

11222
24.20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA DE REHABILITACION

**ESTIMULACION ELECTRICA TRANSCUTANEA
EN ARTRITIS REUMATOIDE**



T E S I S

QUE PRESENTA LA MEDICA CIRUJANA

Blanca M. Terrés Riqué

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA

EN

MEDICINA DE REHABILITACION

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Introducción	1
Historia de la Electricidad como medida analgésica	6
Sustrato Anatómico del dolor	10
Psicofisiología del dolor I y II	18
TENS: Mecanismo de acción	28
Generalidades	31
Indicaciones	37
Componentes de la unidad .	51
Contraindicaciones	56
Trabajo de Investigación .	59
Bibliografía	66

I N T R O D U C C I O N

En las últimas décadas el cuidado de la salud puede clasificarse en dos tipos de práctica: la medicina que se ocupa de padecimientos agudos orientada hacia las enfermedades y la medicina para padecimientos crónicos enfocada hacia la función. La primera aplica una gran cantidad de información obtenida a través de tecnología sofisticada para el diagnóstico y tratamiento de las lesiones patológicas. La segunda aplica esta información para restaurar la función y calidad de vida de los individuos incapacitados por una enfermedad crónica.

Dentro del marco de trabajo de la medicina de padecimientos agudos el dolor está contemplado como un síntoma de enfermedad orgánica subyacente y se espera eliminarlo al controlar o suprimir la enfermedad. Mientras que el dolor crónico ha desafiado cualquier intento para controlarlo a través de las mismas modalidades que exitosamente disminuyen al dolor agudo. Actualmente muchas de éstas como son los analgésicos mayores, la inmovilización o las intervenciones quirúrgicas parecen aumentar el problema hasta el punto de producir alteración corporal total e incapacidad. Las limitaciones de los métodos derivados de la medicina para padecimientos agudos para el tratamiento de los estados dolorosos crónicos resultan aparentes y por lo tanto ha sido necesario el desarrollar modelos de rehabilitación para programas de control del dolor basándose en un enfoque multidisciplinario (1,2,)

La sensación dolorosa ha sido un reto para la ciencia. Su compleja naturaleza ha requerido y requiere de investigación desde diferentes puntos de vista (3) ya que es percibido a través del particular enfoque del especialista que lo estudie, v. gr: para el neurólogo el dolor es una expresión de vías neurales alteradas, mientras que para el neurocirujano implica los métodos para su interrupción. Para el psiquiatra, el dolor es modificado por una psique premórbida o alterado por un trastorno de la personalidad, para el psicólogo el dolor depende o

o está fuertemente influenciado por la experiencia psicosocial del individuo en su medio ambiente. Para el anestesiólogo las vías del dolor pueden ser alteradas o eliminadas por la inyección o aspiración de ciertos fármacos, para el médico en rehabilitación el dolor es considerado en la medida que genera invalidez. En vista de lo anterior, deberá evitarse la fragmentación del manejo del paciente por el grupo de especialistas que lo trata y debe restablecerse el concepto holístico de unidad biopsicosocial (4).

Por otro lado, ante los ojos del paciente, el dolor constituye el motivo de consulta e inclusive es la justificación de la existencia del médico; muy rara vez el paciente preguntará si es posible aliviar su espasmo arterial o si desaparecerá su hernia de disco intervertebral. Todo lo que él desea es que se desaparezca el dolor, por lo tanto todos los médicos se enfrentan cotidianamente a lo largo de su carrera con la inte-rogante de cómo aliviar el dolor?

En la figura I se muestra un esquema de los métodos actuales para el tratamiento del dolor, se observa que el círculo interior engloba los métodos cuyo sitio de acción se encuentra en el sistema nervioso central, y el exterior los métodos a nivel de sistema nervioso periférico (5).

Mountcastle define al dolor como una experiencia sensorial provocada por estímulos que amenazan o destruyen tejidos, y que es definido introspectivamente como todo aquello que lastime.

Existen por lo menos dos componentes esenciales del dolor, la percepción que implica advertencia o amenaza de lesión y la sensación de desagrado como respuesta afectiva a la lesión, estas dos características le confieren un carácter pluridimensional que ha complicado enormemente su estudio. (6)

Como muchos otros aspectos de la vida actual, el significado, evaluación y eradicación del dolor ha superado la capaci-

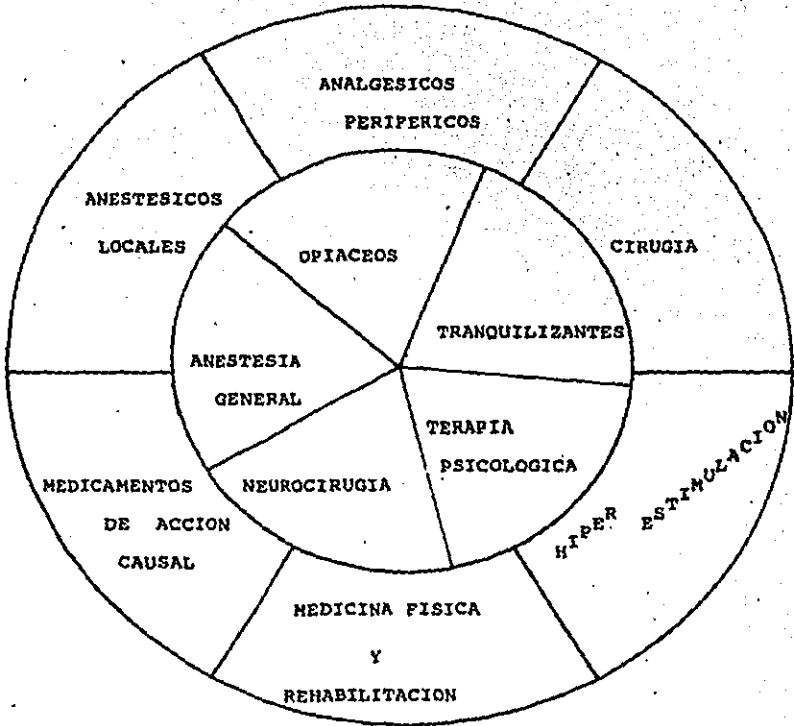


Figura I

Métodos actuales contra el dolor

dad del sistema de cuidado de la salud. Se estima que el 60% de las consultas médicas están relacionadas con la disminución o eliminación del dolor.

Anualmente se gastan millones de dólares en industrias relacionadas con la elaboración de productos para tratar el dolor, se pierden enormes sumas de dinero por concepto de incapacidades laborales, se invierten muchas horas de litigio y en cuanto a sufrimiento debido a las implicaciones psicosociales del individuo que lo sufre, su repercusión es invaluable. (4).

Para algunos autores el dolor crónico constituye la enfermedad más incapacitante que existe en la actualidad. Hasta hace poco el dolor era considerado como un síntoma exclusivamente pero el consenso hoy en día, es el considerarlo como una enfermedad traducida en alteraciones fisopatológicas propias.

Como respuesta, los médicos han creado las denominadas clínicas del dolor y la subespecialización por parte de las diferentes especialidades médicas y quirúrgicas. También se ha fundado la Sociedad Internacional para estudio del dolor (4).

De acuerdo a su tiempo de evolución, se clasifica en agudo, subagudo y crónico, el tiempo transcurrido para que de agudo - evolucione a subagudo es variable, pero un dolor que dura más de 6 meses es considerado como crónico. Existen algunas formas clínicas para diferenciarlos, en el dolor agudo severo el sistema nervioso autónomo es hiperactivo con taquicardia, hipertensión, diaforesis, midiasis y palidez. En la forma crónica el sistema autónomo se ha adaptado, desapareciendo sus signos de hiperactividad. Hasta el momento no existen pruebas - objetivas para medirlo. (7).

El dolor agudo es percibido y en la mayoría de los casos, funciona como una advertencia deseable y benéfica de enfermedad o lesión pero ¿debe permitirse que se desarrolle y conduzca a la incapacidad? ya que el dolor crónico carece de - propósito. Lógicamente, la interrupción o modificación del dolor interviene en la secuencia de agudo a crónico, de la - percepción del dolor a la conducta ante el dolor.

El dolor crónico es un estado patológico donde muchos - factores interactúan e incluso se refuerzan, desencadenados por una lesión física, pero que conforme transcurre el tiempo se vuelven intedendientes y autopetpetuados a pesar de que haya desaparecido la patología inicial.

Brena (8) ha enumerado la secuencia del dolor, denominán dolo como el "Síndrome de las cinco D":

- 1) Drogas: abuso o mal uso
- 2) Disfunción: disminución en la función o en la calidad de vida
- 3) Desuso: pérdida de flexibilidad, fuerza o resistencia
- 4) Depresión: con la pérdida importante, - real o fantaseada, hay desarrollo de de presión reactiva
- 5) Disability: (incapacidad) para realizar las actividades diarias de la vida humana o tener un empleo remunerado.

T A B L A C O M P A R A T I V A

PARAMETROS	DOLOR AGUDO	DOLOR CRONICO
Agente productor	usualmente identificable	no siempre identificable
Inicio	repentino, de incremento rápido	lento, insidioso
Intensidad	extremo al inicio, cede paulatinamente	Moderado, fluctuante a veces insoportable
Duración	empíricamente predecible	impredicible
Incapacidad física	presente	presente
Cambios patofisiológicos	identificables	no siempre identificables
Factores del medio ambiente	no intervienen	pueden influenciar
Factores sociales	no intervienen	pueden influenciar
Factores económicos	no interfieren	pueden influenciar
Factores psicosociales	no intervienen	pueden influenciar
Factores culturales	pueden influir	pueden influir
Pronóstico	bueno si se maneja adecuadamente	Reservado
Recurrencia	no	frecuentemente
Respuesta a Tratamiento	generalmente buena	incierta

DESARROLLO Y USO DE LA ELECTRICIDAD
EN EL TRATAMIENTO CONTRA EL DOLOR

* Tales (600 A.C.) demostró los efectos de la electricidad estática. Aristóteles (300 A.C.) describió el efecto de entumecimiento producido por el pez torpedo.

* Escribonio El Grande (42 D.C.) utilizó dicho efecto en el tratamiento de las cefaleas. Galeno (300 D.C.) continuó con la misma técnica para algías faciales y gota.

* Paracelso (1541) utilizó el magnetismo para transferir la enfermedad del paciente a unas semillas sembradas.

* Dr. Willima Gilbert (1600) publicó un manuscrito titulado "Sobre el magnetismo, cuerpos magnéticos y el gran magnetismo terrestre", se considera el primer tratado científico sobre las propiedades físicas de la electricidad.

* Francis Hauksbee (1709) inventó una máquina generadora de corriente eléctrica con fines terapéuticos para humanos.

* John Wesley (1747) en su "Ensayo para el Tratamiento Natural de Casi todas las Enfermedades" menciona el uso casi desconocido de la electricidad y utiliza la máquina de Hauksbee.

* Benjamín Franklin en 1757 describió el tratamiento de las parálisis de las extremidades mediante descargas eléctricas.

* En Londres, Inglaterra entre 1777-99 se instalaron en varios hospitales máquinas estáticas para estimulación galvánica en estados dolorosos.

* Luigi Galvani de Bologna (1786) describió en preparaciones músculo/nerviosas a la corriente galvánica.

* Dr. Eliasha Perkins y su hijo Benjamín trabajaron en Nueva York y en Londres alrededor de 1800, utilizando los "tractores metálicos" para diversos males, propagando la charlatanería, pero presionados por los profesionales médicos se vieron forzados a abandonar dicha práctica.

* Dr Willheim Ten Rhyns introdujo en Europa el uso de la acupuntura.

* Engelvert Kaempfer en su libro "historia del Japón" en 1712 habló de su experiencia personal con acupuntura.

* Berlioz y Sarlandiere agregaron corriente galvánica a las agujas de acupuntura creando la electroacupuntura, a principios del siglo XIX, en Francia.

* Franz A. Mesmer (1734 - 1814) utilizó en combinación el magnetismo y la sugestionabilidad, creando la corriente denominada mesmerismo, la cual fue rechazada por la Facultad Médica Francesa.

* Alessandro Volta (1745 - 1827) publicó sus "Cartas sobre la Electricidad Animal", inventó la pila voltaica y descubrió las contracciones tetánicas inducidas por la estimulación eléctrica.

* Andre Marie Ampere (1775 - 1830) redujo la reacción eléctrica en una fórmula matemática y estableció que la corriente eléctrica se asocia a un campo magnético.

3 Michael Faraday (1791 - 1867) descubrió la producción de fuerza electromotiva por el movimiento de un conductor en un campo magnético, produciendo una corriente indirecta o inducida o farádica.

* Weber (1806 - 1871) utilizando corriente farádica sobre troncos nerviosos, descubrió el efecto inhibitorio sobre el corazón al estimular el nervio vago.

* En 1845 a 1850 hubo un gran desarrollo en el diseño y producción de aditamentos médicos en forma de alambres enrollados unidos a varios electrodos con el fin de estimular pequeñas zonas corporales, como tratamiento contra el dolor.

* Francois Magendie (1783 - 1855) el gran neurofisiólogo demostró el funcionamiento de las raíces nerviosas dorsales y ventrales empleando galvanopunción.

* Thomas Addison (1793 - 1860) fue el primero en utilizar corriente galvánica en el tratamiento de crisis convulsivas y de espasmos dolorosos.

* Guillaume Duchenne (1806 - 1875) estimuló músculos con electrodos humedecidos describiendo varias técnicas, en su libro "De L'electrisations localisee" texto que fue fundamental en posteriores investigaciones.

* Remark (1838) junto con Addison y Duchenne fueron reconocidos como fundadores de la electroterapia.

* Emil du Bois Raymond (1818 - 96) profesor de la Universidad de Berlín, neurofisiólogo, estableció el comportamiento eléctrico de los tejidos e intentó explicar el efecto de la estimulación eléctrica sobre la piel acuñando la "Ley de la estimulación de du Bois Raymond" aún vigente.

* Jean Maire Charcot (1825 - 1893) utilizó en su Clínica Neurológica del Hospital de Salpêtrière corrientes galvánicas y farádicas con fines diagnósticos y terapéuticos.

* Sir Charles Sherrington (1857 - 1952) describió el mecanismo de la acción refleja y el de inervación recíproca en la rigidez de descerebración de origen cortical.

* Silas Weir Mitchell (1829 - 1914) en Filadelfia, E.U. trató a los pacientes de la Guerra Civil con su famosa cura de reposo, consistente en reposo prolongado, dieta balanceada masajes y tratamiento con corrientes eléctricas.

* Henry Pickering Bowditch (1840 - 1911) fundó el primer laboratorio de fisiología en los E.U. y demostró que un nervio no sufre fatiga, así como realizó el primer bloqueo farmacológico de la unión neuromuscular empleando curare.

* A partir de 1920 el uso de las corrientes farádica y galvánica como terapia analgésica perdió interés por parte de la profesión médica, sin embargo grupos de paramédicos continuaron utilizando activamente máquinas estáticas y de chispa para tal fin, los cuales fueron presionados por la Sociedad Médica Americana hasta desaparecer tal práctica. (9)

* A partir de 1960 ha sido evidente que el dolor crónico no ha sido posible controlarlo satisfactoriamente ni con métodos farmacológicos ni por procedimientos quirúrgicos.

En 1965 apareció la "Teoría de las Computas" sobre la transmisión del dolor publicada por los Dres. Ronald Melzack y Patrick D. Wall quienes partiendo de la estimulación de las fibras nerviosas grandes no transmisoras del dolor, inhibían la señal transmi-

tida por las pequeñas fibras a nivel de médula espinal. (10,11)

Debido a los conceptos implicados en este Teoría hubo un gran estímulo para investigaciones posteriores sobre los mecanismos para el dolor, iniciándose así un capítulo en la neurofisiología moderna, que aún no ha llegado a sus últimas consecuencias. (12)

* El Dr. Norman Shealy implantó exitosamente un aditamento electrónico en la columna dorsal de médula espinal en 1967, posteriormente basándose en el trabajo clásico de Duchenne estimuló la piel y encontró buena respuesta a este método al cual denominó estimulación nerviosa transcutánea conocido actualmente como transelectroestimulación cutánea (TENS), en 1972.

