



病・医院名



1 はじめに 機能的脳神経外科とは

脳の手術と聞くと、どんな手術が思い浮かぶでしょうか。

交通事故などで頭を強く打ったことで生じる頭の中の出血、くも膜下出血の原因となる脳の動脈にできるこぶ（りゅう瘤）、脳を圧迫して症状を出すできもの（しゅ腫瘍）などに対する手術を想像する人が多いでしょう。

これらは血の塊を取り除いたり、破裂した瘤が再び破れないようにクリップではさむ手術、あるいは脳への圧迫を軽くするために腫瘍を取り除くものです。基本的には脳や神経自体に対する手術ではありません。

一方、脳にはいろいろな働き（機能）がありますが、何らかの原因で脳や神経そのものの働きがうまくいかなかったり、不必要な働きを起こしたりすることがあります。

最近では、その異常な働きを起こしている脳の一部を取り除いたり、刺激したりすることで脳の働きを正常にする手術があります。これらは直接脳や神経を手術するので、「機能的脳神経外科手術」と呼ばれています。

対象となる疾患には、いろいろな種類があります。主なものは、てんかん、パーキンソン病、顔面けいれん、頑固な痛みなどです。

これらの病気では、いきなり手術をすることはなく、まずは薬による治療が原則です。ただ、長年薬を服用していても症状が軽くならない場合には、手術を考えます。

もちろん、すべての患者さんに手術ができるとは限りません。ただ、「こんな症状が手術でとれるの？」という患者さんや、長年苦しんできた症状から解放され、「早く知っておけばよかった」という患者さんがおられることも確かです。

機能的手術は、日常生活に支障をきたしている異常な働きの部分だけを手術します。正常な脳や神経の働きはそのまま保ちながら、異常な働きをしているところを良くします。

そのためには手術する前にきちんと検査し、異常な働きをしている個所をはっきりさせなければなりません。どのようにして突き止めるのでしょうか。

この冊子では、機能的手術の中でてんかんについて取り上げます。具体的なケースをもとに、その症状や必要な検査、治療について説明します。



2013年にオープンした新外来棟（広島大学病院）

2 てんかん手術の適応 発作生じる部分を特定

Kさん（35）は十歳のとき、てんかんと診断されました。以来、抗てんかん薬を服用しています。高校時代はいったん発作の回数が減っていましたが、二十歳すぎて、再び回数が多くなりました。

気分が悪くなった後で意識がぼやけ、一点をじっと見つめたり、口をもぐもぐさせたり、手足を意味もなく動かしたりする発作が、月に数回起こるのです。二種類の飲み薬の量を増やしても、発作が止まらないので来院されました。

薬をきちんと服用しても、一年以上にわたって、発作を止められないてんかンを、「難治性てんかん」といいます。てんかん患者さん全体の二、三割を占めます。機能的脳神経外科では、こうした患者さんに手術ができるかどうか調べます。

てんかんは約百人に一人の頻度で見られます。何らかの原因によって脳の神経細胞が異常に興奮して、発作を起こす病気です。原因がはっきりしないものが多いのですが、遺伝子異常や脳に生まれつきの異常がある先天性や、脳の外傷や髄膜脳炎などの感染後に起こる後天性もあります。

てんかん発作というと、すぐけいれんを思い浮かべる人が多いと思いますが、必ずしもそうではありません。Kさんのようなけいれん以外の発作も多いのです。

発作は症状によって、部分発作と全般発作に分けられます。脳の一部から発作が生じるのが部分発作。一方、全般発作は脳全体

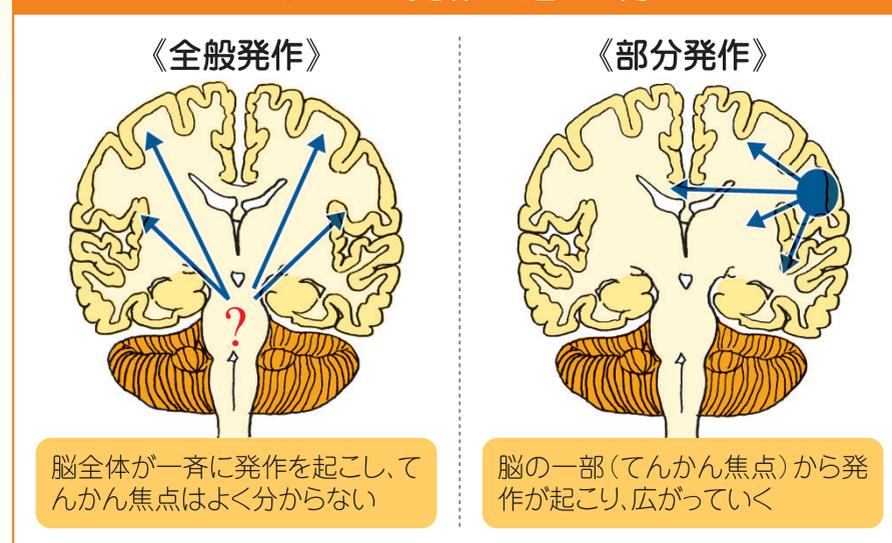
が一斉に発作を起こします。

まさに発作が生じる部分を「てんかん焦点」といいます。てんかんの手術では、このてんかん焦点を切除することが多いのです。ですから、てんかん焦点を特定しやすい部分発作の方が、手術に向いているといえます。

ただし、全身けいれんを起こした全般発作の患者さんの場合にも、発作の直前に「吐きそうな感じがある」「右手がしびれる」「左目が見えなくなる」などの部分的な症状を覚えていることがあります。これは部分発作が広がって全般発作になったと考えられるので、やはり、手術を考えます。

最近では、医療機器の発達により、てんかん焦点を見つけやすくなってきました。次ページで、Kさんのてんかん焦点の診断と手術の方法を説明します。

てんかん発作の起こり方



3 大人のてんかん 海馬が硬化 摘出見極め

Kさんの発作を詳しくみましょう。

最初、気分が悪くなって込み上げるような感じがあるそうです。この時に意識はありますが、次第によく分からなくなります。

一点をじっと見つめ、周りからの質問にもよく答えられなくなります。口をぺちゃぺちゃさせたり、右手を意味もなく動かしたりすることもあります。

発作は数分程度で治まりますが、しばらくボーッとしてから次第に元の状態に戻ります。本人は発作があったことを、ほとんど覚えていません。

このように、意識がぼやける状態を伴う部分発作を「複雑型」と呼びます。ちなみに発作中の意識がはっきりしているものは「単純型」といいます。

複雑部分発作の始まりには、見たことがないのにあるように感じるデジャビュ、恐怖感、変なおいなどもあります。手足を意味なく動かすものは自動症と呼ばれ、この発作に特徴的です。時には全身けいれんになることもあります。

複雑部分発作の場合は、側頭葉の内側にある「海馬」という部分が、てんかん焦点となっていることが多いといわれています。MRI検査により、海馬が硬く小さくなっている（海馬硬化）ことで分かります。

Kさんにも海馬硬化がありました。

てんかん焦点の診断では、「ビデオ脳波モニタリング」という入院検査も重要です。発作を起こしている時の脳波を記録して、どこから発作が起こっているかを確認します。

Kさんは二週間に五回発作が起こり、すべて発作は右側頭部から始まっていました。脳の血流検査も行い、右海馬部分の血流が異常に低下しているのが確認されました。その結果、Kさんは「内側側頭葉てんかん」で、焦点は右海馬にあると診断されました。

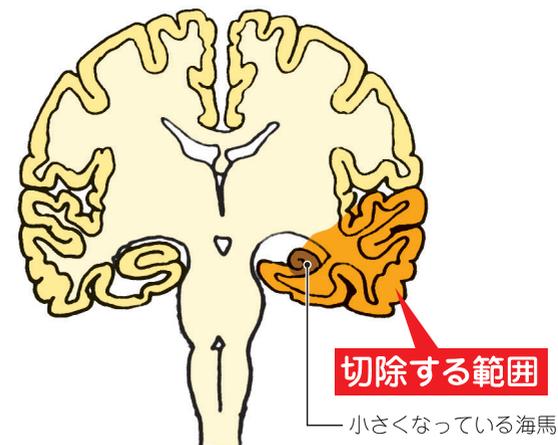
成人の難治性てんかんの中で最も多い内側側頭葉てんかんは、海馬を摘出すれば、八割以上の患者さんで発作をコントロールできるようになります。Kさんはこの手術を受けて発作が消えました。

海馬は通常、記憶に深く関係しています。ただ、長い間発作を引き起こしてきた海馬は、もはや記憶中枢として機能を失っていることも多いので

す。その場合、海馬を摘出しても記憶に障害が出ることはありません。

実際には、記憶力の検査なども行い、海馬の機能をよく把握した上で、より安全に手術を行います。

側頭葉てんかんの海馬切除術(左脳)



側頭葉の一部を切開し、海馬だけを切除することもある

4 側頭葉外てんかん 脳磁計検査で焦点絞る

側頭葉以外にてんかん焦点がある側頭葉外てんかんは、発作症状や原因もさまざまです。広い脳の中のどこが焦点かを絞り込んでいくことが重要です。その経過をみてみましょう。

Jさん（38）は、乳児期にとっても長く続く熱性けいれんを起こしました。その後からてんかんが生じています。発作は左上肢のしびれ感に始まり、意識がなくなる全身けいれんを起こすものです。

磁気共鳴画像装置（MRI）による検査では、右の脳全体が左に比べて小さく萎縮いしやくしていました。ビデオ脳波モニタリングによる発作の解析と脳血流測定から、右脳にてんかん焦点があることまで分かりました。

さらに右脳での焦点を絞り込むために、脳磁計（MEG）を用いた検査をしました。頭皮上に出てくるわずかな電磁波を利用し、てんかん焦点の位置を予測するのに大変役立つ検査です。Jさんの場合、右脳の前方にてんかん焦点が予測できました。

てんかんの手術では、てんかん焦点を取り除くことが基本になります。ただ、てんかん焦点はMRI でみられる病変部だけではなく、周りの脳にも存在しています。もし、とても重要で簡単に切除できない領域が周りにある場合、どうすればいいのでしょうか？

手足の運動や言語など正常な働きを持っている領域がある場合、

その部位を傷つけず、慎重に切除箇所を絞り込む作業が必要になってきます。Jさんのケースがそうでした。

まず一回目の手術で、焦点が疑われる右脳の前方の表面に脳波電極ずがい（頭蓋内脳波）をしきこむ手術を行いました。この電極を刺激して、反応を見ることで正常な働きをもっている脳の領域を判断していきます。発作も記録できますので、てんかん焦点の詳しい範囲もわかります。

これを基に、二回目の手術で焦点を安全に切除します。たいてい二、三週間かかりますが、その間、患者さんは病室のベッドで普通に生活を送ることができます。

Jさんは二回の手術で、安全にてんかん焦点を切除できました。手術後、左手にしびれを生じることがまれにありますが、意識の消失や全身けいれんも起こっていません。

このように、MRI などの検査で焦点を絞りきることが難しい場合でも、MEG 検査などを用いれば手術が可能になることもあるのです。



てんかん焦点が引き起こすわずかな電磁波を頭皮上で検出するMEG検査

5 小児難治性てんかん 早期手術で発達が改善

R君（10）は乳児のころから、てんかん発作を起こしています。睡眠中に目を開け、しばらくボーッとした後や起きているとき、突然両腕をこわばらせます。よくみると、左腕をより強く伸ばす部分発作のようです。

三種類の飲み薬では効果がなく、発作回数が徐々に増えるようになりました。最近では言葉も減り、学校の授業についていけなくなりました。

小児のてんかん焦点の診断は、基本的に大人と変わりません。R君の場合も、磁気共鳴画像装置（MRI）検査をすると、右前頭葉にわずかな異常部分がありました。さらにビデオ脳波モニタリングや脳血流、脳磁計検査をした結果、近くにてんかん焦点が見つかりました。

手術で焦点を切除すると発作は消失しました。言葉も増えて活発さが出てきたので親御さんはとても喜んでおられます。切除した部分は先天性の「皮質形成異常」でした。MRI検査のおかげで見つかるようになった原因の一つです。

小児の難治性てんかんを治療する際の注意点を述べましょう。

側頭葉てんかんが目立つ大人と違って、小児では側頭葉外てんかんが多く、原因もさまざまです。本人の自覚症状の訴えがはっきりせず、発作がすぐに全身けいれんとなるのが特徴です。部分発作かどうか分かりにくいため、親や周りの人から情報を集める

ことがポイントになります。

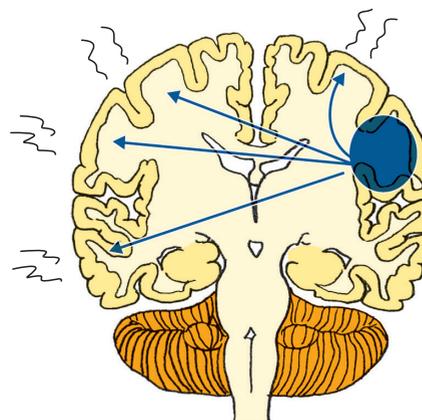
小児の脳は発達の過程にあるので、発作が与える悪影響を考慮しなければいけません。長期間、頻繁に発作が起こると、発達の障害を引き起こすこともあるからです。

せっかく習得した言葉が失われるといった退行現象も起こすことがあります。長く発作を放置すると、手術で発作を抑えても発達の障害を改善することは難しくなります。一時的な発作回数や症状に惑わされず、きちんとした診断と治療計画が必要です。

R君の場合は発作もなくなり、発達も改善して、とても良い結果となりました。

最近では医療機器の進歩により、これまで見つけにくかった焦点も診断できるようになってきました。早期に手術すれば、発作

小児難治性てんかんが 脳に及ぼす影響



長年にわたって繰り返すてんかん発作波が、周りの脳の発達に支障をきたす

をコントロールして、脳の発達を促すことが期待できる場合も少なくありません。いたずらに手術の時期を遅らせることがないよう、主治医とよく話し合うことが大切です。

6 危険な転倒発作 てんかん波の経路遮断

Rちゃん（8）は生後九カ月から、てんかん発作が始まりました。手足がぴくっとなる発作に加え、両方の手足が力んで伸びたり、突然、力が抜けて転倒したりする脱力発作を繰り返すようになりました。しばらくぼーっとする発作もあります。

いろいろな種類の飲み薬を服用してきましたが、発作をコントロールできません。何度も転倒し、頭を打ったことがあります。軽い知的障害もあって、転倒発作を繰り返すようになってから、さらに言葉の数が少なくなり、発育の遅れが目立ってきました。

磁気共鳴画像装置（MRI）の検査では、脳全体が少し萎縮いしゅくしている程度で、はっきりとした病変はありません。ビデオ脳波モニタリング検査でも脳全体から発作が起こっており、てんかん焦点を特定できませんでした。

突然倒れる脱力発作はとても危険で、大けがをすることがあります。焦点を特定することが難しく、他のタイプの発作を併発する子どもに多く見られます。左右の脳のてんかん波が急速に共鳴するために起こるのです。

発作を止める最も確実な方法は焦点を取り除くことです。しかし、それができない場合でも、脳梁のうりょうという右脳と左脳を結ぶ連絡路を切る手術（脳梁離断術）があります。

脳梁離断術は、てんかん波が伝わる経路を遮断します。特に転倒発作を止めるのに有効です。大人では通常、脳梁の前三分の二

ほどを切りますが、子どもでは脳梁すべてを切っても、後遺症などの心配はまずありません。もちろん、精神や神経発達状態などを検査した上で、切る範囲を決定します。

Rちゃんも、脳梁離断術を受けました。手術直後は数日間、あまり話さず、食欲もない時期があったのですが、その後、普段通りに戻りました。

ぼーっとなったり、一瞬ぴくっしたりする発作は残っています。ただ、ばたんと倒れる発作はなくなりました。頭を保護するヘッドギアを外せる日が近いかもしれません。

最近では話すことが多くなり、活動範囲も広がってきました。それまでずっと付きっきりだったお母さんの負担も軽くなっています。

脳梁離断術は焦点自体を取り除くわけではないので、すべての発作を完全にはなくせません。ただ、日常の危険を減らし、生活の質を向上させることは、十分に期待できます。



7 迷走神経刺激術 電気刺激で発作を緩和

これまで、てんかん焦点を絞りきる方法とその手術について説明してきました。焦点を特定することができなくても危険な転倒発作に対しては脳梁離断術が有効です。もし、これらにあてはまらない場合にはどうすればいいでしょうか。

Wさん（37）は、5歳の時に全身けいれんを起こしました。中学に入ってからけいれんの回数が増えてその後から薬を飲み始めています。発作は意識がぼやける状態で、口をぺちゃぺちゃさせたり、左手を意味もなく動かしたりするものですが、その他に、全身が強直してゆっくり倒れるものもありました。

磁気共鳴画像装置（MRI）による検査では、左の海馬と脳全体が右に比べて少し萎縮している程度で、はっきりとした病変はありません。ビデオ脳波モニタリング検査では、前頭部と側頭部にてんかん焦点が疑われましたが、左右のどちらかが分かりませんでした。

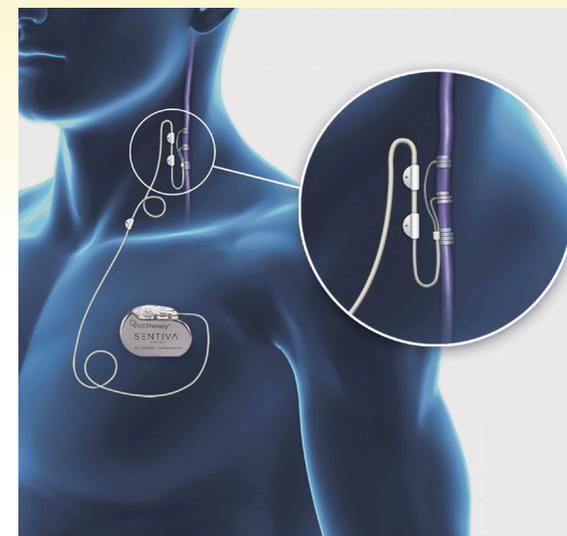
さらに焦点を絞り込むために、脳磁計（MEG）や脳血流などの検査をしましたが、結局、てんかん焦点を特定できませんでした。Wさんの場合、脳梁離断術の適応もありませんでした。以前なら、飲み薬を続けるしかなかったのですが、2010年から日本でも電気刺激で発作を緩和する手術（迷走神経刺激術）ができるようになりました。すでに海外では何万人もの患者さんに行われています。

迷走神経刺激術は、脳に電気刺激を送ることで発作を減らします。左の首の迷走神経から刺激を送ります。ほとんどの発作症状に効果がありますが、危険な転倒発作には、まず脳梁離断術を行って、それ以外の発作に、この方法を組み合わせることもできます。

Wさんも、迷走神経刺激術を受けました。発作の回数は半分くらいに減っています。それまで発作後に長く続く頭痛に悩まされていたのですが、発作があってもそれがなくなりました。

この方法は、幼児から大人まで行うことができます。埋め込む刺激装置は薄く小型ですので小さな子供さんでも皮膚の上からあまり目立ちません。

迷走神経を刺激する時は、咳などの副作用が出ないかどうかを確かめながらゆっくり強さを調整していきます。電池寿命は5～6年ですので、もし効果がなければ取り除くこともできます。飲み薬が多く、薬の量や、副作用を減らすことも期待できる方法です。



左前胸部に埋め込んだ刺激装置と刺激する電極を巻きつけた左の首の迷走神経
（資料提供 リヴァノヴァ株式会社）

8 てんかん治療の新たな選択肢 脳深部刺激で発作を緩和

ここでは、最近、日本でもできるようになった脳深部刺激療法（DBS）という治療法を紹介します。脳深部刺激療法は、大脳深部のさまざま部位に電気刺激を加える治療のことで、20年以上前からパーキンソン病や難治性のふるえに対して行われてきました。

てんかんに対する治療としては、2023年12月に保険適用となりました。前項で紹介した迷走神経刺激術は、左の首の迷走神経を介して脳に電気刺激を送る治療法ですが、この脳深部刺激療法は、大脳深部の視床前核という部位に直接電気刺激を加えます。定位脳手術という方法を用いて、頭蓋骨に小さな穴をあけて、刺激する電極を計測した場所に正確に挿入します。てんかん焦点の特定ができない場合や焦点の切除が難しい場合に行なわれ、迷走神経刺激術と同じように、ほとんどの発作症状に効果があります。発作の回数を少なくしたり、重篤な発作を軽くさせることが期待できます。

発作の緩和という目的が同じ迷走神経刺激術との使い分けをどのようにすればよいでしょうか。発作を減少させる効果は、迷走神経刺激術よりもやや高いと言われています。一方、脳内に電極を挿入しますので、合併症や感染を起こす率は、迷走神経刺激術の方が低めです。先に迷走神経刺激術を行なって、その後の発作の減少効果をみながら、次に脳深部刺激療法を行う、あるいは

その逆も可能です。脳深部刺激療法では、記憶力の低下やうつ症状を起こすことがありますので、治療前にうつ症状がある場合や、過去にうつ症状を起こしたことがある場合には、迷走神経刺激術の方が優先されます。刺激を始める時は、チクチクといった神経刺激症状や情動の変化などの副作用が出ないかどうかを確かめながらゆっくり強さを調整していきます。電池寿命は3～5年ですので、もし効果がなければ、取り除くこともできます。特に年齢制限はありません。定位脳手術ができない患者さんを除き、どなたでも行うことができる、今後の期待がかかる方法です。



左(右も可)前胸部に埋め込んだ刺激装置と脳内(視床前核)に挿入した刺激するための電極
(資料提供 メドトロニック株式会社)

MEMO

この冊子は、中国新聞のくらしのページより
2008年6月11日～7月16日までの掲載に、
最新治療の情報を追加してまとめたものです。

ここで紹介した発作症状や手術方法はてんかんの外科治療の中のごく一部のものです。ほかにもいろいろな症状の患者さんがおられます。実際に手術ができるかどうかは詳しい検査ではじめて分かります。てんかん発作でお困りの患者さんは、一度相談してください。

著者プロフィール

広島大学病院てんかんセンター

飯田 幸治



● 略 歴

1965年 広島県呉市生まれ
90年 広島大学医学部卒
同大学脳神経外科入局
98年 同大学院修了
98年 同助手(現助教)
2002年 から半年間モントリオール神経
研究所、その後2年間トロント
小児病院に留学
12年 講師
14年 てんかんセンター長
18年 准教授
23年 てんかんセンター教授

● 所属学会・資格

日本脳神経外科学会(専門医、指導医)、
日本てんかん学会(評議員、専門医・指導
医、迷走神経刺激療法資格認定医)、日本
てんかん外科学会(世話人)、日本救急医
学会(救急科専門医)、日本臨床神経生理
学会(認定医、指導医)、日本定位・機能神
経外科学会 機能的定位脳手術技術
認定医、カナダ神経生理学会臨床脳波
(てんかん)専門医(等)、医学博士

広島大学病院てんかんセンターのご案内

Tel.082-257-1719(代表受付)

受付/月曜日～金曜日の平日10時～16時

ホームページ

URL : www.hiroshima-u.ac.jp/hosp/cyuoshinryo/tenkan