



## CURS 11

# NEUROCHIRURGIA FUNCȚIONALĂ

**Prof. Dr. Mircea Gorgan**

### MAPPINGUL CEREBRAL

Este reprezentat de un complex de tehnici menite să identifice ariile cerebrale expresive sau pe cele de interes în chirurgia epilepsiei. Majoritatea tehnicilor presupun chirurgie deschisă cu pacient vigیل sub anestezie locală cu sedare. Ariile motorii și senzitive pot fi determinate și la pacientul sub anestezie profundă folosind agenți de contracarare a efectelor curarizării, administrați cu 20-30 minute înainte de stimularea cu electrozi speciali.

### I. CHIRURGIA EPILEPSIEI

Circa 20% dintre pacienții epileptici care continuă să prezinte crize în pofida tratamentului corect condus, timp de peste un an, pot deveni candidați pentru proceduri chirurgicale menite să le controleze crizele. O parte din tratamente sunt distructive, menite să întrerupă căile de propagare și generalizare ale stimulilor epileptogeni, iar altele, cele mai moderne, au rol stimulator.

Selecția pacienților epileptici pentru chirurgie sau stimulare se face după criterii riguroase clinice și paraclinice și după evaluare completă, invazivă și neinvazivă.

#### 1. Stimularea vagală

Este un procedeu stimulator și constă în implantarea subcutană la nivelul nervului vag stâng a unui generator de impulsuri cu frecvență, intensitate și durată reglabile. Acești stimuli produc o desincronizare a ritmurilor talamocorticale pe calea fasciculului solitar, blocând descărcările epileptice.

#### 2. Rezecția focarului epileptogen

Presupune determinarea cu precizie și rezecția acestuia, cu șanse maxime de a vindeca pacientul, atunci când crizele au debut unifocal. Se face numai în arii cerebrale neelocvente. Constă în: lobectomii temporale, amigdalohipocampectomii, ablarea displaziilor neocorticale din ariile de migrare anormală a neuronilor.

#### 3. Rezecția lobului temporal

80% dintre pacienții cu crize epileptice intratabile au focare situate în treimea anterioară a lobului temporal. O parte din leziuni sunt date de glioză sau de scleroza mezială temporală, ca urmare o rezecție standard de pol temporal asociată sau nu cu amigdalohipocampectomie poate duce la dispariția crizelor. Lobul temporal poate fi rezecat în proporții diferite, în funcție de apartenența la emisferul dominant (4-5 cm) sau nedominant (6-7 cm). Rezecțiile se fac subpial cu scopul de a conserva ramurile arterei cerebrale medii, și pentru creșterea preciziei, sunt ghidate intraoperator de electrocorticografii.



#### **4. Hemisferectomia**

Se adresează formelor de epilepsie intratabilă la copii cu deficite neurologice definitive și majore. Metoda constă în rezecția anatomică sau funcțională, parțială sau totală a emisferului responsabil de producerea crizelor epileptice.

#### **5. Calosotomia**

Rezecția parțială sau totală a corpului calos este eficientă în tratamentul crizelor generalizate motorii, crizelor atone sau crizelor generalizate fără focar electric demonstrabil. Este preferată calosotomia anterioară cu conservarea comisurii albe anterioare, deoarece minimalizează sindromul de disconexiune foarte grav și frecvent în calosotomia totală. Acest sindrom rar întâlnit în alte afecțiuni, constă pentru cei care au emisferul dominat pe stânga în: anomie tactilă stângă, dispraxie, pseudohemianopsie, anomia mirosului, tulburări de integrare spațială a mâinii drepte, scăderea spontaneității, gatism. Semnele dispar în câteva săptămâni, dar pacienții rămân cu diferite de grade de retard neuropsihic.

#### **6. Transsecțiunea pială multiplă**

Constă în secționarea conexiunilor nervoase orizontale de la nivelul cortexului și se adresează pacienților cu focare epileptogene situate în apropierea sau chiar în ariile elocvente. Constă în incizii paralele longitudinale (în raport cu girusul de elecție) efectuate subpial cu o adâncime maximă de 4-5 mm. Se practică numai după electrocorticografii preoperatorii riguroase.

