

Neuromodulációs lehetőségek krónikus neuropátiás fájdalomban

Balás István

PTE KK, Idegsebészeti Klinika



Krónikus fájdalom definíció

- Három hónapnál hosszabb ideje fennálló fájdalom

Krónikus fájdalom típusai

- Nociceptív
- Nem nociceptív

Neuropathiás, neurogén fájdalom

- **Idegrendszeri sérülés** (érzőpálya)
következménye
- **Idegrendszeri tünet**
- **Fájdalomvezető pályák** innervációjának
elvesztése
- Égő, érzészavar
- **Nem reagál opiátokra**

Neuropathiás, neurogén fájdalom jellemzői

- Thermális (égő, hideg)
- exteroceptív (elektromos, villámlásszerű, csípő, szűrő)
- Proprioceptív (szaggató, szorító, markoló)

dysaesthesia

állandó, időszakos, külső ingerekkel kiváltható (termális, tactilis, proprioceptív allodynia, hyperalgesia)

Funkcionális idegsebészet

definíció

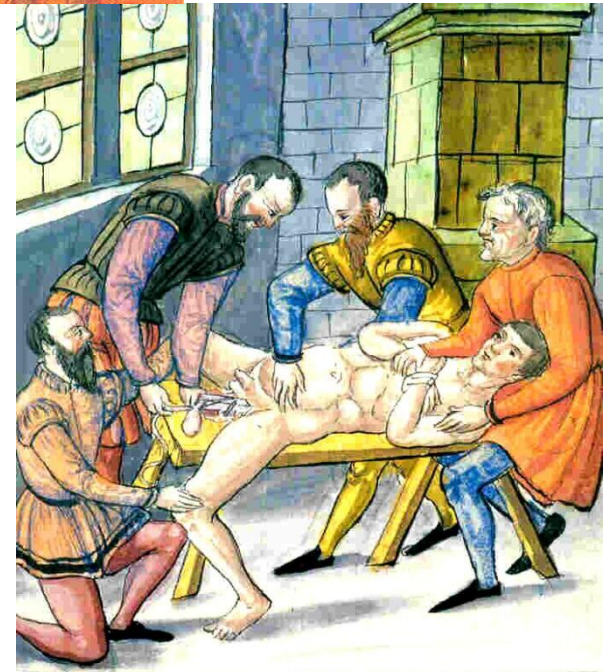
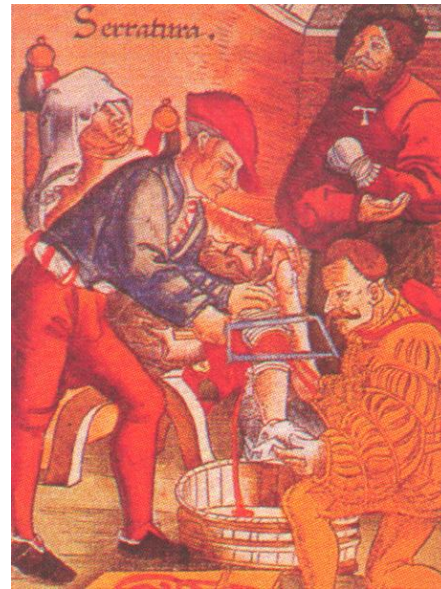
- **Kóros idegrendszeri működések (funkciók) műtéti úton történő befolyásolása (normalizálása).**

Idegsebészeti fájdalomcsillapítási lehetőségek neuropátiás fájdalomban

- **Ablatív**
- **Neuromoduláció**

Ablatív fájdalomcsillapító idegsebészeti beavatkozások

- fájdalomvezető pályákat átmetszése, roncsolása, destruktív, (rizotomia,DREZ,myelotomia,termocoaguláció)
- számos esetben hatástalan,
- hatás átmeneti,
- maradandó hiánytünet
- irreverzibilis, magasabb morbiditás
- ***deafferentációs fájdalmak kialakulása.***



Funkcionális idegsebészet -alkalmazási területek

- **krónikus fájdalom**
- mozgászavarok
- spasticitás
- epilepszia
- psichochirurgia
- vegetatív zavarok

Neuromoduláció

- centrális-perifériás-autonom **idegrendszer működésének terápiás alterációja**
- implantált készülék
- elektromos, gyógyszeres
- non-destruktív
- reverzibilis
- betegséget nem gyógyít
- működést, életminőséget javít

Neuromoduláció típusai

- **Elektromos (neurostimuláció)**
- **Kémiai (gyógyszerpumpa)**

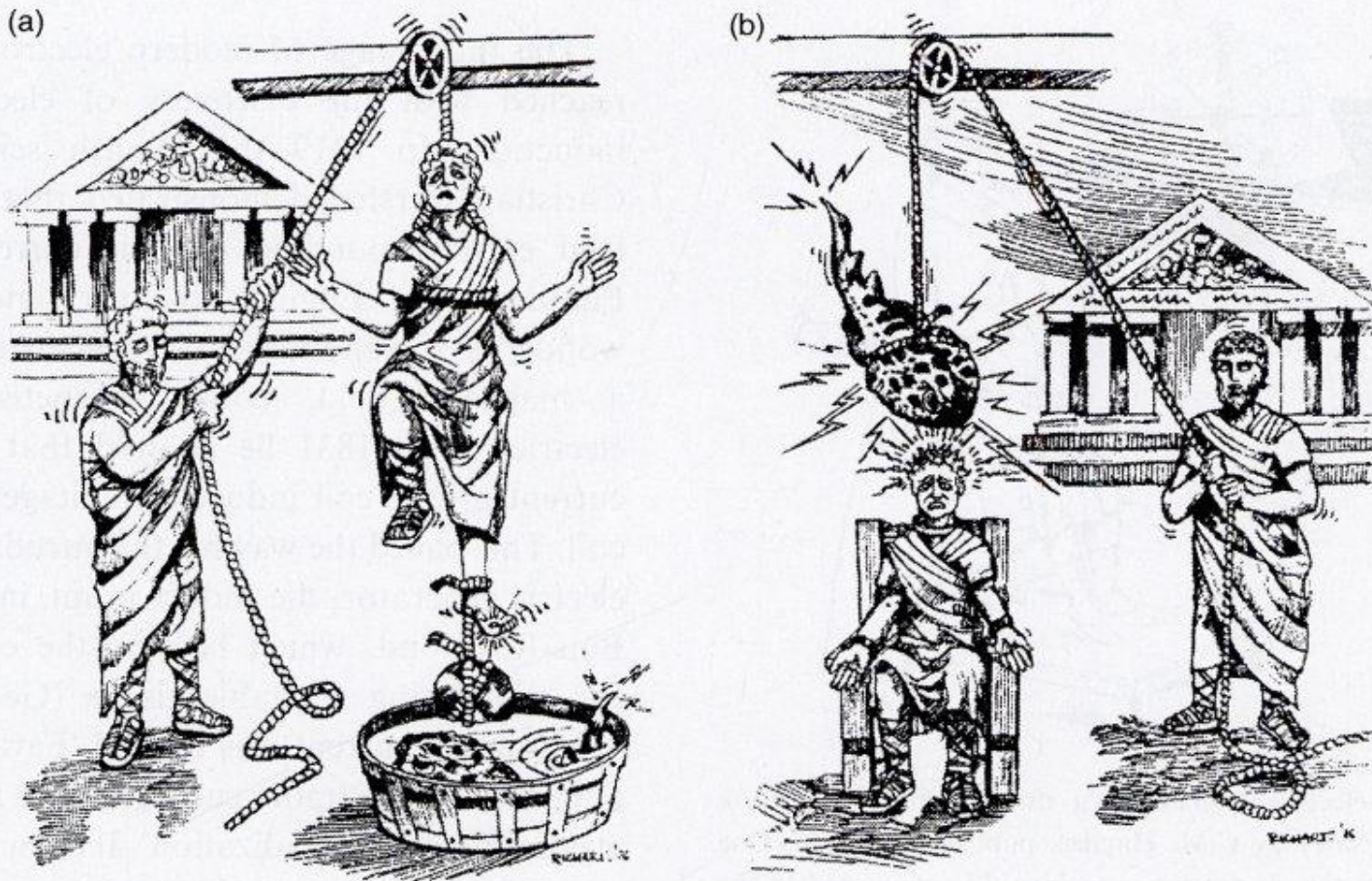
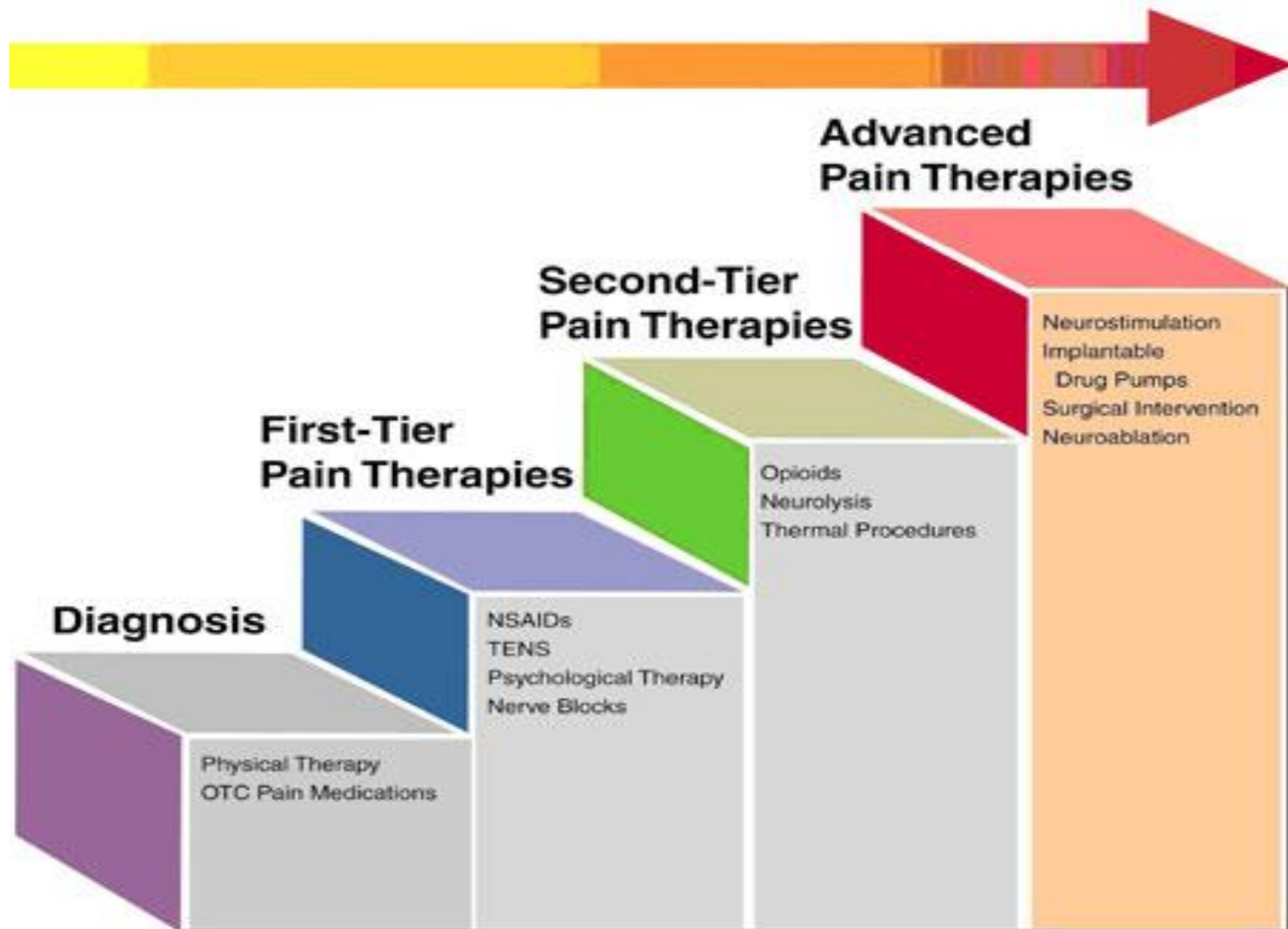


Fig. 1. Artist's impression of the treatment of gout (a) and headache (b) using torpedo fish. (Reproduced with permission: Perdakis, 1977.)

The Chronic Pain Treatment Continuum



Miért a neuromoduláció?

- Előre kipróbálható
- Reverzibilis
- Non-destruktív
- Más terápiákat nem korlátoz

Neurostimuláció helye

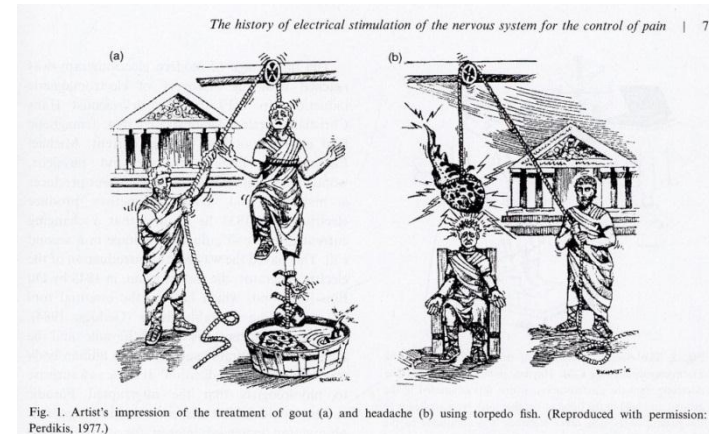
- perifériás ideg
- gerincvelő
- mélyagyi
- motoros agykéreg

PNS, PNfs, DRGS

SCS

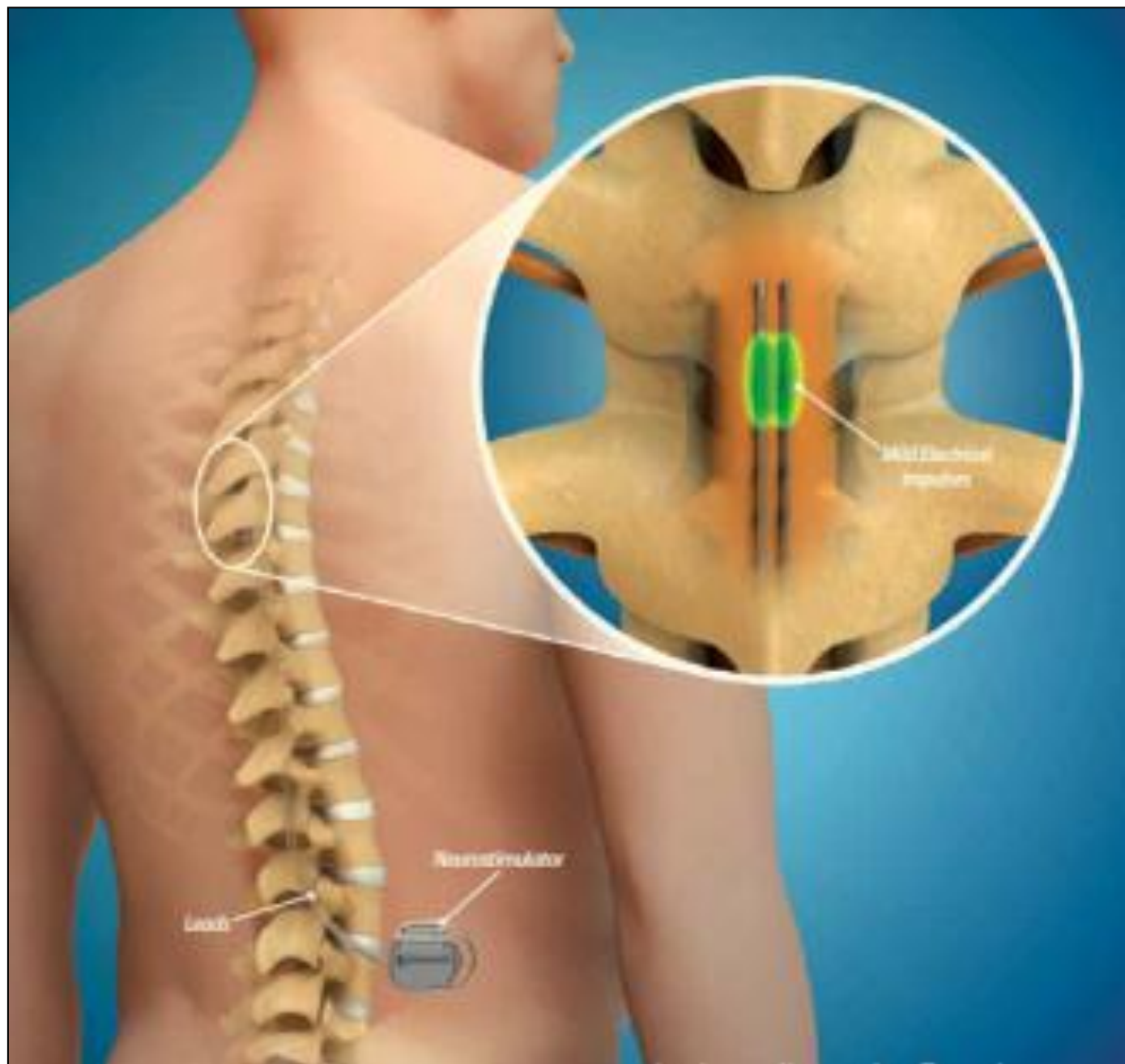
DBS

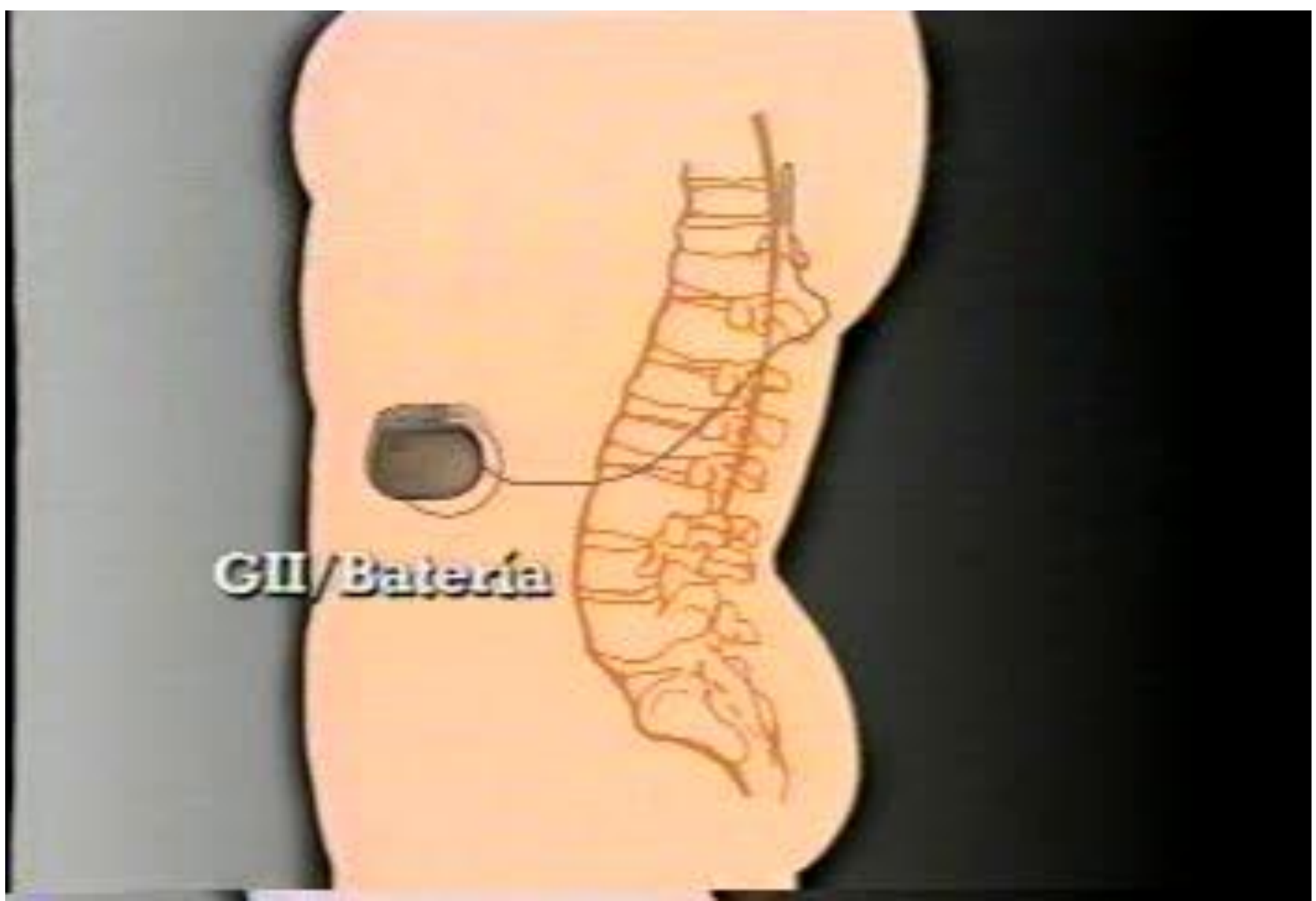
MCS



Spinal cord stimuláció (SCS)

- Legnépszerűbb, leggyakrabban alkalmazott
- Első SCS daganatos fájdalom (Shealey 1967).

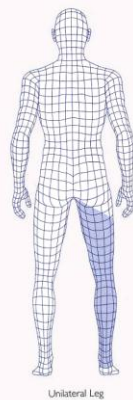
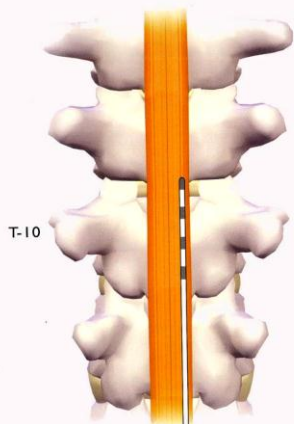




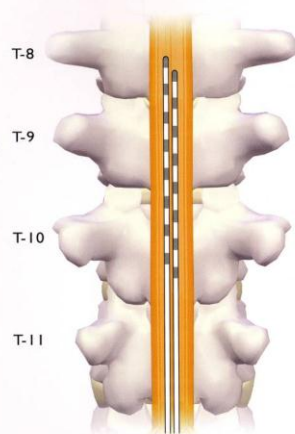
GII/Batería

The image shows a stylized anatomical diagram of the human spine, rendered in a light orange color. The spine is depicted with individual vertebrae and intervertebral discs. A circular structure, possibly representing a vertebra or a specific anatomical feature, is highlighted on the left side of the spine. A line points from the text 'GII/Batería' to this circular structure. The background is dark, and the overall style is that of a medical illustration or a diagram from a textbook.

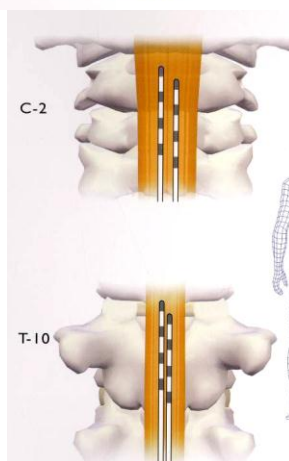
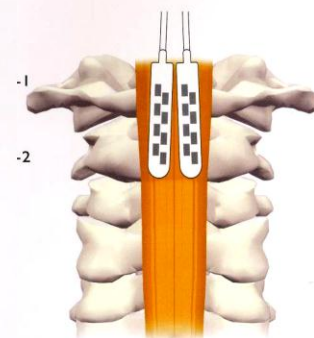
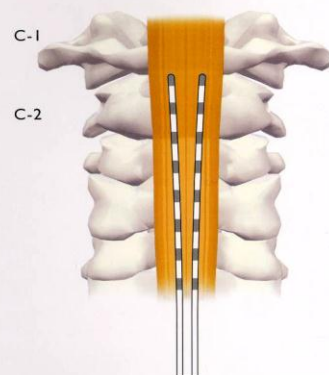
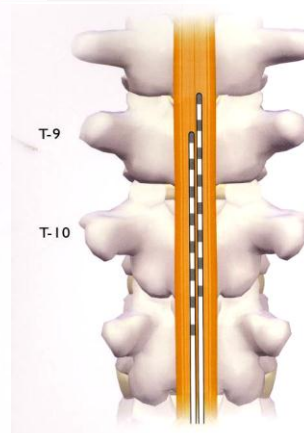
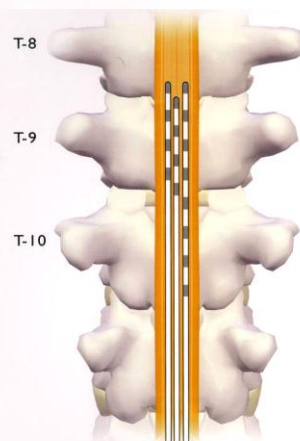
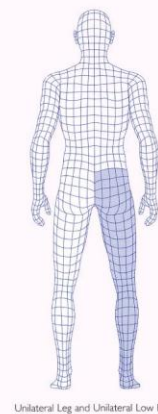
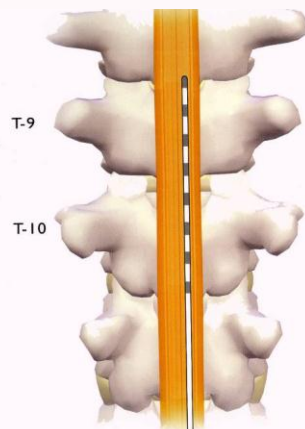
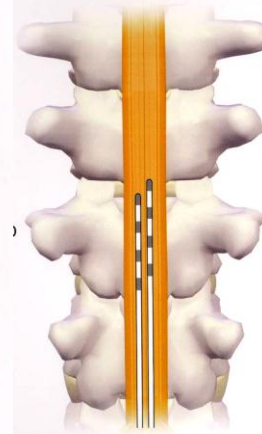
Quattrode® Lead



Dual Octrode® Leads



Dual Quattrode® Leads



Pain location	Tip of the electrode
Foot	T12 – L1
Leg and ankle	T11 – T12
Thigh and knee	T9 – T10
Axial low back and inferior limb	T7 – T12
Low back	T8 – T10
Precordial (for refractory angina)	C6 – T1 (at the left of the midline)
Upper limb	C5 – T1
Neck and arm	C1 – C2 (it may be placed via a retrograde C0 – C1 insertion)
Head and face	C1 (cervicomedullary junction)
Chronic visceral abdominal pain	T5 – T6

SPINAL CORD STIMULATION (SCS) OF THE DORSAL ROOT GANGLION (DRG) ▶

▶ Post-Surgical Neuropathies³

▶ Peripheral Neuropathies^{1,5,7}

▶ CRPS of the Hand⁸

▶ Post-Amputation Pain¹

▶ CRPS of the Knee⁹

▶ Neuropathic Foot Pain¹⁰



■ Intractable Chronic Migraine^{2,8}

SPINAL CORD STIMULATION (SCS) OF THE DORSAL COLUMN ▶

▶ Refractory Angina Pectoris (RAP)

▶ Failed Back Surgery Syndrome (FBSS)
with or without prior surgery⁶

▶ Neuropathic Groin Pain⁷

- Post-herniorrhaphy
- Femoral Vascular Access
- Nerve Entrapment
- Peripheral nerve lesion
- Testicular Torsion/Scrotal pain

▶ Peripheral Vascular Disease (PVD)⁴

PERIPHERAL NERVE STIMULATION (PNS) OF THE OCCIPITAL NERVE ■

▶ Spinal Modulation

■ ▶ St. Jude Medical

SCS indikációk I.

