

Rev. Soc. Esp. Dolor  
5: 35-51, 1998

## Actualización de las indicaciones quirúrgicas en el tratamiento del dolor crónico

J.A. Aldrete\* y R.F. Ghaly\*\*

Aldrete JA, Ghaly RF. Update of surgical indications for treating chronic pain. Rev Soc Esp Dolor 1998; 5: 35-51.

### SUMMARY

Frequently, hopeless patients suffering extremely intense pain ask to have a nerve severed or a limb amputated in order to free them from their torture. Until the past two decades, this theoretical concept was prevalent in surgical settings (1,2). However, recent findings and technological advances have changed this assumption.

Although pain is the most common symptom in patients seeking health care, their behavior has been traditionally paradoxical, demanding an accurate diagnosis and the subsequent administration of a treatment for their disorder. Unfortunately, neither medicine in general nor the pain syndrome in particular are that simple, as it occurs in cases of direct nerve injuries by trauma or oncological or degenerative processes involving the spinal cord, joints or musculoskeletal units, in which pain persists for a long time and it is a nosological unit requiring specific treatment (1). In most cases of chronic pain, several therapeutic options are available and should be tried before considering surgical treatment. © 1998 Sociedad Española del Dolor. Published by Arán Ediciones, S.A.

**Key words:** Chronic. Neuropathic pain. Pain surgery. Neurolysis.

### RESUMEN

Frecuentemente, en su desesperación los pacientes que sufren dolor extremadamente intenso, piden que se corte un

nervio o que se ampute una extremidad, con tal de que sean liberados de tal tortura. Hasta hace dos décadas tal concepto teórico era prevalente en ámbitos quirúrgicos (1,2) sin embargo los conocimientos recientemente adquiridos y los avances tecnológicos han cambiado esta presunción.

Aunque el dolor es el síntoma más común con el que se presentan los enfermos a los consultorios médicos, tradicionalmente se ha seguido una conducta paradójica requiriendo que se haga un diagnóstico preciso y luego se instituya un tratamiento de la enfermedad. Desafortunadamente, ni la medicina en general, ni el síndrome dolor en particular son tan sencillos, como en casos de lesiones directas sobre nervios ya sea por traumatismos o por procesos oncológicos o degenerativos, en la columna vertebral, articulaciones o unidades musculoesqueléticas, el dolor persiste durante mucho tiempo presentándose como una unidad nosológica que necesita tratamiento (1). En la gran mayoría de los casos de dolor crónico hay una variedad de opciones terapéuticas que deberán seguirse antes de considerar un tratamiento quirúrgico. © 1998 Sociedad Española del Dolor. Publicado por Arán Ediciones, S.A.

**Palabras clave:** Dolor crónico, neuropático. Cirugía del dolor. Neurolysis.

### ÍNDICE

1. TIPOS DE DOLOR
2. INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS ANTIÁLGICAS
3. PROCEDIMIENTOS CORRECTORES
  - 3.1. Atrapamiento de nervios periféricos
  - 3.2. Discectomías con o sin descompresión radicular
  - 3.3. Fusiones vertebrales
  - 3.4. Laminotomías descompresivas
  - 3.5. Foraminotomías
4. PROCESOS ABLATIVOS
  - 4.1. Neurotomía de nervios periféricos
  - 4.2. Rizotomía
  - 4.3. Cordotomía
  - 4.4. Cordectomía
  - 4.5. Mielotomía de la comisura
  - 4.6. Tractotomía

\* Director Médico. Neuro & Spine Institute. Walton Regional Hospital, DeFuniak Springs, Florida.

\*\* Neurocirujano, Chicago Institute of Neurosurgery and Neuroresearch. Anestesiólogo, Cook Country Hospital, Chicago, Illinois.

Recibido: 14-V-96.

Aceptado: 11-IX-96.

- 4.7. Talamotomía
- 4.8. Cingulotomía
- 4.9. Hipofisectomía
- 5. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES
- 5.1. Simpatectomía
- 5.2. Descompresión microvascular del núcleo del trigémino (DMNT)
- 5.3. Derivación subaracnoidea
- 6. INFUSIONES INTRAESPINALES O VENTRICULARES
- 7. ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NERVIOSA

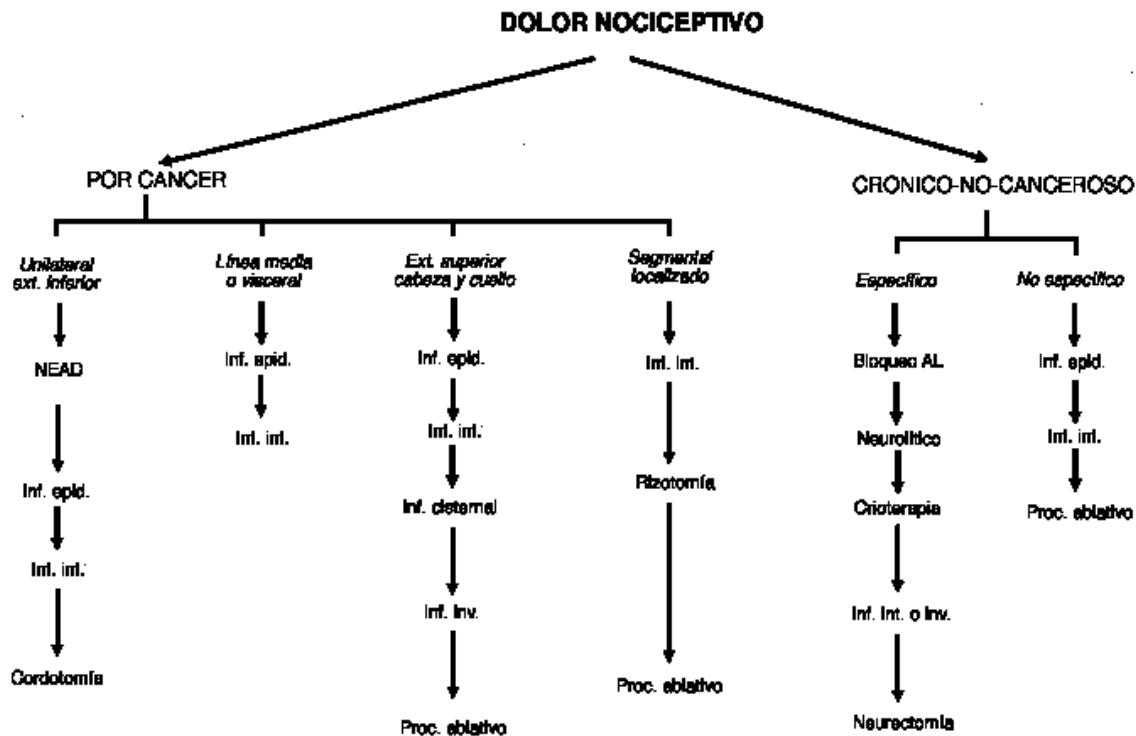
**1. TIPOS DE DOLOR**

Antes de iniciar una discusión sobre el tratamiento quirúrgico de síndromes dolorosos, se describe a continuación la terminología actual de tales entidades nosológicas:

a) Dolor nociceptivo o somático (3), es el que es producido por estímulos que dañan, deforman o alteran la función de nociceptores, provocando la percepción consciente del dolor. Laceraciones, contusiones,

fracturas, operaciones quirúrgicas, inflamación, distensión visceral e invasión tisular por cánceres así como algunos casos de neuralgias craneales, atrapamiento de raíces medulares o nervios periféricos y cicatrices cutáneas dolorosas causan también dolor nociceptivo. Este dolor se caracteriza por ser intermitente, a veces como un choque eléctrico, espasmódico, punzante o cortante; lo exacerbaban cambios de posición y actividad física. Los analgésicos opioides son muy efectivos para reducir este dolor, los anestésicos locales aplicados sobre los plexos nerviosos o por conducción, las neurotomías y las cordotomías abolen este tipo de dolor, aunque las últimas pueden seguirse de recurrencia del dolor original o de la aparición de un síndrome de deaferentación y algunos pacientes pueden desarrollar una mezcla de estos dos procesos, produciendo lo que se ha denominado “dolor dual”, aunque generalmente uno de ellos predomina (2). En la figura 1 se presenta un algoritmo de tratamiento para el dolor nociceptivo.

b) El dolor neuropático es producido por lesiones directas o inherentes de fibras o troncos nerviosos, y representan un verdadero síndrome con síntomas co-



**Fig. 1.**—Predominancia de los procedimientos de neuromodulación: Infusiones epidurales, intratecales, cisternales o ventriculares; así como neuroestimulación de nervios periféricos, asta dorsal, cortical o cerebral profunda en padecimiento por dolor nociceptivo.