## **II. TRATAMENTUL BOLII PARKINSON ȘI AL ALTOR FORME DE TREMOR**

Boala Parkinson rezistentă la tratamentul corect cu droguri antiparkinsoniene beneficiază în proporții variabile de tratament chirurgical. Acesta constă în transplant de țesut medulosuprarenal și procedee stimulatorii sau distructive adresate globului palid posteroventral. Transplantul de țesut este rezervat centrelor de cercetare și presupune implantarea sterotaxică de țesut fetal dopaminergic sau de medulosuprarenală în globus pallidus cu scopul de a reduce severitatea bolii și de a crește eficacitatea preparatelor de levodopa. Rezultatele au fost încurajatoare pe termen scurt, dar, pe termen lung efectele s-au dovedit modeste. Alte tipuri de tremor ca tremorul esențial, tremorul cerebelos și cel posttraumatic beneficiază de talamotomii sau stimulări talamice.

Palidotomia stereotaxică pentru tratamentul bolii Parkinson, prin radiochirurgie, radiofrecvență sau crioprobe constă în distrugerea segmentului intern al globului palid și întreruperea fibrelor palidofugale asociată cu scăderea impulsurilor de la nucleii subtalami. Apreciată inițial ca utilă, a fost părăsită în favoarea procedeelelor de stimulare electrică a globului palid și nucleului subtalamic, care scad sensibil intensitatea simptomelor bolii Parkinson fără a produce distrugerii ireversibile de țesuturi.



### III. TRATAMENTUL SPASTICITĂȚII

Spasticitatea rezultă după leziuni de neuron motor central la diferite nivele anatomice, urmată de dispariția reflexelor inhibitorii ale neuronilor alfa și gama. Rezultă o stare de hipertonie musculară cu clonus, însoțită uneori de mișcări involuntare. Cauzele care produc spasticitate sunt reprezentate de distrucțiile cerebrale sau spinale ajunse în fază sechelară, scleroza multiplă, diferite anomalii congenitale cerebrale sau spinale.

Spasticitatea se gradează după scorul Ashworth în cinci grade după cum urmează:

- Gradul 1 - fără creștere de tonus muscular - considerat normal
- Gradul 2 - ușoară creștere a tonusului în flexie sau extensie
- Gradul 3 - creștere mai mare de tonus cu mișcări pasive efectuate cu ușurință
- Gradul 4 - creștere marcată a tonusului care face mișcările pasive dificile
- Gradul 5 - partea afectată este rigidă în flexie sau extensie

Tratamentul medical prevede efectuarea unor proceduri de kinetoterapie asociate cu administrarea de droguri ca: dizepam, baclofen, dantrolen, progabid, etc.

Tratamentul chirurgical se adresează cazurilor refractare la tratamentul medical, sau la care efectele adverse ale medicației au devenit intolerabile.

Procedeele folosite sunt:

- Procedee neablative
- Procedee ablative cu prezervarea potențialului de mișcare
- Procedee ablative cu sacrificarea potențialului de mișcare

1) *Procedeele neablative* constau în administrarea intratecală de baclofen, de morfină (cu dezvoltarea secundară a toleranței și dependenței) sau procedee de stimulare electrică pe cale percutană prin implantarea de electrozi în spațiul epidural.

2) *Procedeele ablative cu prezervarea potențialului de mișcare* sunt: neuroliza intramusculară cu fenol, blocul nervos cu fenol, neurotomii selective (sciatică, obturatorii, pudendale), rizotomii foraminale percutane prin radiofrecvență, mielotomia Bichoff, mielotomia mediană, rizotomii selective dorsale, talamotomii stereotaxice.

3) *Procedeele ablative fără conservarea potențialului de mișcare* cuprind: injectarea de fenol intrathecal, rizotomii anterioare selective, neurectomii combinate cu tenotomii, cordectomii și cordotomii folosite actualmente foarte rar.

#### **Tratamentul torticolisului**

Este o formă de distonie din care rezultă incapacitatea de control a poziției capului. Cauzele acestei afecțiuni sunt foarte diferite și se impune un diagnostic diferențial riguros cu:

- Torticolisul congenital din distonia musculară deformantă
- Torticolisul din leziuni extrapiramidale care cedează în repaus
- Torticolisul psihogen
- Torticolisul din sublucaxiunile rotatorii atlanto-axiale



- Torticolisul rezultat din compresiunea neurovasculară a nervului XI
- Hemoragiile din mușchiul sternocleidomastoidian
- Infecțiile coloanei cervicale și adenopatiile cervicale
- Torticolisul din siringomielia cervicală
- Torticolisul fixat specific tumorilor cerebeloase la copii
- Paraliziile bulbare
- Pseudotorticolisul apărut ca și corecție inconștientă a diplopiei

Tratamentul nechirurgical include tratamente de relaxare, evaluare neuropsihiatrică și neurostimulare transepidermică la nivelul gâtului.