SUSTRATO ANATOMICO DEL DOLOR

El dolor es una sensación que tiene su propio aparato sensorial. Los receptores en la piel y en estructuras profundas son finos, en forma de terminaciones libres que forman una intrincada red dentro del cuerpo. Una neurona primaria para el dolor tiene su cuerpo celular en un ganglio de la raíz posterior la cual se subdivide en muchas pequeñas ramas periféricas con el fin de inervar una zona de piel de varios mm². El área cutánea de cada neurona se sobrepone a las de otras neuronas, de tal modo que cada centímetro de piel está bajo el dominio de 2 a 4 neuronas. Estas terminaciones nerviosas libres también se localizan en otros receptores sensoriales especializados como el bulbo terminal de Krause, los órganos terminales de Ruffini y los corpúsculos de Pacinini, que si son estimulados en los extremos de calor, frío y presión también evocan la sensación dolorosa. Las terminales nerviosas libres pueden también servir como receptores para otros tipos de sensación, como en la córnea, donde el tacto y la temperatura pueden ser percibidos como dolor.

Las fibras sensoriales para el dolor, conforme se integran a los nervios somáticos y viscerales, se van mezclando con otras fibras sensoriales y motoras. Todas las fibras sensoriales penetran en la médula espinal a través de los nervios craneales. Las fibras del dolor son de dos tamaños: unas pequeñas o fibras C con velocidad de conducción lenta y otras de mayor diámetro o fibras A delta, con velocidad de conducción más rápida.

La división medial (mielinizada) sinaptiza con neuronas grandes, secundarias de tipo sensorial en el asta posterior o con células del asta anterior, lo cual sirve para reflejos segmentarios, o viaja hacia niveles superiores a través de la columna posterior, con algunas fibras que se dirigen hacia médula oblongada.

La división lateral que contiene fibras poco mielinizadas y amielínicas, viaja en el tracto de Lissauer para llegar a sustancia gelatinosa donde realiza varios tipos de sinapsis de gran significado fun-

cional: 1) con neuronas pequeñas donde de axones pasan hacia las astas anteriores y . y posteriores del mismo segmento l espinal y de varios subyacentes para establecer conexiones reflejas

2) con neuronas secundarias grandes de tipo sensorial las cuales forman el tracto espinotalámico lateral, donde algunas fibras ascienden por diferentes distancias a la materia gris como una vía polisináptica. (14)

Existen varias clasificaciones de las fibras de los nervios periféricos, a saber: (8)

FIBRAS A: mielinizadas, aferentes, eferentes, somáticas

FIBRAS B: mielinizadas preganglionares y simpáticas

FIBRAS C: amielínicas somáticas, aferentes y/o simpáticas

Las fibras A se subdividen en:

- * alfa (12 - 21 micras de diámetro)
- * beta (8 - 12 " " ")
- * gamma(5 - 10 " " ")
- * delta(menos 5 " " ")

Las fibras A delta producen un dolor punzante o cortante.

Las fibras C evocan una sensación quemante, además de que responden con mayor intensidad a la estimulación repetitiva, mientras que las A delta lo hacen ante un estímulo único

Las terminales nerviosas librescutáneas contienen una o varias sustancias químicas dentro de vesículas o gránulos, estas sustancias son específicas y se liberan ante un particular tipo de estimulación donde se combinan con receptores produciendo despolarización, entre ellas tenemos al K^+ , histamina, bradikina, somatostatina, sustancia P y prostaglandinas. La sustancia P (péptido 11 aminoácido) ha sido encontrada en muchas zonas del sistema nervioso y en las terminales nerviosas, y se considera que es el neurotransmisor de las neuronas nociceptivas del asta dorsal. 10 - 20% de las células de los ganglios dorsales las contienen, así como en las capas marginal y de sustancia gelatinosa y de hecho todas las neuronas que terminan en dicha zona son estimuladas por los impulsos de las fibras A delta, C y responden fuertemente a la sustancia P. (15), (6).

ANATOMIA DEL ASTA DORSAL
Corte transversal de 60 vértebra cervical

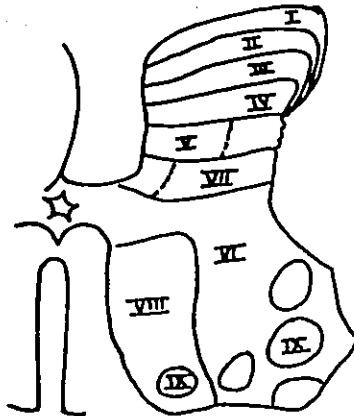


Figura 2

ilustrando la subdivisión de la materia gris según Rexed.

Las fibras aferentes del dolor después de viajar por el tracto de Lissauer, terminan en la materia gris del asta dorsal. La mayoría de las fibras terminan dentro del segmento de su entrada dentro de la médula, pero algunas se extienden rostralmente y caudalmente hacia varios segmentos adyacentes.

Los estudios de citoarquitectura realizados por Rexed en gatos demostraron que las neuronas del asta dorsal están dispuestas en varias capas o láminas.

LAMINA I: o zona marginal, integrada por 3 tipos celulares: interneuronas ovaladas o células marginales que responden a estímulos nociceptivos y que forman parte del tracto espinotalámico. Los otros dos tipos celulares penetran en la materia blanca adyacente y algunas en las láminas II y III.

LAMINAS II Y III: integran la sustancia gelatinosa o de Waldeyer están formadas por pequeñas neuronas inhibitorias, que producen pequeños circuitos locales y por neuronas grandes que parecen proyectarse al tracto espinotalámico. En la lámina II existe una estructura funcional muy compleja denominada glomérulo compuesta por terminaciones aferentes grandes, botones, espinas dendríticas y casi todos los diferentes tipos de sinapsis, envueltos por

tejido glial. Su significado funcional actualmente está en estudio, pero se postula que intervienen en un proceso integrador altamente complejo.

LAMINAS IV A VI: denominada como núcleo propio o magnocelular, con neuronas gigantes cuyas dendritas apicales se conectan con la sustancia gelatinosa y otras se conectan con otros niveles superiores del neuroeje. Las aferencias a esta zona son aún poco entendidas. Aunque también responden a estímulos nociceptivos pero mucho menos específicamente que las neuronas de la lámina I.

Las fibras del dolor terminan principalmente en la lámina I, II, III y V. Las células de la lámina I son directamente activadas por la estimulación de las fibras nerviosas A delta, mientras que las células de la lámina V son activadas directa o indirectamente por las fibras tipo C.

Las neuronas secundarias desde estas células se conectan con las células del cuerno ventral y lateral del mismo segmento y en los adyacentes conservando reflejos somáticos y autonómicos. Las células de la lámina I se proyectan ipsilateralmente y contralateralmente hacia niveles superiores, algunos hacia el tálamo. Parte de los axones de las células de la lámina V cruzan la comisura anterior y suben por el sistema espinotalámico contralateral. (15) El tracto de Lissauer no sólo contiene fibras aferentes primarias sino también numerosos axones de las neuronas de la sustancia gelatinosa.

Las fibras C hacen sinapsis excitatorias (+) con las dendritas de las neuronas de la sustancia gelatinosa y de la capa marginal. Pero a su vez, las neuronas de la capa gelatinosa realizan sinapsis inhibitorias (-) con el cuerpo de las células marginales formando un circuito de inhibición.

Las fibras aferentes grandes realizan sinapsis excitatorias (+) también con las neuronas de la sustancia gelatinosa y con las del núcleo propio. Se piensa que la activación repetitiva de las células de la sustancia gelatinosa por estas fibras podría resultar en una inhibición masiva de las células marginales, que reciben la entrada de las fibras pequeñas. Este circuito neural puede ser un medio para que la entrada de las fibras aferentes grandes modulen el umbral al dolor.

Por ejemplo, después de cortarse un dedo disminuye el dolor - si se presionan fuertemente las estructuras vecinas, lo que - implica que se aumenta la entrada de las fibras aferentes grandes con respecto a los impulsos de las fibras aferentes pequeñas. De modo similar, se produce analgesia por contrairritación pues el agente produce una descarga de alta frecuencia por los receptores térmicos, lo cual disminuirá la conducción de los - impulsos de baja frecuencia conducidos por las fibras pequeñas que transmiten los impulsos dolorosos (6).

Las neuronas de la materia gris espinal se piensa que forman parte de un sistema ascendente, el cual posiblemente sea el responsable de la falla del 50% de los pacientes sometidos a cordotomía anterolateral.

Al analizar el circuito del asta dorsal se concluye que no es una estación de relevo simplemente, sino que constituye un centro complejo de integración, aún no entendido totalmente.

Sistemas Ascendentes. - Existen dos sistemas principales:

A) El sistema espinotalamocortical, que involucra pocas neuronas, tiene una latencia corta y es capaz de discriminar intensidad y duración.

B) El sistema espinoreticulotalámico, que tiene conexiones multisinápticas complejas, tiene una latencia larga y se proyecta al sistema límbico (ver figura 3).

C) Formación reticular, casi todas las neuronas bulboreticulares responden a estímulos nociceptivos. El núcleo reticular magnocelular es un núcleo de relevo para el sistema espinoreticulotalámico, que es activado por estímulos somáticos nociceptivos y por la entrada de las fibras A delta.

Debido a las conexiones de la formación reticular con el hipotálamo y con el sistema límbico, se supone que interviene en los estados afectivos y motivacionales asociados con el dolor. Las neuronas mesencefálicas reticulares también participan en los mecanismos del dolor, responden exclusivamente a estímulos nociceptivos. Su estimulación experimental produce conducta de aversión y su destrucción reduce la respuesta del animal a estímulos nociceptivos.

D) Tálamo, se denomina complejo ventral nuclear al lemnisco integrado por las columnas dorsales y mediales así como al tracto espinotalámico, todas estas neuronas responden exclusivamente a estimulación no nociceptiva pero su lesión produce grandes déficits en la discriminación somatosensorial. El complejo nuclear posterior recibe la entrada del núcleo de las columnas dorsales y de las fibras ventrolaterales de la médula espinal, debido a las proyecciones espinotalámicas directas al complejo talámico posterior se supone que esta región es parte de una vía para el dolor específica involucrada en los aspectos discriminativos del dolor.

El núcleo medial e intralaminar talámico realiza conexiones difusas con el resto del tálamo, recibe la entrada de las fibras paleoespinotalámicas directamente de las fibras ventrolaterales de la médula espinal e indirectamente de la formación reticular bulbar, especialmente del núcleo magnocelular. Las neuronas de la línea media de este núcleo responden a estímulos nociceptivos y no nociceptivos al estimular contralateralmente. Si ocurre una lesión del sistema intralaminar o medial ocurre un estado de dolor intratable, disminuyendo los aspectos afectivos pero con preservación de la discriminación somatosensorial.

E) Corteza: su papel dentro de la percepción del dolor ha causado grandes controversias, se ha demostrado que el giro postcentral no es esencial en la percepción del dolor, pero que pueden detectarse potenciales evocados en el área central contralateral de la corteza en respuesta a la estimulación de las fibras A delta de la pulpa dental, por lo que se sugiere que algunas vías ascendentes del dolor pueden proyectarse hacia algunas áreas restringidas de la corteza. La mayoría del grupo posterior de las neuronas talámicas se proyectan a la corteza retroinsular. El sistema talámico difuso da una gran entrada al estriado pero de modo indirecto a través de proyecciones difusas a la corteza, por lo que se considera que ésta aunque participa en la vía del dolor, no tiene un papel importante. (6).

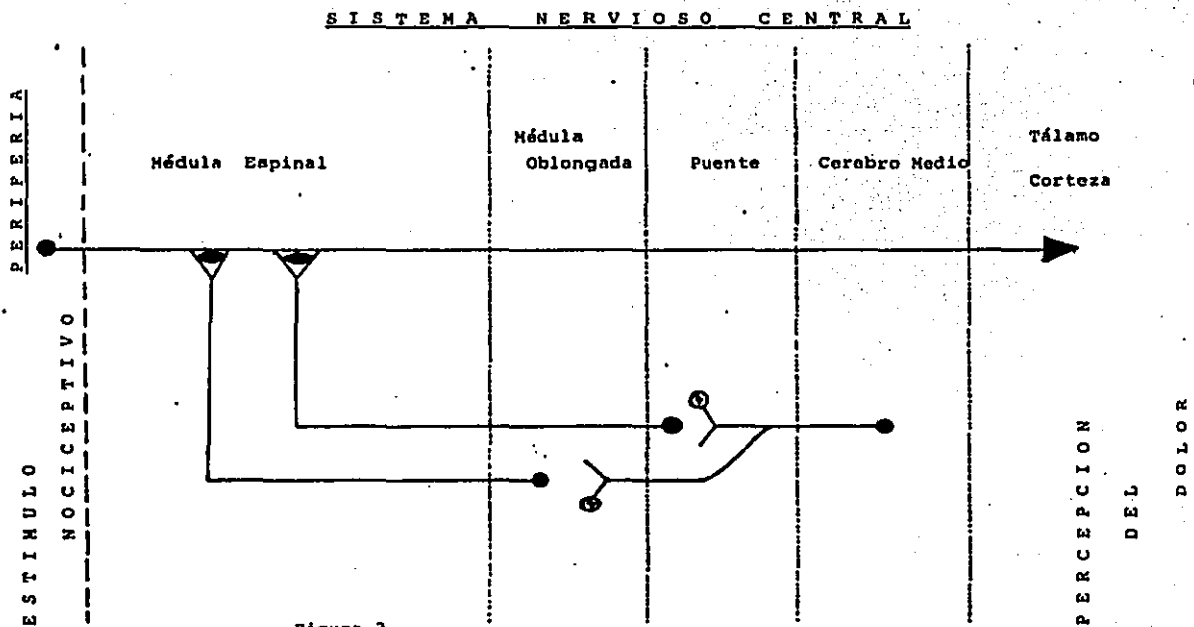


Figura 3

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Diagrama que muestra la retroalimentación negativa dentro del neuroeje activado por la entrada del estímulo nociceptivo. Los círculos negros muestran sinapsis inhibitorias y los blancos con + , demuestran sinapsis facilitatorias. (16)

PSICOFISIOLOGIA DEL DOLOR

Los estímulos que provocan dolor varían de acuerdo a cada tejido. Generalmente los que lo producen a nivel de la piel son del tipo piquete, cortadura, aplastamiento, quemadura, - congelamiento. Pero, si estos mismos estímulos nociceptivos son aplicados a estómago o intestino no presentan tal percepción. En cambio el dolor generado en el tracto gastrointestinal es producido por el trauma local de una mucosa inflamada por la ingurgitación de sus vasos, distensión o espasmo del músculo liso o se se realiza tracción sobre el mesenterio. Y contrastando, en el tejido musculoesquelético el dolor es inducido por isquemia, por desgarró del tejido conectivo, necrosis, hemorragia o por inyección de sustancias irritantes. O las articulaciones son sensibles a la inyección de solución salina hipertónica o a inflamación, pero insensibles a estímulos punzantes, cortantes o de termocauterio.

En las arterias se produce dolor cuando son puncionadas - por una aguja, cuando se inducen pulsaciones repetidas como en la migraña y en algunas enfermedades de sus paredes como en la arteritis temporal. La tracción y desplazamiento de - los vasos intracraneales y de las meninges son capaces de - producir cefalea.

En las lesiones dolorosas que producen daño a los tejidos, se liberan enzimas proteolíticas que actúan sobre las gamma globulinas, para liberar sustancias irritantes que estimulan las terminales nerviosas. Bradikinina, histamina, serotonina, prostaglandinas y otras sustancias liberadas durante la lesión tisular pueden provocar dolor si se inyectan intraarterialmente o se aplican en el fondo de una ampolla. Una excesiva presión puede estimular mecánicamente las terminales nerviosas libres.

Las experiencias sensoriales resultantes de las diferentes modalidades de estimulación en piel, sistema musculoesquelético, y estructuras viscerales, varían en calidad.

los estímulos tegumentarios en los niveles de intensidad más bajos, evocan sensaciones de tacto, presión, calor, frío o coguilleo. Cuando son aumentados hasta el punto de lesión tisular, se agrega la percepción del dolor, identificada como punzada o ardor. El umbral para el dolor de una quemadura representa 2,000 veces el umbral de la percepción del calor.

Esta relación del dolor con la destrucción tisular es la base del principio biológico que asigna una función protectora de autopreservación para el organismo (15).

El dolor de acuerdo a su origen se clasifica en:

DOLOR SUPERFICIAL: los impulsos sensoriales que transmiten el dolor de tipo punzante son transmitidos a través de las fibras grandes con una frecuencia más rápida de conducción hacia el SNC que el dolor de tipo urente, v.gr. una aguja caliente aplicada al dedo produce un dolor rápido de tipo piquete de forma casi inmediata y sensación de quemadura (1 o 2 segundos después). Estas dos percepciones constituyen la doble respuesta de Lewis. Estos dos tipos de dolor cutáneo se localizan con precisión debido a que existen signos locales siendo esto posible por la sobreposición de neuronas sensoriales.

