

## Neurocirurgia Funcional – conheça essa subespecialidade da Neurocirurgia

A neurocirurgia funcional é uma subespecialidade da neurocirurgia, responsável pela modulação e restauração da função neuronal. Diferentemente das outras áreas da neurocirurgia em que muitas vezes o tratamento cirúrgico consiste em modificar a anatomia macroscópica do sistema nervoso, removendo cirurgicamente um tumor ou descomprimindo o canal vertebral, a neurocirurgia funcional utiliza-se de técnicas minimamente invasivas e tecnologia de última geração com o intuito de restabelecer a função neurológica dos pacientes.

A seguir, vou falar um pouco mais sobre quando e como a neurocirurgia funcional é a melhor opção de tratamento.

### **Quais problemas de saúde são tratados pela Neurocirurgia funcional?**

A neurocirurgia funcional trata de uma série de doenças, em pacientes de todas as idades.

Suas principais áreas de atuação são:

Distúrbios do Movimento

Doença de Parkinson

Tremor essencial

Distonia

Epilepsia de difícil controle

Dor crônica

Dor facial (trigeminalgia)

Dor da coluna vertebral (ex. dor cervical, dor da coluna torácica ou lombar)

Dor neuropática (ex. traumática, avulsão de plexo braquial, lesão de nervos periféricos, dor do membro amputado)

Dor oncológica

Síndrome da dor regional complexa

Espasticidade

Doenças Neuropsiquiátricas

Transtorno Obsessivo Compulsivo

Depressão Refrataria a tratamento clínico

Síndrome de Tourette

Distúrbios alimentares (anorexia nervosa)

### **Qual o tipo de treinamento o/a especialista em neurocirurgia funcional deve ter?**

O treinamento para se tornar habilitado em neurocirurgia funcional tem a duração mínima de 12 anos. Os passos são:

Graduação em Medicina (6 anos)

Residência Médica em Neurocirurgia Geral (mínimo 5 anos)

Título de Especialista em Neurocirurgia

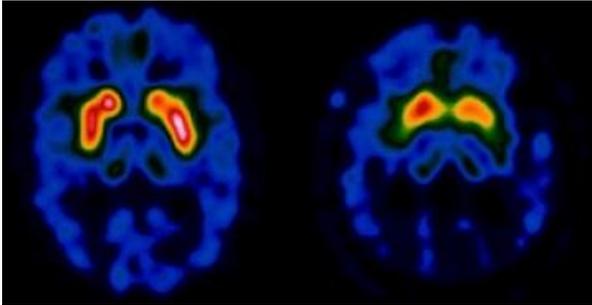
Especialização em Neurocirurgia Funcional e Estereotáctica, em centros especializados e de grande porte, nacionais e internacionais (mínimo 1 ano)

Manter-se sempre em dia com as novidades da área é uma obrigação na Medicina. Na neurocirurgia funcional, isso é particularmente verdadeiro, já que a disciplina se baseia muito no desenvolvimento tecnológico, campo em que as coisas mudam muito rapidamente. Nesse contexto, educação continuada, participação em cursos e congressos, publicações científicas em revistas indexadas e filiação a Sociedades Médicas da especialidade são de extrema importância.

### Quais métodos diagnósticos são utilizados em neurocirurgia funcional?

Outra particularidade da neurocirurgia funcional é o trabalho em equipe multidisciplinar. Trabalha-se lado a lado com colegas das áreas de neurologia, psiquiatria, neuro-radiologia, neuropsicologia, fisioterapia, terapia ocupacional e enfermagem especializada, que são de fundamental importância para garantia de melhores resultados.

Além da avaliação clínica, neuropsicológica e cognitiva, diversos métodos modernos de exames radiológicos podem ser necessários, tais como tomografia computadorizada, ressonância magnética, ressonância funcional, PET e SPECT, para diagnóstico acurado do problema. Além disso, exames como o eletroencefalograma (EEG), eletroneuromiografia (EMG) e estudos neurofisiológicos pre- e intraoperatórios podem se fazer necessários.



