Selkäydinstimulaatiohoito

Tässä artikkelissa esitetään selkäydinstimulaatiohoidon käytännön toteutusta ja mahdollisuuksia. Potilastapauksia on kolme. Kaikissa on saavutettu hyvä tulos. Toki aina ei ole näin. Joskus stimulaatiohoito ei onnistu tai laitteisto joudutaan poistamaan esim. infektion vuoksi.

Neuromodulaatiohoitojen osaaminen on Suomessa vielä valitettavan harvojen lääkärien käsissä. Tämä hoitomuoto kehittyy kuitenkin nopeasti ja yhä uusia potilaita tulee hoidon piiriin. Terveydenhuollon organisaatioilta tämä vaatii panostusta henkilökunnan koulutukseen, stimulaatiohoitojärjestelmien organisointiin ja seurantaan. Toivottavaa on, että stimulaattoriosaajat verkostoituisivat ja toisivat osaamisensa yhteiseen käyttöön. Stimulaattoripotilaat myös matkustavat ja voivat tarvita esim. säätöjä matkan aikana. Tällöin yhteistyö on kansainvälistä eri keskusten välillä.

Kokonaisuudessaan stimulaattoreita (sentraalinen, selkäydin tai perifeerinen) asennetaan Suomessa vielä hyvin vähän verrattuna esim. Ruotsiin, jossa yksittäinen kipulääkäri saattaa asentaa enemmän kuin koko Suomi yhteensä.

Stimulaattoripotilaan ohjaus

Potilaan pitää saada riittävästi ja ymmärrettävästi tietoa stimulaattorihoidon toteutuksesta, vaikutuksista, ongelmista, tehosta ja kestosta. Potilaan pitää tietää, mitä hoito vaatii itseltä, paljonko aikaa ja vaivaa, ja mihin hoito vaikuttaa. Mikä on hoidoin jatkuvuus ja mistä on saatavissa apua ongelmatilanteissa. Tämä tieto tulisi saada jo ennen kuin ryhdytään ns. koestimulaatioon.

Tavallisesti mahdollisesta stimulaattorihoidosta keskustellaan vaikeissa kiputilanteissa, jos muilla hoidoilla ei ole saatu riittävää vastetta. Tällöin kyseessä on lähinnä yleiskeskustelu, jossa potilas saa tietää perusasiat ja saa omin käsin koittaa stimulaattoria, säätölaitetta ja elektrodeja. Tässä vaiheessa jotkut ilmoittavat, että he eivät halua vierasesineitä ihon alle. Jos potilas on kiinnostunut aiheesta, voidaan jatkaa ja syventää tietämystä. Tällöin näytetään ohjelmointilaitteen avulla, mitä stimulointi/ohjelmointi tarkoittaa. Käytössä on myös teoreettisia mallikuvia stimulaation vaikutuksista selkäydintasolla.

Koestimulaatio on äärettömän tärkeä. Se voi epäonnistua kolmesta syystä - tekniset ongelmat laitteissa, väärin asennettu elektrodi tai muu asentamiseen liittyvä seikka tai komplikaatio. Viimekädessä tällöin testataan myös potilaan osaaminen ja stimulaattorin käyttö reaalitilanteessa. Joillakin potilailla tässä on selviä ongelmia. Jos potilasohjaus on ollut puutteellista, koestimulaatio voi epäonnistua. Joissakin tilanteissa koestimulaatio on syytä uusia ja vaihtaa tekniikkaa, esim. elektrodia.

Ohjauksessa tärkeintä on konkretia. Potilaalle on annettava realistinen kuva. Osalle potilaista stimulaaattorihoito mahdollistaa aikaisempaa paremman elämän. Osalla on hoidossa jatkuvasti ongelmia ja osa ei voi vähentää lääkityksiään toivotusti.

Stimulaattori on korkean teknologian tuote, joka vaatii hyvät alkuvalmistelut, taitavan asennuksen ja säädöt, ja mikä tärkeintä, suunnitellut kontrollit esim. 1 - 2 kk, 6 kk, 1v ja sitten esim. 1 - 2 kertaa vuodessa. Tarvittaessa yksilölliset lisäkäynnit ovat tarpeen ja joskus jopa päivystysluontoiset käynnit.

