

月刊 新医療

2016 June

6

No.498

New Medicine in Japan

●総特集

病院トップがこのMRIを選んだ理由

確実に病院の戦略ツールとなってきているMRI。その最新型を導入した病院トップに、その選択理由と導入効果について証言してもらった

●特集

特定診療科専用情報システムの有用性を知る



香川大学医学部附属病院では本年1月よりMRI手術室が稼働。
オープン型MRIによる術中MRI検査を実施し、迅速、安全、高度な脳腫瘍切除術を行っている(詳しくはグラビア頁)。
MRI手術室内にて、右より田宮 隆脳神経外科教授、臼杵尚志手術部部長、笹川泰弘放射線部診療放射線技師長

[特別企画]

医療・介護関連ITサービスの新潮流

[データ]

MRI設置施設名簿 [Part 1]

血管造影システム設置施設名簿 [Part 2]



手術室に設置された0.4Tオープン型MRI「APERTO Lucent」。手術室床の黄と黒の線が5 Gaussラインである。シングルピラー構造によるコンパクトさで、手術室に必要なスペースを極力抑え、コストパフォーマンスに優れたMRI。写真手前の手術台をガントリ中心部に移動させ、術中MRI検査が可能となっている

COVER STORY
2016 June

香川県 香川大学医学部附属病院

最新の手術棟に採用した術中MRI装置は検査の迅速性、安全性、省コスト性に優れたコンパクトタイプのオープン型MRIだった

香川大学医学部附属病院では、進歩を続ける最先端の高度医療を展開するために、2016年1月より新手術棟の稼働を開始した。8室ある同棟には、ハイブリッド手術室やロボット支援手術が可能な鏡視下手術用手術室などに加え、術中MRI検査が可能なMRI手術室を設置。同室は現在、脳腫瘍の手術を中心に活用されている。MRI手術室設置を主導した脳神経外科教授の田宮 隆氏にMRI手術室の概要を、放射線部 診療放射線技師長の笹川泰弘氏らに術中MRI検査の現況を聞いた。

Interview

香川大学医学部附属病院
脳神経外科教授

田宮 隆氏に聞く

— 香川大学医学部附属病院脳神経外科の沿革ならびに診療の特色からお聞かせください。

1983年に医学部附属病院が診療を開始するとともに脳神経外科も開設されています。初代教授は大本堯史先生、そして91年7月より、現在香川大学の学長を務める長尾省吾先生が2代目教授に就かれ、その後着実に充実した診療、研究、教育を重ね、07年に教授職を私が担当することとなりました。

当院は四国地区の中核病院の一つとして、常に最も良質かつ高度な医療の提供が求められており、脳腫瘍や脳血管障害などを中心に脳神経外科領域で扱う幅広い診療を行っています。

— 脳神経外科の診療の概要についてお聞かせください。

現在、脳神経外科には10名の常勤医が在籍しており、このほかに救命救急センターに2名医師を派遣しています。

現在、力を入れているのが、脳腫瘍の治療と、救命救急センターでの活動を含めた脳卒中に対する治療です。なお、救命救急センターとの連携は非常に高いレベルで成されており、当診療科の特長の1つとなっています。

脳腫瘍の治療では、良性脳腫瘍に対し

てはナビゲーション・モニタリングシステムを用いた低侵襲、安全、そして正確な脳神経外科手術を実施しています。悪性腫瘍に関しては、PETを用いた最新の画像診断技術を取り入れた診療も展開しています。

手術件数は年間240件程度で、これには救命救急センターにおける脳外科疾患に関する手術も含まれています。

— MRI手術室導入の経緯についてお聞かせください。

2016年1月より稼働を開始した新手術棟建設の計画が持ち上がったとき、ぜひ術中MRI検査を行える手術室が欲しいと訴えたのです。私は脳腫瘍の手術が専門分野ですが、術中にMRIを撮影できることは、脳腫瘍の手術において多大なメリットがあると以前より考えていました。MRIは、シールド工事等の必要性から既存の手術室への導入は極めて困難であり、新規に手術室を設置する時以外に導入のチャンスはありません。そこで、この機会を逃さぬようにしたので、そして、訴えの努力が実り、幸いに設置が認められたのです。

