



11222  
2

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
REGION SUR**

**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL MANEJO DEL  
DOLOR EN EL PACIENTE ONCOLOGICO EN EDAD  
PEDIATRICA MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
ESPECIALISTA EN MEDICINA  
FISICA Y REHABILITACION  
P R E S E N T A :  
DR. JOSUE BADILLO CORTES**



MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1097

20031



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.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION SUR  
DELEGACION 4 SURESTE, MEXICO, D.F.  
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION MEDICA

"ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL MANEJO DEL DOLOR EN  
EL PACIENTE ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA MEDIANTE EL USO  
DE TENS Y CORRIENTES INTERFERENCIALES"

INVESTIGADOR:  
DR. JOSUE BADILLO CORTES.  
MEDICO RESIDENTE DEL TERCER AÑO DE LA ESPECIALIDAD DE  
MEDICINA FISICA Y REHABILITACION.

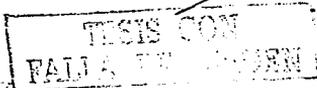
ASESORES:

DR. EDUARDO ESCOBAR BARRIOS.  
MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION.  
JEFE DEL SERVICIO DE REHABILITACION DEL HOSPITAL DE PEDIATRIA  
DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. MANUEL ENRIQUE FLORES PEÑUELAS.  
MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION.  
HOSPITAL DE PEDIATRIA DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

ASESOR METODOLOGICO:  
DRA. BEATRIZ GONZALEZ CARMONA.  
MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION.  
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DE LA UNIDAD DE  
MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION SUR.

MEXICO, D.F., ENERO DE 1997.



A mi esposa: Por el sacrificio impuesto para el logro de nuestra meta

A mi hijo: Por darnos tanta felicidad con tu llegada

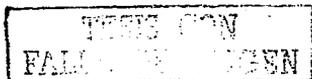
A mis padres: Por el amor y el apoyo que me han brindado

A mis hermanos: Porque sigamos manteniendo la unión familiar

A todos mis familiares: Por el ánimo que me transmiten a cada momento

A mis compañeros y amigos: Por los momentos compartidos

Con dedicatoria especial a todo el personal de la U. M. F. R. P. S.,  
y de otras unidades del F. M. S. S. que de una u otra manera han  
contribuido a la realización de esta especialidad.



U. M. F. R. P. S. de la Dirección General de Bibliotecas  
HAM a difundir en formato electrónico e impr  
entido de mi trabajo recepc.  
NOMBRE: Josue Badiola  
Cu. 15  
FECHA: 13 - Feb. 2003  
FIRMA: [Signature]

## INDICE

OBJETIVO.....	1
JUSTIFICACION.....	2
ANTECEDENTES CIENTIFICOS.....	3
- PROCESOS ONCOLOGICOS EN EL PACIENTE PEDIATRICO.....	3
- EL DOLOR EN EL PACIENTE CON CANCER.....	5
- ANATOMIA Y FISILOGIA DE LA NOCICEPCION.....	7
- USO DE LA ELECTRICIDAD EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR.....	13
- ESTIMULACION ELECTRICA TRANSCUTANEA DE LOS NERVIOS.....	15
- CORRIENTES INTERFERENCIALES.....	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
ESPECIFICACION DE LAS VARIABLES.....	24
HIPOTESIS.....	25
TIPO DE ESTUDIO.....	26
CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	27
CONSIDERACIONES ETICAS.....	28
MATERIAL Y METODOS.....	29
RESULTADOS.....	32
DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFIA.....	42
ANEXOS Y GRAFICAS.....	45

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN

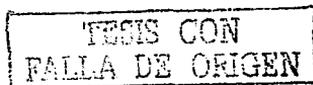
## OBJETIVO

DEMOSTRAR QUE LOS PACIENTES PEDIATRICOS CON PROCESOS ONCOLOGICOS QUE TIENEN DOLOR EN EXTREMIDADES, TRATADOS MEDIANTE LA APLICACION DE TENS, PRESENTAN UNA MEJOR RESPUESTA EN COMPARACION CON LOS MANEJADOS CON CORRIENTES INTERFERENCIALES.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## JUSTIFICACION

Uno de los problemas más frecuentes y difíciles de manejar en el paciente con cáncer, lo constituye el dolor. Se cuenta en la actualidad con numerosos trabajos sobre medicamentos para el manejo del dolor en este tipo de pacientes, pero hay pocos estudios que utilicen métodos alternativos, como lo es la electroanalgesia. Mucho más raras son las publicaciones de electroanalgesia en niños con cáncer. Los equipos eléctricos para disminuir o abolir el dolor, tales como la estimulación transcutánea de los nervios (TENS), o las corrientes interferenciales representan una alternativa ( o un complemento) del tratamiento farmacológico del dolor, con mucho menos contraindicaciones o efectos colaterales. El propósito del estudio es buscar desde el punto de vista de la medicina física y de rehabilitación, si estos tratamientos aportan un beneficio a los niños con cáncer que tienen dolor, y si el TENS muestra superioridad sobre las corrientes interferenciales. Se determinó realizar el estudio con niños con leucemia debido a que es la forma más común de cáncer infantil.



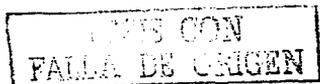
## ANTECEDENTES CIENTIFICOS

### PROCESOS ONCOLOGICOS EN EL PACIENTE PEDIATRICO.

El cáncer ocupa un lugar importante en la morbimortalidad del paciente pediátrico a nivel mundial, y en los países industrializados se convierte en una de las principales causas de muerte en el niño. En Estados Unidos, el cáncer provoca más muertes que ninguna otra enfermedad en niños en edades comprendidas entre 1 y 15 años. La frecuencia con que se presentan las neoplasias malignas en los niños depende del país en donde se estudien. Así por ejemplo, en los niños norteamericanos y europeos los primeros tres lugares corresponden a las leucemias, los tumores del sistema nervioso central (TSNC) y los linfomas; en cambio, en niños latinoamericanos, la frecuencia de presentación es distinta (ver tablas 1 y 2), se encuentran primero las leucemias y siguen los linfomas y los TSNC. En la ciudad de México, Fajardo y colaboradores calculan la frecuencia de las leucemias en niños menores de 15 años en un 33.3%, con mayor incidencia en los menores de 5 años, y en los varones, con una relación de 1.3:1 respecto a las niñas.

#### LEUCEMIA

Las leucemias son las formas más frecuentes de cáncer infantil. Suponen aproximadamente la tercera parte de todos los nuevos casos de cáncer diagnosticados cada año. La leucemia linfocítica aguda supone alrededor del 76% de los casos, con un pico de incidencia alrededor de los 4 años de edad, La leucemia aguda no linfocítica comprende aproximadamente otro 20%, aumentando la incidencia con la edad hasta llegar a la madurez. La leucemia mieloide crónica y otras leucemias difíciles de clasificar representan el resto. La leucemia linfocítica crónica es sumamente rara en la edad infantil. La leucemia linfocítica aguda (LLA) de la infancia fue la primera forma de cáncer diseminado que responde por completo a la quimioterapia. Por tanto, es un modelo importante sobre el que se han desarrollado los conceptos de quimioterapia en otras enfermedades malignas. Las características clínicas generales de las leucemias son similares, ya que implican una grave interrupción en la función de la médula ósea. Sin embargo, las características específicas clínicas y de laboratorio varían, y hay diferencias considerables en las respuestas a la terapéutica y al pronóstico.



**TABLA 1**

**Incidencia e índices de mortalidad/millón/año de cáncer infantil en E.U. (1977-1980)**

	Incidencia	Índice de mortalidad
Leucemia Linfocítica Aguda	29.4	44.9
Cerebro y SNC	26.1	8.7
Neuroblastoma y ganglioneuroblastoma	10.4	NA*
Sarcoma de partes blandas	9.4	4.2
Tumor de Wilms	8.1	1.8
Linfomas no hodgkinianos	8.0	3.4
Enfermedad de Hodgkin	7.0	0.5
Leucemia granulocítica aguda	4.8	2.6
Todos los tipos	130.0	44.9

\* El código de grupo correspondiente a los fallecimientos no permite hacer la misma clasificación que para la incidencia.

**TABLA 2**

**FRECUENCIA DE NEOPLASIAS MALIGNAS EN NIÑOS RESIDENTES DEL DISTRITO FEDERAL SEGUN GRUPOS DE EDAD Y SEXO EN 1991. x**

**TIPO DE NEOPLASIA:**

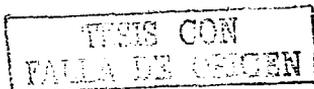
	<1		1-4		5-9		10-14		TOTAL		x
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
I. Leucemias	2	1	12	9	10	7	8	7	32	24	33.3
II. Linfomas *	0	0	3	0	10	4	7	2	20	6	15.5
Enfermedad de Hodgkin	0	0	3	0	7	1	4	1	14	2	9.5
Linfomas no Hodgkin	0	0	0	0	3	3	3	1	6	4	6.0
Histiocitosis	0	1	2	1	0	0	0	0	2	2	2.4
III. Retinoblastoma	4	0	5	5	0	0	1	0	10	5	8.9
IV. Sist. Nerv. Central	0	1	1	3	3	3	1	2	5	9	8.3
V. T. de células perminales	0	0	4	2	2	2	2	2	8	6	8.3
VI. T. óseos	0	0	1	0	6	2	2	0	9	2	6.5
VII. T. renales	0	0	3	4	0	2	0	0	3	6	5.4
VIII. T. de tejidos blandos	1	0	0	0	0	1	3	1	4	2	3.6
IX. Carcinomas	0	0	0	1	1	1	1	1	2	3	3.0
X. Mal de finidos	0	1	1	0	0	1	0	1	1	3	2.4
XI. Sist. Nerv. Simpático	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1.2
XII. T. Hepáticos	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1.2
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>99</b>	<b>69</b>	<b>100</b>

\*No incluye histiocitosis

M: masculino

F: femenino

T:tumor

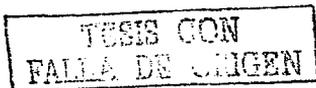


## EL DOLOR EN EL PACIENTE PEDIATRICO CON LEUCEMIA.

En forma simultánea con la elevación de la incidencia de la leucemia a nivel mundial, el avance en la investigación de las medidas terapéuticas, ha llevado a una disminución de la mortalidad por este padecimiento, hecho que motiva la búsqueda de medidas en el tratamiento integral de los pacientes, para así poder ofrecerles la mejor calidad de vida posible. • El dolor ocupa un lugar importante en la sintomatología del niño leucémico. El dolor se define, según la Asociación Internacional para el Estudio del dolor (IASP), como una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada a daño tisular real o potencial, o descrita en términos de dicho daño. El dolor, por tanto, incluye fenómenos neuropáticos y nociceptivos, pero también fenómenos cognitivos, motivacionales, conductuales y afectivos. • En forma general, el dolor relacionado con cáncer puede depender de la infiltración por el tumor de estructuras sensibles al dolor; de lesiones a nervios, huesos y tejidos blandos por la quimioterapia, radioterapia o cirugía, y por oclusión vascular por el tumor o inducida por la radiación. • • Se deben considerar, además, las alteraciones bioquímicas y psicológicas relacionadas con el cáncer, y las relacionadas con la cronicidad de la enfermedad, tales como debilidad muscular y otras alteraciones conocidas como "síndromes paraneoplásicos", así como artritis, osteomielitis y osteoporosis. • Finalmente, pero no menos importante, es el dolor originado por las maniobras relacionadas con su diagnóstico y tratamiento, como son la aspiración de médula ósea o toma de biopsias, venopunción e infiltración de líquidos y sustancias en el sitio de la venopunción, o flebitis ocasionadas por aquellas. •