Neuropáthiás (neurogén) fájdalom

- **Perifériás idegek sérülése**: gyökök, plexusok (idegrendszeri hiánytünet).
sérülés okai: baleseti, műtét pl lumbális discectomia (gyök), nőgyógyászati (inguinalis ideg), térdműtétek (infrapatelláris ideg), mastectomia (costo-brachiális ideg).
- végtag-amputáció **csontfájdalom** jobban, mint a **fantom** fájdalom.
- **post-herpeses neuralgia**, amennyiben a bőrérzés részlegesen megtartott
- **post-irradiációs plexopátia**
- **polyneuropátiák** (diabeteses, alkoholos), post-kemoterápiás (amennyiben a vastag rostok működése részlegesen megtartott)
- **gerincvelő incomplett sérülése** -amennyiben a vastag érzőrostok működése megtartott és a segmentális fájdalom a sérülés magasságában lép fel
- cervicális és lumbosacralis **radiculopátiák** (compresszió, ischaemia, sebészi, baleset, arachnoiditis.
- **CRPS II.** (causalga)
- **DE !!!**
- plexus avulzió, syringomyelia fájdalom nem csillapíthatók !!!.
- nincs egyetértés a CRPS I (reflex sympathetic dystrophia).

SCS potenciális indikációk

Neuropáthiás (neurogén) fájdalom

- Perifériás idegek sérülése
- *csonkfájdalom* , *fantom* fájdalom.
- *post-herpes* neuralgia
- *post-irradiációs* plexopátia
- *polyneuropátiák* (diabeteses, alkoholos), post-kemoterápiás
- *gerincvelő incomplett sérülése*
- *radiculopátiák* (compresszió, ischaemia, sebészi, baleset, arachnoiditis.
- **CRPS** (causalga)
- **FBSS**
- **Angina pectoris**
- **PVD**
- **Hasi, medencei fájdalom**

FBSS definíció

- Ghassan S. (2005), Spine.
- Nem szűnő derék és vagy alsó végtagi fájdalom anatómialag sikeres gerincsebészeti beavatkozást követően.

Discectomia utáni tartós fájdalom okai

[Br J Pain. 2012 Nov; 6\(4\): 153–161.](#)

- **Recidíva**
- **Epidurális heg** a műtéti területben
- **Intraoperatív gyöksérülés**
- **Preoperatív idegsérülés** (korábbi disc herniation/sequestered disc fragment/cauda equina syndrome)
- **Rossz magasságban végzett műtét**
- **Gerinccsatornai szűkület inadequat műtéti kezelése**
- **Multi-segmentális spinális stenosis**

Incidencia FBSS

- 5 - 50%
- postdiscectomy 10-40%

FBSS statisztika

[J Pain Res](#). 2016; 9: 979–987.

Rajaee et al³

- **170.9% increase of primary lumbar fusions** from 77,682 to 210,407 between 1998 and 2008

- **5%–36% recurrence rate of back or leg pain** 2 years **after discectomy** for disc herniation

Skolasky et al⁷

- **35% success rate** in terms of perceived recovery, functional disability, and pain. **15 months after instrumented fusion for treatment of FBSS**

Ismételt gerincműtétek sikerességi valószínűsége

Br. J Pain. 2013 Feb., 7(1):56-59

- 1. reoperáció **30%**
- 3. reoperáció **15%**
- 4. reoperáció **5%**

FBSS-hez vezető tényezők preoperatív faktorok/ Műtét típusa

[J Pain Res. 2016; 9: 979–987.](#)

- Burton *Clin Orthop Relat Res.* 1981;157:191–199.
- **Foraminal stenosis gyakrabban okoz FBSS-t, mint a rec. disc herniation.**[8–11](#)

FBSS preoperatív faktorok/ Dohányzás

- Prospektív study 4,555 pts lumbar spinal stenosis miatt operált
- nagyobb fájdalomcsillapító igény,
- romló járásképeség,
- csökkent életminőség (QoL). Sandén B, *Spine*. 2011;36(13):1059–1064.
- Fokozott perioperatív komplikációk: sebgyógyulás, infekció, spinofúziós zavar
- Fang A, *Spine*. 2005;30(12):1460–1465.

FBSS preoperatív faktorok

Pszichológiai értékelés/ depresszió

- **Legerősebb negatív prognosztikai faktor**

Anderson, *Spine*. 2015;40(10):748–756.

- **US Preventative Service Task Force ajánlja a**
preop. pszichológiai kivizsgálást;
- **A gerincsebészek többsége nem alkalmazza^{[23](#)}**
!!! Young, *J Spinal Disord Tech*. 2014;27(2):76–79
- **Szerepe fontos a prevencióban!!!**

Posztoperatív faktorok

biomechanikai változások

- **Szomszédos szegment szindróma.**^{[24](#)} Arts., a case series of 100 patients. *Acta Neurochir* 2012;154(7):1213–1217.
- **Fúziók miatt** (lumbosacralis, multiszegment) **sacroiliacális ízület betegség (SIJ).**^{[25](#),[26](#)} Unoki E, *Spine*. Epub 2015 Dec 18.
- **Degeneratív kisizületi változások, új kezdetű foraminális stenosis.**
- **Intervertebrális discus** (degeneráció v. új hernia) **centrális foraminális szűkületet okozhat**^{[27](#)}Rigoard *Neurochirurgie*. 2015;61(Suppl 1):S35–S44.
- **Epidurális hegesedés műtét után.**^{[28](#)} Hsu, *Anesth Analg*. 2014;118(1):215–224.

Posztoperatív faktorkok vertebrális izmokban

- **Megváltozott biomechanika:** feszülés, izom merevség, gyulladás, görcs, kimerülés, [27](#)
Rigoard , *Neurochirurgie*. 2015;61(Suppl 1):S35–S44.
- **Műtét közbeni direkt izomtrauma**
(leválasztás, eltartás).
- Csökkenthető **elülső feltárás, minimál invatív technika.** [29](#), [30](#) Mobbs , *J Clin Neurosci*. 2012;19(6):829–835.

FBSS kezelése

- Nociceptív és neuropátiás fájdalom kombinációja
- Biológiai, pszichológia, és szociális faktorok hatnak a kimenetelre
- Sikeres kezelés multidisciplináris

International neuromodulation society critical assessment: guideline review of implantable neurostimulation devices.

[Neuromodulation.](#) 2014 Oct;17(7):678-85;

- Systematic literature search: **EMBASE, Medline, Cochrane data base**
- Evidence:
- **RCS support efficacy of SCS in FBSS,**
- SCS should be used **before another back surgery** for FBSS
- **before starting systemic long-acting opioids**

SCS indikációk

Posztlaminektomiás szindróma

angolszász: failed back surgery szindrómának (FBSS)

- **fájdalom lokalizáció:** alsó ágyéki gerinc, far, alsó végtagok
- **etiológia:** arachnoiditis, epidurális heg, radiculitis, mikro-instabilitás, rec. porckorongsérv, gyulladás
- **tapasztalatok:** alsó végtagba terjedő fájdalomra SCS hatékony
- axiális fájdalmakra is.

Etiológia FBSS

- Hegszövet
- Sebésztechnikai, idegsértés iatrogén.
- Magasságtévesztés
- Szükségtelen műtét
- Alkalmatlan beteg
- Téves diagnózis
- Műtét szövődmény (vérzés, gyulladás, liquortasak durasérülés miatt, instabilitás, implant. kimozdulás stb.)

FBSS– Persistent Postoperative Neuropathic Pain

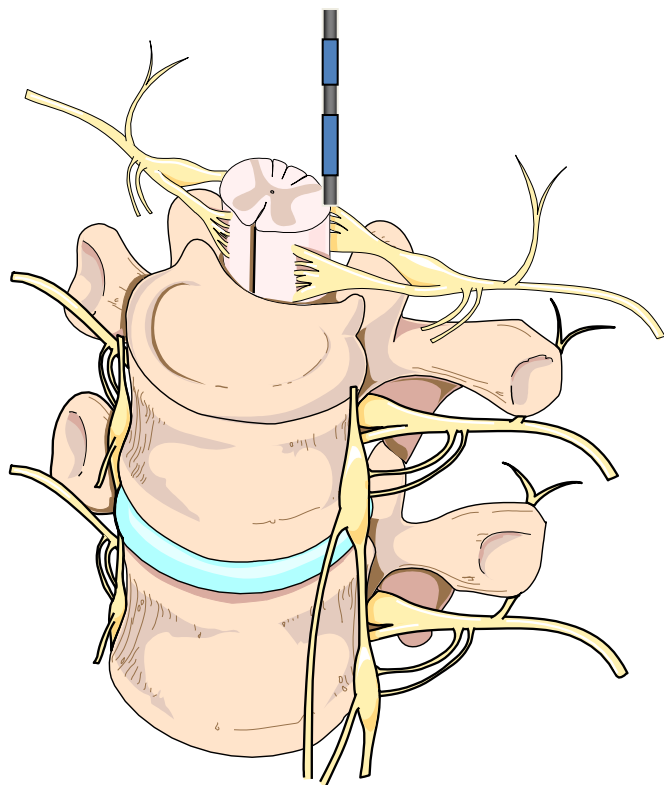
SCS evidenciák

- leg-dominant PPNP, with 2 (RCTs) assessing reoperation and conventional medical management (CMM). **Kumar** et al assessed **100 patients** who were randomized to either SCS or CMM, substantial superiority of SCS greater than 50%, pain reduction (48% vs 9%).
- **North** et al assessed **50 patients** who were randomized to either SCS or reoperation, successful outcomes 9 of 24 SCS patients and 3 of 26 structural reoperation. Opioid use increase in 13% of SCS patients compared with 42% of reoperation patients.
- **Frey.** at al. systematic review including these 2 RCTs and 9 prospective observational studies confirmed the efficacy **1035 patients** exhibiting between 48% and 77% treatment efficacy at 1 yr.

The Advancing Role of Neuromodulation for the Management of Chronic Treatment-Refractory Pain (PDF Download Available). Available from:

https://www.researchgate.net/publication/314007399_The_Advancing_Role_of_Neuromodulation_for_the_Management_of_Chronic_Treatment-Refractory_Pain [accessed Sep 11, 2017].

Consider SCS before high doses of analgesics or re-operation



Neurosurgery. 2005;56(1):98-106; discussion 106-7

Spinal cord stimulation versus repeated lumbosacral spine surgery for chronic pain: a randomized, controlled trial.

[North RB](#), [Kidd DH](#), [Farrokhi F](#), [Piantadosi SA](#).

- **prospective, randomized, controlled trial**
- Follow up: average of 3 years
- **50 pts randomized to SCS or reoperation.**
- **SCS were significantly less likely to cross over than were those randomized to reoperation (5 of 24 patients versus 14 of 26 patients)**
- **CONCLUSION: SCS is more effective than reoperation**

J Pain Symptom Manage. 2006 Apr;31(4 Suppl):S25-9.
Neurostimulation for chronic neuropathic back pain in failed back surgery syndrome.
[Van Buyten JP.](#)

- **Treatment is difficult**, conservative therapy and repeated back surgery often unsuccessful
- **Early SCS has been shown to be very effective instead of reoperation.**
- **substantial improvements in quality of life and functional status , return to work.**
- **cost-effective** alternative to conventional therapies.

Teszt ingerlés

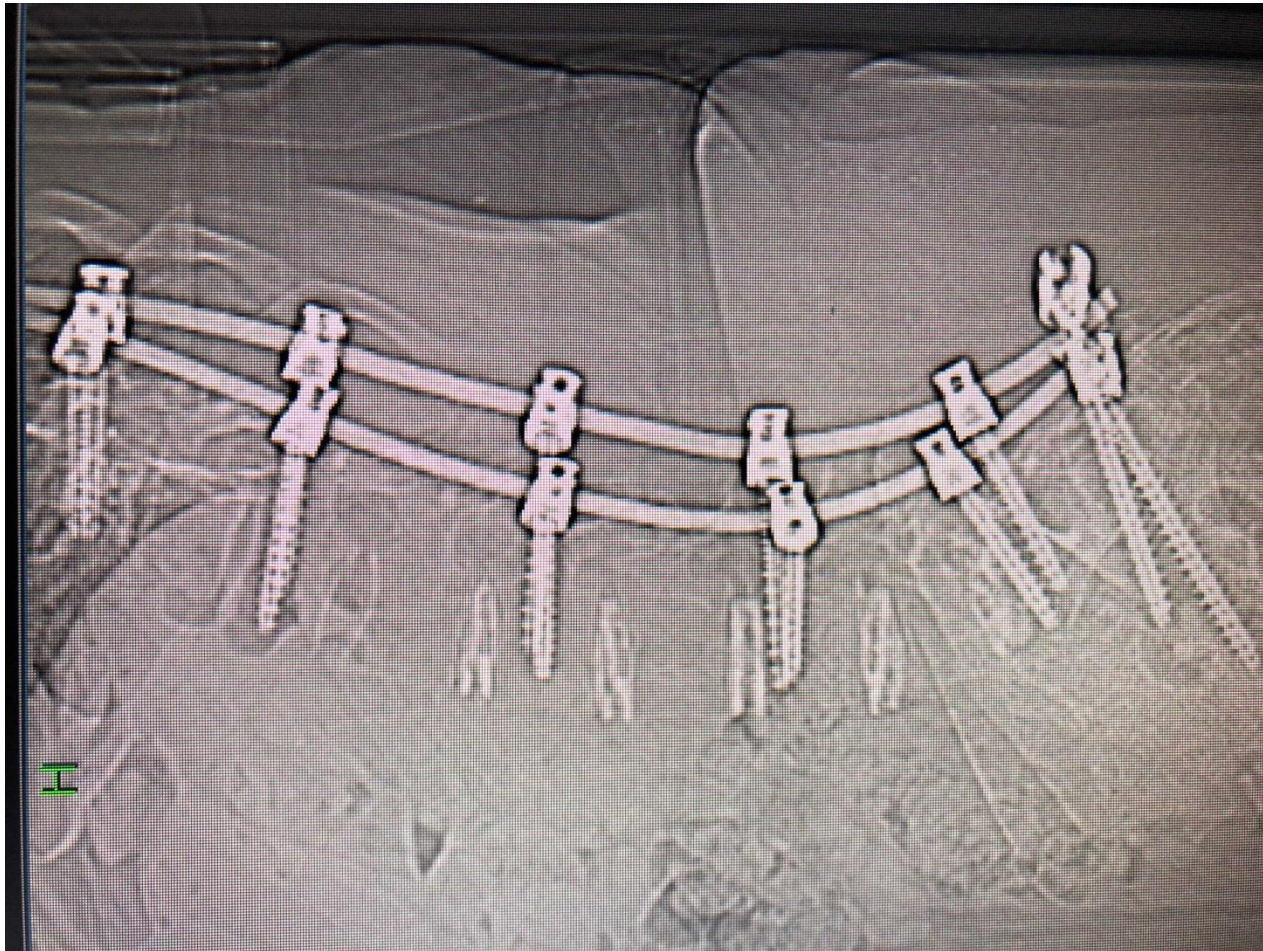
- Fájdalmat átfedő paresztézia kiváltás.
- Tesztidőszak 2-3 hét.
- Legalább 50% fájdalom enyhülés elérése
- Életminőség, hangulat javulás, beteg elégedett a teszt eredménnyel.
- Fájdalomcsillapítók csökkentése,
- A beteg akarja és kéri a 2. fázist (IPG beültetés).

50é. KK-né

- 2014 mko. Ischialgia, **foraminális+L. stenosis**
- 2015 júli **decompresszio** L.IV lu, posztóp. L.IV-V olysthesis
- 2016. retroperit.L.III-IV. **cage+ L.III-V. mini. invazív PLIF**



Két éve degeneratív scoliosis műtét után nem szűnő derék és alsóvégtagi fájdalom



Konklúzió/ gerincvelő stimuláció FBSS

- **Prevenció:** preoperatív gondos szelekció (neuropszihológia stb.)
- **Tökéletes anatómia visszaállítás $\neq$ panaszmentességgel**
- **Kezelés:** multidisciplináris team
- **FBSS-re SCS hatékonyabb, mint reoperáció**
- **SCS hosszútávon hatékony**
- **Krónikus ópiát a legutolsó terápia (mellékhatások!!!)**

SCS/ Fájdalomcsillapítás mértéke

Clinical studies on SCS continue to support the effectiveness of this therapy. The following charts summarize studies of SCS and its effects on the quality of life of patients.

Reference	Number of Patients	Follow Up	Results
Kumar ¹⁷	410	8 years	74% had $\geq 50\%$ relief
North ¹⁴	19	3 years	47% had $\geq 50\%$ relief
Barolat ⁹	41	1 year	50%-65% had good to excellent relief
Van Buyten ¹⁸	123	3 years	68% had good to excellent relief
Cameron ¹⁹	747	Up to 59 months (4.9 years)	62% had $\geq 50\%$ relief or significantly reduced pain scores

SCS indikációk

Komplex regionális fájdalom szindróma (CRPS)



CRPS tünetei

Sensory

Intense pain^{1,2}
Allodynia^{1,3}
Hyperesthesia^{1,3}
Hyperalgesia^{1,3}
Sensory deficits⁴

Autonomic

Swelling¹
Colour/temperature changes⁶
Sweating abnormalities⁶
skin⁹)

Motor dysfunction

Weakness
Decreased range of motion
Tremor^{1,6}
Dystonia⁷
Myoclonus⁷
Decreased muscular strength⁸



Courtesy of Robert J. Schwartzman, M.D.

Dystrophic

Increased/decreased nail/hair growth
Skin changes (e.g. palor, plantar fibrosis,
hyperkeratosis and thin glossy

1. Harden RN et al. *Pain* 1999;**83**:211-219

2. Galer BS et al. *J Pain Symptom Manage* 2000;**20**:286-92
Neurosurgery 1990;**40**:57-61

3. Birklein F, Handwerker HO. *Pain* 2001; **94**:1-6

4. Rommel O et al *Pain* 1999;**80**:95-101
1998;**16**:851-68

5. Thimineur M et al. *Clin J Pain* 1998;**14**:256-67

6. Birklein F et al. *Pain* 1997;**69**:49-54

7. Schwartzman RJ, Kerrigan J.

8. Zyluk A. *J Hand Surg* 2001;**26**:151-154

9. Wasner G et al. *Neuro Clin*

CRPS etiológiája

Cause	Incidence
Fracture ^{1,2,4}	16%
Strain or sprain ^{1,2}	10–29%
Post surgery ^{1,2,3,4}	3–24%
Contusion or crush injury ^{1,2}	8%
Spontaneous ²	6%
Other causes or unknown etiology ^{1,2}	2–17%

1. Harden RN et al. *Pain* 1999;**83**:211-219

2. Allen G et al. *Pain* 1999;**80**:539-44

3. Cobb TK, Morrey B. *J Bone Joint Surg Am* 1997;**79**:826-32

4. Prosser R, Conolly WB. *J Hand Ther* 1996; **9**(4):344-8

SCS indikációk

Anginás fájdalom

- tanulmányok eredményei kedvezőek (39-43).
- **fájdalomcsillapító hatás** hosszú távú
- **nitrát bevitel** csökkenthető
- **szívizom vérkeringés** javul
- PET tanulmány:
ischaemiás **szívizom keringésében**
redistribucio alakul ki **nyugalomban**,
és gyógyszer indukált **stresszben**⁽⁴⁴⁾.

Anginás fájdalom

SCS tanulmányok

- **Nienke** ⁽⁴⁵⁾ PT, 1 év követés, **életminőség, szociális, mentális, fizikális teljesítmény szignifikánsan javul**
- **Hautvast** ⁽⁴⁶⁾ **stabil angina pectorisban**, RT, 6 hét követés. Randomizálás:
a. stimulátor OFF, b. csoport 3x1 óra/nap ON vagy hirtelen anginában:

anginás rohamszám	csökken
fizikai teljesítőképesség	javul
sublinguális nitrát felhasználás	csökken
EKG-n az ischaemiás epizódus	csökken
ST depresszió	enyhül
életminőség	javul
anginás fájdalom	csökken

Anginás fájdalom

SCS tanulmányok

- **Mannheimer** ⁽⁴⁷⁾ **ESBY** tanulmány 104 beteg, RT, 4 éves követés

51 **coronaria bypass** graft (CABG), 53 **SCS**.

SCS: szignifikáns >30% javulás, mint CABG ⁽⁴⁸⁾.

CABG-ben cerebrovascularis események szignifikánsan gyakoribb !!!

nincs szignifikáns különbség:

szív eredetű halálozás

anginás roham szám

nitrát felhasználás

SCS hatásmechanizmusa anginás fájdalomban I.

- nem ismert.
- egyenletessé teszi a **myocardiális vérátáramlást**
- csökkenti a **myocardiális ischaemiát** (44,58)
- szívizom **laktát metabolizmus, oxigén igény** javul
- javul **vér átáramlását a sinus coronariusban** (59)
- **szívritmust** nem befolyásolja
- **arrythmiát nem okoz** (40, 60-62)

SCS indikációk

Krónikus végtagi ischaemia okozta fájdalom
perifériás vaszkuláris betegség (peripheral vascular disease= **PVD**)

Cook és Weinstein ⁽⁶⁷⁾ 1973, első alkalmazás

nyugalmi fájdalom

csökken

bőr hőmérséklet

növekedés

plethysmographia vérkeringés

javul

lábszárfekély

gyógyul

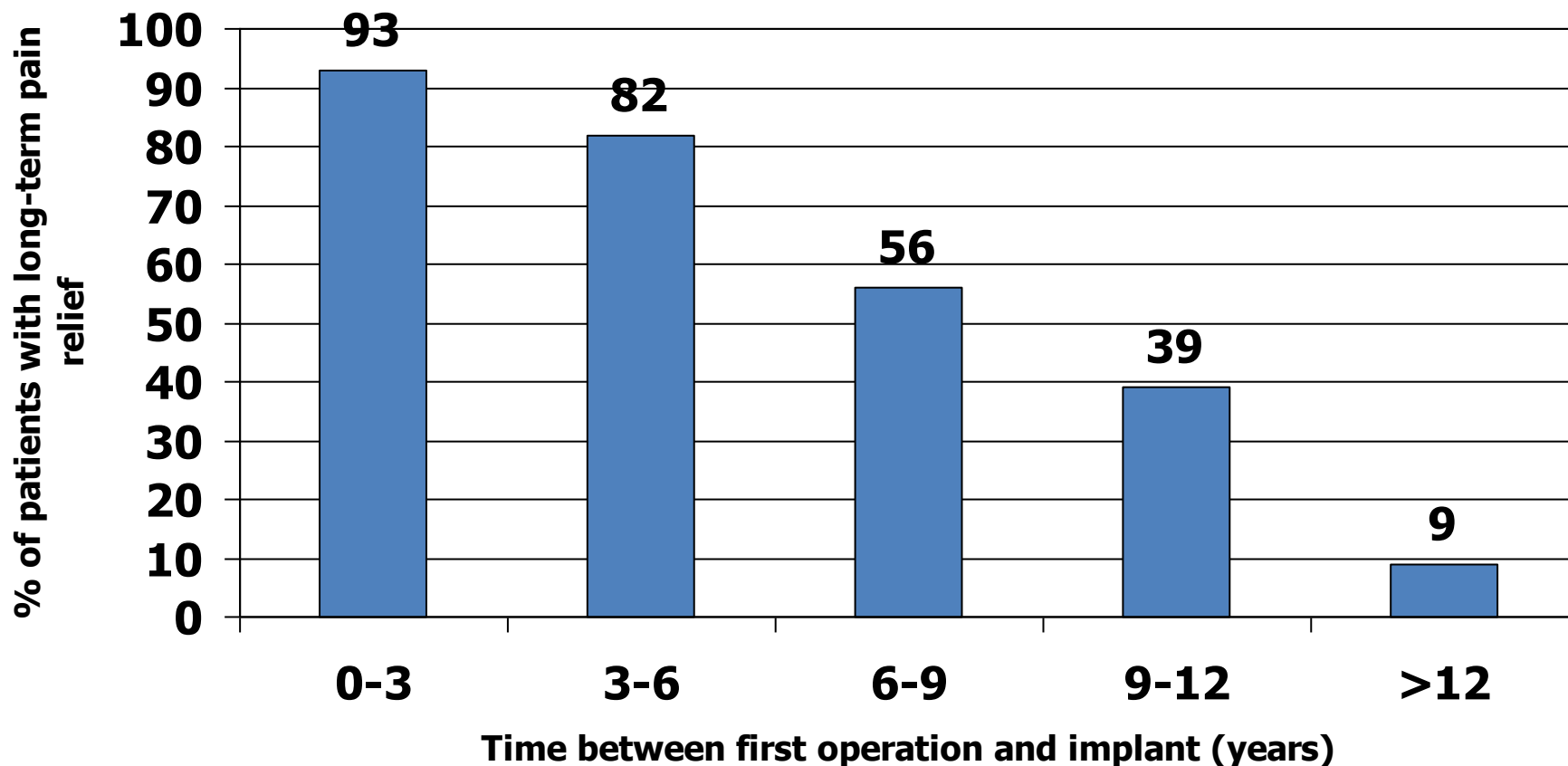
Krónikus végtagi ischaemia és fájdalom: SCS tanulmányok, hatékonyság I.

