

症例報告

放射線治療前後の脳機能評価において拡散テンソルトラクトグラフィが
有用であった転移性脳腫瘍の3例濱田 浩平^{1)*}、米田 竜二¹⁾、村口 巧¹⁾、山上 博文¹⁾

要旨：脳腫瘍の放射線治療における効果判定は、造影 MRI を用いて形態的になされることが多い。最近我々は、MRI 検査を行う際に拡散テンソル画像および拡散テンソルトラクトグラフィを追加し機能面からの評価を加えることを試みている。今回、転移性脳腫瘍3例を対象として治療効果を検討したところ、従来の MRI 検査では解析できなかった、活動する神経線維束の描出を指標とした機能面での治療効果判定が可能となったので、報告する。

キーワード：magnetic resonance imaging (MRI)、拡散テンソル画像、拡散テンソルトラクトグラフィ、放射線治療、脳腫瘍

CASE REPORT

Three cases of metastatic brain tumor in which diffusion tensor
tractography was useful in brain function evaluation before and after
radiotherapyKohei HAMADA^{1)*}, Ryuji YONETA¹⁾, Takumi MURAGUCHI¹⁾, Hirofumi YAMAGAMI¹⁾

Abstract: Judgment of the effectiveness of radiotherapy against brain tumors is often done morphologically using contrast MRI. Recently, we have attempted to add diffusion tensor images and diffusion tensor tractography when performing MRI examination and add functional assessment to the evaluation. In this study, we examined the effect of treatment on 3 cases of metastatic brain tumor, and as a result, it became possible to judge the therapeutic effect by visualization of active nerve fiber bundle as an indicator of function, which could not be analyzed previously by conventional MRI examination.

Key words: magnetic resonance imaging (MRI), diffusion tensor image, diffusion tensor tractography, radiotherapy, brain tumor

¹⁾ Center of Radiology/Radiotherapy, Mutsu General Hospital, 1-2-8 Kogawa-machi, Mutsu, Aomori 035-8601, Japan

*Corresponding Author: K. Hamada
(m-mri@hospital-mutsu.or.jp)

Received for publication, December 8, 2017

Accepted for publication, December 25, 2017

¹⁾ むつ総合病院中央放射線科

*責任著者：濱田浩平

(m-mri@hospital-mutsu.or.jp)

〒035-8601 青森県むつ市小川町一丁目2番8号

TEL: 0175-22-2111 FAX: 0175-22-4439

平成29年12月8日受付

平成29年12月25日受理

はじめに

当院では、昨年度から放射線治療医が常勤となり、放射線治療を施行する患者が増加している。放射線治療を行う中で治療効果を様々なモダリティで評価しているが、機能的な回復を客観的に判定することは決して容易ではない。今回我々は、頭蓋内腫瘍の機能的な治療効果判定法としての magnetic resonance imaging (MRI)・拡散テンソル画像^{1)~3)} (diffusion tensor image : DTI) および拡散テンソルトラクトグラフィ^{4),5)}の有用性について、複数の症例で検討を加えたので報告する。

症例

症例 1. 症例は76歳男性。胃癌術後再発の患者で、右小脳半球の転移巣に対して multi-arc conformation radiation therapy を用いた放射線治療を行った。隔日照射スケジュール、アイソセンタ処方で総標的線量 32Gy/4回を投与した。MRI で治療前後の局所所見を比較すると、造影 T1 強調画像で治療後に転移巣の明らかな縮小がみられることがわかる (図 1)。

次いで、DTI よりトラクトグラフィを作成したところ¹⁾、治療前は腫瘍の存在によってほぼ途絶えていた右中小脳脚の神経線維束が、治療後には、残存腫瘍により外側に若干圧排されてはいるものの途絶せず皮質に向かって広がりを見せていた (図 2)。

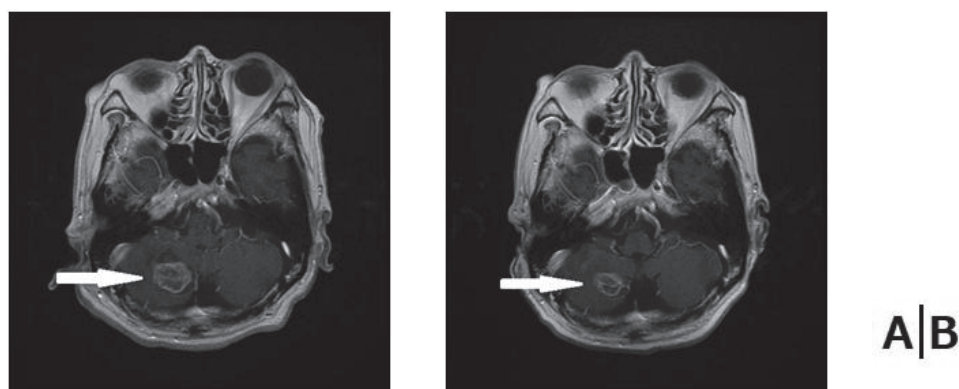


図 1. 症例 1 の造影前後の T1 強調像
治療前(A)と比較し治療後(B)の腫瘍(→)は縮小している

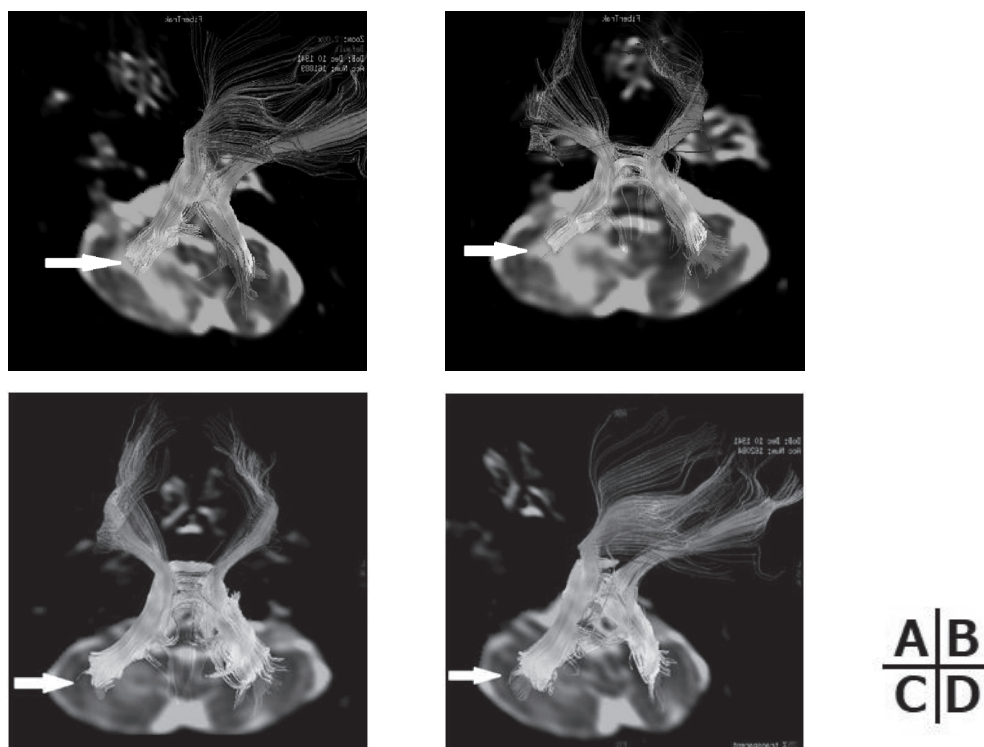


図2. 症例 1 のトラクトグラフィ
治療前(A, B)と比較し治療後(C, D)の右中小脳橋脚(→)は開通している

症例 2. 症例は 80 歳男性。他院で肺小細胞癌に対する化学放射線療法後に脳転移が出現、全脳照射が加えられていた。当院では、左小脳と左側頭葉に再燃した転移巣に対する放射線治療を依頼された。何れの病巣に対しても rotational conformation radiation therapy が加えられたが、全脳照射後の再照射例であるため線量制約があり、隔日照射スケジュールおよびアイソセンタ処方、小脳転移巣には総線量 16Gy/4 回、左側頭葉転移巣には総標的線量 20Gy/5 回を投与した。MRI の造影 T1 強調画像で治療前後を比較すると、小脳転移巣は治療により著明な縮小を示したが、左側頭葉腫瘍は軽度の縮小に留まった (図 3)。

トラクトグラフィで比較すると、小脳転移巣では左上小脳脚内側の神経線維束が治療前には腫瘍の存在により一部途絶していたが、治療後には回復、増加した神経線維束の描出が認められた (図 4)。しかし、中小脳脚の神経線維束は腫瘍による影響が小さい位置に存在したためか、治療前後で明らかな変化が見られなかった (図 5)。

一方、左側頭葉転移巣では、治療による腫瘍縮小が軽度に留まったためか、トラクトグラフィでも目立った所見の変化は認められなかった。ただし、治療前には下縦束が腫瘍で圧排された形で描出されていたが、治療後には若干の圧排改善と描出線維数の増加が認められた (図 6)。

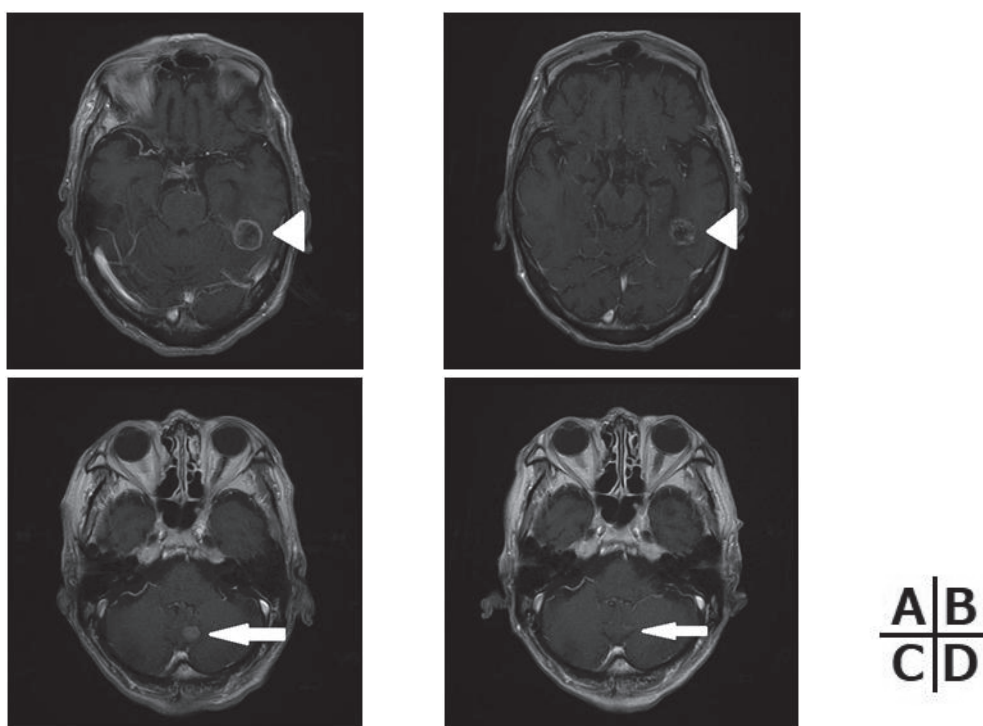


図3. 症例 2 の造影前後の T1 強調像

左側頭葉腫瘍(◄)は治療前(A)と治療後(B)ではほとんど変化がない。
左小脳腫瘍(←)は治療前(C)と比較し治療後(D)では縮小している。

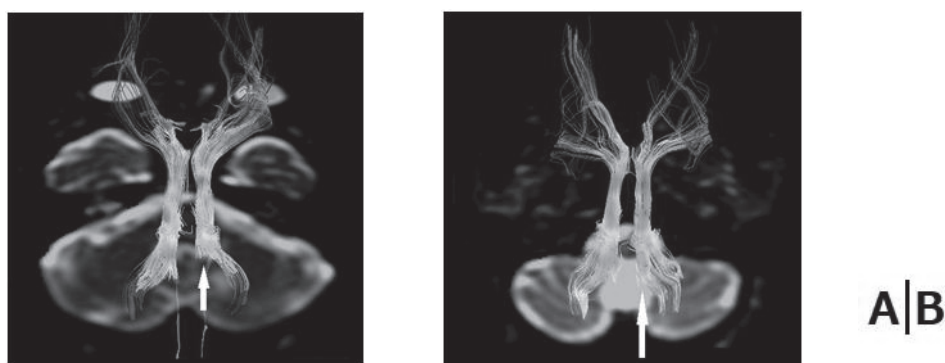


図4. 症例 2 の左上小脳脚トラクトグラフィ

治療前(A)の左上小脳脚は一部途絶(↑)しているが治療後(B)では開通している

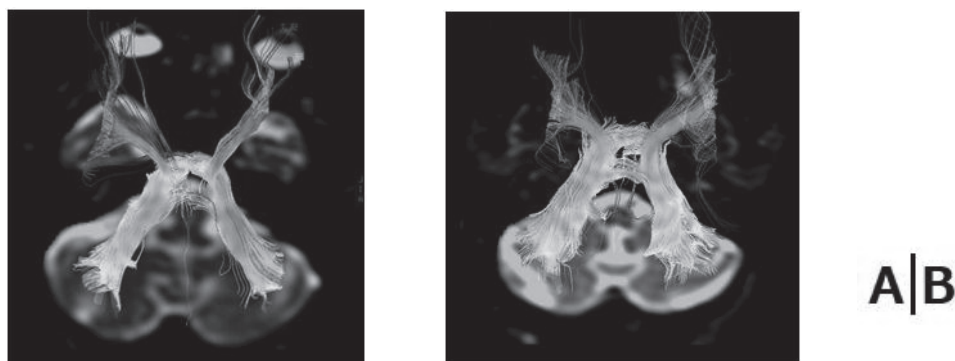


図5. 症例2の中小脳脚トラクトグラフィ
治療前(A)と治療後(B)の中小脳脚はほぼ変化はない

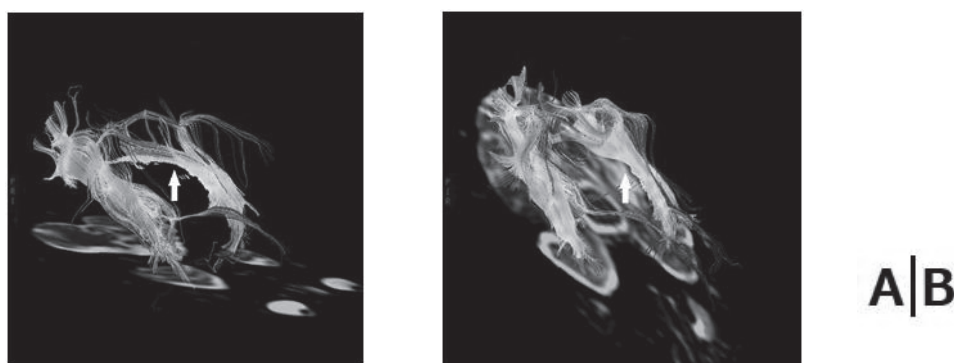


図6. 症例2の下縦束トラクトグラフィ
治療前(A)と治療後(B)の下縦束はほぼ変化はないが、
(A)で圧排(↑)されているのが(B)では改善されている。

症例3. 症例は66歳男性。胃盲腸悪性リンパ腫に対して手術および化学療法施行後、中枢神経再発で急激な意識レベル低下があり緊急照射となった。腫瘍は左右の放線冠、脳梁、脳室などに広汎に拡がり、これに対して対向2門照射による全脳照射を行った。週5回スケジュール、アイソセンタ処方、総標的線量37.5Gy/15回を投与した。MRIの造影T1強調画像により治療前後を比較すると、左右の放線冠、脳

梁などの腫瘍が著明に縮小、ほぼ消失したことが分かる(図7)。

トラクトグラフィについては、治療前は撮像時の体動が激しく実施困難であったために、治療後のみの実施となった。対照となる治療前トラクトグラフィ画像はないが、治療後に上縦束、脳梁、带状束、皮質髄質路などが途絶や圧排もなく対称性に良好に描出されていた(図8)。

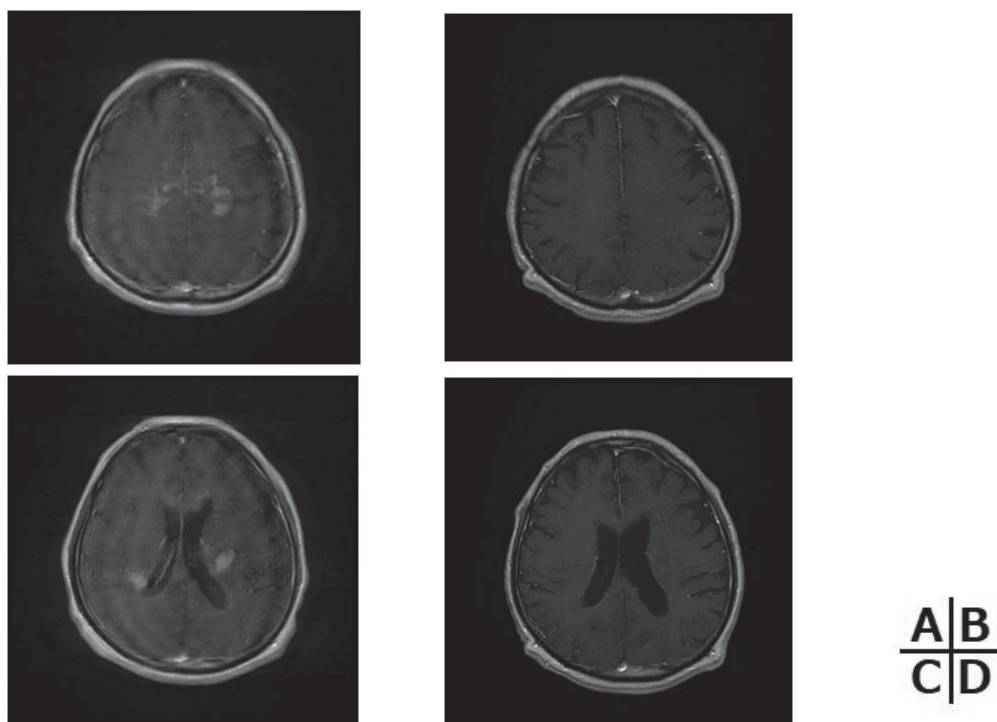


図7. 症例3の造影前後のT1強調像
治療前(A, C)と比較すると治療後(B, D)の放線冠, 脳梁にある腫瘍は著明に縮小した。

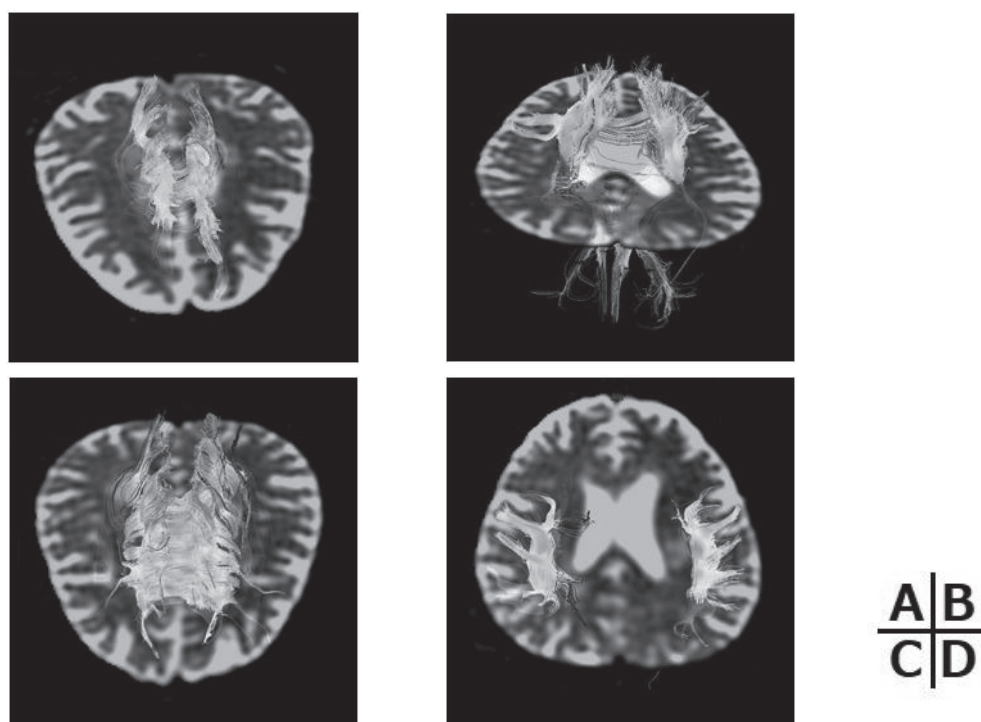


図8. 症例3のトラクトグラフィ
治療前のトラクトグラフィはないが、
治療後では上縦束・脳梁・帯状束・皮質髄質路は遮断や圧排がみられない

考察

それぞれの神経線維束の位置や走行と腫瘍の占拠部位やperifocal edemaを正確に把握した上で、トラクトグラフィを用いて腫瘍周辺を詳細に

評価することにより、放射線治療前後の神経ネットワーク網の機能的、構造的変化を把握することができた。

しかし、トラクトグラフィを作成する場合、関

心領域 (region of interest : ROI) の位置、形状やサイズ、スライスの違いが神経線維束の描出を微妙に変化させ、その結果解析結果に影響を及ぼすことはよく知られており⁶⁾、ROI の決定には細心の注意が必要である。我々も、各症例において最も腫瘍による変化が顕著となる ROI を試行錯誤して決定したところ、治療前後の神経線維束描出において特徴的な所見を得ることが出来た。

治療前後での患者の神経所見の変化については今回示さなかったが、いずれの症例も神経所見に改善を認めていた。今後トラクトグラフィにおける治療前後の変化との対比を行うことで、描出所見が改善された神経線維束が有する機能的意義を解剖学的に把握できるようになる可能性、その分布や数量的な分析を以て治療効果の客観的評価を行い得る可能性など、脳腫瘍の放射線治療における新たな効果判定法としての臨床的有用性が示唆された。

文献

- 1) 青木茂樹, 阿部修, 増谷佳孝: これでわかる拡散 MRI、第2版、秀潤社、2009
- 2) 山田恵, 赤澤健太郎, 西村恒彦: MR 撮像法の臨床応用(5) 拡散強調画像と拡散テンソル画像
https://radiology.bayer.jp/static/pdf/publications/nichidoku_iho/2007_52_03/52_03_08.pdf (2017_12_21)
- 3) 森壱: 拡散テンソル画像
https://www.neurology-jp.org/Journal/public_pdf/048110945.pdf (2017_12_21)
- 4) 岡本嘉一: 拡散テンソルトラクトグラフィ (DTT) がもたらす情報
http://www.innervision.co.jp/01inner/2012/pdf/iv201203_021.pdf (2017_12_21)
- 5) 伊野波聡: 悪性脳腫瘍の治療
<https://kyusyu.jcho.go.jp/wp-content/uploads/2016/10/1610nogeika.pdf> (2017_12_21)
- 6) SusumuMori, Setsuwakana, LidiaM, Nagae-Poetscher, PeterC. M. VanZijl、拡散テンソル法によるヒト脳白質のMRI アトラス、第1版、講談社、2007