El paciente con cáncer puede servir como modelo para el dolor agudo y crónico en el hombre y es posible diferenciar 3 categorías básicas o tipos de dolor: somático, visceral y por desafereciación. El dolor somático o nociceptivo resulta de la activación de nociceptores en tejidos cutáneos y profundos. Típicamente, está bien localizado y con frecuencia se describe como dolor mordiente o adolorimiento. ejemplos de dolor somático son el causado por metástasis óseas, el postquirúrgico en la incisión, y el miofascial o musculoesquelético. •

El dolor visceral también es común en pacientes con cáncer y es causado por infiltración, compresión, distensión o estiramiento de vísceras torácicas y abdominales. Este tipo de dolor es mal localizado, con frecuencia se describe como "profun-



do", "en apretón", y de "presión" y puede acompañarse de náuseas, vómitos y diaforesis, en particular cuando es agudo. El dolor visceral se irradia con frecuencia a sitios cutáneos quizá remotos, y puede acompañarse de hipersensibilidad en el sitio cutáneo de referencia. •

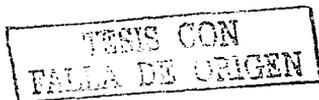
El dolor por desaferenciación depende de lesión al sistema nervioso central (SNC), periférico (SNP), o ambos, como consecuencia de la compresión o infiltración de nervios periféricos o de la médula espinal por el tumor, o traumatismos o lesiones químicas a nervios periféricos provocados por cirugía, radiación o quimioterapia para cáncer. El dolor por lesión neural con frecuencia es grave y de calidad diferente, comparado con los dolores somático o visceral. En forma característica se describe como una molestia dolorosa constante, a menudo como presión o "tipo terebrante"; es común que haya paroxismos superpuestos de sensaciones de ardor tipo choque eléctrico. Estos paroxismos de dolor pueden relacionarse con una actividad ectópica espontánea en el SNC o SNP. • La disestesia dolorosa consecutiva al tratamiento con los alcaloides de la vinca, como la vincristina, ocurre como parte de una polineuropatía simétrica que usualmente se desarrolla con las dosis del medicamento requeridas para obtener el efecto antineoplásico. Las disestesias están por lo regular localizadas en manos y pies, y se caracterizan por un dolor quemante exacerbado por los estímulos nocivos. Los niños desarrollan frecuentemente artralgias y mialgias más difusamente generalizadas. 7

En los estados dolorosos puede participar el sistema nervioso simpático (en particular en el agudo visceral y por desaferenciación), aunque no se comprende bien su papel en ellos. Las pruebas de la participación del SNC en el dolor son las siguientes: 1) mejoría de ciertas formas de dolor con el bloque del nervio simpático o bloqueadores adrenérgicos, como propranolol o fenoxibenzamina; 2) aumento del dolor por estimulación simpática en algunos pacientes con causalgia, y 3) el desarrollo de nuevos receptores  $\alpha$ -adrenérgicos y la sensibilidad de los axones en regeneración a catecolaminas aplicadas en forma sistémica o local en animales con lesión nerviosa. •

## ANATOMIA Y FISIOLÓGIA DE LA NOCICEPCION

**NOCICEPTORES.** Los receptores sensoriales que son de preferencia sensibles a estímulos perjudiciales o potencialmente nocivos, se encuentran en piel, músculo, tejidos conjuntivo, y vísceras torácicas y abdominales.

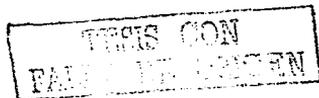
**NOCICEPTORES CUTANEOS.** Hay varios tipos de unidades sensoriales cutáneas en piel, tejido subcutáneo y vísceras. Una vez activados, los nociceptores conducen impulsos por fibras aferentes ligeramente mielinizadas (A $\delta$ ) o no mielinizadas (C). En los nervios cutáneos del hombre, el 10% de todas las fibras mielinizadas lleva información nociceptiva; más del 90% de las fibras no mielinizadas son nociceptivas. No se ha estudiado bien la morfología de los nociceptores no mielinizados, pero al parecer es una terminación nerviosa "desnuda". Sin embargo, se conoce mejor la de los nociceptores mielinizados cutáneos. Consisten en un axón con una capa de mielina delgada envuelta por células de Schwann hasta que penetra en la lámina basal de la epidermis, en donde la cubierta de los axones y las células de Schwann se invaginan en los queratinocitos. Este complejo axón-célula de Schwann-queratinocito puede ser la correlación morfológica de una propiedad fisiológica importante del nociceptor, principalmente su umbral alto para la activación por estímulos mecánicos. Los nociceptores mielinizados reaccionan casi de manera exclusiva a estímulos mecánicos perjudiciales y sus fibras aferentes conducen impulsos con una velocidad de 5 a 50 m/seg (en el límite A $\delta$  o A $\alpha$ / $\beta$ , más rara vez). El umbral para la activación de estos nociceptores es de 11 a 15 g/mm<sup>2</sup>, que es 5 a 100 veces mayor que el de los mecanorreceptores no nociceptivos. Los nociceptores no mielinizados son típicamente polimodales, y reaccionan a estímulos mecánicos, térmicos y químicos. Las fibras aferentes para nociceptores no mielinizados conducen impulsos con una velocidad de 0.6 a 2 m/seg (en el límite C). Los umbrales mecánicos de los nociceptores de las fibras C son más altos que los de los nociceptores de las fibras A (12 a 44 g/mm<sup>2</sup>). Los estudios microneurográficos indican que es suficiente la activación de un solo nociceptor mielinizado para causar dolor, y se acompaña de dolor agudo, punzante. La estimulación de nociceptores no mielinizados a frecuencias de descarga >1.5/seg se relaciona con dolor sordo, ardoroso o molesto. Estos nociceptores no se activan de forma espontánea, pero pueden mostrar sensibilización, en particular



después de lesiones térmicas de la piel, actividad simpática eferente, o sustancias como potasio, ATP, bradicinina y prostaglandinas liberadas por lesión tisular. Sin embargo, los nociceptores no mielinizados no se sensibilizan a estos agentes y en consecuencia (a diferencia de los mielinizados) no es probable que codifiquen el dolor o la hiperpatía postraumática o mediada simpáticamente.

**NOCICEPTORES MUSCULARES Y ARTICULARES.** Al parecer, hay mecanorreceptores A $\delta$  y nociceptores C en el tejido conjuntivo entre las fibras musculares y en las paredes de los vasos sanguíneos o en los tendones. Es posible producir dolor inyectando cloruro de sodio o potasio en estos tejidos o ejercitando músculos (en especial, bajo isquemia). De manera característica el dolor es profundo y de tipo sordo. Es probable que el dolor muscular se relacione con la actividad en los nociceptores antes descrita, ya que se ha demostrado que son excitados y sensibilizados por los mismos estímulos que producen dolor. En las superficies periarticulares hay nociceptores, así como en el periostio, pero no en la médula y la corteza ósea. La activación de nociceptores locales en hueso, articulaciones y tejidos blandos periarticulares vecinos que resulta de la infiltración por un tumor puede ser una causa común de dolor somático en pacientes con cáncer. •

**NOCICEPTORES VISCERALES.** También existen en los aparatos cardiovascular, respiratorio, digestivo y en vías urinarias. Cuando se manipulan vísceras normales en pacientes concientes, no suele haber dolor, aunque se corten, quemen o machaquen. Los estímulos suficientes para causar dolor visceral son: 1) irritación de las superficies serosa y mucosa; 2) torsión o tracción del mesenterio; 3) distensión o contracción del órgano hueco, y 4) impacción. Se requieren estímulos similares para provocar dolor en vejiga, uréteres o uretra. Los nociceptores gastrointestinales reaccionan de manera más energética a la distensión excesiva o la contracción del intestino, la torsión del mesenterio, o ambos estímulos que se sabe causan dolor. Las fibras aferentes de estos nociceptores están contenidas en los nervios espláncnicos. El dolor visceral es profundo, mal localizado, y con frecuencia se irradia a un punto cutáneo (que puede ser sensible). No se comprende por completo el mecanismo del dolor irradiado, pero quizá se relaciona con la convergencia de estímulos sensoriales cutáneos y viscerales hacia células comunes de las vías espinotalámicas en médula espinal. El dolor se irradia a la piel porque el cerebro interpreta erróneamente la fuente del estímulo. Otra explicación es que algunas fibras aferentes inervan estructuras somáticas y viscerales. En consecuencia, la activación de los nociceptores viscerales causaría activación anódromica de las fibras sensoriales cutáneas y liberaría sustancias algésicas que excitan nociceptores cutáneos. •



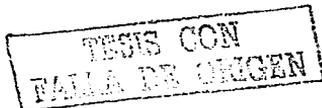
## CIRCUITO DEL ASTA DORSAL Y VIAS ESPINOTALAMICAS .

Las vías aferentes de los nociceptores penetran en la médula espinal lateralmente en la raíz dorsal y ascienden o descienden uno o dos segmentos en el Haz de Lissauer para hacer sinapsis en el asta dorsal, que consiste en seis láminas; la lámina I o zona marginal es la más dorsal. Las láminas II y III juntas comprenden la sustancia gelatinosa, que es un sitio importante de integración de los impulsos nociceptivos y no nociceptivos hacia la médula espinal. Las fibras nociceptivas con mielina delgada (A $\delta$ ) hacen sinapsis en la lámina I y la porción ventral de las láminas II y III del asta dorsal. Las fibras no mielinizadas (C) terminan de preferencia en la lámina II. Las dendritas apicales de las neuronas en las láminas IV y V se proyectan hacia las láminas I y II y hace contacto sináptico con fibras aferentes nociceptivas primarias. Los axones de las neuronas de las láminas I y V (de manera predominante) se decusan en la sustancia gris central de la médula espinal y se tornan en proyecciones ascendentes de los haces neoespinalámico y paleoespinalámico.

Las neuronas de las astas dorsales que reciben estímulos de fibras aferentes primarias y las neuronas talámicas que reciben estímulos de las fibras de los haces espinotalámicos pueden tener dos tipos de reacciones: 1) específica nociceptiva y 2) de límite dinámico amplio. La neurona de límite dinámico amplio reacciona a estímulos polimodales inocuos y nocivos y aumenta su modelo de descargas en proporción a la intensidad del estímulo. La neurona específica nociceptiva sólo reacciona a estímulos perjudiciales. Ambos tipos de reacciones neuronales pueden codificar para dolor.

La vía espinotalámica ascendente puede dividirse en dos sistemas fisiológicamente distintos. El haz *neoespinalámico* asciende hacia el cuadrante anterolateral de la médula espinal. Este sistema se proyecta, monosinápticamente, hacia el complejo talámico ventrobásilar (sobre todo el núcleo ventroposterolateral, o VPL); desde ahí, los axones se proyectan a la corteza somatosensorial (SI, SII) en el lóbulo parietal. La vía *paleoespinalámica* asciende en continuidad con la neoespinalámica en el cuadrante anterolateral de la médula espinal, pero envía muchas proyecciones hacia la formación reticular en el tallo encefálico, el núcleo talámico posterior y el núcleo lateral central del complejo nuclear talámico intralaminar. Desde el complejo nuclear talámico posterior, hay proyecciones hacia la corteza retroinsular y otras áreas corticales límbicas. El complejo nuclear contralateral se proyecta hasta el cuerpo estriado y envía múltiples proyecciones a la corteza cerebral, incluidos los lóbulos frontales orbitarios.