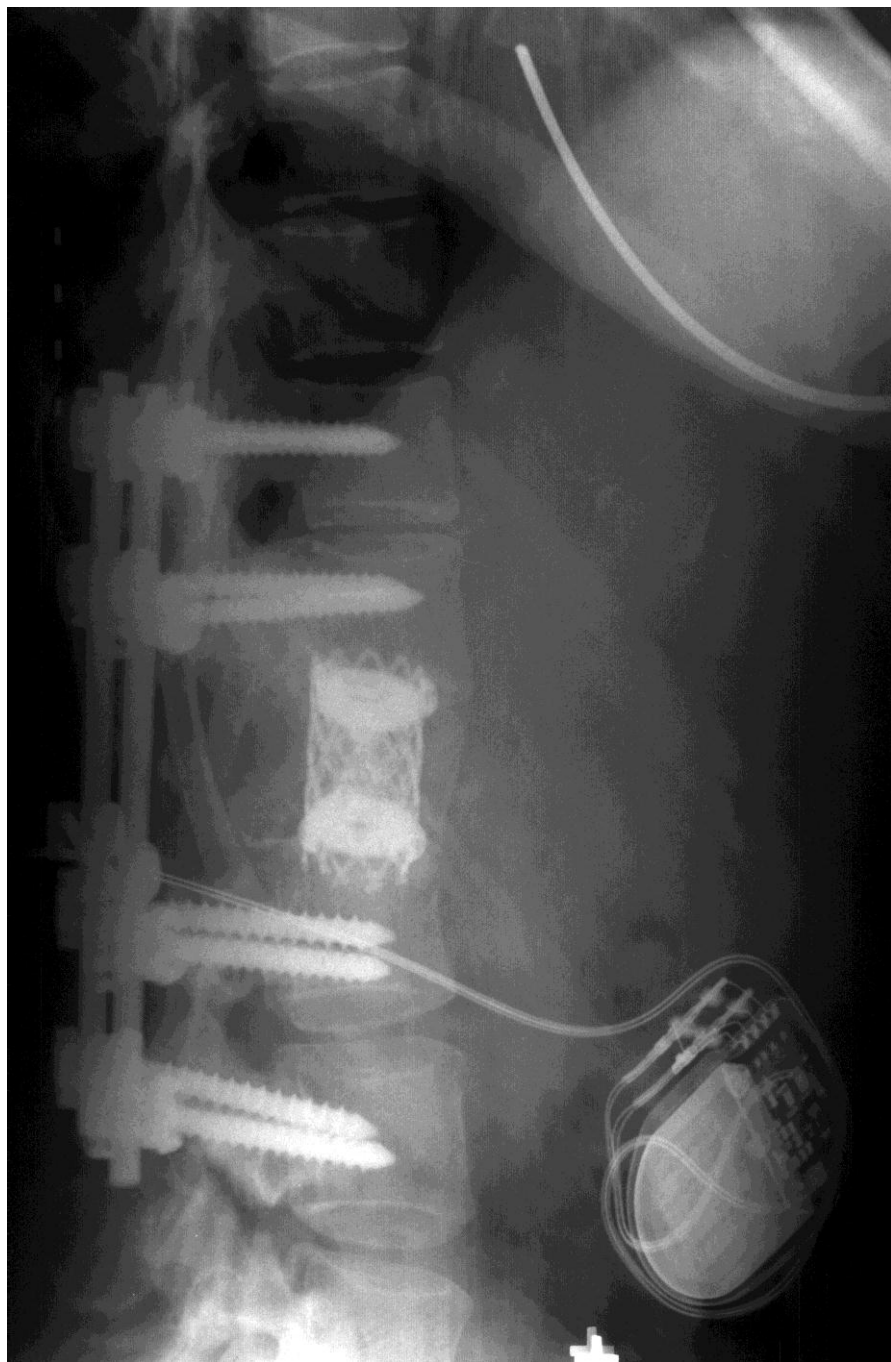
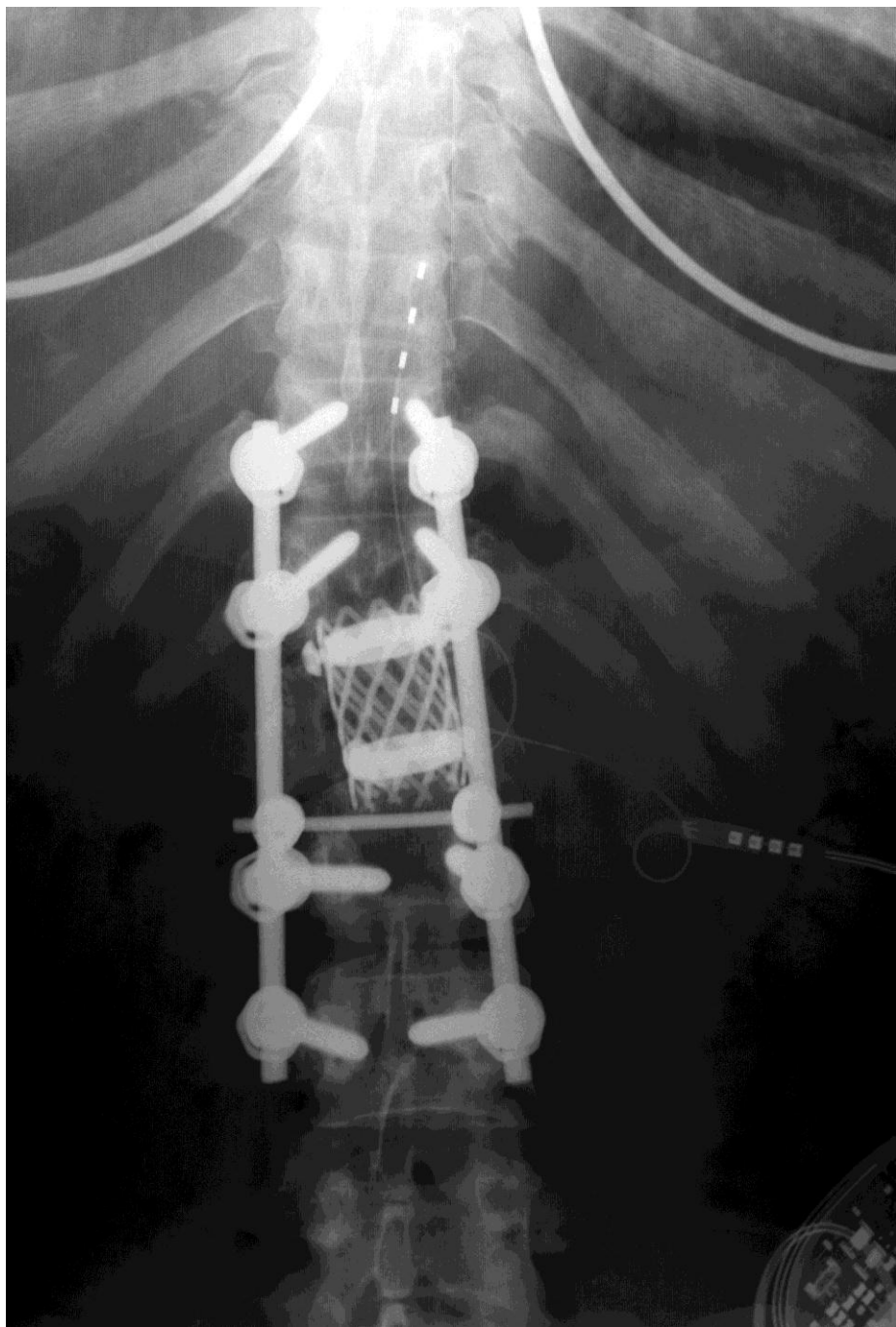
- **Meglio** ⁽⁶⁹⁾ perifériás artériás elégtelenség, **fekély gyógyul**
- **Jacobs** ⁽⁷⁰⁾ kapilláris mikroszkóp, végtag **mikrocirkuláció javul**
- **Klomp** ⁽⁷¹⁾ 120 beteg, RT, 19 hónap követés
a./ csak gyógyszeres, b./ gyógyszer+SCS,
nincs szignifikáns különbség a fájdalom score-okban
- **Jevegard** ⁽⁷²⁾: ellentétes megfigyelés, **szignifikánsan nagyobb a fájdalom csökkenés az SCS, mint gyógyszeres csoportban.**

Krónikus végtagi ischaemia és fájdalom: SCS tanulmányok, hatékonyság II.

- Négy matched kontroll nélküli tanulmány ⁽⁷³⁻⁷⁸⁾, **58%**
- Hét retrospektív tanulmány ⁽²⁹⁾ siker **76%**
- európai irodalom ⁽⁷³⁻⁷⁸⁾ : **szignifikáns fájdalomcsillapodás hosszú távon, 70-80%**
- Guarnera ⁽⁷⁹⁾ PRT, **SCS vs. distalis arteriás érrekonstrukció**
SCS hatékonyabb, **72% vs. 40%.**
- Cochrane tanulmány hat közlemény ⁽⁸⁰⁾, 12 hónap követés
SCS vs. konzervatív terápia,
végtag megmentés valószínűsége SCS csoportban
szignifikánsan nagyobb
fájdalmat mindkettő enyhíti, de SCS hatékonyabb

SCS eredményesség fokozható korai kezeléssel ¹





LIH 1

15.05.07
10.10
/2

15.05.07
ID: 20070515083643
PTE AOK Idegsebészeti

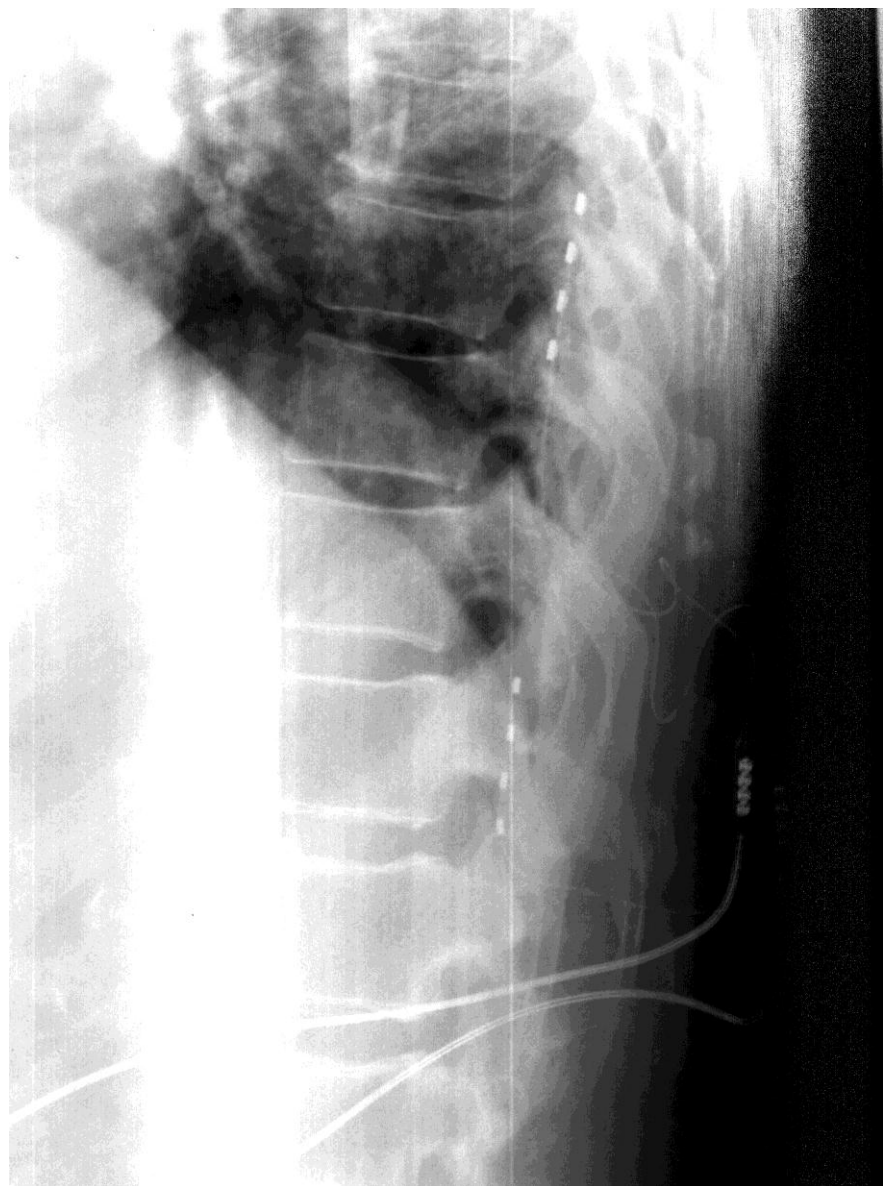
Siemens

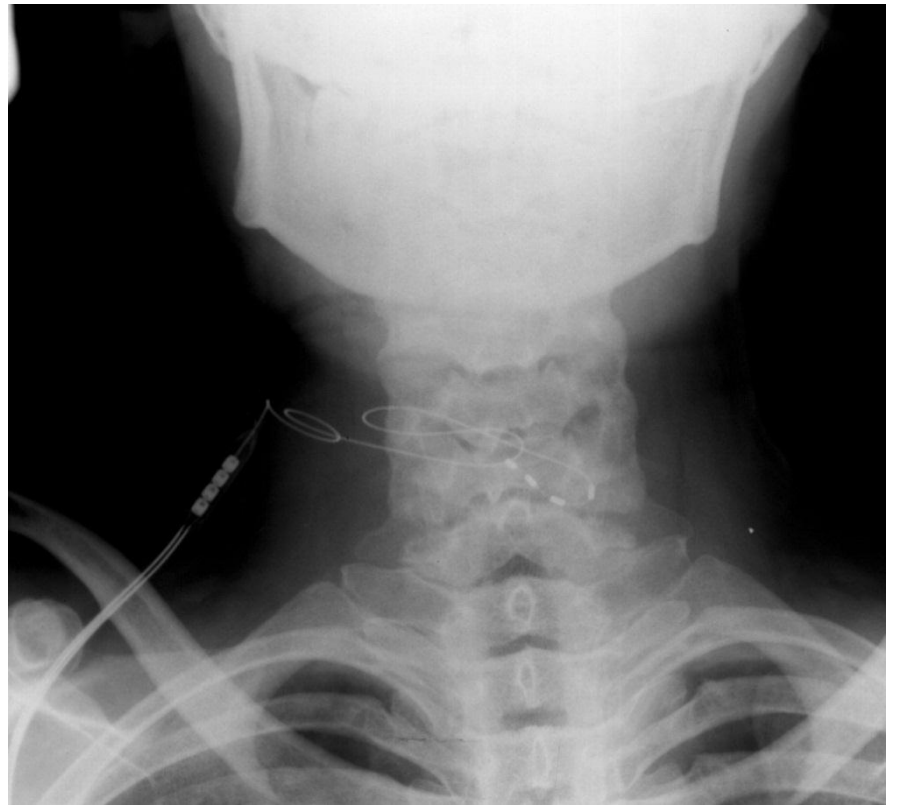
LIH 1

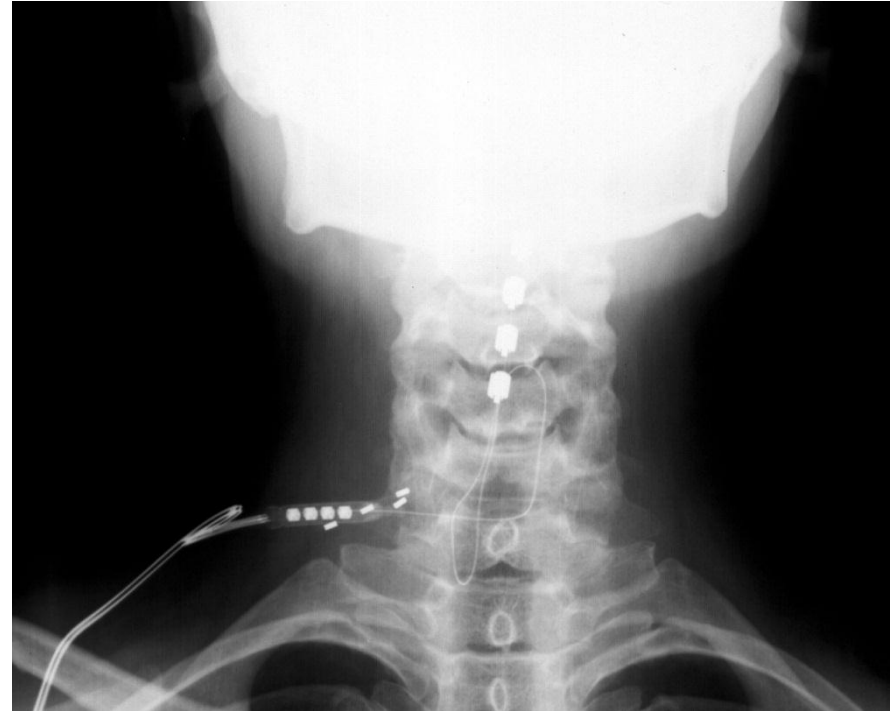
15.05.07
10:09
/2

15.05.07
ID: 20070515083643
PTE AOK Idegsebészeti

Siemens







SCS hatásmechanizmusa ?

- Kaputeória?
- Spinothalamicus neuronok direkt gátlása
- Leszálló fájdalommoduláló pályákra gyakorolt hatás
- Szimpatikus aktivitás megváltoztatása
- Neurokémiai moduláció

GATE CONTROL THEORY

Ron Melzack & Patrick Wall, 1967



CSC hatásmechanizmus

Neuropathiás fájdalom I.

- **Melzak és Wall 1965** „kaputeória”
vastag myelinizált „A” rostok ingerlése gátolja a transmissiót a vékony , myelin nélküli „C” primer afferens rostokban.
Epidurális elektróda stimulálja a hátsó köteget, ami gátolja vagy modulálja a bejövő nociceptív inputot a vékony rostokban.
- **Ruhston 2002** SCS a hátsószarvi neuronokat, radiculustokat és hátsó kötelet is aktiválja.

Tractus spinothalamicus transmissio gátlása:

centrális gátlómechanizmusok aktiválása révén
sympathicus efferens neuronok közvetítésével
gátló neurotransmitterek révén

CSC hatásmechanizmus

Neuropathiás fájdalom

- **Stojanovic 2001**, hátsó szarvi neuronok aktivitását gátolja
- **Cui 1997**, fokozza a *GABA* hátsó szarvra kifejtett gátló hatását
- **Meyerson 1997**, intrathecalis *GABA agonista* (baclofen) fokozza az SCS hatását.
adenozin: fájdalomcsillapító pályák disinhibíciója a periaqueductalis szürkeállományban.
- **Linderot 1992, Meyerson 2000**, fokozza a *serotonin* és *substance P* felszabadulást.

CSC hatásmechanizmus PVD-ben

- **Linderot 1999, Kemler 2000**, oxigén ellátás reballanszírozásával megelőzi az ischaemiát.

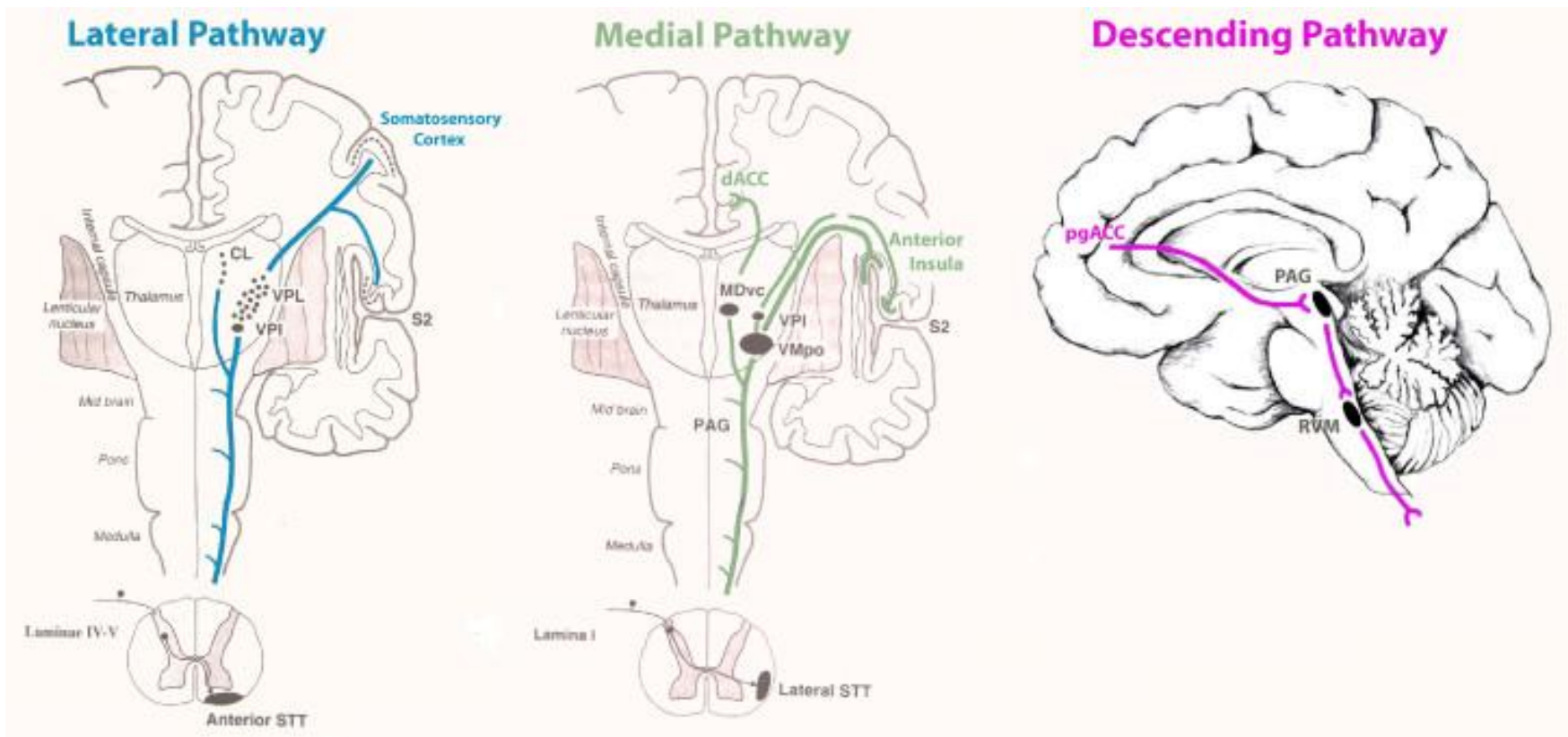
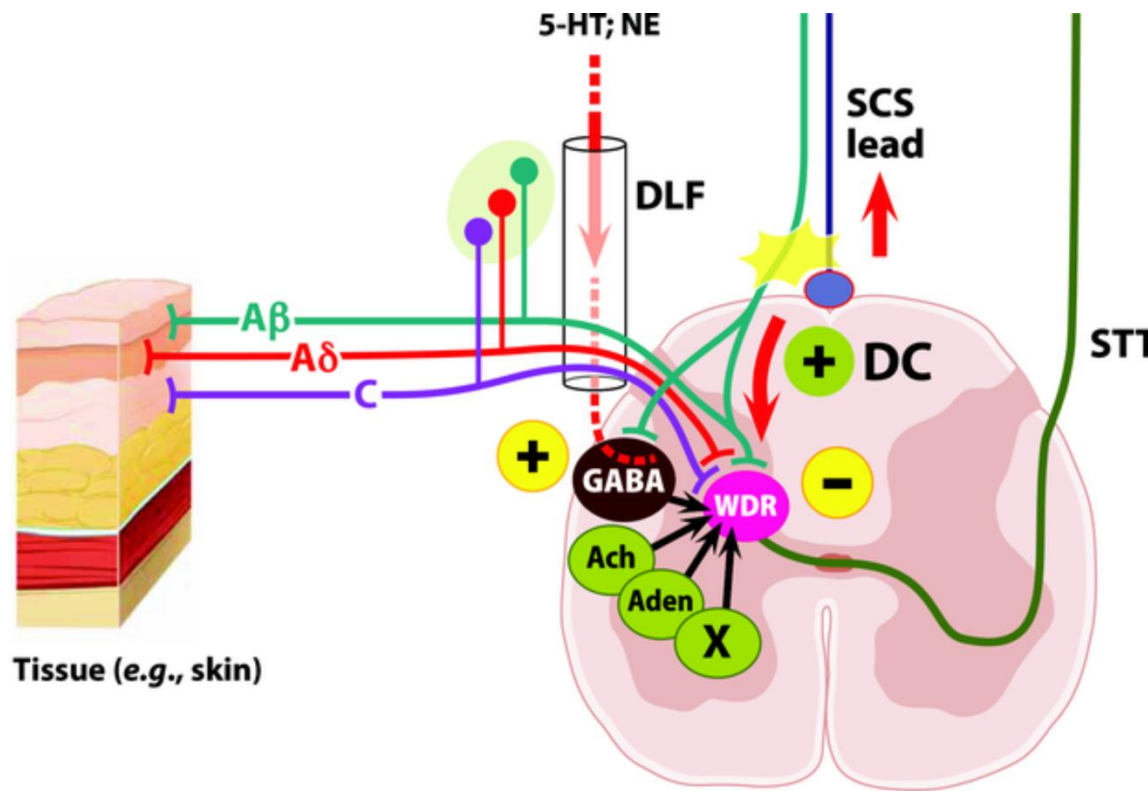


Figure 1: Ascending and descending pain pathways. Two ascending pain-supporting pathways have been described, and one pain-inhibitory descending pathway. The lateral ascending pathway processes the discriminatory components of pain, whereas the medial pathway processes the motivational, affective, attentional components of pain. The pain inhibitory pathway suppresses ongoing pain (figure modified and extended from Squire [12]).



