trabajo de Descartes, el estudiante escocés John Moir<sup>6</sup>, escribió en sus notas "los nervios no están huecos, ya que tienen contenido interno por lo que no se relacionan con las arterias y las venas que sí son huecas".

En 1681, Thomas Willis<sup>7</sup> acuña la palabra "Neurologie" como una disciplina especializada en el estudio de la "neuroanatomía".

La división entre los nervios sensitivos y motores es atribuida a Charles Bell (1774-1842), y fue descrita en su libro *Idea of a New Anatomy of the Brain*<sup>8</sup>.

En 1791, Robert Whytt demostró que un nervio lesionado pierde su excitabilidad<sup>9</sup>, coincidiendo con la observación de Galeno hecha milooscientos años antes.

En 1852, Waller describió los pasos en la degeneración nerviosa después de una lesión, y la preparación para la regeneración<sup>10</sup>.

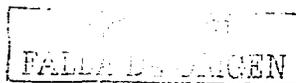
Hueter<sup>11</sup> introdujo el concepto de sutura epineural primaria en 1871 y 1873. Y Nelaton<sup>12</sup> describió la reparación nerviosa secundaria, o por segunda intención, en 1874.

La idea de disminuir la tensión sobre la zona de sutura nerviosa no fue importante sino hasta en épocas recientes, y fue descrita por primera vez por Mikulicz<sup>13</sup> en 1882.

La experiencia que se tuvo durante las dos guerras mundiales, aunada a los avances en la anestesia, aumentó el conocimiento que se ha tenido sobre la evaluación y el tratamiento de las lesiones nerviosas traumáticas y de los mecanismos de reparación nerviosa<sup>14</sup>.

La clasificación de la lesión nerviosa ha sido explicada por Seddon en 1943<sup>15</sup> y por Sunderland<sup>16</sup> en 1951. La descrita por Seddon comprende neuropraxia, neurotmesis y axonotmesis. Sunderland expande esta clasificación y define cinco grados de lesión nerviosa. Estas clasificaciones siguen siendo empleadas en la actualidad.

El microscopio quirúrgico y las nuevas técnicas microquirúrgicas utilizadas durante la neurorrafia ha sido un factor clave para poder aproximar correctamente los extremos seccionados<sup>14</sup>.



Los métodos de reparación nerviosa han sido divididos en técnica directa (neurorrafia) y técnica indirecta (reparación con injertos). La reparación directa puede ser subdividida en reparación epineural, perineural o mixta<sup>15</sup>. Se han hecho estudios tanto clínicos como experimentales para tratar de establecer la superioridad de una técnica sobre la otra, sin embargo, hasta la fecha no se ha alcanzado un consenso definitivo<sup>16, 17</sup>.

Estos métodos de reparación dependen de la alineación interfascicular, del grado de trauma interno producido por el mismo método de reparación, además de la formación de cicatriz que puede, incluso, conducir a la formación de un neuroma<sup>18</sup>.

Los parámetros neuronales y axonales que intervienen durante la regeneración nerviosa deben ser identificados y, además, los mecanismos mediante los cuales el microambiente afecta la dinámica de los axones en su reparación necesitan ser caracterizados. Tres elementos del citoesqueleto de la neurona juegan diferentes papeles en el crecimiento de las mismas: los microtúbulos, microfilamentos y neurofilamentos<sup>19</sup>. Además la captura de factores neurotróficos puede tener un rol crítico en el proceso de regeneración<sup>20</sup>, incluyendo los factores de reparación comunes a todo proceso reconstructivo inicial.

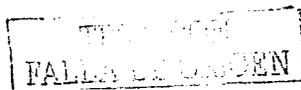
La reparación del nervio periférico con microsuturas es el estándar de oro contra el cual se compara cualquier alternativa quirúrgica antes de que pueda ser aceptada como válida<sup>21</sup>.