DOLOR VISCERAL: el dolor profundo incluyendo el derivado de estructuras viscerales y esqueléticas tiene la calidad de adolorimiento pero si es intenso puede ser agudo y penetrante de tipo punzada. No hay doble respuesta, la localización es pobre y el límite del dolor no se localiza con precisión presumiblemente por la escasez de terminales nerviosas en las vísceras.

DOLOR MUSCULOESQUELETICO PROFUNDO: está mediado por el mismo sistema sensorial profundo que el visceral y su tipo, localización e irradiación pueden ser similares.

DOLOR REFERIDO: tanto el dolor visceral como el somático tienden a diseminarse superficialmente en aquellas estructuras afines dentro de un segmento espinal dado (14).

DOLOR PSICOGENICO: es aquel asociado a factores intrapersonales, psicológicos o ambientales (17).

El umbral para el dolor, es decir la mínima intensidad para que el estímulo sea percibido como dolor, es aproximadamente el mismo para todas las personas. Es disminuido por la infla mación y elevado por los anestésicos locales, lesiones del - SNC y por algunos fármacos de acción central. La distracción y la sugestionabilidad, al cambiar la atención hacia otro si tío diferente del área dolorosa, reduce la conciencia y la - respuesta al dolor. Una emoción fuerte (miedo, rabia) reducen el dolor. Los pacientes neuróticos en general, tienen el mismo umbral para el dolor que el resto de los individuos pero - su reacción es anormal. El umbral doloroso para los pacientes con lobectomía frontal permanece igual pero reaccionan poco - al dolor. El grado de reacción emocional y verbalización (que jas) también varía con la personalidad y el carácter de cada paciente (14).

Sistemas Analgésicos dentro del Sistema Nervioso Central

Durante muchos años, la morfina y otros compuestos opiáceos - han sido utilizados con fines analgésicos. Recientemente su - mecanismo ha sido entendido. Se propone que los opiáceos:

- * cuentan con receptores de membrana específicos
- * actúan a nivel sináptico
- * muestran características estereoespecíficas
- * a mayor afinidad con receptores, mayor potencia farma cológica
- * sus receptoras varían en densidad de una región a otra dentro del sistema nervioso central

Antagonistas opiáceos: son sustancias similares en estruc- tura química que se unen rápidamente a los receptores de mem- brana, bloqueando la entrada del opiáceo, sin embargo no poseen las cualidades farmacológicas de la morfina o de otros agonis- tas. Naloxe_{na} es la sustancia más comunmente utilizada para - bloquear los efectos de la morfina.

El sitio de acción exacto de los opiáceos se desconoce. Una hipótesis actual propone que el receptor opiáceo oscila en dos formas: o capta o libera sodio. Apparently estos receptores son unidades postsinápticas que al combinarse con el neurotransmisor altera la conductancia de la membrana al sodio.

En 1975, se descubrieron unas sustancias componentes naturales del cerebro similares a los opiáceos, los cuales fueron denominados endorfinas (a partir de "endógeno" y de "morfina") lo cual condujo a un gran número de investigaciones y a un capítulo adicional de la neurofisiología ya que alteraron los conceptos prevaletentes de dolor, salud mental y drogadicción.

Todas las endorfinas son péptidos, siendo las principales: la metionina encefalina, leucina encefalina y las beta endorfinas. Aunque estas sustancias son cuantitativamente similares en acción, difieren en tamaño molecular, sitio de origen, fisiología y farmacología.

Cuando las encefalinas se combinan con los receptores opiáceos usualmente la actividad de la célula que contiene al receptor se observa deprimida. Por ejemplo, en la médula espinal - donde la acción de las encefalinas ha sido más estudiada, las pequeñas interneuronas que contienen encefalinas, localizadas en la sustancia gelatinosa realizan sinapsis axo/axónicas con las terminales aferentes que llevan la señal dolorosa. La activación de las neuronas encefalinérgicas reduce la cantidad de sustancia P que es liberada por los potenciales de acción de las fibras aferentes primarias. La consecuencia funcional es una reducción en los potenciales postsinápticos en las neuronas de segundo orden. (ver figura 4)

En algunos otros sitios del cerebro, las encefalinas parecen ejercer efectos directos postinhibitorios o excitatorios mediante sinapsis isomáticas o axo/dendríticas. (19)

A continuación se mencionan brevemente algunas de las implicaciones tanto fisiológicas como clínicas de las beta endorfinas:

Analgesia y modulación del dolor: han sido uno de los fenómenos más estudiados. Se ha postulado que los efectos analgésicos de estas sustancias pueden ser por tres mecanismos:

- * inhibiendo aferentes somatosensoriales en niveles supraespinales

- * inhibiendo aferentes somatosensoriales en el cuerno dorsal

- * activando caminos descendentes inhibitorios

Áreas clásicamente relacionadas con el dolor (como la sustancia gris periacueductal, formación reticular y tálamo medio) que contienen una alta densidad de receptores opioides. Por lo cual se ha pensado que el cerebro contiene un mecanismo endógeno de supresión al dolor, siendo posible por:

- a) un sistema inhibitorio tónico, como parte de un sistema de retroalimentación negativo, o por:

- b) neuronas encefalinérgicas que puedan ser básicamente activadas por ciertas condiciones ambientales .

Los siguientes hechos experimentales apoyan el segundo mecanismo:

- * el stress produce analgesia en animales, la cual es revertida por naloxona. Esta analgesia ocurre asociado a un aumento en la actividad del sistema opioide.

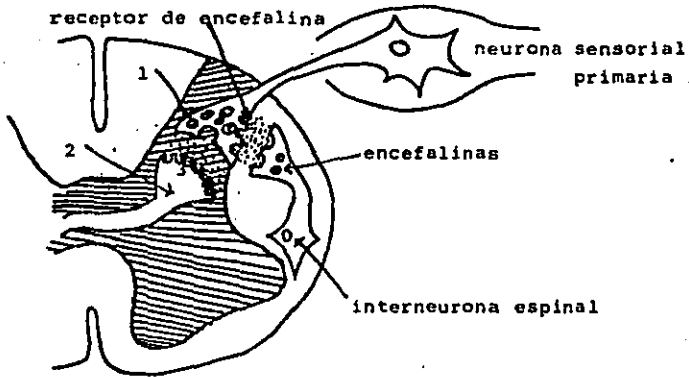
- * posteriormente a estímulos que provocan stress y dolor, se ha observado un incremento en la ocupación de los receptores opiáceos por encefalinas

- * cuando el dolor es inducido por isquemia, este aumenta de intensidad al administrarse la naloxona

- * en dolores crónicos, se ha observado que existen anomalías en las fracciones de endorfinas

- * se ha producido analgesia por estimulación eléctrica en humanos y ésta, es debida a la liberación de encefalinas que activan caminos inhibitorios descendentes del asta dorsal de la médula. La misma estimulación en sustancia gris, alrededor del IV ventrículo elevó los niveles de met/enkefalinas y disminuyó el dolor. Estos efectos también son revertidos por naloxona. Por otra parte, la administración endovenosa de beta endorfinas alivió el dolor crónico o intratable.

- * la analgesia que produce la acupuntura y una de las modalidades de TENS ha sido relacionada con la liberación de estos péptidos opiáceos. El inicio lento sugiere una acción hormonal, si se remueve la pituitaria la analgesia desaparece, además de que la naloxona es capaz de bloquear parcialmente la analgesia producida por acupuntura. (18)



- 1.- Sustancia P
- 2.- Neurona receptora
- 3.- Receptores de sustancia P

Figura 4

MECANISMO TEORICO DE LA ACCION DE ENCEFALINAS (ENDORFINAS) EN LA TRANSMISION DE LOS IMPULSOS DOLOROSOS DESDE LA PERIFERIA HACIA EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Las interneuronas espinales contienen sinapsis con encefalinas al entrar en contacto con las fibras terminales del dolor e inhiben la liberación del neurotransmisor o sustancia P. Como resultado, la neurona receptora en el asta dorsal recibe menos impulsos excitatorios (dolorosos) y envía menos mensajes a centros superiores. (15)

La sustancia P también ha sido detectada en terminales nerviosas libres aunque en menor concentración que el asta dorsal, este péptido se localiza especialmente en las capas I, II y III donde las fibras del dolor terminan. De hecho, todas las neuronas de estas regiones son excitadas por las fibras A delta y C también responden fuertemente a esta sustancia. (19)

PSICOFISIOLOGIA DEL DOLOR II

Las teorías acerca de los mecanismos de registro y modulación del dolor han sufrido cambios importantes en los últimos años de bido a gran cantidad de datos experimentales de reciente manufactura y parcialmente en consideraciones hipotáticas derivadas de observaciones clínicas y psicológicas. Entre las más conocidas tenemos:

TEORIA DE LA ESPECIFICIDAD: propone que un mosaico de receptores específicos diseminados en los diferentes tejidos corporales se proyectan a un centro del dolor en el cerebro. Postula que las terminales nerviosas libres son los receptores para el dolor y que generan los impulsos dolorosos transmitidos por los nervios periféricos (fibras A delta y C) para ser conducidos a nivel de la médula espinal por el tracto espinotalámico lateral hacia un centro del dolor localizado en el tálamo.

TEORIA DEL PATRON: propone que la intensidad del estímulo y potenciación central son determinantes críticas del dolor. Las fibras cutáneas grandes comprenden un sistema específico de tacto mientras que las fibras más pequeñas convergen en las células del asta posterior, sumando sus impulsos por lo que se transmite este patrón hacia el cerebro, donde es percibido como dolor. Básicamente propone la existencia de un sistema de conducción rápida que inhibe la transmisión sináptica de un sistema de fibras de conducción lenta que es el portador de la señal dolorosa. Estos dos sistemas son denominados como apicrítico y protopático, rápido y lento, filogenéticamente nuevo y antiguo, sistemas de fibras mielinizadas y amielínicas respectivamente.

Con respecto a las teorías de potenciación central se piensa que un sistema especializado de control sobre las aferencias normalmente impide dicha potenciación, y en caso de que se destruya este sistema se originará un estado patológico de dolor.

En condiciones patológicas el sistema lento establece predominio sobre el sistema rápido, siendo el resultado la percepción de una sensación protopática: dolor lento, urente difuso o hiperalgesia . (20)

TEORIA DEL CONTROL DE LAS COMPUERTAS

Un sistema de control de compuertas modula la entrada sensorial cutánea antes de que la sensación dolorosa sea percibida. La estimulación cutánea produce impulsos nerviosos que son transmitidos - hacia tres sistemas de la médula espinal: las células de la sustancia gelatinosa del asta posterior, las fibras de la columna dorsal que se proyectan hacia otros centros encefálicos y las células de transmisión central ("T") localizadas en el asta posterior.

Melzack y Wall propusieron:

- * que la sustancia gelatinosa funciona como un mecanismo de control de compuertas que modula los patrones aferentes antes de que influencien a las células "T".

- * los patrones aferentes en el sistema de la columna dorsal actúan en parte como un control central tipo gatillo que activa alos procesos cerebrales selectivos, quienes mediante sus fibras descendentes actúan sobre las propiedades moduladoras del sistema de control de las compuertas

- * que las células "T" activan mecanismos neurales incluyendo al sistema de acción responsable de la percepción y respuesta al dolor.

La teoría sugiere que el fenómeno del dolor está determinado por las interacciones de estos tres sistemas.

Observaron en gatos espinales y descerebrados que la estimulación de las fibras pequeñas ó C (transmisoras del dolor) presentaban un potencial positivo en la raíz dorsal. O sea que los potenciales relacionados con efectos presinápticos (potenciales negativos con inhibición y facilitación por fibras portadoras y no portadoras del dolor, podrían determinar la actividad de las neuronas secundarias o células en el asta dorsal.

Postularon que las pequeñas neuronas de la sustancia gelatinosa podrían ser activadas también por entradas sensoriales participando de este modo en el control de la compuerta presináptica de la actividad de las fibras aferentes de la raíz dorsal.

Se sugiere que las fibras descendentes del tallo cerebral, tálamo y sistema límbico también ejercen control sobre este mecanismo de compuertas. El equilibrio de la actividad presináptica y el de la compuerta podrían determinar el efecto de cualquier entrada por vía cutánea. La actividad postsináptica también tiene importancia pues de acuerdo a esta teoría las fibras mielinizadas grandes y rápidas inhiben la transmisión central de los efectos totales de la entrada de las fibras pequeñas mielinizadas y no mielinizadas.

Una disminución en la inhibición de las fibras grandes podría dejar a las células "T" continuamente activas, mientras que la estimulación de estas fibras podría suprimir la actividad de las células "T" y así controlar la percepción del dolor. (8,10)

Esta teoría ofrece una explicación hipotética acerca del dolor producido por una hernia de disco y por neuropatías crónicas. Utilizando sus conceptos aunado al adelanto en la electrónica que permitió el diseño de pequeños estimuladores implantables activados para la transmisión de radiofrecuencia, se consideran como aplicación práctica:

ESTIMULACION PERIFERICA

- 1) transelectroneuroestimulación cutánea (TENS)
- 2) estimulación de nervios periféricos: Sweet reportó en 1976 que un 70% de sus pacientes ha estado sin dolor hasta 5 años después de la cirugía. El éxito de esta técnica depende de la selección meticulosa de los pacientes y del enorme cuidado en los detalles de la implantación quirúrgica de los electrodos.

ESTIMULACION A SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

- 3) Estimulación sobre bulbo raquídeo: la activación de las fibras A beta que están concentradas en las columnas posteriores del bulbo raquídeo en pacientes con dolor refractario a todo tratamiento. Reportó éxito considerable, aunque se observó que el mecanismo neuronal responsable del alivio del dolor por la estimulación de las columnas dorsales puede influir en los centros superiores del encefalo a través de la conducción ortodrómica e influir la actividad neuronal sobre un nivel bulbar mediante la invasión antidrómica.
- 4) Estimulación anterolateral de la médula espinal: Larson y cols han descrito la estimulación de la superficie anterior de la médula para el alivio del dolor. Suponen que el alivio obtiene

do por la estimulación de las columnas dorsales podría estar relacionado con un bloqueo en la transmisión de la porción de la médula espinal situada por abajo de los electrodos y que por lo tanto la aplicación de una corriente eléctrica sobre la superficie anterior de la médula espinal produce analgesia por abajo del nivel de la implantación, al bloquear la conducción dentro de los haces espinotalámicos sin el desarrollo de parestesia. - Aún existen pocos datos disponibles para evaluar su utilidad clínica. (13)

5) Estimulación del encéfalo: existen dos modalidades descritas, la de estimular los núcleos del relevo sensorial primario - del tálamo y en la sustancia gris periventricular y periacueductal. Esta técnica involucra una implantación estereotáctica muy precisa de pequeños electrodos multicontactantes y por lo tanto requiere de personal altamente especializado. (21)

TENS: MECANISMO DE ACCION

Antes de la presentación de Melzack y Wall en 1965, de su Teoría de las Compuertas para la Percepción del Dolor existían en la literatura muy pocos reportes en el uso de la corriente directa o alterna, con bases fisiológicas empíricas para obtener efecto analgésico. En su trabajo original (10) propusieron el uso del TENS como un estímulo inocuo para modular estímulos nociceptivos de la periferia.

En 1967, Wall y Sweet reportaron la desaparición temporal del dolor mediante estimulación eléctrica de alta frecuencia y baja intensidad.

Datos electrofisiológicos tomados de animales de experimentación mostraron efectos diferentes en los axones colaterales de las fibras aferentes de mayor diámetro mediadoras del tacto y la presión y de los estímulos provenientes de las fibras de menor diámetro que transmiten la entrada de nocicepción a las interneuronas de la sustancia gelatinosa. Estas interneuronas podrían ser facilitadas a través de la entrada de las aferentes colaterales de las fibras de mayor diámetro e inhibidas a través de los axones colaterales del sistema de fibras de pequeño diámetro. Además la interneurona era inhibitoria en las terminales de los dos tipos de fibras aferentes, por lo tanto, cuando la activación de las fibras aferentes de mayor diámetro era mayor en frecuencia e intensidad que la entrada de las señales de las fibras de pequeño diámetro, las interneuronas inhibitorias podrían ser activadas presinápticamente para inhibir la transmisión central de ambas entradas (nociceptivas y no nociceptivas) o sea que la compuerta podría ser cerrada. Consecuentemente, el efecto opuesto podría predominar si la transmisión era mayor por tarde del sistema de fibras de menor diámetro.