Es probable que el haz neoespinalámico subsirva aspectos sensoriales-discriminativos de la percepción del dolor (localización e intensidad del estímulo). La vía



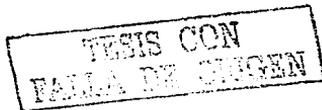
paleoespino talámica , filogenéticamente más antigua, al parecer subsirve para los componentes del despertar, emocional y afectivo, y de sufrimiento del dolor. Además de recibir estímulos aferentes de las vías paleoespino talámicas, el complejo nuclear intralaminar también recibe aferencias del cerebelo y proyecta fibras eferentes al cuerpo estriado. Ello sugiere que este sistema también es importante para las reacciones motoras que acompañan a la reacción a estímulos dolorosos. Muchas células de las vías espino talámicas en el tálamo reciben impulsos convergentes de piel, músculo, vísceras, o de los tres, y éstas células también pueden contribuir al fenómeno del dolor irradiado. 6

### NUCLEO TRIGEMINAL ESPINAL

El subnúcleo trigeminal caudal (núcleo trigeminal espinal) y la formación reticular vecina están directamente en continuidad con el asta dorsal de la médula espinal cervical y este núcleo es esencialmente el equivalente del asta dorsal raquídea. El subnúcleo trigeminal caudal (también llamado "cuerno dorsal medular") tiene una estructura laminar similar y conexiones sinápticas aferentes igual que el cuerpo dorsal raquídeo. Las fibras descendentes en la vía trigeminal raquídea llevan información dolorosa, térmica y táctil de la cara, la frente y mucosa de la nariz y boca ipsolaterales. El subnúcleo caudal es al parecer la única parte del complejo trigeminal relacionado únicamente con las sensaciones de dolor y térmica, y las neuronas situadas dentro de las láminas I y V y la formación reticular adyacente, codifican información nociceptiva en la misma forma que las neuronas del cuerno dorsal espinal. Neuronas de segundo orden cruzan al otro lado del tallo encefálico y ascienden en el lemnisco medio contralateral, y terminan finalmente en el núcleo talámico ventroposteromedial (VPM). Por ello, el dolor facial y los mecanismos neurológicos que codifican sus cualidades sensoriales son completamente análogos a los mecanismos espinales.

### CORTEZA Y DOLOR.

Aún no hay un acuerdo general sobre el papel de la corteza en la percepción del dolor. Sin embargo, los siguientes hechos sugieren que tiene un papel importante en el dolor: 1) es posible identificar neuronas nociceptivas-específicas en la corteza somatosensorial, que contienen proyecciones del núcleo VPL del tálamo; 2) la estimulación de la corteza expuesta en el hombre produce en ocasiones dolor; 3) a veces se experimenta dolor en auras epilépticas, y 4) las lesiones de la corteza parietal pueden producir un síndrome semejante al "dolor talámico". 6



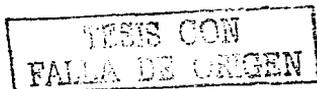
## VÍAS ENDOGENAS DE SUPRESIÓN DEL DOLOR

Un adelanto importante en el conocimiento de la neurobiología del dolor es el aclaramiento de las vías neuroanatómicas que surgen en el tallo encefálico y descienden hasta la médula espinal y funcionan para modular la actividad en las vías nociceptivas ascendentes. Una de estas vías se inicia en la sustancia gris periacueductal (SGPA) del cerebro medio y desciende hasta el núcleo del raquí medio (NRM) en el bulbo. Desde ahí hay una proyección hasta el asta dorsal de la médula espinal por la vía del fascículo longitudinal dorsal que termina en las láminas I, II y IV de la médula espinal para modular impulsos nociceptivos aferentes. Una segunda vía descendente, colocada más lateralmente, que se inicia en el núcleo reticular paragigantocelular (NRPG) en la protuberancia, se proyecta hacia el cuerno dorsal por la vía del fascículo longitudinal dorsal.

Un 15% de las células en NRM contienen serotonina y es factible identificar terminales que contienen esa sustancia en las células nerviosas de los cuernos dorsales. Sin embargo, las NRM también contienen otras posibles moléculas neurotransmisoras, como sustancia P, encefalina y hormona liberadora de tiotropina. El NRPG contiene noradrenalina y serotonina. Una tercera proyección hacia la médula espinal desde el tallo encefálico, el núcleo del raquí dorsal, contiene serotonina y encefalina.

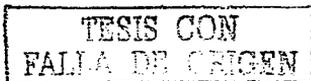
La estimulación eléctrica de la SGPA, NRM, o el asta dorsal de la médula espinal, o la microinyección de morfina en estos sitios, produce analgesia corporal total y bloqueo motor, sensorial o autónomo concomitante. La analgesia producida por estimulación del tallo encefálico o por inyección de opioides, se bloquea con el corte anterior del fascículo longitudinal dorsal o el tratamiento previo de los animales con naloxona o paraclorofenilamina (un bloqueador de la síntesis de serotonina), lo que comprueba la importancia de los opioides raquídeos y las vías serotoninérgicas en la producción de analgesia.

La serotonina y la noradrenalina son posibles neurotransmisores en estas vías del tallo encefálico en el hombre. Por ejemplo, los antidepresores tricíclicos bloquean la captación presináptica de serotonina y aumenta así sus efectos postsinápticos. La amitriptilina tiene propiedades analgésicas independientes de sus efectos antidepresores y se ha utilizado para tratar muchos trastornos dolorosos, como la neuralgia postherpética que puede complicar al cáncer. Puede también aumentar los efectos de la analgesia por morfina en animales. Además, los antagonistas  $\alpha$ -adrenérgicos (como feoxibenzamina) bloquean la analgesia por morfina en animales; y la administración intratecal de clonidina ( un agonista  $\alpha_2$ -adrenérgico)



puede producir analgesia en el hombre. Ello comprueba las interrelaciones entre los sistemas neurotransmisores adrenérgicos y opiode.

Estos sistemas descendentes pueden ser activados por muchos estímulos fisiológicos y experimentales, como el estrés, para producir analgesia. Se ha pensado que su activación origina la liberación de serotonina ( y tal vez muchos otros neurotransmisores), que modula la actividad de las vías espinotalámicas ascendentes. Asimismo, se ha sugerido que la activación de este sistema de control descendente por la acción de opiodes endógenos, como  $\beta$ -endorfina y encefalina, puede explicar el fenómeno de la analgesia por placebo y los aparentes efectos analgésicos de la acupuntura. Sin embargo, aun hay duda de la reversibilidad de estos efectos por la naloxona y el papel de los sistemas opiodes endógenos en su producción. 6



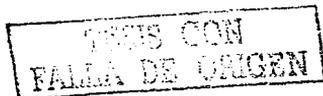
## EL USO DE LA ELECTRICIDAD EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR.

### ANTECEDENTES HISTORICOS

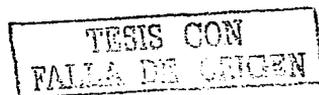
Desde el descubrimiento de la electricidad, y aún antes, la corriente eléctrica ha sido aplicada al cuerpo humano mediante varios métodos para tratar de curar una infinidad de padecimientos.

Las anguilas eléctricas fueron conocidas por los antiguos egipcios y por Hipócrates, pero no fué sino hasta el año 46 AC que Scribonius Longus describió el uso de las anguilas eléctricas para el tratamiento de la cefalea y la gota. William Gilbert (1544-1603) fué el primero en clasificar y generalizar el fenómeno de la electricidad. <sup>9</sup> Mas tarde, los generadores electrostáticos, junto con los condensadores de Leyden originaron una reintroducción de la electroterapia en la edad media tardía. <sup>10</sup> John Wesley, un religioso fundador y líder de la Iglesia metodista, detalló la "cura" de varios padecimientos, incluyendo la ciática histerica, cefalea, cálculos renales y gotas en su tratado " *Desisieratum: or Electricity Made Plain and Useful by a Lover of Mankind and of Common Sense* ", publicado en 1759; él consideraba el "fluido sutil" como el alma del universo. <sup>11</sup> Poco antes, en 1756, Richard Lovett publicó *Subtil Medium Proved*, el cual fué el primer libro sobre medicina eléctrica, y enlistó docenas de curas para diversas enfermedades. <sup>9</sup> A principios del siglo XIX, Sarlandiere describió el uso de la estimulación eléctrica en puntos de acupuntura para el tratamiento del reumatismo y otras enfermedades. <sup>10</sup> Con el descubrimiento de la batería eléctrica en el siglo XIX un gran número de charlatanes, y posiblemente pocos auténticos investigadores, continuaron investigando la electroanalgésia, y aunque el fenómeno permaneció ignorado por la casi generalidad de la práctica médica, otros usaron las corrientes galvánicas y las alternas con pocas bases científicas, por lo que cayeron en desuso, e incluso se consideraron perjudiciales a mediados del presente siglo. <sup>9</sup> A fines de los años 50's, Nemeč, en Austria, utilizó dos oscilaciones de corrientes alternas para tratar el dolor, pero el auge de los fármacos analgésicos, y la falta de una explicación científica aceptable, hicieron que su tratamiento cayera en desuso. <sup>12</sup>

El uso actual de la estimulación periférica de las fibras aferentes para el control del dolor se debe a la publicación de la teoría espinal del control de compuertas por Melzack y Wall en 1965. <sup>13</sup> Esta teoría refiere el papel activo del asta dorsal de la médula espinal en la modulación de la transmisión sensitiva. Postularon que existe una "compuerta" para la entrada sensorial en la médula, la cual se abre mediante la actividad en las fibras aferentes delgadas (nociceptivas) y se cierra por la actividad en las gruesas (principalmente mecanoceptivas). Una de las predicciones



de la teoría fué que la actividad generada por las fibras aferentes mielinizadas primarias (las fibras A) podrían, actuando via los circuitos inhibitorios en la lámina superficial del asta dorsal, inhibir la transmisión de la actividad en las pequeñas fibras aferentes amielínicas (las fibras C). varios aspectos de la teoría original han mostrado desde entonces ser insostenibles, como el sitio presináptico del bloqueo del impulso, pero ese aspecto clave, el efecto inhibitorio de la entrada de la fibra aferente A sobre la actividad provocada en la fibra C, ha sido ampliamente confirmado. La primera prueba clínica de la teoría del control medular de compuertas fué realizada en 8 pacientes con dolor crónico por Wall & Sweet en 1967; 14 demostraron también que la estimulación prolongada de los nervios periféricos con electrodos percutáneos de aguja modificaba la reacción de voluntarios sanos a estímulos nocivos agudos. Desde entonces ha habido un enorme progreso, tanto en la aplicación clínica de TENS y otras formas de electroterapia para tratar el dolor, como en el entendimiento de los mecanismos neurofisiológicos involucrados. 11, 13, 15



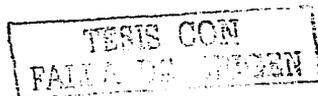
## ESTIMULACION ELECTRICA TRANSCUTANEA DE LOS NERVIOS (TENS)

Se define como el procedimiento de aplicar pulsos electricos de bajo voltaje y controlados al sistema nervioso mediante el paso de electricidad a través de los tejidos por medio de electrodos colocados sobre la piel. <sup>16</sup>

Con la publicación de la teoría de las compuertas del dolor por Melzack y Wall, <sup>13</sup> y el reporte pionero de Wall y Swett, <sup>14</sup> la estimulación sensitiva fue redescubierta en los 70's como una modalidad de tratamiento del dolor. Actualmente, los pulsos de estimulación son producidos mediante un generador miniatura de corriente accionado por baterías. Cuando se aplica apropiadamente, la estimulación da origen a una parestesia eléctrica no dolorosa en el área del dolor, llamada TENS convencional, o a una contracción muscular en miotomas segmentariamente relacionados al área, llamada TENS tipo acupuntura. Debido a que el alivio del dolor es temporal, la estimulación tiene que ser repetida regularmente. <sup>15</sup> La estimulación eléctrica del sistema nervioso requiere de un generador de pulso, un amplificador, y un sistema de electrodos.