En un intento por mejorar la reparación nerviosa se han usado las técnicas mencionadas, y además se ha descrito la reparación con láser<sup>22</sup>, y se han añadido sustancias, como factores tróficos<sup>23</sup>, colágeno<sup>24</sup>, polímeros diversos como fibrina<sup>25</sup>, anticuerpos contra proteínas asociadas a la mielina<sup>26</sup>, terapia inmunosupresiva<sup>27</sup>, injertos prelesionados<sup>28</sup>.

Sin embargo, con ninguna de estas técnicas se ha logrado recuperar al 100% la función nerviosa, tanto sensitiva como motora, y por lo tanto, surge la inquietud por continuar investigando acerca de las diversas alternativas.

La tubulización es un método donde los extremos proximal y distal de un nervio seccionado son suturados con las técnicas habituales, y posteriormente introducidos en una cavidad, Williams y Hadkock<sup>29, 30</sup> suponen que este procedimiento mejora la regeneración nerviosa creando un microambiente que disminuye la entrada de células inflamatorias, y disminuye la difusión de neurotrofinas, elaboradas en la parte distal del axón seccionado, hacia los tejidos adyacentes, aumentando así las concentraciones locales de estas sustancias donde ejercen su mayor efecto al promover la regeneración axonal.

Para fines de este protocolo, la tensión superficial no se ha descrito por ninguno de los autores precedentes, probablemente por omisión del concepto, situación que tratamos de demostrar como fundamental en el proceso de reparación nerviosa. Ya que suponemos que la tubulización es la única técnica capaz de mantener una fuerza física favorable para



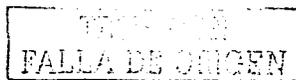
la organización axonal de forma permanente *in situ*, necesaria para individualizar la totalidad de elementos contenidos en un espacio del segmento nervioso en reparación, por lo tanto consideramos que esta fuerza mantiene en suspensión las estructuras axonales e influye en todos los aspectos concernientes a la organización y reparación del nervio, incluyendo el aislamiento del medio externo.

#### **Anatomía relevante:**

Para poder argumentar acerca de la reparación nerviosa es importante apreciar la anatomía normal de los nervios periféricos. El nervio está compuesto de elementos neurales y no neurales, los cuales pueden ser subdivididos en tres componentes: axones conductores, células de Schwann aislantes, y matriz de tejido conectivo que rodea la estructura y que puede dar soporte a la regeneración axonal. Los axones mielinizados y no mielinizados están formados dentro de un compartimento de tejido conectivo llamado por endoneurium. Éste a su vez, está rodeado por una capa compacta llamada perineurium para formar fascículos, y los grupos de fascículos están rodeados por el epineurium interno, que está dentro de varias capas concéntricas de tejido conectivo para formar el epineurium externo (Fig. 1)<sup>21</sup>.

#### **Fundamento teórico de la tensión superficial.**

Se denominan fenómenos superficiales a los fenómenos físicos en los que intervienen fundamentalmente las moléculas que se encuentran en la superficie de separación entre dos medios no miscibles. La energía de las moléculas del interior del líquido es diferente de la energía de las moléculas de la superficie, pues estas últimas sólo están ligadas a otras moléculas del propio líquido por un lado de la superficie divisoria. De este modo, las partículas que están en la capa superficial de un líquido poseen exceso de energía con relación a las que están en el interior: dentro del líquido cada partícula está rodeada por vecinas próximas que ejercen sobre ella fuerzas intermoleculares de cohesión; por simetría estas fuerzas se ejercen en todos sentidos y direcciones por lo que la resultante es nula. Sin embargo las partículas de la superficie del líquido se encuentran rodeadas por arriba por otro tipo de moléculas. Por lo que existe una fuerza neta en la superficie del líquido dirigida hacia su interior que se opone a que las moléculas de líquido se escapen de su superficie. Esta fuerza superficial lleva asociada una energía (que sería el trabajo necesario para arrancar una molécula de la superficie), definida como la diferencia entre la energía de todas las moléculas junto a la superficie divisoria (de los dos medios) y la que tendrían si estuvieran en el interior de sus respectivos fluidos. Esta energía superficial  $U$  es por tanto proporcional al área  $S$  de la superficie libre del líquido:  $S U \text{ ó } =$ , donde la constante de proporcionalidad  $\phi$  es el