Una compuerta medular que conceptualmente sigue al modelo original podría incorporar al TENS convencional (baja intensidad y alta frecuencia de estimulación) para efectuar disminución del dolor en pacientes con neuralgia postherpética. Esta enfermedad causa degeneración selectiva entre los axones periféricos de las fibras de mayor diámetro. El éxito del TENS convencional podría residir en la activación de las fibras aferentes remanentes o en aquellas estudiadas en la proximidad del sitio doloroso pero que penetraban al neuroeje al mismo nivel don

de llegan los estímulos nociceptivos. De una explicación similar funcionaría para explicar el por qué del dolor producido por ciertos tipos de lesión de nervios periféricos responden favorablemente a la aplicación del TENS.

Basbaum en 1978 investigó como es que el TENS similar a acupuntura, el de intensidad breve o el de ráfagas de trenes, pueden activar los opiáceos endógenos. Este mecanismo modulador es esencialmente un circuito de retroalimentación negativa. Ver figura 3.

El dolor que sigue a la entrada del dolor y las molestias frecuentemente asociadas con el TENS de alta intensidad activa las raíces ascendentes que conducen a la conciencia del dolor. Ciertos axones dentro del sistema ascendente sinaptizan dentro de los núcleos de la sustancia reticular medular y desde estos núcleos esta entrada es transmitida a la materia gris periacueductal (mesencéfalo). Esta zona está dotada de una alta concentración de opiáceos endógenos y cuando ésta es activada a través de estimulación cutánea natural, morfina aplicada da con iontoforesis o por estimulación directa.

Sus axones eferentes sinaptizan con el rafe magno y con el núcleo reticular magnocelular dentro de la médula oblongada. La salida de estos grupos nucleares que descienden por el tracto dorsolateral de médula espinal para realizar sinapsis encefalinérgicas que inhiben la transmisión medular de la sustancia P (ver figura 4), esta interacción neural completa el circuito de retroalimentación negativa que modulan las entradas nociceptivas subsecuentes.

Otro mecanismo que puede explicar algunos aspectos de la modulación del dolor con el TENS, es el fenómeno de "controles inhibitorios nociceptivos difusos" (CIND) denominados así por LeBars y colaboradores - dentro de este sistema, las respuestas obtenidas por la entrada continua del dolor en las neuronas convergentes del asta dorsal pueden ser efectivamente suprimidas por estimulación cutánea intensa o nociceptiva, - cuando esta es aplicada casi en cualquier sitio de la superficie corporal. Las respuestas obtenidas a través de la actividad dentro de los grupos de fibras aferentes de menor diámetro, son inhibidas, pero la activación no nociceptiva de las mismas células convergentes o no convergentes que responden sólo a estímulos nociceptivos.

En animales de experimentación, si se espinalizan, se eliminan los

CIND lo que sugiere que las influencias supraespinales son re queridas para activar a este sistema, además los CIND son sen sibles a la naloxona lo que sugiere unión con endorfinas.

Si esta unión se efectúa a nivel de médula o a nivel supra espinal aún no ha podido ser determinado, además que no se ha presentado el modelo humano de los CIND (16).

Los estudios clínicos indican que existen mecanismos inde- pendientes de modulación. Sjölund y Ericksson encontraron que la naloxona bloquea el efecto analgésico del TENS de baja fre cuencia y alta intensidad (22) y Abram y colaboradores repor- taron la falla de la misma para revertir el efecto analgésico del TENS de alta frecuencia y baja intensidad (23); también - se ha aplicado TENS en sujetos sanos monitorizándose la con - centración de beta endorfinas en LCR y plasmático encontrando aumento de éstas posterior al tratamiento, sin embargo otros autores (24,25) no encontraron diferencias significativas en la liberación de beta endorfinas entre los dos tipos de esti mulación con TENS.

Sin embargo, el consenso general es que el TENS de estimu lación similar a acupuntura está modulado por el mecanismo - supraespal dependiente de endorfinas, al igual que el TENS de ráfagas de trenes (22), mientras que el convencional aún- provoca controversias aunque intervienen el mecanismo de com puerta del asta dorsal, los cambios en el tono simpático y - las alteraciones en la transmisión nerviosa de la periferia (23) Wolf confirmó lo anterior y demostró que al mismo tiem po que existe el mecanismo medular de modulación independien- te del mecanismo supraespal (26).

Otros estudios clínicos han demostrado que el dolor es el factor común de multitud de problemas médicos. Johansson en- contró que los pacientes con dolor neurogénico responden di- ferente al TENS que los pacientes con dolor somatogénico o - neurogénico. Previamente se reportó que los pacientes con do lor neurogénico tienen un nivel más bajo de endorfinas en - líquido cefalorraquídeo que los que presentan dolor de tipo

psicogénico. Las respuestas fisiológicas también son diferentes en algún grado dependiendo de la situación clínica, además se postula que existen mecanismos diferentes que operan cuando el dolor es producido en situación experimental, dolor agudo, dolor crónico (22).

El TENS de alta frecuencia y baja intensidad aumenta el umbral doloroso cutáneo en el área correspondiente al nervio estimulado (27).

Es muy difícil evaluar el por qué la corriente eléctrica modula la sensación dolorosa con su efecto sobre nervios periféricos. Se sabe que la corriente eléctrica es capaz de bloquear la conducción nerviosa, cambia el umbral doloroso y altera la excitabilidad periférica (28), sin embargo Janko y Trontelj (22) al estudiar los mecanismos periféricos del TENS concluyeron que su efecto periférico no es significativo en la modulación del dolor.

EPECTOS NO ANALGESICOS DEL TENS

Numerosos investigadores han estudiado los efectos colaterales no analgésicos del TENS, reportando lo siguiente:

* Disminución de la impedancia de la piel localizada bajo los electrodos posterior al tratamiento con TENS, la cual recupera su valor normal entre los 15 y 90 minutos después.

* Cambios transitorios en las cifras de tensión arterial, en las cifras diastólica y sistólica, sin embargo no fueron de valor significativo como para excluir a pacientes hipertensos (29)

* Existe controversia con respecto a la influencia del TENS sobre el tono simpático ya que Abram reportó aumento de la temperatura cutánea ipsi y contralateral al sitio estimulado lo que implica disminución de dicho tono en un estudio realizado en 33 pacientes con dolor crónico confinado a una extremidad, concordando con otros autores (30). Más recientemente Wong (31) estudió en 12 sujetos sanos, el efecto de los diferentes tipos de TENS sobre el tono simpático reportando una disminución en la temperatura cutánea que osciló entre 6 y 9°C

lo cual sería indicativo de aumento en el tono simpático - además detectó cambios importantes en cifras de tensión arterial, por lo cual refiere que debe utilizarse con precaución en pacientes con insuficiencia vascular periférica y en hipertensión arterial. Sin embargo la metodología de su reporte es criticable y sus hallazgos no han sido reproducidos por ningún otro investigador.

* Aumento del umbral vibrotáctil por el TENS de alta frecuencia debido a bloqueo neurogénico periférico, posiblemente dado por la invasión antidrómica de los receptores - para la vibración (32).

* Modificación de la amplitud, latencia y excursión total de los componentes tardíos de los potenciales somatosensoriales. (33)

* Cambios en la amplitud del reflejo Hoffman y del reflejo de estiramiento miotático rotuliano durante el tratamiento cuando el TENS es aplicado a una extremidad dolorosa. Estos cambios ocurren de forma bilateral pero con predominio del lado donde se aplicó el tratamiento. (34)

EFICACIA COMPARATIVA DEL TRATAMIENTO FARMACOLOGICO VS. MODULACION ELECTRICA EN EL DOLOR CRONICO

Quando el médico se inicia en el manejo del dolor el enfoque es simplista: se lleva a cabo un procedimiento especializado que disminuya el dolor y todo irá bien para el paciente de allí en adelante. Nada puede estar más alejado de la realidad. Actualmente la filosofía que debe prevalecer en cuanto al manejo de medicamentos y el uso de estimuladores eléctricos, será dentro del contexto del programa de tratamiento para dolor crónico.

En primer lugar, debe recordarse que no existe un analgésico no narcótico que la aspirina disponible universalmente,

el propoxifeno es el peor placebo y el mejor equivalente a la aspirina. El talwin oral es discretamente mejor que la aspirina pero no significativamente y su forma parenteral es una de las drogas que más producen adicción. La mayoría de los otros medicamentos utilizados en el manejo del dolor tienen efectos colaterales indeseables que agudizan el problema.

Se estudió el patrón de ingesta de fármacos en 100 pacientes consecutivos que ingresaron a la Clínica del Dolor en el Hospital John Hopkins encontrándose:

- * el 90% estaba tomando narcóticos y mostraban efectos de supresión cuando estos se retiraron

- * el 80% estaba utilizando inadecuadamente medicamentos psicotrópicos cuya prescripción original era adecuada

- * frecuentemente los pacientes no siguen las indicaciones del médico en lo que respecta a la posología del medicamento

- * el error más común consistió en la prescripción de psicotrópicos en un intento para aliviar inmediatamente el dolor

- * el 90% presentó efectos de supresión a narcóticos, barbitúricos o psicotrópicos

- * el 40% eran pacientes multitratados, hecho ocultado por el paciente frecuentemente

- * 50% estaba utilizando fármacos antagonistas, incluyendo 4 ó 5 con la misma acción

Con respecto a la estimulación eléctrica, se debe considerar que no es una alternativa del tratamiento farmacológico sino que es un adjunto en el manejo de estos pacientes. Con respecto al TENS encontramos que:

- * los pacientes con dolor psicogénico no responden al TENS y que incluso empeoran con su aplicación

- * el dolor por lesión de nervios periféricos, miembro fantasma, neuralgia postherpética o dolor en el muñón son los que mejor responden.

- * el 33% de los pacientes tratados en una Clínica del dolor no requieren de otro tratamiento más que el TENS (35)

EFFECTO PLACEBO

En el primer estudio doble ciego sobre la eficacia del TENS se demostró el 48% de éxito en comparación con el 32% logrado por el estimulador placebo, al utilizarlo en pacientes con dolor crónico. Sus autores concluyeron que la diferencia no es suficiente para permitir su uso indiscriminado.

Encontraron que el TENS está indicado en pacientes con neuropatías dolorosas don del el tratamiento médico o quirúrgico no ha sido capaz de aliviar el dolor.

En cuanto a los sitios de aplicación, se realizaron varias técnicas, pero las conclusiones obtenidas al tamiz de las estadísticas fueron:

- * que el TENS es más efectivo cuando su aplicación fue sobre el sitio del dolor

- * cuando las aplicaciones subsecuentes fueron en el mismo sitio

- * en los pacientes con neuropatías si se aplicó con sobre el tronco relacionado

- * en pacientes con Minnesota Multiphasic Personality Inventory (MMPI) normal si el TENS se localizó sobre un tronco nervioso no relacionado con su dolor (36).

En otro artículo de los mismos autores , efectuado en 93 pacientes, también repordujeron las cifras arriba citadas.

Concluyeron que el efecto placebo del TENS es similar al efecto placebo detectado en estudios con la misma metodología que cuando se estudia un medicamento. (37)

Debido a este efecto y a la dificultad técnica que pudiese representar la búsqueda individualizada en cuanto a colocación de electrodos y al efecto placebo, generalmente se sugiere que el primer mes de uso sea rentando el aparato, aunque Sjölund y Ericksson recomiendan rentarlo durante tres meses (22).

EVALUACION DEL PACIENTE

El paciente contará con historia clínica completa, exploración médica y exámenes de laboratorio de acuerdo a su padecimiento primario. Investigaciones recientes han demostrado que la importancia de clasificar a los pacientes con dolor crónico en tres grupos diferentes:

- 1) DOLOR NEUROGENICO: que engloba a aquellos pacientes con dolor derivado de estructuras neurales centrales o periféricas, con signos claros o signos de lesión a dichas estructuras
- 2) DOLOR SOMATOGENICO: cualquier tipo de dolor orgánico que curse sin datos claros de lesión neural
- 3) DOLOR PSICOGENICO: dolor sin signos claros de una lesión orgánica con síntomas positivos o signos de una alteración psiquiátrica no psicótica (17,38)

Johansson detectó que existen factores predictores en el uso exitoso del TENS de alta frecuencia y son el dolor de tipo neurogénico y el dolor localizado en las extremidades. (38)

También los niveles bajos de endorfinas en líquido cefalorraquídeo correlacionaron significativamente con la respuesta positiva al TENS convencional. (38,22)

Los síntomas psiquiátricos y el tipo de personalidad también juegan algún papel en el resultado final del TENS como analgésico Andersson demostró que el TENS similar a acupuntura muestra mayor índice de éxito en los pacientes con alta sugestionabilidad y Levine y colaboradores reportaron que los indicadores de acupuntura para ansiedad y depresión en cuanto a respuesta positiva a TENS (38).

En un intento para dar indicaciones precisas para la aplicación de TENS Reynolds y colaboradores estudiaron el valor predic

tivo de los cuestionarios, encontraron que los pacientes que tienen dolor de más de un año de evolución, que han sufrido varias intervenciones para alivio de su dolor, que utilizaban altas dosis de tranquilizantes o que no trabajan, no responderán favorablemente al TENS (39).

La evaluación psiquiátrica es un elemento importante de juicio al seleccionar pacientes, pues como demostró Fordyce en sus artículos acerca del dolor como conducta aprendida y Sternbach al hablar de las variedades de "juegos del dolor" si se identifican, su tratamiento los ubica en otra categoría.

El reporte social sobre estado socioeconómico, matrimonio, alcoholismo, compensación o ganancias secundarias, también tienen cierta influencia en la respuesta al tratamiento.

Cabe subrayar que deben detectarse especialmente a los pacientes deprimidos, ya que si no responden apropiadamente a otros tratamientos, sí lo harán a los antidepresivos.

Las pruebas psicométricas no son un sustituto de la evaluación psiquiátrica pero muy a menudo forma parte de la valoración de estos pacientes, siendo los más utilizados el MMPI y el Eysenck Personality Inventory, con el fin de detectar a los pacientes deprimidos, histéricos, manipuladores, paranoides, agresivos o con niveles bajos de actividad (22).

MEDICION DEL DOLOR

Aún no existe medición objetiva y absoluta para el dolor, por lo que la evaluación de la terapia analgésica es muy difícil. Existen medios verbales y gráficos para cuantificarlo Melzack desarrolló el cuestionario empírico de McGill que evaluó la intensidad presente del dolor y el índice de frecuencia del dolor. El primero es una escala numérica visual con descripciones verbales estratificadas del 1 al 5, y el último consta de 78 descripciones verbales con 20 subclases.

INDICACIONES

La efectividad del TENS para aliviar el dolor ha sido estudiado extensivamente en pacientes con dolor crónico, dolor agudo y en ciertas condiciones clínicas específicas.

Dolor Crónico.- LeRoy (40) cita 650 pacientes tratados en la Clínica del Dolor, que han recibido 10,000 tratamientos - con TENS, hecho al que ha atribuido la reducción de cirugía lumbar por hernia de disco en un 50% .

Ersek (41) presentó 35 pacientes con lumbalgia aguda y crónica reportando que en 6 meses de uso continuo el TENS reportó una efectividad de por lo menos el 50% en reducción del dolor. y 7 pacientes con tortícolis, de los cuales 6 presentaron alivio del dolor por arriba del 75%.

Wolf y cols (42) evaluó la respuesta de 114 pacientes con dolor crónico secundario a neuropatía periférica, lesión de nervio periférico, radiculopatía o trauma en músculoesquelético, colocaron los electrodos sobre la zona dolorosa durante 2 semanas y se les permitió llevar la unidad a su casa, posteriormente se les cambiaron las unidades por otras placebo que emitían sonido al estar "funcionando" . La evaluación para cada tratamiento consistió en medir la frecuencia subjetiva del dolor, distancia de deambulacion e ingesta total de medicamentos, reportó que durante el TENS hubo menor ingesta de analgésicos, que el mayor alivio ocurrió cuando utilizaron continuamente la unidad y en cuanto a la deambulacion no hubo diferencia estadísticamente significativa.

Melzack (43) en un estudio doble ciego en pacientes con lumbalgia comparó la efectividad del TENS vs masaje, en 41 pacientes utilizando como evaluación el indice de frecuencia para el dolor, la intensidad actual dolor y en un intento para objetivar la prueba de Lasseque. Mediante la prueba de t individualizada se mostró que el TENS produjo cambios significativos con respecto al masaje en las tres medidas ya descritas. En cuanto a la efectividad relativa se determinó el porcentaje de alivio de dolor reportando en masaje del 38% y con TENS de 85%.