Antidromic activation of dorsal columns (DC) is, via collaterals, destined to the dorsal horns, establishing contact with a multitude of neurons, among them wide-dynamic range neurons and GABAergic interneurons. A **stimulation induced release of γ -aminobutyric acid (GABA)**, binding preferentially to GABA^B receptors, may **result in a decreased release of glutamate**. Additional effects involve increased release of acetylcholine (Ach) binding to muscarinic M4 receptors and adenosine (Aden) binding to A1 receptors. An important mechanism is **activation of descending controls via serotonergic and noradrenergic pathways contained in the dorso-lateral funiculus (DLF) originating in supraspinal, brainstem centers**. (Many of the mechanisms of action are still unknown [X]). NE = norepinephrine; STT = spinothalamic tract.

Stimulációs módok

Beteg kiválasztás, pszihés körülmények problematikája

- **A betegek egy része nem javul**(17%–20%) vagy hatástalan volt a tesztingerlés^{[28](#)})
- A **stimulációs hatás gyengül** egy idő után: electrod problémák (elmozdulás, szakadás) pszihés faktorok.
- **Negativ kapcsolat mutatható az SCS hatékonysága és a depresszió súlyossága között** ^{[31](#),[32](#)}
- Új technikai fejlesztések szükségesek

ALGORITHM ?

- **2009**
- • Conventional SCS
- **2014**
- • Conventional
- • High Frequency
- • Burst Stimulation
- • Dorsal Root Ganglion Stimulation
- • Peripheral Nerve Stimulation
- • Medial Branch stimulation

Hagyományos ingerlés

bifázisos, (40-100 Hz) **300 Hz alatti frekvencia,**

Paresztéziával kiváltható fájdalomennyhülés

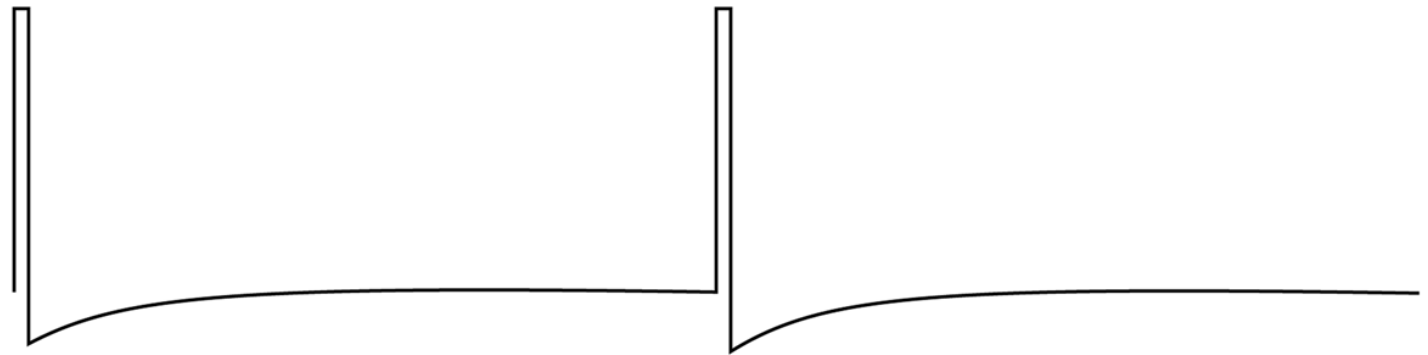
Új technológiai fejlesztések

Burst stimuláció

- **“bursts”** 5 impulzus 1 ms tartam, majd 1 ms szünet, 500 Hz frekvencia
- **Nagyobb fájdalomcsillapító hatás, mint hagyományos ingerlés.**
- **Nem kell paresztésia a fájdalom csillapodáshoz**
- **Láb és derékfájdalom is javul**

**Tonic
Stimulation**
(Traditional)

Pulse Width
~200 μ s



Pulse Frequency 40 Hz

Burst Frequency 40 Hz

**Burst
Stimulation**

Pulse Width
1000 μ s



5 Pulses per Burst

Intra-Burst
Frequency
500 Hz



Kilo-Hertz (nagyfrekvenciás) stimuláció

- 10 kHz frekvencia, rövid hullámhossz, szinuszoid hullám
- Kiterjeszti a hagyományos SCS indikációját
- **Nociceptiv, kevert, axiális fájdalmakra is jó**
- Fájdalom enyhülés **paresztézia nélkül**
- Van Buyten et al. 83 eset **SENZA** multicentrikus tanulmány
- **“difficult-to-treat” low back and leg pain ,
fájdalommentesség >70% , paresztézia nélkül**



Lippincott
Williams & Wilkins
Open Access

NEUROSURGERY

Neurosurgery. 2016 Nov; 79(5): 667–677.

PMCID: PMC5058646

Published online 2016 Sep 6. doi: [10.1227/NEU.0000000000001418](https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001418)

Comparison of 10-kHz High-Frequency and Traditional Low-Frequency Spinal Cord Stimulation for the Treatment of Chronic Back and Leg Pain: 24-Month Results From a Multicenter, Randomized, Controlled Pivotal Trial

[Leonardo Kapural](#), MD, PhD,^{✉*} [Cong Yu](#), MD,[‡] [Matthew W. Doust](#), MD,[§] [Bradford E. Gliner](#), MS,[¶] [Ricardo Vallejo](#), MD, PhD,^{||} [B. Todd Sitzman](#), MD, MPH,[#] [Kasra Amirdelfan](#), MD,^{**} [Donna M. Morgan](#), MD,^{††} [Thomas L. Yearwood](#), MD, PhD,^{§§} [Richard Bundschu](#), MD,^{¶¶} [Thomas Yang](#), MD,[‡] [Ramsin Benyamin](#), MD,^{||} and [Abram H. Burgher](#), MD[§]

[Author information](#) ► [Article notes](#) ► [Copyright and License information](#) ►

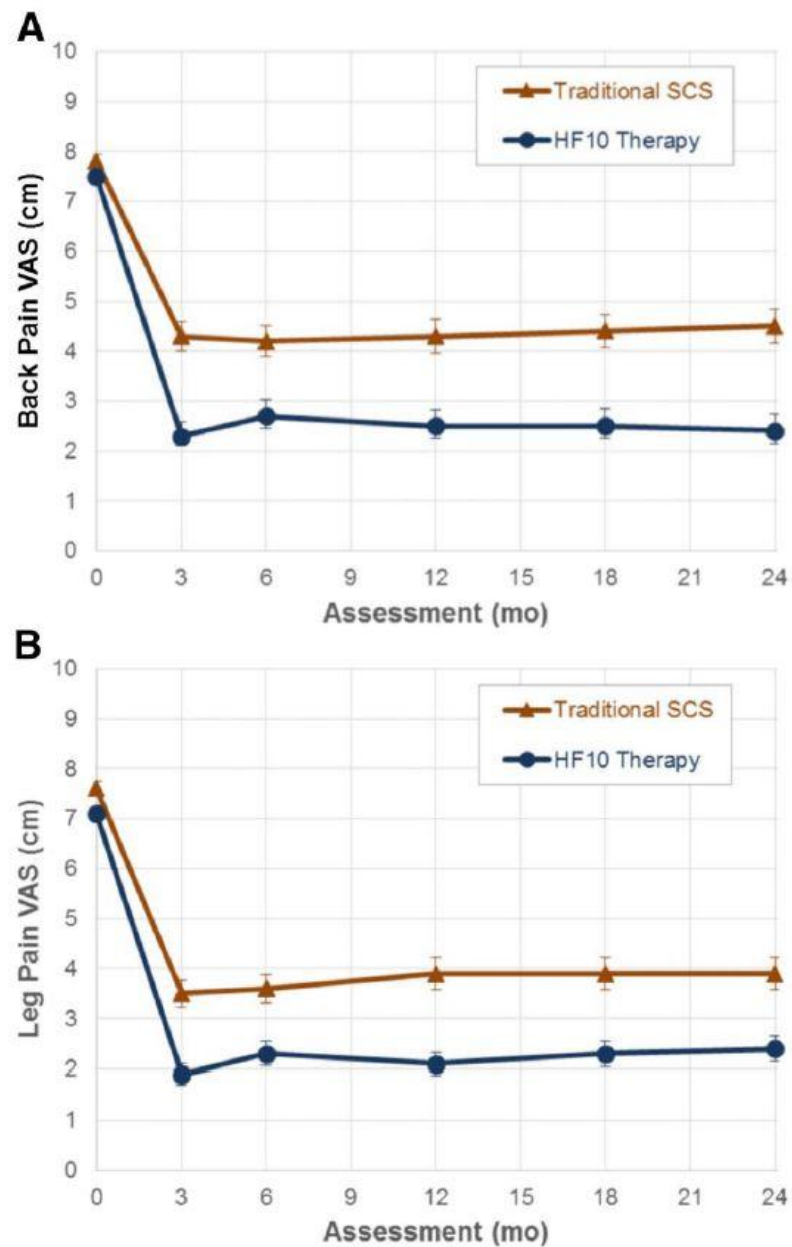
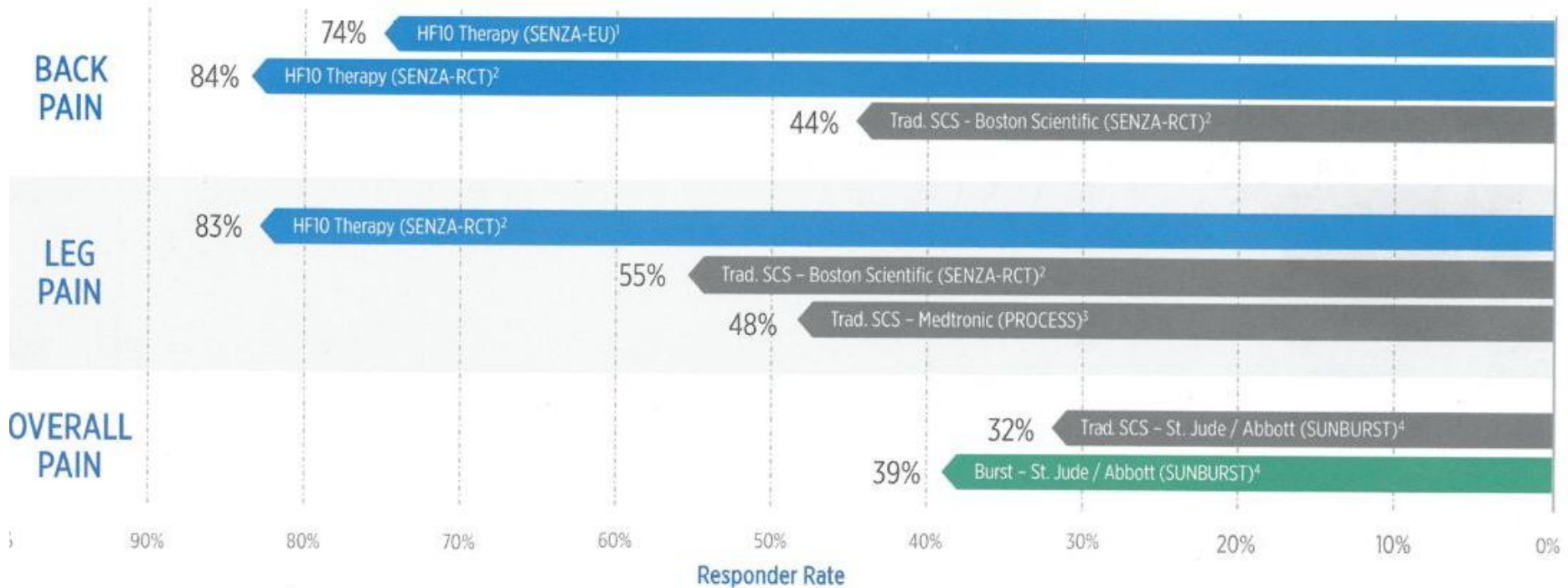


FIGURE 3. Longitudinal mean pain scores for (A) back pain and (B) leg pain. HF10 therapy, 10-kHz high-frequency; SCS, spinal cord stimulation; VAS, Visual Analog Scale.

COMPARISON OF RESPONDER RATES ACROSS PROSPECTIVE, LEVEL I SCS STUDIES

Responder Rates Observed in Prospective SCS Trials (50% Pain Relief at 3 Months)



HF10™ THERAPY: THE SUPERIOR CHRONIC PAIN THERAPY

Technológiai fejlesztés

Medtronic

Pozíció-adaptív SCS

- Paresztézia intenzitása a **testhelyzettől** függ.[39-41](#)
Vízszintesben erősebb, mint függőleges helyzetben ,
- **Agyvíztér vastagságától** is függ
- **Gerinccsatorna átmérője** egyéni variációk, Holsheimer et al[42](#)
- Számítógépes modellek a küszöbinger megállapítására
- A stimulátorba épített **szenzor** érzékeli a testhelyzetet
- **Automatikus**, szenzor-vezérelt ingelés, a betegek elégedettebbek, mint ha maguknak kellene korrigálni[45](#)



Amplitude

AdaptiveStim™ exclusively available with RestoreSensor™



SCS/ Gyógyszer mennyiség csökkentése

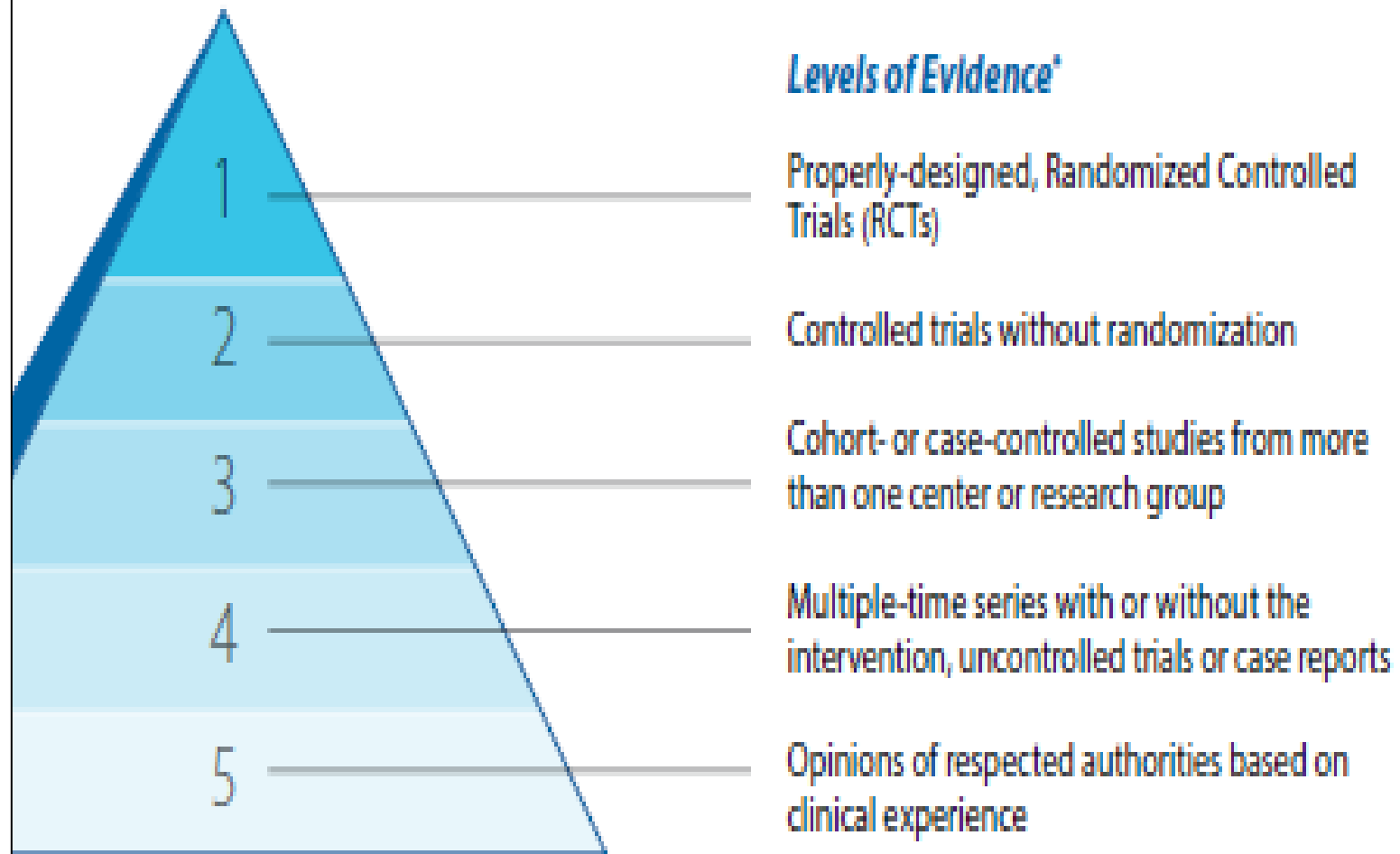
Reference	Number of Patients	Follow Up	Results
North ¹⁴	19	3 years	~50% reduced their medications
Van Buyten ¹⁸	123	3 years	As a group, reduced medication use by >50%
Cameron ¹⁹	766	Up to 84 months	45% reduced their medications
Taylor ²⁰	681	n/a	68% no longer needed analgesics

SCS/ Napi aktivitás javulása

Reference	Number of Patients	Follow Up	Results
Barolat ⁹	41	1 year	As a group, significantly improved function and mobility
North ¹⁴	19	3 years	As a group, improved in a range of activities

SCS/ Munkába visszaállás

Reference	Number of Patients	Follow Up	Results
Van Buyten ¹⁸	123	3 years	31% returned to work
Taylor ²⁰	1,133	n/a	40% returned to work
Dario ²¹	23	3 years	35% returned to work



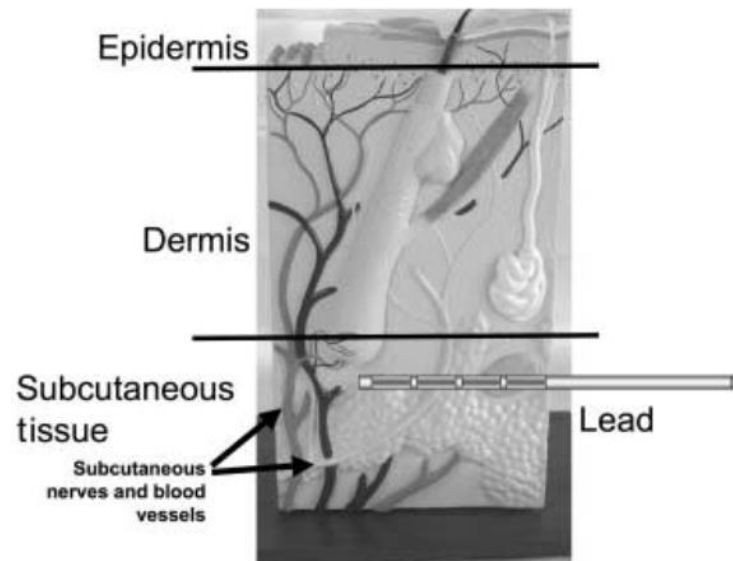
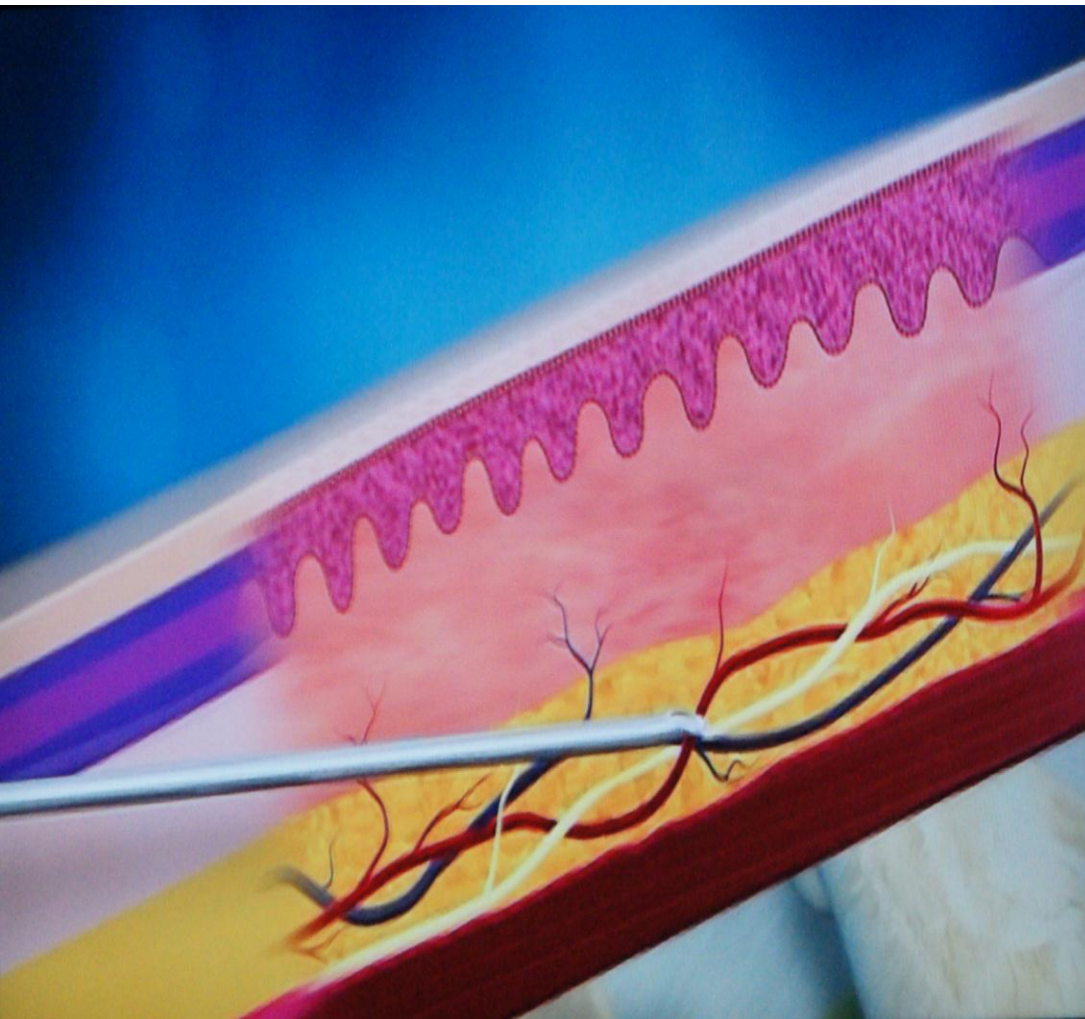
*Based on the Oxford Centre for Evidence-Based Medicine

The appropriate use of neurostimulation of the spinal cord and peripheral nervous system for the treatment of chronic pain and ischemic diseases: the

Neuromodulation Appropriateness Consensus Committee.

- **International Neuromodulation Society (INS) evaluated evidence regarding the safety and efficacy of neurostimulation** to treat chronic pain, chronic critical limb ischemia, and refractory angina and recommended appropriate clinical applications.
- **literature reviews, expert opinion, clinical experience, and individual research. systematic reviews (1984 to 2013), and prospective and randomized controlled trials (2005 to 2013)**
- **RCS support the efficacy of SCS in FBSS, and CRPS**
- **International guidelines recommend spinal cord stimulation to treat refractory angina**
- **studies of neurostimulation are needed** for peripheral neuropathic pain, postamputation pain, postherpetic neuralgia, and other causes of nerve injury

Peripheral Nerve Field Stimulation



Perifériás ideg környéki stimuláció (PNFS) perheral nerve field stimulation

- Szubkután elektróda, nincs direkt kapcsolata az ideggel
- **chronic migraine⁴⁹ or chronic cluster fejfájás ^{50–53}**
- **Törzsfájdalomra jobban hat, nint az SCS**
- Kr. Hasi fájdalom^{55,56} Kr.thorakális fájdalom,^{57,58} ,Kr. Derékfájdalom ^{59–62} , failed back surgery szindróma (FBSS),^{63,64} sacroiliac alis ízületi fájdalom⁶⁵
- Nyaki fájdalom, postherpeszes neuralgia, tenziós fejfájás, trigeminus neuralgia
- **stronger than in TENS.⁶⁸**
- **“hybrid simuláció”, Kombinált SCS és PFNS, ^{60,61,64,66,71–73}.**

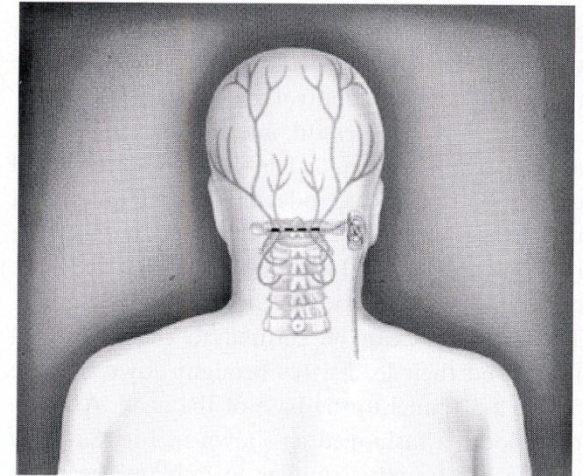
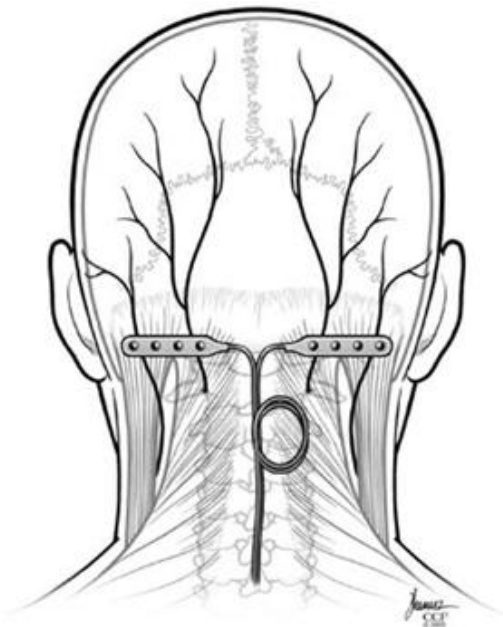
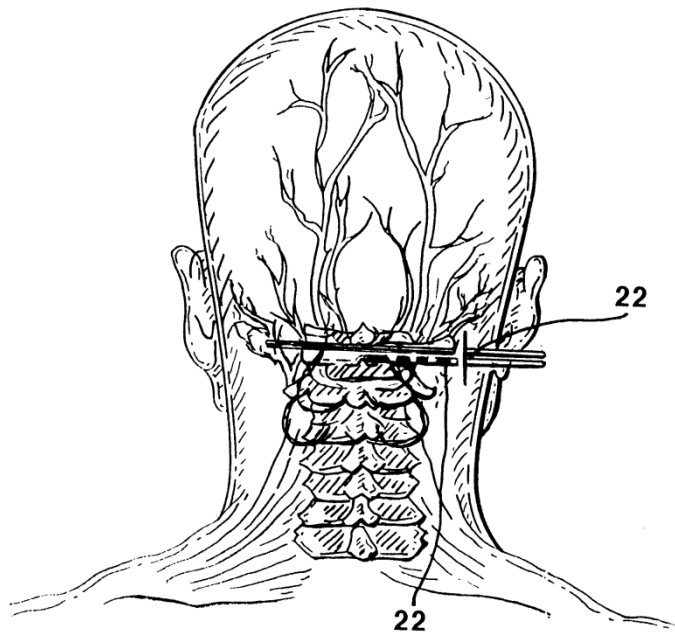
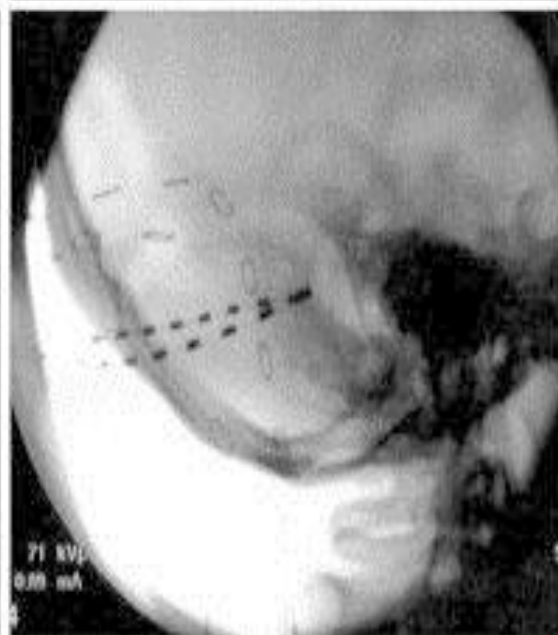


Fig. 8. (a) A sketch showing position of a percutaneous quadrapolar electrode for treatment of occipital neuralgia. (Courtesy of Richard L. Weiner, M.D., Dallas Neurological Associates, 8230 Walnut Hill Lane, Suite 220, Dallas, TX 75231, USA). (b) Radiograph showing an occipital nerve electrode from an oblique projection. (Courtesy of Joshua Prager, M.D., 100 UCLA Medical Plaza, Suite I 760 SP, Los Angeles CA 90095, USA).