coeficiente de tensión superficial del líquido que, a temperatura constante, depende sólo de la naturaleza de los medios en contacto. Si situamos un sólido sobre la superficie de un líquido, la tendencia del líquido a minimizar su superficie libre lleva a que en el límite entre la película superficial y el sólido surja la fuerza de tensión superficial. Esta fuerza es tangente a la superficie y está dirigida hacia el interior del líquido<sup>32</sup>.

#### V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cómo afecta la tensión superficial la orientación y organización de los axones en el nervio ciático seccionado y reparado con microcirugía, con el uso de la técnica de resorte-tubulización en modelo murino?

#### VI. HIPÓTESIS:

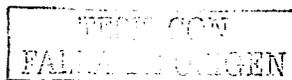
La tensión superficial es un factor determinante en la orientación y organización de los axones durante la regeneración del nervio ciático seccionado y posteriormente reparado con la técnica resorte-tubulización.

#### HIPÓTESIS NULA:

La tensión superficial no es un factor determinante en la orientación y organización de los axones durante la regeneración del nervio ciático seccionado y posteriormente reparado con la técnica resorte-tubulización.

#### VII. OBJETIVOS:

Demostrar que la tensión superficial influye sobre los resultados de la reparación nerviosa periférica, al intervenir sobre los mecanismos de orientación, separación y organización de los axones en proceso de ser regenerados.



## VIII. MATERIAL Y MÉTODOS:

### 1. Diseño del estudio:

Es un estudio experimental, prospectivo, comparativo, longitudinal.

### 2. Universo de trabajo:

Ratas sanas de la Unidad de Investigación del Servicio de Cirugía Experimental y Bioterio del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

### 3. Descripción de las variables:

#### • Variable Independiente:

Procedimiento quirúrgico: resorte -tubulización.  
Tensión superficial.

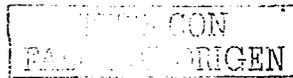
#### • Variable Dependiente:

Organización axonal.  
Tiempo de reparación.

#### Definición Operacional de las Variables:

##### Independientes:

- Procedimiento Quirúrgico (Resorte-Tubulización):
  - Resorte: se utiliza en la reparación del nervio ciático derecho de la rata, y sirve para estabilizar en paralelo los extremos nerviosos previos al corte.
  - Tubulización: se emplea para favorecer la tensión superficial sobre la zona de anastomosis y consiste en una grapa tubular de silicona.
- Tensión superficial: que sirve para favorecer la fuerza de cohesión que se ejerce entre los elementos nerviosos contenidos en la matriz de reparación de la zona de anastomosis.



**Dependientes:**

- **Organización axonal:** se realizarán cortes histológicos longitudinales y transversales de las zonas de anastomosis, en los que se harán tinciones especiales, y se examinará el número, diámetro, direccionalidad y continuidad de los axones reparados.
- **Tiempo de reparación:** es la dimensión que sirve para medir la presencia o ausencia de los parámetros establecidos como número, diámetro, direccionalidad y continuidad axonal y se realiza a intervalos de tiempo definidos.

**4. Selección de la muestra:**

- **Tamaño de la muestra:**

Siguiendo el resultado de las observaciones hechas en un estudio piloto preexperimental, se demostró que la totalidad de los individuos presentaron resultados similares, lo que apoya a la pregunta de investigación, por lo que consideramos incluir en la muestra diez ratas, que justifican los intervalos de tiempo necesarios para obtener muestras secuenciales del fenómeno a observar.