Tratamentul chirurgical este rezervat cazurilor invalidante, refractare și constă în stimularea cordoanelor dorsale cervicale, injecții locale de toxina botulinică utile mai ales în retrocolis și radicotomii selective ale nervului accesoriu spinal. Un alt tratament rar utilizat este electrocoagularea câmpului Forel II.

Afecțiunea este dificil de tratat și rezultatele tratamentului nu sunt întotdeauna cele scontate.

#### **Tratamentul hemispasmului facial**

Hemispasmul facial constă în contracții spasmodice involuntare și nedureroase ale unor grupe de mușchi inervate de nervul facial, unilateral. Începe prin contracții ale orbicularilor ochiului și se poate extinde la întreaga hemifață. Se diferențiază de miochimiile faciale care sunt continue, de blefarospasm care este limitat la orbiculari și apare la bătrâni cu diferite suferințe de trunchi cerebral, și de miochimiile palatale care persistă în somn.

Hemispasmul facial poate fi însoțit de nevralgie trigeminală sau geniculată, sau de disfuncții acustice și vestibulare. Este mai frecvent la femei, apare mai ales pe stânga iar vârsta de elecție este după adolescență.

Este cauzat de compresiunea nervului facial la nivelul originii sale aparente din trunchiul cerebral (REZ=root entry zone= zona de intrare a nervului) de un ram arterial sinuos din trunchiul vertebrobazilar, cel mai adesea implicată fiind artera cerebeloasă antero-inferioară. Vasul incriminat poate comprima și alți nervi cranieni, adăugând simptome suplimentare. Alte cauze mai rare de hemispasm facial sunt: chiste arahnoidiene în cisterna pontocerebeloasă, tumori benigne de unghi pontocerebelos, scleroza multiplă, diformități ale endocraniului. Suferințele îndelungate ale nervului facial pot provoca suferința nucleului de origine ipsilateral sau sincinezii controlaterale. Diagnosticul de precizie se pune prin IRM și angiografie vertebrală care evidențiază compresiunea vasculară responsabilă de simptome.

Tratamentul medical prevede administrarea locală de toxină botulinică în mușchii interesați iar formele rezistente beneficiază de decomprimare neurochirurgicală microvasculară cu rezultate favorabile în 85-93% din cazuri.

#### **IV. SIMPATECTOMIILE**

Simpatectomia cardiacă care constă în rezecția bilaterală a ganglionului stelat la nivel C7, este rezervată cazurilor de angină pectorală refractară la alte forme de tratament. Progresele recente în cardiologie au restrâns drastic indicațiile acestei proceduri.



Sympatectomia extremității brahiale constă în ablarea celui de al doilea ganglion simpatic toracal cu scopul de a evita sindromul Claude-Bernard-Horner (ptoză plapebrală, mioză, enoftalmie și voce bitonală). Indicațiile acestei intervenții chirurgicale sunt: hiperhidroza esențială, boala Raynaud primară, sindromul algic umăr-mână, cauzalgia majoră. Intervenția se poate face endoscopic, prin radiofrecvență sau prin chirurgie deschisă.

Sympatectomia lombară constă în ablarea ganglionului simpatic L2 și L3, putându-se uneori extinde până la nivel T12. Indicația principală este cauzalgia majoră a membrului inferior.

## V. CHIRURGIA DURERII

Tipurile majore de durere care necesită tratament sunt:

- *Durerea somatică*, intensă și bine localizată care răspunde la tratamentul etiologic al cauzei care o provoacă
- *Durerea viscerală* care este mai slab localizată și răspunde mai dificil la tratament
- *Durerea de dezaferentare* descrisă ca parestezie dureroasă sau hiperpatie, este slab localizată și răspunde greu chiar la procedurile ablativă.
- *Cauzalgia*

Selectarea unui pacient pentru o procedură chirurgicală de combatere a durerii se face numai după ce s-a escaladat o gamă de medicamente și dozele maxime până la limita efectelor adverse. Inițial se începe cu proceduri modulative, care dacă sunt ineficiente, pacientul devine candidat pentru proceduri ablativă sau distructive.