Abreviaturas: NEAD = Neuroestimulación del asta dorsal; Inf. epid. = Infusión epidural; Inf. int. = Infusión intratecal; Inf. inv. = Infusión intraventricular; AL = Anestésico local.

munes ya esté producido por procesos oncológicos o entidades no-cancerosas (4). Se manifiesta por dolor cáustico o quemante como en las causalgias, miembros fantasmas, anestesia dolorosa, aracnoiditis, neuralgia postherpética, disestesias post-sección medular, post-cordotomía, post-accidente vascular cerebral (dolor talámico o central), etc.. Además, los pacientes se quejan de alteraciones de la sensación desde prurito, formicación, quemazón, adormecimiento, ardor, frío y en algunos casos el dolor es lacerante, desgarrante, acompañado casi siempre de un componente afectivo. Usualmente ciertas alteraciones de la sensibilidad preceden a la aparición del dolor. El dolor de aferentativo es usualmente bloqueado por anestésicos locales, mientras que los opioides sistémicos solo producen sedación y euforia (1,5). Los procedimientos ablativos están contraindicados aún en casos de avulsiones de plexos y distrofia simpática severa, ya que las neurotomías o neurolisis rara vez producen analgesia, más bien tienden a empeorar el síndrome y frecuentemente producen agravación del dolor, cicatrices dolorosas, aracnoiditis y una extensión del estado de deaferentación, sugiriendo que otras vías, y no el tracto espinotalámico, ni la estación de relay en el núcleo del tálamo, son los responsables de la trans-

misión de este tipo de dolor (6). A forma de aclaración, en esta revisión no se pretenden incluir todas las publicaciones pertinentes al tema, sino sólo las más relevantes. En la figura 2 se presenta un algoritmo de tratamiento del dolor neuropático.

## 2. INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS ANTIÁLGICAS

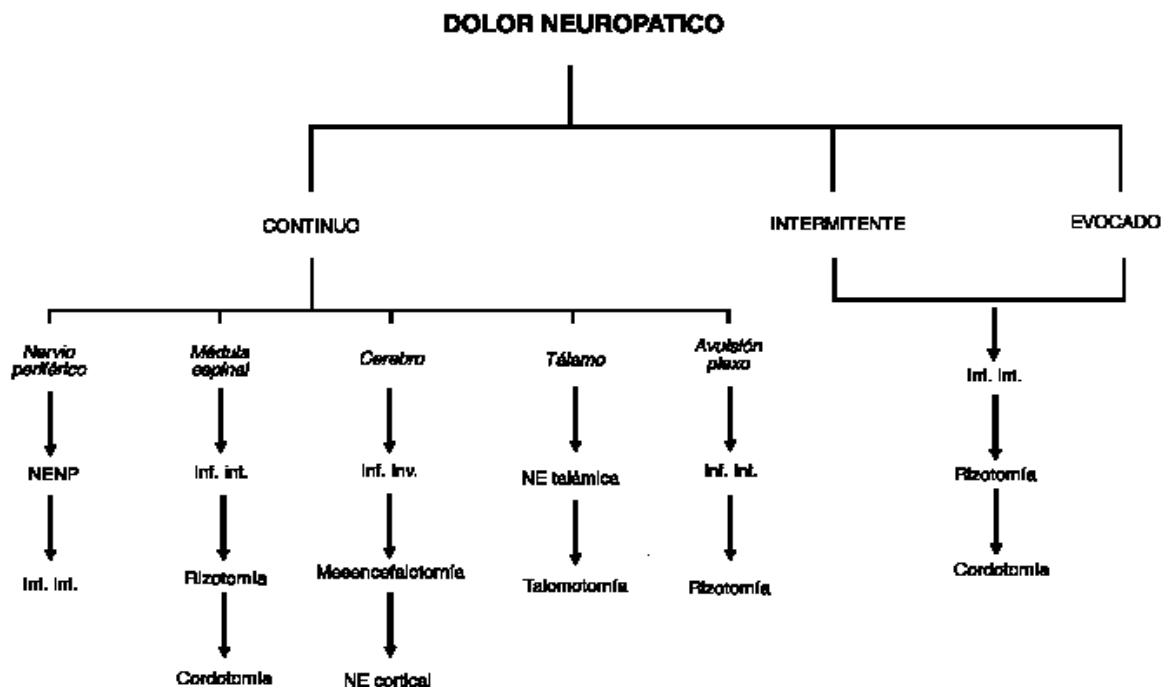
De acuerdo con sus objetivos se pueden clasificar en:

- Procedimientos correctores
- Procedimientos ablativos
- Intervenciones especiales en síndromes selectivos
- Infusiones intraespinales e intraventriculares
- Estimulación eléctrica nerviosa

## 3. PROCEDIMIENTOS CORRECTORES

### 3.1. Atrapamiento de nervios periféricos

Ocurren sobre todo en nervios que cruzan articulaciones como el mediano sobre la muñeca atrapado



**Fig. 2.**—Pasos a seguir en el tratamiento invasivo del dolor neuropático. Nótese la predominancia de procedimientos invasivos de neuromodulación antes de intentar procedimientos ablativos.

Abreviaturas: NENP = Neuroestimulación de nervio periférico; NE = Neuroestimulación; Inf. int. = Infusión intratecal; Inf. inv. = Infusión intraventricular.

por un ligamento carpal hipertrófico, más frecuente en la osteoartritis reumatoide y fibromialgias. Casos similares pero menos frecuentes se ven donde el nervio cubital pasa por atrás del cóndilo humeral interno. El primero requiere la inyección de esteroides y anestésicos locales en casos leves y la sección del ligamento carpal ya sea abierta o por endoscopia en los casos avanzados (7), el segundo una transposición. En el abdomen, los nervios intercostales y sobre todo en las herniorrafias así como en las incisiones transversas infraumbilicales, se suceden neuropatías; postquirúrgicas por atrapamiento cuando nervios del plexo lumbar como el ileohipogástrico, ileoinguinal y el ileofemoral, o ramas de ellos, son atrapados dentro de la cicatriz o incluidos en las suturas. Estos casos deben diferenciarse de las neuralgias por estenosis (en cuyo caso hay sensación de ardor, alodinia, hiperestesia, etc..) y de neurectomías incidentales en cuyo caso son acompañadas de pérdida sensorial (8). Los bloqueos repetidos de los nervios reducen el dolor. Sin tratamiento, se produce el fenómeno de "viento arriba" (wind-up) con extensión contigua por avance de un proceso de deaferentación. En estos últimos casos, las neurectomías de nervios periféricos agravan el dolor al activar la memoria del nervio dañado. El síndrome de compresión braquitorácica estuvo de moda desde los años 60 a los 80 (9) como racionalización de pérdidas menores de la sensibilidad en la extremidad superior, distinguiéndose por la desaparición del pulso radial al elevar la extremidad. Supuestamente la arteria subclavia y el plexo braquial eran comprimidos bien por contracción del músculo escaleno o por la presencia de una costilla cervical. Ocurrieron fracasos con adormecimiento y dolor persistente debidos a un diagnóstico incorrecto de lesiones de la columna cervical o por lesiones incidentales de estructuras vasculares o nervios cuando se usaba un abordaje "transtoracotomía o con distrofias simpáticas cuando se intervenía a través de la axila (10). Actualmente estas indicaciones son raras.

### 3.2. Discectomías con o sin descompresión radicular

Esta es probablemente la operación más frecuente para aliviar las lumbalgias por discos herniados; puede hacerse por vía transcutánea a través de una endoscopia espinal o por laminectomía usando microscopio, preferentemente en un solo nivel cuando la hernia del disco intervertebral está en una posición lateral compri-

miendo la raíz correspondiente, y desarrollando una radiculopatía, obvia sobre todo cuando la porción herniada excede 4 mm, o es menor pero acompañada de una hipertrofia de las articulaciones facetarias, del ligamento amarillo o del ligamento longitudinal posterior produciendo un exceso de llenado del canal vertebral simulando una estenosis. Estas intervenciones no están indicadas cuando los discos están dolo abombados con protrusión de la cápsula del anulo fibroso aún intacta (11). Si la herniación es pequeña (<3 mm) o si está en posición central o paracentral, deberá intentarse una conducta conservadora usando bloqueos con esteroides peridurales, ejercicios, analgésicos antiinflamatorios y relajantes musculares, permitiendo el curso natural de la ruptura discal que cese de liberar el material proteínico irritante (12) evitando así una intervención quirúrgica innecesaria (13). Los mejores resultados se ven en pacientes jóvenes con lesión discal única, con dolor ciático más que lumbar, con signo de Lasegue positivo, con un déficit neurológico reciente pero leve y cuando las lesiones observadas en las imágenes de la resonancia magnética, corresponden en localización y en magnitud con las manifestaciones clínicas. Ya que el 60% de los pacientes que se somete a una laminectomía tiene dolor recurrente a los seis meses, deben considerarse ciertos factores pronósticos desfavorables (Tabla I).

**TABLA I. FACTORES PRONÓSTICOS DESFAVORABLES EN PACIENTES QUE SE SOMETEN A LAMINECTOMÍA**

---

|   |
|---|
| —Síntomas de larga duración (>2 años)               |
| —Antecedentes de tabaquismo y/o alcoholismo         |
| —Obesidad, diabetes mellitus, hipertensión arterial |
| —Anormalidades esqueléticas congénitas:             |
| Pedículos vertebrales cortos                        |
| Lumbarización de la vértebra S1                     |
| Sacralización de la vértebra L5                     |
| Seis vértebras lumbares                             |
| Hipertrofia del ligamento amarillo                  |
| Artropatía de las facetas                           |
| Hipertrofia del ligamento longitudinal posterior    |
| —Demandas legales con posible ganancia ulterior     |
| —Accidentes laborales                               |

---

Cuando uno o más de estos factores están presentes, la posibilidad del éxito disminuye considerablemente, por lo que deben tratar de eliminarse en el preoperatorio. Las causas de lumbalgia recurrente postlaminectomía son numerosas (Tabla II).