**EL GENERADOR DE PULSOS Y EL AMPLIFICADOR.** Los pulsos pueden ser de diferentes configuraciones, amplitudes de pulso y frecuencias. El tren de pulsos requiere de no ser continuo, sino de trenes cortos de pulsos de alta frecuencia, liberados a frecuencias moderadamente bajas. La salida desde el generador de pulsos es captada por un amplificador, el cual aumenta la señal suficientemente para ser liberada a los electrodos. La cantidad de corriente dependerá de la impedancia de los electrodos y de la del tejido corporal que separa los electrodos y el nervio periférico. La típica gama de controles para estimuladores compatible con TENS deben ser: corrientes de 0-50 miliamperios (mA), frecuencias de 0-100 Hertz (Hz), y duración de pulso de 0.1-0.5 milisegundos (mseg). Se prefieren pulsos rectangulares a los bifásicos. El aparato común es barato y simple en su construcción, pequeño, de baterías recargables, e idealmente, debe manejar más de un par de electrodos. <sup>10</sup>

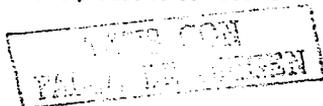
**ELECTRODOS.** La finalidad de los aparatos de TENS es liberar suficiente carga a un par de electrodos, de manera que la densidad de corriente producida mediante el campo eléctrico resultante, sea capaz de excitar las fibras aferentes en un nervio adyacente, de una forma controlada y sin dañar la piel. Los electrodos más ampliamente usados son de goma-carbón, los cuales son fuertes, flexibles e inertes, y los hay autoadheribles. La resistividad típica de los electrodos de silicona de goma-



carbón es del orden de 10 Ohms por centímetro ( $\Omega/\text{cm}$ ). La densidad de corriente comunmente requerida para TENS es de  $1.5 \text{ mA}/\text{cm}^2$ , y los electrodos deben de tener al menos  $4 \text{ cm}^2$  de tamaño para prevenir lesiones debidas a una alta densidad de corriente en un electrodo muy pequeño, sin embargo, uno muy grande puede liberar corriente insuficiente para estimular al nervio. La impedancia electrodo/piel puede ser disminuida mediante un gel electrolítico, con lo cual se disminuye el riesgo de lesiones dérmicas. La impedancia de la piel y tejidos subyacentes no es homogénea. 10

**CONSIDERACIONES TECNICAS.** El propósito de TENS es activar las grandes fibras nerviosas mielinizadas situadas a diferentes profundidades en los tejidos. Esto es válido tanto para el TENS convencional, en el cual la parestesia eléctrica es presumiblemente producida mediante la activación de aferencias A $\beta$ , como para el TENS tipo acupuntura, en el cual las contracciones musculares son producidas presumiblemente a través de la estulación de las  $\alpha$ -motoneuronas, provocando a su vez una profunda entrada aferente. Al mismo tiempo, se debe evitar la activación de fibras nerviosas delgadas o de terminaciones mediadoras de dolor. 15

Las fibras en la superficie de un nervio se activan antes que las más profundas. En nervios aislados, la excitabilidad del nervio mediante electroestimulación, puede ser expresada como una curva duración-fuerza. A mayor duración del pulso, se requerirá una corriente más baja para excitar el nervio. Una duración de pulso muy corta no excitará el nervio, sin importar cuán alta sea la corriente. El incremento en la frecuencia de la estimulación puede reducir el umbral del nervio. la posición de los electrodos es de gran importancia. Usualmente, estos se alinean sobre el trayecto del nervio periférico correspondiente al sitio del dolor, pero esto no es absolutamente esencial, y el TENS puede aliviar el dolor de raíz medular o de plejo. No obstante, se debe elegir el sitio de estimulación de manera que se produzca una entrada máxima en el mismo segmento del dolor. la estimulación extrasegmentaria tiene solamente la efectividad de una estimulación placebo. Entre más cercanos estén los electrodos al nervio, se requerirá menos corriente. Con frecuencia no es posible predecir el sitio más efectivo para los electrodos, y se requiere la cooperación del paciente. A menos que se perciba una parestesia adecuada, no se reducirá el dolor. La mayoría de pacientes prefiere frecuencias entre 40 y 70 Hz con duraciones de pulso de 0.1-0.5 mseg. La estimulación a bajas frecuencias requiere de una intensidad más alta, y tiende a producir una contracción muscular dolorosa. Mediante el uso de trenes cortos a baja frecuencia de ráfagas de alta frecuencia, es posible una intensidad de estimulación moderadamente alta. El tiempo de inducción del TENS para producir analgesia es desde inmediato hasta de varias horas, siendo el tiempo promedio de 20 minutos. En el caso del dolor crónico, es frecuente un efecto acumulativo del TENS en que el grado de alivio producido con estimu-



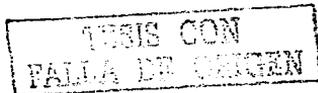
lación continua se incrementa después de varias semanas. Algunos reportes de tratamientos fallidos, donde se usaron solo 30 minutos de estimulación, indican la necesidad de perseverar por más tiempo. La duración de la estimulación varía también de paciente a paciente, y algunos requieren estimulación continua, mientras que otros intermitente. Algunos pacientes solo logran analgesia durante la estimulación, mientras que en otros hay períodos considerables de alivio post-estimulación. 10

**TIPOS DE EQUIPO.** Se pueden usar tres tipos de TENS.

1. Continuo (convencional): alta frecuencia (40-150 Hz)/baja intensidad (10-30 mA)
2. Pulsado (ráfaga): baja frecuencia (ráfagas de 100 Hz a 1-2 Hz)/baja intensidad (10-30 mA)
3. Tipo acupuntura (Acu-TENS): baja frecuencia (ráfagas de 100 Hz a 1-2 Hz)/alta intensidad (15-50 mA).

**PUNTOS GENERALES.**

- 1.- La sensación del estímulo debe estar en el área dolorosa
- 2.- La sensación producida por TENS debe ser fuerte, pero confortable (no solo tolerable)
- 3.- No se debe permitir que el TENS continuo (convencional) ni el pulsado (en ráfagas) produzcan contracción muscular ni espasmo
- 4.- Por el contrario, el TENS tipo acupuntura (Acu-TENS) está deliberadamente ajustado a una potencia que provoque contracción muscular
- 5.- para tratar grandes áreas dolorosas, se pueden necesitar dos (o múltiples) pares de electrodos. Con el fin de lograr esto, se requiere un cable adaptador doble con un estimulador de canal simple, o bien un estimulador de canal doble con dos juegos de cables.
- 6.- El tipo de TENS que sea el óptimo para un dolor en particular, debe ser descubierto mediante prueba y error. Para cada tratamiento se deben probar siempre tanto TENS continuos como pulsados. 10

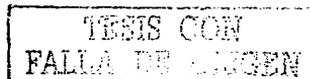


## INDICACIONES

En esencia, se pueden usar TENS para tratar cualquier dolor localizado de origen somático o neurogénico, proporcionando una parestesia que puede ser generada en la región del dolor, o bien, dentro del mismo dermatoma o uno estrechamente relacionado.<sup>16</sup> El TENS puede ser efectivo también en el dolor de origen visceral, por ejemplo, *angor pectoris*.<sup>17</sup> En este caso, la estimulación se aplica a un dermatoma del cual las fibras aferentes cutáneas entren a la médula al mismo nivel que el de la aferencia visceral del dolor. Debido a que el dolor crónico y agudo tienen diferentes etiologías e historias naturales, deben ser abordados por separado. En un estudio de 211 pacientes con diferentes síndromes dolorosos crónicos, incluyendo dolor por cáncer, Meyler y cols encontraron buena respuesta al tratamiento con TENS por más de 6 meses en la mayoría de pacientes, relacionada con la causa subyacente, con mejores resultados en el dolor por cardiopatía isquémica, neuropatías periféricas y dolor musculoesquelético de etiología degenerativa.<sup>18</sup>

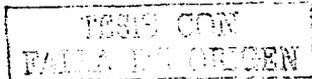
DOLOR AGUDO, generalmente es de inicio súbito y casi siempre puede ser atribuido a un sitio de lesión tisular o inflamación fácilmente identificable. El dolor tiende a disminuir en la manera en que la lesión sana, aunque en algunos casos puede ocurrir un dolor crónico remanente de la lesión aguda. La mayoría de traumatismos producen dolor de tan corta duración que el TENS no está indicado. Las lesiones deportivas como desgarres ligamentarios o tirones musculares pueden ser tratados con TENS. Los grandes traumatismos asociados con lesiones múltiples probablemente produzcan en forma inicial u dolor de tal severidad y distribución que el TENS sea inefectivo, y se prefiera un analgésico sistémico. Una situación en que el TENS es muy efectivo en el dolor traumático, es el caso de las fracturas costales. El empleo de TENS resultó muy útil en un estudio de 24 pacientes con fracturas múltiples, ya que además de disminuir el dolor, también se vio incrementada la función ventilatoria.<sup>19</sup> Un buen ejemplo de dolor inflamatorio que es susceptible a TENS es el dolor orofacial agudo debido a infecciones odontológicas e inflamaciones pulpares; y el dolor asociado con artritis aguda, mialgia aguda o al síndrome miofascial, responde también a la terapia con TENS.<sup>10, 11, 15, 16</sup>

El dolor de parto ha sido disminuido exitosamente con TENS,<sup>20</sup> al igual que el dolor de la dismenorrea primaria. En un estudio aleatorio, Dawood & Ramos encontraron una eficacia de TENS similar a la del ibuprofeno en el alivio de la dismenorrea,<sup>21</sup> y Milsom y cols. en 1994 encontraron que el TENS aliviaba el dolor de la dismenorrea, en forma similar al naproxén, sin mostrar cambios en la actividad uterina.<sup>22</sup> La primera forma de dolor aguda tratada eficientemente con TENS fue el dolor posoperatorio. Desde entonces, su uso en esa situación ha crecido gran-



demente. La técnica es simple, y el cirujano puede colocar los electrodos estériles adyacentes a la incisión al final de la operación. Se han usado para cirugía abdominal, torácica, de columna, <sup>23</sup> cadera, postcesárea, etc. Las principales ventajas de el TENS sobre la terapia opiode es que el alivio del dolor es continuo, que no hay depresión respiratoria o sedación, y que no hay efectos deletéreos sobre la motilidad intestinal. <sup>10</sup> En un estudio a gran escala controlado con placebo, Lander & Fowler-Kerry, encontraron una significativa disminución del dolor por venopunción acompañada de TENS en niños de 5 a 15 años, comparada con el uso de TENS simulados. <sup>8</sup>

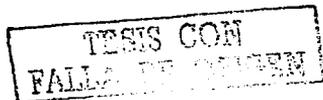
**DOLOR CRONICO.** El manejo satisfactorio del dolor crónico sigue siendo un gran problema para el clínico. Inicialmente el TENS fue probado en esos pacientes cuando habían fracasado todas las otras terapias convencionales. Ahora que se sabe más acerca del uso de TENS y su eficacia, a menudo resulta apropiado usar TENS como una terapia de primera elección. <sup>10</sup> El TENS es particularmente elegible para el tratamiento del dolor de origen neurogénico, incluyendo lesión nerviosa periférica, causalgia, neuralgia postherpética, <sup>24</sup> y neuritis intercostal. El dolor crónico de espalda, las radiculopatías, los síndromes compresivos, etc. son también elegibles para tratarse con TENS, al igual que los dolores faciales crónicos y la neuralgia del trigémino. En 1991, Marchand y cols., aplicaron TENS a 42 pacientes con lumbalgia, con resultados satisfactorios, concluyen que el cegamiento en estos estudios es muy difícil y recomiendan su uso a corto plazo en un programa multidisciplinario, y no como tratamiento único. <sup>25</sup> Las condiciones de dolor central, tales como lesión medular o la avulsión de plexo braquial pueden ser tratadas con TENS, aunque solo se puede esperar su efectividad si se logra generar parestesia suficiente. Un uso significativo del TENS es el tratamiento de la angina, no solamente se reduce el dolor, sino que hay un incremento en la capacidad vital, disminución del segmento ST, y una tolerancia incrementada al marcapasos. <sup>17</sup> En 1992, Johnson y cols. realizaron un estudio a gran escala con 1582 pacientes con dolor crónico de diverso origen, encontrando el tratamiento exitoso en más del 58% con el uso de TENS a largo plazo. <sup>26</sup> Son muy pocos los estudios en que se ha usado TENS en el paciente con cáncer. En 1982, Avellanosa & West aplicaron TENS a 60 pacientes con cáncer y dolor intratable. Encontraron alivio significativo a corto plazo, aunque la efectividad disminuyó después de 3 meses, y encontraron que los sitios de dolor distales respondieron mejor que el dolor en tronco. <sup>27</sup> En otro estudio, Ventafridda y cols., encontraron que más de la mitad de 159 pacientes con cáncer encontraron alivio del dolor a corto plazo, pero solamente el 35% de ellos tuvieron suficiente alivio del dolor después de un mes. Sin embargo, mencionan que en todos ellos el uso de TENS fue efectivo cuando se asociaba con analgésicos sistémicos, requiriendo una cantidad menor a la acostumbrada. <sup>7</sup> Mucho más escasa es la experiencia de TENS en niños con cáncer. Pothmann & Gobel encontraron efectivo el empleo de TENS y otras formas no medicamentosas



como medida complementaria al uso racional de analgésicos sistémicos en niños oncológicos. <sup>28</sup> Los estados de dolor crónico que tiene menor probabilidad de ser manejados con TENS son los generalizados y poco localizados, incluyendo dolor visceral y dolor psicógeno. <sub>10, 11, 15, 16</sub>