En otro estudio Melzack y colaboradores en 43 pacientes - con lumbalgia crónica sin respuesta a tratamiento convencional, se dividieron en dos grupos a uno de ellos se les aplicó TENS y al otro masaje con hielo basándose en que este último también constituye una forma de contrairritación. Posteriormente se les aplicó por igual tiempo - el tratamiento inverso y se compararon las mediciones propias del cuestionario para el dolor de McGill el 70% de los pacientes reportaron un alivio del 33% con los dos métodos y que incluso el masaje parece ser más apropiado para algunos pacientes. Se sugiere que el masaje con hielo sea utilizado como un método adicional de -modulación sensorial para alternarlo con el TENS para evitar efectos de adaptación.(44)

Indeck y Printy en pacientes con lumbalgia, cefalea y cervicalgia demostraron que el TENS reduce el dolor crónico y agudo de sus 35 pacientes, 23 mostraron entre el 50 y 89% de alivio, y los restantes alivio total.

Melzack también aplicó TENS de ráfagas de trenes en puntos de acupuntura de pacientes con lumbalgia encontrando un alivio del 66% en contraste del 33% de alivio del 75% de pacientes a los cuales se les aplicó acupuntura. Concluyó que el TENS es más efectivo en lumbalgia que la acupuntura (45).

En cuanto a dolor de tipo articular, Mannheimier estudió en 19 pacientes el efecto analgésico de TENS a diferentes intensidades, reportó que el TENS de alta frecuencia proporciona un - efecto analgésico de grado variable al 95% de los pacientes de su serie mientras que el de baja frecuencia en un 75%. También refiere mejoría subjetiva de la rigidez matutina (46)

Taylor estudio en 10 pacientes con osteoartritis de rodilla los efectos del TENS vs una unidad placebo, encontró que la analgesia lograda por el primero fue estadísticamente mejor que el placebo, además reporta que al control de un año, sólo dos pacientes continuaban utilizando el TENS. (47)

Mannheimer (48) en otro estudio en pacientes con artritis - reum_atoide estudió el efecto analgésico de TENS de alta fre-

cuencia, el de baja frecuencia y la aplicación mixta de ambas técnicas en 20 pacientes. Utilizó una prueba de carga previamente estandarizada y demostró que para el TENS convencional 18 pacientes fueron capaces de duplicar su tiempo de carga con alivio del dolor durante 18 hrs, con respecto al TENS similar a acupuntura 16 pacientes duplicaron el tiempo de carga y con un efecto analgésico de 15 hrs y con la técnica mixta sólo 3 pacientes fueron capaces de duplicar su tiempo de carga con una analgesia promedio de 4 hrs, también refiere que el efecto analgésico fue óptimamente alcanzado cuando los electrodos se colocaron sobre la zona dolorosa y que dos pacientes reportaron efecto bilateral aunque la estimulación fue realizada unilateralmente.

Kumar (49) estudió a 11 hombres con artritis reumatoide con afección a muñecas bilateral con la misma prueba de carga del estudio anterior, pero trató de establecer el efecto inmediato de una sesión de TENS durante 15 minutos, sobre la muñeca tratada, el efecto a la muñeca contralateral que no había sido estimulada y el efecto placebo de la unidad al volver a aplicar una unidad simulada a la muñeca tratada durante el mismo período de tiempo comparando también el tiempo de carga de la primera parte de la prueba. Concluyó que la estimulación directa con TENS fue efectiva en el 80%, además en el 40% demostró un efecto analgésico total, en el 20% mejoría en el 50% del dolor, y en el 20% restante mejoría menor del 30%. No pudo comprobar que la estimulación unilateral mejorara el dolor de la articulación contralateral y que el efecto placebo mostró efectividad en un 40%.

C.B. Wynn Parry (50) utilizó TENS en 37 pacientes con lesión por avulsión del plexo braquial y encontró que en 19 (51%) fue muy efectivo, en 6 (16%) fue de alguna utilidad y que en 12 (33%) no hubo respuesta. Enfatiza además que el dolor ocasionado por esta entidad constituye un problema terapéutico por su calidad, presentación paroxística e intensidad. Observó que en pacientes con lesión parcial a cualquier nivel presentaban buena respuesta, contrariamente a los 12 que mostraron lesión completa por lo que sugiere que para este método debe existir cierto grado de entrada aferente para que sea efectivo. Sugiere

estadísticamente significativas y mayores en los arcos pasivos de movilidad durante las tres primeras semanas del tratamiento, y eventualmente el 90% de los pacientes de este grupo completaron todos los arcos mientras que en el control la ganancia fue más lenta y ninguno completó los arcos ni al finalizar el ensayo ni durante el seguimiento.

En cuanto a las ADVH todos los pacientes del grupo con TENS las realizaron en las 8 primeras semanas del tratamiento, mientras que los del grupo convencional lograron hacerlo hasta las 24 semanas, y de ellos 7 pacientes nunca las completaron eficientemente. Con lo que respecta al dolor nocturno queja relevante de estos pacientes, en el grupo con TENS desapareció en promedio a la 5ta semana de tratamiento, mientras que para el grupo con tratamiento convencional este hecho ocurrió hasta la 18va. semana.

Ostrowsy (51) en 9 pacientes con carcinomas en estadio avanzado encontró buena o excelente respuesta al TENS en 8, anotó que en 5 incluso fue utilizado como medida analgésica única con la consecuente suspensión de analgésicos narcóticos. En 3 pacientes, el TENS fue utilizado con analgésicos no narcóticos y a dosis menor que la que estaban utilizando, en 1 paciente no hubo respuesta. Subraya que mejora la calidad de vida al restaurar temporalmente la funcionalidad y que disminuye la necesidad de hospitalización prolongada pues esta obedece en ocasiones al fenómeno de adicción. En casos seleccionados, el TENS puede utilizarse como un predictor para valorar la utilidad de procedimientos quirúrgicos ablativos permanentes.

Wall y Nathan (52) estudiaron 30 pacientes con neuritis post herpética que no habían respondido al tratamiento convencional reportando buenos resultados en 11 pacientes (31%), anotaron que en 10 pacientes el efecto analgésico continuó a pesar de haber suspendido la estimulación, en 8 hubo reducción significativa en la ingesta de fármacos y en 2 constituyó una cura definitiva.

da al restaurar temporalmente la funcionalidad, mejora el tiempo de sueño y que disminuye la necesidad de hospitalizaciones debido a adicción. En casos seleccionados el TENS puede utilizarse como predictor útil para valorar procedimientos quirúrgicos ablativos permanentes.

Wall y Nathan (53) estudiaron 30 pacientes con neuritis postherpética que no habían respondido al tratamiento convencional, reportaron buenos resultados en 11 pacientes (31%) y notaron que el efecto analgésico continuó a pesar de haber suspendido la estimulación, en 8 hubo reducción significativa en la ingesta de fármacos analgésicos y tranquilizantes y en 2 constituyó una cura definitiva.

En la serie de Bates y colaboradores, que constó de 74 pacientes con neuritis postherpética, reportaron que el 44% de ellos respondieron favorablemente al TENS y en el control longitudinal el 33% seguía utilizándolo a los dos años de prescrito. Además citan sus observaciones:

1) 8 pacientes con respuesta exitosa inicial al TENS lo devolvieron ya que su efecto analgésico era notable mientras el aparato funcionaba pero en cuanto lo apagaban, la intensidad del dolor era mayor que previo al tratamiento.

2) comparando esta serie de 74 pacientes con neuritis postherpética con otra serie de pacientes con dolor crónico sometidos a TENS pero con diagnósticos diferentes, encontraron que existen dos tipos de pacientes:

a) aquellos que aceptan la molestia de portar el TENS junto con sus cables y electrodos unidos a piel debido a su buen efecto analgésico

b) aquellos que valoran el efecto analgésico vs la inconveniencia de portarlo y consideran que no vale la pena

3) que no siempre la unidad portátil es la ideal ya que los pacientes ancianos, con temblor o con incapacidades mayores no pueden manipularlo adecuadamente ya que los controles son demasiado pequeños

4) en pacientes que por alguna causa utilizaron modelos semiportátiles, tuvieron que destinar un horario especial pa

ra su aplicación, por lo que tuvieron que relajarse y descansar durante su aplicación, al ser interrogados sobre este fenómeno se observó que muchas veces es el reposo extra el que aumenta el efecto analgésico del TENS que cuando este se aplica sin relajación.

5) En comparación con otros métodos de contrairritación el TENS es caro

6) En algunos pacientes con dolor más problemas de conversión el TENS representa algo así como "una banda de honor" o una "máscara para enfrentar la vida" y así manipular mejor su situación personal. (54)

7) En otros pacientes que presentaban dos tipos distintos de dolor crónico (lumbalgia más polineuritis por ejemplo) al aplicarse el TENS sólo sienten alivio en uno de ellos, lo que es sugestivo que el TENS interactúa con el proceso productor del dolor.

Sherman y colaboradores en sus artículos de revisión sobre la calidad de los tratamientos para dolor de miembro fantasma (55, 56) reportaron que el TENS es un método comúnmente utilizado para esta entidad de acuerdo a las cifras obtenidas durante la encuesta que realizaron pero presentó una calificación compuesta baja al ser analizado estadísticamente así como una frecuencia de falla muy alta. Concluyen que el método más utilizado hasta esa fecha consistía en ultrasonido, bloqueo del nervio periférico correspondiente y de TENS, pero que al realizar seguimientos de un año encontraron que su efecto analgésico parece ser temporal y que incluso puede contribuir a reforzar la conducta ante el dolor crónico presentada por estos pacientes y así perpetuar el problema.

Sin embargo Winnem y Admunsen en su carta al editor citan los resultados muy favorables en dolor de miembro fantasma en 11 pacientes (57)

Banerjee (58) cita que del 14 al 45% de los pacientes con lesión medular sufren de dolor severo que interfiere con su rehabilitación, generalmente es por debajo del nivel de la lesión tiene calidad de urante y puede ser intenso. Refiere una serie de 5 pacientes tratados con éxito con TENS a largo plazo.

Davis (59) en 31 pacientes con lesión medular con dolor secundario estableció que dicho fenómeno está íntimamente relacionado con la estructura que haya sido dañada y clasificó como dolor proveniente de columna vertebral cuya localización fue directamente sobre la zona dañada, el dolor proveniente de raíces nerviosas cuya distribución fue dermatomérica y el dolor debido a la lesión propia de la médula espinal que se consideró como de tipo central y se comportó como referido. Refiere respuesta exitosa al TENS en 36%, respuesta parcial favorable al 6% y como falla al 58% los cuales presentaban dolor central referido .

Moore (60) presentó 98 pacientes con dolor crónico, de los cuales 58 presentaron lumbalgia, 15 cefalea y 25 dolor localizado a una extremidad, en tórax o dolor de tipo intercostal. se realizó un programa con TENS durante 12 días, con tratamiento diario, con colocación de electrodos de acuerdo a lo señalado por Melzack y en el caso de cefalea se estimuló los puntos "hoku" de acupuntura, sus resultados indican buena respuesta (definida arbitrariamente como una reducción del dolor en un 50%) en 61 pacientes. Hubo mayor número de éxitos en los pacientes con lumbalgia (69%), en cuanto a cefaleas sólo el 40% respondieron favorablemente y en cuanto al dolor de extremidades y torácico presentó el 60% de éxito. Realizaron un seguimiento a dos años y encontraron que el 84% continuaba utilizándolo y quienes habían abandonado el tratamiento por éxito total no reportaron recurrencia. 10 pacientes presentaron cura después -

de 12 sesiones.

Gersh y Wolf presentaron un caso de neuropatía periférica de etiología desconocida ampliamente estudiada por varios especialistas, manifestada por dolor urente en el dorso de ambos pies, edema y calambres en el flexor común de los dedos, se le aplicaron varias sesiones con 4 electrodos en la zona dolorosa con respuesta de reducción del 50% en el pie derecho mientras que el izquierdo respondió en menor intensidad y 3 hrs después el dolor recurrió con sus características - previas por lo que se revisó la colocación de electrodos para este pie y en esta ocasión sólo se utilizó un par de ellos colocados a nivel de maleolo lateral y medial, la intensidad y frecuencia corresponden a la estimulación del TENS convencional con lo que la respuesta a éste fue dramática (61) - además de la presentación del caso los autores desearon en - fatizar que el poco éxito conseguido en otro tipo de neuropatías reportado ampliamente en la literatura podía obedecer a la pobre búsqueda del sitio óptimo en la colocación de los - electrodos. (61)

Golner (62) presentó 700 pacientes del Servicio de Ortopedia del Centro Médico de Duke en Durham con dolor crónico de muy diversos orígenes: neuritis postherpética, síndromes de compresión nerviosa, enfermedad por degeneración de disco intervertebral, osteoartritis, tendinitis, parestesias postoperatorias, y dolor asociado a insuficiencia vascular. Reportó que el 62% utilizó el TENS entre 1 y 8 hrs diarias, y que el restante 38% entre 9 y 14 hrs al día y sus conclusiones - fueron:

1) la neuritis por herpes zoster del nervio trigémino responde al uso intermitente del TENS

2) la cefalea frontal y el dolor suboccipital asociados a osteoartritis responden exitosamente al igual que:

3) el dolor de tipo radicular después de lesión de plexo braquial por estiramiento , con dolor de intensidad leve o moderada

4) epicondilitis lateral y compresión del nervio interóseo posterior

5) trauma de nervio periférico con parestesias persistentes secundarias

6) la intolerancia al frío presentada por los pacientes con lesión de nervio periférico disminuyó notoriamente

7) el dolor asociado con neuroma palmar cutáneo fue disminuido durante la fase de regeneración

8) lumbalgia

9) neuropatía diabética

10) dolor asociado a síndrome compartamental

Refiere que entre más crónico sea un dolor menor será la respuesta favorable al TENS.

El 88% colocaron los electrodos sobre el área dolorosa, el 22% sobre el tronco nervioso proximal a la zona dolorosa. Con respecto al efecto analgésico, se consideró al 45% como falla total, y 55% con éxito moderado a notorio. El 22% obtuvo alivio total y el 78% parcial.

Sin embargo este estudio que duró 7 años queda invalidado debido a que no presentó grupo control ni realizó pruebas estadísticas.

Existen grandes variaciones en cuanto al tipo de pacientes, especialistas participantes y métodos adoptados dentro de una Clínica del Dolor (62,63), sin embargo uno de los procedimientos más comúnmente empleados es el TENS, he aquí uno de esos programas (40):

Clase I

Terapia física, analgésicos y restricción de ADVH

Clase II

Lo arriba mencionado + TENS

Clase III

Lo arriba mencionado + bloqueos nerviosos de tipo químico en raíz nerviosa, punto gatillo y nervio periférico

Clase IV

Estimulación eléctrica percutánea sobre nervio periférico (implante temporal)

Clase V

Implante permanente

- en columnas dorsales
- sobre nervio periférico

Clase VI

Revisión del electrodo percutáneo del implante permanente

Clase VII

Cirugía para reexploración

Clase VIII

Lesión por radiofrecuencia

Clase IX

Rizotomía o cordotomía

Programa de la Clínica del Dolor
del Centro Médico de Wilmington, Delaware

Dolor agudo.- el TENS inicialmente fue concebido como un método para tratar dolor crónico, por lo que ha sido menos estudiado en su presentación inicial:

Una de las aplicaciones más exitosas del TENS es para control del dolor postoperatorio, aunque los protocolos de la literatura son diferentes, las variables del tratamiento son consistentes en todos ellos: 1) los pacientes son entrevistados en el preoperatorio con el fin de familiarizarlos con el estimulador y encontrar el tipo de estimulación más confortable, 2) se colocaron electrodos estériles adyacentes a la herida quirúrgica, 3) la estimulación se inició en el postoperatorio inmediato o en el cuarto de recuperación con las cifras obtenidas en la entrevista previa para nivel confortable de estimulación, 4) utilización continua durante las primeras 48 o 72 hrs del postoperatorio con el paciente autoregulando su estimulador, 5) medición mediante escalas subjetivas visuales o verbales de la cantidad de dolor presente, 6) registro es -

tricto en el expediente sobre la frecuencia y posología de los analgésicos administrados, 7) libertad para que el paciente solicitara dichos analgésicos en caso de falla parcial o total del TENS y 8) grupo control de igual número con randomización en cuanto a edad, sexo y cirugía efectuada.