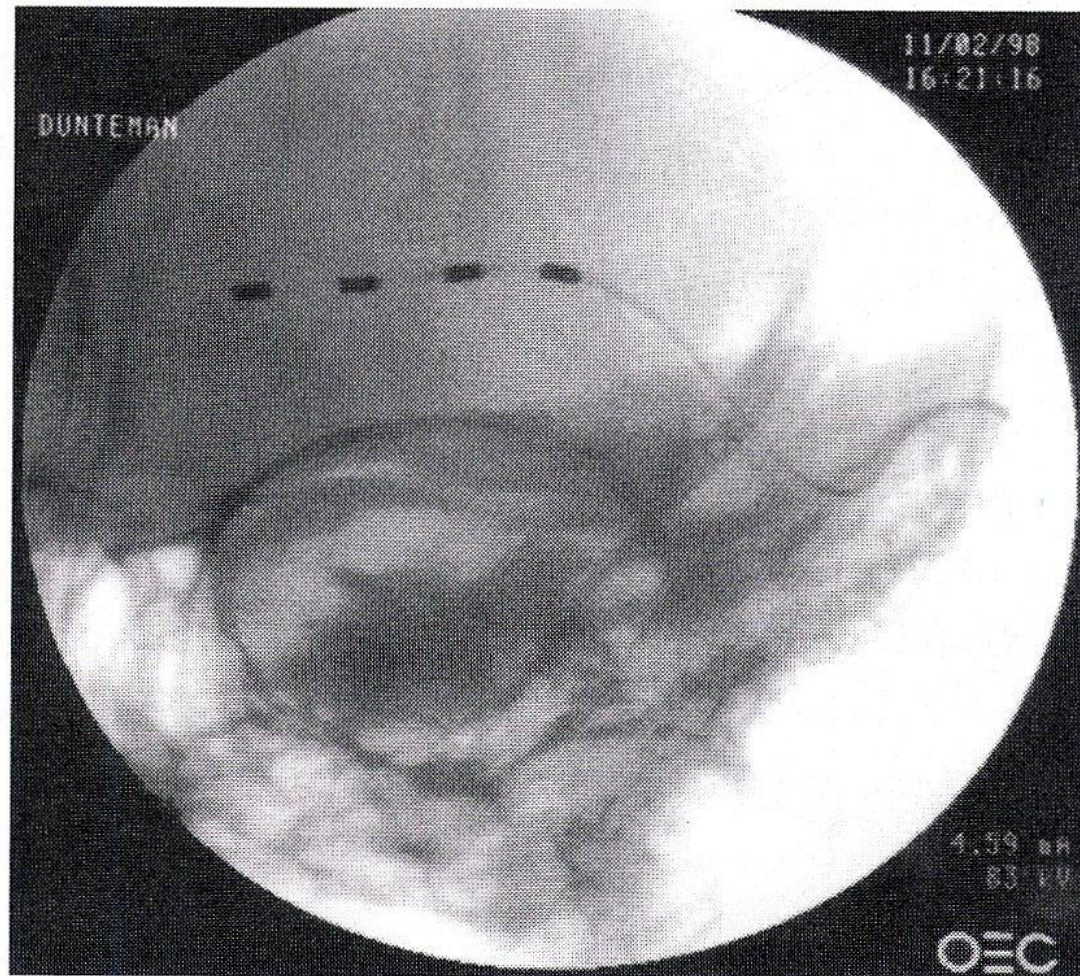


Fig. 9. Radiograph of supraorbital/supratrochlear nerve electrode for the management of pain in the trigeminal distribution. (Reproduced from Duntelman (2002), with permission.)

SCS

Epidural Space

14-Gauge Epidural Needle

Epidermis

Dermis

Subcutaneous

PNS

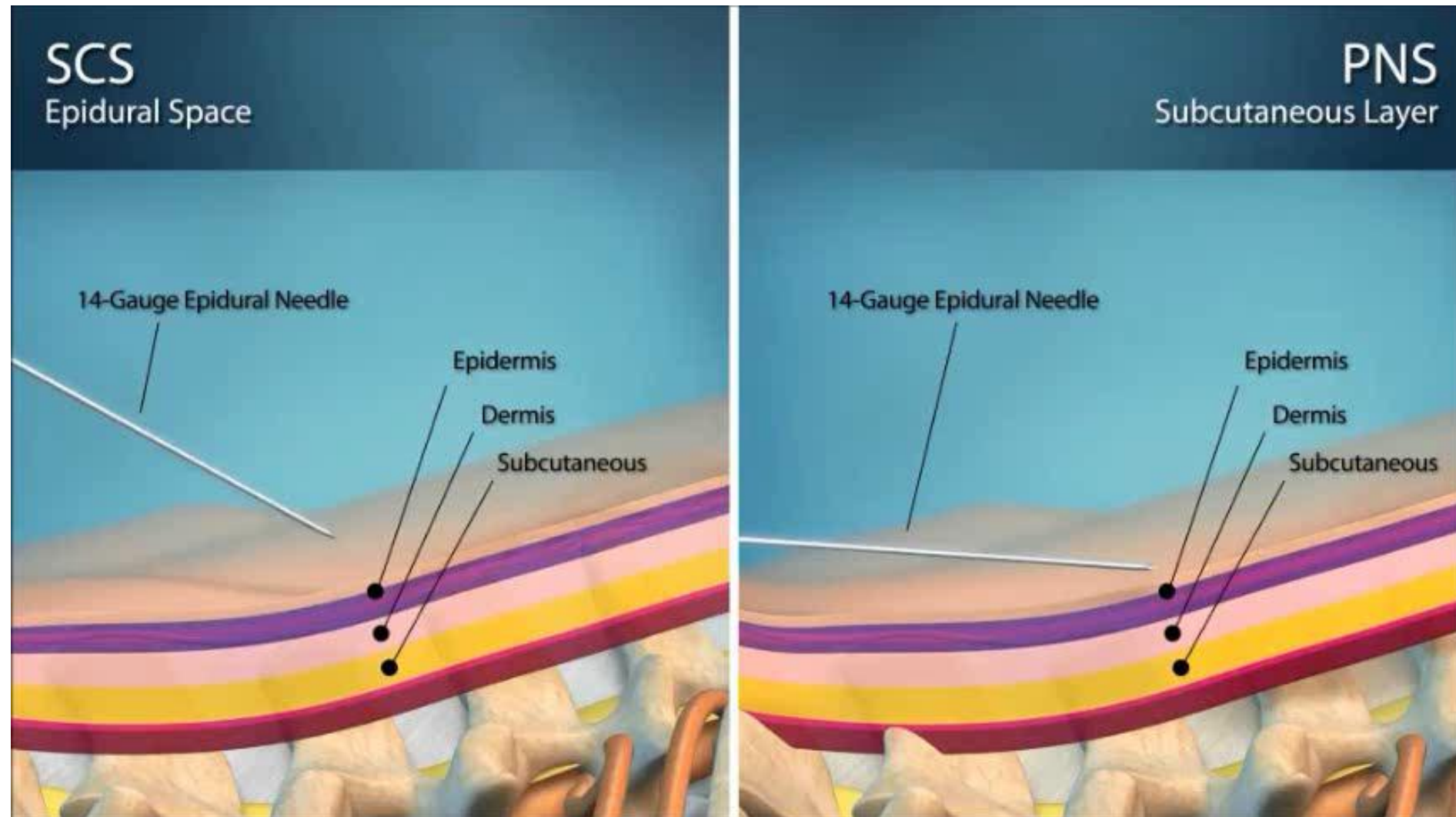
Subcutaneous Layer

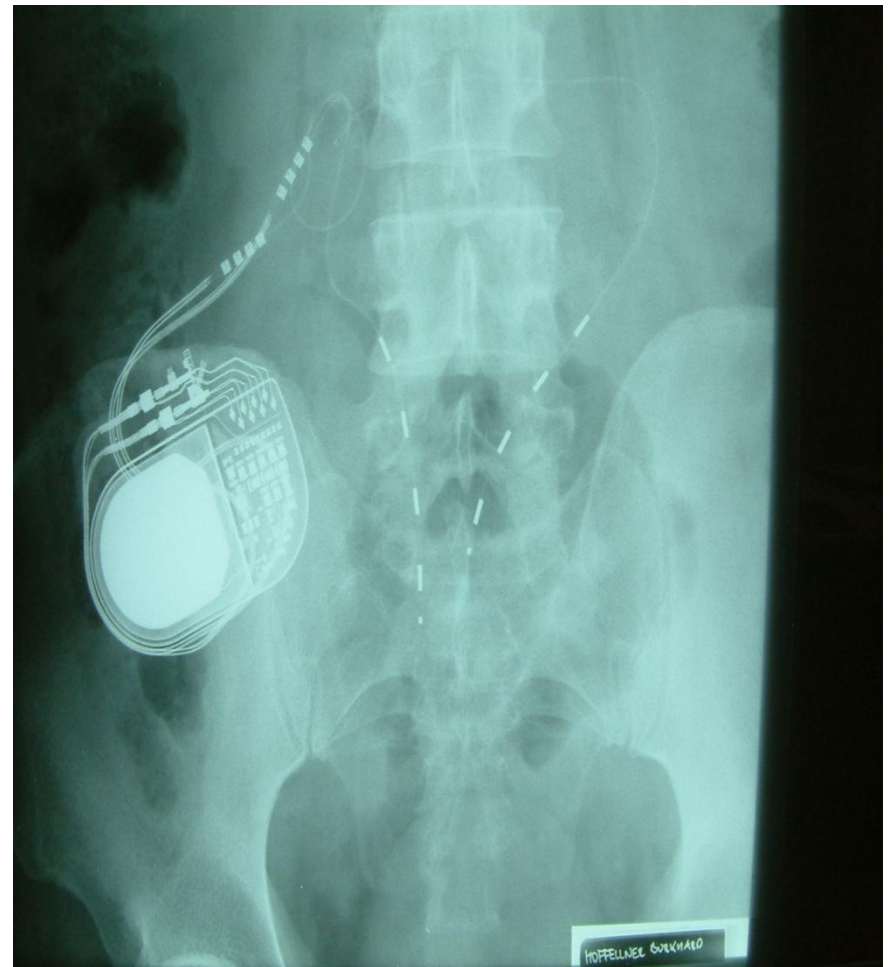
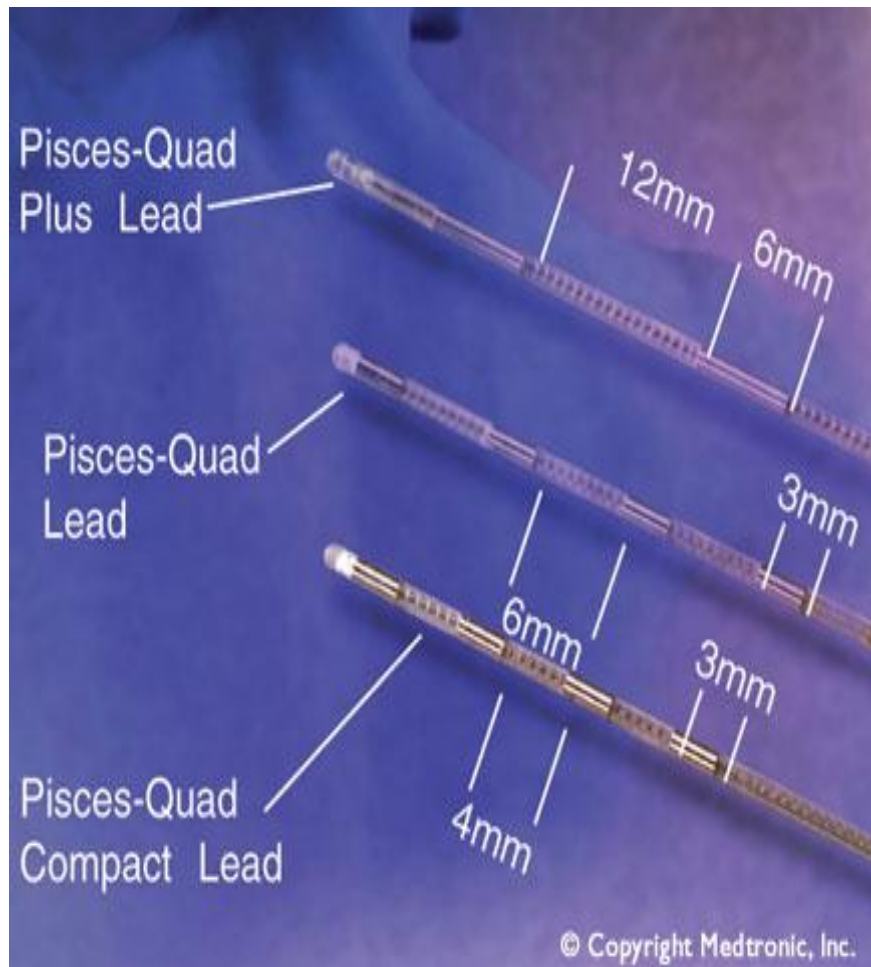
14-Gauge Epidural Needle

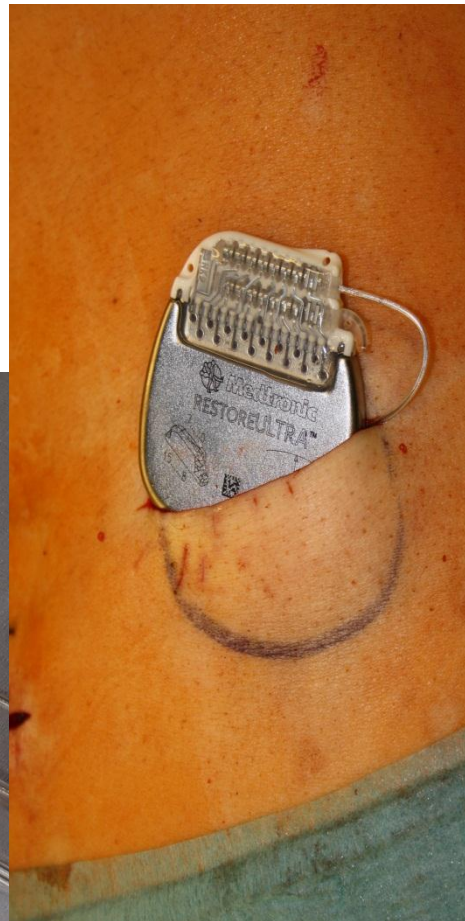
Epidermis

Dermis

Subcutaneous





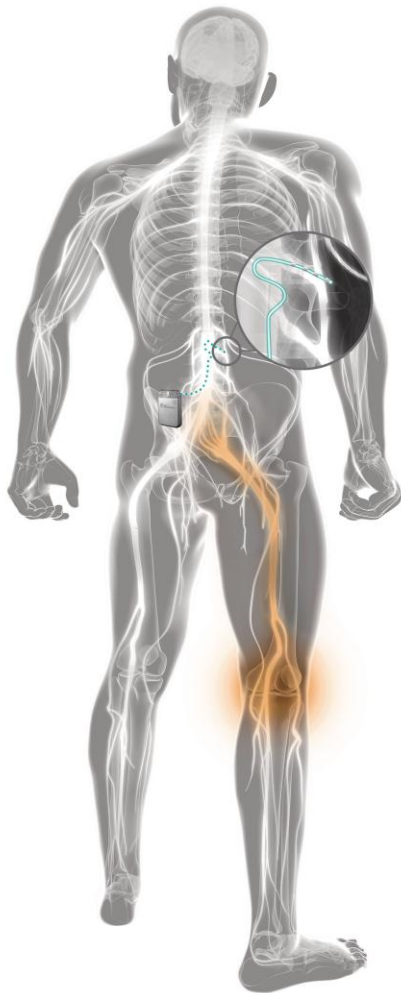


Dorsal Root Ganglion Electrical Stimulation



The DRG lead lies directly adjacent to the spinal cord

HÁTSÓ Gyöki ganglion (DRG) stimuláció



POSZTOPTERATÍV KRÓNIKUS TÉRDFÁJDALOM
CÉLZOTT KEZELÉSÉRE

Dorsal root ganglion stimulation

- **Elektróda az spinális ggl. mellett**
- **paresthesia egyetlen dermatómában**
- **Szignifikánsan kisebb energia felhasználás^{[76](#)}**
- **Fájdalomcsillapodás legerősebb a lábakban, enyhébb a derékban^{[77](#)}**
- **Monoradiculáris fájdalomban**
- **Néhány dermatómára terjedő fájdalomban**

DRG

- Mellkasi-, és láb fájdalmak.
- Axiális derékfájdalmakban is
- Multiszegmentális beidegzés, keresztezett dermatómás átfedés



KRÓNIKUS POSZT- OPERATÍV FÁJDALOM

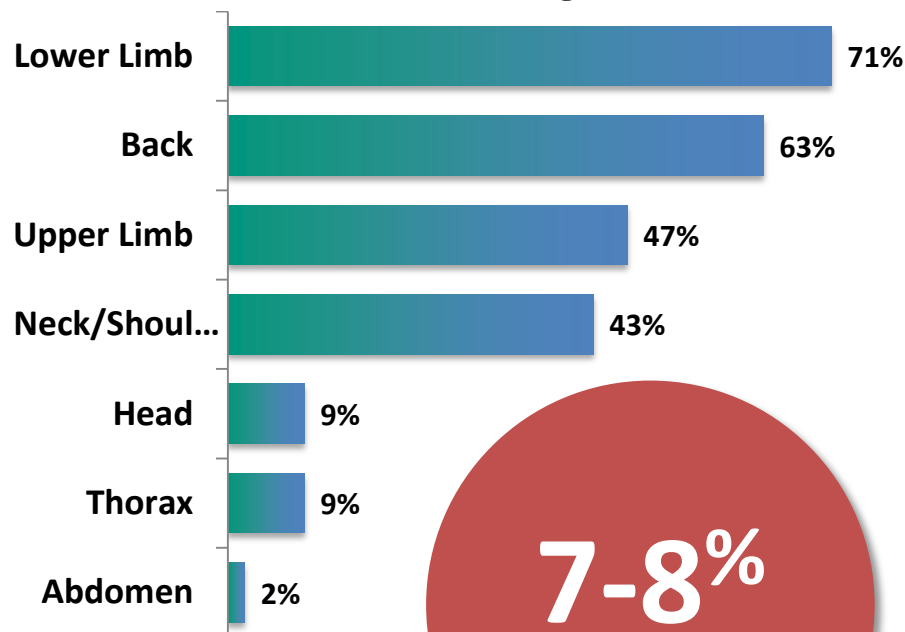
Hátsó Gyöki Ganglion (DRG)
Stimuláció

Neuropáthiás fájdalom (NP):

A Nemzetközi Fájdalomkutató Társaság (IASP) által megadott definíció:

- A szomatoszenzoros idegrendszer károsodása/megbetegedése által okozott fájdalom.¹

A fájdalom helye¹



7-8%

PREVALENCIA

Perzisztáló Posztoperatív Fájdalom (PPSP)

A Nemzetközi Fájdalomkutató Társaság (IASP) által megadott definíció:

Pain developed after surgery, exists beyond the time of normal healing and is present at least 3–6 months^{2,3}

After knee
replacement*

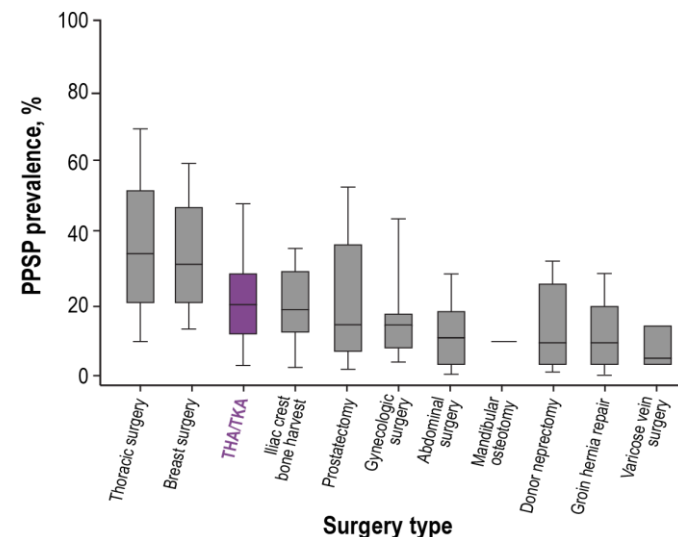


Figure 1. Prevalence of PPSP after 11 types of surgery. Data presented as median, interquartile percentiles, and ranges of PPSP prevalence by conservative estimation. Persistent pain after mandibular osteotomy is based on a single study. PPSP, persistent postsurgical pain; THA, total hip arthroplasty; total

CHRONIC POST-SURGICAL PAIN incidence

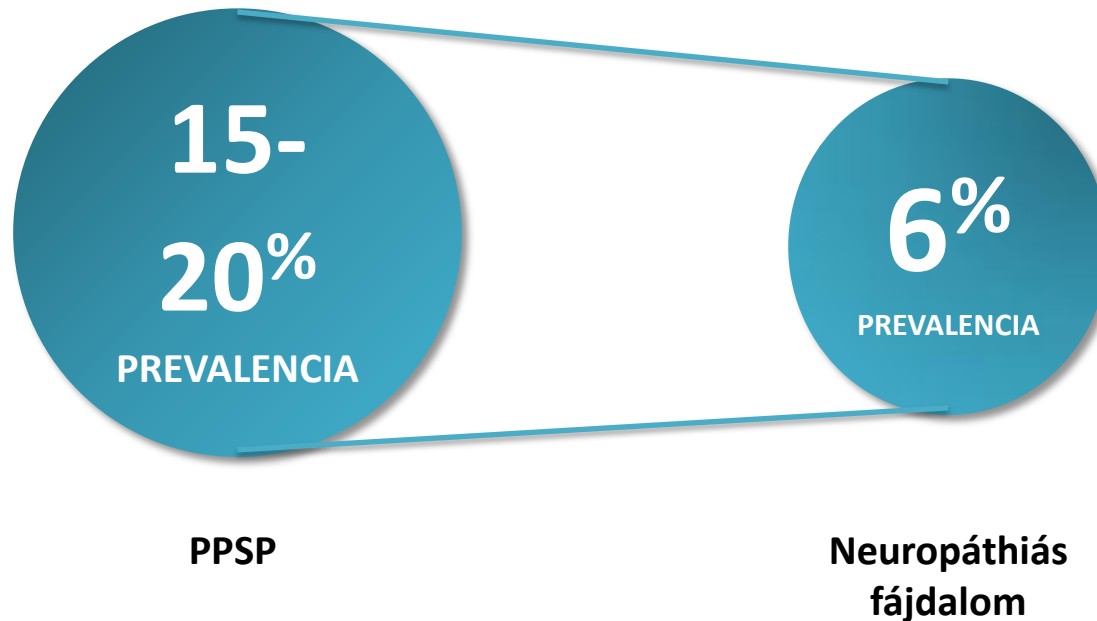
Varies depending on the type of surgery,surgical technique.

- limb amputation 50 - 85%;
- thoracotomy 30 - 50%;
- mastectomy 20 - 50%;
- groin hernia repair 11.5 - 47%;
- hysterectomy 32%;
- hip arthroplasty 28%;
- cholecystectomy 3- 56%;
- colectomy 28%;
- vasectomy 15%;
- Cesarean section 6 - 18%
- vaginal delivery 4- 10%.

Rev. dor vol.17 supl.1 São Paulo 2016
REVIEW ARTICLES, Post-trauma and
postoperative painful neuropathy
Fonseca

Posztoperatív neuropáthiás térdfájdalom: néhány adat

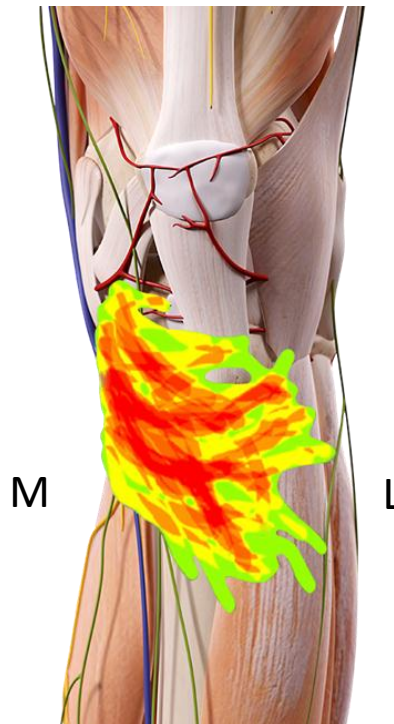
Teljes csípő vagy térd arthroplastika utáni neuropáthiás fájdalom prevalenciája^{2,3}



Idegsérülés kockázata a térd operációinál

A n. saphenus ágainak változókéony helye és sűrűsége miatt a perifériás idegkárosodás kockázata magas.^{8,9}

Risk zones, 5mm margin



Posztoperatív neuropáthiás térdfájdalom: néhány adat

Neuropáthiás fájdalom kialakulása 6 hónappal a térdprotézis műtét után⁴

5.2-

13%

PREVALENCIA

Ref.	Design	No. of patients	Aim of the study	Scores-scale	Follow-up	Pain	Factors
Harden et al. ⁵	Prospective	77	Preoperative emotional distress and pain intensity and would predict the occurrence of signs and symptoms of CRPS following TKR	CRPS: IASP criteria (signs/symptoms) Beck Depression Inventory State Trait Anxiety Inventory McGill Pain Questionnaire-Short Form	Pre-op. Post-op.: (1) 1 mo; (2) 3 mo; and (3) 6 mo	1 mo: 21.0% 3 mo: 13.0% 6 mo: 12.7%	CRPS-like phenomena: (1) In a significant number of patients after TKR; and (2) No association with significantly greater complaints of postoperative pain Prediction by preoperative distress and pain: Modest utility
Buvanendran et al. ⁶	Prospective	Control: 120 Pregabalin: 120	To examine if perioperative treatment with pregabalin, would reduce the incidence of postsurgical NP	11-point NRS LANS scale Osteoarthritis Outcome Score—Physical function Short-form (KOOS-PS)	Pre-op. Post-op.: (1) 3 mo; and (2) 6 mo	Study group: 0% Placebo group: (1) 3 mo: 8.7%; (2) 6 mo: 5.2%	Perioperative pregabalin administration reduces the incidence of chronic NP after TKR In the doses tested, it is associated with a higher risk of early postoperative sedation and confusion
Wylde et al. ²	Retrospective	632	To assess: (1) prevalence; (2) severity; (3) sensory qualities; and (4) postoperative determinants of persistent pain after primary THR and TKR	WOMAC Pain Scale SF-MPQ PainDETECT Questionnaire Two-item PHQ-2	Median: 41 mo Range: 34-49 mo	Persistent postsurgical pain (PPSP): 44% Severe-extreme PPSP: 15% Constant PPSP: 5% Likely NP: 6%	Significant and independent postoperative determinants of number of PPSP: (1) No. of pain problems elsewhere; and (2) The presence of major depression
Phillips et al. ⁷	Prospective	94	To record the prevalence of pain and NP To establish predictive factors that could be used to identify patients who were likely to have high levels of pain or NP	VAS HADS score pD-Q score OKS	Pre-op. Post-op.: (1) 3-5 d; (2) 6 wk; (3) 3 mo; (4) 6 mo; (5) 9 mo; (6) 1 yr; and (7) 46 mo	VAS (value) Pre-op.: 5.8 Post-op.: (1) 3-5 d: 4.5; (2) 6 wk: 3.2; (3) 3 mo: 2.4; (4) 6 mo: 2.0; (5) 9 mo: 1.7; (6) 1 yr: 1.5; and (7) 46 mo: 2.0 Frequency (%) VAS moderate-severe/ painDETECT possible -likely Pre-op.: 41-50/5-1 Post-op.: (1) 3-5 d: 47-19/5-3; (2) 6 wk: 39-9/27-8; (3) 3 mo: 21-10/19-4; (4) 6 mo: 16-6/17-3; (5) 9 mo: 16-4/13-6; (6) 1 yr: 14-3/9-2; and (7) 46 mo: 15-7/7-6	High correlation between the mean VAS scores for pain and the mean painDETECT scores at 3 mo, 1 yr and 3 yr post-operatively No correlation between the pre-operative scores and any post-operative scores at any time point NP is an underestimated problem in patients after TKR

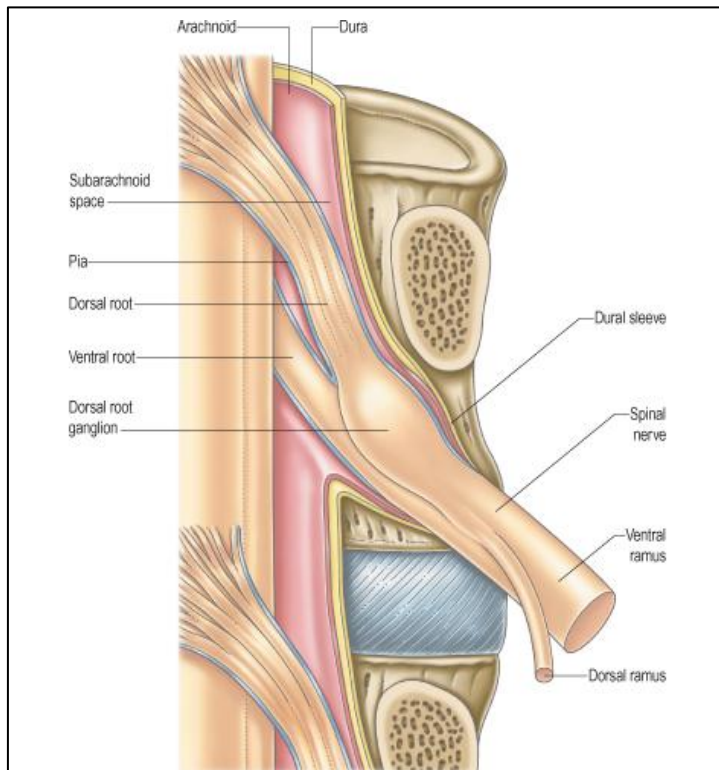
Idegsérülés kockázata a térd operációinál

A perifériás ideg sérülésének kockázata magas.

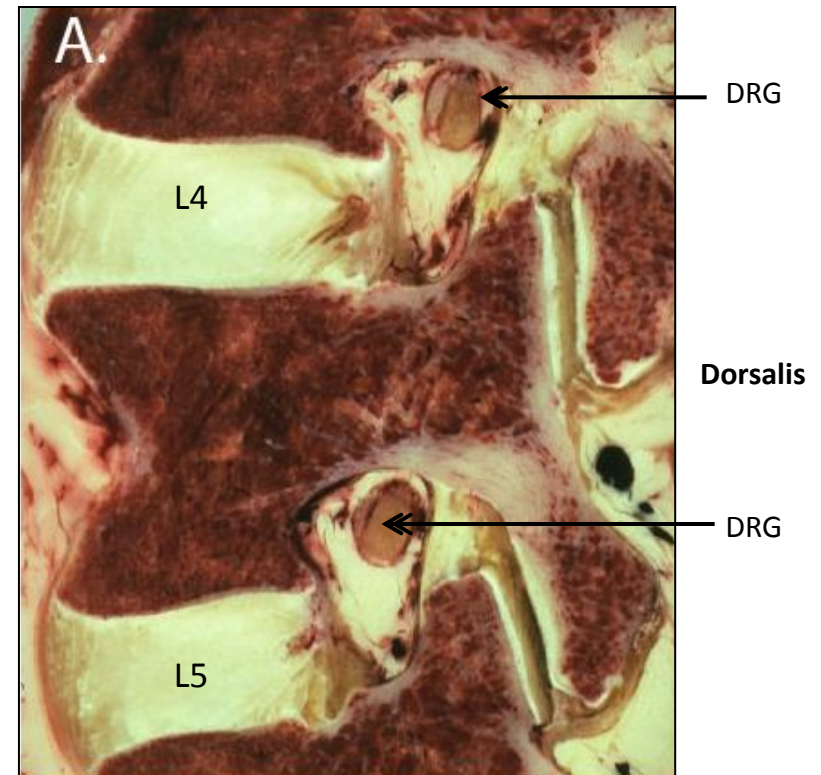


A hátsó gyöki ganlion anatómiája

DRG: Gliasejtek és a primer afferens érző ideget alkotó axonok által körülvett, polarizált idegsejt szómák csoportja.



forrás: Standring S. Gray's Anatomy. 2005



forrás: Hogan Q. Reg Anesth Pain Med. 2010.¹¹

Kedvezőbb megoldás a betegek számára: hátsó gyöki ganglion (DRG) stimuláció

Az egyedi fájdalominger feldolgozó képessége ideális célponttá teszi a DRG-t a fő fájdalmas területek izolált stimulációjára.¹²

Specifikus

- A DRG jól meghatározható anatómiai területekről közvetíti a beérkező információkat (pl. fájdalominger) az agyhoz¹³

Előre látható

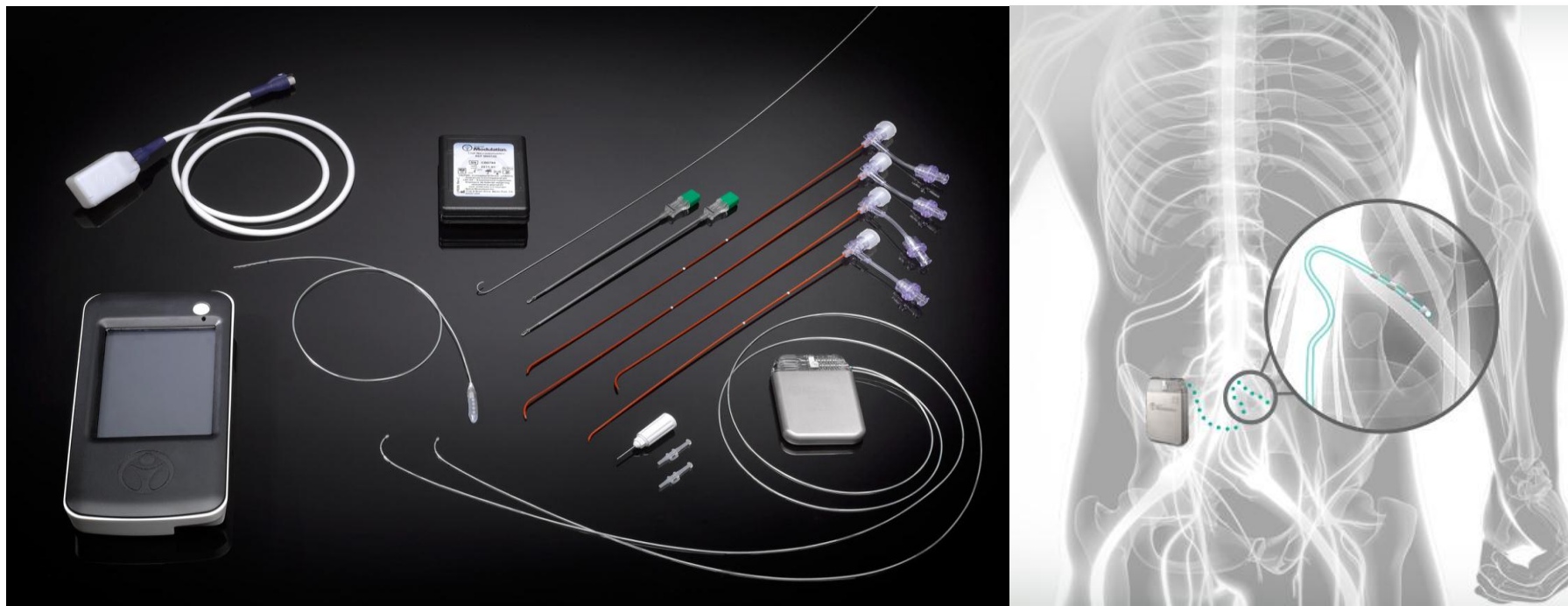
- A DRG elhelyezkedése a foramenben megbízhatóan lokalizálható.¹²

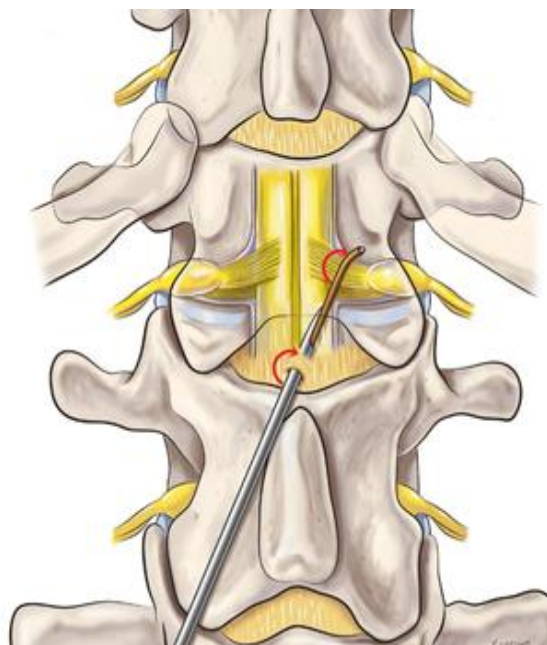
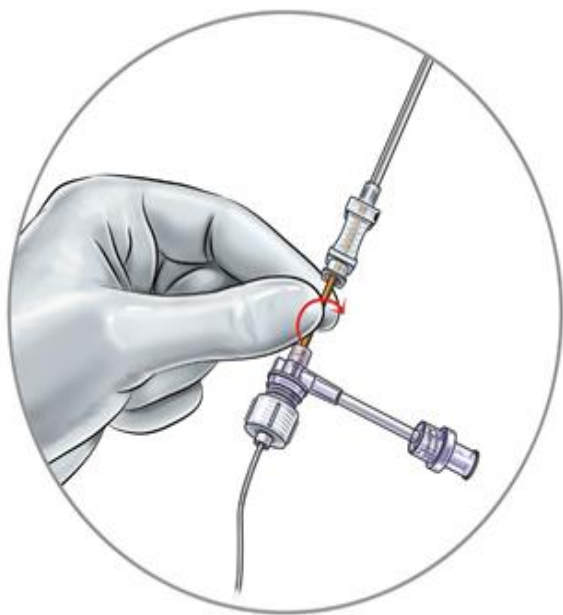
Hatékony



az Axiom™ Neurostimulációs rendszer

Az első, DRG stimulációjára engedélyezett rendszer.





A DRG Stimulációját több fokális fájdalomtípus kezelésében vizsgálták

Publikáció	Betegek száma	Fájdalom helye/típusa	Eredmények
Levy R, Deer T. 2015 ¹⁵	152	CRPS: Alsó végtagok	12 h után a DRG stim. betegek 74.2%-a, a hagyományos gerincvelői stim. Betegek 53.0%-a számolt be >50%-os fájdalomcsökkenésről
Van Buyten et al. 2015 ¹⁶	11	CRPS: AV, lábfej	12 h után 61.7%-os, VAS szerinti fájdalomcsökkenés a kezdeti értékhez képest
Liem et al. 2014 ¹⁷	32	Hát, lábszár, lábfej	1 év után a betegek 60%-ánál értek el > 50%-os fájdalomcsökkenést
Schu et al., 2015 ¹⁸	29	Lágyék fájdalom	Átlagosan 71.4% fájdalomcsökkenés
Eldabe et al., 2014 ¹⁹	8	Fantom fájdalom	Átlagosan 52.0% fájdalomcsökkenés (csonk és/vagy fantom)

Az accurate study bizonyított. ¹⁵

Prospektív, randomizált, többcentrumú, kontrollált klinikai vizsgálat az Axiom™ Neurostimulációs Rendszer biztonságosságának és hatásának megállapítására.

152

beteg részvételével. A legnagyobb randomizált kontrollált neuromodulációs vizsgálat ➡ **minőség**

81.4%

fájdalomcsökkenés átlagosan a DRG csoportban, 12 hónap után ➡ **hatásos terápia**

74.2%

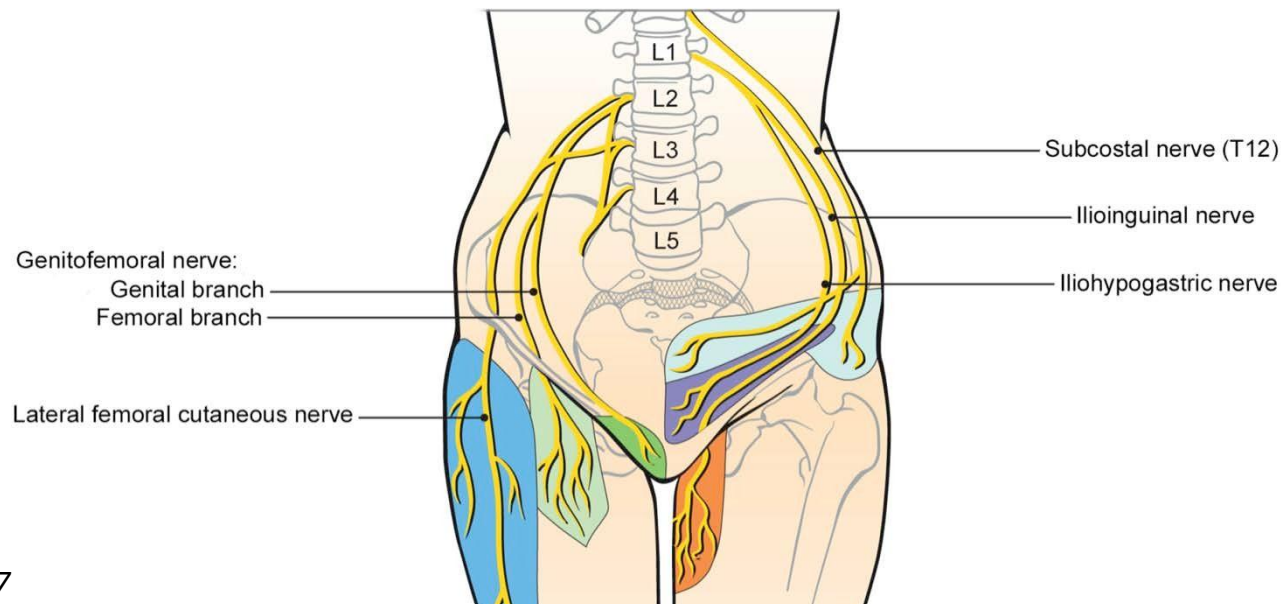
-a a DRG csoport betegeinek érte el az elsődleges végpontot* 12 hónap után ➡ **tartós terápia**

*Az elsődleges végpont elérését az alábbi kritériumok teljesítése jelentette:

- ≥ 50% fájdalomcsökkenés a fő panaszos területen a vizsgálati időszak végén, és
- ≥ 50% fájdalomcsökkenés a fő panaszos területen a beültetés után 3 hónappal, és
- Stimuláció okozta neurológiai deficittől való mentesség 3 hónapon keresztül

Neuropátiás lágyékfájdalom

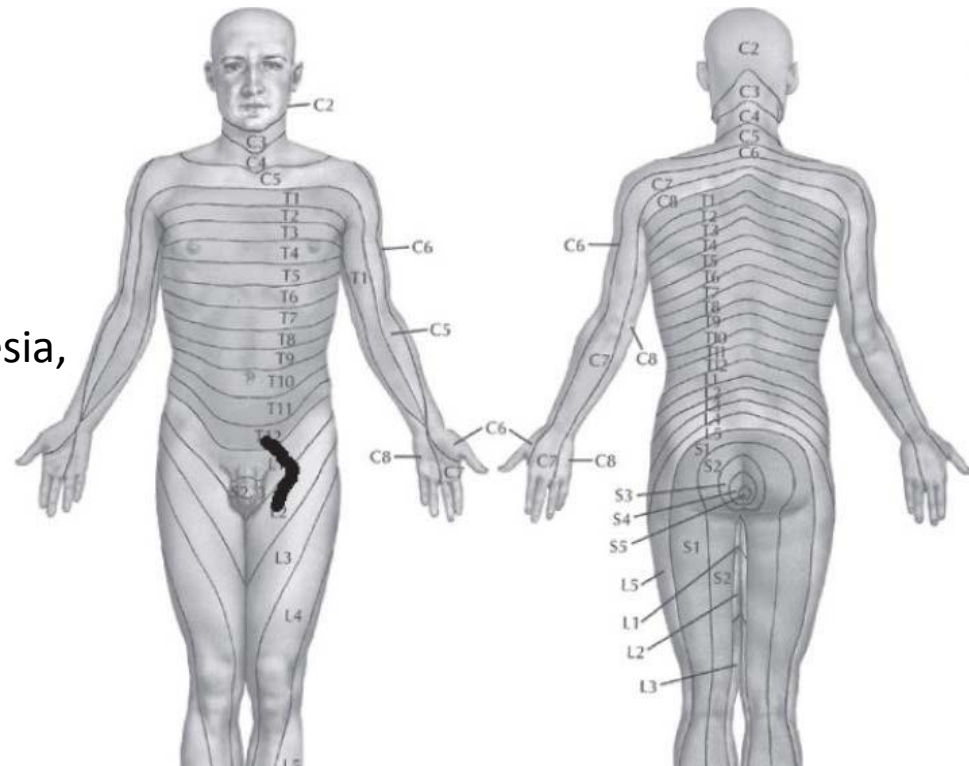
- Typically results from damage to the inguinal nerves
 - Transection
 - Adjacent inflammatory processes
 - Excess fibrotic reaction
 - Mesh encasement
 - During open or laparoscopic repair
- Moderate to severe post-herniorrhaphy pain occurs in 11.9% of ilioinguinal hernia repairs.¹



¹ Loos, et al, W J Surg 2007

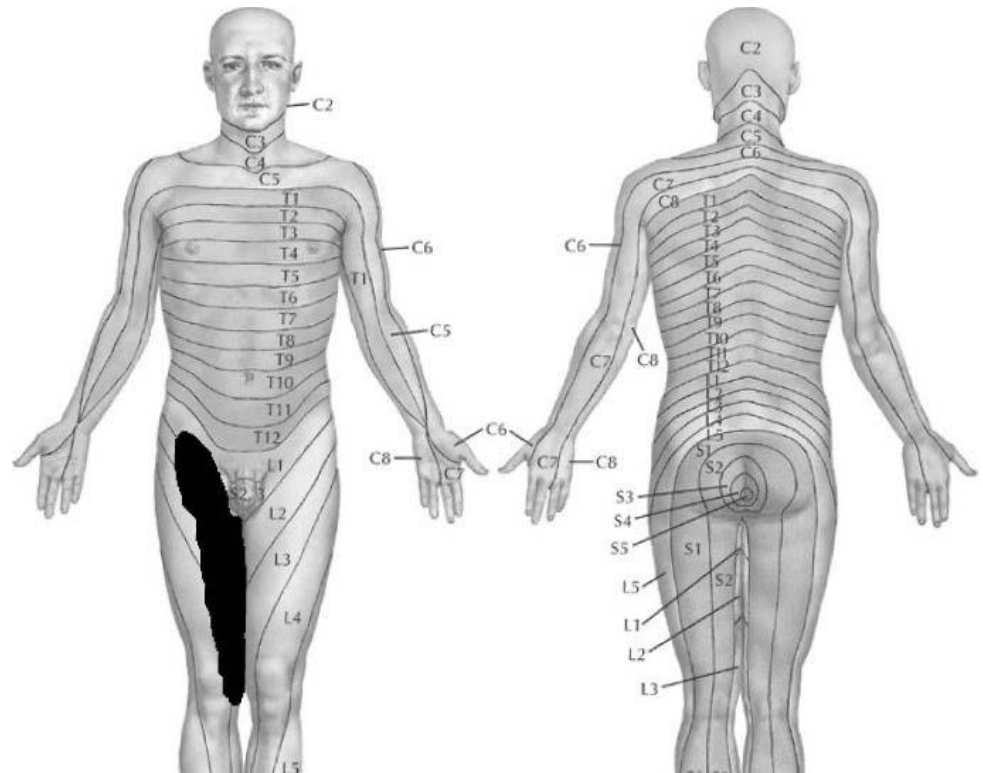
Lágyéki fájdalom

- **Heretorzió miatti műtét után**
 - Kisugárzó hasi fájdalom
- Amennyiben hagyományos SCS
 - Nem hatásos
 - Nincs átfedő stimulációs paresthesia, akkor DRG



Lágyékfájdalom

- N. femoralis, ilioinguinal & genitofemoral nerves sérülés **aneurysma műtét után**
 - Fájdalom kiterjedés: lágyék felső –elülső felszínén
- Amennyiben hagyományos SCS
 - Nem hatásos
 - Nincs átfedő stimulációs paresthesia, akkor DRG



Amputációk fájdalma

SCS of the DRG

* Data courtesy of K Bürger, H Moser, S ElDabe, & D Klase.

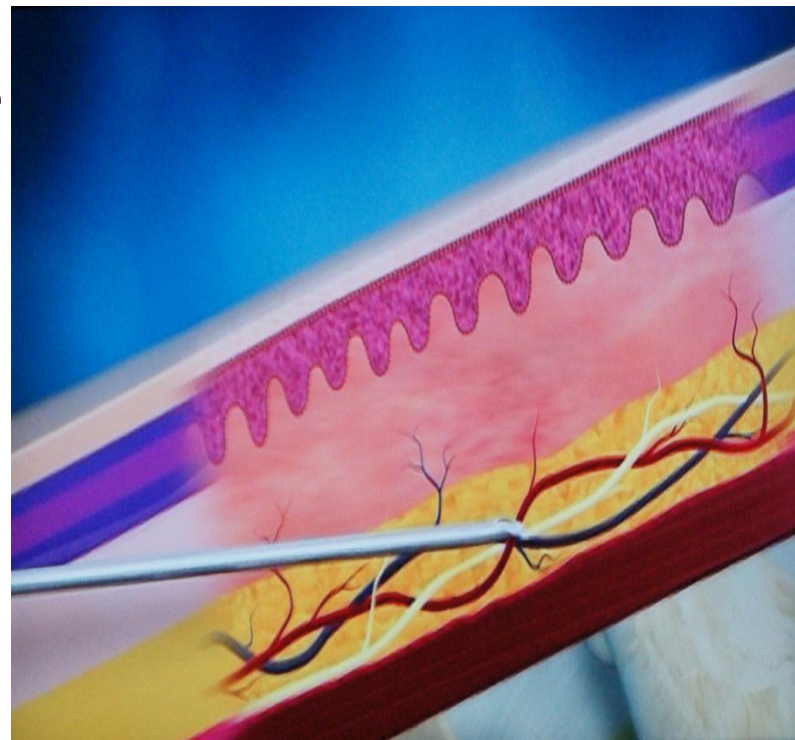
+ Please refer to the whitepaper for more information on this case series.



PNS (PNfS) for pain

[Neuromodulation](#). 2014 Aug;17(6):515-50;. [Deer TR](#)¹

- For head and neck, the committee said that when possible, extracranial stimulation should be "an earlier option in the treatment algorithm.,,
- **CE mark** approved in Europe
 - occipital neuralgia
 - chronic migraine
- Medtronic **CE Mark**
 - Chronic Back Pain



SCS for pain

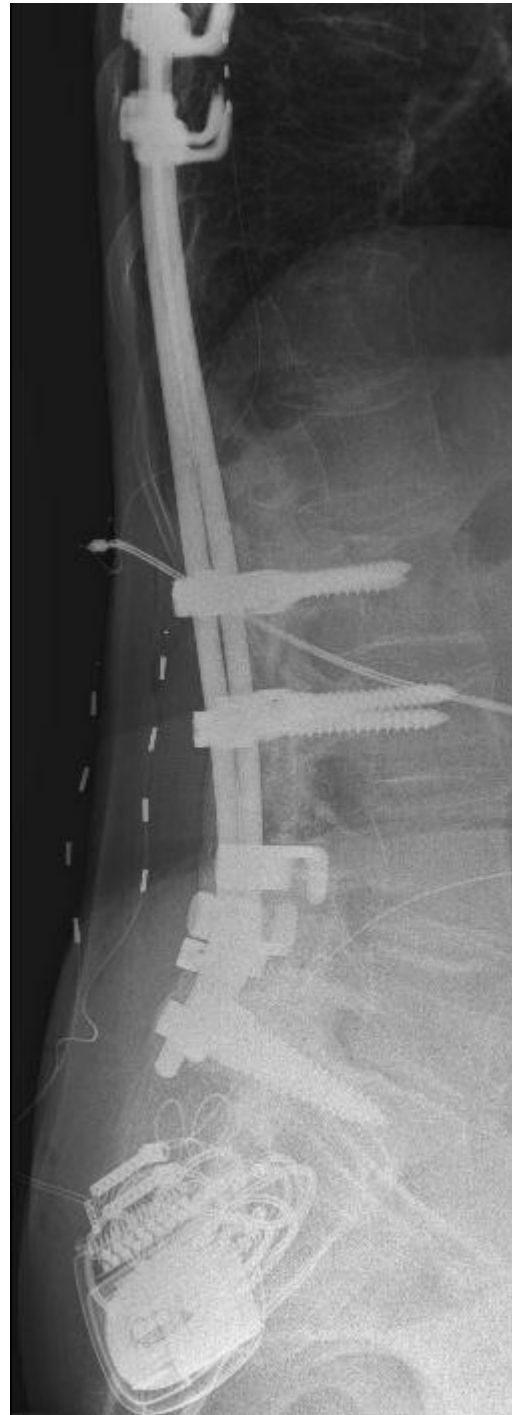
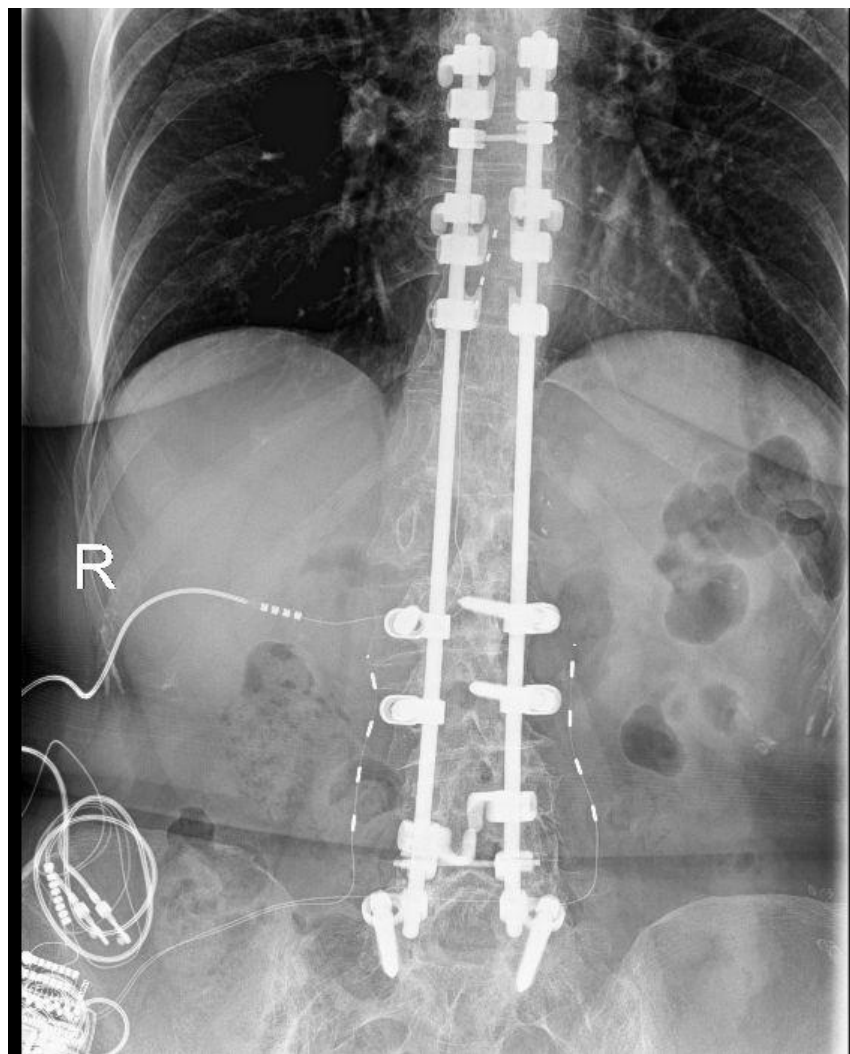
[Neuromodulation](#). 2014 Aug;17(6):515-50;. [Deer TR](#)¹

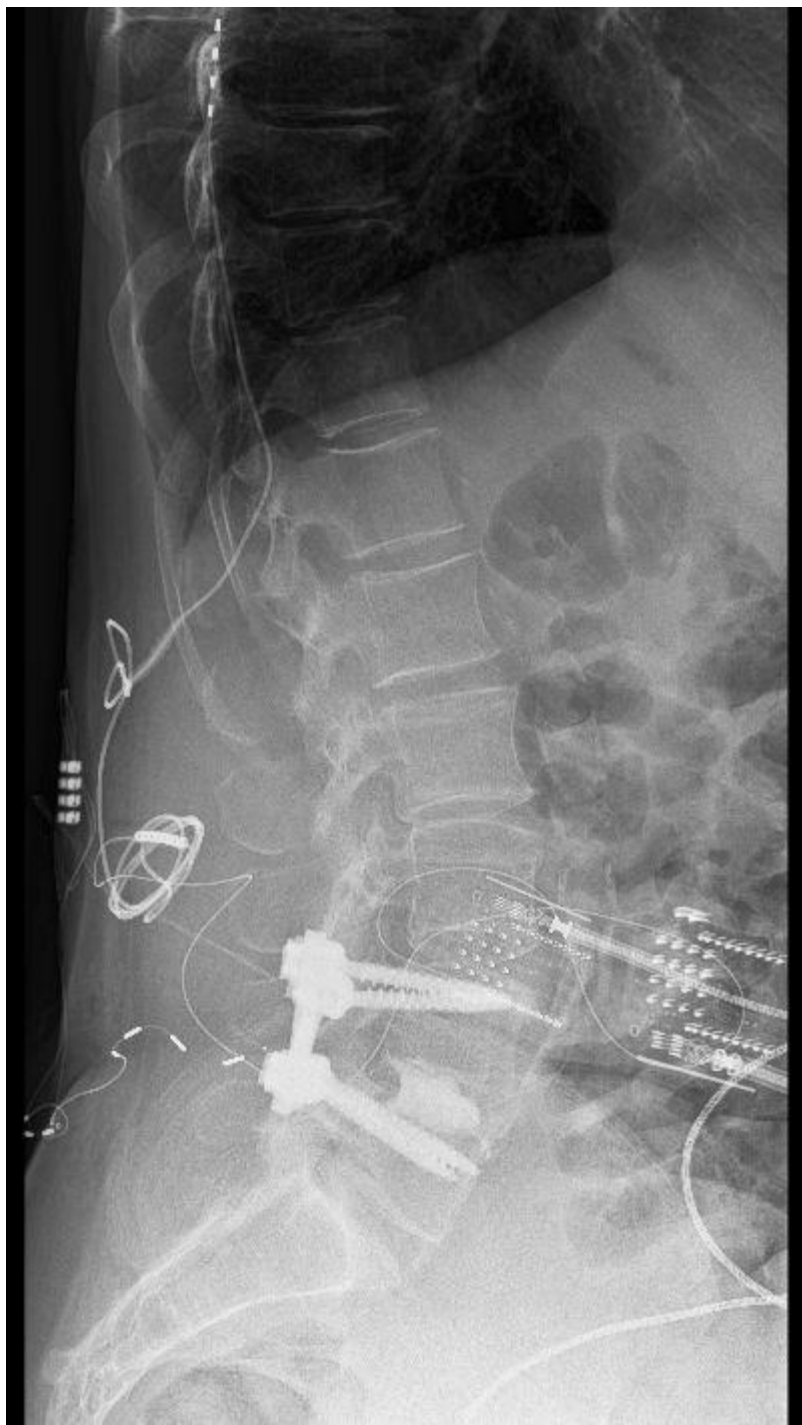
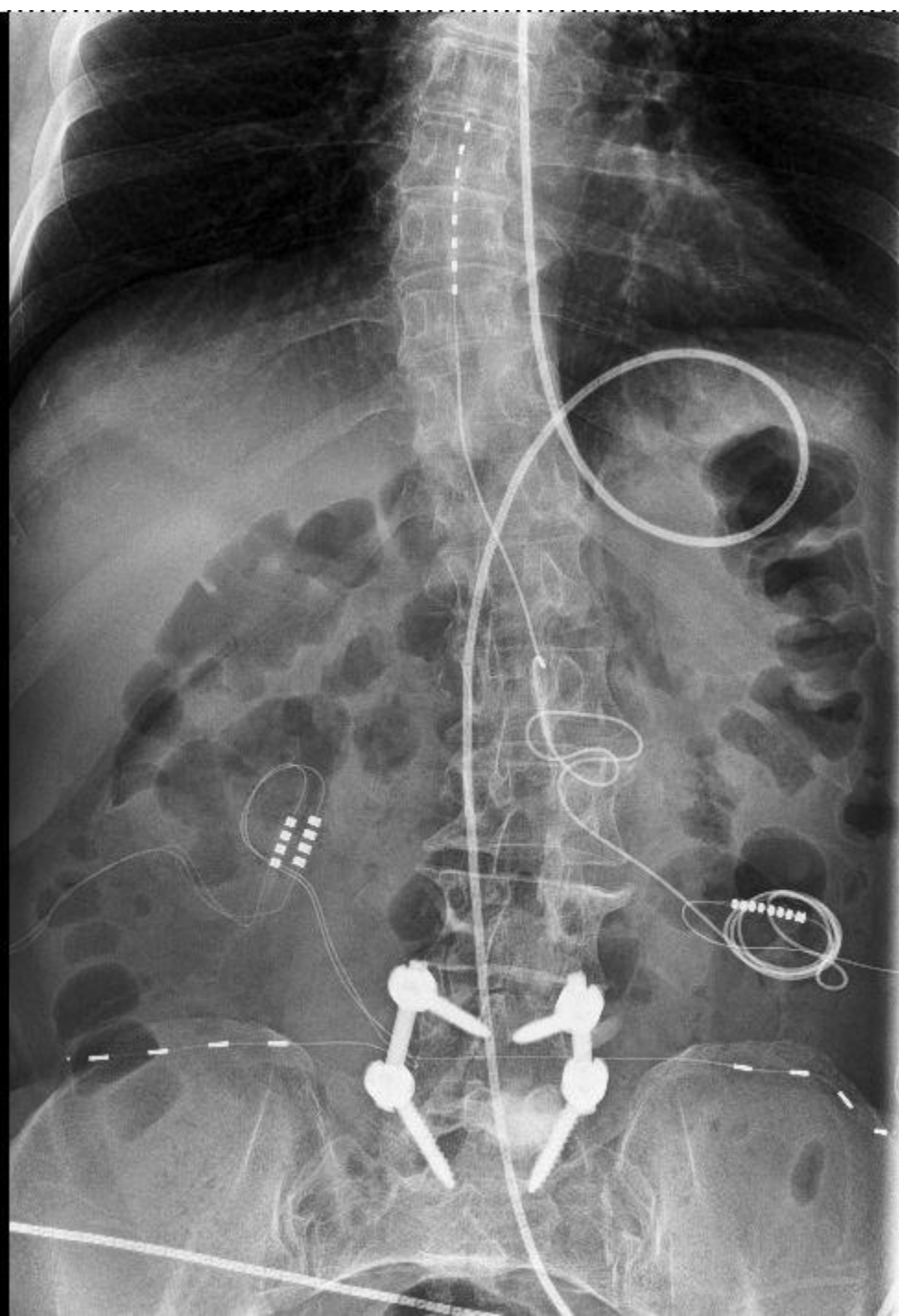
- approved by the **FDA for**
 - failed back surgery syndrome,
 - complex regional pain syndrome,
 - radiculopathy, (traumatic neuropathies, diabetic neuropathy, postherpetic neuralgia).
- In Europe **CE mark** for
 - refractory angina pectoris
 - peripheral limb ischemia

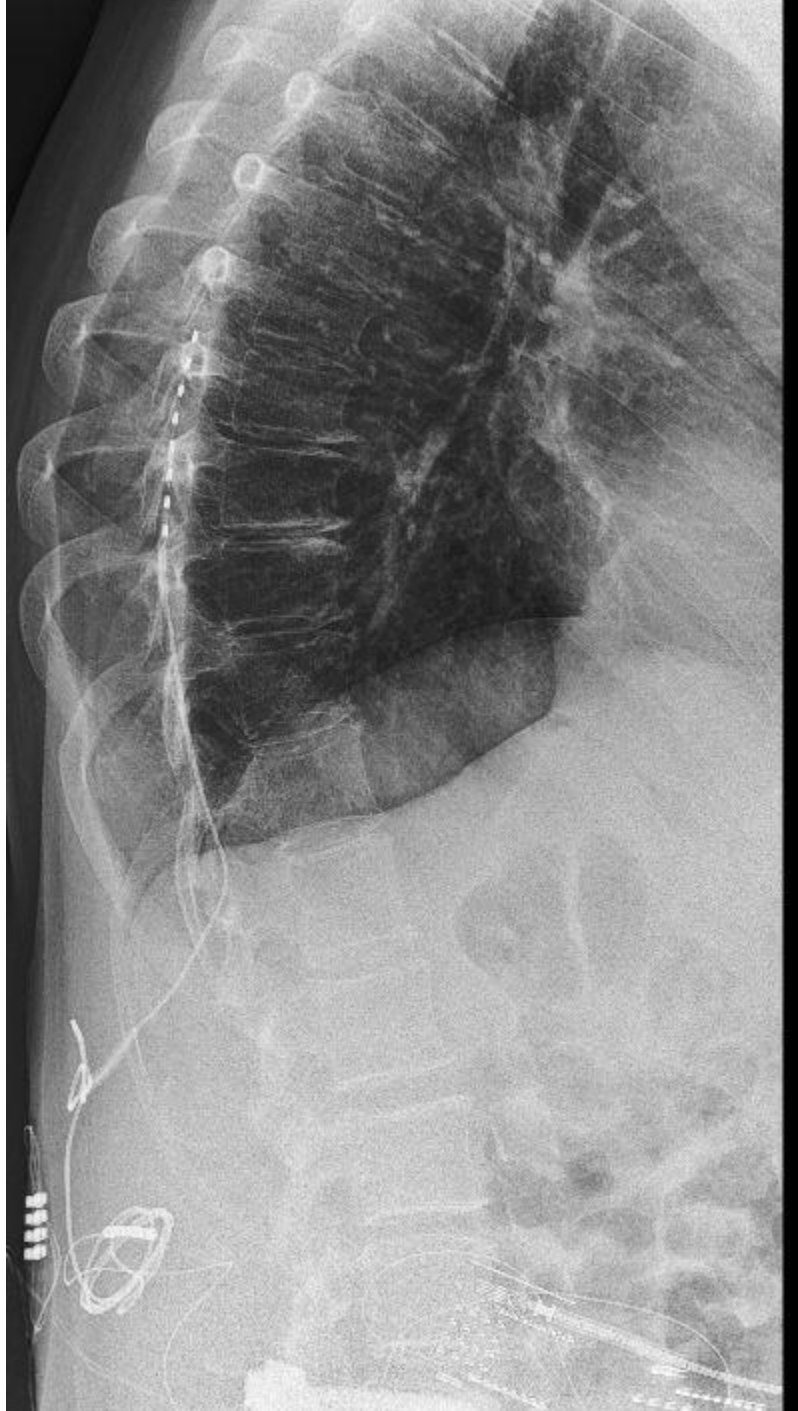
Hibrid stimuláció

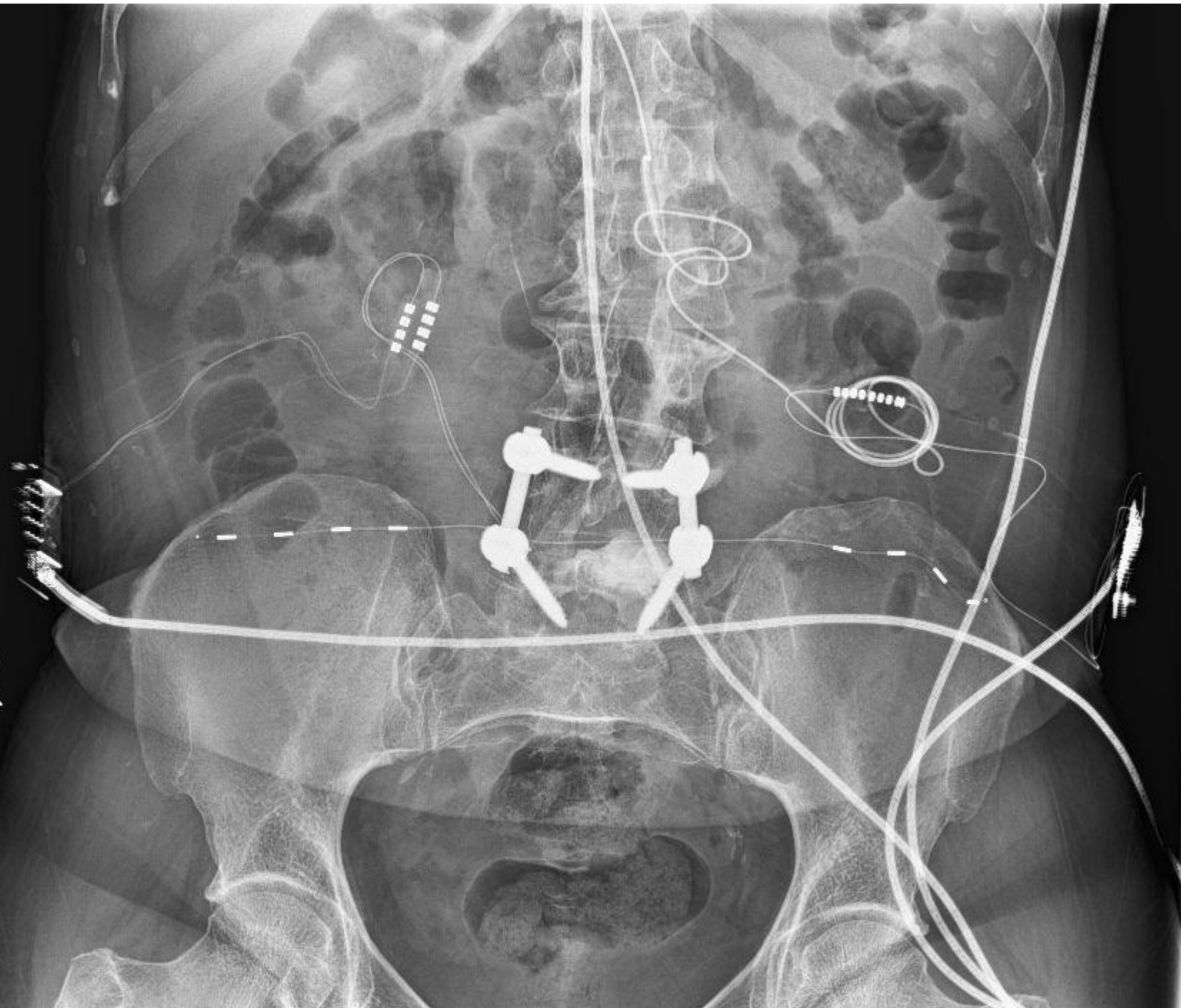
Gerincvelő+ perifériás

FBSS: SCS-re nem javuló
deréjfájdalom

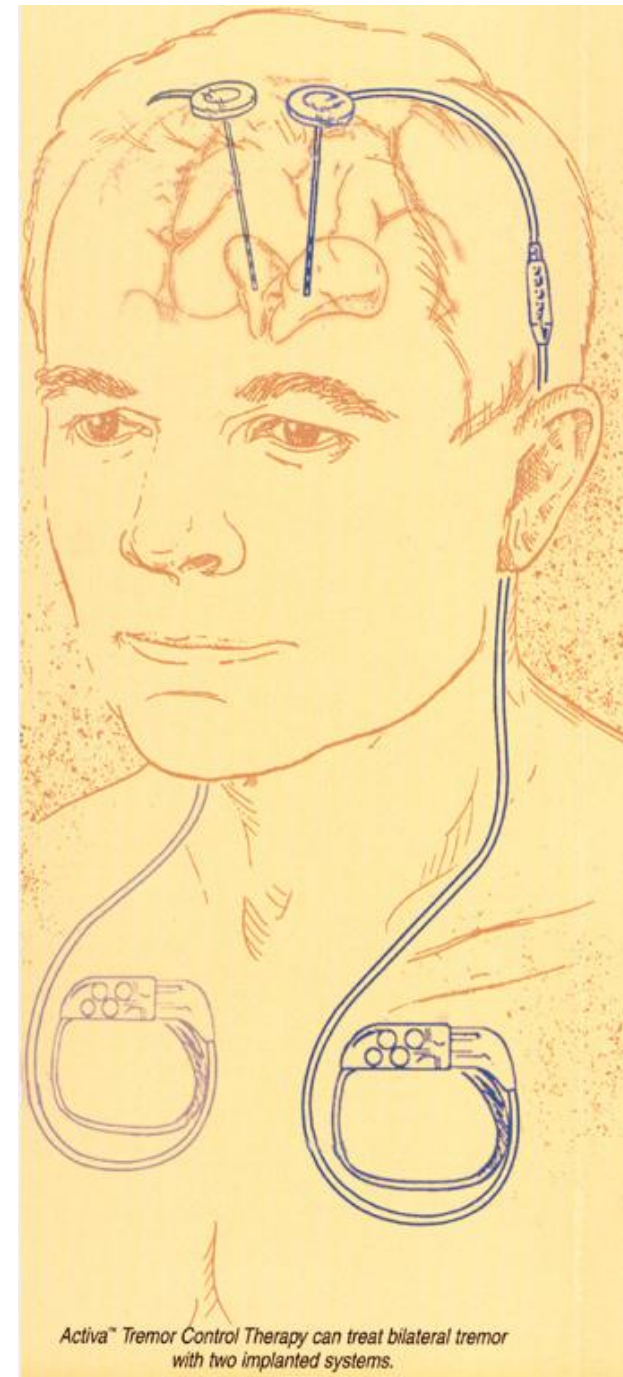








Mélyagyi stimuláció (DBS)



Első DBS a fájdalom kezelésében

- **VPL** (Mazars 1960)
- **Capsula interna hátsó szár** (Adams 1974)
- **PAG** (Reynolds 1969)
- **CM-PF** (Thoden 1979, Boivie-Meyerson 1982)

Acta Neurochir Suppl. 2007;97(Pt 2):111-6.

Deep brain stimulation for neuropathic pain.