- **Criterios de Selección:**

- **Criterios de Inclusión:** Se incluirán diez ratas macho, cepa Sprague-Dawley, sanos, con una edad de 6 meses, con peso de  $400-500 \pm 20$ gr., liberadas por el Laboratorio de Certificación del Bioterio del Departamento de Investigación del Centro Médico Nacional SXXI.
- **Criterios de No Inclusión:** Ratas de otra cepa, hembras, de bajo peso, enfermos o previamente operados.
- **Criterios de Exclusión:** Muerte del espécimen antes de terminar el experimento. Desprendimiento de la anastomosis al momento de tomar la muestra. Migración de la tubulización de la zona de anastomosis.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5. Procedimientos:

Se utilizarán diez ratas macho, cepa Sprague Dawley, con una edad de seis meses, con peso aproximado de 400 a 500  $\pm$  20gr, liberadas por el Laboratorio de Certificación del Bioterio del Departamento de Investigación del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

En cada una de las ratas, excepto en el testigo sano, se seccionará el nervio ciático derecho y se reparará con la técnica expuesta más adelante, se expondrá el nervio ciático izquierdo y, sin seccionarlo, se colocará sobre éste, un tubo de polímero de silicona (Silastic®).

Además se tendrá como testigo, para cortes histológicos, a un nervio ciático sano de rata.

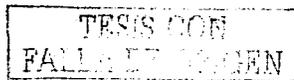
Previo a la cirugía se realiza el procedimiento anestésico aplicando por vía intramuscular xilacina (10mg/kg) y ketamina (90mg/kg), hasta alcanzar el plano anestésico deseado.

Se efectúa tricotomía, asepsia y antisepsia de las regiones glúteas y de la parte posterior de ambos muslos.

Con la ayuda del microscopio quirúrgico (Zeiss Omni 9), y utilizando técnicas microquirúrgicas estándar se realiza una incisión en la región glútea derecha, separando la aponeurosis que divide a los músculos bíceps sural y glúteo medio para exponer el nervio ciático derecho, en una longitud aproximada de 15mm (Fig. 2). A continuación se separan los elementos musculares, utilizando un blefarostato atraumático (Foyo®). El aislamiento nervioso se realiza separando el epineurio del tejido laxo circundante. Se gotea lidocaína simple al 1% sobre el nervio para prolongar el periodo anestésico y texturizar la superficie epineural.

Expuesto el nervio ciático, se inicia el tiempo reconstructivo con la integración de la sutura epineural ("strapping" o resorte") para lograr un soporte sobre las porciones medial y lateral del nervio, en forma paralela, empleando para este fin dos suturas de Nylon monofilamento negro 9-0, (Serranyl®) con aguja minitrauma 3/8 de círculo ahusada (Fig. 3). Lograda la estabilización del nervio, se procede a realizar la sección utilizando microtijera recta, una vez efectuada la sección, se aproximan los extremos, por desplazamiento, inducido por un corrimiento en los cabos de la sutura hasta dejar una separación entre los extremos nerviosos de aproximadamente 1mm.

La tubulización se realiza usando una grapa tubular de silicona (Silastic®), de 6mm de longitud, con un diámetro interno de 1.5mm, que previamente fue esterilizado con óxido de etileno. Para, posteriormente, implantar este dispositivo sobre la zona de anastomosis. Para la fijación permanente de la grapa de silicona es necesario que los cabos libres de la sutura en resorte se anuden



sobre la cara externa de la grapa, para prevenir la migración del implante de la zona de anastomosis (Fig. 4). Se procede a suturar la incisión aproximando los elementos musculares con tres puntos aponeuróticos simples con Vicryl 4-0 y piel con puntos simples con Nylon monofilamento 3-0.

De igual manera, se procede a exponer el nervio ciático izquierdo para tomarlo como referencia y, sin seccionarlo, se coloca sobre éste la grapa de silicona preparado de forma semejante que el contralateral, y se sutura la incisión en los dos planos descritos previamente.