Hymes en 1972 fue el primero en utilizar TENS para control del dolor postoperatorio, demostró que la aplicación de TENS de 20 a 40 mA directamente a la piel lo más cercana a la herida quirúrgica reducía dramáticamente la incidencia de atelectasia e íleo postoperatorio y la estancia en las unidades de cuidados intensivos, la tos se reducía en un 70% (64).

VanderArk en 1975 (65) reportó una serie de 100 pacientes que habían sido sometidos a cirugía torácica o abdominal. El TENS obtuvo alivio del dolor en un 77% contra el 17% a quienes se les aplicó el estimulador pero sin baterías. No encontró ninguna relación entre el tipo de cirugía y la falla o éxito del TENS, además observaron constantemente que los pacientes con TENS eran capaces de toser y respirar profundamente sin mucho dolor especialmente durante el tiempo en que el estimulador estaba funcionando.

Roberts lo utilizó en 12 pacientes con pancreatitis severa con un éxito del 100% (66). Schomburg y Carter (67) realizaron un trabajo retrospectivo en 75 pacientes, postlaparotomía en quienes se aplicó TENS, apareándolos en cuanto a diagnóstico edad y sexo con un grupo control de 75 pacientes manejados convencionalmente. Reportaron que el grupo de TENS requirió un 56% menos de analgésicos que los del grupo control, además permanecieron más activos y se incorporaron más tempranamente a los ejercicios respiratorios postoperatorios. También se preguntan sobre el costo de este programa vs los analgésicos tradicionales o que si pudiese seleccionarse a los pacientes que serían particularmente beneficiados por el TENS.

Taylor y cols (68) estudiaron a 77 pacientes post cirugía abdominal a quienes se les aplicó una unidad funcionante de TENS con estimulación convencional (U.F.) en un total de 30 pacientes, una unidad simulada de TENS (U.S.) a 22 pacientes y 25 pacientes siguieron el regimen habitual de narcóticos (.P.N.). En el segundo día de postoperatorio el 87% de los pacientes con U.F., el 96% de los pacientes con U.S. y el 68% de los pacientes con P.N. estaban deambulando. Ese mismo día se buscaron signos de peristalsis intestinal encontrándola en el 30% de los U.F., en el 14% de los U.S. y en el 8% de los P.N.

Por lo tanto concluyeron que los pacientes con narcóticos manifestaron menor efecto analgésico y mayor riesgo de complicaciones atribuibles a depresión fisiológica. Si embargo, la similitud de las cifras obtenidas entre la U.F. y la U.S. implica que parte del efecto del TENS pueda ser por placebo, hecho que puede explicarse por:

- 1) al igual que la unidad funcional de TENS el aparato placebo puede estimular la liberación de encefalinas con poder analgésico

- 2) el sentimiento de estar activamente participando para disminuir el dolor en los dos tipos de unidades utilizadas, puede activar otras vías supratentoriales menos estudiadas y sumarse al efecto del TENS

Ali (69) estudió la función pulmonar en 40 pacientes que fueron sometidos a colecistectomía. 15 pacientes utilizaron el TENS durante las primeras 48 hrs del postoperatorio, 15 pacientes no lo utilizaron y 10 pacientes utilizaron unidades placebo. Realizaron espirometrías en todos, al 3er y 5to día de postoperatorio, indicaron que los pacientes sometidos a TENS presentaron capacidad vital y capacidad funcional residual significativamente más altas que los pacientes sin TENS o con unidades placebo. Asimismo, hubo menor incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias. Además los pacientes sometidos a TENS requirieron de menor dosis complementarias de narcóticos.

taria de analgésicos.

Stratton presentó 21 pacientes que fueron sometidos a to racotomía basándose en que después de este procedimiento - el dolor puede disminuir la movilización torácica, limitar la capacidad del paciente para realizar los ejercicios de - reflejo tusígeno, de respiración profunda y de aumento en - el movimiento diafragmático, lo cual aumenta la morbilidad; asignó 11 pacientes al grupo de experimentación y 10 al gru po control. Todos contaron con espirometría preoperatoria. Al segundo día postoperatorio, a todos los pacientes se les tomó la capacidad vital forzada, pero en el caso de los pa- cientes sometidos a TENS se realizaron 3 mediciones: la pri mera antes de la estimulación, otra al décimo minuto de la estimulación con TENS y la última 10 minutos después de ha ber concluido el tratamiento. En el grupo control se reali- zaron tres mediciones seriadas a intervalos de 10' cada - una. Las cifras obtenidas fueron sometidas a análisis esta- dístico y concluyeron que la utilización del TENS aumenta la capacidad vital forzada y la expansión torácica global cuando está funcionando el aparato, aunque reconocen que - el diseño del estudio falló al aplicar tan corto tiempo la estimulación y que no se individualizó la colocación de - electrodos, pero consideran de valor la reducción o desapa- rición potencial de las complicaciones postoperatorias. (70)

Santiesteban (71) estableció un programa postquirúrgico de TENS donde sugiere:

- * que por cada 100 camas de cirugía debe haber 10 apara tos portátiles de dos canales

- * contar con varios tipos de electrodos esterilizables

- * los métodos de colocación más útiles con el cruzado, el no cruzado y los puntos de acupuntura, en ese orden de frecuencia

- * el aparato y electrodos deben colocarse en el quiró- fano apenas se haya cerrado la piel con el paciente aún - anestesiado

- * el ajuste de la unidad debe realizarse de acuerdo a cifras preseleccionadas
- * revisar al paciente y los electrodos dos horas después y ajustar de acuerdo a la indicación del paciente el nivel confortable de estimulación
- * cambiar de acuerdo a la marca de estimulador utilizada las baterías, a las 8 a 24 hrs de haber iniciado su aplicación
- * planear anticipadamente las formas de registro que se van a incluir en el expediente clínico incluyendo todas las variables, dependientes e independientes
- * discutir el programa con todo el equipo participante (cirujano, enfermería, terapistas)

Algunos investigadores se han interesado en la eficacia del TENS en el manejo del dolor postlaminectomía, en todos estos trabajos los electrodos fueron colocados paralelos a la incisión, con estimulación convencional durante las primeras 48 hrs, Solomon en su serie sugiere que existe una tolerancia cruzada entre aquellos pacientes que recibían narcóticos hasta en las 2 semanas previas al acto quirúrgico y el TENS, por lo que sus resultados fueron menores a los reportados por otros autores (16)

Boulos (72) en su serie de 14 pacientes laminectomizados encontró que la dosis promedio de demerol diaria en los pacientes con TENS fue de 176.6 mg vs 328.3 mg en los pacientes del grupo control y en cuanto a percepción del dolor, - encontraron 7 pacientes con respuesta excelente, 4 con respuesta moderada y 4 con pobre respuesta. De su serie 5 eran pacientes reoperados, reportó que uno de ellos no requirió narcóticos, dos redujeron al 50% su dosis previa de narcóticos y dos permanecieron casi igual.

Schuster (73) presentó 53 pacientes sometidos a laminectomía a quienes dividió equitativamente en dos grupos, llevó un registro estricto en cuanto a dosis y frecuencia de analgésicos demandados por ambos grupos sometiendo estos datos a varias pruebas estadísticas, concluyó que el TENS disminuye la necesidad de analgésicos después de una cirugía -

yor y que no hubo ninguna de las complicaciones frecuentemente encontradas después de una cirugía de columna: función pulmonar deprimida, atelectacia, alteraciones gastrointestinales o incontinencia urinaria. Ningún paciente sufrió de infección de la herida quirúrgica.

Harvie (16) enfatizó la utilización del TENS para el control del dolor postoperatorio después de cirugía de rodilla, su serie comprendió remplazo total de rodilla, sinovectomía, meniscectomía, artrotomías, rótuloplastias o reducción de fracturas. Reportó una reducción en la administración de narcóticos del 75 al 100%. Flexión activa de rodilla en el 6to día de postoperatorio, recuperación pronta del cuádriceps y menor estancia hospitalaria.

Augustinsson (74) presentó 147 pacientes en trabajo de parto sometidos a TENS, de las cuales 65 (44%) reportaron efecto analgésico muy bueno o bueno, 65 (44%) efecto regular y en 17 nulo efecto. El hecho más significativo fue la ausencia de efectos colaterales en comparación con los métodos convencionales basados en analgésicos y sedantes.

Bundsen (75) comparó el desarrollo de 566 partos vaginales, de los cuales 283 fueron sometidos a TENS desde el primer estado del trabajo de parto, sus resultados indicaron que el TENS proporciona alivio del dolor lumbar como suprapúbico experimentado en las distintas etapas del parto, la mezcla de óxido nítrico fue utilizada menos frecuentemente en el grupo con TENS que en el control, los hijos de primigestas atendidas con TENS presentaron mejor calificación de Apgar que los del grupo control, sin embargo en la mitad de los casos el TENS interfirió con la monitorización del corazón fetal por lo que no pudo utilizarse de manera óptima.

Grim (76) presentó 15 pacientes también en trabajo de parto reportando que el TENS proporcionó disminución del dolor en 87% y alivio total en un 20%, refieren que en un caso hubo interferencia por parte del TENS para la monitorización cardíaca fetal por lo que sugieren la adición de un filtro en las unidades que se utilicen para tal efecto.

Roche presentó 36 pacientes con dolor ocasionado por hemorragia hemofílica (78) en hombro o rodilla, el grupo con TENS constó de 28 pacientes y 8 como grupo control, el 50% se manejó con factor VIII, el 60% tomó algún tipo de analgésico menor 12 hrs previas a este estudio y el 20% realizó ambas cosas

El tratamiento con TENS, fue con estimulación convencional los electrodos fueron colocados en el trayecto de los nervios correspondientes a la zona afecta lo más cerca posible al área de sangrado. El 71% de los pacientes que recibieron TENS reportaron cambios en el cuestionario McGill que representaron un alivio del dolor del 50%, en comparación del 25% que manifestaron los del grupo control, además 9 pacientes reportaron alivio del 80% y 4 del 100%.

Al comparar la cantidad de alivio con el grado de hemorragia presentada por estos pacientes, se sugiere que el TENS es más efectivo cuando el dolor es moderado que cuando es intenso.

El paciente con heridas térmicas y con lesiones asociadas tales como bursitis, tendinitis o lesión de nervios periféricos o dolor por miembro fantasma responde favorablemente al TENS, así como el dolor presentado por la zona donadora de injertos o por cicatrices hipertróficas (79).

Casos únicos reportados en la literatura

Stilz presenta el caso de una niña de 6 años con distrofia simpática refleja ocasionada por lesión por tracción de nervio ciático derecho manifestada por edema, hipersensibilidad en rodilla y planta, coloración azulada, dolor urente e incapacidad para la marcha. Debido a que los padres rehusaron el bloqueo simpático lumbar se le aplicó TENS convencional, encontrándose un efecto analgésico notable a las 24 hrs de iniciado el tratamiento con remisión completa del cuadro al 5to día. (80)

Millea (81) reportó el caso de un paciente masculino de 50 años de edad, con dolor abdominal de 8 años de evolución asociado a distensión y meteorismo. Presentó alivio completo después de 5 sesiones con TENS convencional. El éxito fue atribuido a disminución del tono simpático y aumento en la motilidad gástrica asociados al TENS.

McCarthy presentó un caso de Guillain Barré asociado a dolor insoportable y parestasias distales en las 4 extremidades, el tipo de estimulación fue el de TENS convencional colocando 4 electrodos sobre el trayecto de los principales nervios de la extremidad, su utilización diaria fue aproximadamente de 3 hrs, 3 o 4 veces. El tratamiento constó de 11 sesiones. Se realizó una medición del dolor a través de una escala visual del 0 al 10, encontrando que la paciente reportó una disminución de 7 puntos en los miembros pélvicos y en espalda. (82)

Khan (83) demostró el efecto del TENS sobre la osteogénesis en 3 pacientes con pseudoartrosis. Inicialmente el TENS fue prescrito para proporcional analgesia, el tiempo de evolución promedio fue de 6 meses. La colocación de electrodos puede calificarse de tipo "sandwich" con el foco de fractura en el centro. El tipo de estimulación utilizado fue de TENS similar a acupuntura y con una frecuencia de 3 veces por semana, durante 25 minutos. Las radiografías mostraron formación de callo y puentes óseos un mes después.

Meyer y Fields reportaron un total de 8 pacientes con causalgia secundaria a lesión de nervio periférico, tratados con TENS, después de buscar la colocación individualizada en cada paciente, de los electrodos, se reportó alivio dramático e inmediato del dolor, que duró de minutos a horas (84).

Rizk (85) presentó el caso de una niña de 8 años de edad portadora de escleroderma lineal, hemiatrofia corporal y una contractura en flexión de rodilla secundaria. El manejo convencional de terapia física fue inútil por lo que se prescribió TENS convencional más una ortesis para estiramiento sostenido con lo que se obtuvo una ganancia de 55° en la extensión de rodilla.

Bodenheim (86) reportó el caso de un paciente con atrofia de Sudeck que respondió exitosamente a la aplicación de TENS convencional durante un mes.

COMPONENTES DE LA UNIDAD

Existen numerosas marcas y modelos disponibles en el mercado pero se pueden clasificar en: (12)

- * Estimulador estandard para hospital
- * Estimulador semiportátil para hogar
- * Unidad miniatura para uso continuo

El aparato de TENS es un sistema electrónico que emite una corriente pulsada en forma de una onda bifásica y asimétrica. La corriente pulsada presenta componentes tanto de la corriente - alterna como de la directa.

Entre los diferentes tipos de onda tenemos: (87)



Bifásica y asimétrica
(modificada rectangular)



espiga modificada



monofásica rectangular
(alta frecuencia)



Simétrica bifásica rectangular



monofásica rectangular

En condiciones ideales presentan tres controles:

- * SALIDA O AMPLITUD, expresada en miliamperios
- * FRECUENCIA, la cual se expresa en pulsos por segundo o Hertz
- * PROFUNDIDAD O ANCHURA DEL PULSO, expresada en microsegundos

Pueden presentar un canal para dos electrodos, o dos canales para cuatro electrodos. El aparato está diseñado de tal modo, que puede ser operado tanto por el personal médico, paramédico o por el propio paciente. Es un generador portátil, ligero, con baterías recargables de tamaño similar a una cajetilla de cigarrillos

que puede guardarse en el bolsillo de la ropa, bolso de mano o ajustado al cinturón, junto con sus electrodos y cables.

El uso exitoso del estimulador depende de la colocación adecuada de los parámetros de estimulación, es decir, amplitud, frecuencia y profundidad del pulso (87,88).

Melzack sugirió que existen tres áreas específicas que pueden ensayarse con el fin de obtener alivio del dolor:

I) ZONAS GATILLO: teniendo al paciente en reposo, las zonas dolorosas son palpadas con el fin de investigar si algún sitio genera dolor, en el caso contrario se pueden consultar los mapas de Travel y Rinzler con el fin de localizar la zona gatillo más cercana por fuera del área dolorosa.

II) RUTAS DE NERVIOS PERIFERICOS:

si no fue posible encontrar zonas gatillo en la vecindad se utiliza el trayecto de los nervios de la zona dolorosa.

III) PUNTOS DE ACUPUNTURA:

los puntos clásicos de acupuntura tomados de los Atlas de Kao y Kao (1973) o los de Mann (1976), pero la elección del punto dependerá del diagnóstico y patrón del dolor con el fin de seleccionar el punto de estimulación.

ELECTRODOS.- Existe una gran variedad disponible en tamaño y forma de acuerdo al uso que se vayan a destinar. Entre los más comunes tenemos los de carbón, neuroporo o tipo almohadilla. Algunos necesitan de pasta electrolítica y algún medio de fijación, otros son autoadheribles.

TIPOS DE TRATAMIENTO

Si se combinan los tres parámetros utilizados para la estimulación, se obtienen tres tipos de tratamiento, denominándose TENS Convencional, TENS similar a acupuntura y de ráfagas de trenes, siendo sus características:

TIPO	Frecuencia	Pulso	Amplitud
<u>Convencional</u> Alta frecuencia Baja Estimulación	60-120 pps	50-100 ms	Cómoda Sin contracción muscular
<u>Similar</u> <u>Acupuntura</u> Baja frecuencia Alta estimulación	1- 5 pps	150-200 ms	Ligeramente incómoda Contracción muscular potente
<u>Ráfagas</u> <u>de trenes</u>	60-120 pps	+ de 200 ms	Tolerable pero incómodo Contracción muscular tetánica o sostenida

CONVENCIONAL

Su frecuencia de estimulación es alta, la anchura del pulso es baja y la amplitud se incrementa hasta que el paciente perciba una sensación agradable de cosquilleo en el área que previamente era dolorosa. El alivio del dolor será brusco y dura de varios minutos a varias horas.