**COMPLICACIONES.** El uso de TENS está prácticamente libre de efectos colaterales. Se mencionan entre ellas irritación dérmica, la cual se previene cambiando al menos una vez al día el sitio de los electrodos, las quemaduras resultan del uso de TENS sobre una piel denervada o por insuficiente gel electrolítico, y ocasionalmente por fallas del equipo; pueden haber reacciones alérgicas al gel o al adhesivo. Finalmente, se puede desarrollar tolerancia al efecto analgésico, lo que se puede evitar cambiando el tipo de estimulación, con el retiro temporal de TENS o bien usando alternativamente otro método de analgesia. <sub>10</sub>

**CONTRAINDICACIONES.** Son pocas y de cierta relatividad. No estimular en cara anterior de cuello por la posibilidad de estimular la musculatura laríngea, o el seno carotídeo; en el embarazo; en presencia de un marcapasos cardíaco, y en pacientes psiquiátricos o con fobias a la electricidad. <sub>10, 15</sub>



## CORRIENTES INTERFERENCIALES

**Definición:** "Corriente Interferencia" es el fenómeno que ocurre cuando se aplican dos o más oscilaciones simultáneas al mismo punto o serie de puntos de un medio. <sup>29</sup> Cuando dos oscilaciones de corrientes se aplican al mismo sitio interfieren entre ellas, y puede haber un efecto aditivo, o interferencia constructiva, o bien, anulatorio, o interferencia destructiva. <sup>30</sup> En la terapia interferencial se usan dos corrientes alternas de frecuencia media, que interaccionan entre sí. Una corriente alterna tiene una frecuencia fija de 4,000 Hz, mientras que la frecuencia de la otra puede ajustarse entre 4,000 y 4,250 Hz. La superposición de una corriente alterna sobre la otra se denomina interferencia. En el punto donde se cortan las corrientes aparece una nueva corriente alterna de frecuencia media, con voltaje modulado. La diferencia en la frecuencia de ambas corrientes se denomina frecuencia de tratamiento. Las corrientes interferenciales son el resultado de la interacción de dos campos eléctricos con la utilización de dos pares de electrodos. <sup>29</sup>

El concepto de esta forma de terapia se debe a Nemeč, de Viena, en los años 50's, pero su utilización se vió reducida por la introducción de un caudal de analgésicos como la fenilbutazona, y por la falta de una explicación científica de sus efectos. Actualmente, con la introducción de la teoría del dolor por Melzack y Wall, <sup>13</sup> y el avance en la fisiopatología del dolor y la analgesia, la terapia interferencial tiene gran aceptación como una forma alterna de analgesia. <sup>12, 29, 30</sup>

### ACCION ANALGESICA

El efecto analgésico de la terapia interferencial pueden ser explicado en parte por la teoría de las compuertas, en forma similar al del TENS, comentado antes, pero pudieran estar involucrados otros mecanismos. La neuronas presentan una frecuencia máxima para la conducción de los potenciales de acción, que depende de el diámetro y del grado de mielinización de tal fibra. Una estimulación repetitiva a cualquier frecuencia superior a la máxima para esa fibra ( 1 kHz para una neurona motora grande) provoca el flujo de un potencial de acción. Si la frecuencia de la estimulación se eleva más, la estimulación sucesiva cae dentro del período refractario relativo o absoluto, y la fibra deja de conducir. Este efecto es llamado *inhibición Wedenski*. La estimulación prolongada a una frecuencia supramáxima puede causar eventualmente que el axón deje de conducir. La acomodación de la neurona es responsable de este efecto, causado por la elevación del umbral y fatiga sináptica.



La elevación de la temperatura local, permitiendo la dispersión de sustancias algésicas, la liberación de sustancias opioides endógenas, y el efecto placebo participan también en la disminución del dolor por la terapia interferencial. Por otra parte, la estimulación rápida de un nervio motor con corrientes interferenciales grandes, aunque confortables, puede resultar en una despolarización asincrónica de unidades motoras individuales, a manera de una contracción voluntaria, permitiendo la activación de más fibras motoras, incluyendo las de menor diámetro, a diferencia de la electroestimulación tradicional; esto es conocido como efecto *Gildemeister*. 31

#### INDICACIONES

Las indicaciones de las corrientes interferenciales son principalmente el manejo del dolor musculoesquelético, del espasmo muscular, y de la debilidad muscular. La intensidad de la corriente usada es regulada por el mismo paciente, hasta lograr un efecto placentero, evitando la contracción muscular, excepto cuando ésta se busca precisamente. La duración del tratamiento usualmente es de alrededor de 10 minutos, pero puede usarse de 5 a 30 minutos, hasta lograr la analgesia. La duración del efecto analgésico varía desde 0 hasta varias horas después de su aplicación. La frecuencia de tratamiento varía según el efecto deseado, siendo de hasta 200 Hz cuando se busca analgesia, y de hasta 100 Hz cuando se busca disminución de espasmos musculares. En los casos de dolor crónico se precisan mayores intensidades y tiempo de aplicación que en los dolores agudos. Las contraindicaciones y efectos indeseables son prácticamente los mismos que en otras formas de electroterapia. Un problema común en la utilización de la electroterapia es el fenómeno de acostumbramiento al efecto analgésico o acomodación; en la terapia interferencial se puede evitar éste mediante la variación de la salida de la intensidad entre los cuatro electrodos, o barrido. 12, 29, 30 Como en cualquier tipo de electroterapia, se debe evitar su uso en personas que tengan alteraciones de la conducta o de la personalidad, aunque en 1991, Shakshak y colaboradores aplicaron la terapia interferencial a 50 pacientes con probadas alteraciones de la personalidad, como hipocondríacas, depresivas o histéricas, con gonartrosis, y observaron que esas alteraciones de la personalidad no afectaron los buenos resultados obtenidos con las corrientes interferenciales. 32



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**¿ LOS PACIENTES ONCOLOGICOS EN EDAD PEDIATRICA CON DOLOR, TRATADOS CON LA APLICACION DE TENS, PRESENTAN MEJOR RESPUESTA EN COMPARACION CON LOS TRATADOS CON CORRIENTES INTERFERENCIALES?**

TESIS CON  
FALLA DE ALIEN

## ESPECIFICACION DE LAS VARIABLES

### VARIABLES INDEPENDIENTES:

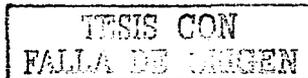
- 1.- ESTIMULACION ELECTRICA TRANSCUTANEA NERVIOSA (TENS)
- 2.- CORRIENTES INTERFERENCIALES

TIPO DE VARIABLE: NOMINAL, DISCRETA, FINITA Y DETERMINISTICA

### VARIABLE DEPENDIENTE:

- 1.- RESPUESTA AL DOLOR

TIPO DE VARIABLE: ALEATORIA, NOMINAL, DISCRETA Y FINITA



### **HIPOTESIS DE TRABAJO**

**LOS PACIENTES ONCOLOGICOS EN EDAD PEDIATRICA CON DOLOR DE EXTREMIDADES, TRATADOS CON APLICACION DE TENS, PRESENTAN MEJOR RESPUESTA EN COMPARACION CON LOS MANEJADOS CON CORRIENTES INTERFERENCIALES.**

### **HIPOTESIS DE NULIDAD O HIPOTESIS CERO.**

**LOS PACIENTES ONCOLOGICOS EN EDAD PEDIATRICA CON DOLOR EN EXTREMIDADES, TRATADOS CON APLICACION DE TENS, NO PRESENTAN MEJOR RESPUESTA EN COMPARACION CON LOS MANEJADOS CON CORRIENTES INTERFERENCIALES**



**TIPO DE ESTUDIO**

**PROSPECTIVO, LONGITUDINAL, EXPERIMENTAL, COMPARATIVO Y DE CAUSA EFECTO**

**ENCUESTA PROSPECTIVA COMPARATIVA**

**TESIS CON  
FALLA DE ANGEN**

**CRONOGRAMA DEL PROYECTO:**

ACTIVIDAD	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
A) DISEÑO DE PROTOCOLO	*	*					
B) INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA	*	*	*				
C) REDACCION DE PROTOCOLO			*				
D) PRESENTACION DE PROTOCOLO AL COMITE LOCAL DE INVESTIGAC.			*				
E) APROBACION DEL PROTOCOLO POR EL C.L.I.			*				
F) RECOLECCION DE DATOS				*	*	*	*
G) PROCESAMIENTO DE DATOS					*		
H) ANALISIS ESTADISTICO DE DATO					*		
I) ELABORACION DE CONCLUSIONES					*		
J) REDACCION DE LA TESIS					*		
K) ACTIVIDADES DE DIFUSION					*	*	
L) ENVIO PARA PUBLICACION					*		

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONSIDERACIONES ETICAS APLICABLES AL ESTUDIO

El presente estudio toma en consideración los conceptos éticos de la declaración de Helsinki, revisada por la 29a. Asamblea Médica Mundial de Tokio en 1975.

...cuya finalidad de la investigación biomédica con sujetos humanos debe ser el perfeccionamiento de los métodos diagnósticos, terapéuticos y profilácticos, y el conocimiento de la etiología y patogenia de la enfermedad.

.....donde debe respetarse el derecho de cada individuo de salvaguardar su integridad personal.

## CONSIDERACIONES DE LAS NORMAS E INSTRUCTIVOS INSTITUCIONALES EN MATERIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA

El presente estudio esta bajo las consideraciones que norman e instruyen la investigación nacional de la Ley General de Salud y de la Coordinacion de Investigación Médica del IMSS.



**MATERIAL Y METODOS.**

TESIS CON  
FALLA DE CIEGEN

Se incluyeron para el estudio a pacientes de ambos sexos, con edad entre 5 y 16 años, ingresados por leucemia en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional "Siglo XXI", durante noviembre y diciembre de 1996, que tuvieran dolor en extremidades relacionado con su padecimiento o tratamiento, de acuerdo a los criterios para el estudio.

#### CRITERIOS DE INCLUSION

- a).- SEXO FEMENINO O MASCULINO
- b).- ENTRE 5 Y 16 AÑOS DE EDAD
- c).- CON CUADRO ACTIVO DE LEUCEMIA
- d).- NO HABER RECIBIDO ALGUN TRATAMIENTO PREVIO DE ELECTRO-TERAPIA
- e).- SIN PATOLOGIA INFECCIOSA AGREGADA
- f).- ACEPTACION POR PARTE DEL PACIENTE Y DE LOS FAMILIARES
- g).- QUE TENGAN DOLOR EN EXTREMIDADES ORIGINADO POR SU PADECIMIENTO O POR SU TRATAMIENTO RADIOTERAPICO O QUIMIOTERAPICO, INCLUYENDO DOLOR POR VENOPUNCION.

