

## Diffusion tensor imaging を用いた 3D-tractography

本間次男 安達真人 鈴木 歩 細矢貴亮

山形大学医学部放射線科

### はじめに

Diffusion tensor imaging は生体内の水分子の動き(拡散)を画像化する拡散強調画像の一種である。拡散は本来、方向性のないランダムな運動(等方性)であるが、神経線維では軸索の髄鞘が拡散のバリアとなるため、軸索に直交する方向で拡散が制限され、相対的に軸索に平行な方向で拡散が亢進する。このように拡散に方向性があることを拡散異方性と言う。Fractional anisotropy (FA) は拡散異方性の程度の指標の一つで、FA 画像は異方性が大きい程高信号を示す。脳脊髄の神経線維は FA が大きく、線維が密集しているため、FA を画像化することにより、神経線維の解剖学的な構造が描出できると報告されている。

本報告では FA 画像およびその 3D 表示(3D-tractography)を用いて、脳幹部での錐体路、上・下小脳脚の描出を検討した。

### 対象と方法

2000年11月から2001年5月までに、精神疾患、脳腫瘍、脳梗塞、てんかんなどで FA 画像を撮像した43例のうち、脳幹部に病変のない41例を対象とした。男性25例、女性16例で、年齢は5~89歳、平均年齢は51歳。

撮像装置は GE 社製 Signa Horizon 1.5T で、single-shot EPI 法を用いた。撮像条件は TR/TE : 8000/97.6 msec, FOV : 24×24 cm, matrix : 128×128, NEX : 4, MPG パルスの印加方向 : 9 方向, b-factor : 1000秒/とした。スライス厚/間隔は一般的におこなわれている 5/2.5 mm の他に 3/0 mm で撮像し、描出能を比較した。

FA 画像および FA 画像から作成した 3D-tractography における錐体路、上・下小脳脚の描出能を視覚的に評価した。FA 画像については、全スライスで

描出されているものを clearly visible, 50%以上のスライスで描出されているものを visible, 50%以下のスライスで描出されているものを partially visible, 描出がないものを not visible とした。3D-tractography については、全長で途絶なく描出されているものを good, 一部が途絶して描出されているものを fair, ほとんど途絶し一部のみ描出されているものを poor, 描出がないものを none とした。

### 結 果

スライス厚/間隔 : 3/0 mm の FA 画像では、錐体路の64%, 上小脳脚の82%, 下小脳脚の77%が全スライスで描出され、他の症例もすべて50%以上のスライスで描出されていた (Table 3)。5/2.5 mm でも全例が50%以上のスライスで描出されていたが、全スライスで描出された例は錐体路の68%, 上小脳脚の11%, 下小脳脚の63%にとどまっていた (Table 4)。

3/0 mm の 3D-tractography では錐体路の41%, 上小脳脚の73%, 下小脳脚の68%が全長で途絶なく描出された (Table 5) のに対し、5/2.5 mm ではそれぞれ21%, 0%, 26%と明らかに低下しており、特に上小脳脚において顕著であった (Table 6)。

### 結 語

FA 画像および 3D-tractography により脳幹部の錐体路、上・下小脳脚を描出できた。ただし、スライス厚/間隔 : 5/2.5 mm では 3/0 mm の画像と比較して、特に上小脳脚の描出が劣っていた。この描出能の劣化は 3D-tractography で著明であり、少なくとも 3D-tractography には 3 mm スライスでの撮像が必要と考えられる。

3D-tractography は脳脊髄の神経線維の解剖学的な立体構造の描出に有用と考えられた。

Table 1 Evaluation of FA map (slice thickness/gap=3/0 (n=22)

	pyramidal tract	superior cerebellar peduncle	inferior cerebellar peduncle
clearly visible	14(63.6%)	18(81.8%)	17(77.3%)
visible	8(36.4%)	4(18.2%)	5(22.7%)
partially visible	0(0%)	0(0%)	0(0%)
not visible	0(0%)	0(0%)	0(0%)

Table 3 Evaluation of 3D-tractography with diffusion tensor (n=22)

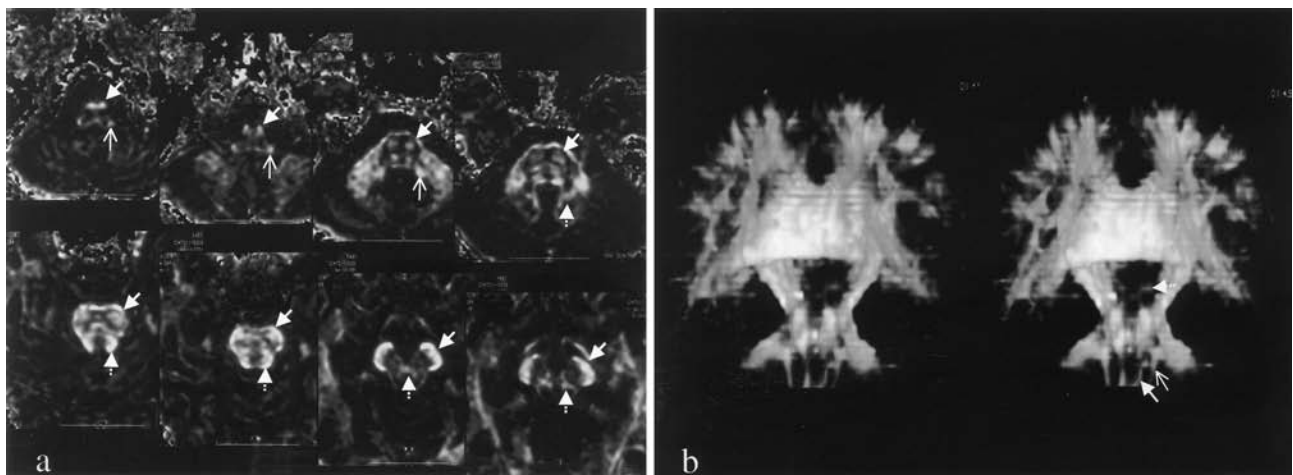
	pyramidal tract	superior cerebellar peduncle	inferior cerebellar peduncle
good	9(40.9%)	16(72.7%)	15(68.2%)
fair	12(54.6%)	4(18.2%)	4(18.2%)
poor	1(4.5%)	2(9.1%)	3(13.6%)
none	0(0%)	0(0%)	0(0%)

Table 2 Evaluation of FA map (slice thickness/gap=5/2.5 (n=19)

	pyramidal tract	superior cerebellar peduncle	inferior cerebellar peduncle
clearly visible	13(68.4%)	2(10.5%)	12(63.2%)
visible	6(31.6%)	17(89.5%)	7(36.8%)
partially visible	0(0%)	0(0%)	0(0%)
not visible	0(0%)	0(0%)	0(0%)

Table 4 Evaluation of 3D-tractography with diffusion tensor (n=19)

	pyramidal tract	superior cerebellar peduncle	inferior cerebellar peduncle
good	4(21.0%)	0(0%)	5(26.4%)
fair	12(63.2%)	4(21.0%)	7(36.8%)
poor	3(15.8%)	15(79.0%)	7(36.8%)
none	0(0%)	0(0%)	0(0%)



a) Axial FA maps (slice thickness/gap=3/ mm) pyramidal tracts (←), superior cerebellar peduncles (←-) and inferior cerebellar peduncles (←-): clearly visible

b) 3D-tractograms (stereoscopic posterior view) pyramidal tracts (←), inferior cerebellar peduncles (←-): good superior cerebellar peduncles (←-): fair

Fig. 1 A 45-year-old woman with schizophrenia

### 3D-tractography with diffusion tensor magnetic resonance imaging

Tsuguo HONMA, Michito ADACHI, Ayumi SUZUKI, Takaaki HOSOYA  
 Department of Radiology, Yamagata University School of Medicine

We evaluated the demonstration of the pyramidal tract and superior and inferior cerebellar peduncles using fractional anisotropy (FA) and 3D-tractography with diffusion tensor magnetic resonance (MR) imaging. Diffusion tensor images were obtained in 41 subjects without any lesions in brainstems. All studies were performed using a single shot echo planar imaging sequence (TR=8000, TE=97.6, FOV 24×24, matrix 128×128, b value 1000×9 directions, slice thickness/gap=3/0 or 5/2.5). FA maps and 3D-tractography were analyzed for demonstration of the pyramidal tracts and superior and inferior cerebellar peduncles. FA maps (slice thickness/gap=3/0) clearly demonstrated 64% of pyramidal tracts, 82% of superior cerebellar peduncles and 77% of inferior cerebellar peduncles. 3D-tractograms (slice thickness/gap=3/0) uninterruptedly demonstrated 41%, 73% and 68% of them. Our findings show that FA and 3D-tractography with diffusion tensor MR imaging may be a useful tool to demonstrate the neurofiber tracts.

**Key words:** Diffusion Tensor Imaging, MRI, 3D-tractography