Stimulaattorihoidon etu on se, että se voidaan purkaa koska tahansa verrattuna esim. luudutukseen. Suomessa ei ole pelkona, että stimulaattoreita käytettäisiin liikaa. Ongelmana on se, että stimulaattoreita käytetään liian vähän ja liian myöhään.

Selvitysten mukaan stimulaattorihoito on kustannustehokasta pitkällä aikajänteellä. Noin kolmessa vuodessa ko. hoito tulee edullisemmaksi kuin muut konservatiiviset tai operatiiviset hoidot.

Stimulaattorikertomus - sairaskertomuksen tärkeä osa

Stimulaattorihoitojen lisääntyessä täytyy kehittää yhtenäistä kirjaamista. Päivystystilanteissa ja potilaiden matkustamisen vuoksi olisi hyvä olla yhtenäiset käytännöt. Stimulaattoriosaaminen on vielä liian harvoissa käsissä, joten hyvin tärkeää on hyvä yhteistyö eri keskusten välillä. Tiedot jäävät säätäjän tietokoneen muistiin ja tietysti myös potilassäätimellä ne ovat luettavissa, jos osaa ne avata. Potilassäätimet on auktorisoitu vain omalle stimulaattorille, joten potilaalla oma säädin pitäisi olla aina matkassa. Mikäli säätö tehdään toisella potilasohjaimella, ongelmaksi tulevat erilaiset ohjelmistoversiot.

Allekirjoittanut **(Seppo Villanen)** on ottanut tavaksi kirjata sairaskertomukseen stimulaattorin tyypin ja sarjanumeron, elektrodin tyypin ja sarjanumeron, asennuspäivän ja kaikista tärkeimmän tiedon eli elektrodin paikan. Tämä kuvataan sanallisesti esim. Lamitrode S8 on keskiviivassa ja alin napa th 9 tasolla. Elektrodin paikasta tulee aina olla myös rtg -kuva tai läpivalaisuprintti otettuna kahdesta eri suunnasta. Näistä otan kuvat potilaan kännykällä, jolloin potilaalla on aina mukanaan kuva elektrodista. Jos tulee päivystystilanne ja elektrodi pitää paikantaa, niin vertailukuvat ovat aina potilaan mukana.

käytännössä

Neurostimulation Record

Patient:
Phone:
ICD-9 Code:
CPT Code:

Implant:	**GenesisXP (3609)**
Initial Session:	9.6.09
Serial Number:	9237
Lead Configuration:	Octrode
Programmer:	**Genesis Programmer (3850)**
Serial Number:	22179
Hours Used:	2386
Session Date:	**6.10.09**

IPG Program
Continuous Mode
Magnet Mode: On/Off

Freq	PW	Polarities	Perc	Comfort	MaxTol
48	260	+-+0 0000	6.30	15.40	24.50

Program 1
Continuous Mode
Magnet Mode: On/Off

Freq	PW	Polarities	Perc	Comfort	MaxTol
48	260	+-+0 0000	6.30	15.40	24.50

Program 2
Continuous Mode
Magnet Mode: On/Off

Freq	PW	Polarities	Perc	Comfort	MaxTol
50	299	0000 -++0	3.50	7.00	10.60

Program 3
Continuous Mode
Magnet Mode: On/Off

Freq	PW	Polarities	Perc	Comfort	MaxTol
200	260	+-+0 0000	6.70	9.90	13.20

Program 4
Continuous Mode
Magnet Mode: On/Off

Freq	PW	Polarities	Perc	Comfort	MaxTol
60	429	+-+0 0000	5.70	7.80	9.90

Potilaalle tehdään sitten yleensä useita erilaisia ohjelmistoja: yksi makuulle, yksi istumiseen ja yksi kävelyyn. Uusilla elektrodeilla ohjelmistovaihtoehtoja on tuhansia. Voidaan vaihtaa napaisuuksia, frekvenssejä, pulssileveyttä ja tehoja. Eri ohjelmia voidaan yhdistellä ja kellottaa eri tavoilla. Nykyään yhä harvempi käyttää vain yhtä ohjelmaa.