Se procederá a tomar las muestras, tanto del nervio anastomosado como del control, a diferentes intervalos de tiempo después de la anastomosis: una hora, 24hrs, 48hrs, 72hrs, 7 días, 14 días, 21 días, 3 meses y 6 meses.

Estas muestras se fijarán en formol buffereado, y se enviarán al Servicio de Anatomía Patológica para su inclusión en parafina, realizándose cortes histológicos a 4 micras y se tifen con hematoxilina y eosina. Una vez hecho esto, las laminillas serán examinadas por el anatomopatólogo para determinar el número, diámetro, la direccionalidad y la continuidad axonal en las diferentes muestras.

#### 6. Análisis estadístico:

Se realizará un análisis bifactorial en serie temporal. Utilizando el programa de computación SPSS 9.0 para Windows.

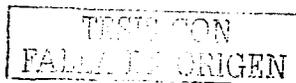
#### IX. CONSIDERACIONES ÉTICAS:

Para este estudio se manejarán los animales de experimentación siguiendo las disposiciones relativas a investigación en animales (Título Segundo, Capítulo único, del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación).

#### X. RECURSOS PARA EL ESTUDIO:

- **Recursos Humanos:**

1. Área del Bioterio: una enfermera para la preparación del área quirúrgica, un veterinario para la preparación del espécimen y para la vigilancia del mismo en el



postoperatorio, un cirujano que llevará a cabo la técnica quirúrgica y que será el mismo para todas las muestras.

2. Área de Anatomía Patológica: un técnico que llevará a cabo la inclusión y tinción de las muestras, así como un Patólogo que revisará las muestras y hará el reporte de las mismas.

- **Recursos Materiales:**

Se requerirán:

Ratas macho Sprague-Dawley.

Material quirúrgico: instrumental de microcirugía, hojas de bisturí, seda, hojas de rasurar, gasas, benzal, cinta adhesiva, jeringas, guantes.

Microscopio quirúrgico.

Anestésicos: xilocaína, xilacina y ketamina.

Tubos de silicona (Silastic®), flexibles.

Sutura: Nylon monofilamento negro, Serranyl®, con aguja minitrauma 3/8, calibre 9-0.

Materiales para Histología.

- **Recursos financieros:**

Recursos propios de la Unidad de Investigación.

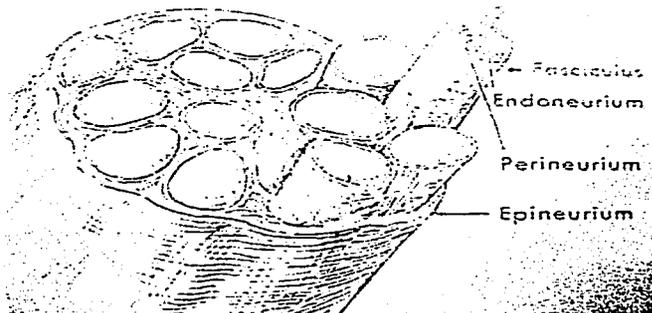
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**XI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>1er mes</b>	<b>2do mes</b>	<b>3er mes</b>	<b>4to mes</b>
Elaboración del protocolo de investigación	X			
Estandarización de procedimientos quirúrgicos	X			
Selección de especímenes	X			
Maniobra experimental		X		
Revisión histopatológica			X	
Análisis de resultados			X	
Redacción			X	
Envío a publicación				X