PET-scan cerebral. Exame normal à esquerda e sugestivo de Doença de Parkinson à direita

### Quais os métodos cirúrgicos são utilizados pela neurocirurgia funcional?

#### Cirurgia estereotáctica

Quando se fala em neurocirurgia funcional, remete-se quase que imediatamente a um instrumento cirúrgico chamado “arco de estereotaxia”. Esta ferramenta foi inicialmente desenvolvida por médicos ingleses, no início do século XX, e desde então aprimorada e modernizada, permitindo a localização precisa de pequenas áreas do cérebro a partir de um sistema de coordenadas tridimensionais. A estereotaxia é um método bastante seguro e preciso para realização de biópsias de tumores e também para o implante de eletrodos cerebrais para o tratamento de enfermidades como a Doença de Parkinson.



Exemplos de arcos de estereotaxia (Leksell G, Riechert-Mundinger e Zamorano Dujovny, da esq. para direita, respectivamente)

#### Estimulação Cerebral Profunda

A estimulação cerebral profunda (ECP), também chamada de DBS (do inglês, deep brain stimulation), é uma técnica cirúrgica que consiste no implante estereotáctico de eletrodos em regiões específicas do cérebro com o intuito de restabelecer a função de circuitos neurais.

Apesar de ainda não muito empregada no Brasil, trata-se de uma técnica cirúrgica bem estabelecida e realizada mundialmente desde os anos 1980. As principais indicações de estimulação cerebral profunda são a Doença de Parkinson, o Tremor Essencial, a Distonia (em adultos e pediátricos) e também transtornos psiquiátricos, tais como o transtorno obsessivo compulsivo (TOC). Outras possíveis indicações são depressão refratária, algumas formas de epilepsia, dor crônica, síndrome de Tourette, entre outras.

A cirurgia é indolor e pode ser realizada em anestesia local, possibilitando a execução de mapeamento e estimulação cerebral durante o procedimento; ou em anestesia geral para maior conforto dos pacientes. Em resumo, o planejamento cirúrgico é realizado com base em um exame de ressonância magnética do crânio. Modernos programas de computador permitem a identificação visual das estruturas cerebrais e simulação da trajetória e posição final do eletrodo.

A estrutura cerebral “alvo” para estimulação varia conforme a patologia em questão e as condições do paciente. Após inserido e fixado, o eletrodo é conectado a um gerador (marca-passo), que pode ser alojado no subcutâneo da região torácica ou abdominal, conforme preferência de cada paciente. Atualmente existe uma enorme variedade de tipos de eletrodos e geradores (ex. recarregáveis, não-recarregáveis) que devem ser empregados conforme condições clínicas e patologia em questão, porém levando em consideração o estilo de vida e preferências de cada paciente.

Após a cirurgia, o paciente deverá continuar o seguimento clínico com equipe multidisciplinar e acompanhado pelo seu neurologista e neurocirurgião para pequenos ajustes das medicações e dos parâmetros de estimulação. Esse seguimento pode ser realizado normalmente em consultório médico.



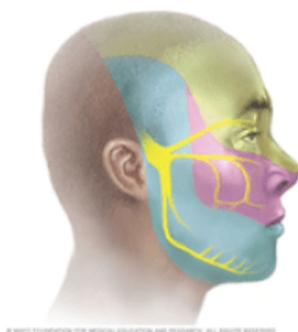
Exemplo esquemático de um sistema de estimulação cerebral profunda totalmente implantável.

#### Tratamento cirúrgico da Neuralgia do Trigêmeo

A neuralgia do nervo trigêmeo é uma causa de dor crônica facial e ocorre com frequência de 10 entre 100.000 pessoas. A trigeminalgia é mais comum entre mulheres e pessoas acima de 50 anos.

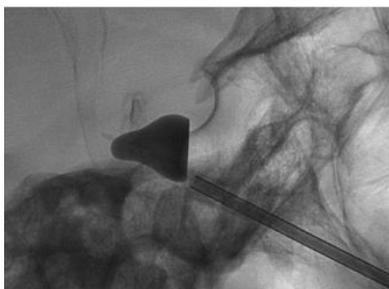
A dor é causada normalmente por algum tipo de compressão ou alteração anatômica do nervo trigêmeo e pode desencadeada por leve estimulação (toque) na face, durante escovação dos dentes, mastigação e fala. A dor é mais frequente no terço inferior da face, porém pode afetar isoladamente ou em combinação a testa, a bochecha e mandíbula.

No início, a trigeminalgia apresenta-se com leve sensação de choque na face que pode, entretanto, evoluir com dor lancinante e sensação de choque de forte intensidade, unilateral, com duração de poucos segundos até 2 minutos. Muitos pacientes apresentam períodos de melhora e piora da dor, porém há uma tendência de agravamento progressivo dos sintomas com o tempo, levando a um impacto na produtividade e qualidade de vida da pessoa. A maioria dos pacientes apresentam melhora da intensidade e frequência dos ataques com tratamento medicamentoso, porém pode ser tornar refratária à medicação com o tempo. Uma avaliação clínica e radiológica criteriosa deve ser realizada com neurocirurgião experiente. Alternativas cirúrgicas em casos refratários ao tratamento clínico são a compressão por balão, a ablação por radiofrequência e a descompressão cirúrgica da raiz do nervo trigêmeo. O método cirúrgico a ser empregado depende de diversos fatores, como por exemplo a idade do paciente, condições clínicas, estado de saúde e a presença ou não de conflito neurovascular no exame de ressonância magnética do crânio.



Representação da área de distribuição do nervo trigêmeo e inervação sensitiva da face

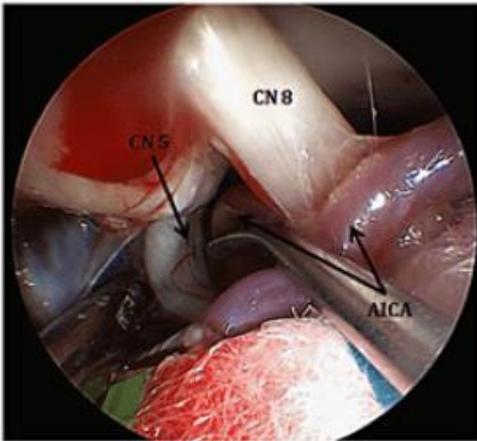
A compressão do gânglio do nervo trigêmeo (chamado Gânglio de Gasser) por balão é realizada em centro cirúrgico, em anestesia geral e guiada por exame de imagem (raio-x) intraoperatório. A técnica é bastante segura e consiste em posicionar um delicado cateter nas proximidades do gânglio trigeminal na base do crânio. Não há necessidade de incisão cirúrgica, sendo que apenas uma cânula é usada e o trajeto realizado por punção. Após posicionamento correto do cateter, o balão é insuflado, levando a compressão do gânglio trigeminal e bloqueio da transmissão de dor. Terminado o procedimento, o cateter é retirado. Pacientes apresentam melhora importante da dor, além de diminuição da sensibilidade da face imediatamente após a cirurgia. Muitas vezes é possível inclusive a redução ou suspensão da medicação para controle da dor. Em casos, de recorrência da trigeminalgia, este mesmo procedimento pode ser repetido.



Exame de raio-x intraoperatório mostrando a compressão do gânglio do nervo trigêmeo por balão

Alternativa à compressão por balão é a ablação por radiofrequência (RF). A técnica utilizada é exatamente a mesma descrita acima, porém com algumas pequenas modificações. A RF deve ser realizada com anestesia local e sedação, pois o teste de estimulação e mapeamento intraoperatório se fazem altamente necessários, para que a ablação seja realizada seletivamente. Portanto, para este procedimento, a equipe médica necessita da colaboração do paciente durante a cirurgia. Pacientes apresentam melhora importante da dor imediatamente após a cirurgia.

Em caso de reincidência da dor, o procedimento pode ser repetido ou outra técnica cirúrgica empregada. A descompressão microvascular do nervo trigêmeo consiste em uma cirurgia craniana para reposicionar pequenas artérias ou veias que possivelmente estejam em contato direto com a raiz do nervo junto ao tronco encefálico. Para isso, a cirurgia é realizada em centro cirúrgico, em anestesia geral e por equipe experiente. Uma pequena incisão e acesso cirúrgico na região atrás da orelha se fazem necessários. A cirurgia descrita pela primeira vez em 1966, pelo Prof. Peter Jannetta, é um procedimento extremamente eficaz no tratamento da neuralgia do trigêmeo. Ao contrário dos outros métodos descritos acima, a maioria dos pacientes não apresentam diminuição de sensibilidade da face após a cirurgia.

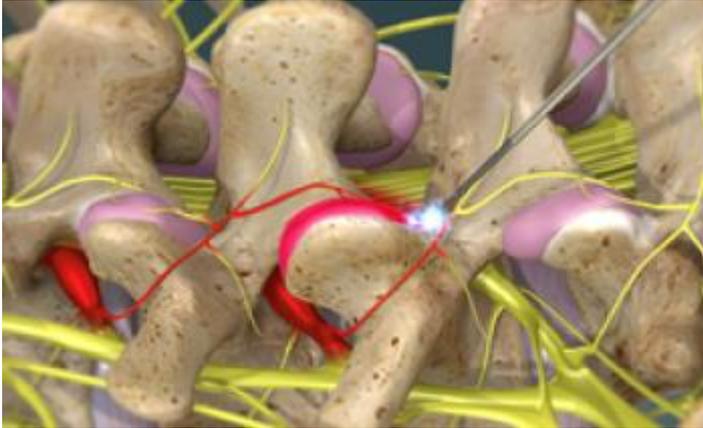


Intraoperatória mostrando a compressão do nervo trigêmeo (CN5) pela artéria cerebelar antero-inferior (AICA)

#### Bloqueios e Ablação por Radiofrequência para tratamento da Dor da Coluna

E se tratando do manejo da dor crônica, técnicas para bloqueios e injeção de medicações guiados por imagem podem ser empregadas quando necessário.

A forma mais comum de dor crônica nos dias de hoje é a dor lombar. A grande maioria dos casos podem ser resolvidos com tratamento medicamentoso, mudanças de hábito de vida, perda de peso e reabilitação. No entanto, muitas vezes se faz necessário o uso de métodos minimamente invasivos para alívio da dor. Os chamados bloqueios (ex. radiculares, facetários ou de nervos periféricos) podem ser utilizados para diagnóstico ou tratamento em casos específicos. Esses procedimentos visam o alívio da dor e são realizados em ambiente de centro cirúrgico, com técnica asséptica e via de regra, guiados por imagem (ex. raio-x, ultrassom ou tomografia computadorizada). A mesma técnica pode ser utilizada no tratamento da dor crônica da coluna cervical e torácica.



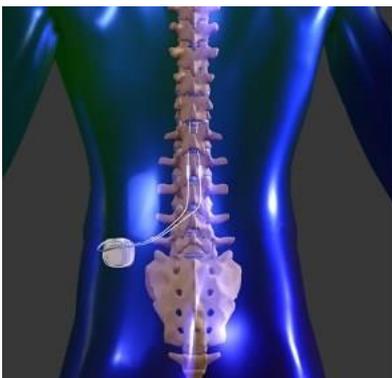
Ilustrativa de um procedimento para tratamento da dor crônica da coluna lombar

### **Estimulação Medular para o tratamento da dor crônica**

A estimulação medular é um conceito muito bem estabelecido para o tratamento da dor crônica da coluna lombar. O primeiro paciente submetido à essa técnica data dos anos 60. De lá para cá houve enorme desenvolvimento tecnológico, sendo que atualmente dispõe-se de uma infinidade de modelos.

A técnica de estimulação medular consiste em inserir um eletrodo em proximidade à medula de modo que as vias neurais responsáveis pela transmissão e propagação da dor sejam devidamente moduladas, levando a alívio dos sintomas. Quando indicada, a cirurgia é realizada em ambiente de centro cirúrgico, em técnica totalmente asséptica e pode ser realizada em anestesia local com sedação ou em anestesia geral. Após a inserção do eletrodo de estimulação medular no local apropriado, este é conectado a um pequeno gerador (marca-passo), que por sua vez é totalmente implantado sob a pele.

Variações desta mesma técnica podem ser utilizadas no tratamento da dor ciática crônica, dor pós cirurgia para hérnia inguinal, assim como dor pélvica, dor oncológica, dor por lesão de plexo nervoso, entre outros. A estimulação medular também pode ser empregada no tratamento da dor em membros inferiores relacionada à doença arterial obstrutiva crônica e também para alívio da dor torácica anginosa em casos selecionados.



Variedade de tipos de eletrodos para estimulação medular disponíveis para o tratamento da dor crônica

A técnica de estimulação do gânglio da raiz dorsal, também chamada DRG (do inglês, dorsal root ganglion) é uma variação do procedimento descrito acima, porém com uma peculiaridade: a estimulação ocorre mais seletivamente, colocando o eletrodo nas proximidades de uma única ou combinação de raízes nervosas. Dessa maneira, consegue-se uma cobertura mais precisa e efetiva da área afetada por dor. O DRG é um método eficaz no

tratamento de dor neuropática pós cirurgia de hérnia inguinal, dor em membros inferiores pós-cirúrgicas, síndrome da dor regional complexa e causalgia.



Raio-x intraoperatório mostrando o posicionamento correto de um eletrodo nas proximidades do gânglio da raiz dorsal para tratamento de dor inguinal

### **Bomba de infusão Intratecal de medicamentos totalmente implantável**

A chamada barreira hemato-encefálica é uma peculiaridade do sistema nervoso central e consiste em um tipo de “filtro fisiológico”, que o protege contra a entrada de agentes potencialmente nocivos. Por outro lado, esse mesmo mecanismo de proteção natural impede ou diminui a ação de determinados medicamentos no cérebro e medula. A bomba de infusão Intratecal de medicamentos consiste em uma maneira de driblar esse mecanismo, com o intuito de aumentar a eficácia de um medicamento no sistema nervoso, evitando os efeitos colaterais da droga no restante do organismo. Essa técnica é frequentemente utilizada no tratamento da dor crônica e da espasticidade. Diversos medicamentos podem ser utilizados, em crianças e adultos, dependendo da indicação.

A cirurgia consiste em inserir cirurgicamente um pequeno tubo flexível (cateter) no canal vertebral, bem próximo à medula, e conecta-lo a uma bomba de infusão eletrônica, que fica alojada embaixo da pele, usualmente na região abdominal. Após a cirurgia o paciente deverá ter acompanhamento periódico por equipe multidisciplinar e pelo neurocirurgião responsável para eventuais ajustes e recarga da medicação.



Sistema de infusão Intratecal de medicação totalmente implantável.

### **Estimulação de Nervos Periféricos**

A técnica de estimulação de nervos periféricos (também chamada PNS, do inglês, peripheral nerve stimulation) para o tratamento da dor crônica foi desenvolvida nos anos 1960 antes mesmo do advento da estimulação medular. Desde 2012, inúmeros sistemas e métodos

tornaram-se regulamentados e mais amplamente disponíveis. A principal indicação de PNS é a dor neuropática em membros superiores e inferiores. Não é raro pacientes que sofrem de dor crônica em membros após traumatismos, fraturas ou cirurgias, como por exemplo, prótese de joelhos. PNS é uma alternativa eficaz no manejo da dor em casos selecionados.

Outras modalidades de estimulação de nervos periféricos são a estimulação do nervo occipital (tratamento de cefaleias), estimulação do nervo vago (manejo da epilepsia e depressão refratária), estimulação sacral e, mais recentemente, de nervo tibial posterior (tratamento de incontinência urinária).

Atualmente, uma infinidade de sistemas e tipos de eletrodos encontram-se disponíveis. A escolha do método varia de acordo com o problema, condições e hábitos de vida do paciente.

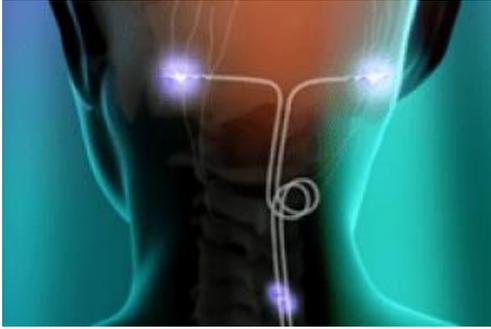


Eletrodo de estimulação de nervo periférico em membro superior (esquerda); Exemplo de sistema de PNS sem fio (direita)

### **Estimulação do Nervo Occipital**

A cefaleia, chamada dor de cabeça, é um dos principais problemas de saúde mundialmente, afetando de 3-5% da população. A grande maioria dos pacientes podem ser efetivamente tratados com medicações, porém alguns casos tornam-se refratários, ou seja, não melhoram mais com remédios. A estimulação do nervo occipital tem se mostrado uma alternativa eficaz em casos selecionados de cefaleia refratária, tais como migração, cluster headache e outras formas de cefaleia menos comuns.

A cirurgia consiste na inserção percutânea de eletrodos de estimulação nas proximidades dos nervos occipitais, uni- ou bilateralmente. Esta é realizada em centro cirúrgico, em anestesia local ou geral, conforme a necessidade. Os eletrodos são devidamente conectados a um gerador (marca-passo), que fica alojado no tecido subcutâneo de maneira que não cause desconforto. Existem inúmeros tipos de eletrodos e geradores disponíveis atualmente, sendo possível ajustes conforme a técnica empregada e características do paciente. Após a cirurgia, o paciente deve continuar o seguimento com seu neurologista especialista em cefaleia, em conjunto com o neurocirurgião, para eventuais ajustes das medicações e parâmetros de estimulação.

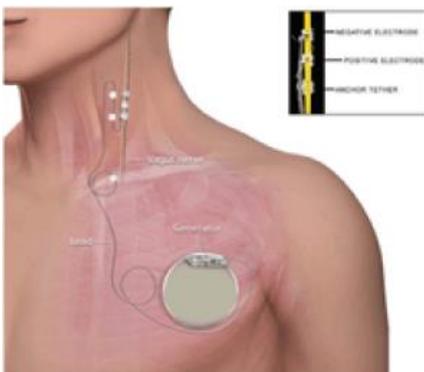


Esquema mostrando eletrodos nas proximidades dos nervos occipitais bilateralmente

### **Estimulação do Nervo Vago**

O nervo Vago tem origem em uma região do encéfalo chamada bulbo e tem inúmeras funções. Trata-se de uma estrutura de extrema importância do sistema nervoso autônomo, provendo inervação parassimpática para o coração, pulmões, sistema gastrointestinal, além de inervação sensitiva para regiões do ouvido e também inervação motora para músculos da laringe, responsáveis pela produção da voz. Desde 1997 a estimulação do nervo Vago, também chamada VNS (do inglês, Vagus Nerve Stimulation) vem sendo empregada no manejo da epilepsia de difícil controle.

O sistema consiste em um delicado eletrodo que é colocado cirurgicamente ao redor do nervo vago na região do pescoço, e conectado a um marca-passo totalmente implantado sob a pele logo abaixo da clavícula. A cirurgia é realizada em centro cirúrgico hospitalar, em anestesia geral, por neurocirurgião com experiência em VNS. Após a cirurgia o paciente deve ser acompanhado pelo neurologista especialista em epilepsia em conjunto com o neurocirurgião para eventuais ajustes da medicação antiepiléptica e dos parâmetros de estimulação. Em 2005, a técnica de VNS recebeu licença para ser utilizado no tratamento de depressão refratária. Apesar de comprovada eficácia em uma parcela dos pacientes, estudos randomizados de grande porte avaliam atualmente o real impacto da estimulação do nervo vago no tratamento da depressão.



Esquema representando eletrodo de estimulação do nervo vago, conectado a marca-passo para controle de epilepsia refratária

### **Cirurgia cerebral para tratamento da Epilepsia de Difícil Controle**

A epilepsia é definida como uma atividade anormal de um grupo de neurônios que pode se manifestar genericamente como uma convulsão ou, eventualmente, crise de ausência. A epilepsia afeta aproximadamente 1% da população brasileira, com estimativa de 60 a 100 milhões de pessoas acometidas no mundo. Existem inúmeras causas e tipos de epilepsia e sabe-se que 30% destes pacientes não apresentam bom controle das crises epiléticas com o

tratamento medicamentoso. Em caso de falha do controle de crises com duas ou mais medicações e ocorrência de uma ou mais crises por mês por um período de mais de 18 meses, a epilepsia é classificada como de difícil controle.

Muitos destes pacientes podem se beneficiar de tratamento cirúrgico, porém uma avaliação ampla e pormenorizada de cada caso, por equipe multidisciplinar especializada no manejo da epilepsia, faz-se obrigatória para avaliar o real benefício e indicação precisa do procedimento. A cirurgia de epilepsia consiste em uma operação para remover ou desconectar áreas do cérebro responsáveis pela origem e propagação das crises. O tratamento cirúrgico é mais eficaz quando a crise se origina de uma determinada região do cérebro apenas. As diferentes técnicas de cirurgia são empregadas de acordo com a localização, o tipo de crise e idade do paciente. Atualmente, técnicas avançadas de exames de imagem, como a ressonância magnética, o PET e o SPECT, além de exames neurofisiológicos como o eletroencefalograma de superfície e invasivo podem auxiliar no diagnóstico preciso da origem das crises.

As principais técnicas de cirurgia de epilepsia empregadas atualmente são:

estimulação do nervo vago (descrito acima)

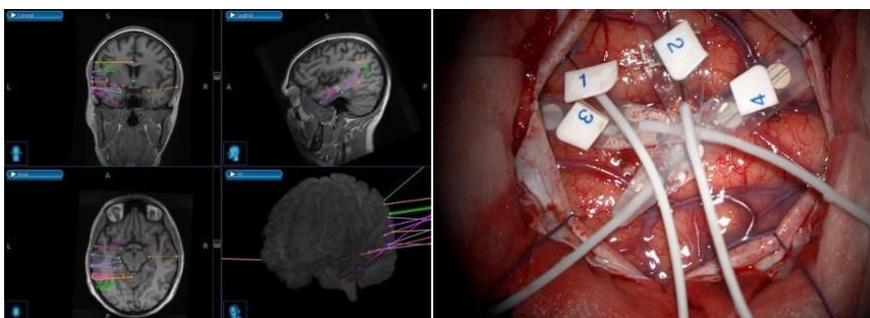
implante estereotáctico de eletrodos para eletroencefalograma (SEEG)

ressecção microcirúrgica

calosotomia

hemisferotomia

Lesão térmica intersticial (LITT) – Estimulação cerebral profunda



Planejamento de estereoecefalografia (SEEG) para determinação da área cerebral acometida (esquerda); Foto intraoperatória mostrando monitorização de funções neurológicas e mapeamento cerebral durante cirurgia de epilepsia

Em Ribeirão Preto, contamos com equipe de neurocirurgia funcional multiprofissional, com ampla experiência no tratamento clínico e cirúrgico das condições discutidas, como distúrbios de movimento, epilepsia e dor crônica. Nossa equipe oferece tratamento especializado para todas as idades. Marque uma consulta e tire suas dúvidas!

**Luciano Furlanetti, MD, PhD, FEBNS CRM 121.022**

*Membro Titular da Sociedade Brasileira de Neurocirurgia (SBN) | Membro Titular da Sociedade Alemã de Neurocirurgia (ÄK-DGNC) | Membro Titular da Sociedade Britânica de Neurocirurgia (SBNS) | Doutorado e Pós-Doutorado em Neurocirurgia Funcional – Alemanha/UK | Clinical Fellowship Neurocirurgia Funcional – King’s College Hospital, Londres, Reino Unido | Clinical Fellowship Neuro-oncologia – King’s College Hospital, Londres, Reino Unido*