Elektrodin etäisyys selkäytimestä vaihtelee eri liiketilanteissa paljonkin. Selinmakuulla elektrodi on lähimpänä. Kävelyssä se voi olla kaukana - kyseessä on noin yhden - kahden millimetrin liike. Tällöin käytössä olevat navat ja tehot ovat erilaisia. Yhdellä ohjelmalla ei aina saada riittävää peittoa, jolloin joudutaan yhdistämään eri ohjelmia ja käytetään multistim -tekniikkaa. Ohjelmia voidaan myös käynnistää automaattisesti ja balansoida keskenään. Kaikki nämä ohjelmointitiedot ovat printattuna stimulaattorikertomuksen liitteenä, ns. ohjelmistoprintti. Siitä potilas saa mukaansa yhden kopion käsilaukkuun tai lompakkoon ja lähettävä lääkäri omansa. Potilaan omaan kännykkään voi tallentaa tätä stimulaattoritietoa.

Lisäksi stimulaattorikertomuksessa on pohdintaa ja kokeiluja eri säädöistä ja siitä, mihin tuntemukset tms. ovat menneet ja miltä eri ohjelmat ovat tuntuneet. Samoin ovat maininnat stimullaattorihoidon vaikutuksista.

Kuva 1. Vasemman lonkan sarkooman ja oper. jälktila, vaikea selkäkipu. Potilas oli opiaattilääkityksellä, kuntoutukset toteutettu ja fysioterapia käynnissä. Silti vointi ja kivut olivat vaikeita. Käytännössä potilas oli vuodepotilas ja harkittiin pysyvää laitospaikkaa. Päädyttiin kuitenkin kokeilemaan stimulaattoria selkäkipuun. Stimulaattorin asensi neurokirurgi Kari Sulkko. Aluksi tehtiin runsaasti töitä sopivien ohjelmien hakemiseksi. Yhdellä ohjelmalla saatiin suolen toimintaa parannettua. Sitten monien yritysten jälkeen saatiin stimulaatio menemään oikealle alueelle ja potilaan kuntoutuminen lähti käyntiin. Potilas pystyi liikkumaan lyhyitä matkoja kyynersauvoilla, ja nyt viimeksi hän tuli vastaanotolle ilman kyynersauvoja. Viimeisimmäksi hänelle tehtiin ns. korkeafrekventtinen ohjelma (nro 3), jolla saatiin lihaskramppeja helpotettua. Toinen ohjelma (nro 4) testaa pulssilevyttä.

Stimulaattorikertomuksessa on myös arvio akun kestosta, mitatut vastukset, stimulaattorin käyttöaika (eli onko potilas ylipäätään käyttänyt stimulaattoria), onko stimulaattorista ollut hyötyä vai ei, ovatko tuntemukset muuttuneet ja miten ovat muut hoidot, lääkitykset, kuntoutus, lausunnot yms. eli "säätökäynti" on muuten aivan tavallinen lääkärikäynti. Riippuu sitten paikallisesta työnjaosta, mikä osuus on hoitajalla ja mikä lääkärillä. Lääkärin on kuitenkin joka tapauksessa osattava säätää stimulaattorireita, jos mieli hyödyntää ko. hoitoa täysipainoisesti.

Stimulaattoripotilaan hoito on vaativaa ja säätöjen hakeminen vaatii todella pitkäjänteisyyttä ja yrittämistä yhä uudestaan ja uudestaan. Ohjelmointi vaatii myös potilaalta hyvää tarkkuutta ja keskittymistä. Puolituntia alkaa olla aika maksimiaika yhtäjaksoisesti. Pidän sitten yleensä tauon, jona aikana potilas saa rauhassa "maistella" eri ohjelmia, ja sitten taas jatketaan hikistä työtä.

Elektrodin paikantaminen ja muut ongelmat

Ajoittain tulee ongelmaksi se, että säätöjä ei saa menemään halutulle alueelle tai stimulaatio on olennaisesti muuttunut. Tällöin elektrodin paikka on varmennettava. Tämä tehdään läpivalaisulaitteistolla. Nikamat ns. neliöidään, ja huomioidaan mahdollinen nikamien rotaatio niin, että saadaan mahdollisimman suora, keskitetty kuva elektrodista. Otetaan ap -kuva ja sivukuva ja näitä sitten verrataan alkuperäisiin kuviin tai sairaskertomuksen tekstiin. Elektrodi voi siirtyä sivuttain, ylös tai alaspäin. Jos elektrodi on riittävän iso, esim. 8-napainen, ja alkuasennus on onnistunut hyvin ja käytössä ovat olleet keskimmäiset navat, voidaan ottaa käyttöön muita napoja eli ohjelmoida uudestaan. Mikäli elektrodi on kokonaan pielessä, ei auta kuin vaihtaa elektrodi tai yrittää siirtää sitä.

Muita ongelmia ovat arpikasvu elektrodien läheisyydessä. Tällöin vastusarvot nousevat ja joudutaan ohjelmoimaan uudet arvot. Joskus yksittäiset elektrodit menevät rikki tai johto katkeaa. Tilanteesta selvitään uudella ohjelmoinnilla. Joskus akku loppuu tai on ongelmia latauksen kanssa. Nämä tulisi ennakoida ja vaihtaa akku ennen kuin se on täysin tyhjä. Hoitoviiveitä ei saisi tulla.

Osalle potilaista stimulaatio heikkenee hoidon aikana. Jos uudella ohjelmoinnilla ei voida tilannetta ratkaista, joudutaan jopa asentamaan uusia elektrodeja ja kytkemään ne käyttöön. Hyvää laitetta ei kannata heti poistaa vaan miettiä muitakin vaihtoehtoja.

Potilastapaus 1. iskiasoireisto

Kyseessä 1972 syntynyt mies, jolla alkoi vuonna 1992 noston yhteydessä selkäalaraajakipu. Todettiin LIV/V -välilevytyrä, joka operoitiin. Muutaman kuukauden kuluttua oireet uusivat. Reoperaatio 1994, jota komplisoi postoperatiivinen hematooma. Potilaalle jäi hankala krooninen radikulaarinen kipu, jonka hoidoksi asetettiin medullastimulaattori 1996. Radikulaariseen kipuun stimulaatio auttoi, mutta laite jouduttiin poistamaan muutaman kuukauden kuluttua toimintahäiriön vuoksi. Potilas jatkoi sitkeästi työelämässä, kunnes jälleen nostamisen jälkeen kivut pahentuivat. Samaan väliin tehtiin vielä kolmas operaatio 1999. Leikkauksesta ei ollut apua, ja kroonisen alaraajakivun lisäksi jäi hankala selkäkipu ja vaikea allodyyninen tuntohäiriö LV -juuren hermottamalle alueelle. Neuropaattisen kivun lääkehoidosta huolimatta potilaalla olivat hankalat yösäryt ja hän oli työkyvytön. VAS -luokka 8 - 9 ja toiminnallinen haitta merkittävä. Lääkityksenä oli gabapentiini ja metadonihydrokloridi.

Potilaalle tehtiin 2003 selkäytimen sähköärsytyshoitokokeilu perkutaanisesti asetetuilla kahdella 4-napaisella elektrodilla ns. multielektrodi -tekniikalla (kuva 2). Peroperatiivinen stimulaatiokokeilu osoitti optimaaliseksi kohdaksi Th X/XI -korkeuden, josta stimulaatioparestesia saatiin sekä alaselkään että alaraajaan. Kahden viikon kokeilujakson aikana saatiin hyvä stimulaatiovaste ja kivunlievitys oli yli 50 %. Potilaalle asetettiin pysyvä pulssigeneraattori, jolla hoitovaste oli hyvä sekä alaselkä- että alaraajakipuun. Potilas pystyi lopettamaan kipulääkityksen kokonaan ja aloittamaan opiskelun uuteen kevyempään ammattiin.

Kuva 2. Iskiasoireisto. Dual elektrodit ns. taggered asemassa Th X/XI -korkeudella.

2004 toinen elektrodi rikkoutuu ja se vaihdetaan. Edelleen saadaan optimaalinen stimulaatiovaste ja hoito jatkuu. Potilas valmistuu uuteen ammattiin ja palaa työelämään.

2007 eli runsaat 4 vuotta laitteiston asettamisesta generaattorin akku loppuu. Potilaan kivut eivät kuitenkaan enää palaa ja koko laitteisto poistetaan.