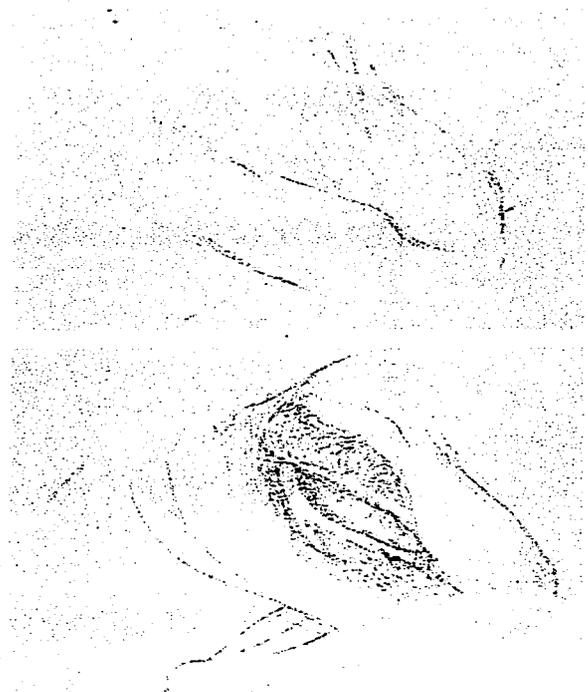
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## XII. ANEXOS



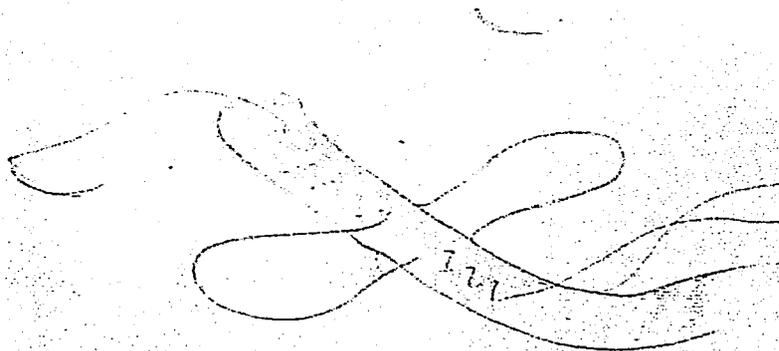
**FIG. 1 ANATOMÍA DE UN NERVIÓ PERIFÉRICÓ:**  
**RELACIÓ DE LOS DIFERENTES COMPONENTES**  
**DEL TEJIDO CONECTIVO:**  
**EPINEURIUM, PERINEURIUM Y ENDONEURIUM.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



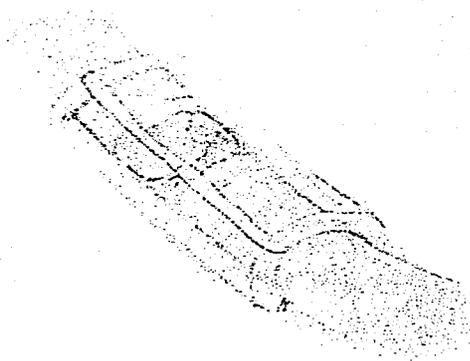
**FIG. 2** INCISIÓN EN LA REGIÓN GLÚTEA DERECHA, SEPARANDO LA APONEUROSIS QUE DIVIDE A LOS MÚSCULOS BICEPS SURAL Y GLÚTEO MEDIO PARA EXPONER EL NERVO CIÁTICO DERECHO, EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 15MM