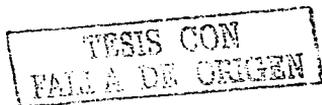
#### CRITERIOS DE NO INCLUSION

- a).- ALTERACIONES DEL ESTADO DE LA CONCIENCIA
- b).- ALTERACIONES DE LA COMUNICACION
- c).- DOLOR EN EXTREMIDADES DE ORIGEN TRAUMATICO, EXCEPTO POR VENOPUNCION.
- d).- PACIENTES CON AREAS DERMICAS ANESTESICAS EXTENSAS.

#### CRITERIOS DE EXCLUSION

- a).- INTERRUPCION DEL TRATAMIENTO POR PARTE DEL PACIENTE
- b).- EXACERBACION DEL DOLOR ATRIBUIBLE AL TRATAMIENTO CON TENS O CORRIENTES INTERFERENCIALES
- c).- TEMOR EXTREMO A LA ELECTROTERAPIA

En base a su orden de captación, se asignaron aleatoriamente a uno de dos grupos de tratamiento: TENS (Grupo Experimental), o corrientes interferenciales (C.I.) (Grupo Control)



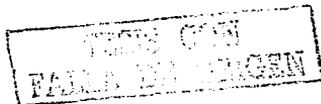
Previamente a su tratamiento, se les aplicó un cuestionario (anexo 1), que incluye una escala analógica visual para cuantificar el dolor antes y después del tratamiento, del 0 al 10, en donde una calificación de 0 a 3 se consideró como dolor leve, de 4 a 6 moderado; de 7 a 8, intenso; y de 9 a 10, intolerable. Se aplicó también una hoja de autorización especial para pacientes pediátricos (anexo 2).

El grupo TENS recibió tratamiento con un equipo portátil TENS-2001, de 4 electrodos autoadheribles de caucho-carbón, aplicados al trayecto nervioso principal relacionado con el sitio del dolor en la (s) extremidad (es) afectada (s). En el caso de ambas extremidades inferiores se aplicaron en región lumbar, sobre el sitio de emergencia de las raíces relacionadas por dermatomas con el dolor. Las calibraciones del equipo fueron fijas en una frecuencia de 140 Hz y una duración de pulso de 0.5 mseg, en cambio, la intensidad del impulso se inició en 10 miliamperos, elevándola gradualmente hasta que el paciente percibiera una parestesia agradable, hasta un máximo de 40 mA. Se usó la modalidad TENS convencionales. Se administró una dosis diana, a la misma hora por la mañana, durante 40 minutos, registrando el tiempo de inicio de la analgesia, la duración del efecto analgésico, el número de días de tratamiento, la intensidad de la corriente requerida, la variación en los requerimientos de medicamentos analgésicos adicionales, si los hubo; su impresión personal sobre el tratamiento, y la respuesta analgésica, mediante una escala porcentual visual, del 0 al 100%, donde una respuesta de 0-20% se consideró como mala, de 30-50% regular, de 60-80% buena, y de 90-100%, excelente. Asimismo, se aplicó nuevamente la escala analógica visual para cuantificar el dolor después del tratamiento. El cuestionario incluye también datos sobre su padecimiento y relacionados con su dolor.

De manera similar y con el mismo cuestionario, el grupo C.I. recibió tratamiento con corrientes interferenciales con un equipo Multiplex CL-10, con una frecuencia de 0-180 Hz, con técnica de barrido; la intensidad de la corriente se incrementó gradualmente hasta que el paciente percibiera una parestesia agradable y confortable, evitando la contracción muscular, por 40 minutos diariamente.

Para el análisis estadístico se utilizó la T de student. Se consideraron como estadísticamente significativos los valores de  $p < 0.05$ .

Los recursos materiales y económicos son los propios de la Institución. Los recursos humanos fueron los investigadores de este estudio. Los resultados del estudio se difundirán en sesión general de la UMFRRS en el mes de enero de 1997.



**RESULTADOS.**

TESIS CON  
FALLA DE CALIFICACION

Se incluyeron en el estudio 17 pacientes para el grupo TENS y 17 para el grupos C.I. La edad promedio para el grupo TENS fué de  $8.8 \pm 3.6$  años, mientras que para el grupo C.I. fué de  $9.0 \pm 3.06$  años, con una  $p > 0.05$ , sin diferencia estadísticamente significativa (Tabla 1).

TABLA 1. DISTRIBUCION POR GRUPOS DE EDAD EN AMBOS TRATAMIENTOS

EDAD/GRUPO	5-7 AÑOS	8-10 AÑOS	11-13 AÑOS	14-16 AÑOS	TOTAL
TENS	8 (47.1%)	4 (23.5%)	2 (11.8%)	3 (17.6%)	17
C.I.	5 (29.4%)	7 (41.2%)	3 (17.6%)	2 (11.8%)	17
TOTAL	13(38.2%)	11(32.4%)	5 (14.7%)	5 (14.7%)	34

TENS: GRUPO TENS

C.I.: GRUPO CORRIENTES INTERFERENCIALES

$n = 34$

Prom TENS:  $8.8 \pm 3.6$  años

$p > 0.05$  PROM C.I.:  $9.0 \pm 3.06$  años

En cuanto al sexo, en ambos grupos predominó el masculino: para el grupo TENS 11 niños (64%) y 6 niñas (36%); mientras que para el grupo C.I. hubieron 13 niños (76%) y 4 niñas (24%), sin una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

Todos los pacientes tuvieron uno de dos diagnósticos, Leucemia linfoblástica aguda tipo 1 FAB (LLAL1) o Leucemia mieloblástica aguda M4 (LMAM4). Para el grupo TENS, 8 niños y 3 niñas con LLAL1, y 3 niños por 3 niñas con LMAM4; mientras que para el grupo C.I. 9 niños y 3 niñas con LLAL1, por 4 niños y una niña con LMAM4, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos en cuanto al diagnóstico, aunque sí la hubo en cuanto al predominio de LLAL1 en ambos grupos, ya que se encontró que hubieron 11 pacientes con LLAL1 por 6 con LMAM4 para el grupos TENS; y 12 pacientes con LLAL1 por 5 con LMAM4 para el grupo C.I. En total, hubieron 23 pacientes con LLAL1 (67.6%), por 11 con LMAM4 (32.4%) (Tabla 2).

TABLA 2. DIAGNOSTICO RESPECTO AL SEXO Y GRUPO DE TRATAMIENTO

DIAGNOSTICO	LLAL1			LMAM4			TOTAL
	MASC	FEM	TOTAL	MASC	FEM	TOTAL	
TENS	8	3	11	3	3	6	17
C.I.	9	3	12	4	1	5	17
TOTAL	17	6	23	7	4	11	34

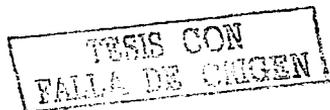
TENS: GRUPO TENS

C.I.: GRUPO CORRIENTES INTERFERENCIALES

MASC: MASCULINO

FEM: FEMENINO

$n = 34$



El tiempo de evolución del padecimiento para el grupo TENS fué en promedio de  $14.1 \pm 12.99$  meses. Para C.I. de  $12.9 \pm 8.67$  meses, con  $p > 0.05$  (Tabla 3)

**TABLA 3. TIEMPO DE EVOLUCION DEL PADECIMIENTO**

EVOLUC	< 1 MES	1-6 M	7-12 M	13-18 M	19-24 M	> 25 M	TOTAL
TENS	2	4	3	4	2	2	17
C.I.	0	3	5	4	3	2	17
TOTAL	2	7	8	8	5	4	34

TENS: GRUPO TENS

C.I.: GRUPO CORRIENTES INTERFERENCIALES

$n = 34$

$p > 0.05$

La mayoría de pacientes tuvieron dolor en más de una extremidad en ambos grupos, predominando el dolor simultáneamente en ambas extremidades inferiores en 8 pacientes (47.1%) en el grupo TENS, y en 10 (58.9%) en el grupo C.I. (Tabla 4). En promedio se aplicaron en 1.65 extremidades para el grupo TENS y en 1.88 para el grupo C.I., sin diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

**TABLA 4. EXTREMIDADES EN QUE SE APLICÓ EL TRATAMIENTO. AMBOS GRUPOS**

EXTREMIDAD	MTI	MTD	MPI	MPD	TOTAL
TENS	6	1	11	10	28
C.I.	6	1	14	11	32
TOTAL	12	2	25	21	60

TENS: GRUPO TENS

C.I.: GRUPO CORRIENTES INTERFERENCIALES

$n = 34$

$p > 0.05$

MPI: MIEMBRO PELVICO IZQUIERDO

MPD: MIEMBRO PELVICO DERECHO

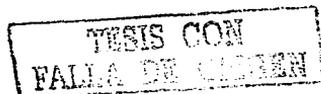
MTI: MIEMBRO TORACICO IZQUIERDO

MTD: MIEMBRO TORACICO DERECHO

El número de sesiones fué de  $2 \pm 1.32$  sesiones (rango 1-5) para TENS, y de  $1.64 \pm 1.17$  para C.I. ( $p > 0.05$ ).

El tiempo de evolución del dolor para el grupo TENS fué desde 3 días, hasta 9 meses, con un promedio de  $52.2 \pm 72.97$  días. Para el grupo C.I. fué de 3 días a 2 meses, con un promedio de  $34.11 \pm 23.33$  días, con una  $p < 0.05$ , encontrándose una diferencia estadísticamente significativa.

El tiempo de inicio del alivio fué de un promedio de  $5.67 \pm 2.44$  minutos para el grupo TENS, mientras que para el grupo C.I. fué de  $8.21 \pm 4.55$  min ( $p < 0.05$ ), con una diferencia estadísticamente significativa.



La duración del efecto analgésico fué para el grupo TENS en promedio de 15.7 ± 6.45 horas. Para C.I. de 11.57 ± 4.66 horas ( $p < 0.05$ ), con una diferencia estadísticamente significativa.

Todos los pacientes consideraron el tratamiento como útil y agradable en ambos grupos.

En el grupo TENS, 8 pacientes habían recibido quimioterapia y 2 radioterapia. En el grupo C.I., 12 quimioterapia y 1 radioterapia, predominando en ambos el tratamiento con vincristina.

Respecto al requerimiento de medicamentos analgésicos adicionales al tratamiento, de 34 sesiones de tratamiento empleadas en el grupo TENS ( $n_1 = 17$ ), se encontró que en ninguna se requirió una cantidad mayor de ellos, en 2 la misma cantidad, en 20 una cantidad menor, y en 12 ningún medicamento analgésico. Para el grupo C.I. de un total de 28 sesiones aplicadas para el total de 17 pacientes, en ninguna se requirió una cantidad mayor, en 1 igual cantidad, en 25 menor, y en dos ninguno, encontrándose diferencia estadísticamente significativa en el número de sesiones en que no se requirió ningún medicamento a favor del grupo TENS (Tabla 5). El tipo de analgésico empleado fué predominantemente del tipo de los analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINEs). El AINE más empleado fué el paracetamol, el opioide más empleado fué la buprenorfina (2 pacientes en cada grupo).