**TABLA II. CAUSAS DE LUMBALGIA RECURRENTE POSTLAMINECTOMÍA**

- a. Errores de diagnóstico (14)
- b. Degeneración de disco en múltiples niveles
- c. Compresión persistente de la raíz y/o ganglio en el agujero de conjunción (15)
- d. Aracnoiditis (por entrada accidental de sangre al espacio intratecal)
- e. Cicatriz epidural, alrededor de una raíz o deformando el saco dural
- f. Fragmento discal retenido
- g. Lesión quirúrgica de una raíz (16)
- h. Inestabilidad estructural de la columna
- i. Discitis (infección) aguda o crónica
- j. Error del nivel intervenido
- k. Pseudomeningocele (17)
- h. Deformación del saco dural por cicatriz interna

El dolor aparece inmediatamente después de la operación en (a, f, i, j); unas semanas después en (a, c, d, k, l); uno o dos años después en (b, e, h). El dolor con pérdida sensorial y/o motora al despertar, sugiere lesión incidental sobre una raíz g; la reexploración está indicada en (c, f, h, j, k); antibióticos y antiinflamatorios están indicados en (i); fuga de líquido cefalorraquídeo a través de la incisión se ha descrito en (k) (17). Para evitar el diagnóstico de inestabilidad de la columna lumbosacra a posteriori, deberán obtenerse radiografías en hiperextensión e hiperflexión, antes de cada laminectomía y después en las que el dolor recurre. Debe enfatizarse la necesidad de monitorizar la integridad de la médula y las raíces mediante la monitorización intraoperatoria de los potenciales evocados.

**3.3. Fusiones vertebrales**

Cuando una porción de la columna vertebral pierde la alineación en continuidad, alterando la relación anatómica contigua entre una vértebra y la adyacente, produciendo irritación o daño de la médula o raíces y produciendo deformidad, dolor o espasmo muscular, está indicada su fusión. Esencialmente esta operación consiste en fundir dos o más vértebras en una unidad, sólida y funcional. Sus indicaciones se recogen en la Tabla III.

Los mismos factores pronósticos anotados para las laminectomías se aplican a las fusiones vertebrales. Debe tenerse en cuenta también, que los discos inme-

**TABLA III. INDICACIONES DE LA FUSIÓN VERTEBRAL**

- Inestabilidad estructural de la columna vertebral
- Subluxación
- Destrucción de las articulaciones facetarias
- Degeneración de las articulaciones
- Espondilolistesis severa (>4 mm)
- Discopatías cervicales con radiculopatía
- Escoliosis extrema (>30 grados)
- Destrucción de varias vértebras por:
  - Cáncer
  - Traumatismos
  - Tuberculosis
  - Osteoporosis

diatamente por arriba y por abajo de las vértebras fusionadas tendrán un uso excesivo y aberrante, por lo que es común observar que a los dos o tres años presenten signos de degeneración, eventualmente llegando a la ruptura misma y complicando el cuadro clínico del paciente (Fig. 3). Debido a su complejidad y posible morbilidad quirúrgica, la monitorización de los potenciales evocados es imperativa para cerciorarse de una integridad completa mieloradicular en estas intervenciones (18).

Pueden llevarse a cabo fusiones por instrumentación



**Fig. 3.**—Vista axial de una tomografía computerizada de la quinta vértebra lumbar con una pseudoartrosis después de una fusión ósea. El saco dural está deformado con un pseudomeningocele lobular y artritis facetaria. Laminotomía abierta y (4) mielotomía.

con varillas, placas, alambres y tornillos; con o sin injerto óseo (19). El injerto óseo se hace en cuña, en forma triangular o por fragmentos depositados sobre superficies óseas a las que se les ha quitado el periosteo (19, 20), o en superficies articulares sin la cubierta sinovial. Los fracasos resultan por pseudoartrosis, con fusión insuficiente o por aracnoiditis causada por desgarrados inadvertidos de la duramadre, entrando sangre al compartimento intratecal, en ambos casos se produce dolor persistente pero con características diferentes y de solución absolutamente difícil o imposible. También puede persistir una compresión neural con los mismos síntomas radicales preoperatorios. Son frecuentes las recurrencias de los discos herniados (21), ya que la integridad estructural de la columna vertebral está alterada, resultando en una compresión aberrante del anillo fibroso produciendo una presión intradiscal exagerada.

### 3.4. Laminotomías descompresivas

Generalmente incluyen una laminectomía total, bilateral con eliminación de la unidad posterior de las vértebras, preferentemente, sin incluir las articulaciones. Están indicadas en la estenosis espinal (sobre todo central) manifestada por claudicación neurogénica, dolor lumbar constante y sensación de presión en las piernas (14, 22). Producen ardor y sensación de quemadura cuando hay manifestaciones de isquemia radicular (7). En contraste, la claudicación vascular en la que no hay dolor lumbar, mejora con el descanso y en posición de pie. Generalmente se hacen laminotomías en niveles múltiples, en ancianos con procesos degenerativos extremos o cuando hay estenosis congénita en niños o adolescentes. También se indican laminotomías descompresivas en casos de tumores cuando hay compresión severa de las raíces o médula espinal por metástasis o infiltración, cuando hay compresión por fracturas traumáticas o patológicas con inestabilidad estructural o cuando la invasión de la duramadre es extensa y comprime varias raíces (22, 23). Es frecuente encontrar inestabilidad de la columna después de laminotomías descompresivas (14, 16).

Generalmente en procesos oncológicos, estas operaciones están precedidas por la administración de esteroides, radioterapia y/o quimioterapia sobre todo si se espera una supervivencia de más de 6 meses, como en el cáncer de mama, próstata o linfomas. Los objetivos son aliviar el dolor y restaurar parcial o totalmente las funciones afectadas (locomoción, control de vejiga o recto) y si es necesario obtener una biopsia para diagnóstico. Las infusiones de analgésicos

ya sea en el espacio intratecal o epidural contribuyen al tratamiento del dolor pero no mejoran la disfunción motora.

La ausencia del elemento posterior de varias vértebras, generalmente provoca una dilatación del saco dural sobre todo si es en los segmentos lumbosacros que hemos llamado "estasis dural" o herniación de la médula espinal a niveles cervicales (24) o torácicos. Los pseudomeningoceles (Fig. 3) son raros pero muy sintomáticos (17) y difíciles de reparar quirúrgicamente ya sea a priori, o con injertos de fascia a posteriori.

### 3.5. Foraminotomías

Cuando hay evidencia de osteofitos en el agujero de conjunción o hipertrofia de las articulaciones con síntomas de radiculopatía, será necesario liberar la raíz y el ganglio correspondiente de la compresión extrínseca por estos procesos, ya sea por taladro con broca o por pinza sacabocados a través del canal expuesto por la laminectomía, por una laminotomía o por una vía de acceso lateral que requiere despegar y retraer los músculos paraespinales. El fallo en el reconocimiento de la importancia de estas lesiones, así como su frecuencia causa dolor recurrente en el dermatoma correspondiente, requiriendo reintervención. Se ha llevado a cabo con éxito el acceso por incisiones laterales.

## 4. PROCESOS ABLATIVOS

Implican la destrucción de las estructuras neurales específicas que intervienen en la transmisión del dolor correspondiente al síndrome algico en cuestión. Se consideran como un último recurso, cuando todas las otras modalidades terapéuticas no han tenido éxito en aliviar el dolor. Los pacientes y sus familiares deberán haber sido informados de las posibles complicaciones incluyendo la reaparición del dolor con exacerbación, parálisis, falta de sensibilidad (incluida la de córnea), pérdida del control de la respiración, vejiga o recto y pérdida de sentidos como la vista, el oído, el gusto, etc. (Fig. 4).

### 4.1. Neurectomía de nervios periféricos

Consiste en la sección de nervios pequeños como las ramas del trigémino (en neuralgias), nervios intercostales, femorocutáneo lateral como en la meralgia parestésica (25) o en las extremidades (dolor de mu-

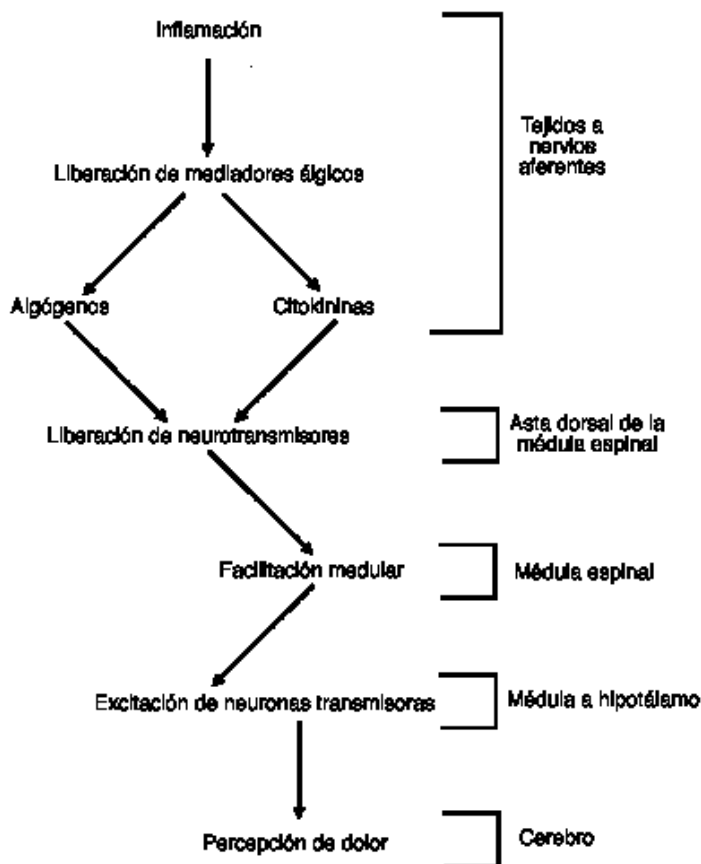


Fig. 4.—Mecanismos fisiopatológicos que intervienen en la sensación dolorosa.