### a. Metodele modulative

#### 1. NEUROSTIMULAREA

Neurostimularea electrică se realizează cu ajutorul curenților de frecvență înaltă și intensitate crescută. Poate fi efectuată periferic transcutan, pentru durerea acută bine localizată postoperatorie, metabolică, herpetică sau neuropată care nu răspunde la opiacee.

#### 2. STIMULAREA MĂDUVEI SPINĂRII

Inițial a fost dezvoltată ca procedeu de stimulare al coloanelor dorsale, dar s-a constatat că și stimularea ventrală poate duce la dispariția durerii. Indicațiile majore de stimulare a măduvei spinării sunt: durerea postlaminectomie, distrofia reflexă simpatică (cauzalgia), durerile după toracotomie, durerile din scleroza multiplă și uneori durerile postherpetice. Stimularea se face după implantarea de electrozi prin laminectomie sau pe cale percutană. Rata de succes este în medie de 50%.

#### 3. STIMULAREA CEREBRALĂ PROFUNDĂ

Este utilizată în două tipuri de durere: durerea de dezaferentare (anestezia dureroasă, durerea după traumatismele spinale și durerea talamică) și în durerea nociceptivă. În primul caz se practică implantarea stereotaxică de electrozi în nucleii ventral posteromedian sau ventral posterolateral al talamusului. Durerea nociceptivă



răspunde la implantări de electrozi în substanță cenușie periaeductală, procedura fiind folosită cu precauție din cauza efectelor adverse.

#### 4. ADMINISTRAREA DE NARCOTICE ÎN SISTEMUL NERVOS CENTRAL

Este folosită pentru infuzia de substanțe medicamentoase cu scop de a combate durerea cronică benignă sau neoplazică. Administrarea de droguri în ventriculii cerebrali are indicație în cancere ale capului și gâtului cu speranță de supraviețuire mai mică de 6 luni. Administrarea spinală este preferată pentru dureri prezente inferior de regiunea cervicală, durerile produse supraombilical cedând mai eficient la administrarea intravenoasă de opioizi. După durata de administrare estimată, administrarea poate fi pe termen scurt, prin injecții locale, pe termen mediu, beneficiind de implantarea de catetere epidurale sau intratecale, și pe termen lung, prin implantarea de pompe cu rezervoare subcutanate. Substanțele folosite sunt diferite derivate de opioizi sau decontracturante de tip central (baclofen), cu concentrații variabile în funcție de scopul urmărit. Durerea neoplazică este ameliorată în 90% din cazuri, iar cea neuropatică în proporție de 25-50%. Procedurile prezintă o serie de complicații ca: meningita, insuficiență respiratorie, fistule de LCS, complicații mecanice legate de materialele folosite.

##### **b. Metode distructive**

Procedeele distructive sunt adresate atât unor structuri nervoase intracerebrale cât și spinale. Procedeele intracerebrale cuprind: cingulotomia bilaterală care reduce componenta afectivă a durerii, talamotomia medială folosită în durerea canceroasă, și mezencefalotomia stereotaxică folosită pentru dureri cauzate de cancere unilaterale ale capului și gâtului. Procedeele sunt disputate sub aspectul rezultatelor obținute.

##### 1. CORDOTOMIA

Cordotomia deschisă sau percutană, prin radiofrecvență, constă în întreruperea tractului spinotalamic lateral pentru dureri unilaterale cu nivel inferior mamelonului (T5), la pacienți terminali. Este utilă în dureri acute și mai puțin utilă în dureri de tip central sau cauzalgii. Accentuează tulburările sfincteriene, iar atunci când este practică bilateral stadial, poate duce la tulburări respiratorii. Inițial durerea cedează în 94% din cazuri, dar în timp nivelul analgeziei scade, ajungând la un an sub 60%, iar la 2 ani sub 40%.

##### 2. MIELOTOMIA COMISURALĂ

Constă în secționarea longitudinală a fibrelor încrucișate din comisura albă anterioară înainte de intrarea lor în tractul spinotalamic. Are indicație în durerile bilaterale sau de linie mediană prezente sub nivelul toracal. Circa 60% din pacienți răspund la tratament, însă complicațiile nu sunt neglijabile, putând apare parapareze, tulburări de sensibilitate și tulburări sfincteriene.