TABLA 5. REQUERIMIENTO DE ANALGÉSICOS EN LAS SESIONES. AMBOS GRUPOS

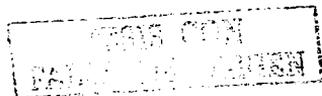
MEDIC/GRUP	MAS	IGUAL	MENOS	NINGUNO	TOTAL
TENS	0	2	20	12	34
C.I.	0	1	25	2	28
TOTAL	0	3	45	14	64

TENS: GRUPO TENS

C.I.: GRUPO CORRIENTES INTERFERENCIALES

$n = 34$

El dolor antes del tratamiento fué en promedio de 8.35 ± 0.57 para el grupo TENS, y de 8.33 ± 0.54 para C.I. ( $p > 0.05$ ). Después del tratamiento fué de 3.88 ± 1.04 para el grupo TENS, y de 4.68 ± 1.41 para C.I. ( $p < 0.05$ ). Cuando se considera el cambio en la intensidad del dolor después del tratamiento, se tiene una diferencia muy significativa estadísticamente ( $p < 0.005$ ) en ambos grupos de tratamiento. Sin embargo, cuando se comparan ambos grupos, se obtiene una  $p > 0.05$ , por tanto, se observa excelente respuesta en ambos grupos, pero no se encuentra diferencia estadísticamente significativa en la respuesta analgésica con TENS comparada con corrientes interferenciales (Cuadro 6)



CUADRO 6. INTENSIDAD DEL DOLOR ANTES Y DESPUES DE LOS TRATAMIENTOS

GRUPO	DOLOR ANTES	DOLOR DESPUES	
TENS	8.35 ± 0.57	3.88 ± 1.04	p < 0.0005
C.I.	8.33 ± 0.54	4.68 ± 1.41	p < 0.0005
	p > 0.05	p < 0.05	

TENS: GRUPO TENS

p > 0.05

C.I: GRUPO CORRIENTES INTERFERENCIALES

(ESCALA ANALOGA VISUAL)

Finalmente, cuando se aplicó la escala porcentual visual para determinar el grado de alivio, se encontró un promedio de 85.8% para TENS, y de 81.07% para C.I., por tanto, la respuesta para ambos tratamientos es buena. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa (p > 0.05).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DISCUSION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

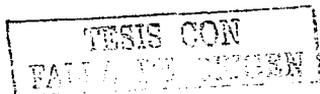
Existen en la actualidad muy pocas publicaciones sobre el uso de la electroanalgesia en los pacientes con cáncer, y son menos los trabajos que investiguen en niños. El dolor en los niños con cáncer es de naturaleza multifactorial, ya que se sobrepone causas psicológicas, tumorales, neurotóxicas (quimio y radioterapia), y traumáticas por métodos de obtención de biopsias y por venopunción, además, las inherentes al síndrome de reposo prolongado y síndromes paraneoplásicos. En nuestro estudio, encontramos que más de la mitad habían recibido tratamiento con vincristina, de conocido efecto neurotóxico, <sup>7</sup> además de radioterapia y múltiples antibióticos.

Con el fin de homogeneizar la muestra al máximo, se optó por seleccionar únicamente a los niños con leucemia, ya que es el tipo de cáncer más frecuente a nivel mundial. Los datos demográficos obtenidos en nuestro estudio respecto a edad, sexo y diagnóstico, son congruentes con los reportados por la literatura, <sup>1, 2, 3</sup> además de que no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos.

El tamaño de la muestra (17 pacientes para cada grupo) es pequeño, no obstante que el estudio se realizó en un hospital de concentración. Esto puede ser explicado en parte por el período de estudio (dos meses) y por el hecho de que no todos los pacientes tienen dolor al momento de su ingreso. El número de sesiones por paciente (2 para TENS y 1.64 para C.I.) se encuentra bajo, en relación con el período de estancia hospitalaria, además de que el tratamiento se dejaba de aplicar si el paciente reportaba no tener dolor en una nueva entrevista. Aunque algunos niños recibieron el tratamiento por más días (para TENS hubo un niño que lo recibió por 11 sesiones, y dos por 9 sesiones, para C.I. un niño recibió 14 sesiones, y tres por más de seis días), se decidió realizar el corte a los 5 días, ya que otros, en cambio, recibieron solo una sesión. También hubo un número de pacientes en los que no fue posible tener datos sobre la duración de la analgesia o el requerimiento de medicamentos extra, debido a su egreso imprevisto, y no se tomó en cuenta el resultado de esa última sesión para el estudio.

La edad mínima para el estudio fue de 5 años. Este parámetro fue decidido por la dificultad para la valoración con una escala análoga visual en niños menores a esta edad. En cambio, se destaca la gran aceptación del tratamiento por parte de los pacientes y de sus padres para el estudio, y no se encontró rechazo al mismo en ninguno. La mayoría de ellos no tenían conocimiento de la existencia de estas formas de analgesia.

La aplicación de las escalas de valoración y del cuestionario, así como del tratamiento, resultó sencilla cuando se explicó en forma sencilla y con paciencia el funcionamiento de los equipos y el efecto esperado.



Aunque en todos los parámetros evaluados el TENS mostró ligera superioridad sobre las corrientes interferenciales, especialmente en el tiempo de inicio de la analgesia y en la duración de la misma, en relación a la efectividad para disminuir el dolor, no mostró ser superior a las corrientes interferenciales, ya que ambos mostraron una respuesta muy buena, sin diferencia estadísticamente significativa.

Se debe mencionar, no obstante, que los equipos TENS ofrecen algunas ventajas sobre las corrientes interferenciales, ya que son ligeros, portátiles, y operados por baterías recargables, durables, baratas y fáciles de conseguir, además de que el propio aparato es de aproximadamente la décima parte del valor comercial de un equipo de corrientes interferenciales, y de apariencia menos intimidante. Ventafredda y cols. encontraron útil el empleo de TENS en el manejo del dolor en el paciente con cáncer, aunque notaron que su efecto analgésico, excelente durante los primeros días, tendía a disminuir con el tiempo; encontraron también que el efecto benéfico del TENS se podría incrementar combinándolo con el uso de psicotrópicos y AINEs, especialmente para los pacientes con dolor neuropático. En referencia al bajo costo de su uso, y a la ausencia de efectos colaterales, se podría intentar el uso de TENS en estos pacientes por 3 o 4 semanas. En nuestro estudio encontramos también un efecto aditivo entre los analgésicos medicamentosos y la electroterapia, disminuyendo la dosis usual de los primeros en casi todos los pacientes.

Un estudio a mayor escala puede dar bases definitivas para el empleo seguro de esta forma de analgesia en niños, especialmente en aquellos en que se desee evitar el uso continuo y prolongado de analgésicos farmacológicos.

TESIS CON  
FALLA DE INDEXEN

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES

TESIS CON  
FALLA DE CINGEN

**En el presente estudio se demostró la utilidad de ambos tratamientos, TENS y corrientes interferenciales, para disminuir el dolor en el paciente oncológico pediátrico con dolor en extremidades, en forma estadísticamente significativa.**

**El tratamiento con TENS mostró superioridad sobre las corrientes interferenciales respecto al tiempo de inicio de la analgesia y en la duración de la misma.**

**El tratamiento con TENS, no obstante, no logró mostrar ser significativamente mejor en la efectividad para disminuir el dolor que las corrientes interferenciales, ya que ambos mostraron ser muy útiles para ese propósito, sin diferencia estadísticamente significativa entre los dos tratamientos.**

## BIBLIOGRAFIA

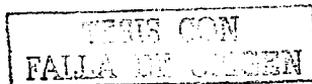
- 1- Behrman RE, Vaughan VC. Nelson, Tratado de pediatría, 14a ed.. México: Interamericana-McGraw-Hill; 1992 (2):1565-1594.
- 2- Fajardo-Gubérrez A, Mendoza-Sánchez H, Valdéz Martínez E, Mejía-Aranguré M, Yamamoto-Kimura L, Mejía-Domínguez AM, et al. Frecuencia de neoplasias malignas en niños atendidos en hospitales del Distrito Federal. *Bol Med Hosp Inf Mex* 1996, 53: 57-66.
- 3- Fajardo-Gutiérrez A, Mejía-Aranguré M, Gómez-Delgado A, Mendoza-Sánchez H, Garduno-Espinosa J, Martínez-García MC. Epidemiología de las neoplasias malignas en niños residentes del Distrito Federal (1982-1991). *Bol Med Hosp Inf Mex* 1995, 52: 507-516
- 4- Champlin R, Golde DW. Las leucemias. En: Wilson JD, Braunwald E, et al. Harrison. Principios de medicina interna. 12a ed. México: Interamericana-McGraw-Hill, 1991 (2):1800-1809.
- 5- International Association for the Study of Pain. Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. *Pain* 1986; 3(suppl): S1-S12.
- 6- Payne R. Anatomía, fisiología y neurofarmacología del dolor por cáncer. *Clin Med Norteam* 1987;2:149-63.
- 7- Bonica JJ, Ventafridda V, Twycross RG. Cancer pain. En: Bonica JJ. The management of the pain. 2a. ed. London: Lea & Febiger, 1990 (1):400-460.
- 8- Lander J, Fowler-Kerry S. TENS for children's procedural pain. *Pain* 1993; 52:209-16.
- 9- Hynes A. A Review of the historical uses of electricity. En: Mannheimier JS. Clinical transcutaneous nerve stimulation. 1a. ed. Philadelphia: F.A. Davies Company, 1986:1-5.
- 10- Woolf CF, Thompson JW. Stimulation-Induced analgesia: Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and vibration. En: Wall PD & Melzack R. Textbook of pain. 3a. ed. London: Churchill Livingstone 1994:1191-1208
- 11- Gersh MR. Electrotherapy in rehabilitation, 1a. ed. Philadelphia: F.A. Davies Company, 1992:149-196.



- 12.- Savage B. Interferential therapy. 1a. ed London: Faber & Faber 1990:57-66
- 13.- Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: A new theory. *Science* 1965; 150:971-79.
- 14.- Wall PD, Sweet WH. Temporary abolition of pain in man. *Science* 1967; 155:108-109.
- 15.- Sjolund BH, Ericksson M, Loesser JD. Transcutaneous and implanted electric stimulation of peripheral nerves. En: Bonica JJ. The management of pain. 2a. ed. London: Lea & Febiger 1990 (2):1852-1861.
- 16.- Mannheimer JS, Lampe GN. Pain and TENS in pain management. En: Mannheimer JS. Clinical transcutaneous electrical nerve stimulation. 1a. ed. Philadelphia: F.A. Davies Company, 1986:7-27
- 17.- Mannheimer C, Carlsson CA. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with severe angina pectoris. *Circulation* 1985; 71:308-16.
- 18.- Meyler WJ, Jongste MJL, Rolf CAM. Clinical evaluation of pain treatment with electrostimulation: A study on TENS in patients with different pain syndromes. *Clin J Pain* 1994; 10: 22-27.
- 19.- Sloan JP, Muwanga CL, Waters EA, Dove AF, Dave SH. Multiple ribs fractures: Transcutaneous nerve stimulation versus conventional analgesia. *J Trauma* 1986, 26: 1120-23.
- 20.- Grim LC, Morey SH. Transcutaneous electrical nerve stimulation for relief of parturition pain. *Phys Ther* 1985; 65:337-40.
- 21.- Dawood MY, Ramos J. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for the treatment of primary dysmenorrhea. *Obst Gynecol* 1990; 75:656-60.
- 22.- Milson I, Hedner N, Mannheimer C. A comparative study of high-intensity transcutaneous nerve stimulation and oral naproxen on intrauterine pressure and menstrual pain in patients with primary dysmenorrhea. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 170:123-29.
- 23.- Issenman J, Nolan MF. Transcutaneous electrical nerve stimulation for pain control after spinal fusion with Harrison rods. *Phys Ther* 1985; 65:1517-20.
- 24.- Nathan PW, Wall PD. Treatment of post-herpetic neuralgia by prolonged electric stimulation. *Br Med J* 1974; 3:645-47.