Potilastapaus 2 selkäkipu, radikulaalirinen kipu, interstitielli cystiitti, yläraajan CRPS

1953 syntynyt mies, jolla LIV/V -välin diskusdegeneraatio ja vaikea krooninen selkäkipu. Selän suoristaminen mahdotonta ja vasenvoittoinen alaraajaan säteilevä kipu hyvin rasitusriippuvaista. 1998 tehtiin anteriorinen interbody-fuusio vapaalla luunsiirteellä, joka helpotti radikulaariseen kipuun ja ryhti parantui. Selkäkipu kuitenkin jatkui ja kehittyi fuusiosta huolimatta oikealle krooninen radikulaarinen kipu. Neuroradiologisissa tutkimuksissa ei ollut operoitavaa löydöstä. Fuusio oli onnistunut. Lisäksi potilaalla diagnostisoitiin interstitielli cystiitti, hankalimpana oireena pollacisuria. Kipulääkkeistä oli vaatimaton apu.

2003 asetettiin potilaalle selkäytimen sähköärsytyslaitteisto käyttämällä kahta 4-napaista perkutaanisesti asetettavaa elektrodia. Toinen astettiin Th VII -korkeudelle ja saatiin stimulaatiovaste alaselkään ja toinen ThX/XI -korkeudelle, josta hyvä vaste saatiin oikeaan alaraajaan. Stimulaatiohoidosta oli erittäin hyvä apu radikulaariseen kipuun, joka helpottui täysin ja kohtalainen vaikutus selkäkipuun, mutta rakko-oireet lievittyivät vaatimattomasti. Dual -elektrodien jatkojohtimen seutuun kehittyi haittaava, kiristävä arpi, joten jatkojohdin poistettiin generaattorin vaihdon yhteydessä 2007 ja dual-elektrodit korvattiin yhdellä kahdeksannapaisella keskiviivan ylikulkevalla elektrodilla (kuva 3). Hoitovaste on edelleen erinomainen alaraajakipuun ja kohtalainen selkäkipuun. Lääkkeitä ei ole lainkaan käytössä.

2008 potilaalle tehtiin vasempaan käteen kontraktuuran vuoksi leikkaus, jonka jälkeen potilas oli pitkään kivulias. Pikkusormi jäykistyi koukkuun ja amputoitiin 2/09. Kehittyi CRPS (complex regional pain syndrome).

Kuva 3. Selkäkipu, radikulaalirinen kipu, interstitielli cystiitti, yläraajan CRPS. Keskiviivan yli kulkeva 8-napainen elektrodi. Kuvassa näkyy myös kaularangan alueelle kulkeva toinen elektrodijohdin.

Oireisto paheni radikaalisti kaikista käytetyistä aktiivisista hoitomenetelmistä huolimatta. Oksikodonista tuli vain lievää helpotusta, mutta se aiheutti merkittävät sivuvaikutukset. 2009 asetettiin perkutaanisesti toinen 8-napainen elektrodi kaularangan alueelle (kuva 4), joka mahdollisti alemmilla elektrodeilla hermojuurten ja ylemmillä selkäytimen stimulaation. Hoitovaste hyvä yli 50 %:n kivunlievitys ja elektrodi yhdistettiin potilaalla jo olevaan generaattoriin. Multistimulaatio ohjelman avulla hoidetaan nyt samanaikaisesti sekä alaraaja- että yläraajakipua. Opiaattihoidosta ollaan luopumassa ja käden kuntoutus jatkuu.

Potilastapaus 3 angina pectoris

Potilas on eläkeellä oleva noin 65 vuotias nainen, lievä obesiteetti.

Maaliskuussa 2005 potilas sai inferoposteriorisen sydäninfarktin ja hänelle tehtiin useita PCI-toimenpiteitä ja lopulta CABG kahteen otteeseen, viimeisin vuonna 2006. Rytmihäiriötahdistin asennettiin postoperatiivisesti kammiovärinätaipumuksen vuoksi. Näistä toimenpiteistä huolimatta venagraftit tukkeutuivat edelleen. Sydänlihaksen gammakuvauksessa todettiin laajahko inferiorinen infarktiarpi. Vasemman kammion funktio säilyi kaikesta huolimatta suhteellisen hyvänä, EF 50 %. Potilas oli myös sydänsiirtoarviossa HUS:ssa, mutta indikaatiot siirrolle eivät täyttyneet hyvän sydänfunktion vuoksi. Ongelmaksi muodostuivat erittäin invalidisoivat rintakivut CCS 3-4 tasoisena kävelymatkan ollessa maksimissaan 50 metriä. Kivut alkoivat jo sängystä ylös noustessa ja nitroista tai muusta lääkityksestä ei ollut apua.