SIMILAR A ACUPUNTURA

La disminución del dolor se inicia de 15 a 30 minutos después de iniciar el tratamiento y su efecto puede durar de 30 minutos a varias horas. Debido a que se obtiene contracción muscular, se debe instruir al paciente que realice ejercicios activos antes del tratamiento.

RAFAGAS DE TRENES

También se le ha denominado analgesia por hiperestimulación. La analgesia que se obtiene por este método es repentina, el tiempo de tratamiento es muy corto y su duración es muy variable. Debido a sus características tiene varias aplicaciones clínicas: debridación de heridas, retiro de suturas, etc. La fatiga muscular puede presentarse rápidamente por lo que el tiempo de estimulación generalmente es muy corto. Algunos pacientes no lo toleran.

MODULACION

La adaptación sensorial o acomodación puede ocurrir durante la estimulación. Con el fin de prevenir dicho fenómeno, muchos equipos de TENS tienen controles para modificar independientemente la frecuencia y la amplitud. Estos controles aumentan la efectividad del tratamiento y auxilian en la comodidad del paciente. (89)

Aún no se han encontrado diferencias significativas entre el TENS de alta y baja frecuencia, (22), tampoco se ha encontrado la forma de onda ideal (88). Aunque se ha reportado que el de tipo convencional produce mejores resultados con respecto al grado y duración del alivio, pero que algunos pacientes no toleran las características de intensidad de su estimulación. (89)

CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS

- * sobre útero gestante
- * pacientes con cardiopatías, especialmente arritmias
- * paciente que utilice marcapaso cardíaco, especialmente los de demanda, o marcapaso diafragmático
- * paciente con historia de crisis convulsivas de difícil control
- * sobre seno carotídeo
- * sobre músculos faríngeos o laríngeos
- * sobre heridas quirúrgicas suturadas recientemente
- * sobre zonas con dermatitis previa (22, 62, 67, 87, 88, 90)

CONTRAINDICACIONES RELATIVAS

- * pacientes muy ansiosos
- * enfermos psiquiátricos
- * alergia a los electrodos o gel hidroelectrolítico
- * sobre cuero cabelludo (91)

El paciente deberá ser informado siempre sobre la naturaleza del TENS y los efectos esperados:

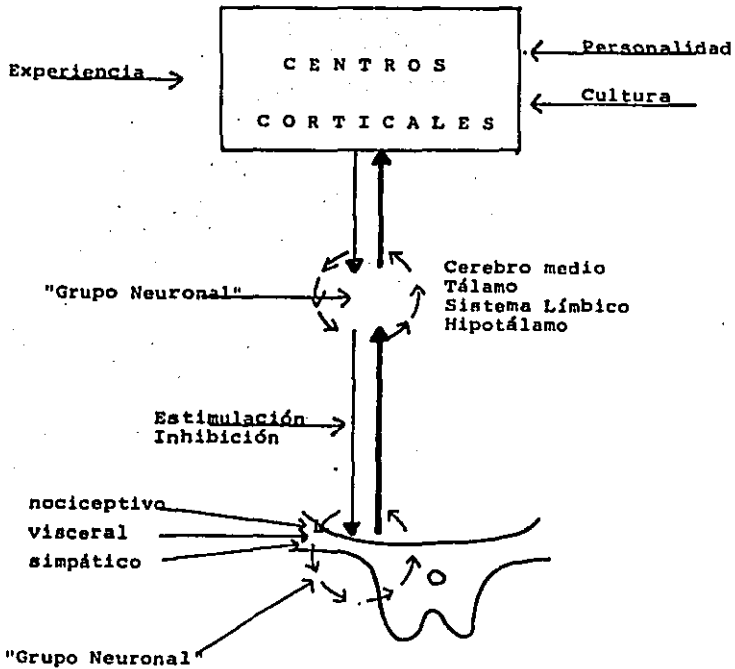
- * proporcionar alivio completo de duración variable
- * dar alivio parcial o temporal
- * no ser de valor (8)

COLOCACION DE ELECTRODOS

La técnica de aplicación, como ya se enunció previamente es un punto clave para el éxito del TENS . Requiere de personal entronado, con el tiempo, paciencia y experiencia suficiente para llevar a cabo las pruebas ensayo/error que sean necesarias (35,87,88,22).

Además de las sugeridas por Melzack existen otros métodos alternativos de acuerdo al tipo de unidad y de patología que se trate, la revisión de cada uno de ellos escapa del objetivo de este trabajo pero pueden consultarse (87,88,89,92,93,-94). Entre ellos tenemos:

- * doble canal
- * bilateral
- * contralateral
- * electrodos múltiples
- * angular y cruzada
- * áreas no relacionadas
- * en columna cervical
- * transcraneal



Concepto de "grupo neuronal" para generar patrones de dolor (95)

Estos mecanismos pueden empezar a ser programados y actúan como fuentes de dolor que pueden influenciados por estímulos externos. Estos grupos comprenden a un centro generador de patrones, localizados en las astas posteriores y en todas sus conexiones internunciales. Ellas están a su vez influenciadas por impulsos periféricos y también por estímulos centrales que descienden de centros supraespi-nales. Estas células pueden ser suprimidas, activadas o liberadas. Estas influencias pueden ser somáticas, viscerales o autonómicas.

Existe aparentemente un fino equilibrio donde una pérdida de la entrada o un exceso de la misma puede producir una sobrerreacción del grupo celular.

La pérdida de los impulsos de entrada puede resultar por le--sión del nervio periférico, produciendo desaferenciación, mientras que el exceso de la entrada ocurre cuando existe irritación de tejidos distantes.

Si este concepto es válido, hay credibilidad al utilizar simultáneamente varios enfoques terapéuticos. Por ejemplo, la utilización de medicamentos antidepresivos o de tranquilizantes puede tener una influencia sobre el mecanismo generador de patrones, utilizado simultáneamente con bloqueo anestésico local, TENS y ejecicios activos. Todos estos pueden tener un efecto benéfico sobre este grupo neuronal, aunque parezcan separadamente como contradictorios. (8)

UTILIZACION DEL TENS CONJUNTAMENTE CON OTROS Tx

Probablemente es cierto que si el paciente experimenta alivio del dolor, se considere curado a pesar que el mecanismo causal no haya desaparecido. Ocasionalmente el TENS es la única medida terapeútica para lograrlo, es mucho más frecuente que sean necesarias otras medidas, ya que frecuentemente estos pacientes tienen mala postura, pobres hábitos de trabajo, disminución de la potencia - muscular contracturas y baja resistencia, por lo que es vital - tratarlos como parte vital de su tratamiento integral de rehabilitación asociados a antidepresivos o bloqueos periféricos (22)

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

Justificación: el paciente con artritis reumatoide, en la mayoría de los casos, presenta una enfermedad crónica de etiología actualmente desconocida, con afectación principal de grandes y pequeñas articulaciones, vainas tendinosas, músculo, nervio y que en ocasiones puede generalizarse a diferentes aparatos. Este proceso patológico presenta dos tipos de evolución: la episódica y la sostenida.

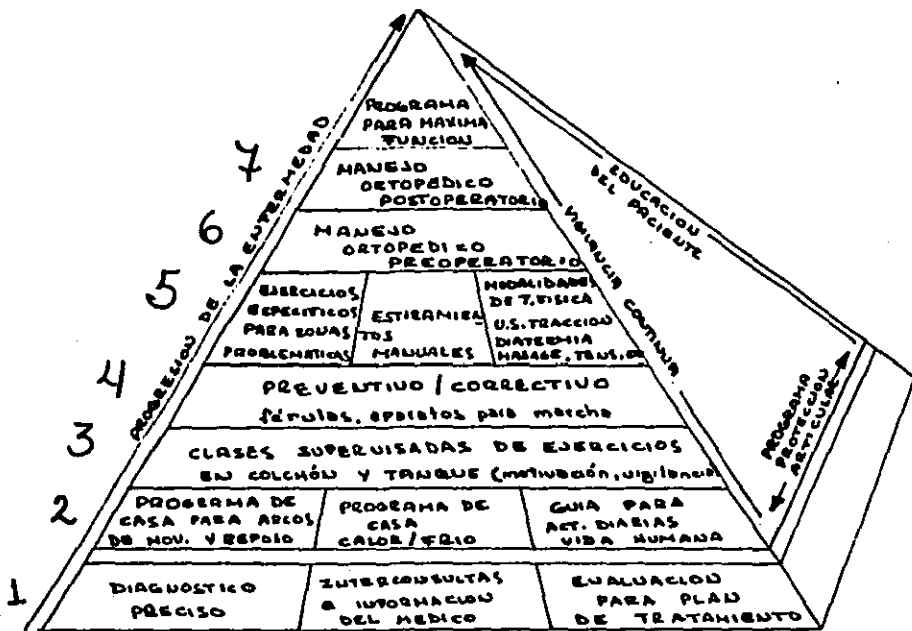
Puede ocurrir que durante un episodio de exacerbación del proceso reumatoide se produzcan lesiones irreparables. En general, el grado de destrucción articular y la atrofia muscular se relacionan a grosso modo, con el tiempo en que la enfermedad permanece activa, por lo anterior muy a menudo conduce a invalidez parcial o total, temporal o permanente.

El paciente reumático tiene derecho a tratamiento medicamentoso, ortopédico y rehabilitatorio. En el campo de la Medicina de Rehabilitación el tratamiento se dirigirá a los diversos aspectos alterados por la enfermedad (físico, afectivo, familiar, social, laboral, etc) basándose principalmente en los métodos tradicionales de la terapia física, terapia ocupacional, aditamentos ortésicos y de apoyo psicológico.

Un problema constante en estos pacientes es la presentación de dolor tanto agudo durante las exacerbaciones como crónico durante las intercrisis, como ya se dijo antes, el dolor es incapacitante en un alto grado y debido a su influencia debe conceptuarse como una enfermedad asociada y no como un síntoma más.

Ante el gran reto que representa el dolor para los médicos y su enorme costo para las Instituciones de Salud, deben buscarse nuevas alternativas. Se pretende valorar el efecto del TENS sobre esta enfermedad y el sumarlo a su tratamiento integral.

PIRAMIDE DE TERAPIA FISICA
 PARA EL MANEJO DE ARTRITIS REUMATOIDE



Se representa una progresión lógica en el manejo de la enfermedad, de acuerdo a la progresión de la misma y de los métodos aceptados actualmente en terapia física. Es importante - observar que el TENS está localizado en el estadio 5. (96,97)

Joseph Lee Hollander indicó que la artritis reumatoide es una enfermedad común, dolorosa, y progresiva. Debido a la frecuencia en su desarrollo ha sido llamada "la gran incapacitadora". Al igual que los problemas de rehabilitación generados por la poliomielitis o la enfermedad vascular cerebral, el curso crónico de la artritis reumatoide favorece la instalación a través de los años y aún en pocos meses, de más y más incapacidades, lo cual dificulta la evaluación de la terapia rehabilitatoria. El médico tratante frecuentemente siente frustración debido a su curso errático e impredecible. Aunque se ha realizado progresos notables con respecto a su tratamiento su etiología aún es desconocida y por lo tanto su cura aún no está disponible.

A aquellos que tienen el enfoque pesimista y nihilista en el tratamiento de la artritis reumatoide se les puede contestar con la voz de la experiencia que difícilmente habrá un paciente con esta enfermedad por severa que sea esta, que no pueda ser ayudado con alguna medida de tratamiento. Siendo sus objetivos:

- 1) Aliviar el sufrimiento
- 2) Suprimir la inflamación
- 3) Prevenir contracturas y otras deformidades
- 4) Corregir las deformidades incapacitantes, cuando esto sea posible
- 5) Por encima de todo, preservar la función

El grupo está formado por 10 pacientes cuyas edades oscilan entre la segunda y sexta década de la vida, mexicanas, provenientes de estrato económico bajo y medio. Portadoras de artritis reumatoidea - clásica o definida según los criterios de la Asociación Americana - de Reumatismo (A.R.A.), residentes en el Estado de Querétaro y asistentes a la consulta externa del Hospital General "A", de la Secretaría de Salud, en Querétaro, Oro.

Paciente	Dx	Tiempo de Evol	Medicamentos durante el estudio
R.I.J.	A.R. clásica	4 años	naproxen
J.G.H.	A.R. Juvenil	9 años	penicilamina, naproxén
P.M.	A.R. definida	7 años	Ac. acetilsalicílico
J.L.P.	A.R. definida	4 años	Ac. acetilsalicílico
I.L.N.	A.R. juvenil	5 años	naproxén, esteroides de liberación lenta
M.J.S.	A.R. clásica	2 años	naproxén
S.P.P.	A.R. clásica	11 años	penicilamina y sales de oro
R.D.S.	A.R. clásica	6 años	sales de oro
F.P.R.	A.R. Clásica	7 años	piroxicam
M.B.D.	A.R. definida	8 meses	indometacina

Relación de pacientes

El promedio de edad fue de 37.6 años y el promedio de evolución de la enfermedad fue de 6.3 años, durante el estudio dos de ellas, (ILM y RDS) presentaron discreta exacerbación una en rodillas y otra en codo, hombro y rodilla derechas y hombro izq.

A ninguna de las pacientes se les informó sobre la naturaleza del estudio, sino que el tipo de tratamiento asignado se incluyó dentro de su rutina de tratamiento de terapia física.

El grupo control constó de 5 pacientes y el de estudio de otras 5 pacientes. El criterio para designar que tipo de tratamiento recibiría radicó en una distribución al azar, resultando si su ingreso se efectuaba en día par se incluía en el grupo de TENS y si ingresó en día - non se le asignaban ionizaciones.

A todas las pacientes antes y después del tratamiento se les realizó la prueba de carga presentada por Mannheim (46), consistente en tener a la paciente cómodamente sentada frente a una mesa, con flexión de codo a 90 grados, se le solicita a la paciente que mediante flexión de muñeca cargue un costal de diferente peso hasta completar su arco de movimiento, el peso anotado será el que la paciente tolere durante 30 segundos sin presentar dolor o sin agravar el preexistente. el ensayo se realizó 3 ocasiones para cada muñeca y se anotó el promedio.

Cada sesión de tratamiento constó de 25 minutos y se intentó aplicarlo 2 veces al día, abarcando ambas muñecas.

Para las ionizaciones se utilizó ácido salicílico al 3% en solución acuosa y se introdujeron mediante un estimulador convencional marca - Medtronic.

El aparato de TENS utilizado es un modelo miniatura marca Orión número 600-2, con dos electrodos de neuroporo, circular, colocados sobre la muñeca, uno sobre la cara anterior y el otro sobre la posterior. Las características de la estimulación pertenecen al TENS convencional. Ninguna paciente refirió agravamiento del patrón del dolor o los fenómenos vasomotores descritos por Griffin.

Ninguna tomó sus medicamentos 8 hrs antes del tratamiento.

El tiempo de tratamiento fue de un mes, a razón de 2 tratamientos diarios durante 5 días de la semana.

RESULTADOS:

El promedio de carga para muñeca derecha fue de 1.116Kgramos para muñeca derecha y de 1.800 Kg para la izq. en el grupo control. Para

las pacientes del grupo de estudio fue de 1.100 Kg para la derecha y de 1.903 Kg para la izquierda. La diferencia entre ambos lados puede explicarse por mayor afección del lado dominante ya que todas las pacientes son diestras, sin embargo no hay diferencia significativa.

Posterior al tratamiento con ionizaciones, las pacientes del grupo control mostraron un promedio de carga para muñeca derecha de 1.500 Kg y para muñeca izq. de 2,845 gr.

En las pacientes del grupo de estudio mostraron un promedio de carga para muñeca derecha de 1.886 Kg y para la muñeca izquierda de 2.607 Kg.

O sea que la ganancia en el grupo control representó 384 grs para la muñeca derecha y de 435 gr para la muñeca izquierda. En el grupo de estudio la ganancia fue de 786 grs para muñeca derecha y de 504 gramos para muñeca izquierda.

Debe aclararse que las pacientes del grupo asignado a ionizaciones asistieron mejor al tratamiento, ya que en promedio sólo presentaron 2.3 faltas cada una, mientras que el el grupo asignado a TENS el promedio de faltas a tratamiento fue de 4 faltas.

Aunque se intentó motivar al paciente siempre hubo problema en cuanto a su traslado al Hospital en 2 ocasiones al día por motivos económicos en un 90% de las veces.

