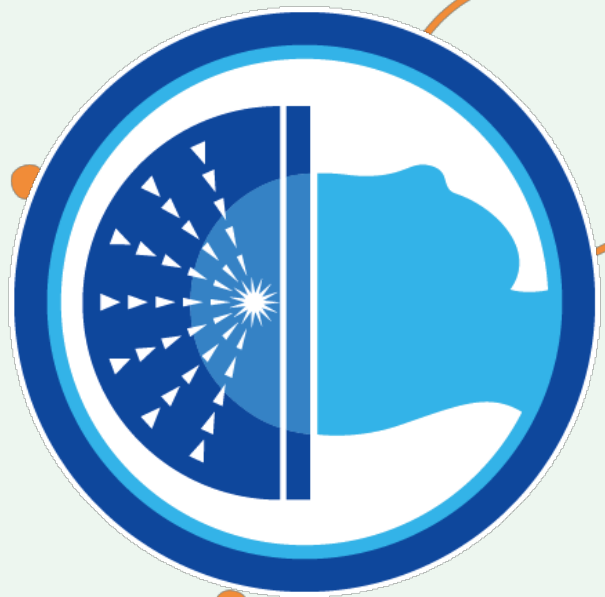




第8回 日本経頭蓋 集束超音波治療学会

Japan Society for Transcranial Focused Ultrasound Therapy

再掲 - All Japan による世界への発信



日時

2025年12月13日(土)
9:30~18:30

会場

ウインクあいち
(愛知県産業労働センター)会議室902
愛知県名古屋市中村区名駅4丁目4-38

会長 前澤 聡

国立病院機構名古屋医療センター
脳神経外科

副会長 津川 隆彦

偕行会名古屋共立病院
集束超音波治療センター

ご 挨拶

第8回日本経頭蓋集束超音波治療学会
国立病院機構名古屋医療センター 脳神経外科

会長 前澤 聡



このたび、第8回日本経頭蓋集束超音波治療学会を名古屋の地で開催できますことを、大変光栄に存じます。開催にあたり、多くの皆様のご支援とご協力を賜りましたことに、心より御礼申し上げます。充実した学会となるよう、鋭意準備を進めてまいりました。

本学会は前回より「研究会」から「学会」へと発展し、FUS（集束超音波治療）も本邦での薬事承認から8年余を経て、臨床経験の蓄積とともに着実な進歩を遂げております。一方で、国際的な学術貢献という観点からは、まださらなる飛躍の余地があるのではないのでしょうか。

そこで今回のテーマは、あらためて原点に立ち返り、「再掲 — All Japan による世界への発信」といたしました。現在もなお、臨床成績の向上、手技の洗練、適応の拡大、社会への啓発など、私たちが取り組むべき課題は少なくありません。本学会では、医師のみならずコメディカルの皆様にも積極的にご参加・ご発表いただき、分野を越えた活発な議論と情報共有の場となることを期待しております。

おかげさまで、今回はシンポジウム14題、一般演題19題と、多彩な発表が揃いました。また、名古屋大学でパーキンソン病治療の中心的役割を担う坪井崇先生によるランチオンセミナーも予定されております。さらに、インサイテック社からは最新情報のアップデートをご提供いただく予定です。

加えて、今回は学会終了後に懇親会を企画いたしました。しっかりと学びを深めた後は、ぜひイルミネーションが光り輝く名古屋の夜をお楽しみいただき、参加者の皆様同士の交流をさらに深めていただければ幸いです。

本学会が、皆様にとって実り多い時間となり、FUSのさらなる発展への一助となりますことを心より祈念いたします。

今後とも、何卒ご支援とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

2025年11月吉日

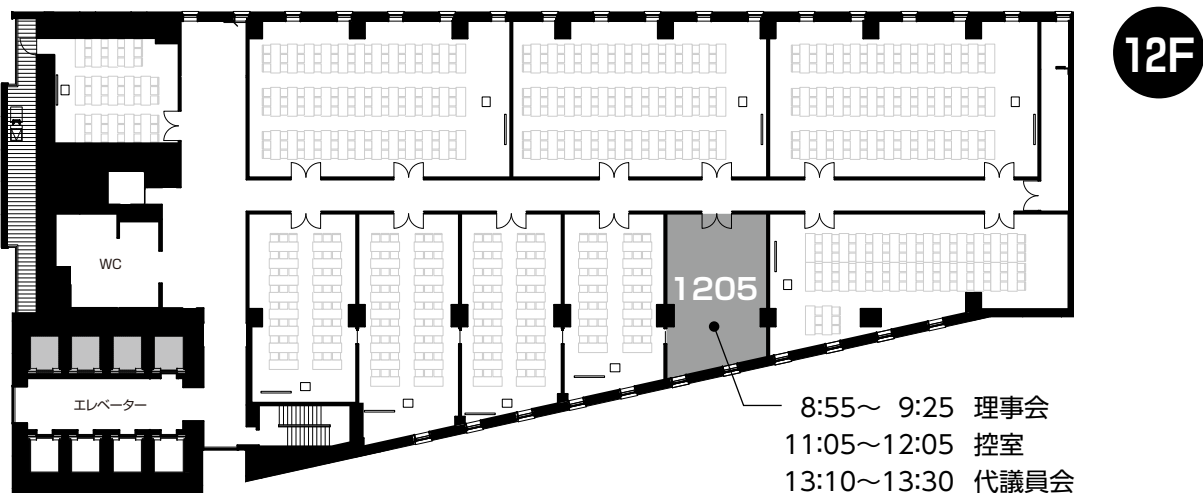
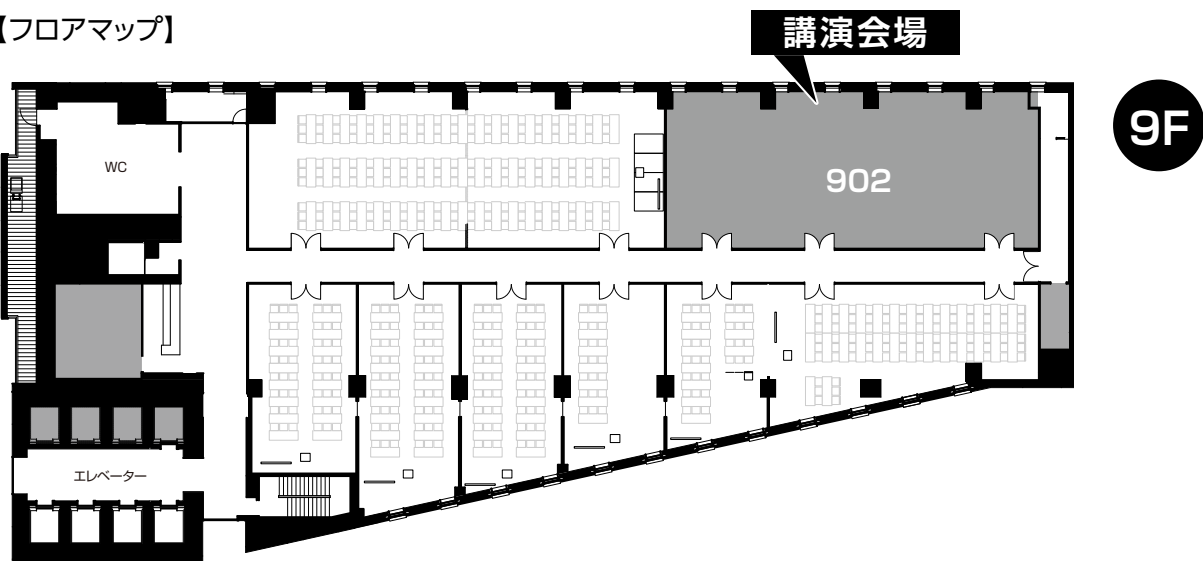
会場案内

【アクセス】 ウィンクあいち
〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅4丁目4-38



- 電車をご利用の場合
(JR・地下鉄・名鉄・近鉄)名古屋駅より
- ・JR名古屋駅桜通口から:
ミッドランドスクエア方面 徒歩5分
 - ・ユニモール地下街 5番出口から:
徒歩2分

【フロアマップ】



参加者へのご案内

【日 時】 2025年12月13日(土) 9:30～18:30

【会 場】 ウィンクあいち(愛知県産業労働センター) 9階 会議室 902

【会 長】 前澤 聡(国立病院機構名古屋医療センター 脳神経外科)

【副 会 長】 津川隆彦(偕行会名古屋共立病院 集束超音波治療センター)

【参 加 費】 会員 5,000円 非会員 6,000円

【役員会議】 12階 会議室 1205
• 8:55～9:25 理事会
• 13:10～13:30 代議員会

【運営事務局】 アップローズ株式会社
〒440-0886 愛知県豊橋市東小田原町48番地 セントラルレジデンス 201
TEL: 0532-21-5731 FAX: 0532-52-2883 E-mail: fus@uprosec.co.jp

【懇 親 会】 2025年12月13日(土) 18:45～20:45
伊太利食房 ZenZero ゼンゼロ名駅店
名古屋市中村区名駅4-10-22 琥珀ビル 2F
※参加ご希望の方は大会参加登録と合わせてお申込みください。
先着50名、懇親会の参加申込は11月28日(金)で締め切りとさせていただきます。

座長・演者へのご案内

●座長の皆様へ

セッションスタート 15 分前までに、受付をお済ませのうえ、会場内「次座長席」にてお待ちください。進行は座長に一任致します。

●演者の皆様へ

PowerPoint などを使用したプレゼンテーションによる発表となります。

当日は発表用パソコン (Windows) をご用意いたします。発表データは USB メモリーでご持参ください。ご自身のパソコンをお持ちいただいても結構です。

《発表データ準備》

下記の仕様に基づいて発表データの作成をお願い致します。

- ・推奨アプリケーション：PowerPoint / Keynote (Keynote の場合はパソコンをお持ちください)
- ・スライドのサイズ：標準 (4 : 3) またはワイド画面 (16 : 9)
- ・利益相反開示 (COI) スライド：自己申告のご協力をお願い致します。

《発表について》

会場前方の演台にてご発表・質疑対応をお願いいたします。

セッションの 1 番目の発表者はセッション開始前に、2 番目以降の発表者はひとつ前の発表が始まりましたら演台前の次演者席へお座りください。

進行は座長の指示に従い、時間厳守でお願いいたします。

【注意点】

- ・USB メモリーをご持参の場合は、プログラムスタート前、休憩時間などのプログラム進行時以外に、会場内前方のパソコン接続担当者へお渡しください。
- ・自身のパソコンで発表される場合は、発表時に直接プロジェクターへ接続していただきます。スクリーンセーバーや省電力機能で発表中に電源が切れないように設定をしてください。また、AC アダプタ、HDMI 接続用の変換ケーブルが必要な場合はご持参ください。

第 8 回 日本経頭蓋集束超音波治療学会 プログラム

- 9:30 ~ 9:35 **開会挨拶**
前澤 聡 (国立病院機構名古屋医療センター 脳神経外科)
- 9:35 ~ 11:05 **シンポジウム① 「世界への発信」**
座長：貴島 晴彦 (大阪大学大学院医学系研究科 脳神経外科学)
平 孝臣 (福寿会東京病院 脳神経外科)
- 12分+質疑3分 頭皮神経ブロックと領域別頭蓋骨条件の新知見 ー当施設からの国際的発信ー
門脇 慎 (浜松医科大学 脳神経外科)
- 12分+質疑3分 Focal hand dystonia に対する MR ガイド下集束超音波治療の確立を目指して
堀澤 士朗 (東京女子医科大学 脳神経外科)
- 12分+質疑3分 本態性振戦に対する集束超音波視床破壊術における同側および体軸振戦の治療反応性：
臨床成績と確率マッピング解析
山本 一徹 (湘南藤沢徳洲会病院 機能的神経疾患センター)
- 12分+質疑3分 本態性振戦に対する MRgFUS 両側視床破壊術：安全性の検証と世界標準化への展望
福留 賢二 (大阪けいさつ病院 / 大西脳神経外科病院 脳神経外科)
- 12分+質疑3分 日本発国際論文の紹介：Effectiveness and safety of MR-guided focused ultrasound
thalamotomy in patients with essential tremor and low skull density ratio
低頭蓋骨密度比症例に対する MRgFUS 治療の臨床成績
眞木 二葉 (新百合ヶ丘総合病院 脳神経内科)
- 12分+質疑3分 All Japan による挑戦と成果：薬剤抵抗性本態性振戦に対する集束超音波視床凝固術の
多施設研究から
阿部 圭市 (東京女子医科大学 脳神経外科)
- 11:10 ~ 12:00 **一般演題①**
座長：戸田 弘紀 (医学研究所北野病院 脳神経外科)
仲野 雅幸 (新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科)
- 7分+質疑3分 無症候性先天性脳室拡大を伴う薬剤抵抗性振戦に対して MRgFUS を施行した一例
橋田 美紀 (名古屋共立病院 集束超音波治療センター)
- 7分+質疑3分 神経核内封入体病に伴う振戦に対して FUS を行った同胞 3 例
白石 有輝 (豊田えいせい病院、浜松医科大学 脳神経外科)
- 7分+質疑3分 Sweet spot が通常よりも後方に存在したパーキンソン病の一例
朴 穂貞 (横須賀市立総合医療センター 脳神経外科)
- 7分+質疑3分 特異な経過を呈した本態性振戦の一例
仲野 雅幸 (新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科)
- 7分+質疑3分 FUS 視床凝固後の MRI と再発に対する手術中の微小電極記録の対応を観察し得た本態性
振戦の症例
橋本 宗明 (浜松医科大学 脳神経外科)

12:05 ~ 13:05 ランチョンセミナー
座長：齋藤 竜太 (名古屋大学 脳神経外科)

臨床像と病態から考える振戦性疾患治療 ～外科への架け橋～
坪井 崇 (名古屋大学 神経内科)

共催：InSightec Japan 株式会社

— 休憩 (3 0 分) —

13:35 ~ 14:45 一般演題②
座長：押野 悟 (大阪大学大学院医学系研究科 脳神経外科学)
杉山 憲嗣 (豊田えいせい病院 脳神経外科)

7分+質疑3分 FUS 治療中の症状と看護師の声掛けのタイミング
椋木 里美 (医療法人慈風会厚地リハビリテーション病院 外来)

7分+質疑3分 MR ガイド下集束超音波治療における術前処置時の疼痛緩和看護の取り組み
谷口 美知 (公益財団法人田附興風会医学研究所北野病院 低侵襲治療センター)

7分+質疑3分 振戦優位型パーキンソン病に対する集束超音波治療における下肢振戦改善についての検討
杉田 義人 (医学研究所北野病院 脳神経外科)

7分+質疑3分 視床における 3T FGATIR 画像と Klüver-Barrera 染色ヒト脳切片の相同性
東島 威史 (横須賀市立総合医療センター 脳神経外科)

7分+質疑3分 FGATIR を併用した MRgFUS 視床破壊術における Vim ターゲティングの初期経験
花田 朋子 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 脳神経外科)

7分+質疑3分 集束超音波治療中の定位フレームに関連した有害事象の検討
押野 悟 (大阪大学医学部 脳神経外科)

7分+質疑3分 Magnetic resonance-guided focused ultrasound (MRgFUS) の長期的安全性プロ
ファイルに関するレビュー ～アジア太平洋地域に焦点を当てて～
山田 佑介 (InSightec Japan 株式会社 APAC クリニカルアプリケーションズスペシャリスト)

14:50 ~ 16:00 一般演題③
座長：安藤 肇史 (国立病院機構 宮城病院 脳神経外科)
山口 敏雄 (国際集束超音波治療研究所)

7分+質疑3分 第三脳室の構造が FUS 治療計画に与える影響の検討
山下 耕司 (社会医療法人柏葉会札幌柏葉会病院 放射線科)

7分+質疑3分 視床非対称と Vim-Vc 境界の解剖学的予測因子としての手綱角度
Habenula is a landmark of the ventral intermediate nucleus and thalamic
asymmetry
西田 南海子 (田附興風会医学研究所北野病院 脳神経外科)

7分+質疑3分 当院における diffusion tensor tractography 解析の現状と精度検証
松村 武明 (札幌孝仁会記念病院 画像診断部)

7分+質疑3分 画像ベース型 Deep Learning Reconstruction のインパクト
～治療計画用 CST WI への応用～
渡邊 和希 (新百合ヶ丘総合病院 診療放射線科)

- 7分+質疑3分 Probabilistic tractography を用いた非交叉性歯状赤核視床路と内側毛帯の空間的分離解析 —MRgFUS における安全域設定への応用—
村木 岳史 (札幌柏葉会病院 脳神経外科)
- 7分+質疑3分 当院における術前頭蓋骨 CT の定量的解析方法について
田村 千紗 (横須賀市立総合医療センター 診療放射線科)
- 7分+質疑3分 MRgFUS 治療後の本態性振戦患者におけるミエリン量と FA 値の経時的変化と治療標的再評価への応用の可能性：推定ミエリン画像とトラクトグラフィを用いた定量的解析
叶内 将司 (新百合ヶ丘総合病院 診療放射線科)
- 16:05 ~ 18:05 シンポジウム② 「パーキンソン病の治療」
座長：津川 隆彦 (偕行会名古屋共立病院 集束超音波治療センター)
平林 秀裕 (上本町ふるえと頭痛・脳神経クリニック)
山田 和慶 (熊本保健科学大学保健科学部 リハビリテーション学科 言語聴覚学専攻)
- 12分+質疑3分 パーキンソン病に対する MRgFUS 視床下核破壊術単群非盲検試験
望月 秀樹 (大阪刀根山医療センター)
- 12分+質疑3分 パーキンソン病に対する MRgFUS 視床下核破壊術の技術的検討
細見 晃一 (大阪大学大学院医学系研究科 脳神経外科学)
- 12分+質疑3分 パーキンソン病振戦に対する MRgFUS Vim-thalamotomy :
治療成績と術中反応パターン
眞木 二葉 (新百合ヶ丘総合病院 脳神経内科)
- 12分+質疑3分 振戦優位型パーキンソン病に対する Vim 標的 MRgFUS の治療反応と再発例の検討：
Vop 領域を含む戦略の可能性
花田 朋子 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 脳神経外科学)
- 12分+質疑3分 パーキンソン病に対する集束超音波による淡蒼球視床路凝固 (PTT-FUS) の短期両側効果
池澤 淳 (東京都立神経病院 脳神経内科)
- 12分+質疑3分 パーキンソン病に対する FUS の問題点と、当施設の方策
杉山 憲嗣 (豊田えいせい病院 脳神経外科)
- 12分+質疑3分 パーキンソン病における集束超音波療法の啓蒙と集患体制の構築
樽野 陽亮 (公益財団法人田附興風会 医学研究所北野病院 神経センター 脳神経内科)
- 12分+質疑3分 当院における MRgFUS によるパーキンソン病振戦患者の治療成績と問題点
仁村 太郎 (国立病院機構宮城病院 脳神経外科)
- 18:05 ~ 18:20 グローバルの臨床情報と今後の日本における FUS の戦略について
INSIGHTEC Inc.
- 18:20 ~ 18:30 第 9 回日本経頭蓋集束超音波治療学会 会長挨拶
安藤 肇史 (国立病院機構 宮城病院 脳神経外科)
- 閉会挨拶
前澤 聡 (国立病院機構名古屋医療センター 脳神経外科)

頭皮神経ブロックと領域別頭蓋骨条件の新知見 —当施設からの国際的発信—

門脇 慎¹、杉山 憲嗣²、橋本 宗明¹、岡崎 諒¹、白石 有輝^{1,2}
野崎 孝雄¹、山崎 友裕¹、神尾 佳宣¹、黒住 和彦¹

浜松医科大学 脳神経外科¹⁾
豊田えいせい病院 脳神経外科²⁾

我が国は多数の FUS 治療機器を有していると同時に、低 SDR 症例が多いとされる東アジアに位置し、低 SDR 治療にかかる世界的な研究発信が求められていると考えられる。当施設では、超音波照射時の頭痛に対する神経ブロック、および頭蓋領域別にみた頭蓋骨条件による治療効果予測について論文報告を行っている。

FUS における超音波照射時、特に低 SDR 症例において、患者は頭痛を経験する。我々は頭皮神経ブロックを施行し、70 例の pre-post 解析を行った。神経ブロックは照射時の頭痛を有意に軽減しており、Numerical rating scale (0-10) にて平均 0.65 の軽減がみられ、特に 10000-29999 J の帯域の照射に対しては 1.8 の軽減が、また治療目標である 52.5°C に達した照射の頭痛では 2.4 の軽減がみられた。エネルギー量について天井効果がみられたが、苦痛緩和においては一定の効果を持つはずである。

次に、FUS において一般に治療難度の指標にされるのは頭蓋全体の平均 SDR であるが、我々は頭蓋全体を 10 の領域に分け、領域別の SDR、超音波入射角および頭蓋骨厚に着目した。171 例の後方視解析の結果、SDR は、頭蓋全体を平均したものよりも両側側頭部を除いて平均したものの方が、より有効に治療効果を予測した。また、治療側の頭頂部の超音波入射角が小さい（90 度に近い）と温度が上がりやすい関係にあった。これらを元に、低 SDR 例からより治療成功の見込めるものを抽出できる可能性がある。

また、エレメント別の頭蓋骨条件に基づき温度上昇を高める可能性のある手法を見出しており、その成果は現在論文投稿中である。先述の両側側頭部において、頭蓋骨厚は他領域と比較して有意に薄かった。ここを除いて計算した SDR が優れていたという結果は、SDR が低値であっても骨厚が薄い場合には超音波が有効に透過する可能性を示唆している。十分な温度上昇が得られない状況に対する対処として、SDR が低くかつ頭蓋骨の厚いエレメントを除外した照射を検討したところ、この方法は有意に加熱効率を向上させていた。

Focal hand dystonia に対する MR ガイド下集束超音波治療の確立を目指して

堀澤 士郎

東京女子医科大学 脳神経外科

薬物療法やボツリヌス治療では十分な効果が得られない Focal hand dystonia (FHD) に対して、われわれは視床 Vo 核を標的とした高周波熱凝固、ガンマナイフ、脳深部刺激療法などを通じてその有効性を報告してきた。2018 年には、10 名の FHD 患者を対象に視床 Vo 核を標的とした MR ガイド下集束超音波 (MRgFUS) によるパイロットスタディを実施し、安全性と有効性を報告した (Mov Disord 2021)。その後、これまでの治療データを用いた Probabilistic mapping 解析により、FHD における良好な臨床転帰と関連する最適な破壊部位を明らかにした。さらに、安静時 fMRI によるネットワーク解析では、FHD の改善には小脳との機能的接続性が重要であり、この小脳結合性の高い視床 Vo-Vim 核領域が Probabilistic mapping の結果と一致した。また、標準化空間上で得られた最適部位を各患者の個別座標空間へマッピングする手法を確立し、より精度の高い治療計画が可能となった。本年より、24 名を対象としたランダム化比較試験を開始し、治療効果の再現性およびエビデンスの確立を目指している。本講演では、これまでの臨床成果と研究の進展を概説し、FHD に対する集束超音波治療の完成に向けた展望を示す。

本態性振戦に対する集束超音波視床破壊術における同側および体軸振戦の治療反応性： 臨床成績と確率マッピング解析

山本 一徹

湘南藤沢徳洲会病院 機能的神経疾患センター

背景：MRガイド下集束超音波（MRgFUS）視床破壊術は、本態性振戦（ET）に対する有効性・安全性が示されている治療であり、とりわけ、治療側に対する対側上肢の振戦の改善が報告されている。しかし、同側上肢および体軸の振戦に対する治療効果に関しては報告が乏しく、その効果の有無や治療部位との関連性は不明である。

目的：ET患者におけるMRgFUSの効果を、同側手および体軸振戦の下位スコアに焦点を当て、確率マッピング解析も交え検討する。

方法：2012～2018年に治療を受けた100例の振戦スコアと有害事象を、術後1週、3ヶ月、12ヶ月、24ヶ月で評価した。同側手振戦について、任意の時点で30%以上の改善を示した症例を「改善群」、それ以外を「非改善群」としてサブグループ解析を行った。改善の相関および予測因子を解析し、重みづけ確率マップを作成した。

結果：体軸、対側手、ならびに総合振戦スコアはいずれもベースラインから全評価時点で有意に改善した（ $p < 0.0001$ ）。同側手の下位スコアには全体として有意な改善を認めなかったが、一部の患者（ $n=20$ ）では群レベルでの同側手改善が全追跡期間を通じて有意であった（ $p < 0.001$ ）。多変量回帰解析では、ベースラインスコアが高いほど同側手および体軸振戦の改善が良好であることが示された。確率マッピングでは、体軸振戦の改善に関連する凝固巣至適部位は、対側改善に関連するホットスポットより内側に位置していた。

結論：MRgFUSは体軸、対側手、総合振戦スコア

を有意に改善した。サブセットでは同側上肢振戦に対しても一貫した群レベルの治療効果が認められた。同側振戦改善は凝固巣の位置との関連性が乏しい一方で、体軸および対側振戦改善については凝固巣の位置との空間的関連性が認められ、視床Vim核の体部位局在と整合した。

本態性振戦に対する MRgFUS 両側視床破壊術：安全性の検証と世界標準化への展望

福留 賢二^{1,2}、平林 秀裕^{2,3}、小坂田 陽介^{2,4}、久我 純弘²、大西 宏之²、大西 英之²

大阪けいさつ病院 脳神経外科¹⁾

大西脳神経外科病院 脳神経外科²⁾

上本町ふるえと頭痛・脳神経クリニック³⁾

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 脳神経内科学講座⁴⁾

本態性振戦に対する両側視床 Vim 破壊術は、高周波凝固術の時代から、高率な言語障害や嚥下障害などの合併症の発生が主な課題とされてきた。MRガイド下集束超音波療法 (MRgFUS) は、凝固巣や症状を確認しながら治療ができるという利点があり、この両側治療のリスクを克服する可能性を秘めている。本発表では、MRgFUS を用いた段階的両側視床 Vim 破壊術の安全性と有効性を検証した我々の報告 (*Stereotact Funct Neurosurg.* 2022) に基づき、その戦略的意義を議論したい。我々は薬物抵抗性の本態性振戦患者 5 例に対し、MRgFUS を用いて 1 年以上の間隔を空け、左右非対称的に凝固巣形成を行った段階的両側視床 Vim 破壊術を実施した。結果、CRST total score はベースライン 63.6 点から 2 回目術後 21.8 点へ、part C は 18.4 点から 2.6 点へ改善した。永続的な有害事象は 1 例に軽度の構音障害と舌の違和感が残存したのみであり、5 例中 4 例 (80%) が治療に満足した。本報告は、適切な戦略を遵守することで、MRgFUS による両側視床 Vim 破壊術が安全で高い有効性を有することを証明した。

MRgFUS による両側治療は、欧米では既に保険承認され、標準化が途上にある一方、日本では未だ片側治療のみしか保険適用が認められていないという遅れをとっている。我々が今、世界に「発信」すべきミッションは、この貴重で安全性の高いデータ、特に凝固巣の左右非対称化という安全戦略の具体的なエビデンスをもって、国際的な知見に貢献するとともに、遅れている国内の両側治療の標

準化と保険適用拡大を加速させる提言を行うことに尽きる。今後の課題は、本研究で採用した非対称病変の至適な三次元座標の解明、および安全性を維持しつつ手術間隔を最短化するなど、さらなる治療最適化のエビデンスを確立することである。

日本発国際論文の紹介：

Effectiveness and safety of MR-guided focused ultrasound thalamotomy
in patients with essential tremor and low skull density ratio

低頭蓋骨密度比症例に対する MRgFUS 治療の臨床成績

眞木 二葉^{1,2}、日野 栄絵^{1,2}、山口 敏雄^{3,4}、鎗木 真弓^{1,2}、仲野 雅幸⁵、岩室 宏一⁶
高崎 正人⁷、飯島 健⁸、叶内 将司⁹、笹沼 仁一⁵、渡邊 一夫⁵、長谷川 泰弘^{1,2}、山野 嘉久¹

聖マリアンナ医科大学 脳神経内科¹⁾
新百合ヶ丘総合病院 脳神経内科²⁾
国際集束超音波治療研究所³⁾
新百合ヶ丘総合病院 放射線診断科⁴⁾
新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科⁵⁾
順天堂大学 脳神経外科⁶⁾
新百合ヶ丘総合病院 麻酔科⁷⁾
埼玉石心会病院 放射線科⁸⁾
新百合ヶ丘総合病院 放射線科⁹⁾

本邦から国際誌 Journal of Neurosurgery に発表された論文「Effectiveness and safety of MR-guided focused ultrasound thalamotomy in patients with essential tremor and low skull density ratio」(Hino et al.2024) は、集束超音波治療 (MRgFUS) の適応に関する重要な知見を報告した。本研究は、本邦の単一施設で実施された実臨床データ 101 例を対象に、頭蓋骨密度比 (skull density ratio : SDR) が低値であっても、本治療が有効かつ安全に施行できるかを検討したものである。従来、SDR が 0.45 未満の症例は米国 FDA 基準上、適応外とされてきたが、日本では明確な基準を設けずに慎重な臨床応用が進められており、本研究はその安全性と有効性を体系的に示した初の大規模報告である。患者は SDR 値に基づき 4 群に分類され、治療効果と安全性を比較した。結果、全群で Fahn-Tolosa-Marin Tremor Rating Scale (CRST) スコアは有意に改善し、特に SDR が 0.26 ~ 0.37 の「極めて低 SDR 群」でも平均改善率は約 40 ~ 60% と、高 SDR 群に劣らぬ臨床効果を示した。副作用は低 SDR 群で頭痛や顔面浮腫がやや多くみられたが、いずれも 3 か月以内に消失した。これらの結果から、低 SDR 症例においても適切なエネルギー制御と疼痛管理を行えば良好な治療成績が得られる

ことが示された。本研究は、低 SDR を MRgFUS の絶対的除外基準とすべきでないことを明確にし、今後の治療戦略の再検討に重要な示唆を与えるものである。本成果は国際的にも注目され、既に複数の後続研究で引用されており、長期予後の検討が今後の課題として期待される。

**All Japan による挑戦と成果：
薬剤抵抗性本態性振戦に対する集束超音波視床凝固術の多施設研究から**

阿部 圭市、平 孝臣、日本多施設共同研究グループ (All Japan FUS Study Group)

東京女子医科大学 脳神経外科

本態性振戦は、集束超音波治療 (Focused Ultrasound: FUS) の原点となった疾患であり、当施設では 2013 年の初症例以降、12 年間にわたり一貫して臨床経験を積み重ねてきた。FUS 視床破壊術は、MRI ガイド下で視床腹中間核 (VIM) を焼灼する低侵襲治療であり、薬剤抵抗性振戦に対する有効性が報告されている。なかでも 2021 年に報告した日本多施設共同試験 (ET002J) は、本邦における重要な成果である。本研究では 35 例の薬剤抵抗性本態性振戦患者に片側 VIM FUS を施行し、平均頭蓋骨密度比 (Skull Density Ratio: SDR) は 0.47 であった。治療手指の姿勢振戦スコアは 12 か月後に 56.4% 改善し、QOL は 46.3% 向上、重篤な有害事象は認めなかった。特筆すべきは、日本人症例の約半数が SDR 0.45 未満でありながらも良好な治療効果を示した点である。2013 年の初期試験 (ET001) 当時は SDR の概念すら十分に理解されておらず、日本人の骨構造が治療に大きく影響することを実感した。その後、国際共同試験 (ET002) では SDR 0.45 以上を条件としたため、本邦での被験者募集は極めて困難であった。ET002J では SDR 0.35 以上でも有効であることを確認し、FUS 治療の適応を大きく広げたが、治療中の頭痛など一定の苦痛も経験した。これらの知見は、FUS の安全かつ実効的な適用条件を示す重要な臨床的蓄積である。

パーキンソン病に対する MRgFUS 視床下核破壊術単群非盲検試験

望月 秀樹¹、角田 溪太²、押野 悟³、細見 晃一³、谷 直樹³、鐘本 学⁴、貴島 晴彦³

大阪刀根山医療センター¹⁾

大阪大学大学院医学系研究科 神経内科学²⁾

大阪大学大学院医学系研究科 脳神経外科学³⁾

彩都友誼会病院 脳神経外科⁴⁾

磁気共鳴画像 (MRI) ガイド下集束超音波による視床下核 (STN) 病変形成 (STN-FUS) は、パーキンソン病 (PD) に対する切開を伴わない治療法として提案されている。本研究では、日本で実施された単群非盲検試験の結果を報告し、片側 STN-FUS の安全性と実現可能性を評価した。著明な左右差を有する PD 患者が片側 STN-FUS を受けた。主要評価項目は安全性、副次評価項目は、投薬オン状態およびオフ状態における運動症状に対する有効性であり、治療 4 か月後に Movement Disorder Society–Unified Parkinson’s Disease Rating Scale (MDS-UPDRS) パート III を用いて評価した。10 名の患者が登録され、そのうち 1 名は頭痛のためアブレーション温度に到達できなかった。有害事象としては、ジスキネジア (不随意運動)、処置前からのジスキネジアの悪化、体幹失調などがみられ、いずれも一過性のものを含んでいた。治療側の MDS-UPDRS パート III スコアおよび体幹症状は、投薬オン・オフいずれの状態でも有意に改善し、同時にレボドパ換算量の減少も認められた。これらの結果から、STN-FUS は、適切に選択されたアジア人 PD 患者に対して安全かつ実施可能な治療法であることが示された。視床下核破壊術の技術的検討は、大阪大学脳神経外科学細見氏が報告する。

パーキンソン病に対する MRgFUS 視床下核破壊術の技術的検討

細見 晃一¹、押野 悟¹、谷 直樹¹、平井 健太郎¹、佐伯 千寿^{2,3}、梶山 裕太^{2,4}、角田 溪太²
馬場 孝輔²、服部 憲明^{2,5}、何 馨¹、鐘本 学⁶、望月 秀樹^{2,7}、貴島 晴彦¹

大阪大学大学院医学系研究科 脳神経外科学¹⁾

大阪大学大学院医学系研究科 神経内科学²⁾

福井大学 神経難病先端医科学³⁾

川崎医科大学医学部 神経内科学⁴⁾

富山大学学術研究部医学系 リハビリテーション科⁵⁾

彩都友誼会病院 脳神経外科⁶⁾

国立病院機構大阪刀根山医療センター⁷⁾

視床下核 (STN) に対する脳深部刺激療法 (DBS) は、進行期パーキンソン病に対する確立された治療として広く行われている。一方で、高周波熱凝固による視床下核破壊術が少数ながら古くから行われ、国外では MRgFUS を用いた臨床試験が報告されている。我々は、本邦における MRgFUS 視床下核破壊術 (STN-FUS) の安全性と短期的な有効性を検討するため、片側優位のパーキンソン病患者 10 名を対象とした治験を実施した。STN は治療時の MRI では描出が困難であるため、術前に 3D-T1 強調画像と T2 強調画像に加えて 3D-FLAIR-VISTA を撮影した。当院の DBS の刺激電極位置を参考に、STN の背外側部に標的を設定した。FUS の照射は振戦の際と同様に、まず低出力で位置確認を行い (照射 4 ~ 6 回)、50°C 以下の温度上昇で効果を確認した後、1 か所につき 1 ~ 2 回の照射で最高到達温度 (average) 55°C 以上を目標に熱凝固を行った。初期標的を凝固した後は、原則、後外側に標的を移動し、治療終了は筋強剛や振戦の改善、あるいはジスキネジアの出現で判断した。症例ごとの治療標的は 1 ~ 3 か所で、最高出力のエネルギーは 10,000 ~ 36,000 J (照射強度: 800 ~ 1300 W、照射時間: 13 ~ 31 秒) であった。最高到達温度は、7 名で 55°C 以上に達し、1 名は 49°C であったが、全例で凝固巣が作成された。SDR が低く、到達温度が低く、凝固巣が小さい症例で、UPDRS part III がより改善している傾向が見られた。ボクセル

単位で各凝固巣の位置を解析したところ、前外側部の凝固でより良好な結果が得られていた。一方で、有害事象の発生に明確な傾向はみられなかった。これらの結果から、STN-FUS における標的の設定と、温度や凝固範囲の最適化が、有効性と安全性の更なる改善に寄与する可能性が示唆された。STN-FUS は片側優位のパーキンソン病患者に対する有望で低侵襲な治療選択になりうる。

パーキンソン病振戦に対する MRgFUS Vim-thalamotomy : 治療成績と術中反応パターン

眞木 二葉

新百合ヶ丘総合病院 脳神経内科

パーキンソン病 (PD) における薬剤抵抗性振戦は、治療上の重要な課題である。当院では 2020 年以降、視床腹中間核 (Vim) を標的とした MR ガイド下集束超音波 (FUS) 治療を 45 例に施行し、このうちフォローアップが可能であった 40 例を対象に解析した。対象は男性 34 例、平均年齢 66 歳、平均罹病期間 4.8 年であった。本態性振戦から PD へ移行した症例は 7 例、家族歴を有する症例も 7 例であった。平均 Skull Density Ratio (SDR) は 0.49、平均最高到達温度は 53.7°C であった。治療効果の評価には Clinical Rating Scale for Tremor (CRST) の tremor score を用い、L-dopa Equivalent Daily Dose (LEDD) も検討した。最終照射終了時には 25 例で完全な振戦消失を認め、9 例で 90% 以下、6 例で効果が限定的であった。CRST tremor score は術前に比し有意に改善を示した。フォローアップ期間は 1 ~ 48 か月 (平均 14 か月) で、短期的には著明な改善を認めたが、経過とともに部分的な再燃を示す症例もあり、効果の持続には個人差がみられた。術中の振戦改善経過には特徴的なパターンがみられ、温度上昇に伴い漸進的に改善する本態性振戦と異なり、ある閾値を超えた段階で急激に消失する “plateau → sudden drop” 型を呈する症例が多かった。この現象は、パーキンソン病振戦が基底核をスイッチ、小脳 - 視床 - 皮質系をディマーとして構成される “switch-dimmer” モデルと関連している可能性も考えられるが、その機序の詳細は明らかでない。術後の LEDD は多くの症例で

減量が得られなかった一方で、長期にわたり増量を要さない症例も認められた。振戦改善が薬剤量の維持に寄与した可能性もあり、FUS 施行時期を含む治療戦略の最適化が今後の課題と考えられる。本シンポジウムでは、当院における 40 例の治療経験をともに、術中反応の特徴、CRST スコアおよび LEDD の推移を中心に報告する。

振戦優位型パーキンソン病に対する Vim 標的 MRgFUS の治療反応と再発例の検討： Vop 領域を含む戦略の可能性

花田 朋子¹、山田 和慶²、東 拓一郎¹、Mohammad Ali Akbar^{1,3}
牧内 恒生⁴、時村 美香⁵、花谷 亮典¹

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 脳神経外科¹⁾
熊本保健科学大学 保健科学部 リハビリテーション学科 言語聴覚学専攻²⁾
ディボネゴロ大学 脳神経外科³⁾
厚地リハビリテーション病院 脳神経外科⁴⁾
厚地リハビリテーション病院 脳神経内科⁵⁾

【背景】

MRI ガイド下集束超音波治療 (MRgFUS) は、振戦優位型パーキンソン病 (TDPD) に対する低侵襲治療として確立しつつある。振戦抑制に高い有効性が示されている一方、症例によっては効果の持続や再燃に差がみられ、標的の最適化が今後の課題である。今回、TDPD の振戦に対し視床中間腹側核 (Vim) を標的とした FUS 例と、Vim に腹側吻側後部核 (Vop) を含めた破壊を行った RF 例の臨床経過を比較検討した。

【対象と方法】

2021 年 10 月～2025 年 8 月に TDPD10 例 (うち本態性振戦 [ET] 合併 3 例) に破壊術を実施した。FUS 8 例 (全例 Vim 標的)、RF 3 例 (Vim + Vop 標的、うち 1 例は FUS 後再発に追加 RF)。RF で Vop を含める破壊は、もともと固縮軽減を目的に継続してきた。再発は既報に準じ、Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) Part III の振戦項目を指標とし、治療後 24 時間で 30%以上の改善を示した症例のうち、1 か月あるいは 6 か月の時点で改善率が 30%未満へ低下し ADL 障害を伴う場合と定義した。

【結果】

FUS 施行例の多くで術後早期に振戦消失を得たが、8 例中 4 例で再発を認めた。再発例はいずれも術直後は完全な振戦消失を示し、再発時期はひと月以内であった。ET 合併 3 例はいずれも動作時振戦の改善を示し、長期的効果を維持した。一方、Vim + Vop 破壊を行った RF 例では、FUS 後に

追加 RF を行った 1 例を含め 3 例とも良好であった。

【考察・結語】

RF で固縮軽減を目的に行われてきた、淡蒼球からの投射を受ける Vim 前方部や Vop 領域を含む破壊は、結果として振戦制御にも寄与した可能性がある。FUS 治療後の長期経過を脳外科医が継続的に追跡できる点は本邦の特徴であり、今後は施設間での知見共有を通じて、病態に応じた個別化治療の確立が期待される。

パーキンソン病に対する集束超音波による淡蒼球視床路凝固 (PTT-FUS) の短期両側効果 Bilateral effects of pallidothalamic tractotomy using MRgFUS for patients with Parkinson's disease

池澤 淳¹、横地 房子¹、山口 敏雄^{2,7}、阿部 圭市³、上山 勉¹、川添 僚也¹、堀澤 士朗³
笹沼 仁一⁵、堀 智勝⁵、堀 大樹⁶、掛川 徹⁴、沖山 亮一¹、高橋 一司¹、平 孝臣³

東京都立神経病院 脳神経内科¹⁾
新百合ヶ丘総合病院 放射線診断研究所²⁾
東京女子医科大学 脳神経外科³⁾
熊谷総合病院 脳神経外科⁴⁾
新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科⁵⁾
熊谷総合病院 放射線科⁶⁾
国際集束超音波治療研究所⁷⁾

【目的】淡蒼球視床路 (pallidothalamic tract, PTT) は、1960-70年代に Spiegel らによってパーキンソン病 (PD) に対し Forel's field H として凝固術が行われた。PTT は近年治療部位として見直され PD に対するラジオ波や集束超音波 (FUS) による凝固治療の報告が散見されるようになってきたが、wearing off やジスキネジアを有する進行期 PD に対する報告は限定的である。本研究は両側 PTT-FUS の安全性及び有効性を評価することを目的とした。

【方法】対象：進行期 PD 患者 9 名 (手術時平均年齢 58 歳, M3/F6, 罹病期間 15 年)。方法：手術前, 初回手術後 3 ヶ月で Movement Disorders Society-Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS) などの臨床項目を評価した後に, 対側手術を行い, その後 12 ヶ月後まで臨床評価を行う (試験中に初回手術後の経過観察期間は 18 ヶ月に延長された)。

【結果】MDS-UPDRS Part III は術前 on/off: 26.1 ± 15.4 (±: standard deviation) / 54.4 ± 16.7 , 術後 3 ヶ月 on/off: 11.9 ± 9.6 / 26.6 ± 15.9 , Unified Dyskinesia Ratings Scale (UDysRS) は術前 25.0 ± 18.9 , 術後 3 ヶ月 3.6 ± 7.0 と改善した。MDS-UPDRS part III の下位項目では治療側対側 (術前 off: 18.3 ± 4.8 , 術後 3 ヶ月: 5.4 ± 5.5) のみならず治療側同側 (術前: 15.8 ± 4.6 , 術後 3 ヶ月: 6.9 ± 5.3), 姿勢反射障害・歩行障害 (PIGD) (術前 off: $13.9 \pm$

6.0 , 術後 3 ヶ月: 4.6 ± 6.7) の改善が見られた。PIGD と同側の症状にも顕著な改善があったことから, 9 例中 7 例で片側治療のみで試験は終了した。試験終了後の後方視的検討では, MDS-UPDRS Part III total score は術後 12 ヶ月において on/off: 15.8 ± 7.3 / 28.0 ± 16.3 と概ね維持された。両側治療が施行され長期経過を観察しえたのは 1 例のみであった。有害事象は 1 例に永続的なすくみ, 1 例に一過性の日中過眠と脱力が認められた。

【結論】PTT-FUS は PD の w/o とジスキネジアの双方を改善させ, 少なくとも短期的には両側効果が認められた。片側視床下核脳深部刺激療法 (STN-DBS) においても, 手術側対側には劣るものの同側効果が報告されている。本研究において認められた同側効果が長期的に持続するか, 今後の長期報告が期待される。

パーキンソン病に対する FUS の問題点と、当施設の方策 Problems of FUS for Parkinson's Disease and Our Institutional Approaches

杉山 憲嗣¹、門脇 慎²、白石 有輝²、野崎 孝雄²、難波 宏樹³、黒住 和彦²

豊田えいせい病院 脳神経外科¹⁾

浜松医科大学 脳神経外科²⁾

遠州病院 脳神経外科³⁾

当院で MRgFUS を受けたものが 2025 年 9 月までで 235 名おり、そのうち 43 名がパーキンソン病であった。GPI-FUS を行ったものは 1 名のみで、他の 42 名は振戦に対し Vim-FUS を施行した。その中で、凝固層が形成され、一旦振戦が抑制された後、術前の振戦の 50% 以上に戻ってしまった再発率は、本態性振戦では 16% であったのに対し、パーキンソン病では 23% で、7% ほど多かった。また FUS 術後にバランス障害などによりリハビリテーションを要し、2 週間以上の入院が必要となった症例が、本態性振戦では 5.2% だったのに対し、パーキンソン病では 14.6% と 3 倍弱を呈していた。さらに、パーキンソン病では、FUS 術後に構語障害が出現すると、その後、パーキンソン病の進行に伴い、嚥下障害に結び付く傾向が認められた。

ターゲットに関し、2022 年 4 月ごろより、最初の凝固巣を Vim 核に作成後に、前方 1.0-1.2 mm に移動し、Vop 核後半部に凝固巣を作成するようにした。これは、あくまで筋強剛の改善を目的とし、電極による凝固巣を模したものを作ろうとしたためであった。

上記のバランス障害をなるべく生じさせない目的で、2022 年 12 月以降、パーキンソン病に対するターゲットを本態性振戦に対するもの (AC-PC の 2.0 mm 上) よりも 0.5 mm 上の 2.5 mm に設定するようになり、術中に頻回に MRI を撮像するようになった。さらに最近、構語障害の出現を防ぐ目的で、最初の凝固巣作成後に内側に移動する

距離を少なくするように努めている。

以上、パーキンソン病に対する凝固巣は、本態性振戦に対するものよりも拡大するのを感じているが、拡大する方向は前方、上方の 2 方向しかない、と考えており、なるべく内包に沿って、ネクローシスが MRI で確認されるような板状の凝固巣が理想と考えている。

パーキンソン病における集束超音波療法の啓蒙と集患体制の構築

樽野 陽亮

公益財団法人田附興風会 医学研究所北野病院 神経センター 脳神経内科

経頭蓋集束超音波療法（Focused Ultrasound: FUS）は、パーキンソン病（Parkinson's disease: PD）に対する治療選択肢の一つとして位置付けられる。現在、国内19施設に導入されているが、実際の稼働状況には大きな差がみられる。FUSは極めて高価な機器であり、導入時の償還や維持に伴うランニングコストも軽視できず、継続的な治療体制の確立が課題である。特に地域で唯一の導入施設では、安定した運営と適切な症例集積が重要となる。当院では脳神経外科と脳神経内科が連携し、啓発活動および集患体制の構築に取り組んできた。学会・市民講座での情報発信や近隣医療機関との紹介体制の整備を通じ、PDを中心とした運動障害性疾患の治療選択肢拡充に努めている。その結果、当院では2025年9月に西日本で初めてFUS治療症例数250例に到達した。現在はPDに対して外科的および内科的治療モダリティの全てを提供している。本セッションでは、当院におけるFUS啓発活動と集患の実際、運営上の課題、今後の展望について報告する。

当院における MRgFUS によるパーキンソン病振戦患者の治療成績と問題点

仁村 太郎、安藤 肇史

国立病院機構宮城病院 脳神経外科

2020年8月に当院にMRgFUSを導入し、同年9月にパーキンソン病振戦に対しても適応拡大となった。導入後、5年が経過し、MRgFUSの治療成績を後方視的に解析し、その結果から問題点を考察する。

対象は2020年9月から2024年12月までに当院でMRgFUSを受け、12ヶ月のフォローを完了したパーキンソン病患者とした。検討項目は12ヶ月後の振戦消失程度とその原因、合併症とした。

対象となったのは48例（男性32例、女性16例）であった。振戦が完全に焼失したのは24例（50%）、間欠的に出現するのは10例（20%）、全く振戦に変化がなかったのは11例（23%）であった。多くは十分な温度上昇が得られないことが原因であったが、十分な温度上昇が得られても症状が改善しない症例も見られた。

これまでの報告では定位脳手術により振戦がほぼ消失した症例が61-92%と報告がある。我々の報告は既報に近い結果ではあるものの必ずしも高いとは言えず改善の余地があると考え。今後の対応につき考察を加えて報告する。

無症候性先天性脳室拡大を伴う薬剤抵抗性振戦に対して MRgFUS を施行した一例 A Case of MRgFUS for Drug-Resistant Tremor with Asymptomatic Congenital Ventricular Enlargement

橋田 美紀^{1,2}、津川 隆彦¹、前澤 聡³、坪井 崇⁴、伊藤 芳記³、濱崎 一²
山本 俊²、鈴木 崇宏²、石崎 友崇²、種井 隆文²、若林 俊彦^{1,5}、齋藤 竜太²

名古屋共立病院 集束超音波治療センター¹⁾
名古屋大学 脳神経外科²⁾
名古屋医療センター 脳神経外科³⁾
名古屋大学 脳神経内科⁴⁾
ナゴヤガーデンクリニック⁵⁾

【背景】MR ガイド下集束超音波治療 (MRgFUS) を用いた視床 Vim 核破壊術は、薬剤抵抗性振戦に対する低侵襲治療として普及しつつある。しかし、明らかな形態異常を伴う患者に対する施行例の報告は少なく、適応や安全性は十分に検討されていない。今回われわれは、無症候性の先天性脳室拡大を伴う薬剤抵抗性振戦患者に対して MRgFUS を施行し、良好な結果を得たので報告する。

【症例】57 歳、女性。中学生頃より左上肢優位に両側上肢の振戦を認め、20 歳代で近医にてβブロッカーなどによる薬物治療を受けたが効果は乏しかった。当時の MRI で著明な脳室拡大を指摘されたが、振戦以外に神経学的異常はなく、先天性水頭症として経過観察となっていた。1 年前より振戦が増悪し、パソコン操作など日常生活に支障をきたしたため、外科的治療を希望し当院紹介となった。両側上肢に動作時振戦を認め、脳神経内科医の診察により dystonic tremor (DT) と診断された。SDR=0.58 であり、高周波凝固術では脳室穿刺のリスクが高いと判断し、MRgFUS を選択した。

【治療経過】患者と相談のうえ、治療対象は優位側である左上肢とした。著明な脳室拡大のため間接法は有用でなく、DTI によるファイバートラッキングおよび T2 強調画像での CST 描出を参考に右 Vim 核の位置を推定し、initial target を設定した。治療中から左上肢振戦は著明に改善し、術後 4 か

月時点でも再発なく良好な振戦制御が得られている。

【考察】本症例は、著明な脳室拡大という解剖学的異常を有しながらも、MRgFUS が有効かつ安全に実施できた点に臨床的な意義がある。脳室拡大症例においても MRI 画像に基づく target 選択は有効であり、懸念された集束効率や温度上昇への影響は認められなかった。慎重な計画とモニタリングにより、通常の症例と同様に治療が可能であると考えられる。

【結論】MRgFUS は、著明な脳室拡大を伴う薬剤抵抗性振戦患者に対しても有効な治療選択肢となり得る。

神経核内封入体病に伴う振戦に対して FUS を行った同胞 3 例

Three familial cases of transcranial FUS therapy for tremors associated with neuronal intranuclear inclusion disease

白石 有輝^{1,2}、杉山 憲嗣²、門脇 慎¹、野崎 孝雄¹、橋本 宗明¹
渡邊 一樹³、竹ノ内 晃之³、中村 友彦³、黒住 和彦¹

浜松医科大学 脳神経外科¹⁾
医療法人社団恵成会豊田えいせい病院 脳神経外科²⁾
浜松医科大学 脳神経内科³⁾

【目的】 神経核内封入体病 (neuronal intranuclear inclusion disease, NIID) は神経系および他臓器に好酸球性核内封入体を生じ、様々な神経症状を示す神経変性疾患である。診断法の発達により必ずしも希少疾患ではないと考えられるようになってきており、また世界的には日本を含む東アジアに多い。NIID は本態性振戦 (ET) やパーキンソン病によく似た症状を呈することがあり、少数の機能神経外科治療が報告されている。我々は、薬剤抵抗性 ET の診断で集束超音波治療 (FUS) を施行した後に家族性 NIID であると判明した同胞 3 例を経験したので報告する。

【症例】 症例 1 : 51 歳男性。Clinical rating scale for tremor (CRST) は FUS により 30 から 6 に改善し、2 年後 7 であった。手指と舌の先端に軽い paresthesia を後遺した。症例 2 : 52 歳男性、症例 1 の従兄弟。CRST は 42 から 14 に改善し、2 年後 7 であった。口唇に hypesthesia を後遺した。症例 3 : 56 歳女性、症例 1 の姉。CRST は 39 から 10 に改善し、6 か月後 13 であった。術後一過性に歩行障害をきたし、2 週間の入院リハビリを行った。治療後 6 か月から卒中様発作を繰り返し、3 年の経過で致命的となった。脳神経内科で精査を受け NIID と診断された。FUS 治療に用いた照射エネルギーの合計を頭蓋骨密度比 (SDR) ± 0.02 の他患者と比較すると、3 症例とも 75 パーセントイル付近に位置していた。

【結語】 NIID による ET 様の振戦症状に FUS を施

行した同胞 3 例を経験した。FUS はいずれの症例も振戦に対して有効であったが、通常よりも多くの照射エネルギーを要する傾向にあった。我々の症例はいずれも一過性もしくは長期的な副作用を生じており、安全性や妥当性には議論を要すると考えている。

Sweet spot が通常よりも後方に存在したパーキンソン病の一例

朴 穂貞¹、東島 威史¹、川崎 隆²、木村 活生³、田中 健一⁴、岩橋 幸子⁴、斉藤 麻美⁴
田村 千紗⁵、田邊 正大⁵、安原 滉太⁵、下吹越 航¹、青柳 盟史¹、堀 聡¹、山口 敏雄⁶
山本 哲哉⁷

横須賀市立総合医療センター 脳神経外科¹⁾
横浜市立大学附属市民総合医療センター 脳神経外科²⁾
横浜市立大学附属市民総合医療センター 脳神経内科³⁾
横須賀市立総合医療センター 脳神経内科⁴⁾
横須賀市立総合医療センター 放射線部⁵⁾
国際集束超音波治療研究所⁶⁾
横浜市立大学大学院医学研究科 脳神経外科学⁷⁾

【背景】

MR ガイド下集束超音波治療 (MRgFUS) における視床中間腹側核 (Vim) の tentative target は、前交連・後交連線 (AC-PC line) を基準とし PC より 25% 前後 (5-7mm) を目標に設定するのが一般的である。

今回我々は、パーキンソン病症例に対して、PC から 15% 前方を標的とした MRgFUS を行い、合併症なく振戦の消失を得ることができた症例を経験したため、ここに報告する。

【症例】

67 歳女性。3 年ほど前から発症した振戦優位型のパーキンソン病に対して、前医で内服加療を行っていた。左上下肢の振戦が増悪傾向にあり、MRgFUS 目的で当院入院となった。

〈Preplan〉頭部 MRI で脳の形状はやや歪で脳室に左右差があり、正中線の設定も困難であった。T2 強調画像冠状断で錐体路を同定し、錐体路の後縁、錐体路内側縁から 2mm 内側、ACPC 平面より 1.5mm 背側を tentative target とした。

錐体路の後縁は AC-PC line 長の後 15% (3.7mm) であった。

〈照射経過〉tentative 通りに verify まで行い、特に有害事象は認めなかったため、Treat low に移行。初回は tentative の位置に 10200J、13500J で照射し、55 度まで温度は上昇した。特に有害事象なく、症状は改善傾向であり、焦

点部位を前方、内側へずらしながら 16200J、20400J までエネルギーをあげ、凝固巣を作成した。

〈術後経過〉術直後より振戦は認めなかった。術翌日午後よりごく軽度の左上下肢麻痺を認めたが、歩行可能で ADL の低下はなく、術後 4 日目に予定通り自宅退院となった。

【考察】

Vim は AC-PC 平面上で PC より 5-7mm 前方であることが一般的であるが、本症例での sweet spot は 3.7mm と後方に位置していた。PD 患者では、症状と視床の左右非対称性の関連も報告されており、sweet spot の位置も症例毎に大きく異なる可能性がある。当院では T2 強調画像冠状断で錐体路を同定し、錐体路の最後方をメルクマールにしつつ、FGATIR, tractgraphy も参考にしながら、患者ごとに target を決定しており、今回の良好な結果につながったと思われる。

【結論】

視床の左右差は脳室の左右差につながり、脳室が左右で異なる患者においては、視床の大きさにも左右差があるということを念頭におく必要があると考える。錐体路や FGATIRなどをメルクマールにした targetting は、そうした非典型的な症例において特に有用である可能性がある。

特異な経過を呈した本態性振戦の一例

仲野 雅幸

新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科

術前診断に問題があったと考えられる1例について報告する。

症例：60歳男性

既往歴：35歳時、CRPSに対してSCS

現病歴：50歳時、脊髄損傷となり、SCSの電極が抜け、複数回入れ直しの手術を受け、四肢のカウザルギーとなった。その後、振戦が出現し、前医で各種薬物治療を受けたが奏功せず、本態性振戦の診断で当院紹介となった。

神経学的所見：電動車椅子自走。静止時振戦なし。

動作時振戦は肘屈曲時に目立つ。歩行は5-6歩程度可能。頸部やや前屈位。

経過：本態性振戦の診断となり、SDR: 0.55でFUS可能と判断された。

入院経過：左vim核をターゲットとしてFUSを施行。平均最高温度、56℃まで到達し、9回の超音波照射で振戦は100%改善と判断されて終了した。術後2日目に退院。

術後経過：FUS11日後からふるえが出るようになり、徐々に増強。術後5週間後に外来を予定通り受診した。右腕屈曲時の振戦が大きく、術前同様の状態。しかし、本人が、左手で下顎を抑えたり、頭頂部を押さえたりして頸部と、右腕屈曲時のふるえは出現しないことに気づいており、診察室でそのことが確認された。MRIでは目標通りの位置にlesionが作成されていた。

この症例について、皆さんとdiscussionさせていただきたい。

FUS 視床凝固後の MRI と再発に対する手術中の微小電極記録の対応を観察し得た 本態性振戦の症例

A case of essential tremor in which correlation between MRI and microelectrode recordings after FUS thalamotomy was observed

橋本 宗明¹、杉山 憲嗣²、門脇 慎¹、野崎 孝雄¹、白石 有輝^{1,2}
山崎 友裕¹、神尾 佳宣¹、黒住 和彦¹

浜松医科大学 脳神経外科¹⁾
豊田えいせい病院 脳神経外科²⁾

【目的】 FUS 術後の凝固巣は一般に、T2 強調像 (T2WI) と磁化率強調像 (SWI) でともに退縮傾向を示すが、後者の方がより長期的に残存する。我々は昨年の当学会で、遠隔期の SWI 凝固巣サイズが FUS 長期成績と関連する傾向を報告した。今回は、FUS 後の再発に対して脳深部刺激療法 (DBS) を施行し、この際に MRI 凝固巣を含む視床の微小電極記録 (MER) を行う機会を得たため報告する。

【症例】 70 歳台後半の男性。28 か月前に治療抵抗性の本態性振戦に対し FUS 視床凝固術を受けた。Clinical rating scale for tremor (CRST) は 10 点から 3 点に改善した。しかし術後経過とともに徐々に症状が再燃し (CRST 8 点)、追加治療のため当科に紹介された。MRI 凝固巣は経時的に退縮し、SWI 凝固巣の内部により小さな T2WI 凝固巣が存在する形態を呈した。同部位からそのやや後方を標的に DBS を施行した。MER では、標的座標の 4mm 上方から視床腹側中間核 (Vim) の kinesthetic response と tremor unit が観察され、標的座標の 1.5mm 上方から 0.5mm 下方にかけて背景活動が明瞭に低下する区間がみられ、その後再び背景活動が上昇し Vim の unit が現れた。低活動の区間の中にも少ないながら、振戦に同期する低振幅の unit がみられた。術後の画像評価と合わせると、SWI 凝固巣の内部でも典型的な Vim の活動が観察されていた。一方、T2WI 凝固巣は低活動の区間と一致していた。マクロ刺激ではいずれの箇所でも良好に振戦が改善した。

【結語】 FUS 術後の MRI と MER を対応づける機会を得た。SWI 凝固巣内でも通常の Vim 活動が観察された一方、T2WI 凝固巣内では活動が顕著に低下しているもののわずかに tremor unit がみられた。FUS 凝固巣の理解にはさらなる症例の蓄積が必要である。

FUS 治療中の症状と看護師の声掛けのタイミング

椋木 里美

医療法人慈風会 厚地リハビリテーション病院 外来

本研究は、MR ガイド下集束超音波治療（FUS）における照射進行段階と患者の言動・症状を照合し、看護師による声掛けの最適なタイミングと内容を具体化することを目的とした。2020年10月～2025年9月に当院でFUSを受けた50症例を対象に、術後照射記録と治療中の看護記録を分析した。照射は序盤（位置決め）・中盤（副作用確認）・終盤（凝固巣作成）の三段階に分類し、各段階での症状出現傾向を可視化した。MRI 環境下では、閉塞感・騒音・拘束姿勢といった構造的要因が不安を誘発しやすく、声掛けやタッチングにより、患者から「そばにいてくれたことで頑張れた」「手を握ってくれたのがよかった」といった肯定的な反応が得られていた。一方で、「どこを頑張ればよかったのか分からなかった」「最後が一番きつかった」といった声もあり、治療中の見通しの欠如が不安につながっていた可能性がある。

序盤照射では「ふわっとする」「ポーっとする」などの軽度症状が多く、中盤では「嘔気」「圧迫感」、終盤では「刺すような痛み」「熱い痛み」など強い苦痛が記録された。症状は照射量よりも進行状況と患者の主観的体験に関連していると示唆される。MRI 環境下での不安軽減には、照射状況を把握したうえでの声掛けとタッチングが必要であり、そばにいる看護師は「ただいる」だけでなく、外回りスタッフや放射線技師と連携しながら照射状況を把握し、リアルタイムで判断することが求められる。また、苦痛、恐怖による緊急ボタンの使用は初期症例3例みられたが、その後は声掛けや

事前説明の工夫が進むにつれて減少した。これは、症状の強さそのものよりも「治療に対する先入観や見通しの欠如」が不安を増幅させていたことや、経験の蓄積によって声掛けが工夫され、患者はより安心して治療を継続できる可能性が示唆された。

MR ガイド下集束超音波治療における術前処置時の疼痛緩和看護の取り組み

谷口 美知、山崎 康子、吉村 純子、平田 夕美子、嶋田 恵、樋口 久子

公益財団法人田附興風会医学研究所北野病院 低侵襲治療センター

【はじめに】当院では、2021年3月よりパーキンソン病と本態性振戦に対するMRガイド下集束超音波治療（以下FUS）を開始した。超音波照射中に起こる頭痛はよく知られているが、術後訪問を行う中でブロック麻酔（ホスフェニトインナトリウム注射液）処置の疼痛が最も強かったと答える患者が一定数いた。そこで、ブロック麻酔時の疼痛に看護介入することにより、疼痛緩和につながるかを検討した。【方法】2021年6月～2023年12月にFUSを施行した患者70名を対象とした。術後訪問で得た疼痛の訴えを医師と共有し、ブロック麻酔前に表面麻酔（リドカイン・プロピトカイン配合クリーム）を追加し、ブロック麻酔を2カ所同時ではなく1カ所ずつ行なう方法に変更した。介入前28名と介入後42名の患者について、FUSの疼痛を電子カルテの術後訪問記録とFUS照射録から調査し、ブロック麻酔時の疼痛が最も強かった患者を抽出した。二群の比較はFisherの正確確率検定で行った。

【結果】ブロック麻酔時の疼痛が最も強いと答えた患者の割合は、介入前28名中6名（21%）で介入後42名中6名（14%）と低下傾向にあったが、有意差は認めなかった（ $p = 0.52$ ）。疼痛発生のリスク比（介入後／介入前）＝0.66（95%信頼区間:0.23-1.88）と低下傾向を示した。【考察】介入前は、表面麻酔を使用せず、また2カ所同時にブロック麻酔を行っていたため、急激に疼痛のピークを迎え、患者は強い疼痛を感じたと考える。術後訪問で患者の不安や苦痛を聞き、その内容を

医師と情報共有し、麻酔の方法を見直すことで、疼痛のピークは緩やかになり、疼痛緩和につながった可能性がある。【結論】患者の疼痛評価をもとに麻酔法を変更したことで、疼痛を訴える患者の割合は低下する傾向にあった。疼痛は主観的なものであるため、患者の声を反映した疼痛緩和看護が重要と考える。

振戦優位型パーキンソン病に対する集束超音波治療における下肢振戦改善についての検討

杉田 義人

医学研究所北野病院 脳神経外科

【背景】

振戦優位型パーキンソン病に対する集束超音波療法では手の振戦に対する治療を行うことが多いが、一部の患者は下肢振戦の改善を期待して治療を希望される。当院で治療を行った患者の下肢振戦の改善効果を検討することを目的とした。

【方法】

2021年3月から2025年10月までの間に当院で集束超音波療法を実施した250例のうちVimを標的とし、1年後の評価が終了している174名を対象とした。CRST scoreの内から下肢項目を抽出し、治療前後の振戦スコアの改善の程度を評価し、術後半年でのMRI T1画像を用いて凝固位置と効果について検討した。

【結果】

振戦優位型パーキンソン病患者50名のうち、術前に下肢振戦スコアを有した患者は15名であった。その内1年後のCRSTで下肢振戦スコアは12名で0点と改善を認めていた。振戦が残っている3名のT1画像から凝固巣を抽出しMNI空間で改善良好群と比較したところ、改善不良群の凝固位置はVimの内側よりであった。

【結語】

内服と診察のタイミングにより下肢振戦を検出できていない可能性があることが研究の限界であるが、振戦優位型パーキンソン病における下肢振戦症状も集束超音波治療による改善が期待できる。

視床における 3T FGATIR 画像と Klüver-Barrera 染色ヒト脳切片の相同性

東島 威史¹、川崎 隆²、朴 穂貞¹、木村 活生³、田村 千紗⁴、田邊 正大⁴、安原 滉太⁴
田中 健一⁵、岩橋 幸子⁵、齊藤 麻美⁵、下吹越 航²、青柳 盟史²、堀 聡²、山口 敏雄⁶
山本 哲哉⁷

横須賀市立総合医療センター 脳神経外科¹⁾
横浜市立大学附属市民総合医療センター 脳神経外科²⁾
横浜市立大学附属市民総合医療センター 脳神経内科³⁾
横須賀市立総合医療センター 診療放射線科⁴⁾
横須賀市立総合医療センター 脳神経内科⁵⁾
国際集束超音波治療研究所⁶⁾
横浜市立大学大学院医学研究科 脳神経外科学⁷⁾

【緒言】 視床に対する定位脳手術ではターゲットとなる亜核の同定が治療効果に大きく影響する。しかし亜核の境界線は曖昧であり、振戦治療のターゲットとなる Vim では、Tractography で Dentatorubrothalamic tract (DRTT) を可視化して参考とすることも多い。しかし Tractography では後方に存在する Medial lemniscus との境界を引くのは非常に難しく、再現性も乏しい。今回我々はこの DRTT と ML を明確に区別する為のツールとして MRI での FGATIR 撮像の有効性を認めたため、Klüver-Barrera 染色ヒト脳切片との比較検討交えて報告する。

【方法】 MRI ガイド下集束超音波治療 (FUS) に用いたプランニング用の頭部 MRI 画像を、過去に当施設で作成した脳標本との比較を行った。MRI は Siemens 社の MAGNETOM Lumina を使用し、3D T2 cube、3D SPGR、DTI、FGATIR を撮影した。脳標本はヒトの標本から 50um 厚の連続凍結切片を作成して 500um 毎に各切片から Klüver-Barrera stain を行い、断面の写真をデジタルデータとして保存した。その後実際に集束超音波治療を行い、術後の頭部 MRI 画像及び症状からもプランニング用の MRI 画像の妥当性を検討した。

【結果】 プレプラン画像のうち、FGATIR は視床内部の繊維束を非常によく反映していた。照射後に tremor は完全に消失し、しびれなどの有害事象も認めなかった。術後の画像では DRTT を含む Vim

に凝固巣を認めたが、ML は確認可能であった。

【考察】 Vim をターゲットとする tremor の治療では特に後方の ML との境界近くがスイートスポットであることが多く、治療効果を求めるあまりに痺れの合併症を認めることがある。レコーディングなどを行えない FUS では特にこの ML との境界線の可視化が重要である。FGATIR は tractography よりも正確に視床内の ML を可視化出来る可能性がある。

FGATIR を併用した MRgFUS 視床破壊術における Vim ターゲティングの初期経験

花田 朋子¹、山田 和慶²、東 拓一郎¹、Mohammad Ali Akbar^{1,3}、牧内 恒生⁴
時村 美香⁵、花谷 亮典¹

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 脳神経外科¹⁾
熊本保健科学大学保健科学部 リハビリテーション学科言語聴覚学専攻²⁾
ディボネゴロ大学 脳神経外科³⁾
厚地リハビリテーション病院 脳神経外科⁴⁾
厚地リハビリテーション病院 脳神経内科⁵⁾

【背景】

Essential Tremor (ET) や Tremor-dominant Parkinson's Disease (TDPD) の薬物抵抗例では、ventral intermediate nucleus (Vim) を標的とした外科治療が検討される。しかし Vim は MRI で描出困難で個体差も大きい。Dentatorubrothalamic (DRT) tractography は標的決定へ応用が報告されており、Fast Gray Matter Acquisition T1 Inversion Recovery (FGATIR) は白質線維を強調する撮像法として有用性が示されている。当院では従来、間接法や商用ソフトによるマッピング、DRT を用いて標的を決定してきたが、今回 FGATIR を併用し検討した。

【症例】

FGATIR を併用した MRgFUS 視床破壊術 13 例 (ET 12 例、TDPD 1 例) から 3 例を提示する。典型例 (Skull Density Ratio [SDR] 0.42)、低 SDR (0.39) と厚い頭蓋で加熱効率が懸念された例、視床変形で Vim 後方偏位が推測された例 (SDR 0.46) である。いずれも FGATIR、DRT、商用ソフトの情報が補完し合い、総合的に標的を決定できた。観察期間は 1～9 か月で症状改善を維持。全 13 例でも有効で、TDPD の 1 例は再発したが Vim 前方に RF を追加し症状緩和を得た。

【考察 / 結語】

Vim は細胞群と線維群が混在する運動関連の中継核で、DRT は Vim 内で分散することがある。FGATIR 単独での Vim 境界同定は困難だが、コントラストが弱まる部位を Vim 底部と推定した。

FGATIR と DRT の併用は Vim 標的の個別化を補助し、非典型的な解剖例にも対応可能である。術者経験への依存を減らし再現性を高める可能性があり、専用資源がなくても導入しやすい点は利点だが、主観的要素を含むため更なる検証を要する。

集束超音波治療中の定位フレームに関連した有害事象の検討

押野 悟¹、鐘本 学²、細見 晃一¹、谷 直樹¹、清水 豪士¹、貴島 晴彦¹

大阪大学医学部 脳神経外科¹⁾
彩都友誼会病院 脳神経外科²⁾

【背景と目的】MRI ガイド下集束超音波治療 (FUS) では、専用の定位フレームで頭部を固定するが、手術で用いる他社のフレームと比べると性状が異なる。またフレームは平らな MRI 台に固定されるため、患者の体型や姿勢によっては頭位が安定しないこともある。この定位フレームの装着はルーチン的な手技にみえるが pitfall が多く、治療への影響も大きいと実感している。FUS 治療中に遭遇したフレーム関連の有害事象について検討した。

【対象】2025 年 9 月末までに経験した高周波 FUS120 件 [男性 88、女性 32、年齢 69.5 (21-84) 歳] の治療記録から、フレーム関連の事象を抽出した。

【結果】照射ではなく、ピン刺入部や後頸部の痛みに対し処置を要したのは 9 例あった。そのうち、痛みが治療の継続に影響したのは 3 例で、全て男性、頭囲が 58cm 以上だった。前方のピン刺入部が大きく移動したのが 1 例、ピンが浅く抜けたのが 1 例、後方の支柱が下方にずれたのが 1 例あり、いずれも治療中に Z 軸方向の頭位のずれが検出されたが修正できないまま治療を継続していた。また猫背や肥満などで後頸部のピンが上項線よりも高い位置に装着された 5 例では、照射エレメント数が中央値 899 (814-932) とそれ以外の 978 (884-1012) と比べて有意に低かった ($p = 0.003$)。

【結論】FUS の専用定位フレームは支柱が柔らかく、ピンの刺入角度は前後とも斜め上向きである

ため、頭蓋が大きい例では支柱が湾曲するような力がかかる。また、前後屈の自由度がないため、猫背や後頸部の皮膚が厚い例では念入りにシミュレーションしないと良好な頭位に設定できない。治療中の頭位のずれにフレーム固定の不備が影響している可能性が示唆されるので、今後注意して経験を蓄積したい。

Magnetic resonance-guided focused ultrasound (MRgFUS) の長期的安全性プロファイルに関するレビュー ～アジア太平洋地域に焦点を当てて～

山田 佑介¹、Kevin Tsai²、Gilat Schiff³、Augusto Grinspan⁴、Amit Sokolov⁵

Insightec, Japan, APAC, Clinical Applications Specialist¹⁾

Insightec, Israel, APAC, Head of Applications²⁾

Insightec, Israel, Clinical Education Manager and Clinical Safety Officer³⁾

Insightec, Israel, EVP and Chief Medical Officer⁴⁾

Insightec, USA, VP Medical & Clinical Development Affairs⁵⁾

【背景と目的】

Magnetic resonance-guided focused ultrasound (MRgFUS) は、さまざまな神経障害に対して非侵襲的で、有効な治療方法として広く知られている。本研究では、アジア太平洋地域 (APAC) に焦点を当てて MRgFUS の長期的な安全性プロファイルについて調査したので報告する。

【方法】

APAC における、臨床試験から得られた 1 年間の安全性データと、5 年間の市販後調査データを解析した。

【結果】

日本国内の 8 施設で実施された本態性振戦 (ET) に関する前向き臨床試験では、MRgFUS 治療を受けた 83 人の患者のうち 69 件の有害事象 (AE) が報告された (軽度: 63 件 [91%], 中等度: 6 件 [9%])。重度または生命を脅かす治療関連 AE は報告されなかった。MRgFUS 治療後に最も多く認められた AE は、歩行障害 (3 日以内に改善: 22.9%, 1 年以上持続: 10.8%) であり、他にはしびれ / 麻痺 / 感覚異常 (18.1%; 9.6%), 筋力低下 (15.7%; 2.4%) などが多く認められた。

市販後調査では、2020 年から 2024 年にかけて APAC の 45 施設で実施された 3737 件の臨床治療データが収集され、その内訳は ET に対する治療が 3003 件 (80%), パーキンソン病が 679 件 (18%), その他の神経疾患が 55 件 (2%) であった。MRgFUS 治療によって生じた AE は 16

件 (0.43%) で、歩行障害としびれ、麻痺が多く報告され、新たな、または予期しない AE は認められなかった。

AE の重症度と種類は、MRgFUS に関する他の主要研究と同等であり、治療関連 AE のほとんどが軽度または中等度 (片側治療: 74%、段階的両側治療: 85%) で、感覚異常 (38%; 33%) と歩行障害 (36%; 24%) が多く認められた。

【結論】

APAC における臨床試験および実臨床データに基づく MRgFUS の安全性プロファイルは、他の主要研究と同等であった。以上より MRgFUS が APAC における神経障害治療の有望な選択肢としての主導的役割を担うことが示唆された。

第三脳室の構造が FUS 治療計画に与える影響の検討

山下 耕司¹、成田 拓人^{2,3}、村木 岳史³、小林 浩之²

社会医療法人 柏葉会 札幌柏葉会病院 放射線科¹⁾
社会医療法人 柏葉会 札幌柏葉会病院 集束超音波治療センター²⁾
社会医療法人 柏葉会 札幌柏葉会病院 脳神経外科³⁾

【背景・目的】

当院では FUS における治療計画において、25 軸撮像による FOCUS DTI から得られたデータを FMRIB Software Library V5.0 (FSL) を用いて解析し、同側および対側の DRTT (Dentatorubrothalamic Tract: 確率的トラクトグラフィ) を描出している。

更に Brain Lab により表示される解剖学的情報と併用して治療計画を立案している。

DRTT は通常、Vim 核を通過するとされているが、FSL で描出された DRTT が Brain Lab 上の Vim 核を通過していない症例が散見される。これらの乖離が、患者の第三脳室の構造に起因する可能性があると考え、今回その影響について検討を行った。

【対象・方法】

対象は 2025 年 2 月 18 日から 9 月 9 日までに FUS 治療を受けた 20 名 (男性 11 名、女性 9 名、平均年齢 63.5 ± 15.3 歳)。GE 社製 Discovery MR750w3.0T を用いて 25 軸の DTI データを取得した。

DRTT および Vim 核それぞれの重心を算出し、両者間のユークリッド距離を求めた。さらに、算出された距離と第三脳室の幅との相関について検討した。

【結果】

DRTT と Vim 核の重心距離と第三脳室の幅には、強い相関がみられた。FUS 治療計画においては、DRTT および Vim 核の位置関係をより精密に考慮

する必要があると考えられる。なお、本研究では第三脳室の幅に着目して検討を行ったが、今後は他の解剖学的構造も含めた多角的な検討が求められる。

視床非対称と Vim-Vc 境界の解剖学的予測因子としての手綱角度 Habenula is a landmark of the ventral intermediate nucleus and thalamic asymmetry

西田 南海子¹、杉田 義人¹、澤田 真寛²、大洞 佳代子³、樽野 陽亮⁴、金子 鋭⁴
石守 崇好⁵、戸田 弘紀¹

(公財)田附興風会医学研究所北野病院 脳神経外科¹⁾

京都大学医学部 脳神経外科²⁾

(公財)田附興風会医学研究所北野病院 リハビリテーション科³⁾

(公財)田附興風会医学研究所北野病院 脳神経内科⁴⁾

(公財)田附興風会医学研究所北野病院 放射線診断科⁵⁾

【背景】視床腹中間核 (Vim) 破壊術に際して、視床の非対称に難渋する場合がある。ターゲットが含まれる AC-PC 平面から 1.5mm 上方の軸位断に観察される松果体・手綱交連に着目し、正中と手綱三角長軸の成す角度及び凝固巣との位置関係を検討した。【方法】振戦の治療を施行した 157 例 (70.5 ± 11.3 歳・本態性 121/パーキンソン病 36 名) を対象として、ターゲットの AC-PC 空間座標、治療前後及び 1 年後の患側振戦スコア (clinical rating scale for tremor : CRST)、副作用 (腹尾側核 Vc 症状) を確認した。術後 MRI T2 強調画像で凝固巣と松果体・手綱交連・手綱三角が描出されているスライスを選定し、左右の手綱三角長軸と正中線の成す角度、凝固巣中心との角度を測定した。【結果】手綱三角長軸角度は患側 62.0 ± 6.3° / 対側 61.8 ± 6.7°、凝固巣角度は 57.6 ± 5.0° であった。患側 - 対側角度差が負になる群は、患側視床が対側より僅かに前方にあった (患側視床前方捻れ群・74 例)。前方捻れ群は対照群と比較して治療成績に差はなかったが、ターゲットを前方設定していた (AP/AC-PC: 0.27 ± 0.01 vs 0.26 ± 0.03, p=0.002) にも関わらず、直後 (32 vs 12 名, p=0.00006)、1 年後 (18 vs 4 名, p=0.0004) 共に Vc 症状が多かった。ROC 解析では、患側 - 対側角度差・手綱 - 凝固巣角度差共に Vc 症状の有意な予測因子であり、AUC は 0.72 ~ 0.84 で -1° ~ 1° 付近のカットオフで感度・特異度のバランスがとれた。【考察】手綱交連が索状に伸び視床と接続する軸 (手綱三角

長軸線) は、Vim-Vc 境界推定指標として有用である。また、正中と軸の角度を比較することで、患側と対側の視床の前後捻れを半定量的に評価し、副作用を回避する補助手段となり得る。

当院における diffusion tensor tractography 解析の現状と精度検証

松村 武明、宇佐美 篤

札幌孝仁会記念病院 画像診断部

【背景・目的】当院でのMRIガイド下収束超音波治療(MRgFUS)はコロナ禍のため長らく施行していなかったが、2024年より再開している。その際に術前MRI撮像プロトコルの見直しを行い、プランニング用画像の他にdiffusion tensor imaging (DTI) を撮像し、fiber tractography 解析を行なっている。本検討の目的は描出されたfiberと治療ターゲットとの位置を比較して現状を評価し、より精度を高めるように検討することである。

【方法】2024年2月から10月にMRgFUSを施行した7例を対象とし、Discovery MR750w 3.0T (GE Healthcare) にてDTIと3D T1強調画像(3D-BRAVO)を撮像した。解析はフリーのDTI解析ソフトであるDSI studioを使用し、錐体路(pyramidal tract: PT)、脊髄視床路(spinothalamic tract: STT)、歯状核赤核視床路(dentato-rubro-thalamic tract: DRTT)を抽出した。3D-BRAVOとのfusion画像を作成し、実際に治療したターゲットとの位置ずれについて評価した。

【結果】ターゲットに対するDRTTの位置ずれの平均値は、A-P方向が前方に1.7mm(最大前方4.5mm)、R-L方向が左方に1.1mm(最大左方2.5mm)であった。R-L方向は3症例でターゲットと一致し位置ずれは小さい傾向であったが、A-P方向はターゲットと一致したのは1症例のみで位置ずれが大きかった。

【考察・まとめ】A-P方向のずれはDTIの歪みの影響により3D-BRAVOとのfusion精度が低下しているためと考えられた。各種パラメータやfusion方法を調整することにより精度を向上させていきたい。

画像ベース型 Deep Learning Reconstruction のインパクト ～治療計画用 CST WI への応用～

渡邊 和希¹、叶内 将司¹、藤間 将行¹、木村 愛輝¹、仲野 雅幸²、村上 陽子¹

新百合ヶ丘総合病院 診療放射線科¹⁾
新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科²⁾

【背景・目的】近年、Deep Learning Reconstruction (DLR)の発展による画質向上技術が注目されている。当院でも、画像ベース型 DLR アプリケーションが導入されたため、以前報告した錐体脊髄路 (CST) を強調した治療計画用 short T1 inversion T2 CUBE (CSTWI) への応用が可能かを目的とし、検討を行った。

【方法】健常ボランティア 1 名を対象に CST WI の撮像を行い、original 画像と DLR 処理画像における、コントラスト比 CR、コントラスト雑音比 CNR を算出し比較を行なった。また、放射線技師 9 名を対象とし当院の治療計画方法によって定められたターゲット位置のばらつきの比較を行なった。

【結果】original 画像と DLR 処理画像の CR はそれぞれ 0.192、0.189、CNR は 8.77、47.97 という結果となった。治療計画のターゲット位置のばらつき比較においては F 検定をしたが、有意差は見られなかった。しかし、分散、標準偏差、変動係数で比較した際、AP 方向と RL 方向でばらつきの改善が見られた。

【考察】

original 画像と DLR 処理画像で CR を比較すると DLR 処理画像がやや低値を示したが、これは denoising 処理により全体の信号値が低下したためによるものでほぼ同等の値を示したと考えられる。また、CNR は DLR 処理画像が original の画

像より約 6 倍の値を示した。これは original の画像信号は損なわれず、効率よく雑音のみを DLR 処理によって除去されたと考えられる。また、DLR 処理により先鋭度が増し、さらにスライス方向への interpolation 処理によりスライス厚が半分になったことにより、部分容積効果の減少、MPR 画像の画質向上が見られたことにより、ターゲッティングの分散が減少したと考えられる。

Probabilistic tractography を用いた非交叉性歯状赤核視床路と内側毛帯路の空間的分離解析 —MRgFUS における安全域設定への応用—

Spatial Separation Analysis of Non-decussating Dentato-rubro-thalamic Tract and Medial Lemniscus Using Probabilistic Tractography: Application to Safety Margin Delineation in MRgFUS Thalamotomy

村木 岳史、成田 拓人、松澤 等、小林 浩之、中山 若樹

札幌柏葉会病院 脳神経外科

本態性振戦 (ET) に対する MRgFUS thalamotomy では、VIM 核に近接する内側毛帯路 (ML) への影響により感覚障害が生じるリスクがある。従来の決定論的手法では視床内の複雑な線維描出に限界があった。Probabilistic tractography は交差・分岐線維の描出において優位性を示し、視床内微細構造の可視化に有用とされる。本研究では非交叉性 dentato-rubro-thalamic tract (nd-DRTT) と ML の空間的分離を定量化し、安全な治療計画の指標確立を目的とした。

MRgFUS 施行の ET 患者を対象に、3T MRI で拡散強調画像 ($b=1000 \text{ s/mm}^2$, 25 方向) を撮像し、FSL (BedpostX/ProbtrackX) を用いて tractography を作成した。nd-DRTT は同側歯状核、赤核、視床、運動野を ROI とした。ML は橋レベル、視床、感覚野を ROI とした。AC-PC+2mm 断面で 10% 閾値の重心間距離と Bhattacharyya 係数により分離度を評価した。

Nd-DRTT は VIM-VPL 境界領域、ML は VPL に投射する傾向があるが、nd-DRTT は歯状核から赤核を経由する迂回経路、ML は脳幹から直接上行する経路をとり、この相違が視床内での線維分布パターンに差異が生じ、機能的境界の形成に寄与すると考えられる。確率的手法により、この境界領域を連続的な確率分布として定量化することで、従来の二値的な視床核境界の概念を超えた評価が可能となる可能性がある。

本解析は視床レベルでの機能的境界を可視化し、より個別化された MRgFUS thalamotomy の安

全域設定の指標となることが期待される。

当院における術前頭蓋骨 CT の定量的解析方法について

田村 千紗¹、山口 敏雄²、田邊 正大¹、安原 滉太¹、東島 威史³、朴 穂貞³、川崎 隆⁴
木村 活生⁵、田中 健一⁶、岩橋 幸子⁶、齊藤 麻美⁶、下吹越 航³、青柳 盟史³、堀 聡³
叶内 将司⁷

横須賀市立総合医療センター 診療放射線科¹⁾

国際集束超音波治療研究所²⁾

横須賀市立総合医療センター 脳神経外科³⁾

横浜市立大学附属市民総合医療センター 脳神経外科⁴⁾

横浜市立大学附属市民総合医療センター 脳神経内科⁵⁾

横須賀市立総合医療センター 脳神経内科⁶⁾

新百合ヶ丘総合病院 診療放射線科⁷⁾

背景・目的

MR ガイド下集束超音波 (MRgFUS) では、術前頭蓋骨 CT の Skull Density Ratio (SDR) が重要な指標であり、高いほど超音波透過性が高く温度上昇しやすい。SDR 0.38 以下の症例では超音波透過性が低く、術前の温度上昇予測が困難であることが多く、照射時に形成される lesion の形状予測も難しい。今回我々は正確な lesion 形成のために従来の指標である平均 SDR に加え、頭蓋骨 CT 解析の定量的指標を算出する新たな手法を考案した。本発表では同手法の具体的手順の紹介とパイロット研究経過を報告する。

対象と方法

2025 年 4 月より当院で MRgFUS を施行した連続 10 例。術前頭部 CT を用いた模擬照射データを解析し、以下の事項を検討した。①全 1024 elements の平均 SDR に加え、厚み (thickness) と SDR 歪度 (Skew) を計測した。②全 1024 elements を 10 segments に分割、各 segment の平均 SDR、厚み (thickness)、SDR 歪度 (Skew) の定量的計測値を算出した。③ ②のデータよりレーダーチャートを作成した。最終的に①②③より、照射時の温度上昇と形成される lesion の形状予測可能性を評価した。

結果

①は一般的な治療で用いられる指標である。今回の症例では、平均 SDR 0.44 (0.34 - 0.60,

0.38 以下は 5 例)、平均の厚み (thickness) 7.00 (5.64 - 8.14)、平均 SDR 歪度 (Skew) は 0.42 (-0.34 - 1.48) であった。②③の結果より全例で lesioning 作成でき、形状予測もし得た。

考察

低 SDR 症例では照射による温度上昇の予測が困難であるが、今回 SDR 歪度、thickness を組み合わせ、10 Segments に分割して解析することで予測精度を補完でき、照射適応がより正確に行え、有用である可能性が示唆された。またレーダーチャートによる可視化は lesion の形状予測に有用で有害事象を避け、効果的な照射を行うために有用であった。

結語

従来の平均 SDR を用いた治療計画策定と比較、10 Segments に分け検討することでより正確な治療適応と照射予測が可能であった。今後症例を蓄積し、実際の温度上昇、lesion の形状と治療成績との関連をさらに正確に予測できるか検討を続ける予定である。

MRgFUS 治療後の本態性振戦患者におけるミエリン量と FA 値の経時的変化と治療標的再評価への応用の可能性：推定ミエリン画像とトラクトグラフィを用いた定量的解析

叶内 将司¹、山口 敏雄²、藤間 将行¹、木村 愛輝¹、仲野 雅幸³、岩室 宏一⁴、笹沼 仁一³

新百合ヶ丘総合病院 診療放射線科¹⁾

国際集束超音波治療研究所²⁾

新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科³⁾

順天堂大学医学部附属順天堂医院 脳神経外科⁴⁾

【背景】MRgFUS は即時的な症状改善が期待できるが、治療後のミエリンの変化については十分に解明されていない。また、振戦の抑制に重要とされる DRTT との関係についても明確な知見は得られていない。

【目的】ミエリン画像と DTI を用いて、MRgFUS 後のミエリン量と FA 値の経時的変化を定量的に評価すること。再発症例における治療標的の再評価戦略としての応用の可能性を探索すること。

【方法】19 名の ET 患者を対象とした。pre、1d、1m、3m、6m、1y の 6 時点で Synthetic MRI と DTI を撮像しミエリン量と FA 値の測定、DRTT トラクトグラフィを作成した。加えて、再発症例の 1 年後のミエリン減少領域と T2 高信号域、残存 DRTT との空間的関係を視覚的評価した。

【結果】MRgFUS 後のミエリンは、急激な減少・一時的回復・長期的減少という三相性の変化を示した。FA 値は治療前と 1 年後で有意差は認められなかった。再発例において、ミエリン減少域および T2 高信号域のいずれにも DRTT が重ならず残存している部分があった。これは、治療標的が DRTT をカバーしきれなかった、もしくは治療後の神経線維が残存または修復された可能性を示唆しており、残存部分に sweet spot が存在しており、それが再発の原因となっている可能性がある。

【考察】MRgFUS 後のミエリンは、三相性の変化を示した。特に 1 年後にミエリンが減少し FA 値が不変だったのは、再発の有無にかかわらず全例に共通して見られた。これは軸索には大きな変化

はなく、脱髄のみが生じている可能性を示唆している。また、本研究によりミエリン減少域も治療効果に關与している可能性が示された。さらに、再発症例において DRTT がこの 2 領域から外れて残存していたことから、ミエリン画像と DTI を併用することで、次回のターゲットを精緻に再評価できる可能性がある。

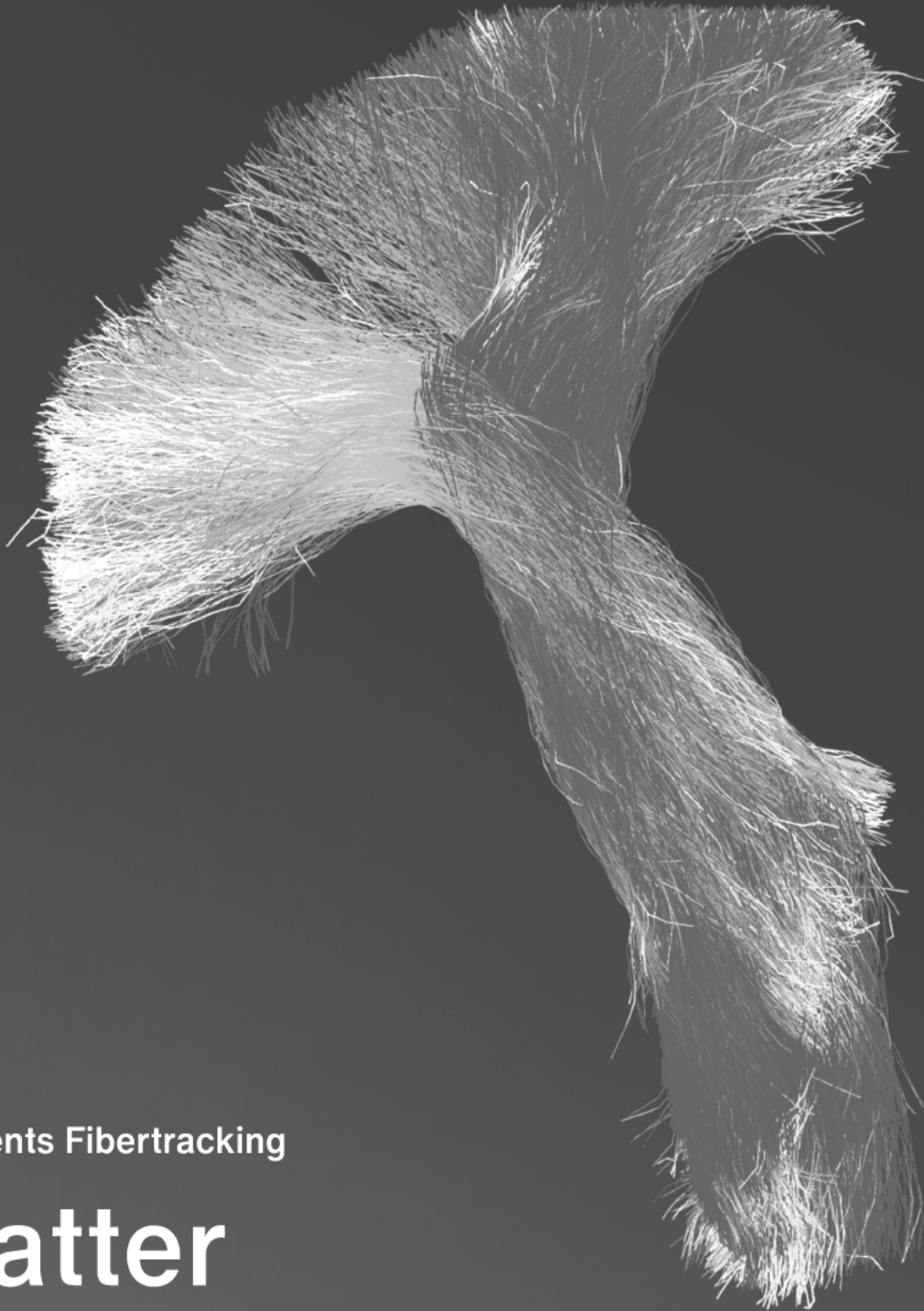


INSIGHTEC

インサイテックは本態性振戦 およびパーキンソン病における
症状緩和のためのMRガイド下集束超音波治療装置の
開発・製造・販売 および技術サポートを行っています。



FUSガイド



Elements Fibertracking

Matter that matters

Switch between deterministic and probabilistic tractography to see what's critical for your specific case with Brainlab Elements Fibertracking.

製造販売元

ブレインラボ株式会社

〒108-0023 東京都港区芝浦 3-2-16
TEL. 03-3769-6900 FAX. 03-3769-6901
jp_igs@brainlab.com
brainlab.com/ja/

製品の仕様は予告なく変更されることがあります。
販売名：Elements サージカルアドバンス（医療機器認証番号：227AABZX00098000）

VERCISE GENUS™ DEEP BRAIN STIMULATION SYSTEM CONTROL MADE CLEAR コントロールを明確に



リモートコントロールは日本語対応でのご使用が可能です。

販売名：バーサイス ジーナス PC DBS システム
医療機器承認番号：30200BZX00274000

販売名：DBS用リード
医療機器承認番号：22700BZX00284000

販売名：バーサイス ジーナス RC DBS システム
医療機器承認番号：30200BZX00321000

製品の詳細に関しては添付文書等でご確認いただくか、弊社営業担当へご確認ください。
© 2021 Boston Scientific Corporation or its affiliates. All rights reserved.
All trademarks are the property of their respective owners.

ボストン・サイエンティフィック ジャパン株式会社
本社 東京都中野区中野4-10-2 中野セントラルパークサウス
www.bostonscientific.jp
PSST20201127-1239

MRガイド下集束超音波治療器対応 最新MRI装置



SIGNA™ Hero 3.0T



SIGNA™ Artist 1.5T



SIGNA™ HeroはシグナPioneerの類型SIGNA™ Heroです
SIGNA™ ArtistはオプティマMR450wの類型SIGNA™ Artistです

医療機器認証番号 227ACBZX00011000
医療機器認証番号 223ACBZX00032000

© 2023 GE HealthCare. GE is a trademark of General Electric Company used under trademark license.

JB08763JA

Medtronic

Engineered to adapt

Percept™ Family
with BrainSense™ technology

センシング技術と刺激出力自動調整機能搭載
脳深部刺激装置システム

患者さん一人ひとりの
症状変化に寄り添った治療を
～より良いQOLの実現にむけて～



日本メドトロニック株式会社

ニューロモデュレーション

〒108-0075 東京都港区港南1-2-70
Tel. 0120-998-167

medtronic.co.jp

販売名:メドトロニック Percept PC
販売名:メドトロニック Percept RC
販売名:CT900 医師用プログラム

医療機器承認番号:30200BZX00163000
医療機器承認番号:30400BZX00271000
医療機器承認番号:22900BZX00256000

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意等の情報につきましては製品の電子添文をご参照ください。

© 2023 Medtronic. Medtronic、メドトロニック及びMedtronicロゴマークは、Medtronicの商標です。TMを付記した商標は、Medtronic companyの商標です。



すべての人の健康のために
 地域社会とつながり、**予防・医療・介護**のサービスを通じて「人」を支える

株式会社 八神製作所

-Human Care Company-

YAGAMI 〒460-8318 愛知県名古屋市中区千代田二丁目16番30号 TEL. 052-251-6671(代) www.yagami.co.jp



医療機器の販売をとおして
 お客様へ 地域社会へ 社員へ
 「安心」を提供します



株式会社 APEX

本社 / 〒451-0075 愛知県名古屋市西区康生通二丁目26番地
 Tel 052-522-6300 (代表)

- | | |
|--|------------------|
| 岐阜営業所 / 〒500-8367 岐阜県岐阜市宇佐南一丁目12番20号 | Tel 058-273-1700 |
| 静岡営業所 / 〒422-8027 静岡県静岡市駿河区豊田一丁目9番37号 | Tel 054-270-9066 |
| 浜松出張所 / 〒430-0912 静岡県浜松市中央区茄子町352番地の12 | Tel 053-581-7035 |
| 横浜営業所 / 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目17番6号 | Tel 045-577-9626 |
| 東京営業所 / 〒160-0032 東京都新宿区西新宿三丁目2番11号 | Tel 03-5875-8182 |
| 北関東物流倉庫 / 〒340-0006 埼玉県草加市八幡町1130番地8 | Tel 048-999-5741 |
| 所沢出張所 / 〒359-1141 埼玉県所沢市小手指町一丁目18番4号 | Tel 04-2997-9722 |
| 関西営業所 / 〒564-0051 大阪府吹田市豊津町13番45号 | Tel 06-6879-1881 |
| ニューロモデュレーション事業部 名古屋営業所 / 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄二丁目4番12号 | Tel 052-218-3222 |
| ニューロモデュレーション事業部 大阪出張所 / 〒541-0053 大阪府大阪市中央区本町四丁目4番17号 | Tel 06-6575-7995 |
| ニューロモデュレーション事業部 福岡営業所 / 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神三丁目10番20号 | Tel 092-752-9988 |

株式会社APEX 検索
www.apex-med.jp/

取扱商品

PCI関連商品 PTA関連製品 カテーテルアブレーション関連製品 不整脈植え込み型デバイス
 TAVI スタンドグラフ 人工血管 脳血管治療関連 心臓外科関連製品 麻酔科関連製品
 ニューロモデュレーション関連 ME機器

Vantage. Take precision stereotactic neurosurgery to the next level.

Leksell Vantage Stereotactic System は豊富な実績を有するレクセルの原理をベースに、より進化した画像の取得やワークフロー向上、患者さんの快適性を高めることを目指して新しく設計されました。
 非金属製ヘッドフレームと条件付き MRI 可能なアクセサリを備えているため、ゆがみとアーチファクトを低減した MRI 画像で解剖学的構造的確認の可能性が広がります。また、より強力な MRI シーケンスを使用することにより、S/N 比を高め、より早く確実な画像取得を実現します。

セットアップから治療まで直感的に行える設計で、シンプルかつスピーディーなワークフローが可能。そして、オープンフェイスデザインのため、覚醒下、非覚醒下を問わず術中の使いやすさと、患者さんの快適性を向上させます。

elekta.com/vantage



Focus where it matters.

エレクタ株式会社 www.elekta.co.jp

〒108-0023 東京都港区芝浦3-9-1 芝浦ルネサイトワークワー
 TEL: 03-6748-6180 FAX: 03-6436-4231

承認番号: 301008Z00266000
 販売名: レクセル ワンテージ ステレオタクトック システム

磁気共鳴診断装置

MAGNETOM Vida with BioMatrix

Our journey to precision medicine

www.siemens-healthineers.com/jp



SIEMENS
Healthineers

超電導磁石式全身用MR装置 MAGNETOM ヴィーダ 認証番号: 229AABZ00082000



院長 若林 俊彦

〒451-0051 名古屋市西区則武新町3-1-17

イオンモール Nagoya Noritake Garden 3F

TEL:052-564-5165

<https://garden-cl.jp/>

第8回日本経頭蓋集束超音波治療学会 協賛一覧

- 株式会社 APEX
- InSightec Japan 株式会社
- エレクトラ株式会社
- GE ヘルスケア・ジャパン株式会社
- シーメンスヘルスケア株式会社
- 株式会社 トップ
- 医療法人五一六五 ナゴヤガーデンクリニック
- 医療法人偕行会 名古屋共立病院
- 日本メドトロニック株式会社
- ブレインラボ株式会社
- ボストン・サイエンティフィック ジャパン株式会社
- 株式会社八神製作所

(2025年11月14日現在: 50音順)

この度、ご協力をいただきました医療機関様・企業様におかれましては、心より御礼を申し上げます。

第8回日本経頭蓋集束超音波治療学会 会長 前澤 聡