[Owen SL](#), [Green AL](#), [Nandi DD](#), [Bittar RG](#), [Wang S](#), [Aziz TZ](#)

- **PVG/PAG complex**
- **PVG-thalamus gyüttes stimulázója eredményezi a legnagyobb fájdalomcsillapodást**
- **Kimenetel az etiológiától függ**
- **Legjobb hatás: fantom fájdalom, arc-fej területi fájdalom, és anaesthesia dolorosa.**
- **post-stroke fájdalomra nem hatásos**

Review Article. European Journal of Neurology **2018**,
25: 434–440

Potential indications for deep brain stimulation in neurological disorders: an evolving field

Authors

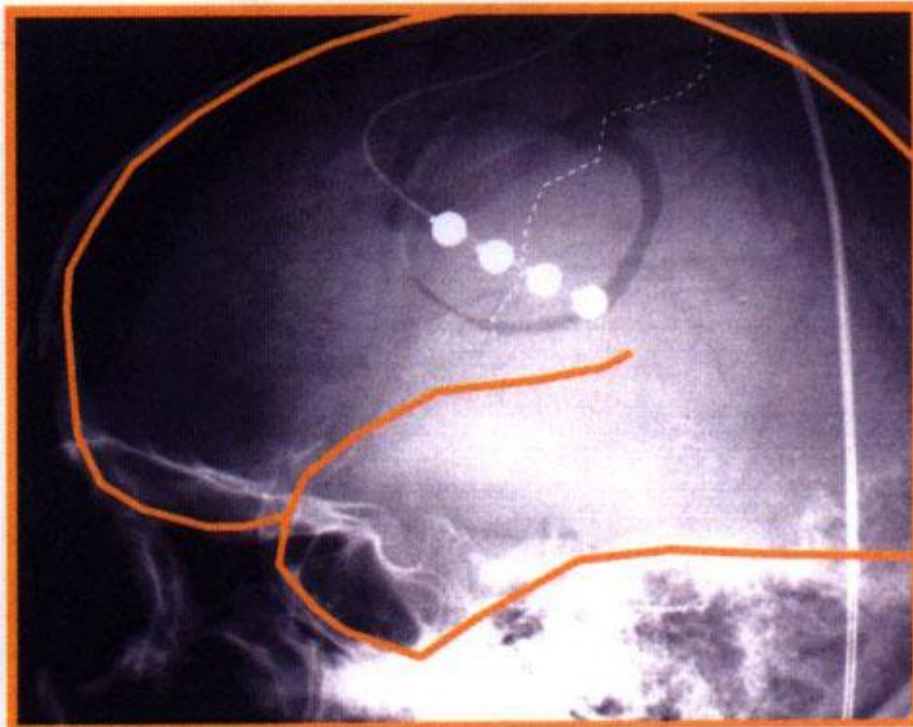
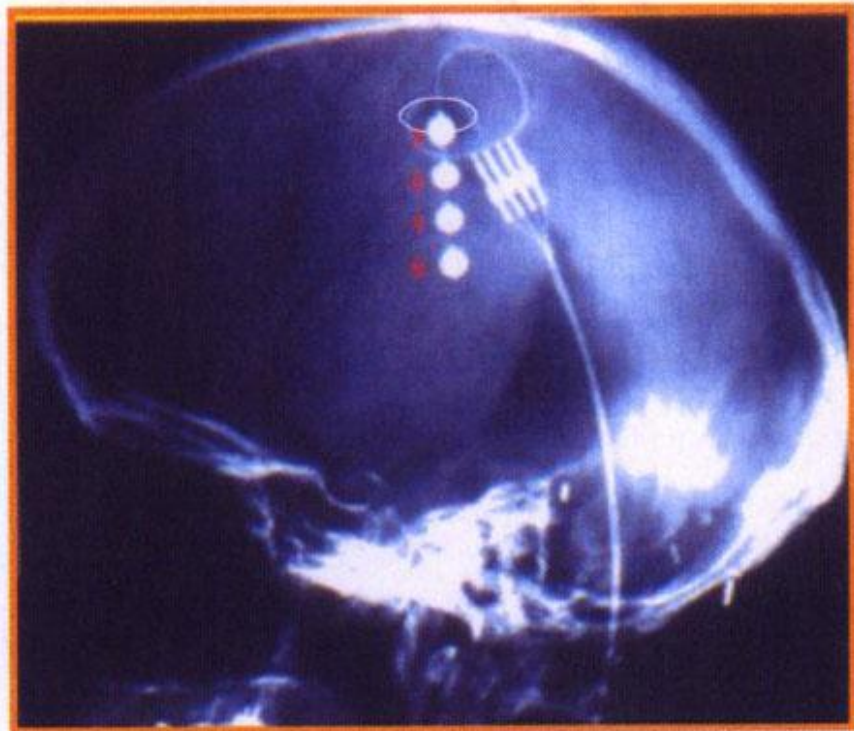
DBS indication <u>a</u>	Investigational	Level of evidence
Chronic pain	Thalamus	
	VPM/VPL	C
	PAG	C
	ACC	C
	ALIC	B (post-stroke)
	STN	A (PD pain)
	Hypothalamus	B (cluster headache)

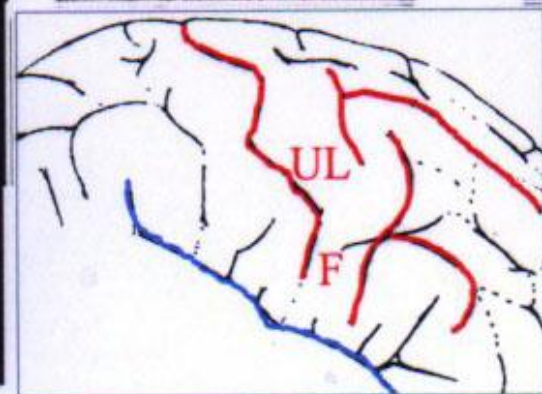
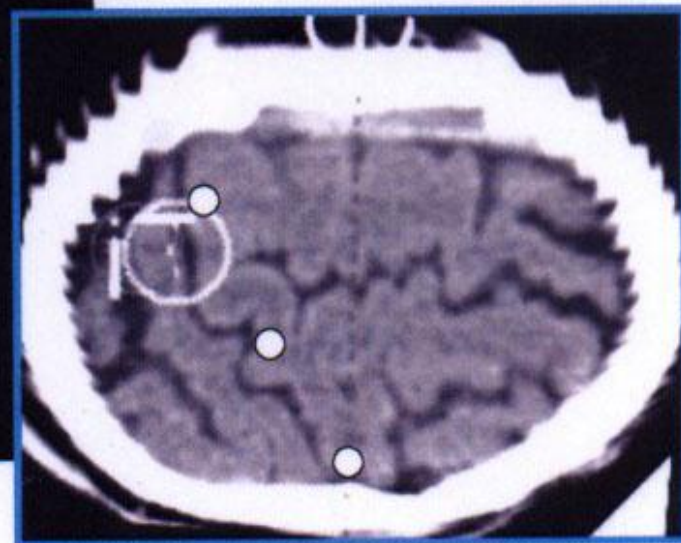
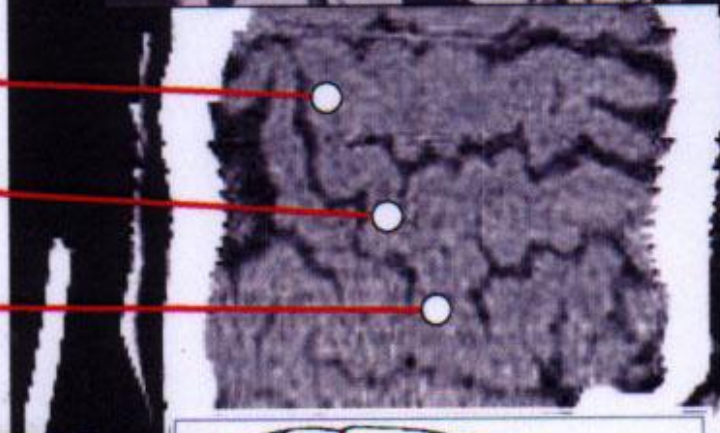
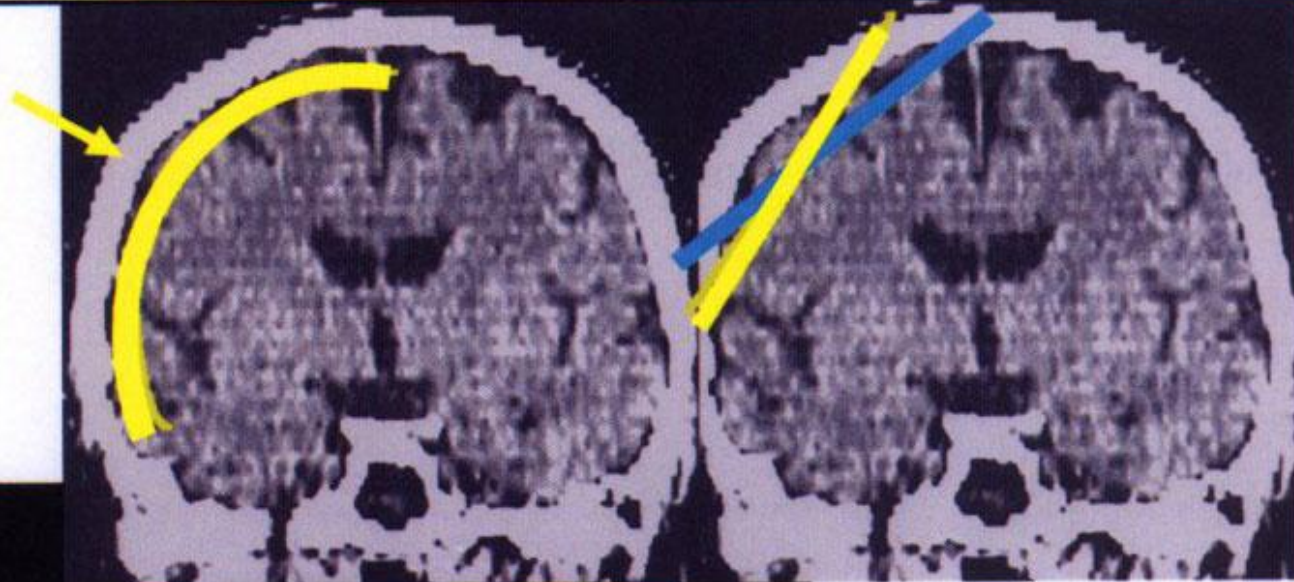
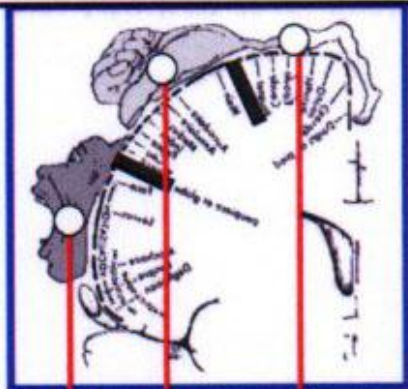
Konklúziók DBS/ krónikus fájdalom

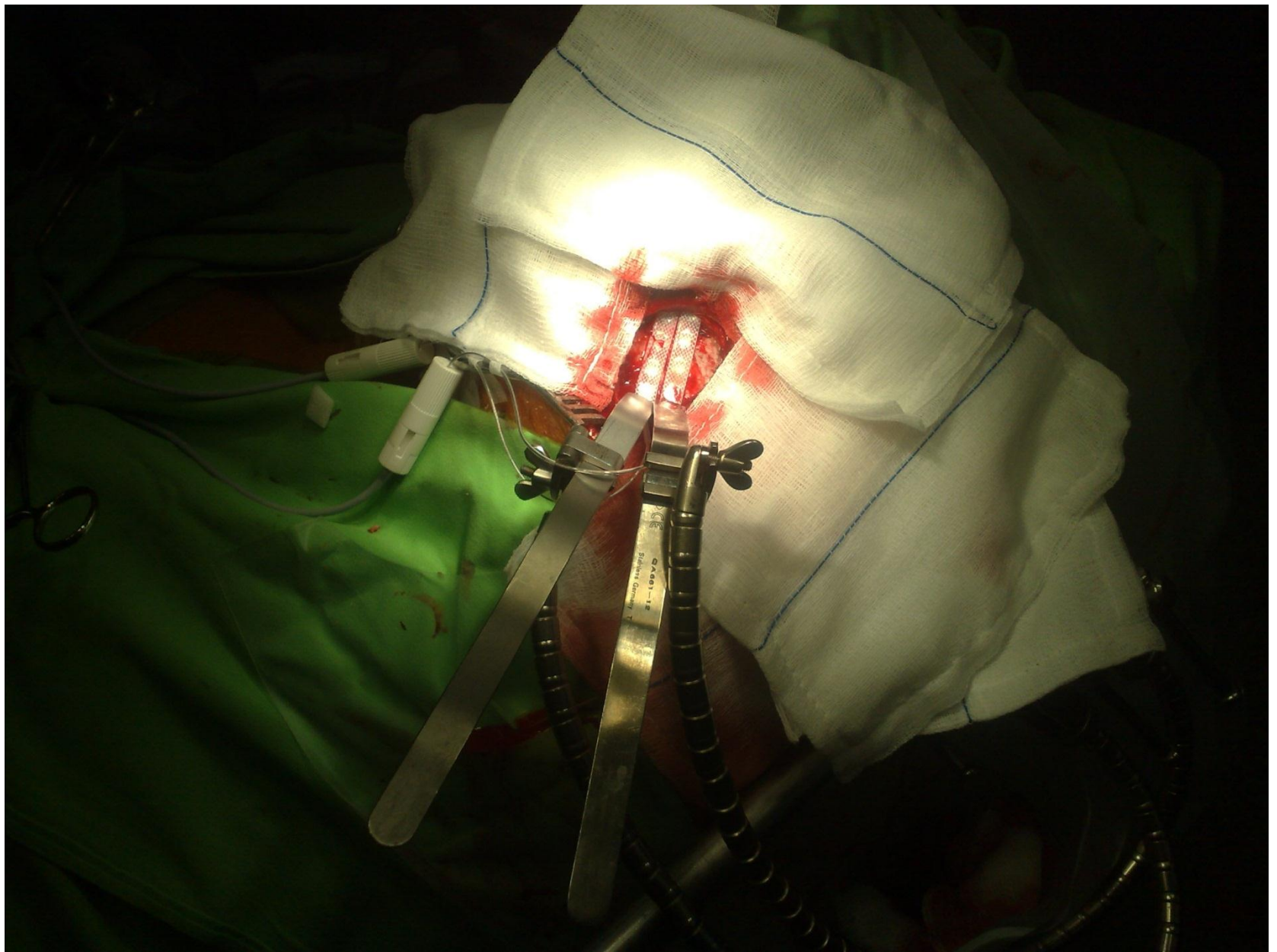
- **neospinothalamicus pályák** (VPL, ALIC, PVG, PAG, ACC, PF, hypothalamus)
- **több központ** együttes ingerlése hatásosabb (58%, vs. 87%)
- **Parkinson-kór fájdalom** (STN) **A evidencia**
- **cluster fejfájás** (posterior hypothalamus) **B evidencia**
- **post-stroke** fájdalom, de csak ALIC, **B evidencia**
- **hatékony FBSS (>80%), fantom fájdalom, arcfájdalom, anaesthesia dolorosa, plexopathiák**
- **nociceptív** fájdalom hosszú távú eredmények jobbak, mint deafferentációs típusnál (63% vs 47%)
- **FDA ajánlás 'off-label', nincs RCT bizonyíték a hatékonyságra**
- National Institute of Clinical Excellence (NICE) guidelines: csak, ha más módszer nem hatásos (SCS, DRG, PNS)
- Kevésbé hatásos v. hatástalan: centrális fájdalom (gerincvelő sérülés, thalamus-PAG/PVG post-stroke fájdalom).

Motor cortex stimuláció

Motor cortex stimulation







MCS indikációk

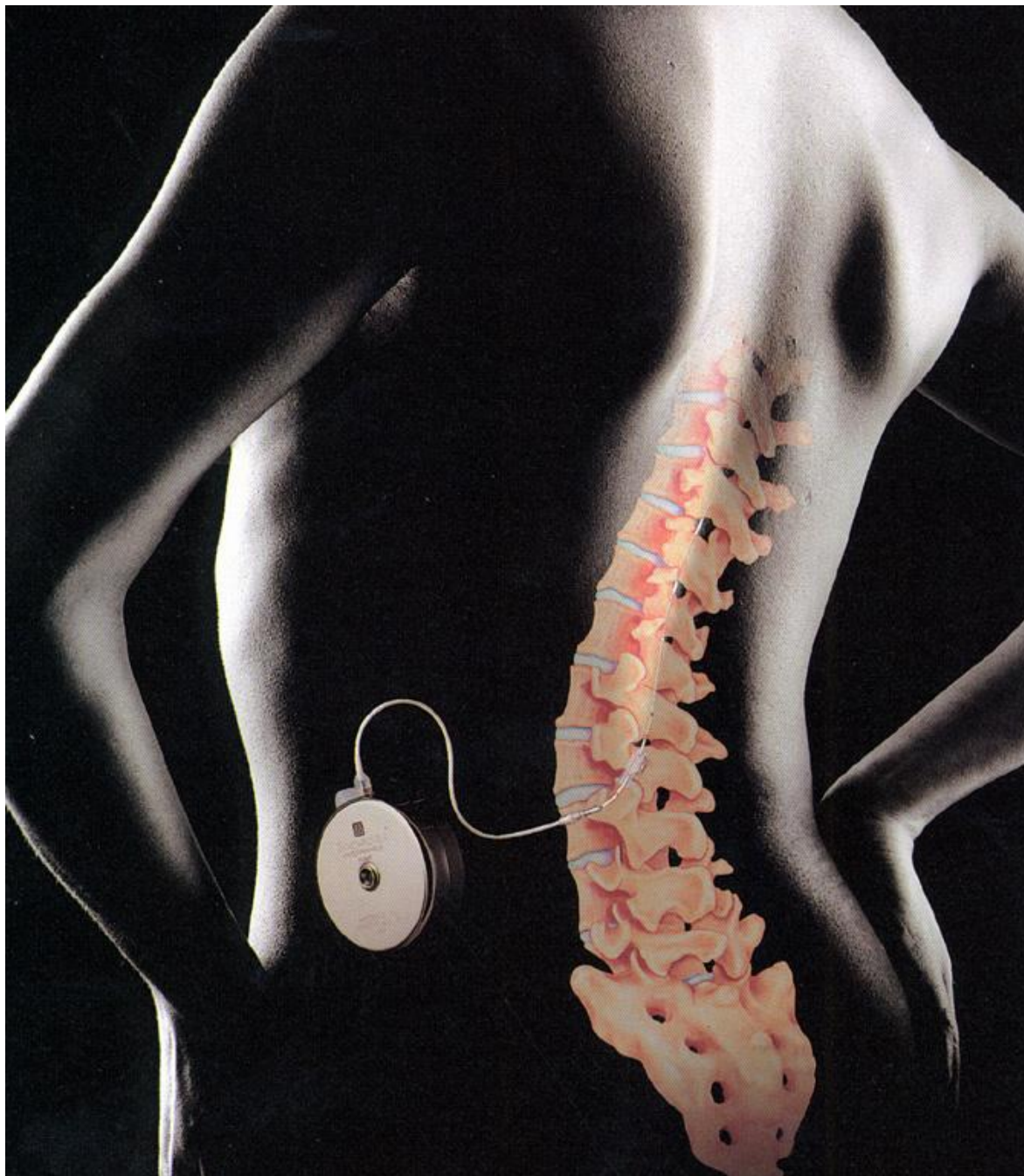
- deafferentációs arcfájdalom
- centrális fájdalom

DE !!!

- **teljes deafferentációs arcfájdalom, teljes bénulással, súlyos motoros deficittel járó fájdalom rossz prognosztikai faktor !!!.**

Kémiai neuromoduláció - gyógyszeradagolás helye

- intraspinális (IS)
- intracerebroventricularis (ICVDDS)



IDA DDS indikációk

- diffúz daganatos fájdalom
- somaticus viscerális fájdalom (daganat, chr. pancreatitis)
- osteoporosis
- nociceptív fájdalom
- multiplex fájdalom (trunkális/axiális)

[Pain Physician](#). 2011 May-Jun;14(3):219-48.

Intrathecal therapy for cancer and non-cancer pain.

[Hayek SM](#)¹, [Deer TR](#), [Pope JE](#), [Panchal SJ](#), [Patel VB](#).

- Literature search through EMBASE, Medline, Cochrane databases, and systematic reviews as well as peer-reviewed non-indexed journals from 1980 to December 2010.
- **CONCLUSION:**
- evidence for **cancer-related pain** is moderate
- evidence **limited to moderate** from non-randomized studies for **non-cancer related pain**.

Examples of Chronic Pain Treated with SCS and TDD

Condition	Spinal Cord Stimulation	Targeted Drug Delivery	
		Morphine	Ziconotide
Failed Back Syndrome	✓	✓	✓
Spinal Stenosis		✓	
Radicular Pain Syndrome	✓	✓	
Complex Regional Pain Syndrome	✓	✓	✓
Cancer Pain		✓	✓
Compression Fractures from Osteoporosis		✓	

Medtronic Spinal Cord Stimulation Indication Statement (US), A03526001, 2004.

For a more comprehensive list, and a list of references, see professional.medtronic.com/pain-indications.

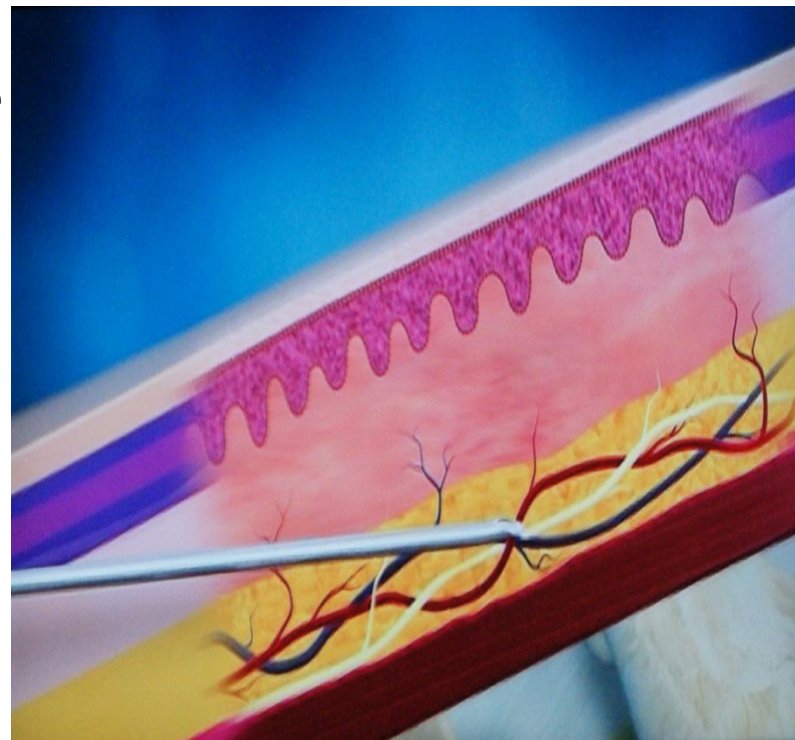
Neuromoduláció krónikus fájdalom

Konklúzió

PNS (PNfS) for pain

[Neuromodulation](#). 2014 Aug;17(6):515-50;. [Deer TR](#)¹

- For head and neck, the committee said that when possible, extracranial stimulation should be "an earlier option in the treatment algorithm.,,
- **CE mark** approved in Europe
 - occipital neuralgia
 - chronic migraine
- Medtronic **CE Mark**
 - Chronic Back Pain



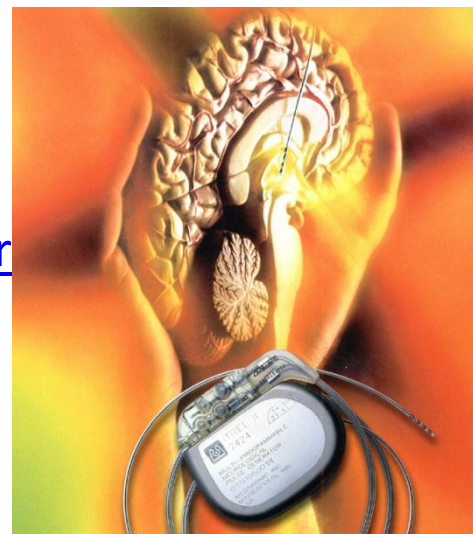
SCS for pain

[Neuromodulation](#). 2014 Aug;17(6):515-50;. [Deer TR](#)¹

- approved by the **FDA for**
-failed back surgery syndrome,
-complex regional pain syndrome,
-radiculopathy, (traumatic neuropathies, diabetic neuropathy, postherpetic neuralgia).
- In Europe **CE mark** for
-refractory angina pectoris
-peripheral limb ischemia

DBS for pain

[Neuromodulation](#). 2014 Aug;17(6):515-50;. [Deer](#)



- DBS is **limited** by its inherent **invasiveness** and **risks**.
- for certain painful conditions, including **facial pain due to damaged trigeminal nerves**,
- may not be the best treatment for pain
- has not been tested for this in randomized clinical trials,

MCS for pain

Surg Neurol Int. 2012; 3(Suppl 4): S290–S311.

- **facial chronic neuropathic pain**
- **safe and efficacious** when previous managements have failed;
- most successful for:
- **trigeminal neuropathic/deafferentation pain**
- **central poststroke pain,**
- however, there is still lack of strong evidence (larger randomized controlled multicentre studies)

Neuromoduláció

neuropátiás fájdalom konklúziók

- **SCS:** „on-label” FBSS, CRPS (level B), angina, PVD
- **PNS:** „on-label”
 - migrén, occipitális neuralgia, (fej-nyak fájdalom)
 - LBP (derékfájdalom)
- **IDA:** „on-label” diffúz, multiplex fájdalmak főleg daganatos
- **DBS:** „off label” arc-fej fájdalom, cluster.
- **MCS:** „off label” centrális post-stroke és deafferentációs arcfájdalom (level C).

Konklúzió

- Konzervatív kezelésre nem javuló krónikus posztoperatív fájdalom hatékonyan kezelhető neurostimulációval
- Új stimulációs módok (DRG, burst, klio-Herz, hibrid, pozíció adaptív stb)
- Terápiás hatékonyság fokozható, paresztézia érzés elkerülhető
- Hagyományos stimulációs hatástalanság esetén is van megoldás

Munkatársak

Multidisciplináris munkacsoport

Univ. of Pecs, Hungary

Neurologysts: Komoly Sámuel, Kovács Norbert, Nagy Ferenc,
Aschermann Zsuzsanna, Deli Gabriella, Tasnádi Emese, Pusch
Gabriella

Neuropsychologist: Halasi Iringó,

Psychiatrist: Kovács Attila, Tényi Tamás, Fekete Sándor

Epileptologist: Janszky József, Bóné Beáta, Kalmár Zsuzsanna

Behaviour Scientist Dept.: Karádi Kázmér, Kállai János

Neurosurgeons: Balás István, Nagy Máté

Electrophysiologist: Horváth Zsolt, Kellényi Roránd, Deli Gabriella

Pain specialists: Almási Róbert, Horváth J. Attila, Heigl Péter, Embey-
Isztin Dezső

Cardiologist: Ajtay Zénó, Sárszegi Zsolt,

Urologist: Pytel Ákos, Szücs Kinga, Kenyeres Balázs

Rehabilitation nurs: Velényi Anita, Kubinkáné K. Erika

Parkinson nurs: Balázs Éva, Takács Katalin

Scrubnurs: Dörnyei Mária





Köszönöm a figyelmet !