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**FIG. 3** EXPUESTO EL NERVI0 CIÁTICO, SE INICIA EL TIEMPO RECONSTRUCTIVO CON LA INTEGRACI0N DE LA SUTURA EPINEURAL ("STRAPPLING" O RESORTE") PARA LOGRAR UN SOPORTE SOBRE LAS PORCIONES MEDIAL Y LATERAL DEL NERVI0, EN FORMA PARALELA, EMPLEANDO PARA ESTE FIN DOS SUTURAS DE NYLON MONOFILAMENTO NEGRO 9-0, (SERRANYL®) CON AGUJA MINITRAUMA 3/8 DE CÍRCULO AHUSADA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**FIG 4.** LA TUBULIZACIÓN SE REALIZA USANDO UNA GRAPA TUBULAR DE SILICONA (Silastic®), DE 6MM DE LONGITUD, CON UN DIÁMETRO INTERNO DE 1.5MM, QUE PREVIAMENTE FUE ESTERILIZADO CON ÓXIDO DE ETILENO. PARA, POSTERIORMENTE, IMPLANTAR ESTE DISPOSITIVO SOBRE LA ZONA DE ANASTOMOSIS. PARA LA FIJACIÓN PERMANENTE DE LA GRAPA DE SILICONA ES NECESARIO QUE LOS CABOS LIBRES DE LA SUTURA EN RESORTE SE ANUDEN SOBRE LA CARA EXTERNA DE LA GRAPA, PARA PREVENIR LA MIGRACIÓN DEL IMPLANTE DE LA ZONA DE ANASTOMOSIS.

## HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

<b>Número de espécimen</b>	
<b>Edad</b>	
<b>Peso</b>	
<b>Fecha de anastomosis</b>	
<b>Tiempo de duración de la anastomosis</b>	
<b>Fecha de toma de muestra</b>	
<b>Hallazgos transoperatorios</b>	
<b>Complicaciones</b>	
<b>Resultado de estudio histopatológico</b>	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- <sup>1</sup> Breasted, J. H. *The Edwin Smith surgical papyrus*. Chicago: Univ. Chicago Press, 1980, 2 vols. (ver 1: pp. xvi, 6, 480-485, 487-489, 446-448, 451-454, 466)
- <sup>2</sup> Kumate J: *Investigación clínica: cienicienta y ave fénix*. Ed. Colegio Nacional, México, 1996, 2da. Ed., pp: 30-86.
- <sup>3</sup> Sidman E: "A History of the Nervous System", citado en <http://www.stanford.edu/class/history13/earlysciencelab/body/nervespages/192.gif>
- <sup>4</sup> Seidmann, P: Galien. En "Histoire générale de la Médecine". Laignel-Lavastine Tomo I, París. Albin Michel editor 111936, pp. 395-432.
- <sup>5</sup> Novak CB et al: Excerpt from *Peripheral Nerve Injury, e medicine* (<http://www.emedicine.com/orthoped/byname/peripheral-nerve-injuries.htm>), 2002.
- <sup>6</sup> Avicenna: *Libri in re Medica Omnes Qui Hactenus ad Nos Pervenere*. Vence, V. Valgrisiurm, 1564, vol 1, p 966, vol 2, p 429.
- <sup>7</sup> Artico M, Cervoni L, Nucci F, Giuffré R: *Birthday of Peripheral Nervous System Surgery: The Contribution of Gabriele Ferrara (1543-1627)*. *Neurosurgery* 39:380-383, 1996.
- <sup>8</sup> Wozniac RH: en *Serendip R: Mind and body: René Descartes to William James*, <http://serendip.brynmawr.edu/Mind/34>, 2002.
- <sup>9</sup> Whytt, R: *An Essay on the vital and other involuntary motions of animals*. Edinburgo, 1751, Hamilton, Balfour y Neill, citado en McHenry, LC: *Garrison History of Neurology*, Springfield Ill, 1969, publicado por Charles C. Thomas.
- <sup>10</sup> Waller, AV: *ser la reproduction des et sur las structure et les foudctors des ganglions spivax*, *Mullens Archiv.*, 1852.
- <sup>11</sup> Kline DG y Hudson AR: Cap. 91 "Acute Injuries of Peripheral Nerves", en Youmans J ed: *Neurological Surgery*, Philadelphia, WB Saunders Co, 1995, Vol. 4, pp 2423-2510.
- <sup>12</sup> Seddon HJ: *Nerve grafting*. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 43B: 447-461, 1943.
- <sup>13</sup> Sunderland S: *A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function*. *Brain* 74:491-516, 1951
- <sup>14</sup> Terzis J. *Principles and techniques of peripheral nerve surgery*. Citado en Daniel RK, ed *Reconstructive Microsurgery*. Boston, Mass: Little Brown & Co Inc, 1997.

