



Foto fra operation med rygmærvsstimulation, Aarhus Universitetshospital.

Information om:

RYGMARVSSTIMULATION (SCS)

læge Kaare Meier

Anæstesiologisk afdeling,
Neurokirurgisk afdeling og
Dansk Smerteforskningscenter,
Aarhus Universitetshospital

Opdateret: september 2013, version 1.2.3

Henvendelser vedr. teksten kan ske på neuro@kaare.org

SYNONYMER:

Bagstrengsstimulation;

engelsk: SCS / Spinal Cord Stimulation, eller DCS / Dorsal Column Stimulation.

MÅLGRUPPE:

Denne information er primært målrettet patienter og pårørende til patienter, der enten allerede er i behandling med rygmarvsstimulation eller overvejer behandlingen.

Endvidere er teksten skrevet, så fx sundhedspersonale eller andre interesserede skulle kunne få bedst mulige vilkår for at vejlede om emnet.

Der er i teksten flere steder brugt en del fagudtryk; dette er helt tilsigtet for at lette læsningen af andet materiale om emnet, fx faglitteratur eller patientjournaler. Udtryk, der ikke er almindeligt dansk, er søgt forklaret i teksten.

BAGGRUND:

Rygmarvsstimulation (i det følgende oftest refereret til som SCS efter den udbredte, engelske forkortelse) er en kirurgisk behandling for kroniske smerter.

Behandlingen blev anvendt første gang på forsøgsbasis i 1967¹, men særligt i de senere år er der sket en betydelig udbredelse af metoden i takt med, at den tekniske udvikling har muliggjort langt mere avanceret og pålideligt udstyr. Der er ingen officielle statistikker over antallet af behandlede patienter, men forsøg på at anslå antal behandlinger har opgivet 28.000 alene i USA (2007)² eller 30.000 på verdensplan (2010)³.

SCS-behandling er en relativt højt specialiseret behandling og udføres derfor kun få steder i Danmark. Som regel vil den læge, der udfører behandlingen, have erfaring fra enten anæstesiologi ("narkose") eller neurokirurgi.

ANVENDELSE:

SCS anvendes primært inden for to områder⁴:

1)

Neurogene smerter (neuropatiske smerter eller ”nervesmerter”), især i arme og ben.

Neurogene smerter er kroniske, ofte meget svære smerter, der optræder som følge af en dysfunktion i nervesystemet. De skyldes oftest en direkte beskadigelse af nerver, fx efter en operation eller ulykke, men ses også ved visse sygdomme som fx diabetes⁵.

I USA er den hyppigste grund til SCS-behandling følger efter ryggkirurgi (ofte på engelsk benævnt failed back surgery syndrome, FBSS) med udstrålende smerter, fortrinsvis i benene^{6,7}.

Andre tilstande, der ofte kan behandles med rygmarvsstimulation, omfatter stumpsmerter efter amputation⁸, refleksdystrofi (CRPS I)⁹, causalgi (CRPS II), og direkte skader på perifere nerver eller nerveplexer.

Den primære behandling af neurogene smerter er medicinsk med smertestillende midler, men rygmarvsstimulation kan være en mulighed, hvis der trods optimal medicinsk behandling stadig optræder stærke smerter, eller hvis bivirkningerne af medicinen ikke kan tolereres.

Smerter, der skyldes direkte nervetryk fra fx en discusprolaps, behandles fortsat primært kirurgisk. SCS-behandlingens effekt er individuel og afhænger af grundsygdommen, men hos patienter med de ovennævnte lidelser vil 50-70 % opleve effekt.

I Danmark udføres det største antal SCS-behandlinger for neurogene smerter på universitetshospitalerne i Aarhus og Odense.

2)

Angina Pectoris (”hjertekramper”), svære smerter i brystet, der ikke kan behandles på anden måde.

En række undersøgelser tyder på, at rygmarvsstimulation muligvis kan forbedre ilttilførslen til hjertet, men det er vigtigt at pointere, at SCS er en *smertebehandling*. Den primære behandling af utilstrækkelig blodtilførsel til hjertet er fortsat medicinsk, såsom kolesterolsænkende midler, calciumantagonister og nitroglycerin; samt kirurgisk, typisk i form af PCI (”ballonudvidelse”) eller CABG (”by-pass”).

Hvis der trods relevant behandling alligevel er uudholdelige smerter, kan SCS være en mulighed¹⁰.¹¹ Behandlingen er effektiv i ca. 70-80 % af tilfældene.

I Danmark udføres SCS-behandling for angina pectoris altovervejende på Odense Universitetshospital.

Desuden pågår en mængde forskning i takt med den tekniske udvikling for at undersøge effekten af behandlingen på andre smertetilstande.

Der er rapporteret god effekt af SCS også til behandling af smerter, som skyldes nedsat blodforsyning til benene (engelsk: peripheral vascular disease, PVD), men endegyldig dokumentation for effekten haves stadig ikke^{12,13}. Behandlingen anvendes pt. ikke i Danmark til dette formål.

Et af de mest undersøgte (og naturligvis også kommercielt interessante) områder i disse år er rygsmerter, fortrinsvis lænderygsmerter, hvor nyere undersøgelser tyder på en lovende effekt af visse typer elektroder¹⁴.

Aarhus Universitetshospital har bidraget til en større international undersøgelse af patienter med smertefuld diabetisk neuropati i benene ("nervebetændelse" hos sukkersygepatienter), hvor der i mindre studier^{15, 16} er vist gode resultater.

Andre områder, hvor effekten endnu er uafklaret, er fx fantomsmerter¹⁷, skader på rygmarven¹⁸ og postherpetiske neuralgier (kroniske smerter efter "helvedesild")^{19, 20} og kroniske abdominalsmerter²¹ (især ved kronisk pankreatitis, "betændelse i bugspytkirtelen").

Resultater fra dyreeksperimentelle studier tyder desuden på, at SCS kan have en effekt ved Parkinsons syge; dette er dog absolut på eksperimentalstadiet²².

De forelæggende data tyder på, at effekten er begrænset ved smertetilstande, der skyldes tidligere apopleksi ("slagtilfælde"), komplet tværsnitsskade af rygmarven og totale rodavulsioner (komplet afrivning af nerverødder helt inde ved rygmarven)⁸.

Det er vigtigt at pointere, at SCS er en behandling af lokaliserede smertetilstande, altså smerter i ét eller få veldefinerede områder. Behandlingen er med vores nuværende viden *ikke* anvendelig til generaliserede smertetilstande som fx fibromyalgi. Ligeledes er der ikke data, der støtter SCS til behandling af fx gigtlidelser.

KONTRAINDIKATIONER:

Visse forhold kan helt udelukke behandlingen (*absolutte* kontraindikationer) eller nødvendiggøre yderligere overvejelser/undersøgelser (*relative* kontraindikationer).

Absolutte kontraindikationer omfatter blandt andet:

- manglende evne til at håndtere den medfølgende fjernbetjening (fx demens eller psykoser)
- alvorlige forstyrrelser af blodets størkningsevne (koagulationsforstyrrelser), også i form af nødvendig, blodfortyndende behandling, der ikke kan pauseres (såkaldt AK-behandling med Marevan eller Marcoumar)
- graviditet (allerede igangværende behandling udelukker formentlig ikke graviditet, selv om behandlingen anbefales pauseret under selve graviditeten).

Relative kontraindikationer omfatter blandt andet:

- pacemaker / ICD (implantable cardioverter-defibrillator)
- blodfortyndende behandling med såkaldte trombocytfunctions hæmmere som persantin eller clopidogrel (Plavix)
- betydeligt nedsat immunforsvar
- nødvendighed af MR-scanning efter implantation

BEHANDLINGSPRINCIP:

Behandlingen består af implantation af en tynd *elektrodeledning* (engelsk: lead) af silicone med små indlejrede, uafhængige metalkontakter. Gennem et mindre kirurgisk indgreb lægges elektroden ind i rygmarvskanalen (i det såkaldte epiduralrum) tæt op ad selve rygmarven.

Elektrodeledningen forbindes under huden til en *impulsgenerator* (en IPG, Implantable Pulse Generator), ofte blot kaldet "batteriet", der omtrent har størrelse og form som de pacemakere, der bruges til at behandle uregelmæssig hjerterytme. IPG'en placeres i en lomme under huden, typisk enten på maven eller over balden.

Ved hjælp af impulsgeneratoren udsender elektroden svage strømimpulser, der påvirker rygmarven direkte. Resultatet bliver en snurrende, prikkende eller kildrende fornemmelse (såkaldte paræstesier) i det område af kroppen, der modsvarer elektrodens placering. Hvis behandlingen har effekt, vil de kroniske smerter mindskes eller i enkelte tilfælde helt forsvinde og i stedet erstattes af en svag snurren.

UDSTYR:**Elektroder**

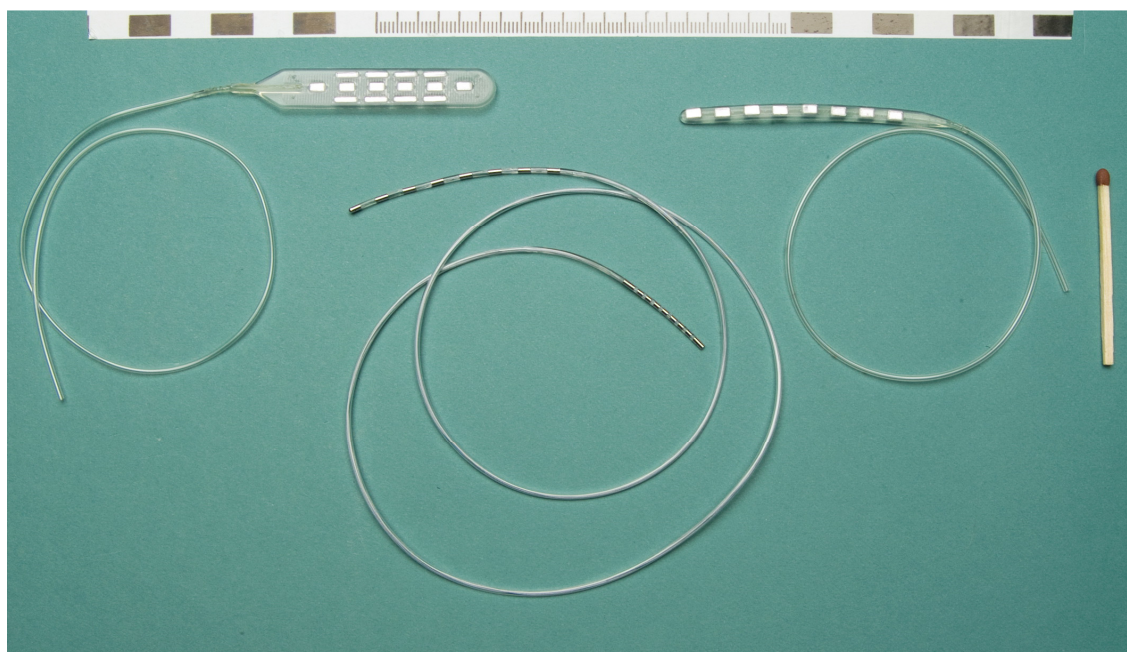
Der anvendes to hovedtyper af elektroder; *perkutane* elektroder med typisk 4 eller 8 kontakter (ofte kaldet "runde elektroder" eller percutaneous leads) eller *pladeelektroder* med op til 20 kontakter (ofte kaldet "flade elektroder", "kirurgiske elektroder" eller paddle leads).

De *perkutane elektroder* kan oftest indsættes i lokalbedøvelse gennem en speciel kanyle. Fordelen er det mindre omfattende indgreb samt større sikkerhed for korrekt placering, fordi patienten er vågen og selv kan tale frit med kirurgen undervejs.

Anlæggelse af *pladeelektroder* indebærer derimod fjernelse af en mindre del af en ryghvirvel (laminektomi eller hemilaminektomi), hvilket derfor ofte kræver, at patienten lægges i fuld narkose.

Fordelen er især større fysisk stabilitet af elektrodens placering samt mindre strømforbrug og dermed længere levetid for batteriet. Desuden tyder erfaringen på, at visse typer vanskeligt behandlelige smerter (fx rygsmerter) er nemmere at behandle med pladeelektroder.

Der er i 2010 blevet markedsført en ny type elektroder, der er en art hybrid mellem de perkutane og de kirurgiske elektroder. Anlæggelsen kan ske i lokalbedøvelse som med de runde elektroder, men de foreløbige erfaringer tyder på, at mange af fordelene ved de konventionelle flade elektroder bevares.



Eksempler på forskellige elektrodetyper med en alm. tændstik til sammenligning.
Fra venstre mod højre: Pladeelektrode, perkutan elektrode og hybridelektrode.

IPG'er

Der anvendes to hovedtyper af IPG'er, de genopladelige og de ikke-genopladelige. Begge typer kræver udskiftning inden for en årrække, men de førstnævnte vil ved sammenlignelig brug have væsentligt længere levetid. Ulempen ved de genopladelige er, at de skal lades op af patienten selv med dages mellemrum, samt en markant højere pris ved anskaffelse.

IPG'en kan indstilles trådløst ved hjælp af en programmeringsenhed med en antenne, således at patienten selv kan skrue op og ned for styrken efter behov.

Den behandlende læge eller anden specialist kan ved hjælp af programmeringsenheden nøje styre strømmen i elektrodens enkelte kontakter og derved flytte og ændre på stimulationen, så der opnås bedst mulig effekt.



Eksempel på IPG med et alm. AA-batteri til sammenligning.

For indeværende markedsfører fire producenter udstyr til rygmarvsstimulation i Danmark (listet alfabetisk):

ANS / St. Jude Medical

Boston Scientific

Medtronic

Nevro

Den teknologiske udvikling inden for området er meget hurtig, og et stort antal andre producenter er på vej med udstyr til rygmarvsstimulation.

OPERATIONEN:

Inden operationen vil patienten blive vurderet af en læge. På Aarhus Universitetshospital foretages vurderingen i reglen af en neurokirurg i samarbejde med en specialist i smerter, men der er ikke faste regler herfor.

I Aarhus, hvor der forskes i behandlingen, vil patienten endvidere i mange tilfælde blive grundigt undersøgt af en specialuddannet smertesygeplejerske samt blive bedt om at udfylde en række skemaer til vurdering af bl.a. smerteintensitet og livskvalitet både før og flere gange efter operationen.

Ved selve operationen placeres patienten i reglen på maven, og der anlægges drop samt gives forebyggende antibiotika.

Hvis der vælges en *perkutan* elektrode, anlægger kirurgen selv lokalbedøvelse. Nogle steder, blandt andet i Aarhus, vælger man desuden under operationen at supplere lokalbedøvelsen med en lav dosis af et hurtigtvirkende stof, der enten er morfinlignende, ofte remifentanyl (Ultiva), eller et sovemiddel, ofte propofol (Diprivan).



Foto fra operation med rygmarvsstimulation, Aarhus Universitetshospital. Bemærk diameteren af elektrodeledningen.

Efter afsprøjtning og afdækning laver kirurgen et kort snit i huden over selve rygraden. Herigennem sættes en speciel nål (Tuohy-kanylen) ind i selve rygmarvskanalen, som elektroden kan føres ind igennem. Selve teknikken ligner anlæggelse af en epidural blokade, der fx bruges som kortvarig smertestillende ved mange fødsler og ved visse operationer.

I tilfælde af, at kirurgen har valgt en hybridelektrode, bruges et særligt plastkateter til at udvide hullet med, så der er plads til den lidt større elektrode.

På grund af rygsøjlets opbygning vil man stort set altid vælge at indføre nålen længere nede end den

forventede endelige placering, og elektroden skal derfor føres længere op. Denne del af operationen foregår vejledt af røntgen (ved brug af fluoroskopi, en "gennemlyser") og er meget afhængig af individuelle forhold inde i rygmarvskanalen; således er tidsforbruget i denne fase ofte stærkt varierende fra patient til patient.

Når kirurgen vurderer, at elektroden er korrekt placeret, kobles den til en speciel programmeringsenhed og aktiveres. Hvis patienten ikke umiddelbart føler den karakteristiske snurren i det normalt smertefulde område, forsøger man via programmering af de forskellige kontakter at opnå den ønskede effekt.

Kan dette ikke lade sig gøre, flytter kirurgen på elektroden inde ved rygmarven, og der forsøges igen. Denne proces kan gentages flere gange; dette er helt normalt.

Hvis det viser sig umuligt at få elektroden placeret korrekt, kan det være nødvendigt at trække elektroden helt ud og gøre fornyet indstik.

Selve aktiveringen og indstillingen af de enkelte kontakter varetages ofte under operationen af en

specielt uddannet person, fx en sygeplejerske eller en specialist fra virksomheden, der leverer udstyret. Vurderingen af elektrodeplaceringen foregår i tæt samarbejde mellem læge og patient.



Foto fra operation med rygmarvsstimulation, Aarhus Universitetshospital. Den indopererede elektrode aktiveres af specialist fra producenten.

Hvis der i stedet skal anlægges en *pladeelektrode*, anvendes ofte fuld bedøvelse. Efter afspritning og afdækning laver kirurgen et snit i huden over selve ryggraden og fortsætter med at frilægge et lille udsnit af selve rygsøjlen. Herefter laves et lille vindue gennem en del af knoglen ind til selve rygmarvskanalen, hvorefter den flade elektrode skubbes direkte gennem åbningen og fæstnes over rygmarvshinden umiddelbart oven for. Aktivering og vurdering af elektrodens placering vil foretages, når patienten igen er ude af narkosen. I visse tilfælde kan kirurgen vælge at vække patienten undervejs for at vurdere effekten – i så fald vil det foregå i et omhyggeligt samarbejde mellem narkosespecialist og kirurg, ligesom

patienten vil være orienteret om muligheden, inden operationen påbegyndes.

Hvis det kan forventes at være vanskeligt at opnå den ønskede stimulation, kan kirurgen vælge at gennemføre operationen med intensiv lokalbedøvelse i kombination med hurtigtvirkende smertestillende, således at der kan kommunikeres mellem læge og patient undervejs.

En sidste mulighed er at gennemføre hele operationen med anlæggelse af pladeelektroden i såkaldt regional anæstesi (spinal eller epidural anæstesi), hvor man bedøver en del af rygmarvsnerverne i området omkring operationsstedet. Denne fremgangsmåde er efter forfatterens viden ikke anvendt i Danmark.

Når elektroden (uanset om der er tale om en flad eller en rund type) vurderes at være anlagt optimalt, fikseres den grundigt til bindevævet omkring rygsøjlen. Herefter kan kirurgen vælge at gennemføre en testperiode (engelsk: trial stimulation) eller at gennemføre en komplet implantation umiddelbart.

Vælges der at gennemføre en *testperiode*, vil en speciel forlængerledning blive koblet til elektroden, der så tilsluttes en ekstern impulsgenerator. Patienten får apparatet med hjem til vurdering, og hvis der i testperioden, der kan variere fra få dage til en måned, optræder betydelig smertelindring, kan den egentlige IPG isættes under huden til permanent brug. Dette kræver et nyt, mindre, kirurgisk indgreb.

Nogle centre vælger også at skifte elektroden samtidig med implantationen af den permanente IPG, andre skifter blot forlængerledningen.

Vælges der i stedet at gennemføre en *komplet implantation*, vil elektroden i stedet blot i samme seance blive ført under huden på patienten og koblet til en IPG.

Der kan argumenteres for og imod brugen af trial stimulation (og længden af denne), men praksis varierer afhængigt af den enkelte kirurgs holdning og ikke mindst de økonomiske betingelser i forskellige landes sundhedssystemer.

EFTER OPERATIONEN

Hvis der er anlagt en perkutan elektrode, vil smerterne efter indgrebet i reglen kunne klares med håndkøbsmedicin, og patienten vil stort set altid kunne udskrives samme dag eller dagen efter. Hvis der er anlagt en kirurgisk elektrode, kan en kort indlæggelse være påkrævet, og der kan optræde smerter efter operationen, der kræver stærkere smertestillende.

Der er ikke enighed om, hvilke forholdsregler, patienten selv skal tage efter operationen. Generelt må det formentlig anbefales at undgå tunge løft i hvert fald i 4 uger efter operationen, indtil kroppen har haft tid til at danne arvæv omkring elektroden.

Fjernelse af sting efter operationen afhænger af, hvilken type tråd, der er anvendt til at lukke operationssåret; i nogle tilfælde vælges der at sy med en speciel trådtype (intracutan sutur), der ikke skal fjernes, andre gange kan der sys med almindelige sting eller anvendes metalclips.

Sygeplejersken på operationsafsnittet vil oplyse om stingfjernelse og forholdsregler omkring badning.

Patienten skal fortsætte med sin vanlige smertestillende medicin efter operationen. Hvis der er god effekt på smerterne, kan den medicinske behandling senere trappes ud i samarbejde med patientens vanlige læge, men på grund af kroppens tilvænning til medicinen, bør man under ingen omstændigheder på eget initiativ afbryde sin vanlige behandling.

KOMPLIKATIONER:

Rygmarvsstimulation betragtes generelt som en meget sikker behandling med få komplikationer²³. Metoden er reversibel (man kan let tage elektroden ud igen) og ikke-destruktiv (der skal ikke kirurgisk permanent ændres dele af nervesystemet), og der er tilsyneladende ikke påvist skadelige effekter ved lang tids brug.

Imidlertid er der stadig tale om et kirurgisk indgreb i omgivelserne omkring rygmarven, hvilket naturligvis altid medfører en risiko. De fleste af de nedenfor nævnte komplikationer er fælles med dem, der kan optræde i forbindelse med beslægtede procedurer som fx anlæggelse af en epidural blokade eller en operation for discusprolaps.

Infektion

Ethvert indgreb kan medføre en infektionsrisiko. I de fleste tilfælde vil infektionen være isoleret (fx i huden) og kan behandles med antibiotika, men i enkelte tilfælde må udstyret fjernes. Der kan så oftest gøres et nyt forsøg, når infektionen er behandlet. Det kan ikke udelukkes, at der i sjældne tilfælde kan opstå infektion i centralnervesystemet (meningitis eller en absces (byld) i rygmarven). Infektionsrisikoen ligger samlet i størrelsesordenen 5 %, men øges ved diabetes og ved tilstande med nedsat immunforsvar.

Durapunktur

Da elektroden skal placeres meget tæt på selve rygmarven, kan der opstå en lille rift i den fibrøse hinde, der omgiver den (durasækken). Risikoen ligger omkring 5%, og ofte vil der ikke opstå gener. Hvis der optræder symptomer, kan de opstå op til tre dage efter indgrebet (i en del tilfælde umiddelbart efter) i form af hovedpine, der er karakteristisk ved at forværres i stående stilling og bedres i liggende stilling (spinal hovedpine eller post-durapunktur-hovedpine). Behandlingen er sengeleje, men undertiden kan tilstanden kræve genindlæggelse, hvor der ofte vil forsøges behandling med koffein. Ved manglende effekt heraf kan en narkoselæge eller en neurokirurg sprøjte en lille smule af patientens eget blod ind i rygmarvskanalen (blood patch), hvilket næsten altid fører til hurtig lindring. Hvis kirurgen allerede under operationen opdager en skade på durasækken, kan man vælge at anlægge blood patch under selve operationen.

Elektrodemigration

Elektroden fikseres dels kirurgisk under operationen, dels omsluttet den efter få uger af kroppens eget væv, men ved hård fysisk aktivitet kan den rive sig løs (displacering) og derved miste sin virkning. Elektroden kan også flytte sig spontant (spontan migration) eller fx ved fald; risikoen er størst i ugerne lige efter operationen. Omplacering af elektroden kræver et nyt kirurgisk indgreb, og i visse tilfælde kan det være mere kompliceret end det første på grund af arvævsdannelse.

Svigt af udstyr

Selv om den tekniske kvalitet af udstyret er under streng kontrol, kan der altid opstå fejl. Elektroden kan beskadiges i forbindelse med indgrebet eller svigte spontant, ligesom IPG-enheden kan gå i stykker.

Smerter/ubehag fra selve udstyret

I visse tilfælde kan selve udstyret give anledning til gener. Oftest kan dette behandles ved omhyggelig pleje af overliggende hud, men undertiden må udstyret flyttes eller i yderste konsekvens helt fjernes.

I sjældne tilfælde kan udstyret over tid forårsage direkte hul i den overliggende hud (erosion). Det kan undertiden ses hos patienter, hvor forbedring af smertetilstanden fører til øget fysisk aktivitet og/eller reduceret medicinforbrug, hvilket igen kan medføre vægttab, så udstyret ad den vej kommer tættere på huden overflade.

Erosion af huden vil medføre infektion og skal derfor omgående behandles.

Epiduralt/spinalt hæmatom

Der kan i sjældne tilfælde i forbindelse med indsættelsen af elektroden opstå en blødning inde i selve rygmarvskanalen (spinalt hæmatom). Blodansamlingen kan give anledning til tryk på rygmarven eller nerverødderne og kan give sig udslag i ændret følesans eller nedsat kraft i et område svarende til placeringen. I reglen svinder hæmatomet og symptomerne langsomt af sig selv, men i sjældne tilfælde kan der optræde blivende symptomer, ligesom en stor blodansamling kan nødvendiggøre et kirurgisk indgreb.

Risikoen er meget lille, men optræder der skader, kan følgerne række fra diskrete føleforstyrrelser i et mindre isoleret område til større lammelser.

Et spinalt hæmatom må ikke forveksles med den uskadelige blodansamling, der kan opstå fx lige under huden (subcutant hæmatom) ved operationen og som ikke giver symptomer fra nervesystemet.

Direkte skade på rygmarv/nerverødder

Alle indgreb nær rygmarven indebærer en risiko for direkte beskadigelse af nerver eller rygmarv. Følgerne er de samme som nævnt under spinalhæmatomet, men risikoen er ligeledes meget lille.

Generelt om komplikationer

Listen over mulige komplikationer er lang, men i praksis optræder der kun yderst sjældent blivende symptomer. De fleste af de potentielt alvorlige komplikationer kan behandles, hvis de opdages hurtigt.

Hvis man som patient efter indgrebet oplever, at noget ikke er, som det skal være, kontakt da med det samme den behandlende læge/afdeling eller alternativt vagtlæge. Faresignaler kan være

- infektionstegn som feber, almen utilpashed eller forandringer omkring operationsarret
- svær hovedpine eller bevidsthedssvækkelse
- føleforstyrrelser
- nedsat kraft i arme eller ben

ULEMPER

Ud over risikoen for egentlige komplikationer til behandlingen, medfører bagstrengsstimulation visse uundgåelige ulemper.

- På grund af risikoen for, at elektroden kan rive sig løs, kan det være nødvendigt at lægge visse begrænsninger på, hvilke *fysiske aktiviteter*, man kan deltage i. Der kan ikke gives faste regler for, hvilke bevægelser, der bør undgås, men voldsomme vrid i rygsøjlen (teoretisk også i form af fx kiropraktik) kan erfaringsmæssigt udgøre en risiko.

Af hensyn til udstyret er man også afskåret fra at dyrke sportsdykning over 6 meters dybde.

- Nogle patienter oplever den *snurrende fornemmelse* som generende. Problemet kan i reglen bedres eller helt løses via programmering, men nogle ganske få patienter ønsker systemet fjernet eller slukket af samme grund.

- Selv om elektroden efter få uger ligger ret fast i rygmarvskanalen, flytter selve rygmarven sig ganske lidt ved bevægelse; især kan der være betydelig forskel, når man lægger sig på ryggen. Det vil oftest kunne mærkes som *forskel i stimulationen*, der som regel føles kraftigst i rygleje og mindst kraftig i stående stilling. Patienten vil derfor selv skulle være opmærksom på at skrue op og ned for stimulationen i forbindelse med større stillingsskift, hvilket kræver nogen tilvænning. Specielt elektroder placeret i halsen til behandling af smerter i arm og hånd er udsatte på grund af halshvirvelsøjlels store bevægelighed. Det kan medføre ret betydelige ændringer i stimulationen ved hoveddrejning, hvilket af nogle patienter opfattes som temmelig generende.

- Det udstyr, der sidder i kroppen, medfører visse rent tekniske begrænsninger.

Som udgangspunkt må *MR-scanninger* undgås, selv om nogle undersøgelser tyder på, at visse scanninger (op til 1,5 Tesla) godt kan gennemføres²⁴.

Ved fremtidige kirurgiske indgreb må der ikke anvendes *diatermi* (en type brændere).

Pacemakere kan, afhængig af udstyr og placering i kroppen, være et problem.

Der er rapporteret om udslag på lufthavnes *metaldetektorer*, men problemet synes svindende med moderne udstyr.

Endelig har der været problemer med visse ældre typer impulsgeneratorer, de såkaldte RF-IPG'er (radio frequency), hvor patienter har oplevet problemer med butikkers apparater til tyverisikring ved udgangen. Disse IPG'er markedsføres ikke længere i Danmark efter forfatterens vidende.

VIRKNINGSMEKANISME:

Når elektroden ligger korrekt, vil den stimulere den bagerste del af rygmarven, den såkaldte bagstreng (engelsk: dorsal column), eller i visse tilfælde nerverødderne, der hvor de træder ind i selve rygmarven (rodstimulation).

Trods intens forskning i området er den præcise virkningsmekanisme endnu ikke klarlagt. Det oprindelige, teoretiske fundament for behandlingen var den såkaldte Gate Control Theory of Pain, der første gang blev offentliggjort i 1965²⁵. Princippet i teorien er, at aktivering af andre nervefibre (proprioceptive fibre eller A β -fibre) så at sige inde i rygmarven kan "overdøve" signaler fra smertefibre (nociceptive fibre eller A δ - og C-fibre) - lidt som effekten af at gnubbe sig på skinnebenet, hvis man har stødt det.

Teorien lagde grundstenen til den såkaldte TENS eller TNS-behandling (Transkutan Elektrisk NerveStimulation), og PNS-behandling (Perifer NerveStimulation) hvor man med elektroder hhv. på og lige under huden bruger et elektrisk signal til at overdøve smerteimpulserne.

Bagstrengsstimulation kan til en vis grad betragtes som en videreudvikling af TENS/TNS og PNS. I stedet for at stimulere de perifere nerver på eller under huden stimulerer man de områder af rygmarven, hvor de fleste af de nervebaner, der fører ikke-smertefulde impulser fra huden, løber. I undersøgelser er der dog ikke påvist nogen direkte sammenhæng mellem hvilke patienter, der har gavn af TENS og PNS, og hvilke, der har gavn af SCS.

Den oprindelige forklaringsmodel, Gate Control-teorien, kan imidlertid ikke tilfredsstillende forklare behandlingens effekt. Blandt andet er det uforklaret, hvorfor bagstrengsstimulation har udtalt effekt på mange neuropatiske smerter ("nervesmerter"), mens der tilsyneladende kun er beskeden eller ingen effekt på smertetilstande, der skyldes "almindelig" påvirkning af smertefibre (nociceptive smerter), fx gigtsmerter.

Der er foreslået adskillige mulige virkningsmekanismer af bagstrengsstimulation, bl.a. aktivering af dæmpende (GABA'erge) celler i rygmarven^{26, 27}, nedregulering af bestemte typer celler i rygmarven (WDR, wide dynamic range cells)²⁸ og aktivering af centre i hjernen, der er involveret i smerteopfattelsen²⁹⁻³¹.

YDERLIGERE FORSLAG TIL INFORMATION:

http://britishpainsociety.org/book_scs_main.pdf

http://britishpainsociety.org/book_scs_patient.pdf



På Aarhus Universitetshospital består behandlingsteamet af:

Jens Christian Hedemann Sørensen
Professor, overlæge, ph.d., dr. med.
Neurokirurgisk afdeling

Kaare Meier
Læge, ph.d.
*Anæstesiologisk afdeling,
Neurokirurgisk afdeling og
Dansk Smerteforskningscenter*

Lone Nikolajsen
Overlæge, ph.d., dr.med.
*Dansk Smerteforskningscenter og
Anæstesiologisk afdeling*

Anne Lene Høst Knudsen
Projektsygeplejerske
Neurokirurgisk Afdeling

Troels Staehelin Jensen
Professor, overlæge, ph.d., dr. med.
*Neurologisk afdeling,
Smerteklinikken og
Dansk Smerteforskningscenter*

Litteraturliste

1. Shealy CN, Mortimer JT, Reswick JB. Electrical inhibition of pain by stimulation of the dorsal columns: preliminary clinical report. *Anesth Analg* 1967;46(4):489-491.
2. Prager J. Estimates of annual spinal cord stimulator implant rises in the United States. *Neuromodulation* 2010;13(1):68-69.
3. Linderorth B, Meyerson BA. Spinal cord stimulation: exploration of the physiological basis of a widely used therapy. *Anesthesiology* 2010;113(6):1265-1267.
4. Electrical stimulation and the relief of pain. 1. ed. Amsterdam: Elsevier; 2003.
5. Jensen TS, Sindrup SH. Neuropatiske smerter. In: Jensen TS, Dahl JB, Arendt-Nielsen L, editors. *Smerter - baggrund, evidens og behandling*. 2 ed. Copenhagen: FADLs Forlag; 2009:163-174.
6. Kumar K, Taylor RS, Jacques L et al. Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: a multicentre randomised controlled trial in patients with failed back surgery syndrome. *Pain* 2007;132(1-2):179-188.
7. North RB, Kidd DH, Farrokhi F, Piantadosi SA. Spinal cord stimulation versus repeated lumbosacral spine surgery for chronic pain: a randomized, controlled trial. *Neurosurgery* 2005;56(1):98-106.
8. Simpson BA, Meyerson BA, Linderorth B. Spinal cord and brain stimulation. In: McMahon S, Koltzenburg M, editors. *Wall and Melzack's Textbook of Pain*. 5. ed. Elsevier; 2006:563-582.
9. Kemler MA, de Vet HC, Barendse GA, van den Wildenberg FA, van KM. Effect of spinal cord stimulation for chronic complex regional pain syndrome Type I: five-year final follow-up of patients in a randomized controlled trial. *J Neurosurg* 2008;108(2):292-298.
10. de Jongste MJ, Hautvast RW, Hillege HL, Lie KI. Efficacy of spinal cord stimulation as adjuvant therapy for intractable angina pectoris: a prospective, randomized clinical study. Working Group on Neurocardiology. *J Am Coll Cardiol* 1994;23(7):1592-1597.
11. Mannheimer C, Eliasson T, Augustinsson LE et al. Electrical stimulation versus coronary artery bypass surgery in severe angina pectoris: the ESBY study. *Circulation* 1998;97(12):1157-1163.
12. Klomp HM, Spincemaille GH, Steyerberg EW, Habbema JD, van UH. Spinal-cord stimulation in critical limb ischaemia: a randomised trial. ESES Study Group. *Lancet* 1999;353(9158):1040-1044.
13. Jivegard LE, Augustinsson LE, Holm J, Risberg B, Ortenwall P. Effects of spinal cord stimulation (SCS) in patients with inoperable severe lower limb ischaemia: a prospective randomised controlled study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995;9(4):421-425.
14. Barolat G, Oakley JC, Law JD, North RB, Ketcik B, Sharan A. Epidural spinal cord stimulation with a multiple electrode paddle lead is effective in treating intractable low back pain. *Neuromodulation* 2009;4(2):59-66.
15. Daousi C, Benbow SJ, MacFarlane IA. Electrical spinal cord stimulation in the long-term treatment of chronic painful diabetic neuropathy. *Diabet Med* 2005;22(4):393-398.

16. Tesfaye S, Watt J, Benbow SJ, Pang KA, Miles J, MacFarlane IA. Electrical spinal-cord stimulation for painful diabetic peripheral neuropathy. *Lancet* 1996;348(9043):1698-1701.
17. Viswanathan A, Phan PC, Burton AW. Use of spinal cord stimulation in the treatment of phantom limb pain: case series and review of the literature. *Pain Pract* 2010;10(5):479-484.
18. Lagauche D, Facione J, Albert T, Fattal C. The chronic neuropathic pain of spinal cord injury: which efficiency of neuropathic stimulation? *Ann Phys Rehabil Med* 2009;52(2):180-187.
19. Kumar K, Toth C, Nath RK. Spinal cord stimulation for chronic pain in peripheral neuropathy. *Surg Neurol* 1996;46(4):363-369.
20. Meglio M, Cioni B, Rossi GF. Spinal cord stimulation in management of chronic pain. A 9-year experience. *J Neurosurg* 1989;70(4):519-524.
21. Kapural L, Nagem H, Tlucek H, Sessler DI. Spinal cord stimulation for chronic visceral abdominal pain. *Pain Med* 2010;11(3):347-355.
22. Fuentes R, Petersson P, Siesser WB, Caron MG, Nicoletis MA. Spinal cord stimulation restores locomotion in animal models of Parkinson's disease. *Science* 2009;323(5921):1578-1582.
23. North RB, Shipley J. Practice parameters for the use of spinal cord stimulation in the treatment of chronic neuropathic pain. *Pain Medicine* 2007;8:S200-S275.
24. de Andres J., Valia JC, Cerda-Olmedo G et al. Magnetic resonance imaging in patients with spinal neurostimulation systems. *Anesthesiology* 2007;106(4):779-786.
25. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;150(699):971-979.
26. Cui JG, Linderroth B, Meyerson BA. Effects of spinal cord stimulation on touch-evoked allodynia involve GABAergic mechanisms. An experimental study in the mononeuropathic rat. *Pain* 1996;66(2-3):287-295.
27. Stiller CO, Cui JG, O'Connor WT, Brodin E, Meyerson BA, Linderroth B. Release of gamma-aminobutyric acid in the dorsal horn and suppression of tactile allodynia by spinal cord stimulation in mononeuropathic rats. *Neurosurgery* 1996;39(2):367-374.
28. Guan Y, Wacnik PW, Yang F et al. Spinal cord stimulation-induced analgesia: electrical stimulation of dorsal column and dorsal roots attenuates dorsal horn neuronal excitability in neuropathic rats. *Anesthesiology* 2010;113(6):1392-1405.
29. Kishima H, Saitoh Y, Oshino S et al. Modulation of neuronal activity after spinal cord stimulation for neuropathic pain; H(2)15O PET study. *Neuroimage* 2010;49(3):2564-2569.
30. Hautvast RW, Ter Horst GJ, DeJong BM et al. Relative changes in regional cerebral blood flow during spinal cord stimulation in patients with refractory angina pectoris. *Eur J Neurosci* 1997;9(6):1178-1183.
31. Stancak A, Kozak J, Vrba I et al. Functional magnetic resonance imaging of cerebral activation during spinal cord stimulation in failed back surgery syndrome patients. *Eur J Pain* 2008;12(2):137-148.