— 術中MRIのメリットについては、どのようにお考えでしょうか。

近年、ナビゲーションシステムなど、手術室にはさまざまな設備が導入されるようになっていますが、脳腫瘍の切除手術を実施している際に、どれだけ腫瘍が残っているのか、もしくは腫瘍を確実に切除

することができたのかを確認できるという点で、術中MRI画像に勝るものはないと考えます。

実際の手術、特にglioma（神経膠腫）の手術などでは、切除しようとしている部位が腫瘍なのか正常の脳なのか、肉眼では判断に困るケースがあります。肉眼では腫瘍の全てを切除できたと思っても、腫瘍が残っているケースもあるので、そのような評価については、蛍光色素を用いる方法もあるものの、完全とは言えません。gliomaの手術では、腫瘍を完全に切除することが予後に大きく影響しますので、術中MRIは非常に有用性が高いと感じています。

— オープン型MRIによるMRI手術室を導入した理由は何でしょうか。

実際導入にあたっては山形大学や岡山大学、鹿児島大学、名古屋大学等の手術室を見学しました。1.5テスラ以上の高磁場タイプのMRIを導入している施設と、低磁場のオープン型MRIを導入している施設の双方を見学しましたが、当院の運用やコストパフォーマンスなどを勘案した結果、低磁場によるオープン型MRIを手術室内に設置することにしたのです。実際に手術室が完成すると、そのコンパクト性も含めて、当院の運用にあつたものであると感じています。

なお、MRIを使用した手術は1月の稼働以来、11件実施しています。

— MRI手術室の使い勝手についてお聞かせください。

MRI管理区域となる5 Gaussラインは、低磁場のオープン型MRIではそれほど広いスペースを必要としません。もちろ



田宮 隆 (たみや・たかし)氏

1981年岡山大学医学部卒。同年岡山大学脳神経外科学教室入局、尾道市民病院、岡山市市民病院等を経て1991年岡山大学脳神経外科、1992年より米国ハーバード医科大学・マサチューセッツ総合病院脳神経外科・分子遺伝子学部門に留学。2003年4月から香川医科大学脳神経外科（現香川大学）、2007年より現職



Interview

香川大学医学部附属病院
手術部 部長
うすき ひさし

臼杵尚志氏に聞く

1981年岡山大学医学部卒。同年同大第二外科研修医、玉野市民病院医員。国立病院四国がんセンター、牛窓町立病院、姫路聖マリア病院、岡山大学医学部附属病院等を経て、95年香川医科大学第一外科助手、05年同大医学部附属病院手術部部長、07年より病院教授

——手術部の業務ならびに陣容についてお聞かせください。

手術部は、当院で行われる全ての手術について、その治療目的が安全に、そして円滑に遂行できる場を提供する部門です。手術部には医師2名と看護師45名、看護補助者1名、臨床工学技士4名、および事務・物流管理要員・清掃要員が所属しています。

——新たに稼働を開始した手術棟の概要についてお聞かせください。

2016年1月より運用がスタートした新しい手術棟には8つの部屋があります。血管撮影装置を用いた血管内治療と高度な心臓手術を実施できるハイブリッド手術室1室、術中MRIの撮影が可能なMRI手術室1室、鏡視下手術用手術室4室などですが、鏡視下手術用手術室内、1室ではロボット支援手術を実施しています。比較的短時間の手術時に用いる旧棟内の手術室と併せると、

計11室が稼働しています。ただし、当院は救命救急センター、総合周産期母子医療センターを有しておりますので、重症救急患者や緊急帝王切開、小児重症例などへの対応がいつでも可能なように1室は緊急手術用として備える体制をとっています。