ñón) (26). Para evitar la aparición de neuromas por germinación de las fibras seccionadas, se aconseja proteger los puntos distal y proximal con silicona, tantalum o fascia (27). La inyección de anestésicos locales antes de cortar el nervio o aún mejor la infusión epidural continua de opioides y anestésicos locales, durante uno o dos días antes, evitan el fenómeno de miembro fantasma (28). Igualmente la aparición de hipersensibilidad por denervación con características de dolor de deaferentación, requerirá interrupción farmacológica prolongada, por los métodos ya mencionados (28, 29). Las lesiones de los nervios periféricos, pueden mejorarse con radiofrecuencia termal o con crioterapia produciendo alivio temporal durante 8 ó 10 semanas (30,31), como se ve en la figura 2.

#### 4.2. Rizotomía

La base de esta intervención, es la denervación de una determinada área dolorosa sin comprometer

otras vías, mediante la destrucción de neuronas deaferentadas de segundo orden, incluyendo fibras mielinizadas pequeñas y amielínicas provenientes de mecanopropioceptores (32).

Sus indicaciones más comunes son:

- a) Neuralgia occipital (C1-C3), intercostal (T1-T12)
- b) Plexopatías braquial o lumbosacra
- c) Dolor pélvico o perineal (S3-S5 o coccix)
- d) Rama dorsal (33)

La lesión puede ser hecha con bisturí o por termo-coagulación intra o extradural o a nivel del ganglio, del tronco nervioso o de la rama primaria dorsal y llevarse a cabo por vía percutánea, usando como guía un electrodo de un estimulador eléctrico o por fluoroscopia. La vía abierta requiere hemilaminectomía y a veces hasta una facetectomía.

La rizotomía en la zona terminal (DREZ) interrumpe la transmisión del dolor cortando selectivamente fibras nociceptivas del tracto de Lissauer (Figs. 5 y 6), preservando las fibras inhibitorias del



**Fig. 5.**—Localización anatómica donde se llevan a cabo las neurectomías (1) sobre nervios periféricos, (2) cordotomía percutánea, (3) cordotomía abierta y (4) mielotomía.



**Fig. 6.**—Esquematación del sitio a ejecutar la (1) ganglionetomía, (2) rizotomía dorsal, (3) DREZ selectiva o (4) DREZ lesionante y (5) la cordectomía.

lemnisco medio y laterales (34). También se puede aplicar termocoagulación o rayo láser sobre el surco posterolateral, la porción posterior del asta dorsal de la sustancia gelatinosa del tracto de Lissauer (35). Está indicada en el dolor recalcitrante producido por:

- a) Avulsión de raíces o por tracción.
- b) Neuralgia dolorosa.
- c) Espasticidad dolorosa.
- d) Lesión de nervios periféricos (post-amputación).
- e) Infiltración carcinomatosa.



Su efectividad varía de un 40 a un 80% (36), con frecuentes complicaciones como debilidad motora, recidiva, pérdida propioceptiva, disestesia, disfunción sexual y de esfínteres, infección, fuga de LCR y hemorragia. Los fracasos completos se deben a errores diagnósticos, nivel equivocado, pocos niveles seccionados, reducción de los neuropéptidos del asta dorsal, reorganización somatotopográfica con germinación de fibras y extensión del proceso nosológico (como en el cáncer). La mayoría de estas indicaciones pueden ser tratadas con infusiones temporales epidurales o permanentes intratecales con opioides o baclofeno.

#### 4.3. Cordotomía

Es la destrucción del cuadrante anterolateral de la médula espinal seccionando las fibras de conducción de la temperatura y dolor, ya sea por acceso a través de una laminotomía o por vía percutánea.

Está indicada en los procesos oncológicos (37), la técnica precisa fluoroscopia (38), radiofrecuencia (39), esterotaxia (40), tomografía (41) o cirugía abierta con lesión directa (42).

En el cáncer visceral torácico de C1 a C2 las lesiones deben ejecutarse 3 ó 4 niveles por arriba del área afectada, por ejemplo en T3 para lesiones de T7 a T10. La analgesia es temporal de 6 a 18 meses y efectiva en un 50-90% de los casos con una mortalidad de hasta un 20% en operaciones abiertas, y con frecuentes complicaciones como ataxia, debilidad muscular, insuficiencia respiratoria, disfunción sexual y de esfínteres, hipertensión arterial, disestesia y recidiva (43).

#### 4.4. Corpectomía

Es la sección total de la médula espinal y de las raíces a nivel de la lesión, está indicada sobre todo en el dolor persistente por debajo de T10 o más alto, si ha habido sección medular post-traumática previa. Otras indicaciones son tumores intramedulares y siringomelia (44), en estadios terminales (Fig. 2). Puede ser reemplazada por infusiones intratecales de opioides.

#### 4.5. Mielotomía de la comisura

Implica la sección de las fibras nociceptivas que cruzan la comisura anterior interrumpiendo las vías

espinotalámicas y extralemniscales (45), puede hacerse a través de una laminectomía transdural o percutánea guiándose por estereotaxia (46) o por tomografía (41). Supuestamente se produce analgesia satisfactoria en un 70% de los pacientes pero produce ataxia, disestesia, pérdida de la sensibilidad y del control vesical en la mayoría de los casos lo cual la hace ser funcionalmente incapacitante (Fig. 2). Actualmente el uso de cordotomías y mielotomías bilaterales es muy controvertido (5,28,47) y preferimos las infusiones intratecales de analgésicos (Fig. 5).

#### 4.6. Tractotomía

Puede llevarse a cabo en varios niveles, la tractotomía bulbar está indicada en el dolor orofacial extremo ipsilateral, neuralgia migrañosa recalcitrante, síndrome facial deafferentativo o fallo de la rizotomía trigeminal, necesitando entonces una lesión sobre el tracto nociceptivo descendente. A nivel del tracto espinotalámico tiene que hacerse una tractotomía contralateral en casos de dolor de hombro y brazo persistente o cuando la cordotomía cervical está contraindicada; puede llevarse a cabo por acceso percutáneo o a través de una craneotomía suboccipital a veces necesitando laminectomía simultánea en C1-C2 (24,48). La morbilidad es del 45% (ataxia ipsilateral, disestesia y analgesia contralateral) y la mortalidad del 15%, su uso es raro en la actualidad (49).

Tractotomía Pontina: Es la incisión del tracto espinotalámico a nivel de la protuberancia (50), sólo está indicada en el dolor oncológico nociceptivo facial o talámico persistente. Además de otras complicaciones ya mencionadas puede producir sordera, parálisis del III par, ataxia y temblor (51).

Tractotomía Mesencefálica: Interrumpe las fibras espinotalámicas y espinoreticulares con una incisión anterior al cuerpo cuadrigémino y lateral al acueducto (52). Está indicada en el dolor oncológico unilateral de cabeza y cuello con anestesia dolorosa de la cara y en casos de dolor toracobraquial como el síndrome de Pancoast (53). Tiene una morbilidad semejante a la tractotomía pontina, más diplopia. Hoy en día, las infusiones intratecales de opioides reemplazan a la mayoría de las tractotomías.

#### 4.7. Talamotomía

Puede efectuarse en diferentes sitios con variedades dorso-medial, medial, ventrocaudal parvicelular y pulvinotomía (54,55). Está indicada en el dolor severo bi-

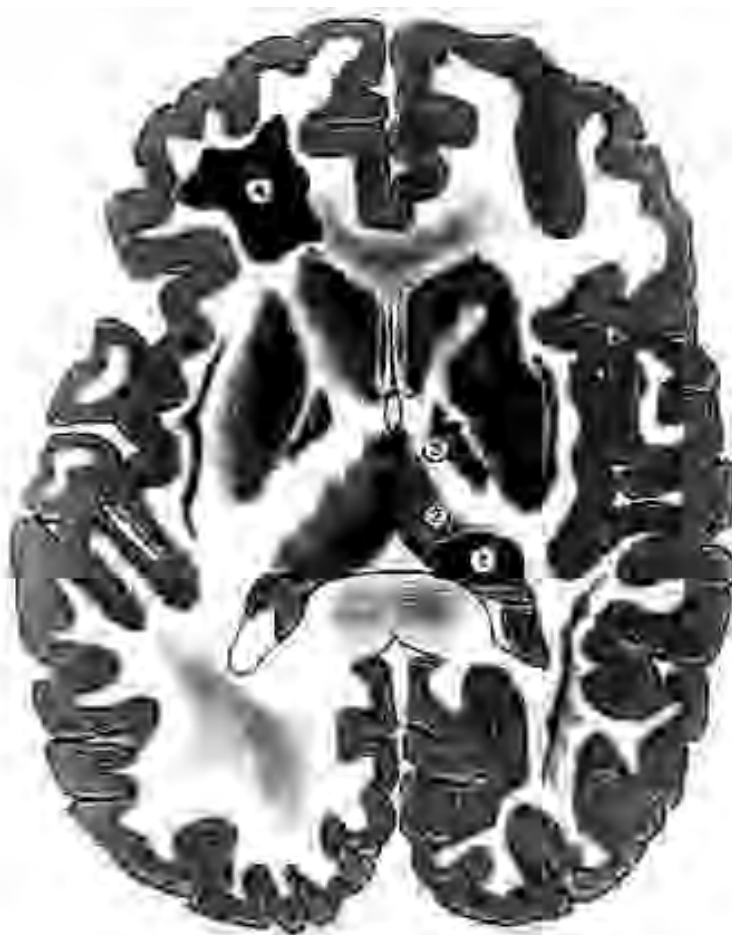
lateral, de cabeza y cuello, difuso y generalizado. Tiene una alta recurrencia (30 a 60%) en menos de un año y puede provocar confusión, desorientación, afasia, disestesia, infección y hemorragia (Fig 7).

#### 4.8. Cingulotomía

Interrumpe circuitos mesolímbicos y mesocorticales destruyendo el cíngulo superior-posterior-medial o reseca el círculo anterior lo cual reduce la percepción del dolor. Está indicada en el dolor central. La técnica se guía por esterotaxia (56) o resonancia magnética (57), produce analgesia en un 50 a 75% de los pacientes intervenidos, con morbilidad psicológica prevalente (deterioro mental, anergia, astenia, irritabilidad y agresividad verbal), las convulsiones son raras (58), véase la figura 8.

#### 4.9. Hipofisectomía

Mejor llamada destrucción pituitaria, está indicada en casos de dolor oncológico bilateral de cabeza y cuello o recurrencia de adenocarcinomas de mama o próstata. Su mecanismo de acción parece ser por un efecto endocrino al liberar neuropéptidos y ACTH de una forma masiva y por un efecto neurogénico al seccionar el tallo pituitario (59). Hay varias técnicas ya sean quirúrgicas (craniotomía o transfenoidal) y por radiofrecuencia, estereotaxis, congelación, radiación, ecografía, así como la neulolisis con alcohol absoluto de 4 a 6 ml (60,61); alivia el dolor durante 3 a 4 meses en el 70% de los casos. Su morbilidad incluye hipopituitarismo (requiriendo terapia con esteroides), diabetes mellitus, meningitis, fuga de LCR y reducción de los campos visuales (62) (Fig. 8).



**Fig. 7.**—Intervenciones quirúrgicas en el cerebro medio como la (1) pulvinectomía, (2) estimulación gris periaqueductal, (3) talamotomía y la leucotomía frontal (4).



**Fig. 8.**—Vista sagital del sitio de intervención en (1) cingulotomía, (2) leucotomía frontal, (3) hipotalamotomía, (4) estimulación en la sustancia gris periacueductal, (5) hipofisectomía y en la girectomía postcentral.

## 5. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES

### 5.1. Simpatectomía

El dolor causálgico asociado con los síndromes de distrofia simpática refleja, usualmente secundarios a lesiones directas de nervios periféricos, ha sido tratado por excisión, lesión neuroquímica o física (calor o frío) de la cadena simpática correspondiente (32,63). Sólo cuando los bloqueos simpáticos repetidos (sin límite), no producen un favorable y progresivo beneficio, debe procederse a usar agentes neurolíticos o coagulación térmica. Si el dolor recurre, se considera la resección simpática (64,65). En casos de dolor de cabeza y cuello o de la extremidad superior y tronco torácico, está indicada la excisión del ganglio estrellado y las cadenas cervicotorácica, siguiendo un abordaje extrapleurales. Debido a que la resección del ganglio estrellado produce un síndrome de Horner permanente, se prefiere la resección de los ganglios a nivel T2 y T3 para producir una denervación simpática de la extremidad superior. En la extremidad infe-

rior, los bloqueos o la resección quirúrgica incluye ganglios a niveles L1 y L2 y a veces L3 (65).

Debido a que la simpatectomía quirúrgica no asegura una erradicación del complejo simpático, pueden obtenerse efectos prolongados agregando el simpático bretilio y agonistas opiáceos, a los anestésicos locales, asumiendo que los ganglios simpáticos poseen receptores afines a las endorfinas. Otra alternativa es el bloqueo simpático con sustancias neurolíticas como el alcohol y el fenol (66). Si se coloca un catéter en la proximidad del ganglio, se pueden administrar infusiones de dos diferentes anestésicos alternándolos para evitar la taquifilaxis. El abordaje puede ser percutáneo por termocoagulación guiado por fluoroscopia, ecografía o tomografía. Recientemente se ha utilizado la vía endoscópica ventilando sólo el pulmón opuesto, para reseca los ganglios T2, T3. En el área cervicotorácica la simpatectomía abierta puede hacerse a través de una toracotomía, por vía axilar o supraclavicular. En el área lumbar se prefiere un acceso retroperitoneal. Debe mencionarse el debate aún existente entre neurociru-

janos y cirujanos vasculares, discutiendo si la sección de la cadena simpática debe hacerse a nivel pregangliónico o postgangliónico.

Las complicaciones más frecuentes son: fallo del alivio y hasta empeoramiento del dolor con recurrencia del mismo, que generalmente son debidos a una resección incompleta de la cadena simpática y al hecho de que hay una red extensa de sinapsis con el contenido medular, a diferentes niveles, por lo que es virtualmente imposible realizar una denervación simpática completa. También pueden ocurrir disestesia, neuralgia, postsimpatectomía y disfunción del sistema autónomo (67).

La simpatectomía también ha sido recomendada, como tratamiento en enfermedades vasculares periféricas (Fig. 9), incluyendo el fenómeno de Raynaud; a pesar de que generalmente produce una mejoría sintomática, no hay evidencia de que hayan sido salvados miembros en casos de obstrucción arterial por arteriosclerosis o vasculitis. Es mejor utilizar infusiones de anestésicos locales con clonidina o con opioides. Ultimamente se han obtenido buenos resultados en estos casos implantando neuroestimuladores epidurales (68).



**Fig. 9.**—Edema, eritema y cambios tróficos en la piel del pie derecho con distrofia simpática refleja.

Algunos casos de dolor pélvico persistente y recalcitrante a cualquier tratamiento, han sido mejorados con una intervención quirúrgica denominada simpatectomía presacra (69). Su efectividad puede ser prevista de antemano ejecutando el bloqueo del nervio hipogástrico superior (70); la inyección de agentes neurolíticos ha sido también efectiva por este abordaje.

Otras operaciones invasivas son la lobectomía frontal, leucotomía orbital y tractotomía trigeminal bulbar son mencionadas pero no discutidas ya que han caído en desuso, no sólo por los malos resultados, sino también por las severas complicaciones que les caracterizan.

## 5.2. Descompresión Microvascular del núcleo del Trigémino (DMNT)

En casos severos de neuralgia del V par craneal y una vez que han fracasado otras medidas terapéuticas incluyendo:

- a) Tratamiento conservador con anticonvulsivantes, antidepresivos, betabloqueantes.
- b) Bloqueos del nervio trigémino con anestésicos locales y neurolíticos.
- c) Inyección con glicerol, termocoagulación y compresión del ganglio de Gasser o,
- d) Rizotomía transtemporal o radiocirugía con gammabisturí (71,72).

Entonces está indicada la exploración de la fosa suboccipital ipsilateral descomprimiendo el núcleo del V par disecando el vaso compresor, coagulándolo si es una vena o interponiendo una esponja de teflon si es una arteria. Si no hay una causa aparente se recomienda hacer una rizotomía en la porción inferior de la raíz sensorial. Esta operación tiene un éxito inicial del 70% si es que no se han utilizado más de dos tipos de los procedimientos descritos anteriormente. Cuantos más tratamientos inefectivos se intentan, menor es la posibilidad de éxito de la DMNT (73,74), ya que se estimula aún más el fenómeno nociceptivo convirtiéndolo en un proceso semejante a la deaferentación. Pueden ocurrir diplopia, ataxia, disestesia facial y anestesia de la córnea, como complicaciones de esta operación.

## 5.3. Derivación subaracnoidea

En casos de siringomelia con cavidades expandibles, se presenta dolor severo de tipo deaferentativo; puede ser de etiología congénita, traumática, tumoral o malformación vascular. La derivación del LCR puede hacerse con un tubo de teflon hacia un nivel más alto en el compartimento subaracnoideo, hacia la pleura, o el peritoneo (75). Si persiste el dolor sin acumulación de LCR, se pueden intentar bloqueos simpáticos, estimulación del asta dorsal o talamotomía.

## 6. INFUSIONES INTRAESPINALES O VENTRICULARES

En la última década, esta modalidad terapéutica ha cambiado las indicaciones clásicas de la mayoría de las intervenciones quirúrgicas sobre todo las ablativas, las muy deformantes y aquellas con alta mortalidad y morbilidad como cordotomías, hipofisectomías, talamotomías, etc. Primordialmente el reconocimiento de la presencia de receptores opioides en el cerebro y la médula espinal, favoreció estas vías de administración (76,77). La infusión peridural o subaracnoidea de morfina mediante catéteres permanentes insertados en tales compartimientos, se aplicaron en pacientes con procesos oncológicos localizados en la región lumbar y posteriormente a varios niveles (78). Más recientemente también se han insertado estos catéteres en los ventrículos cerebrales para el tratamiento del cáncer de cabeza y cuello o las metástasis generalizadas (79,80), se ha obtenido analgesia efectiva en miles de casos con catéteres temporales (81,82) o con catéteres permanentes (83,84) depositando dosis relativamente pequeñas de morfina sin producir efectos secundarios como sedación, náusea o constipación que son frecuentes con la administración sistémica de opioides. No sólo se ha utilizado morfina, sino que también se han empleado sufentanil u oxycodona cuando existía intolerancia a la primera. Se ha usado baclofén con éxito en casos de espasticidad dolorosa (85). En síndromes avanzados de distrofia simpática, la clonidina ha producido analgesia satisfactoria (86). Se ha utilizado selectivamente somatostatina en un número limitado de pacientes (87). Se han agregado dosis bajas de anestésicos locales para prevenir taquifilaxis y potenciar la analgesia (88). Las bombas implantables, administran dosis pequeñas de analgésicos en el líquido ceforraquídeo. En pacientes con corta esperanza de vida, pueden insertarse catéteres en el espacio peridural con permanencia hasta de 5 meses (89,90). Otra alternativa más económica son los reservorios que se pueden localizar en el tejido subcutáneo para la administración de analgésicos por infusión o por inyecciones repetidas cada 12 a 20 horas (91).

Se obtiene una analgesia satisfactoria en un 90% de los casos (83,86,88), la depresión respiratoria se mantiene por debajo del 1% (92). Náusea, prurito, retención urinaria y alucinaciones, han sido tratados reduciendo la dosis o agregando droperidol como antiemético (93) o agonistas-antagonistas como butorfanol o nalbufina para combatir otros efectos secundarios (94). Aunque se ha observado una tolerancia gradual, ésta puede ser reducida agregando anestésicos locales (88), baclofén o clonidina. Si es

necesario se cambia a otro narcótico. En casos de tumores primarios raquídeos o metástasis espinales los catéteres deberán implantarse cefálico a las lesiones.

Esta modalidad terapéutica también es el recurso óptimo en casos severos de aracnoiditis, pseudoartritis, pseudomeningoceles (Fig. 3), síndrome postlaminectomía, dolor severo por distrofia simpática refleja, casos recalcitrantes de neuralgia postherpética (Fig. 10), dolor en miembro fantasma, pancreatitis crónica, dolor postoracotomía, etc., reduciendo significativamente las indicaciones neuroquirúrgicas en el tratamiento del dolor.

La permanencia prolongada de los catéteres para infusión en el espacio peridural es limitada y hasta cierto punto impredecible la formación de fibrosis (91). La misma complicación ha sido descrita alrededor de los electrodos usados para neuroestimulación (95) y confirma su probable etiología como una reacción de cuerpo extraño en esta compartimiento.



**Fig. 10.**—Cicatriz cutánea hiperpigmentada a lo largo del dermatoma derecho correspondiente al séptimo nervio intercostal, tras una neuralgia postherpética.

## 7. ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NERVIOSA

Se ha observado analgesia parcial o total con la estimulación directa de nervios periféricos (96) (EDNP) para tratar el dolor que no ha cedido después de la resección de neuromas (97), neurolisis (98) o bloqueos simpáticos con anestésicos locales (99). Se sabe que los pacientes que responden favorablemente a la aplicación local de EDNP tienen una analgesia satisfactoria con implantación de sistemas permanentes de estimulación a un nivel proximal (100). Se emplea un generador de pulsos o radiofrecuencia conectado al electrodo localizado en un punto proximal a la lesión. Seis meses después, un 50% de los pa-

cientes tienen una reducción del dolor del 25 al 50%. Los electrodos pueden romperse o ser envueltos en fibrosis después de unos meses de uso (95). Ha recibido mayor popularidad la estimulación eléctrica del asta dorsal medular (EEAD), localizando los electrodos en el espacio peridural a un nivel correspondiente con la entrada de la raíz nerviosa en cuestión a cierto nivel de la médula espinal (101). Sus indicaciones actuales son: pacientes con distrofia simpática prolongada (102), isquemia vascular (68,103), neuralgia postherpética (100) y dolor en miembro fantasma (Tabla IV) (31). Los fallos son generalmente debidos a problemas técnicos del equipo, las infecciones son raras. A pesar de que esta modalidad se ha utilizado en cientos de miles de casos, durante más de un cuarto de siglo, N. Shealy su inventor, ha declarado que los resultados a largo plazo no justifican el costo enorme de estas intervenciones (104), ya que sólo un 50% son efectivos parcialmente seis meses después de su implantación (15,100,102).

El efecto analgésico de la estimulación eléctrica del sistema límbico se conoce desde hace casi medio siglo, Reynolds (104), reportó laparotomías en ratas con este método en 1969. Desde entonces numerosos investigadores lo han utilizado estimulando las regiones de la sustancia gris periacueductal o periventricular (105), el tálamo caudal, el núcleo talámico somatosensorial y la cápsula interna. Las dos primeras se han propuesto para tratar el dolor de tipo nociceptivo (106), mientras que la estimulación de las últimas tres regiones parece ser más efectiva para tratar el dolor por deaferentación (107). La falta de respuesta (108) ha motivado el uso de dos electrodos, uno en el tálamo que produce parestias en la región dolorosa y otro en la región periacueductal o periventricular que aparenta ser más efectivo. Varios estudios describen una reducción del dolor en un 50% (103,109) durante seis meses, siendo aceptables

como un proceso de investigación (110, 111). Sin embargo, son inaceptables desde un punto de vista clínico y prohibitivos desde el aspecto económico (Tabla II).

En conclusión, los pacientes con dolor crónico no canceroso, rara vez mejoran por intervenciones quirúrgicas ablativas, excepto quizás en el dolor por avulsión de plexo, dolor en la sección medular y casos seleccionados de neuralgia del trigémino. En los procesos oncológicos se considera su aplicación cuando las infusiones de opioides no son efectivas y/o cuando se esperan sobrevividas de más de un año. De otra forma, su exagerado costo, su alta morbilidad y sus limitados beneficios, han hecho que muchas de estas operaciones estén obsoletas. Por consenso, se ha acordado que la mayoría de los pacientes con dolor severo crónico, persistente y recalcitrante pueden tratarse con infusiones espinales (84) cisternales (112) o ventriculares de opiáceos antes de ser sometidos a operaciones costosas, y de poca probabilidad de éxito, ya sean procedimientos ablativos, instrumentación, neurolisis, estimulación eléctrica cerebral, etc.. Esta premisa incluye pacientes con dolor no maligno por deaferentación, ya que los procedimientos neurodestrutivos, frecuentemente producen durante el resto de la vida un área anestesiada pero dolorosa que muchas veces es peor que el síndrome doloroso original, (Figs. 1 y 2).

Se considera que en un 20% de los pacientes con cáncer, el síndrome doloroso no puede controlarse con analgésicos por vía oral. De este 20%, tres cuartas partes tienen un dolor tan intenso que no puede ser tratado con infusión de analgésicos opioides por vía subcutánea. Un 90% de esta porción puede ser tratada con infusiones espinales de morfina (ya sea intratecal o peridural), dejando entonces una fracción mínima de pacientes que requerirán intervenciones ablativas.

**TABLA IV. INDICACIONES DE NEUROESTIMULACION PARA CONTROLAR EL DOLOR**

| <i>Nervio periférico</i>                              | <i>Asta dorsal medular</i>   | <i>Cortical o cerebral</i>   |
|---|--|--|
| Lesión de nervio<br>Sección incompleta*               | Radiculopatía*<br>Lesión de nervio único en tronco extr. inferior*   | Dolor por deaferentación en cabeza y cuello<br>Dolor central*                |
| Neuropatía limitada a un nervio de la extr. superior* | Dolor isquémico o vasospástico*<br>Distrofia simpática limitada*<br>Neuralgia postherpética*<br>Sección medular incompleta | Anestesia dolorosa<br>Dolor nociceptivo<br>Carcinomatosis*<br>Dolor visceral |

\*Indicación aceptada

Indicacion dudosa sin asterisco

*Correspondencia.*

J. Antonio Aldrete.  
Neuro & Spine Institute.  
336 College Avenue.  
DeFuniak Springs, FL32433. USA.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Bonica JJ: The management of pain. Vol I y II. Lea and Febiger, Philadelphia -London 1990; 136-201.
2. Parrent AG: Strategies for the surgical management of chronic pain. *Pain Digest* 1996; 6: 275-289.
3. TaskerRR: Deafferentationand nociceptivepain. In SicuteriF, et al. (eds.): Trends in Cluster Headache. Amsterdam, Elsevier 1987; 41-48.
4. Tasker RR, Organ LW, Hawrylyshyn P: Deafferentation and causalgia. In Bonica JJ (eds.): Pain Research Publications-ARNMD, volume 58, New York, Raven Press 1980; 305-334.
5. Coffey RJ: Neurosurgical management of intractable pain. In: Neurogic Surgery. Youmans Jr (ed.), 4th Vol. W.B. Saunders, Philadelphia 1995; 3305-3552.
6. Ochoa JL, Yarnitsky D: The triple cold syndrome: Cold hyperalgesia, cold hypoaesthesia and cold skin in peripheral nerve disease. *Brain* 1994; 117: 185-187.
7. Campbell IN, Raja SN, Meyer RA: Painful sequelae of nerve injury. In Dubner R, Gehart GF, Bond MR. (eds.): Pain Research and Clinical Management. Proceedings ofthe Fifth World Congress on Pain, Vol 3, North Holland, Elsevier 1988; 135.
8. Burchiel KJ, Johans TJ, Ochoa J: The surgical treatment of painful traumatic neuromas. *J NS* 1993; 78: 714.
9. Roos E: Thoracic outlet syndrome. In Neural Blockade. M. J. Cousins, P. O. Bridenbaugh (eds.), 2nd Edition, J. B. Lippincott Co, Philadelphia 1988; 773.
10. Naffziger, H.C.: The scalenus syndrome. *Surg. Gynecol, Obstet* 1937; 64: 119.
11. Evans G, Jackson RK: Microdiscectomy for treating lumbar disc protrusion: an important advance that merits wide adoption. *BMJ* 1988; 5: 297.
12. Gronblad M, Virri J, Toldnen J, et. al.: A controlled immunohistochemical study of inflammatory cells in disc herniation tissue. *Spine* 1994; 2744-2751.
13. Phesant HC, Dyck P: Failed lumbar disc surgery: cause, assessment, treatment. *Clin. Orthop* 1982; 164: 93-109.
14. Hopp E, Tsou PM: Postdecompression lumbar instability. *Clin Orth* 1988; 227: 143.
15. Laasonen Em, Soini J: Low-back pain after lumbar fusion. Surgical and computed tomographic analysis. *Spine* 1989; 14: 210-215.
16. Johnsson KE, Willner S, Johnson K: Postoperative instability after decompression for lumbar spinal stenosis. *Spine* 1986; 11: 107-111.
17. Aldrete JA, Ghaly RF: Postlaminectomy Pseudomeningocele. An unsuspected cause of low back pain. *Reg. Anesth* 1995; 20: 75-79.
18. Ghaly RF, Stone JL, Aldrete JA, et. al.: effect of an anesthetic induction dose of midazolam on motor potentials evoked by transcranial stimulation in the monkey. *J. Neurosurg. Anesthesiol* 1991; 20-27.
19. Rydevick B, Myers RR, Powell HC: Pressure increase in the dorsal root ganglion following mechanical compression. *Spine* 1989; 14: 575-577.
20. Luque ER, Anderson MN, Bronfield TF: The GDLH posterior spinal system. En *lumbosacral and spinopelvic fixation*. J.Y Margulis, Farry JPC, Floman Y, Neuwirth MG (eds.). Philadelphia, Lippincott-Raven 1996; 651-687.
21. Bruske-Hohfield I, Merrit JC, Onofrio BM et al.: Incidence of lumbar disc surgery. *Spine* 1990; 15: 31-35.
22. Kikuci, Hasue M, Nishiyana K, Ito T: Anatomic and clinical studies of radicular symptoms. *Spine* 1984; 9: 23-30.
23. North RB, Levy RM: Consensus conference on the neurosurgical management of pain. *Neurosurg* 1994; 34: 756-761.
24. Pikus HS, Phillips SM: Outcome of surgical decompression of the second cervical root for cervicogenic headache. *Neurosurg* 1996; 39: 63-71.
25. Van Erton PV, Polder TW, Broere CAJ: Operative treatment of meralgia parasthetica: Transectionversusneurolysis. *Neurosurgery* 1995; 37: 63-65.
26. Aldrete JA, Ghaly RF: Phantom Limb Pain Treated by Application of Pres Ring Acupuncture Needles of the Opposite Extremity: A Case Report. *Pain Digest* 1996; 6: 230-231.
27. Noordenbos W, Wall PD: Implications of the failure of nerve section and graft cure chronic pain produced by nerve lesions. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1981; 44: 1068-1071.
28. Jahangiri M, Bradley J, Dark C: Prevention of phantom limb pain after major lower limb amputation by epidural infusion of damorphine, clonidine and bupivacaine. *Ann R. Coll. Surg, Engl* 1994; 76: 324-326.
29. Bach S, Noreng M, Tjellden N: Phantom limb in amputees during the first 12 month following limb amputation, after preoperative lumbar epidural blockade. *Pain* 1988; 33: 297-301.
30. Saris SC, Iacono RP, Nashold BS: Successful treatment of phantom limb pain with DREZ coagulation. *Appl. Neurophysiol* 1988; 51: 188-192.
31. Krainik J-U, Thoden U, Riehart T: Pain reduction in arnputees by long-term spinal cord stimulation. *J. Neurosurg* 1980; 52: 346.
32. White JC, Sweet Wh: Pain and the neurosurgeon. A forty-year experience. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas 1969; 712-726.
33. Shealy CN: Percutaneous radiofrequency denervation of spinal facets. *J. Neurosurg* 1975; 43: 448-453.
34. Sindou M, Jeanmonod D: Micorsurgical DREZotomy for the treatment of spasticity and pain in the lower limbs. *Neurosurgery* 1989; 24: 655-657.
35. Nashold BS, jr, Urban B, Zorub DS: Phantom pain relief by focal destruction of the substancia gelatinosa of Rolando. In: *Advances in pain research and therapy*, Vol 1, edited by JJ Bonica and D albe-Fessard. New Yor, Raven Press 1976; 959-963.

36. Moossy JJ, Nashold BS, Jr.: Dorsal root entry zone lesions for conus medullaris root avulsions. *Appl. Neurophysiol* 1988; 51: 198-203.
37. Mullan J: Percutaneous cordotomy. *J. Neurosurg* 1971; 35: 360-365.
38. Rosomoff HL: Carroll F, Brwon J, et. al.: Percutaneous radiofrequency cervical cordotomy: Technique. *J. Neurosurg* 1965; 23: 639-644.
39. Onofrio BM: Radiofrequency percutaneous gasserian ganglion lesion. *J. Neurosurg* 1975; 42: 132-137.
40. Hitchcock E: Stereotactic myelotomy. *Proc. R. Soc. Med* 1974; 67: 771-774.
41. Kanpolat Y, Cosman ER: Special radiofrequency electrode system for computed tomography, guided pain-relieving procedures. *Neurosurg* 1996; 38: 600-603.
42. Tasker RR: Opencordotomy. *Prog. Neurosurg* 1977; 8: 1-14.
43. Sourek K: Long-term follow-up of central thermo-coagulation at C2 level for treatment of intractable pain. In Rizzi R, Visentin M (eds.): *Pain Theraphy*. Amsterdam, Elsevier 1983; 381-385.
44. Jefferson A: Trigeminal root and ganglion injections using phenol in glycerin for the relief of trigeminal neuralgia. *J. Nuerol. Neurosurg. Psych* 1963; 26: 345-348.
45. Schvarcz JR: Stereotactic extralemniscal myelotomy. *J. Nuerol. Neurosurg. Psychiatry* 1976; 39: 53-55.
46. Hitchcock E: Stereotactic cervical myelotomy. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1970; 33: 224-229.
47. Rosomoff JL: Stereotactic cordotomy. In: *Neurological Surgery*. Vol 6, edited by J. R. Youmans. Philadelphia, W.B. Saunders 1982; 3672-3685.
48. Schvarcz JR: Stereotactic trigeminal tractotomy. *Confin. Neurol* 1975; 37: 73-75.
49. Hitchcock ER, Schvarcz JR: Stereotactic trigeminal tractotomy for psotherpetic facial pain. *J. Neurosurg* 1972; 37: 412-415.
50. Barbera J, Barcia-Salorio JL, Broseta J: Stereotaxic spinothalamic tractotomy. *Surg. Neurol* 1979; 11: 111.
51. Nashold BS, Jr.: Extensive cephalic and oral pain relieved by midbrain tractotomy. *Confin. Neurol* 1972; 34: 382.
52. Marin-Rodriguez JC, Obrador S: Evaluation of stereotactic pulvinar lesions. *Confin. Neurol* 1975; 37: 56-60.
53. Frank F, et al.: Stereotaxic rostral mesencephalotomy in treatment of malignant faciothoracobrahcial pain syndrome. *J. Neurosurg* 1982; 56: 807-809.
54. Richardson DE: Thalamotomy for intractable pain. *Confin. Neurol* 1967; 29: 139-142.
55. Hitchcock ER, Teixeira MJ: A comparison of results from center-median and basal thalamotomies for pain. *Surg. Neurol* 1981; 15: 341-351.
56. Pillay PK, Hassenbusch SJ: Bilateral MRI-guided stereotactic cingulotomy for intractable pain. *Stereotact. Funct. Neurosurg* 1992; 59: 33-38.
57. Tasker RR: Thalamic stereotaxic procedures. In Schaltenbrand G, Walker Ae (eds.): *Stereotaxy of the Human Brain*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag 1982; 484-497.
58. Steiner L, Forster D, Leksell L, et. al.: Gamma-thalamotomy in intractable pain. *Acta. Neurochir* 1980; 52: 173-178.
59. Moser RP, Yap JC, Fraley EE: Stereotactic hypophysectomy for intractable pain secondary to metastatic prostate carcinoma. *Appl. Neurophysiol* 1980; 43: 145-147.
60. Grunwald I: Neuroadenolisis pituitaria. En *Anestesiología teórico práctica*. J. A. Aldrete (ed) Salvat Mexicana de Ediciones. Mexico City Tomo II, 1990; 1759-1775
61. Avellanosa AM, West CR: Transsphenoidal stereotaxic cryophysectomy of the management of pain in disseminated prostatic carcinoma. *J. Med* 1982; 13: 215-218.
62. Garcia-Cabanas T, Gomez Herreras JI, Tejada JJ: La hipofisectomia química en el tratamiento del dolor y metastasis cancerosas. *Discusion de nuestros primeros resultados*. *Rev. Española Anest. Rean* 1980; 21: 365-370.
63. Chuang KS, Liou NH, Liu JC: New stereotactic technique for percutaneous thermocoagulation upper thoracic ganglionectomy in cases of palmar hyperhidrosis. *Neurosurgery* 1988; 22: 600-607.
64. Wilkinson HA: percutaneous radiofrequency for upper thoracic sympathectomy: A new technique. *Neurosurgery* 1984; 15: 811-815.
65. Fontaine R, et. al.: Lumbar sympathectomy. *Acta Chir. Belg* 1977; 76: 1.
66. Bonica JJ: Causalgia and other reflex sympathetic dystrophies. In Bonica, JJ (ed.): *The Management of Pain*, 2nd edition, Philadelphia, Lea & Febiger 1990; 220-243.
67. Litwin MS: Postsympathectomy neuralgia. *Arch. Surg* 1962; 84: 591.
68. Agustinsson LE, Holm J, Carlsson CA, et al.: Epidural electrical stimulation in severe limb ischemia. Evidences of pain relief, increased blood flow and possible limb-saving effect. *Ann. Surg* 1985; 202: 104-108.
69. Perez JJ: Laparoscopic presacral neurectomy. *Am. J. Obstet. Gynecol* 1990; 35: 625-630.
70. Plancarte R, Amescua C, Patt RB, Aldrete JA: Superior hypogastric plexus block for pelvic cancer pain. *Anesthesiology* 1990; 73: 236-239.
71. Nashold BS, Jr, El-Naggar A, Abdulhak M, et al.: Trigeminal nucleus caudalis dorsal root entry zone: a new surgical approach. *Stereotact. Funct. Neurosurg* 1992; 59: 45-48.
72. Jannetta PJ: Treatment of Trigeminal neuralgia by suboccipital and transtentorial cranial operations. *Clin. Neurosurg* 1977; 24: 538-541.
73. Jannetta PJ: Treatment of trigeminal neuralgia by micro operative decompression, in Youmans, Jr (ed.): *Neurological Surgery: A Comprehensive Reference Guide to the Diagnosis and Management of Neurosurgical Problems*. Philadelphia, WB Saunders 1990; 3928-3942.
74. Barker FG, Jannetta PJ, Babu RP, Pomonis S, Bissonette DJ, Hong HD: Longer term outcome after operation for trigeminal neuralgia in patients with posterior fossa tumors. *J. Neurosurgery* 1996; 84: 818-825.



75. Tator CH, Agbi CB: Complications in the management of syringomyelia. *Perspect Neurol. Surg* 1991; 2: 143-150.
76. Leavens ME, Hills CS, Cech DA, et. al.: Intrathecal and intraventricular morphine for pain in cancer patients: initial study. *J. Neurosurg* 1982; 56: 241-244.
77. Andersen PE, Cohen JI, everts EC, et. al.: Intrathecal narcotics for relief of pain from head and neck cancer. *Arch. of Otolaryng - Head & Neck Surg* 1991; 117: 1277-1279.
78. Onofrio BM, Yaksh TL: Long-term pain relief produced by intrathecal morphine infusion in 3 patients. *J. Neurosurg* 1990; 72: 200-204.
79. Lobato RD, Madrid JL, Fatela LV: Intraventricular morphine for control of pain in terminal cancer patients. *J. Neurosurg* 1983; 59: 627-629.
80. Lenzi A, Galli G, Gandolfini M, et. al.: Intraventricular morphine in paraneoplastic painful syndrome of the cervicofacial region: Experience in 38 cases. *Neurosurgery* 1985; 17: 6-10.
81. DuPen SL, Peterson DG, Bogosian AC, et. al.: A new permanent exteriorized catheter for narcotic self-administration to control cancer pain. *Cancer* 1987; 59: 986-993.
82. Aldrete JA: Temporary epidural infusions in ambulatory patients with severe lumbalgia. *Pain Reviews* 1996; 3: 1-3.
83. Portnoy RK: Continous infusion of opioid drugs in the treatment of cancer pain. *Patient Management Guidelines. J. Pain Symptom. Manage* 1993; 8: 36-46.
84. Krames ES: Intraspinal opioid therapy for chronic non-malignant pain: Current practice and clinical guidelines. *J. Pain Symptom Manage* 1996; 11: 333-352.
85. Coffey RJ, Cahill D, Steers W, et. al.: Intrathecal baclofen for intractable spasticity of spinal origin: results of a long-term multicenter study. *J. Neurosurg* 1993; 78: 226-232.
86. Rauck HL, Eisenack JD, Jackson K, et al.: Epidural clonidine treatment for refractory reflex sympathetic dystrophy. *Anesthesiology* 1993; 79: 1163-1169.
87. Meynandier J, Chrubasik J, Dubar M, Wunsch E: Intrathecal somatostatin in terminally ill patients. A report of two cases. *Pain* 1985; 23: 9-12.
88. Aldrete JA: Implanted pump delivering morphine plus local anesthetic promoted for chronic pain relief. *Anesthesiol. News* 1996; 18: 24.
89. Hogan Q, Haddox JD, Abram S et al.: Epidural opiates and local anesthetics for the management of cancer pain. *Pain* 1991; 46: 271-279.
90. Aldrete JA: Extended epidural catheter infusions with analgesics for patients with non-cancer pain at their homes. *Reg. Anesth*, 1996; 21: 1-13.
91. Aldrete JA: Epidural fibrosis after permanent catheter insertion and infusion. *Journ. Pain Symp. Manag* 1995; 10: 624-631.
92. Aldrete JA, Williams SK: Infection from temporary epidural catheters (TLEC) in patients with non-malignant pain. 6th International Congress: *Pain Clinic* 1994; 309.
93. Aldrete JA, Vasecello LA, Aldrete VT: Lumbar epidural blocks with fine needles: Apreliminary report. *Pain Digest* 1997; 7: 1-3.
94. Aldrete JA, Brown CA, Yarcho KL: Cervical Radiculopathy treated by infusion of epidural analgesics in homebound patients. *J. Clin. Anesth* 1994; 6: 33-36.
95. Reynolds AF, Shetter AG: Scarring around cervical epidural stimulating electrode. *Neurosurg* 1983; 13: 63-64.
96. Campbell JN, Long DM: Peripheral nerve stimulation in the treatment of intractable pain. *J. Neurosurg* 1976; 45: 692.
97. Picaza JA, Cannon BW, Hunter SE, et al.: Pain suppression by peripheral nerve stimulation, part II. Observation with implanted devices. *Surg. Neurol* 1975; 4: 115.
98. Long DM: Electrical stimulation for relief of pain from chronic nerve injury. *J. Neurosurg* 1973; 42: 718-721.
99. Long DM: Relief of cancer pain by surgical and nerve blocking procedures. *JAMA* 1980; 244: 2759-2761.
100. Urban BJ, Nashold BS: Combined epidural and peripheral nerve stimulation for relief of pain. *J. Neurosurg* 1982; 57: 365-369.
101. Shealy CN, Mortiner JT, Hagfors NR: Dorsal column electroanalgesia. *J. Neurosurg* 1970; 32: 560-564.
102. Spiegelman R, Friedman WA: Spinal cord stimulation: a contemporary series. *Neurosurg* 1991; 28: 65-69.
103. Rolan P, Broseta J, Barcia-Salorio JL: Chronic VPM stimulation for anesthesia dolorosa following trigeminal surgery. *Appl. Neurophysiol* 1982; 45: 112-114.
104. Shealy CN: Spinal cord stimulation: 1973 to present: Comment *AJPM* 1992; 2: 43.
105. Hosobuchi Y: Subcortical electrical stimulation for control of intractable pain in humans. *J. Neurosurg* 1986; 64: 543-545.
106. Hosbuchi Y, Adams JE, Rutkin B: Chronic thalamic stimulation for the control of facial anesthesia dolorosa. *Arch. Neurol* 1973; 29: 158-161.
107. Hosbuchi Y: Motor cortical stimulation for control of central deafferentation pain. *Stereotact. Funct. Neurosurg.* 1992; 59: 76-79.
108. Boive J, Myerson BA: A correlative anatomical and clinical study of pain suppression by deep brain stimulation. *Pain* 1982; 13: 114-119.
109. Plotkin R: Results in 60 cases of deep brain stimulation for chronic intractable pain. *Appl. Neurophysiol* 1982; 45: 173-176.
110. Parrent A, Lozano A, Tasker RR, et al.: Periventricular stimulation suppresses allodynia and hyperpathia in man. *Stereotact. Funct. Neurosurg* 1991; 59: 82-86.
111. Peyron I, Garcia-Larrea L, Deiber MP, et al.: Electrical stimulation of precentral cortical area in the treatment of central pain. *Electrophysiological and PET Study* 1995; 62: 275-286.
112. Appलगren L, Janson M, Nitescu P, et. al.: Continous Intracisternal and High Cervical Intrathecal Bupivacaine Analgesia in refractory Head and Neck Pain. *Anesthesiology* 1996; 84: 256-272.