CONCLUSIONES

1) En ambos grupos hubo ganancia en la prueba de carga, sin embargo se registró un aumento de 389 grs global para ionizaciones contra 654 grs global en el grupo con TENS.

2) No fue posible realizar comparaciones estadísticas debido a la falta de asistencia por parte del grupo de TENS

3) A pesar de que fue menor tiempo de tratamiento y un ensayo de un mes, si consideramos que el ideal reportado por la literatura es de tres meses, fue aparente la mejor respuesta al TENS

4) No hubo reacciones alérgicas en la piel situada por debajo de los electrodos ni agravamiento del patrón del dolor

5) Las dos pacientes que sufrieron de exacerbación discreta durante el tratamiento no fue solamente en muñecas sino en las articulaciones ya descritas por lo que se descarta que haya relación con el TENS

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Chapman LS, Brena SP, Bradford A: Treatment outcome in a chronic pain rehabilitation program Pain 1981; 11: 255-68
- 2.- Resnick EJ: The pain center concept en LeRoy PL ed. Current Concepts in the Management of Chronic Pain. Symposia Specialists Medical Books, Miami Florida, 1977: 63 - 68
- 3.- Ferguson V, Barkdoll D: Pain and its alleviation: summary of a forum Arch Phys Med Rehabil 1975; 56, 172-3
- 4.- Cailliet R: Chronic Pain: Is It Necessary? Arch Phys Med - Rehabil 1979; 60: 4-7
- 5.- Wesseling H: Métodos alternativos del manejo del dolor. en Beks JWF ed. El Manejo del Dolor. Antillas Holandesas La Haya, Países Bajos. Ed. El Manual MODerno 1980, vol.3, 102 - 111.
- 6.- Bishop B. Pain: its physiology and rationale for management. Part I. Neuroanatomical substrate of Pain. Phys - Ther 1980; 60: 13 - 20
- 7.- Posner JB: Pain en Beeson, McDermott, Wyngaarden ed. Cecil Textbook of Medicine. 15th Ed W.B. Saunders Co, 1979, - 720 - 728.
- 8.- Cailliet R: Chronic Pain en Low Back Pain Syndrome. - Pain Series. 3th Ed. F.A. Davies 1981: 206 - 225.
- 9.- Wooden A: The development and Use of Electricity in the Treatment of Pain: a Short History en LeRoy PL ed Current Concepts in the Management of Chronic Pain. Symposia Specialists Books, Miami Florida, 1977: 19 - 36
- 10.- Melzack R. Wall PD: Pain Mechanisms: A New Theory. Science 1965; 150: 971 - 979
- 11.- Taub A: Percutaneous Local Electrical Analgesia Minn Med 1974; 172 - 175
- 12.- Long H.D: External Electrical Stimulation Minn Med 1974; 195 - 198

- 13.- Gybels J: Estimulación eléctrica del sistema nervioso humano para control del dolor en Beks JWF ed. El manejo del dolor. Antillas Holandesas La Haya, Países Bajos. - Ed. El Manual MODerno 1980, vol 3, 200 - 205
- 14.- Adams R: Pain en Isselbacher KJ, Adams R, Braunwald E - Petersdorf R, Wilson JD Principles of Internal Medicine New York, 9th ed. Mc Graw Hill 1981: 12 - 18
- 15.- Adams RF: Principles of Neurology chapter VII: Pain New York 2th ed. Mc Graw Hill 1981: 89 - 102
- 16.- Gersh MR, Wolf SL: Applications of TENS in the management of patients with pain Phys Ther 1985(65) 314-322
- 17.- Noordenbos W: Mecanismos del dolor en Beks JWF ed/ El - manejo del dolor. Antillas Holandesas La Haya, Países - Bajos. Ed. El Manual MODerno 1980, vol 3, 183-188
- 18.- Mosqueda GR: Encefalinas y Endorfinas Rev Fac Med Mex - 1982 (XXV) 452 - 471
- 19.- Bishop B: Pain, part II Analgesic Systems of the CNS Phys Ther 1980(60) 21 - 23
- 20.- Melzack R, Wall DP: Psychophysiology of Pain Anesthesiology 1970 :
- 21.- Bishop B: Pain Part III: Consequences of current concepts of pain mechanisms related to pain management Phys Ther 1980 (60) 24 - 36
- 22.- Thorsteinsson G: Electrical Stimulation for Analgesia - en Stillwell R. Therapeutic Electricity & Ultraviolet - Radiation. Baltimore The Williams & Wilkins Co. 1984, - 109 - 123
- 23.- Abram S. Reynolds A, Cusick F: Failure of naloxone to reverse analgesia from TENS in patients with chronic pain Anesth Analg 1981 (60) 81 -84
- 24.- Hughes G, Lichstein RP, Whitlock D, Harker C: Response of plasma beta-Endorphins to TENS in healthy subjects - Phys Ther 1984 (64) 1062 - 1066

- 25.- Salar G, Mingino S, Job I, Bocio A, Trabucchi M: - Effect of TENS on CSF beta-Endorphin content in patients without problems Pain 1981 (10) 169 - 172
- 26.- Wolf LS: Perspectives on CNS responsiveness to TENS Phys Ther 1978 (58) 1443 - 1449
- 27.- Pertovaara A: Experimental pain and TENS at high -- frequency Appl Neurophysiol 1980 (43) 290 -297
- 28.- Ignelzi RJ, Nyquist JK: Direct effect of electrical stimulation on peripheral nerve evoked activity: implication on pain relief J. Neurosurg 1976 (45) 159 - 167.
- 29.- Abram S, Assidao C: Increased skin temperature during TENS Anesth Analg 1980 (59) 22 - 25
- 30.- Ebersold JM, Laws E: Measurements of autonomic functions before, during and after TENS in patients - with chronic pain Mayo Clinic Proc 1977 (52) 228 - 232
- 31.- Wong AR, Jette UD: Changes in sympathetic tone associated with diferents forms of TENS in healthy subjects Phys Ther 1984 (64) 478 - 482
- 32.- Pertovaara A, Hälmäläinen MA: Vibrotactile threshold elevations produced by high frequency TENS Arch Phys Mod Rehabil 1982 (63) 597 - 600
- 33.- Ashton H, Golding JF, Marsh VR Thompson JW: Effects of TENS and aspirin on late somatosensory evoked potentials in normal subjects Pain 1984 (18) 377-386
- 34.- Francini F, Maresca M, Procacci M, Zoppi M: The effects of non painful TENS on cutaneous pain threshold and muscular reflexes in normal men and subjects with chronic pain Pain 1981 (11) 49 - 63
- 35.- Long DM: The comparative efficacy of drugs vs electrical modulation in the management of chronic pain en LeRoy PL ed Current Concepts in the Management of - chronic pain. Symposia Specialists Medical Books, Miami Florida, 1977, 53 - 62

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 36.- Thorsteinsson G, Stonnington H, Stillwell K, Elverback L: TENS: A double - blind trial of its efficacy for pain - Arch Phys Med & Rehabil 1977 (58) 8 - 13
- 37.- Thorsteinsson G, Stonnington H, Stilwell K, Elverback L: The Placebo Effect of TENS Pain 1978 (5) 31 - 41
- 38.- Johansson F, Almay BGL, Von Knorring L, Tereinius L: - Predictors for the outcome of treatment with high frequency TENS in patients with chronic pain Pain 1980 - (9) 55 - 61
- 39.- Reynolds AC et al: Chronic Pain Therapy with TENS: predictive value of questionnaires Arch Phys Med Rehabil 1983 (64) 311 - 313
- 40.- LeRoy PL: Overview: in search of the answer to chronic pain en LeRoy PL ed Current Concepts in the Management of chronic pain Symposia Specialist Medical - Books, Miami Florida, 1977, 1 - 18
- 41.- Ersek RA: TENS: a new therapeutic modality for controlling pain Clin Orthop 1977 (128) 314 - 324
- 42.- Wolf SL, Garsh MR, Rao VR: Examination of electrode placements and stimulatín parameters in treating chronic pain with Conventional TENS Pain 1983 (15) 37- 47
- 43.- Melzack R, Vetera P, Finch L: A comparison of TENS and massage for pain and range of motion Phys Ther 1983 - (63) 489 - 493
- 44.- Melzack R, Jenas ME, Stratford JG, Monks RC: Ice massage and TENS: a comparison of treatment for low back pain Pain 1980 (9) 209 - 217
- 45.- Santiesteban AJ: The role of physical agents in the treatment of spine pain Clin Orthop 1983 (179)24 - 30
- 46.- Mannheimor C, Staffan L, Carlsson AC: The effect of TENS on joint pain in patients with Rheumatoid Arthritis Scand J Rheumatol 1978 (7) 13 - 16
- 47.- Taylo I.F, Hallet M, Flaherty L: Treatment of osteoarthritis pain of the knee with TENS Pain 1981 (11) 233 - 40
- 48.- Mannheimor C, Carlsson AC: The analgesic effect with -

- TENS in patients with Rheumatoid Arthritis: a comparative study of different pulse patterns Pain 1979 (6) 329 - 334.
- 49.- Kumar NV, Redford JB: TENS in Rheumatoid Arthritis Arch Phys Med Rehabil 1982 (63)595 - 596
- 50.- Wynn Parry CB: Pain in avulsion lesions of the brachial plexus Pain 1980 (9) 41 - 53
- 51.- Rizk TE, Christopher RP, Pinals RS, Higgins AC, Frix R: Adhesive capsulitis (frozen shoulder): a new approach to its management Arch Phys Med Rehabil 1983 (64) 29 - 33
- 52.- Ostrowsky MY: Pain control in advanced malignant disease using TENS Brit J Clin Prac 1979 (33) 157 - 62
- 53.- Wall P, Nathan PW: Treatment of post herpetic neuralgia by prolonged electric stimulation Brit Med J 1974 (3) - 645 - 647
- 54.- Bates JAV, Chir B, Nathan PW: TENS for chronic pain Anaesthesia 1980 (35) 817 - 822
- 55.- Sherman RA: Published Treatments of phantom limb pain - Am J Phys Med 1980 (59) 232 - 244
- 56.- Sherman RA, Sherman CJ, Gall NG: A survey of current phantom limb pain treatment in the United States Pain - 1980 (8) 85 - 99
- 57.- Winnem MF, Amundsen T: Treatment of phantom limb pain with TENS Pain 1982 (12) 299 - 300
- 58.- Banerjee T: TENS for pain after spinal injury N Engl J Med 1974 (291) 726
- 59.- Davis R, Lentini R: TENS for treatment of pain in spinal cord injured patients Bull Proth Res Fall 1974 - 298 - 301
- 60.- Moore DE, Blacker HM: How effective is TENS for chronic pain? Am J Nurs 1983 1175 - 1177
- 61.- Gersh MR, Wolf SL, Rao VR: Evaluation of TENS for pain relief in peripheral neuropathy Phys Ther 1980 (60) - 48 - 52

- 62.- Golner JL, Blaine S, Nashold, Hendrix PC: Peripheral - nerve electrical stimulation Clin Orthop 1982 (163) - 33 - 39
- 63.- Long DM: Rehabilitation of patients suffering from chronic pain en Illis, Sedwick & Granville eds. Rehabilitation of the neurological patient, London, Blackwell - Scientific Pub 1983, 282 - 310
- 64.- Roesch R, Ulrich D: Physical Therapy Management in the Treatment of Chronic Pain Phys Ther 1980 (60) 53 -57
- 65.- Hymes AC, Raab DE, Yohenius EG: Electrical surface stimulation for control of acute postoperative pain and prevention of ileus Surg Forum 1972 (24) 447
- 66.- Roberts HJ: TENS in the management of pancreatitis pain South Med J 1978 (71) 396 - 398
- 67.- Schomburg PL, Carter Baker AS: TENS for postlaparotomy pain Phys Ther 1983 (63) 188 - 193
- 68.- Taylor AG et al: How effective is TENS for acute pain? Am J Nurs 1983 1171 - 1174
- 69.- All J, Yaffe CS, Serrette C: The effect of TENS on post operative pain an pulmonary function Surgery 1981 (89) 507 - 512
- 70.- Stratton SA, Smith MM: Postoperative thocacotomy: effect of TENS on foked vital capacity Phys Ther 1980 (60) 45 - 47
- 71.- Santiesteban J, Sanders BR: Establishing a postsurgical TENS program Phys Ther 1980 (60) 789 - 791
- 72.- Boulos J, LeRoy PL Goloskov J, Fritz D: Neuromodulation for the control of postoperative pain and muscle spasm en LeRoy PL ed. Current Concepts in the Management of Chronic Pain. Symposia Specialists Medical Books, Miami Florida, 1977: 69 - 78
- 73.- Schuster GD, Infante MC: Pain relief after low back surgery: the efficacy of TENS Pain 1980 (8) 299 - 302

- 74.- Augustinsson LE et al: Pain relief during delivery by TENS Pain 1977 (4) 59 - 65
- 75.- Bundsen P, Peterson LE, Selstam U: Pain relief in labour by TENS Acta Obstet Gynecol Scand 1981 (60) 459 - 468
- 76.- Grim LC, Morey SH: TENS for relief of partition pain Phys Ther 1985 (65) 337 - 340
- 77.- Walker JB, Katz RL: TENS in the management of dysmenorrhea Pain 1981 (11) 355 - 361
- 78.- Roche PA et al: Modification of Haemophilic Haemorrhage pain by TENS Pain 1985 (21) 43 - 48
- 79.- Northdurft D, Smith P, LeMaster J: Exercise & Treatment modalities in Fisher S, Phala H. eds Comprehensive Rehabilitation of Burns, Williams & Wilkins - 1984, 137 - 138
- 80.- Stiltz RJ, Carron H, Sanders DB: Reflex Sympathetic Dystrophy in a child: successful treatment with -- TENS Anesth & Analg 1977 (56) 438 -443
- 81.- Millea TP: TENS in the management of non operative pain Phys Ther 1983 (63) 1280 - 1282
- 82.- McCarthy JA, Zigenfus HW: TENS: an adjunct in the pain management of Guillain Barré Syndrome Phys - Ther 1978 (53) 23 - 24
- 83.- Khan J: TENS for non united fractures Phys Ther 1982 (62) 840 - 841
- 84.- Meyer GA, Fields HL: Causalgia treated by selective - large fibre stimulation of peripheral nerve Brain - 1972 (95) 163 - 168
- 85.- Rizk TE, Park SJ: TENS and extensor splint in linear scleroderma knee contracture Arch Phys Med Rehabil - 1981 (62) 86 - 87
- 86.- Bodenheim R, Benett HJ: Reversal of a Sudeck's atrophy by adjunctive use of TENS: a case report Phys Ther - 1983 (63) 127 - 128

- 87.- Lampe GN: Introducction to the use of TENS devices - Phys Ther 1978 (58) 1450 - 1454
- 88.- Lampe GN: A Clinical Approach to TENS in the treatment of chronic and acute pain, Medgeneral Pub. 1977
- 89.- Holdemann LV, Christopher R: Clinical application of - the TENS in patients with upper extremity pain 'en - Rehabilitation of the Hand, Hunter JM, Schneider LH, - Mackin EJ, Callahan AD. eds St Louis, The C.V. Mosby Co. 2th ed. 1984, 538 - 544
- 90.- O'Sullivan, Culler & Schmitz: TENS en O' Sullivan ed. Physical Rehabilitation: evaluation & treatment procedures. F.A. Davies Co. 1981, 486 - 498
- 91.- Goldner JL, Hendrix PC: Use of TENS in the management of chronic pain syndromes in LeRoy PL ed. Current Concepts in the Management of Chronic Pain. Symposia Specialists Medical Books, Miami Florida, 1977, 111 - 125
- 92.- Berlant S: Method of determining optimal stimulation - sites for TENS Phys Ther 1984 (64) 924 - 928
- 93.- Mannheimheimer JS: Electrode placement for TENS Phys Ther 1978 (58) 1455 - 1462
- 94.- Wolf SL, Gersh MR, Rao VR: Examination of electrode - placements and stimulating parameters in treating chronic pain with TENS conventional Pain 1981 (11) 37 -47
- 95.- Melzack R, Lossner JD: Phantom body pain in paraplegics evidence for a central "pattern generating mechanism" for pain Pain 1978 (4) 195 - 210
- 96.- Swezey RL, Bardwick PA: Physical Therapy in arthritis Post Grad Med 1982 (72) 223 - 234
- 97.- Wickersham B, Schweidler H: Arthritis self study guide for physical and occupational therapists University of Arizona
- 98.- Griffin JW, McClure M: Adverse responses to TENS in a patient with Rheumatoid Arthritis Phys Ther 1981 (61) 354 - 55