——MRI手術室の運用について、所感をお聞かせください。

MRI手術室のMRIは、永久磁石型の装置であることから常に磁場が発生し続けているので、磁場対策には十分な配慮が必要です。当院のMRI手術室は、一般の手術も可能なように装置の配置等に工夫を凝らしていますが、それでもこの部屋では医療機器の発するノイズ等への対応など、その運用には注意が必要です。

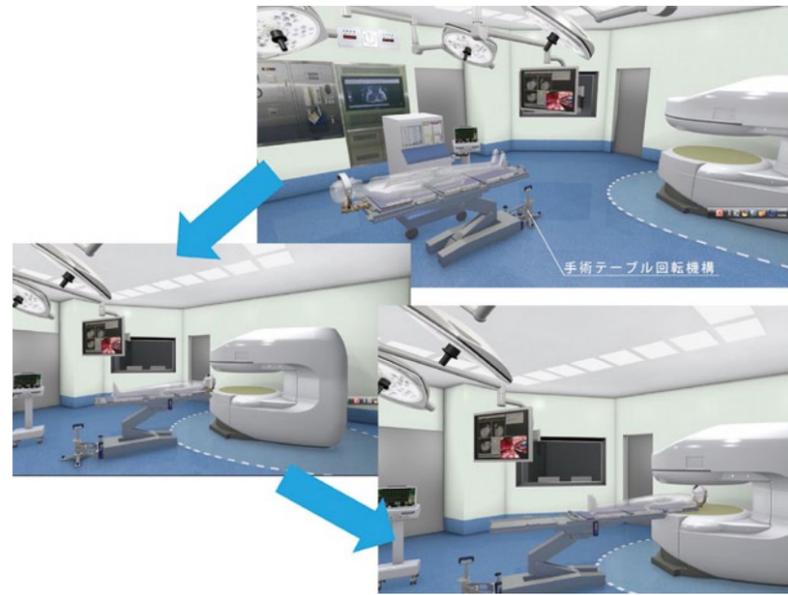
それと、MRI運用については、実際に手術を行う医師、看護師らスタッフへの教育はもちろん、当院は大学病院ですので、学生

に対する教育も徹底する必要がありますね。

手術棟が新しくなったことで、MRI手術室をはじめ、ハイブリッド手術室やロボット支援手術に対応できる鏡視下手術室等、最先端の医療機器を揃えた手術環境を整備できました。今後、手術部が病院全体を支え、躍進させるための部署となればよいと考えています。



2016年1月に稼働を開始した新手術棟。MRI検査室やハイブリッド手術室等、最新の機器と環境を整備した8室が稼働中である



同院のMRI手術室では、手術用寝台を回転させるだけで寝台をMRI検査のための適切なポジション位置に移動させることができ、検査の迅速化を図っている

検査時間を長くすれば画質は向上するでしょうが、それでは手術時間が徒に評価されています。オープン型MRIでも、検査時間を長くすれば画質は向上するでしょうが、それでは手術時間が徒に評価されています。オープン型MRIでも、検査時間を長くすれば画質は向上するでしょうが、それでは手術時間が徒に評価されています。

また、オープン型MRIでの術中検査は、検査中の患者さんの様子を把握しやすいので、万一の際にも対応しやすいのが良いですね。検査中は脳神経外科医と麻酔科医がいつでも対応できるように待機してはいますが、2室型のものとは異なり、1室型は、いざとなればすぐに寝台を回転させて対応できま

すから、格段に安全であると評価されています。——低磁場MRIによる術中画像の画質をどのようにに評価されますか。高磁場MRIに比べれば、画質が劣ることは仕方ありませんが、術中術後に医師として知りたい診療情報を得られているかと言われれば、十分に満足できる画質であると評価されています。

——術中MRI装置のご評価と、今後の展望についてお聞かせください。メーカーである日立製作所もトラブルに対しては迅速な対応をしてくれるなど、非常に協力的で装置の稼働も安定しています。現在、コイルの関係で頭部のみの手術となつていますが、今後頸部や脚、関節などの整形領域に対応するコイルを開発

していると考えています。——術中MRI運用について、スタッフへの教育・指導についてはいかがでしょうか。この点については、他施設の見学が大いに役立っています。術中MRIについては、看護師や麻酔科医、放射線部のスタッフをある程度固定してコミュニケーションを繰り返したことに加え、見学施設でノウハウを学び、それらを当院の実情に合わせて運用

しては、同領域での術中MRI撮影を行うことができるようになれば、さらに活用の幅が広がると考えています。導入したけれど使用していないというのが機器導入の最悪のシナリオであり、不幸なことにそのような事例についてはしばしば耳にしますが、当脳神経外科での利用は順調であると思います。現在はgliomaの手術が中心ですが、今後は脳腫瘍でもどのような疾患での有用性が高いか、術中MRIに慣れてくればそれを理解できるようになってくるでしょう。その結果、術中MRIの手術件数も今後増えてくると思います。



04Tオープン型MRI「APERTO Lucent」は柱の位置をオフセットさせることでガントリ中心部へ明かりが入りやすい構造となっているほか、手術室内の照明環境を考慮した設計となっている

香川大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師長 臼杵尚志氏に聞く

Interview 香川大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師長 菅川泰弘氏に聞く

香川大学医学部附属病院放射線部は、33名の診療放射線技師を擁し、CT2台、3T MRI1台、1.5T MRI2台、PETおよびPET/CT各1台、SPECT/CT2台など、各種モダリティを豊富に揃え、検査件数は1カ月で一般撮影系約5000件、血管撮影約2600件、CTは約3200件、核医学系約400件、MRI約900件、放射線治療約900件実施している。

2016年1月から、放射線部では手術室に新しく導入されたオープン型MRIの運用を任されている。同装置の運用の現況について、診療放射線技師長の菅川泰弘氏にインタビューした。



菅川泰弘(ささかわ・やすひろ)氏

1984年岡山大学医学部附属診療放射線技師学校卒。1984年より香川大学医学部附属病院放射線部勤務。2001年に保健衛生学士(放射線技術学)、2011年に博士(医学)を取得。2013年から香川大学医学部非常勤講師(兼任)。2016年4月に診療放射線技師長に就任。

2016年4月に診療放射線技師長に就任した菅川泰弘氏は放射線部の現況についてつぎのように話す。「この数年でほとんどの検査装置が更新され、その検査に対する能力は格段に高まっています」

同病院は開院以来30年以上を経たことにより、病院再開発計画が計画・推進されてきた。一連の計画の中で、新たに手術棟を建設することとなり、脳神経外科からの要望が大きかった術中MRI装置の導入について菅川氏は話す。「MRI手術室を設置するということ、診療放射線技師の立場からも、たいへん興味を持つと同時に責任感が湧いてきましたね。放射線部内だけでなく、放射線系以外の医療スタッフも参加

していることから、チーム医療という言葉が強く意識させられました」

同院がMRI手術室に設置したのは0.4Tオープン型MRI「APERTO Lucent(日立製作所)」である。日立製の

Interview オープン型MRI「APERTO Lucent」コンパクトなシングルビーム構造の高性能オープン型MRI装置



「オープン型MRIの磁場強度が0.4Tなので、手術用具に特別なものが必要ない点が医療安全上、重要」と語る放射線部主任の勢川博雄氏

オープンMRIでは唯一のシングルピラー（一本柱）構造を持ち、このことによって従来装置よりも広いオープン性を実現している。撮影室寸法4×5mに設置が可能で、MRIユニットも専用の機械室ではなく操作室内に設置ができるなど、システム全体のコンパクト性に優れている。また、消費電力も少ないため、電源容量を小さくできるだけでなくランニングコストも低く抑えられている。これらの特徴は、まさに術中MRI装置としての要件に合致しているといえよう。

オープンMRIによる術中撮影開始から4ヶ月が経ち、そのメリットについて、実際に術中撮影を担当している放射線部主任の勢川博雄氏はつぎのように話す。

「最大のメリットとしては、脳手術において、切除すべき部位の取り残しがないか、正確に確認できることです。また、万一取り残しがあっても、そのまま手術を再開できる点も大きなメリットと言えるでしょう。」

術中MRI実施以前は、手術を終了して麻酔を覚まし、一旦、患者を放射線部まで長い距離移動させてからMRI検査

検査を実施していると言えますね」

術中MRIと診断用のMRI撮影との違いについて、山崎氏はつぎのように話す。「オープン型MRIは0.4Tと静磁場強度が低いので、どうしてもSNRは低くなり、撮影時間が長くなります。ナビゲーションシステムと連動させることなども、時間が長くなる要因となります。手術中断時間をできるだけ短くするため、画質と検査時間の兼ね合いをどのように調整するかポイントと言えます。」

術中MRI検査での最大の問題は外部ノイズです。手術室ではさまざまな装置や機器を使用しています。MRI対応の製品は問題ないのですが、それ以外の装置類で電源が入っていたり、スタンバイ状態になっている機器が存在すると、そこ

を行い取り残しを確認していません。この場合、万一取り残しがあっても、患者に負担が大きい再手術は非常に困難です。術中MRI装置導入によってそのような事例はなくなりました。

また、MRI画像によって術中にアプローチしている場所が正確に確認できるということは、当然手術の正確性を高めるとともに医療安全にもつながります。なお、低磁場装置であることから、高磁場MRI装置のようにMRI対応の特殊機材が不要で、装置自体のランニングコストが安価であるなど、一般のMRI検査には使用できない術中MRI装置において、その対コスト性は極めて高いと言えるでしょう。」

術中MRI検査は、現在主に脳腫瘍に関する手術で行われており、2016年1月の稼働以来、10件以上の運用実績が



「高磁場MRIに比べるとSNRは低いが、腫瘍残存の診断など、術中診断に関しては十分な画質であると脳神経外科医からの評価も高いです」と話す放射線部の山崎達也氏

からノイズがMRI画像に混入してアーチファクトを引き起こします。それ故、当院では使用機器やその配置場所をできる限り固定し、ノイズ発生の防止に努めています」

安全性への対応について、勢川氏はつぎのように話す。

「手術室ということもあり、MRIの知識がないスタッフが多く出入りする可能性があります。ですから、医療事故を防止するため医療安全講習会を定期的に開催する必要がありますね」

山崎氏もスタッフの意識喚起が安全性確保に欠かせないと話す。

「術中MRI装置の稼働前には、手術室に入室するスタッフを対象に、臨時でMRI安全管理に関する講習会を開催しまし



ロボット支援手術用手術室。ロボット支援下前立腺全摘除術など、低侵襲かつ安全性の高い外科手術を施行することができる

手術室でのMRI運用における放射線部の協力体制について、笹川氏はつぎのように話す。

「現在、術中MRIに携わる診療放射線技師は3名で、ローテーション運用しています。術中MRIは、脳神経外科医、麻酔科医、看護師、診療放射線技師、ME技師など多くの職種のスタッフによるチームワークが必要です。導入開始前には、関連する全ての職種のスタッフを集めてミーティングを重ね、特に磁場安全管理の講習や、現場で実際にMRIを撮影す

た。また、普段より看護師の方々に協力していただき、金属探知機やチェック表を使用して、安全性の確保に努力しています」

笹川氏も、手術部と連携しながら、安全性の確保には力をいれていくと話している。

放射線部
チーム医療の進展とともに、診療放射線技師のプレゼンスを高める

笹川氏は、診療放射線技師のプレゼンスを高めるため、放射線部に属するスタッフのレベルアップに対する意識づけを積極的に進めていると話す。

「放射線関連の資格・免許取得数としては、博士号3名、修士号2名、1種作業環境測定士3名、衛生工学衛生管理者2名、医学物理士2名、放射線治療品質管理士2名、放射線治療専門技師3名、磁気共鳴専門技術者3名、核医学専門技師2名、

るシミュレーションを実施しました。オープン型MRIは永久磁石型なので、低磁場といえども常に磁場が発生しているため、手術中以外でも注意が必要です。また、手術スタッフだけでなく、清掃員等による術後の作業にも注意が必要であり、その周知活動は常に広く、そして継続して行っていかなければなりません」

手術室でのMRI撮影
ノイズ低減と撮影時間短縮が診療に貢献する画像描出のポイント

オープン型MRI「APERTO Lucent」の運用状況について、勢川氏とともに同装置の運用に携わっている放射線部の診療放射線技師である山崎達也氏はつぎのように話す。

「術中MRI検査では、基本的に全脳のDWI、FLAIR、造影後のT1WIを撮影しています。症例によってT2WIを追加撮影したり、FOVを関心領域に絞った画像を提供しています。基本的には1回の手術で今述べた一連のシーケンスを1回撮影しています。ただし、今後手術が難しい症例においてMRI検査により残存腫瘍が確認されるケースが出てくると、撮影回数は当然増えるでしょう。」

検査に掛かる時間はトータルで約20分を要しています。手術室より要請を受け、装置の準備や寝台の手術室内での回転移動などの作業を経て、要請を受けてから約45分後に撮影を開始しています。ノイズ等の問題があった場合は中断時間が長くなってしまいますが、それでも迅速な

X線CT認定技師5名、救急撮影専門技師2名、マンモグラフィ認定技師4名、医療情報技師2名、医用画像情報専門技師1名など、幅広く多くの資格免許を取得するよう指導しています。中でも、33名の診療放射線技師のうち、26名が第1種放射線取扱主任者の資格を有している点は、優秀なスタッフを揃えている証左であると自負しています。

今回の術中MRI装置やハイブリッド手術室における血管撮影装置の運用など、チーム医療が進む現代の医療において、診療放射線技師の専門職としての存在感が増しています。

その一方で、チーム医療の中で医師や看護師らと最先端の医療技術について対等に話し合えるスタッフを育成していくことは、大学の使命と考えています。

今後は、大学病院という特別な医療現場の中で診療放射線技師もプレゼンスを高めていきたいですね」



オープン型MRI「APERTO Lucent」を操作する勢川氏。超電導MRIの撮影技術をオープンMRIにも展開、高機能アプリケーションを搭載している



同院では、「APERTO Lucent」を脳腫瘍切除術における残存腫瘍の検査に利用。Gliomaの切除術などに大きな成果を挙げている



香川大学医学部附属病院

1983年に香川医科大学医学部附属病院として開院した香川大学医学部附属病院は、30年以上香川県の医療の中核施設として、最新かつ高度な医療を提供してきた。同院では、病院の再開発が進められており、2014年6月に新病棟（南病棟）が稼働を開始し、救命救急センターを設置。2016年1月から、MRI手術室、ハイブリッド手術室など、最先端の医療に適応した手術の実施が可能な手術室を有する新手術棟も稼働を開始しているほか、さらに東西病棟改修工事、中央診療棟改修工事、外来診療棟改修工事が予定されており、さらなる発展と、より良質な医療の提供を目指している。

所在地：香川県木田郡三木町池戸1750-1
病床数：613床
病院長：横見瀬裕保
1日当たり平均外来患者数：886.8名
1日当たり平均入院患者数：474.7名