

## 新たな複合機ハイブリッド装置をどう管理するか？

### —MRガイド下集束超音波治療—

国立病院機構宮城病院 放射線科 ○立石 敏樹(Tateishi Toshiki)

#### 【はじめに】

当院は、難病や障害をもつ人々を対象とした専門医療と地域住民を対象とした地域医療であり、宮城県の難病拠点病院に指定されている。特に、脳神経内科では主に神経難病を扱っている。疾患としては、パーキンソン病や筋萎縮性側索硬化症(ALS)、多系統萎縮症、脊髄小脳変性症などの神経系の難病に対して、専門的な診断と治療を行っている。特に、脳神経外科は、脳神経内科と連携して、脳深部刺激療法などのパーキンソン病の外科治療を積極的に行っている。今回、本態性振戦の治療に用いるため、東北では初の導入となるMRガイド下集束超音波装置(MR guided Focused Ultrasound Surgery: MRgFUS)であるExablate Neuro(INSIGHTEC社)を2020年7月に導入した。MRgFUSは、2019年6月に本態性振戦の保険適応となり、2020年9月にパーキンソン病に対する治療も保険適応となった新たな治療法である。本稿では、この新たに導入した治療機器の概要と品質管理を紹介する。

#### 【本態性振戦の治療】

本態性振戦には、β遮断薬などの交感神経のたかぶりを抑えるように作用させ、手指や足の筋肉への交感神経の刺激を和らげて震えを弱める薬物治療法と、薬物治療で満足がいかない場合、外科的治療として、「脳深部刺激療法」、「凝固療法」などが行われてきた。

DBS(Deep Brain Stimulation)「脳深部刺激療法」は、頭蓋骨に小さな穴を開けて「ふるえ」の原因となる部位に電極を植え込み、その電極を用いて電気刺激をすることで、「ふるえ」の症状を改善させる治療方法である。リードは、脳深部のターゲットに挿入する刺激電極で、先端に4つの刺激電極が付いており、このリードと、前胸部の皮下に植込まれる神経刺激装置の間を、皮下を通した延長用ケーブルで結び、脳深部にある過剰に活動しているところに電気が高頻度刺激を行い、目標とする神経核の細胞活動を抑制する治療法である。パーキンソン病に対する治療法として歴史があり、保険適応となっている。ただし、手術による出血や

感染などのリスクや術後の電池交換やMRI検査の制約などを受けるという欠点もある。

「凝固療法」は、頭蓋骨に小さな穴を開けて熱凝固針を刺入し、「ふるえ」の原因となる部位を凝固させる。健康保険の適応のある治療で、こちらも古くから行われている治療法であり、MRIの導入などにより治療技術は向上している。脳深部刺激療法との違いは、凝固術は不可逆的な治療で、脳深部刺激療法は可逆的な治療であるということである。

今回、当院で導入した「集束超音波治療」は、MRIの画像を確認しながら「ふるえ」の原因となる部位に向けて超音波を集束させて凝固破壊する治療法である。超音波が頭蓋骨を貫通するため、従来の手術療法のように頭蓋骨に穴をあける必要がなく、外科的手術のリスクが低減される治療法である。

#### 【集束超音波治療】

「集束超音波治療」は、太陽の光を虫眼鏡で集めるのと同様に、超音波発信装置より出力した超音波を一点に集め、病巣などのターゲットを熱凝固させる治療法である。ターゲット付近の超音波照射により発生した温度分布のMR画像を利用し、モニタリングを行う。集束超音波治療中、MRI装置は、治療に使用するターゲットの計画画像と温度分布の画像を得る役割をする。

治療の主な流れをFig.1に示す。治療用の寝台が脱着式で専用寝台となるため、MRI装置メーカーは限定される。治療前の準備として、頭部は、剃毛し定位フレームの装着となる。治療の行われる頭部は、水を循環し冷やしながら照射を行うため、きれいに剃毛しなければ、頭髪についた気泡など照射の際に障害となるため全剃毛が基本となる。定位フレーム装着後、治療用寝台へ移りトランスデューサーを装着する。その後、治療計画のMRI撮像をし、事前のCT画像、MRI画像と重ね合わせ、ターゲットを決定する。ターゲットは、事前に撮像したMRI画像でVim核の場所を確認し(Fig.2)ターゲットを決め、治療計画のターゲット画像と温度分布画像とを確認しながら、照射を行う。温度や照

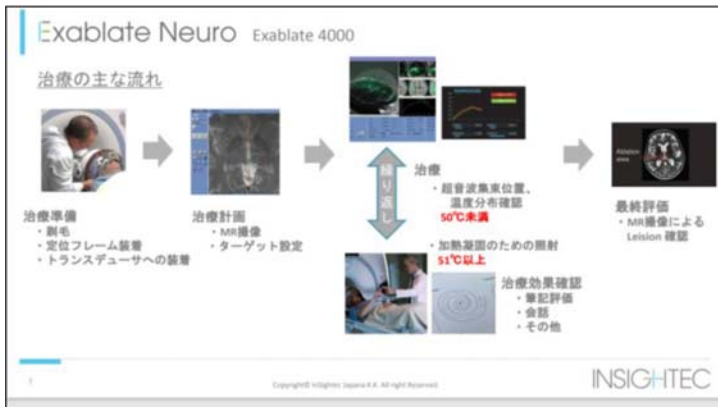


Fig.1 FUS治療の流れ

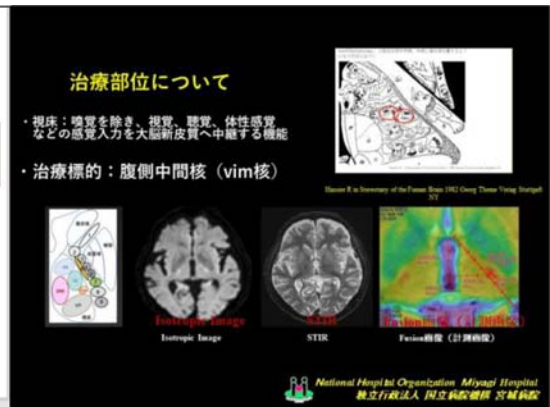


Fig.2 治療部位 Vim核の確認

射法を変えながら照射を行い、その都度、治療効果の確認を行う。治療効果の確認は、筆記評価や会話などが用いられ現状では定量評価法はない。治療効果が確認出来たら、寝台を入れ替え、通常のMRI撮像を行いターゲットとLesionの確認を行い最終評価となる。患者のMRI室入室から治療が終わるまで約3時間を要し、覚醒下の治療となる。覚醒下のため、治療時間が少し長いように感じるが、開頭やインプラントの挿入、外科的手術によるリスクを考えると低侵襲な治療法である。また、DBSの適応外だった高齢者にも可能である。ただ、現在の保険内診療では、両側の治療ができず、Lesionも不可逆的であり再発の可能性もある。今後、適応拡大により、これらがクリアされれば、非常に有用な低侵襲な治療法と考える。

【品質管理】

システムが正常に動作することを確認するため、治療実施前にDQA (Daily Quality Assurance) を必ず行わなければいけない。FUS装置は、集束超音波のエネルギーを標的部位における熱に変換することで組織の熱凝固、壊死させる。したがって、

非熱的効果を及ぼすキャビテーション現象は治療には不要であり、生体への安全及び焦点サイズが大きくなることを防ぐことからキャビテーションを閾値以下に制御することが必要となる。そのため、DQAにてキャビテーション受信機能のチェックを行わなければならない。また、照射位置の精度の確認やアーチファクトの確認も同時に行っている。DQAは、治療前日と当日治療前1時間程度要する。

【まとめ】

今回、導入した「集束超音波治療」装置は、国内13施設目となる。新たな治療法であるため、治療計画画像の確立や治療支援のツール (エネルギーやマージンの管理)、安全管理など多くの課題を抱えている。

当院は、「ふるえ」の治療において、「脳深部刺激療法」、「凝固療法」、「集束超音波治療」の治療法が選択できる唯一の施設であり、様々な問題をクリアしながら、最適な治療ができるように宮城県や東北だけでなく、東日本地域の中心的な役割を目指すところである。

DQA SPOT NUM	Frequency	Power	duration	AP	RL	SI
1	Axial	AP	20W	13sec		
2	Sagittal	AP	20W	13sec		
3	Axial	RL	30W	13sec		
4	Axial	RL	30W	13sec		
5	Axial	RL	250W	3sec		

Fig.3 DQA 照射精度検証

Fig.4 アーチファクトとキャビテーションの確認