### 3. RADICOTOMIILE DREZ

Termenul de DREZ este folosit pentru a defini zona de origine aparentă a rădăcinii spinale sau a unui nerv cranian (dorsal root entry zone). Este locul de elecție pentru secționarea rădăcinilor spinale senzitive.

Are următoarele indicații:

- Durerea de dezaferentare după smulgerea rădăcinilor spinale
- Traumatismele măduvei spinării cu dureri prezente în jurul ultimului segment medular intact.
- Nevralgia herpetică
- Durerea din membrul fantomă după amputații.

Procedura poate fi urmată de deficite motorii ipsilaterale temporare sau definitive la 50% din pacienți.

Rezultatele sunt favorabile la pacienții cu avulsii de plex brahial și la pacienții paraplegici. În durerile după amputații sau post herpetice rezultatele sunt mai puțin favorabile.

### 4. TALAMOTOMIILE

Talamotomiile sunt proceduri controversate și utilizate foarte rar pentru anumite dureri nociceptive din cancere ale capului și gâtului. Sindromul algic de tip neuropatic nu răspunde la această procedură. 50% dintre pacienții cancerosi răspund la acest tratament, însă după 6 luni durerea reapare la 60% din cazuri. Procedul este însoțit de complicații ca afazia și tulburările cognitive.

### CAUZALGIILE

În formele lor minore sau majore, denumite și distrofii reflexe simpatice, constau într-un complex de simptome apărute ca efect cel mai adesea posttraumatic, precoce sau tardiv. Simptomul principal este durerea sub formă de arsură exacerbată de orice alt stimul senzitiv (alodinie). Examenul fizic relevă de multe ori modificări vasculare și trofice ale segmentelor afectate însoțite de articulații rigide și tulburări de sudorație. Diagnosticul este dificil din punct de vedere obiectiv iar tratamentul cuprinde o serie de măsuri cu rezultate variabile ca: administrarea de antidepresive triciclice, blocurile nervoase regionale, simpatectomiile chirurgicale, stimularea măduvei spinării.

### SINDROAMELE ALGICE CRANIOFACIALE

Evaluarea sindroamelor algice craniofaciale poate fi efectuată conform următoarei scheme:

- 1) nevralgiile faciale
  - Nevralgia trigeminală
  - Nevralgia glosofaringiană
  - Nevralgia geniculată
  - Ticul convulsiv (nevralgie geniculată și hemispasm facial)
  - Nevralgia occipitală
  - Nevralgia de laringeu superior cu durere laringiană și auriculară
  - Nevralgia sfenopalatină
  - Nevralgia postherpetică sau sindromul Ramsay-Hunt



- Durerea atipică facială sau prosopalgiă
- 2) durerile oftalmice
  - Sindromul Tolosa-Hunt
  - Nevralgia paratrigeminală Raeder
  - Pseudotumora orbitară
  - Nevrita diabetică
  - Nevrita optică
  - Irita
  - Glaucomul
  - Uveita anterioară
- 3) otalgia
- 4) tulburările masticatorii
  - Suferințe odontale sau periodontale
  - Injurii de nervi alveolari
  - Boli ale articulație temporo-mandibulare
  - Elongații de proces stiloid
  - Miozitele maseterine și temporale
- 5) sindroamele algice vasculare
  - Migrena simplă și complexă
  - Arterita temporală
  - Migrene toxice sau metabolice
  - Cefaleea hipertensivului
  - Cefaleea din anevrisme sau maformații vasculare
- 6) sinuzitele
- 7) neoplaziile intra sau extracraniene
- 8) cefaleea psihogenă sau idiopatică
- 9) cefaleea de efort
- 10) cefaleea posttraumatică.

#### NEURALGIA DE TRIGEMEN

Se caracterizează prin dureri paroxistice, lancinante, cu durată de câteva secunde, declanșate de stimuli senzitivi, care se propagă în teritoriul de distribuție al uneia sau mai multor ramuri ale nervului trigemen. Status trigeminus este caracterizat de succesiunea rapidă a acestor dureri provocate de orice tip de stimuli. Incidența este de 4 cazuri al 100.000 de locuitori, durerea nu se remite spontan, iar 18% dintre pacienți prezintă forme bilaterale. Nevralgia trigeminală poate fi esențială sau secundară altor afecțiuni ca: tumori de fosă posterioară, compresiuni vasculare, scleroza multiplă, etc.