Joulukuussa 2007 Potilaalle asennettiin selkäydinstimulaattori. Muutamassa viikossa stimulaattorin asennuksen jälkeen kipu alkoi hellittää ja subjektiivinen vointi kohentua.

Nitron käyttö väheni ja myös alaraajasäryt hävisivät. Alaraaja iskemia on myös yksi selkäydin stimulaattorin indikaatioista. Tällä hetkellä potilas pystyy tekemään viiden kilometrin lenkkejä.

Taulukko 1. Angina Pectoris stimulaatiohoitoindikaatiot. Potilasvalinnan suorittavat kardiologi ja anestesiologi yhdessä. Tarvittaessa konsultoidaan psykologia.

1. Vaikeat rintakivut (NYHA III-IV, VAS > 7)
2. Optimoitu lääkitys
3. Merkittävä sepelvaltimotauti (1 stenoosi > 75 %)
4. Ei sopiva pallolaajennukseen tai ohitusleikkaukseen
5. Ohitusleikkaus ei paranna ennustetta
6. Potilas ymmärtää stimulaation ja osaa käyttää kaukosäädintä
7. Angina pectoris -kivun tulee paikallistua rintalastan alle

Taulukko 2. Angina Pectoris stimulaatiohoidon kontraindikaatiot.

1. Sydäninfarkti 3 kk sisällä
2. Hoitamaton sairaus, kuten verenpainetauti tai diabetes
3. Persoonallisuus häiriöt, psyykkiset ongelmat, esim. vaikea masennus
4. Raskaus
5. Infektio tmp alueella
6. Hankala anatomia
7. Antikoagulanttihoito, hyytymishäiriö
8. Addiktiivinen käyttäytyminen

Implantointitekniikka angina pectoris

Toimenpide tehdään leikkaussalissa paikallispuudutuksessa. Toimenpide kestää noin kaksi tuntia. Toimenpiteen aikana potilas makaa vatsallaan leikkauspöydällä.

Läpivalaisukontrollissa stimulaattorielekrodi uitetaan neulan kautta epiduraalitilaan dorsaalisesti. Optimaalinen sijainti elektrodin kärjelle on C7 – Th1 nikamakorpusten tasolla, keskiviivassa tai hieman lateraalisesti vasemmalla. Toimenpiteen aikana tehdään koestimulaatio, jossa stimulaattorin aiheuttama tuntemus saadaan rintakehälle, kipualueelle. Kun stimulaattorin elektrodi on paikallaan, elektrodi tunneloidaan ihon alle ja liitetään patteriin. Patteri asennetaan pakaraan tai vatsanpeitteiden alle.

Angina pectoris

Selkäydinstimulaattori on tehokas ja turvallinen hoitomuoto sydänpotilaille, joiden elämänlaatu on voimakkaasti heikentynyt vaikeiden ja jatkuvien rintakipukohtausten vuoksi. Stimulaattori parantaa rasituksen sietokykyä ja sillä on anti-iskemisiä vaikutuksia. Stimulaattori ei peitä voimakasta rintakipua, joka saattaa olla varoittava signaali uhkaavasta sydäninfarktista. Vaikutusmekanismi on monen tekijän summa ja tapahtuu sekä sydänlihaksen että keskushermoston tasolla.