TESIS CON  
FALLA DE CENGEN

- <sup>15</sup> Midha R: Peripheral Nerve Repair and Grafting Techniques: A Review. e medicine (<http://surgery.4t.com/34.2.htm>), 2001.
- <sup>16</sup> Orgel MG: Epineural versus perineural repair of peripheral nerves. Clinics in Plastic Surgery 11:101-104, 1984
- <sup>17</sup> Sunderland S: Nerve and nerve injuries. Edinburgh, Ed. Churchill-Livingstone, 1978
- <sup>18</sup> Kline DG, Hudson AR: Nerve injuries: operative results from major nerve injuries, entrapments, and tumors. Philadelphia, W.B. Saunders Company:1995
- <sup>19</sup> Brady ST: Antecedentes de la regeneración nerviosa, en Neuroregeneration. Ed. Alfredo Gorio, Raven Press, p 9-16, 1995.
- <sup>20</sup> Heumann R, Korsching S, Bandtlow C, Thoenen H: Changes in nerve growth factor synthesis in nonneuronal cells in response to sciatic nerve transection. J Cell Biol.; 104:1623-1631, 1987.
- <sup>21</sup> Menosky T, Beek J: Laser, fibrin glue, or suture repair of peripheral nerves: a comparative functional, histological, and morphometric study in the rat sciatic nerve. J Neurosurg 95: 694-699, 2001.
- <sup>22</sup> Fischer DW, Beggs JL, Kenshalo DL, Shetter AG: Comparative study of microepineurial anastomosis with the use of CO<sub>2</sub> laser and suture techniques in rat sciatic nerves. Neurosurgery 17: 300-308, 1985.
- <sup>23</sup> Uteley D. et al: Brain-Derived Neurotrophic Factor and Collagen Tubulization: Enhance Functional Recovery After Peripheral Nerve Transection and Repair. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 122: 407-413, 1996.
- <sup>24</sup> Kithara AK, Nishimura Y, Shimizu Y, Endo K: Facial nerve repair accomplished by the interposition of a collagen nerve guide. J Neurosurg 93: 113-120, 2000.
- <sup>25</sup> Menovsky T, Beek J: Laser, fibrin glue, or suture repair of peripheral nerves. A comparative, functional, histological, and morphometric study in the rat sciatic nerve. J Neurosurg 95: 694-699, 2001.
- <sup>26</sup> Tatagiba M, Brösamle C, Schwab M: Regeneration of Injured Axons in the Adult Mammalian Central nervous System. Neurosurgery 40:541-547, 1997.
- <sup>27</sup> Midha R et al: Differential response of sensory and motor axons in nerve allografts after withdrawal of immunosuppressive therapy. J Neurosurg 94: 102-110, 2001.
- <sup>28</sup> Senoo E, Tamaki N, Fujimoto E, Ide Ch: Effects of Prelesioned Peripheral Nerve Graft on Nerve Regeneration in the Rat Spinal Cord. Neurosurgery 42: 1347-1356, 1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>29</sup> Hadlock T, Elisseeff J, Langer R: A Tissue-Engineered Conduit for Peripheral Nerve Repair. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 124. 1081-1086, 1998.

<sup>30</sup> Williams L, Danielson N, Muller H, et al: Exogenous matrix precursors promote functional nerve regeneration across a 15mm gap within a silicone chamber in the rat. J Comp Neurol 264: 284-290, 1987.

<sup>31</sup> Grant G, Goodkin R, Kliot M: Evaluation and Surgical Management of Peripheral Nerve Problems. Neurosurgery 44:825-840, 1999.

<sup>32</sup> Fink, L: Fundamentos de Física, Manual Moderno, 1999.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN