

Title	定位視床手術高周波凝固巢の MR imaging所見
Author(s)	松本, 俊一; 島, 史雄; 蓮尾, 金博 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(11), p. 1559-1564
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18356">https://hdl.handle.net/11094/18356</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 定位視床手術高周波凝固巣のMR imaging 所見

<sup>1)</sup>九州大学医学部放射線科学教室, <sup>2)</sup>同 脳神経外科学教室

松本 俊一<sup>1)</sup> 島 史雄<sup>2)</sup> 蓮尾 金博<sup>1)</sup> 内野 晃<sup>1)</sup>  
水島 明<sup>1)</sup> 古川 達也<sup>1)</sup> 松浦 泰雄<sup>1)</sup> 宜保 昌樹<sup>1)</sup>  
増田 康治<sup>1)</sup> 福井 仁士<sup>2)</sup>

(平成3年12月3日受付)

(平成4年3月4日最終原稿受付)

### MR Imaging of Stereotactic Thalamotomy using Radiofrequency Methods

Shunichi Matsumoto<sup>1)</sup>, Fumio Shima<sup>2)</sup>, Kanehiro Hasuo<sup>1)</sup>, Akira Uchino<sup>1)</sup>, Akira Mizushima<sup>1)</sup>,  
Tatsuya Furukawa<sup>1)</sup>, Yasuo Matsuura<sup>1)</sup>, Masaki Gibo<sup>1)</sup>,  
Kouji Masuda<sup>1)</sup> and Masashi Fukui<sup>2)</sup>

Department of Radiology<sup>1)</sup> and Neurosurgery<sup>2)</sup>, Faculty of Medicine, Kyushu University

---

Research Code No. : 503.9

---

Key Words : Radiofrequency methods, Thalamotomy,  
MR imaging

---

Sixty-eight stereotactic radiofrequency (rf) thalamic lesions in 57 patients with movement disorders were evaluated by magnetic resonance (MR) imaging. Postoperative periods ranged from 5 days to 4 years and 9 months.

All 68 rf lesions were clearly detected on T2-weighted images (T2WI). Changes in signal intensity on T2WI were classified into five patterns, as follows: Pattern I: lesions with three concentric zones consisting of an inner hypointense, middle hyperintense and outer hypointense zone (31 lesions); Pattern II: lesions consisting of an inner hypointense and outer hyperintense zone (4 lesions); Pattern III: lesions consisting of an inner hyperintense and outer hypointense zone (27 lesions); Pattern IV: lesions of a hyperintense area alone (2 lesions); Pattern V: lesions of a hypointense area alone (4 lesions). The outer hypointense rim in Patterns I and III is thought to represent hemosiderin deposition. The abnormal signal intensity on T2WI caused by rf ranged from 2 to 12 mm in diameter, and lesions in the late phase were smaller than lesions in the early phase.

#### はじめに

不随意運動に対する治療の一つとして定位視床手術が現在広く行われている。その高周波凝固巣の画像所見に関してはCTの報告はある<sup>1)~4)</sup>が、近年神経放射線診断の画像診断法として急速に普及してきているMRIでの報告は少ない<sup>5)~7)</sup>。特に慢性期の定位視床手術凝固巣について検討を行った報告は極めて少ない<sup>7)</sup>ので、今回我々は、主

に慢性期の凝固巣について検討し若干の知見を得たので報告する。

#### 対象及び方法

1987年5月から1990年12月の間に、九州大学で定位視床手術後のMRI検査を施行した57例(61凝固巣)を対象とした。手術の原因となった不随意運動は、ジストニア18例、パーキンソン病16例、本態性振戦15例、症候性振戦8例であった。手術

部位は、Vop核28例、Vim核16例、Voa核7例、Voa+Vop核6例、Vop+Vim核3例、Vim+Voa+Vop核1例であり、そのうち両側手術例は4例であった。凝固針は直径2mmで先端3mmを露出したものを使用し、凝固条件は通常70℃、30秒で行った。手術目標部位は各視床核の最腹側部に置き、VoaまたはVop手術例では、しばしばその2mm上で同じ条件で凝固した。手術からMRI検査までの期間は5日から4年9カ月で、5症例は術後2回、1症例は術後3回の検査を行い、MRI検査を行った延べ数は68手術例であった。

MRI装置はSignaを使用し、前交連—後交連を結ぶ線に平行な横断面で、spin echo法によりT2強調像（以下T2WIと略す）を全68凝固巣に撮像し、冠状断のspin echo法T1強調像（以下T1WIと略す）を10凝固巣に、GRASS法高速スキャン（以下T2\*WIと略す）を42凝固巣に撮像した。撮像条件は、T2WIはTR/TE：2,000/80msec、FOV 20cm、マトリックスサイズ256×256または256×192、1または2回加算、スライス厚3または5mm、スライス間隔1.5mmで行い、T1WIはTR/TE：400/20msecで行った。T2\*WIは

Table 1 Radiofrequency (rf) thalamic lesions and pulse sequence of MRI

Postoperative day	No. of rf lesions		
	T2WI	T2*WI	T1WI
~10	4	1	2
11~30	8	1	4
31~90	47	37	4
91~	9	4	0
Total	68	43	10

TR/TE：200/20msec, flip angle 15°, スライス厚5mmで行った。

Table 1に全68破壊巣の術後経過期間と撮像したパルス系列別のMRI検査数を示す。

各撮像法での凝固巣のMRI所見を、①術後経過期間と凝固巣の信号強度パターンおよびその大きさについて検討し、さらに、②術後複数回MRIを施行した6例については、それらの経時的変化について分析した。

結果

① 各撮影法での凝固巣のMRI所見

(1) T2WIにおける信号強度パターン (Fig. 1)

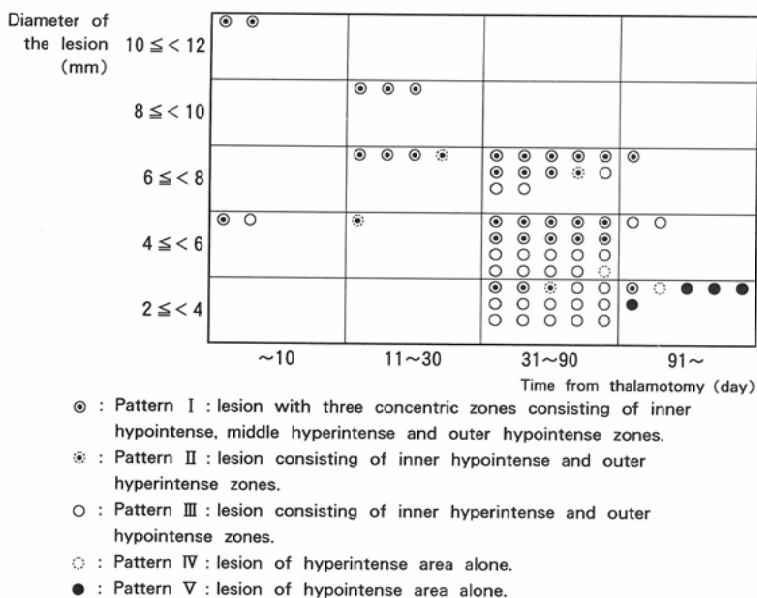


Fig. 1 Size and signal intensity pattern of all 68 rf thalamic lesions on time from thalamotomy.

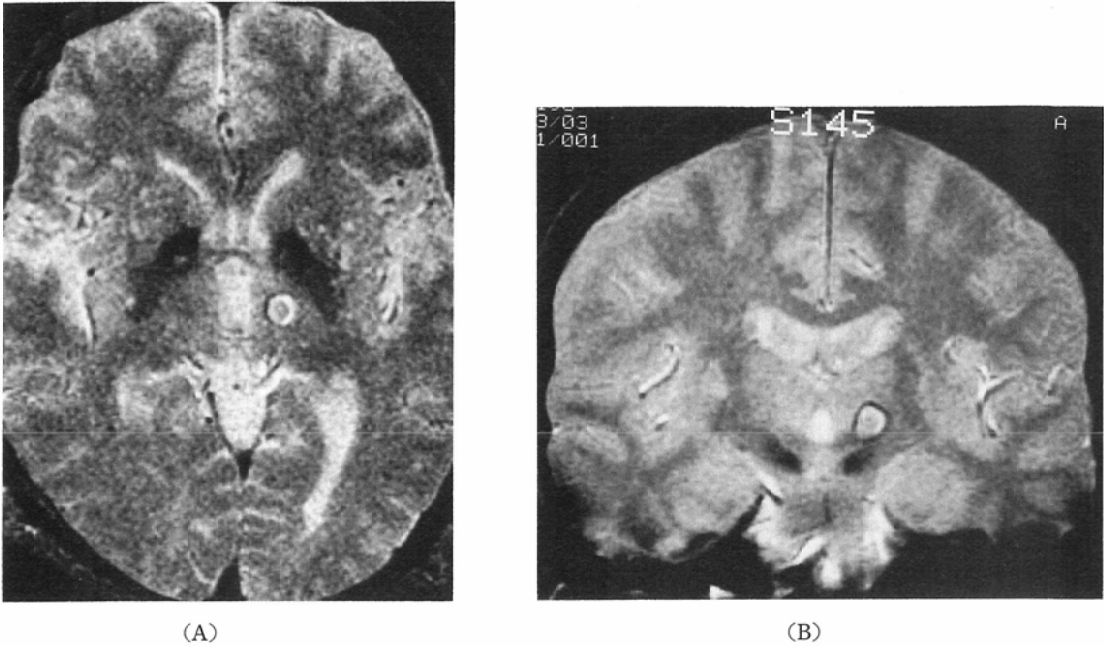


Fig. 2 Axial T2WI (A) in a 63-year-old male patient with Parkinson's disease examined 63 days after left thalamotomy showing a thalamic rf lesion with three concentric zones consisting of inner hypointense, middle hyperintense and outer hypointense zones (Pattern I). Coronal T2\*WI (B) demonstrating the outer hypointense zone more apparently than T2WI.

高周波凝固巣の検出は68凝固巣全てにおいて容易であった。形態は全て類円形を示した。

術後30日以内の12凝固巣中8例に浮腫と思われる不規則な高信号域を伴っており、凝固巣の境界は判別が困難な例があった。術後31日以降の凝固巣周辺にはこの異常信号域は認められなかった。また、術後30日までの急性期から亜急性期には、凝固針の刺入経路に沿って高または低信号域がみられた。これらの一過性的変化を除き、凝固巣の信号強度の変化は、正常視床の信号強度と比較して次の5型に分類した。パターンI：中央部は低信号、その外側が高信号で、さらに辺縁に低信号域を呈するもの(Fig. 2A, B)。パターンII：中央部が低信号、その外側は高信号で、辺縁の低信号域がないもの(Fig. 3)。パターンIII：均一な高信号を呈し、辺縁部は低信号のもの(Fig. 4A)。パターンIV：均一な高信号のみを呈するもの(Fig. 5)。パターンV：均一な低信号を呈するもの(Fig. 4B)。急性期から慢性期には辺縁部に低信号域を有するパターンIとIIIが、全68凝固巣中58凝固巣

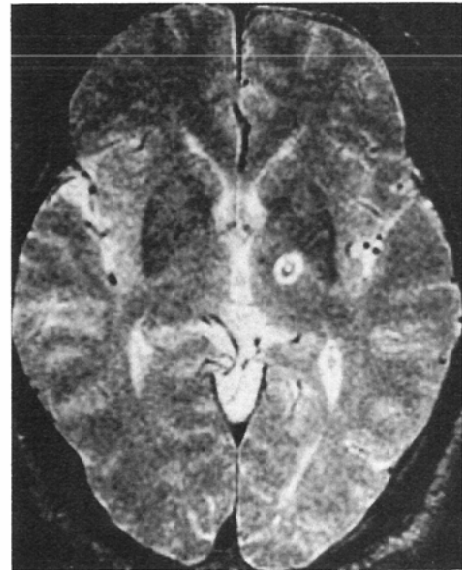


Fig. 3 Axial T2WI in a 18-year-old male patient with dystonia done 28 days after left thalamotomy showing a rf lesion with two concentric zones consisting of inner hypointense and outer hyperintense zones (Pattern II).

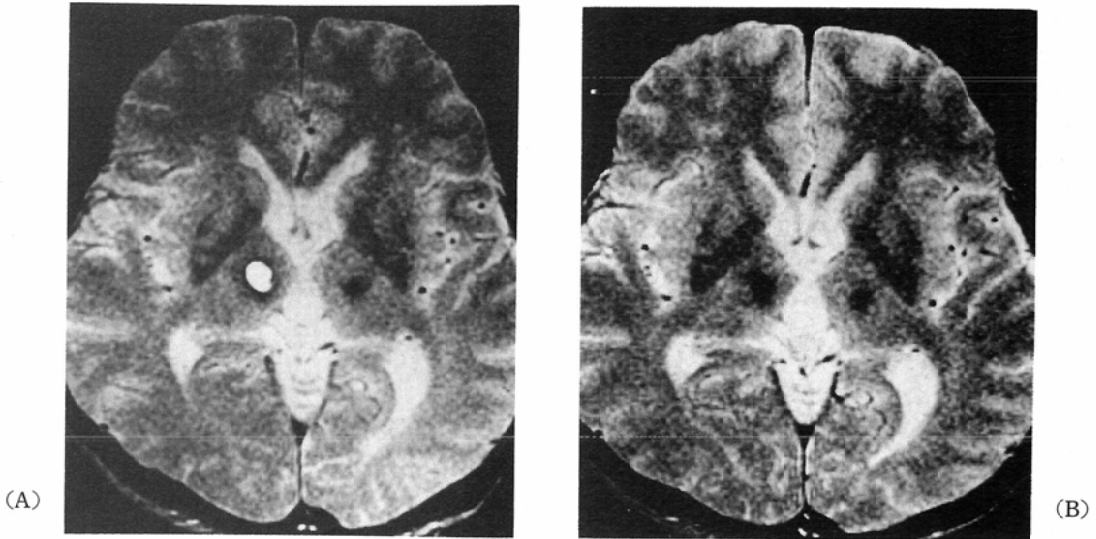


Fig. 4 Axial T2WI (A) in a 52-year-old male patient with dystonia examined 36 days after thalamotomy showing a right thalamic rf lesion with two concentric zones consisting of inner hyperintense and outer hypointense zones (Pattern III). Axial T2WI (B) taken 9 months after surgery demonstrating hypointense area alone (Pattern V). Note a hypointense lesion in the left thalamus, made 15 months before thalamotomy on the right side.



Fig. 5 Axial T2WI in a 52-year-old male patient with hemiparkinsonism taken 83 days after left thalamotomy showing a rf lesion with high signal intensity (Pattern IV)

(87%)と大多数であった。パターンIIIはパターンIに比べ術後経過日数のより長い凝固巣に多くみ

られる傾向があった。パターンVは術後91日以降の4凝固巣にのみ認められた。

(2) T2WIにおける異常信号域の大きさ

異常信号域は2~12mm大であったが、術後経過の長い凝固巣ほど小さかった (Fig. 1)。

(3) T1WIにおけるMRI所見

T1WIは術後90日以内の10凝固巣に対して撮像した。30日以内の6凝固巣では正常視床に比較し均一な高信号を示すものが2凝固巣であり、T2WIではパターンI、パターンIIが各1例であった。中心部より低一高一低信号のリング状の混合型を示すものが4凝固巣であり、T2WIでは全例パターンIを示していた。31日から90日の4凝固巣では均一な高信号のものが2凝固巣であり、T2WIでは共にパターンIIIを示し、等信号のものが2凝固巣であり、T2WIでは共にパターンIを示していた。

(4) T2\*WIにおけるMRI所見

T2\*WIを撮像した43凝固巣はT2WIでは全てパターンIまたはIIIのものであったが、29凝固巣において辺縁の低信号域がT2WIに比べ明瞭

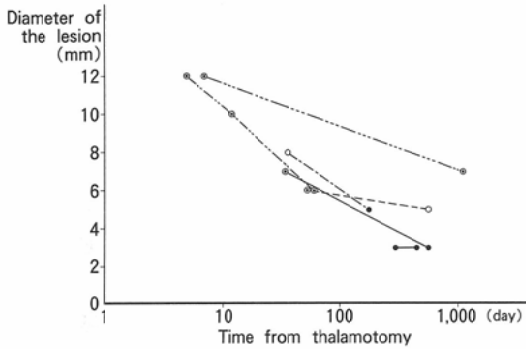


Fig. 6 Serial size and signal intensity pattern in six rf thalamic lesions on time from thalamotomy.

に描出されていた (Fig. 2A, B).

## ② T2WIにおける経時的変化 (Fig. 6)

信号パターンでは6凝固巣中3例で変化がみられ、パターンIからパターンIII、パターンIからパターンV、パターンIIIからパターンVへ変化したもの (Fig. 4A, B) が各1凝固巣であった。大きさは5凝固巣で縮小した。

## 考 察

動物実験により、高周波熱凝固法による凝固巣の病理学的変化をみた報告はいくつかみられる<sup>4)8)9)</sup>。Dieckmannら<sup>8)</sup>は、2週目までの凝固巣は中心部より血液に満たされた central core、凝固壊死層、融解壊死層、脱髄層が順次とりまく形態で存在すると述べている。Zervasら<sup>9)</sup>は、急性期では境界明瞭な壊死部とその周囲に浮腫がみられ、出血は破壊巣内に軽度ながらみられ、2週以降では浮腫は消退し、壊死巣の周囲にはグリオーシスを伴うと述べている。戎谷ら<sup>4)</sup>は経時的変化を詳細に検討し、急性期の凝固巣は中心部より凝固針の経路、凝固壊死層、液化壊死層、新生血管層の4層から成り、凝固および液化壊死層の吸収により凝固巣は縮小し、60日後には嚢胞状に変化すると述べている。

CTによる報告では、急性期では凝固巣は低吸収域、あるいは高吸収の central core を有する低吸収域として認められるが一般に周囲の浮腫との区別は困難とされている<sup>1)~3)</sup>。この central core については出血あるいは凝固壊死によると報告さ

れている<sup>14)</sup>。慢性期には境界明瞭な低吸収域として認められるが、同定できない場合もあるといわれ、術後のCT検査は浮腫が消退する2週間後頃が適当であると述べられている<sup>4)</sup>。

今回の我々のMRIによる検討ではT2WI上の凝固巣の同定は少なくとも術後4週以降は全例容易であった。その信号強度パターンは多彩であったが、最外層に低信号域を有するパターンIおよびIIIのものが最も多く、全68凝固巣中58凝固巣に認められた。1カ月以降の慢性期の凝固巣については、我々の検討ではT2\*WIでより明瞭に描出されるものが多かった。この最外層の低信号域は、凝固巣の病理学的変化の検討から、慢性期の凝固巣ではヘモジドリン沈着を反映したものと考えられている<sup>7)</sup>。しかし1カ月以内の12凝固巣中10例においてもこの低信号域が認められておりT1WIでは様々な信号強度を示し、ヘモジドリンの沈着のみでは解釈が困難な点があり、デオキシヘモグロビンなどの関与も考えられ、今後検討する余地がある

また、戎谷ら<sup>4)</sup>に従えば、パターンIおよびIIの中心部の低信号域は凝固壊死層に、パターンIからIVにみられる高信号域は液化壊死層に相当することが考えられる。病理学的には凝固壊死部では細胞核は濃縮し、胞体の染色性は低下し、経時的に融解することが知られている<sup>4)9)</sup>。この中心部の低信号域を有し、かつT1WIが撮像された8凝固巣中6凝固巣では、T2WI上の低信号域はT1WIでは低または等信号であり、T2WIで低信号を示す理由の一つとして水分含有量が少ないことが考えられる。さらに、中心部に低信号域を含まないパターンIIIおよびIVの凝固巣はパターンIおよびIIの凝固巣に比べより慢性期のものに多い。経過観察された6凝固巣中3凝固巣に中心部の低信号域が認められなくなったことから凝固巣の融解壊死の過程が示唆される。ただし、MRI上の信号強度には出血や蛋白濃度が深く関与しており、これらの多寡により信号強度が修飾されている可能性もある。

30日以内の急性期から亜急性期に検査した凝固巣は比較的少なかったが、12例中8凝固巣に浮腫

と思われる高信号域を T2WI にて認め、CT の報告に比べてやや長期にわたりみられる傾向であった。この時期に T1WI を撮像した 6 凝固巣には全例高信号域が含まれており、他の報告<sup>6)7)</sup>と異なっていた。これは出血あるいは高蛋白濃度の液体などが関与している可能性が考えられ、今後検討する余地がある。

著者らが卵白を用いて行った凝固実験では、本研究と同じ直径 2mm、先端露出長 3mm の凝固針を用い、70°C、30 秒間の凝固条件で作成した 1 凝固巣の大きさは直径 3mm、長さ 4mm で MRI による異常信号域に比して小さかった。また、MRI で異常信号が内包や視床感覚中継核に及んでいても、必ずしも運動・感覚障害を来さないことから、MRI における異常信号域は実際の凝固巣より大きいことが推察される。また、異常信号域が 6mm より大きいものは 2 個の凝固巣を置いたものが多い。凝固巣による異常信号域の大きさは慢性期のものほど小さく、CT における報告<sup>1)~3)</sup>、他の MRI における報告<sup>6)7)</sup>と同様であった。MRI で凝固巣の大きさを判定する時期は、CT よりやや遅らせたほうが好ましく、我々は術後 2 カ月前後に行うのを原則としている。

定位脳手術の凝固巣の撮像には、MRI は組織コントラスト分解能が高く、多彩な像を呈し CT に比較してはるかに優れている。しかし、それだけに凝固巣の大きさの計測には慎重な判断が必要である。

#### まとめ

定位視床手術後の 68 凝固巣の MRI を検討し以下の結論を得た。

1) T2WI での凝固巣の検出は全例で容易であったが、T1WI では術後 1 カ月以降の慢性期の 4 凝固巣中 2 凝固巣で検出が困難であった。

2) 凝固巣の T2WI 上の信号強度の様相を 5 型に分類した。高頻度に認められる辺縁部の低信号帯は、慢性期の凝固巣においては T2\*WI でより明瞭に描出されヘモジデリン沈着を反映していると推察された。

3) T2WI 上の凝固巣の中心部の低信号域と高

信号域は各々凝固壊死層、液化壊死層に対応すると考えられた。凝固巣の融解壊死化により信号強度パターンは変化することが示唆された。

4) 凝固巣による異常信号域は慢性期のものほど小さいものが多かった。術後 30 日以後の凝固巣でも縮小するものがあり、凝固巣の大きさを判定する時期は CT に比べ遅い時期が良く、術後 2 カ月以降が好ましいと思われる。

5) MRI は組織コントラスト分解能に優れ、実際の凝固巣より大きく撮像されるため、大きさの計測には注意を要する。

#### 文 献

- 1) 村山佳久, 津田敏雄, 會我部紘一郎, 他: 定位視床手術による破壊巣の CT 像. 脳神経外科 7: 563-570, 1979
- 2) Kullberg G, Cronqvist S, Brismar J: Stereotactic lesions studied by computed tomography. Acta Neurochirurgica (Suppl) 30: 395-400, 1980
- 3) Iacono RP, Osborne DR, Nashold BS Jr: CT analysis of stereotactic thalamotomy. Adv Neurol 40: 453-458, 1984
- 4) 戎谷大蔵, 牧野 章, 松本圭蔵, 他: 視床高周波破壊巣の CT 像の推移に関する実験的検討. CT 研究 9: 525-535, 1987
- 5) Leksell L, Herner T, Leksell D, et al: Visualization of stereotactic radiolesions by nuclear magnetic resonance. J Neurol Neurosurg Psychiatry 48: 19-20, 1985
- 6) 寺田耕作, 朝倉哲彦, 笠毛静也, 他: パーキンソン病に対する定位的視床手術後の MRI 所見について. CT 研究 12: 175-181, 1990
- 7) Tomlinson FH, Jack CR Jr, Kelly PJ: Sequential magnetic resonance imaging following stereotactic radiofrequency ventralis lateralis thalamotomy. J Neurosurg 74: 579-584, 1991
- 8) Dieckmann G, Gabriel E, Hassler R: Size, form and structural peculiarities of experimental brain lesions obtained by thermocontrolled radiofrequency. Confin Neurol 26: 134-142, 1965
- 9) Zervas NT, Kuwayama A: Pathological characteristics of experimental thermal lesions—Comparison of induction heating and radiofrequency electrocoagulation. J Neurosurg 37: 418-422, 1972