Seppo Villanen, LL
fysiatri, yleislääketieteen el
kivunhoidon ja kuntoutuksen erityispätevyys
Vantaan Lääkärikeskus
Mehiläinen

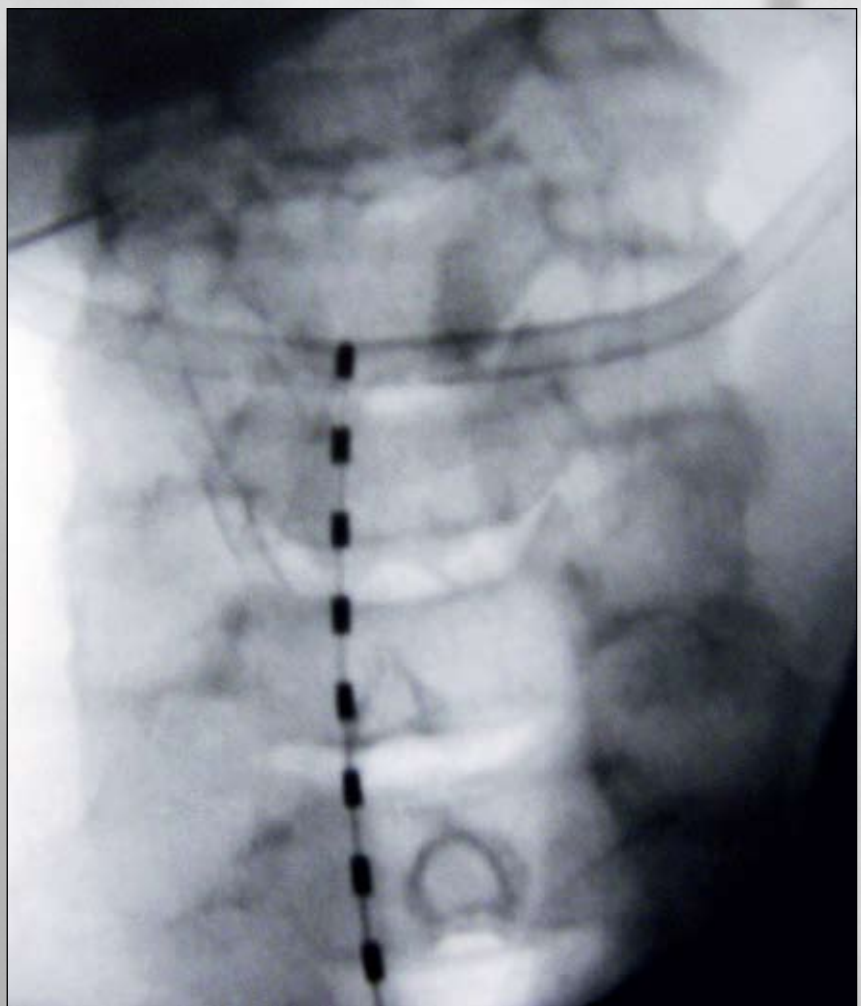
Selkäpotilaan stimulaatio:
Kari Sulkko
neurokirurgi

Anginapectoris-potilaan stimulaatio:
Markku Taittonen
anestesiologi
TYKS

Pirkka Rautakorpi, LT
anestesiologi
TYKS

Kirjallisuus:

- J.E. Sanderson, P. Brooksby, D. Waterhouse, R.B. Palmer and K. Neubauer, Epidural spinal electrical stimulation for severe angina: a study of its effects on symptoms, exercise tolerance and degree of ischaemia, Eur Heart J 13 (1992), pp. 628–633.
- S. Murray, K.G. Carson, P.D. Ewings, P.D. Collins and M.A. James, Spinal cord stimulation significantly decreases the need for acute hospital admission for chest pain in patients with refractory angina pectoris, Heart 82 (1999), pp. 89–92.
- I.A. TenVaarwerk, G.A. Jessurun and M.J. DeJongste et al., Clinical outcome of patients treated with spinal cord stimulation for therapeutically refractory angina pectoris, Heart 82 (1999), pp. 82–88.
- R.J. Gibbons, J. Abrams and K. Chatterjee et al., ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina—summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the management of patients with chronic stable angina), Circulation 107 (2003), pp. 149–158.
- P. Andrell, O. Ekre and T. Eliasson et al., Cost-effectiveness of spinal cord stimulation versus coronary artery bypass grafting in patients with severe angina pectoris—long-term results from the ESBY study, Cardiology 99 (2003), pp. 20–24.



Kuva 4. Sama potilas kuin kuvassa 3. Kaularangan alueella oleva epiduraalielektrodi.