Tratamentul medicamentos prevede administrarea de carbamazepină, baclofen și gabapentin. Mai pot fi asociate fenitoin, capsaicin, clonazepam, amitriptilină.

Tratamentul chirurgical este rezervat pacienților care nu răspund la medicația adecvată în doze considerate eficiente. Tratamentul chirurgical are mai multe variante care se aleg în funcție de situația clinică a fiecărui pacient.

1) *Neurectomia periferică* este rezervată cazurilor cu puncte trigger în nervul supraorbital, infraorbital și nervilor alveolari. Se folosește la pacienți vârstnici sub



anestezie locală și se asociază cu pierderea sensibilității în teritoriul de distribuție sau reapariția durerii după regenerarea nervului.

2) *Rizotomia percutană* se folosește la pacienți cu risc anestezic crescut, la cei care doresc să evite o procedură chirurgicală majoră, sau în cazul unor tumori nerezecabile când speranța de viață este sub 5 ani. Necesită un pacient cooperant, iar recurențele pot fi tratate prin repetarea procedurii. Rata de recurență și disesteziile sunt comparabile cu alte procedee. Leziunile se pot efectua prin microcompresii sau prin radiofrecvență.

3) *Decompresiunea microvasculară* este tratamentul de elecție pentru pacienții sub 65 de ani, cu speranță de viață peste 5 ani, fără riscuri majore medicale și chirurgicale. Se poate indica și la pacienții care nu se încadrează în aceste criterii și au prezentat eșecuri ale rizotomiei. Nu se operează pacienții cu afectare izolată numai a ramului oftalmic datorită riscului inacceptabil al cheratitei care poate duce la orbire, și al anesteziei faciale.

Toate procedeele au rate de succes între 60-80%, dar și ratele de recurențe minore sau majore sunt semnificative, ajungând până la 5% pe an. Cu cât suferința este mai veche, cu atât șansa de succes a tratamentului este mai scăzută.

#### NEURALGIA GLOsofarINGIANĂ

Este de 70 de ori mai rară decât nevralgia de trigemen și se manifestă prin dureri severe, lancinante, în gât și la baza limbii, însoțită uneori de otalgie, salivatie și tuse. Poate fi declanșată de înghițire, vorbire sau de mestecat. Rareori poate fi însoțită de hipotensiune, sincope, oprire cardiacă, convulsii. Tratamentul medical prevede administrarea de cocaină la nivelul amigdalelor palatine, iar în cazurile severe se practică decompresiuni microvasculare ale nervului glossofaringian prin chirurgie deschisă în fosa posterioară. Se secționează fibrele preganglionare ale nervului împreună cu 2-3 filete din nervul vag.

#### NEURALGIA GENICULATĂ

Este numită și nevralgia Hunt și este caracterizată de otalgii lancinante paroxistice cu iradiere în ochiul și obrazul de aceeași parte. Poate fi declanșată de frig, zgomot sau de înghițire. Se poate asocia cu infecții herpetice ale ganglionului geniculat sau cu hemispasm facial. Răspunde uneori la combinații de carbamazepin și fenitoin, iar în cazurile severe se practică secțiunea nervului intermediar al lui Wrisberg.

#### NEURALGIILE POSTHERPETICE

Virusul herpetic rămâne dormant în ganglionii senzitivi spinali sau trigeminali după prima infecție, pentru ca, în momentul scăderii imunității pacientului, să erupă din nou. Erupția herpetică este însoțită de durere persistentă chiar și după vindecarea anatomică a veziculelor. Durerea persistă sub formă de hiperestezie, hipoestezie, parestezii sau disestezii.

Tratamentul medical al nevralgiei postherpetice cuprinde o serie de medicamente ca gabapentinul, capsaicina, amitriptilina.

Tratamentul chirurgical comportă o serie de proceduri care se aleg în funcție de forma clinică și de localizare. Acestea sunt: cordotomia percutană, rizotomia



retrogaseriană, neurectomiile, simpatectomiile, procedeele DREZ, acupunctură, stimularea cordoanelor spinale. Rezultatele sunt variabile.