

Probabilistic tractography の検証 Validation of probabilistic tractography

滝山貴央⁽¹⁾, 広島覚⁽²⁾, 小川博司⁽²⁾, 安栄良悟⁽²⁾, 鎌田恭輔⁽²⁾

(1) 旭川医科大学医学部医学科, (2) 旭川医科大学脳神経外科学講座

Takao Takiyama⁽¹⁾, Satoru Hiroshima⁽²⁾, Hiroshi Ogawa⁽²⁾,

Ryogo Anei⁽²⁾, Kyousuke Kamada⁽²⁾

(1) Medical Student, Asahikawa Medical University

(2) Department of Neurosurgery, Asahikawa Medical University

Abstract To represent cortico-spinal tract (CST), we have deterministic tractography and new probabilistic tractography. We evaluated these methods by normalize analysis in 10 volunteers, and direct fiber stimulation with mono-polar electric currents in 4 patients. Probabilistic tractography represented the distinction between hand and feet CST and direct fiber stimulation with probabilistic method elicited the expected motor evoked potentials of hands and feet individually. Probabilistic method is more accuracy and reliable than deterministic method.

1. はじめに

拡散テンソル画像 (DTI) を用いた Tractography は白質神経伝導路を非侵襲的に描出する技術である。方向が一方的かつ比較的大きな神経路・神経束を描出するのに優れ、この技術は神経伝導路近くの脳腫瘍摘出手術などにおいて、術前に位置関係などを把握することなどに用いられ役立っている。現在一般的に使用されている Tractography である Deterministic method と呼ばれ、DTI の拡散テンソルの第一固有ベクトルに従って神経束を描出するが、神経交叉部における正確な神経追跡

が困難である。一方、Probabilistic method¹ はベイズ定理に基づき、線維方向を確率密度関数から推定により神経追跡する方法であり、神経交叉部における問題をある程度解決することができる。本研究では、術後運動機能の温存に重要な皮質脊髄路 (Cortico-spinal tract:CST) を Tractography によって描出し、この二つの方法を比較した。

2. 方法

まず 10 人の健康な被験者において DTI (1.5T MR scanner) を撮影し、大脳脚を描出始点マスクとして Deterministic method (VOLUME-ONE and dTV; URL: <http://volume-one.org>) と Probabilistic method (FMRIB Software Library, URL: <http://www.fmrib.ox.ac.uk/fsl>) で Tractography を描出した。Probabilistic method では描出終点マスクとして fMRI で描出した手と足の皮質運動野を利用した (Dr.View, Asahi Kasei Medical Co., Tokyo, Japan)。描出された CST は位置合わせを行い、SPM8 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK; www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm) を用いて一つの脳に標準化し、検討した。次に 4 人の脳腫瘍患者において術前に Probabilis

tic Tractography で作成した CST を Neuronavigation に載せて確認しつつ、術中電気刺激を行った。²

3. 結果

健康な被験者における検証では、従来の Deterministic method で作成した CST は、Probabilistic method で作成した手と足の CST の中間を走行する傾向が見られた (図 1)。

脳腫瘍患者における術中白質電気刺激では、Neuronavigation 上の CST を刺激し、選択的に手と足の運動誘発電位 (MEP) を誘発することが可能であった。(図 2)。

4. 考察

従来の Deterministic method では描出困難であった手と足の CST を、Probabilistic method では分離して作成し、白質電気刺激によって選択的に刺激することが可能であった。また Deterministic method による CST が、Probabilistic method で作成した手と足の CST の中間を走行する傾向から、Deterministic method による CST は手と足の神経線維走行を含んだ CST である可能性がある

5. 結論

従来利用されてきた Deterministic Tractography は手と足の CST の中間を走行する傾向から、特に脳表面に近い部位において正確性を失う可能性がある。そのため Probabilistic method は手や足、描出の難しい神経束において有効な方法であると考えられる。

参考文献

1. T.E.J.Behrens, H. Johansen Berg, S. Jbabdi, M. F.S. Rushworth, M.W. Woolrich, 2007. Probabilistic diffusion tractography with multiple fibre orientations: What can we gain? NeuroImage 34, 144-155
2. Kamada, K., Todo, T., Masutani, Y., Aoki, S.,

Ino, K., Takano, T., Kirino, T., Kawashara, N., Morita, A., 2005. Combined use of tractography-integrated functional neuronavigation and direct fiber stimulation. J. Neurosurg. 102 (4), 664-672.

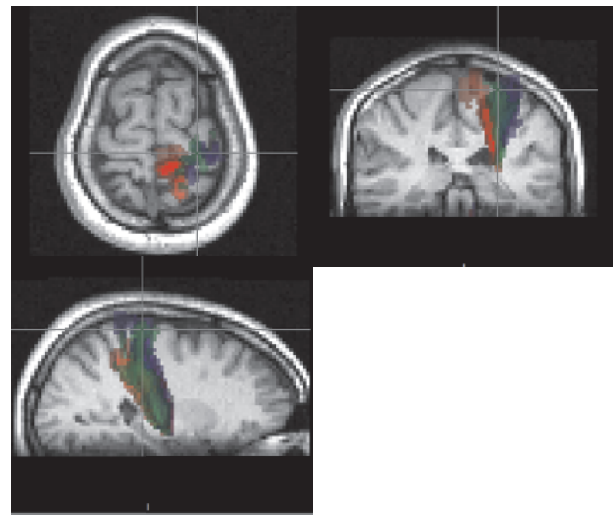


図 1 健康被験者 10 名分の CST の標準化画像

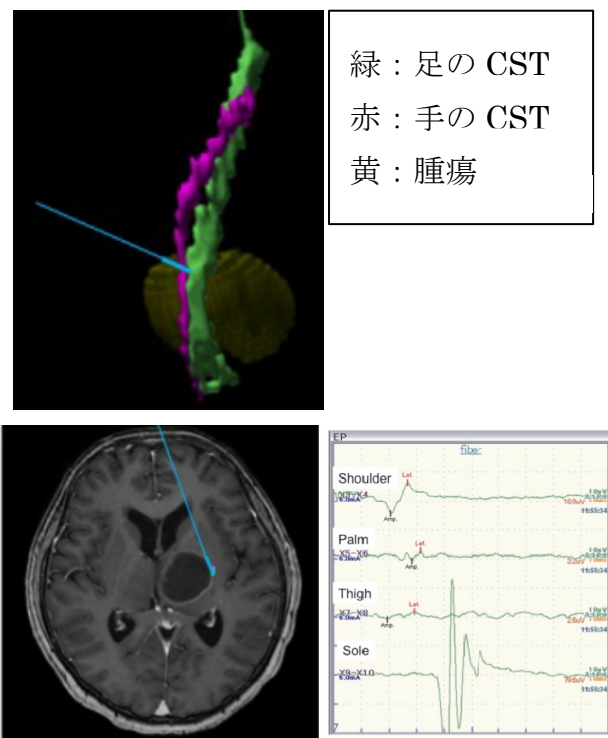


図 2 Navigation 上の CST と腫瘍の位置関係図(上)
腫瘍辺縁部を確認(左下)
足の MEP を選択的的刺激時(右下)