- 25.- Marchand S, Charest J, Li J, Chénard JR, Lavignotte B, Laurencelle L. Is TENS purely a placebo effect? A controlled study on chronic low back pain. *Pain* 1993; 54:99-106.
- 26.- Johnson MI, Ashton CH, Thompson JW. Long term use of transcutaneous electrical nerve stimulation at Newcastle Pain Relief Clinic. *J R S Med* 1992; 85:267-69.
- 27.- Avellanosa AM, West CR. Experience with transcutaneous electrical nerve stimulation for relief of intractable pain in cancer patients. *J Med* 1982; 13:203-13.
- 28.- Pothmann R, Gobel U. Diagnosis and therapy of pain in pediatric oncology. *Klin Padiatr* 1986; 198:479-83.
- 29.- Hogekamp M, Mittelmeijer E, et al. Manual de terapia Interferencial. Equipo Endomed, 1990.
- 30.- Hooker DN. Corrientes eléctricas estimulantes. En: Prentice WE. Técnicas Terapéuticas. 1a. ed. Madrid: Mosby-Year Book, 1993:74-78.
- 31.- Goats, GC. Interferential current therapy. *Br J Sports Med* 1990; 24:87-92.
- 32.- Shafshak TS, El-Sheshai AM, Soltan HS. Personality traits in the mechanisms of interferential therapy for osteoarthritic knee pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72:579-81.



ANEXOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
HOSPITAL DE PEDIATRIA DEL CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

VALORACION DE PROGRAMA

FECHA: \_\_\_\_\_ SERVICIO: \_\_\_\_\_ DIAGNOSTICO: \_\_\_\_\_  
PACIENTE: \_\_\_\_\_ AFILIACION: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_  
NOMBRE DEL FAMILIAR: \_\_\_\_\_ PARENTESCO: \_\_\_\_\_  
TIEMPO DE EVOLUCION: \_\_\_\_\_ No. DE RECAIDAS \_\_\_\_\_  
MOTIVO DE INGRESO ACTUAL: \_\_\_\_\_  
TRATAMIENTO EMPLEADO: \_\_\_\_\_

TIPO DE DOLOR: \_\_\_\_\_ REGION DOLOROSA: \_\_\_\_\_  
TIEMPO DESDE EL INICIO DEL DOLOR \_\_\_\_\_ TECNICA USADA: ( ) TENS ( ) CI  
INTENSIDAD DE CORRIENTE REQUERIDA: \_\_\_\_\_ HORA DE APLICACION: \_\_\_\_\_  
NUMERO DE APLICACION: \_\_\_\_\_

A). ANTES DEL TRATAMIENTO, ELIGE UN NUMERO QUE DESCRIBA LA INTENSIDAD DEL DOLOR (EL NUMERO 0 INDICA QUE NO HAY ABSOLUTAMENTE DOLOR, EL NUMERO 10 EL MAXIMO DOLOR QUE HAYAS EXPERIMENTADO). MARCALO SOBRE LA RAYA

0.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10

B). DESPUES DEL TRATAMIENTO, MARCA SOBRE LA RAYA EL GRADO DE ALIVIO DE TU DOLOR QUE OBTUVISTE CON EL TRATAMIENTO (SI MARCAS "0" QUIERE DECIR QUE NO HUBO NINGUN ALIVIO, MIENTRAS QUE SI MARCAS 100% QUIERE DECIR QUE SE ALIVIO POR COMPLETO TU DOLOR)

0%    10%    20%    30%    40%    50%    60%    70%    80%    90%    100%

C). ANOTA EL TIEMPO QUE TRANSCURRE DESDE QUE SE APLICA LA TERAPIA ELEGIDA, HASTA QUE NOTAS QUE TU DOLOR DISMINUYE: \_\_\_\_\_

D). ANOTA LA DURACION DEL ALIVIO DESPUES QUE SE HAYA APLICADO LA TERAPIA ELEGIDA: \_\_\_\_\_ (EL TIEMPO TRASCURRIDO HASTA QUE EL DOLOR AUMENTE NUEVAMENTE).

E). ENCONTRASTE EL TRATAMIENTO: ( ) AGRADABLE ( ) DESAGRADABLE ( ) UTIL ( ) INUTIL ( ) INDIFFERENTE

F). ¿REQUERISTE MEDICINA PARA EL DOLOR? ( ) MAS ( ) MENOS ( ) IGUAL ( ) NO



**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACION EN EL ESTUDIO  
(REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACION PARA LA SALUD)**

México, D.F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 1996. Por medio de la presente, autorizo a que mi \_\_\_\_\_ participe en el proyecto de investigación titulado ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE LEUCEMICO EN EDAD PEDIATRICA MEDIANTE EL USO DE TENS Y CORRIENTES INTERFERENCIALES, registrado ante el Comité Local de Investigación con el número \_\_\_\_\_

El objetivo del estudio es DETERMINAR LA EFECTIVIDAD DE DICHAS TECNICAS TERAPEUTICAS SOBRE EL DOLOR EN ESTE TIPO DE PACIENTES. Se me ha explicado que mi participación consistirá en PERMITIR QUE A MI \_\_\_\_\_ SE LE APLIQUE LA TERAPIA CON \_\_\_\_\_. Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes y beneficios derivados de nuestra participación en el estudio. El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para su tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con su tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirar a mi representado(a) del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibe del Instituto.

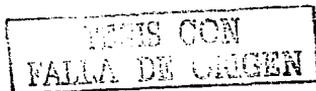
El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará a mi representado(a) en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con su privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque ésta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del padre, madre, tutor o representante legal

\_\_\_\_\_  
Nombre, matrícula y firma del investigador

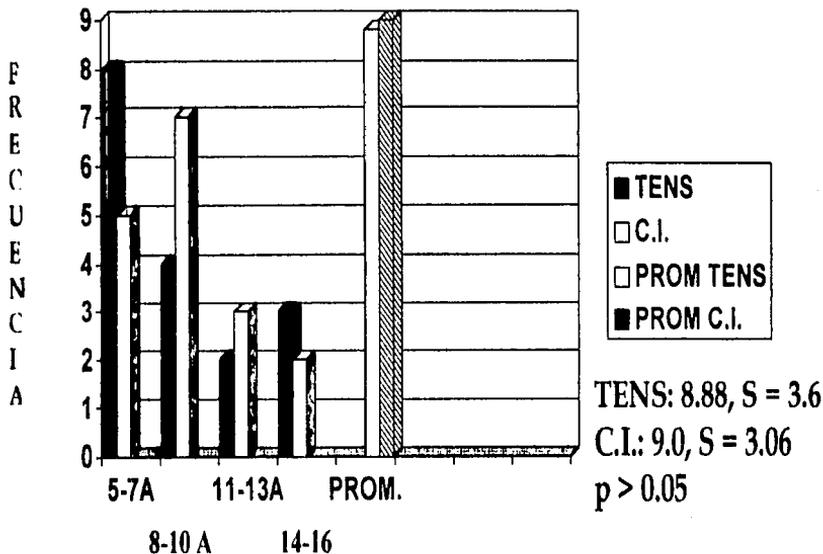
\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Testigo



ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL MANEJO DEL  
DOLOR EN EL PACIENTE ONCOLOGICO EN EDAD  
PEDIATRICA MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES

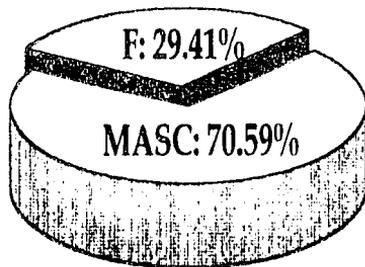
FRECUENCIA POR EDAD



ESTUDIO COMPARATIVO  
Sobre el manejo del dolor en el paciente oncológico en edad pediátrica mediante el uso de TENS y corrientes interferenciales

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL MANEJO DEL DOLOR  
EN EL PACIENTE ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
MEDIANTE EL USO DE TENS Y CORRIENTES  
INTERFERENCIALES

DISTRIBUCION POR SEXO. AMBOS GRUPOS



TENS: M = 11

F = 6

C.I: M = 13

F = 4

$n = 34$

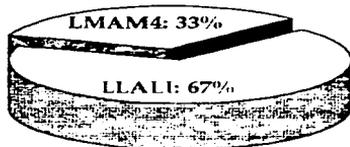
$p > 0.05$

64

RECIBO EN VALIDEZ  
MCO SIBEL

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL  
MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE  
ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES

DIAGNOSTICO. AMBOS GRUPOS

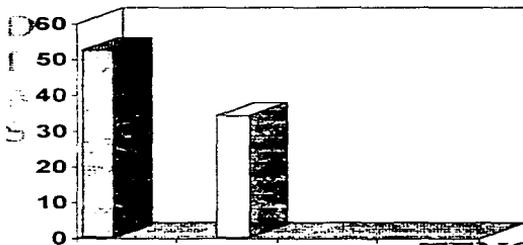


TENS: LLAL1: 11  
LMAM4: 6  
C.I.: LLAL1: 12  
LMAM4: 5

$P > 0.05$      $n = 34$

TESIS CON  
FALLA DE CUBRIR

**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL  
MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE  
ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES**



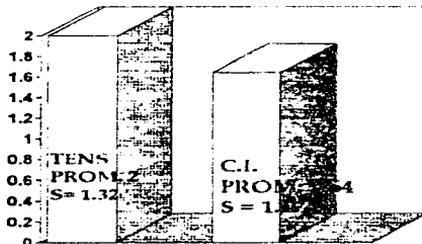
**TENS: 52.2 d, S = 72.97**  
**C.I.: 34.11 d, S = 23.33**

UMFRRS/HPC/MIT/SXXI

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL  
MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE  
ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES**

**NUMERO DE SESIONES DE TRATAMIENTO**



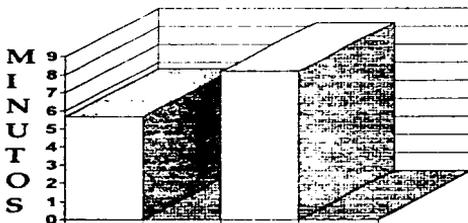
**TOTAL TENS: 34  
TOTAL C.I.: 28**

UMFRRS/HPCMIN"XXXI"

**TESIS CON  
FALLA DE CUBREN**

**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL  
MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE  
ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES**

**TIEMPO DE INICIO DE LA ANALGESIA**



**P < 0.05**

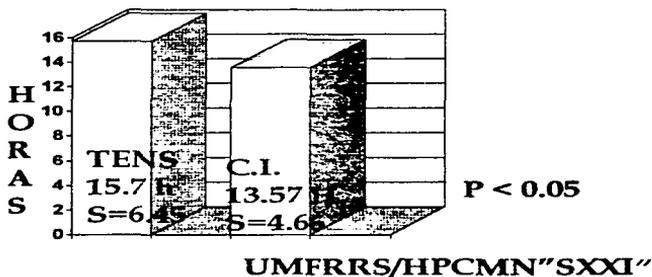
<b>TENS</b>	<b>C.I.</b>
<b>5.67</b>	<b>8.21</b>
<b>S=2.44</b>	<b>S=4.55</b>

UMIFRRS/HPCMN" SXXI"

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL  
MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE  
ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
CORRIENTES INTERFERENCIALES

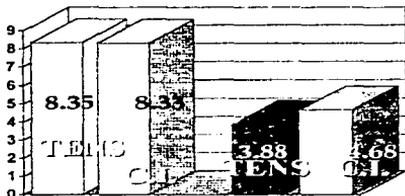
DURACION DE LA ANALGESIA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE EL  
 MANEJO DEL DOLOR EN EL PACIENTE  
 ONCOLOGICO EN EDAD PEDIATRICA  
 MEDIANTE EL USO DE TENS Y  
 CORRIENTES INTERFERENCIALES

INTENSIDAD DEL DOLOR ANTES Y DESPUES DEL Tx.  
 (ESCALA ANALOGA VISUAL)



DOLOR ANTES/  
 DESPUES:  $P < 0.0005$

TENS/C.I:  $p > 0.05$

DOLOR ANTES      DOLOR DESPUES

UMFRRS/HPCMIN"XXXI"

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN