

Diffusion Tensor MR Image による 錐体路と運動機能との関係

野呂秀策、吉田英人、関 隆史、上山憲司、安斉公雄
福岡誠二、中川原讓二、武田利兵衛、中村博彦

中村記念病院 脳神経外科

Relation Between Pyramidal Tract and Motor Function Evaluate by Diffusion Tensor MR Image (DTI)

Shusaku NORO, M.D., Hideto YOSHIDA, M.D., Takashi SEKI, M.D., Kenji KAMIYAMA, M.D.,
Kimio ANZAI, M.D., Seiji FUKUOKA, M.D., Jyoji NAKAGAWARA, M.D.,
Rihei TAKEDA, M.D., and Hirohiko NAKAMURA, M.D.

Department of Neurosurgery, Nakamura Memorial Hospital, Sapporo, Japan

Abstract:

Objective: Diffusion Tensor MR Image (DTI) provides fine visualization of white matter fiber tracts. We evaluated pyramidal tract of hemiparesis patients by DTI, which demonstrates continuity of pyramidal tract.

Methods: Ten patients with intracerebral hematoma were studied with DTI in four millimeter thickness coronal sections parallel with the pyramidal line since July, 2002 to October, 2002. We divided patients into two groups based on their continuity of pyramidal tract. Group A consisted of five patients with continuous pyramidal tract. Group B consisted of five patients with discontinuous pyramidal tract. We compared the improvement of Manual Muscle Testing (MMT) between two groups.

Results: In a group A, MMT of upper and lower extremities improved from 2 / 5 and 2.2 / 5 to 4 / 5 and 4.4 / 5, respectively. In a group B, MMT of upper and lower extremities did not improve from 1 / 5 and 1.2 / 5 to 1.6 / 5 and 1.8 / 5, respectively. There was a significant statistical difference of MMT recovery between two groups. ($P < 0.01$)

Conclusion: We conclude that DTI is useful for identifying pyramidal tract and evaluation for the prognosis of hemiparesis.

Key words: Diffusion Tensor MR Image (DTI), pyramidal tract, hemiparesis

はじめに

近年MRIによる脳内の異方性拡散の画像化が可能となり、脳内神経路を描出できるようになった¹⁾。脳血管障害急性期において、運動機能の回復性の予測は困難な場合が多いことから、Diffusion Tensor MR Image (DTI)により錐体路を同定し、その連続性と片麻痺との関係について検討したので報告する。

対象および方法

対象は2002年7月から10月までに当院で入院加療され、入院時に片麻痺を認めた脳出血患者10例(被殻出血:6例、視床出血:4例)である。性別は、男性6例、女性4例で、年齢は32歳から75歳まで平均54.0歳である。MRの使用機種は、Siemens社のMAGNETOM Symphonyで静磁場強度は1.5テスラである。撮像に用いたパルス系列はスピネコー法であり、TR = 190 msec、TE = 116 msec、b value = 1000 sec/mm²/axisに設定した。MRI正中矢状断像において、延髄の前面と脚間槽の深部を結ぶ線、すなわちpyramidal line²⁾の4 mm Slice厚の冠状断像 (total 12 slices) を求め、当院の院内画像検索ソフトであるDr. View (旭化成情報システム) を用いて解析を行った。

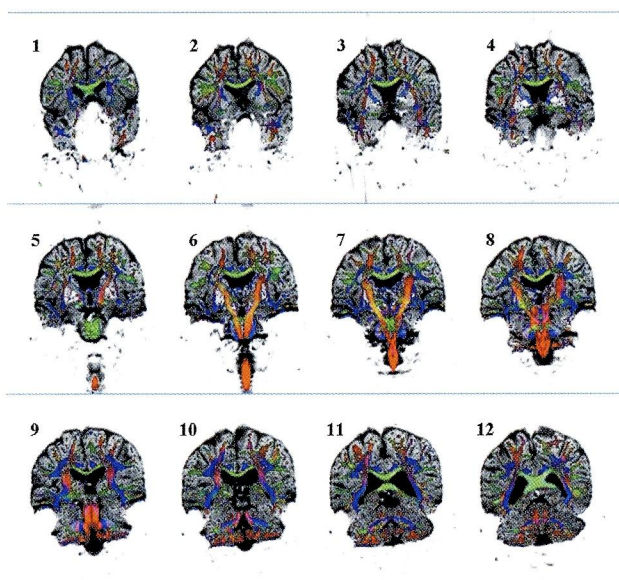


Fig. 1 健常者のDiffusion Tensor MR Image (DTI). 当院では、体軸方向を赤、前後方向を青、左右方向を緑で表している。6番目のスライスによって錐体路(Pyramidal tract)の連続性が確認できる

結 果

Fig. 1は、健常者のDTIであるが、当院では体軸方向を赤色、前後方向を青色、左右方向を緑色に設定している。脳出血発症急性期または亜急性期のDTIにて、錐体路の連続性が有る群と無い群とに分類し、発症時の麻痺と発症から1ヶ月後の麻痺をManual Muscle Testing (MMT)で比較し、その改善度{(発症1ヶ月後のMMT) - (発症時のMMT)}の有差についてt-検定を用いて評価した。(有意水準:P<0.01)

脳出血発症急性期または亜急性期に、錐体路の連続性を認めた群(A群)と認めなかった群(B群)はともに5例であった。それぞれの結果を表1に示す。A群では、発症時のMMT(平均)は上肢:2.0/5、下肢:2.2/5で、改善度はそれぞれ2.0/5、2.2/5であった。一方、B群では、発症時のMMT(平均)は上肢1.0/5、下肢1.2/5で、改善度はともに0.6/5であった。片麻痺の改善については、A群の方が有意に良好であった(P<0.01)。発症から撮像までの日数は、それぞれ7.6日と6.8日で、有意な差は認めなかった。

症 例

症例1:56歳、女性。

左被殻出血(出血量16.7ml)にて発症(Fig.2)。

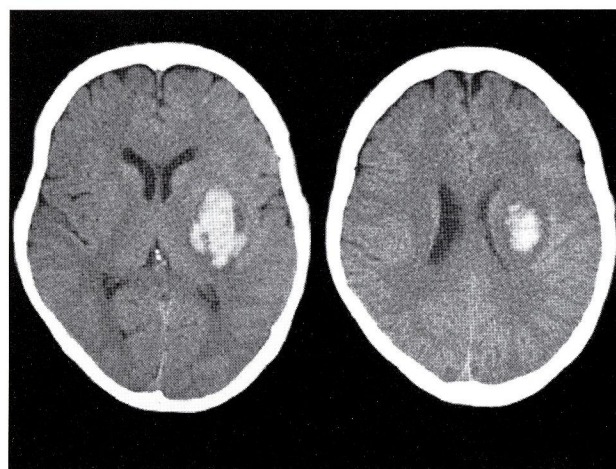


Fig. 2 症例1の発症時のCT. 左被殻出血(出血量16.7ml)が認められる

発症時のMMTは上下肢共に0 / 5で、発症 4日後のDTIでは、血腫により錐体路の連続性を認めなかった (Fig. 3)。



Fig. 3 症例 1 の発症 4 日後のDTI. 錐体路の連続性が認められない

1ヶ月後のMMTは、上肢 0 / 5、下肢 1 / 5と有意な改善は認めなかった。

症例2: 75歳、女性。

左視床出血 (出血量 12.6ml) にて発症 (Fig. 4)。発症時のMMTは上下肢共に 0 / 5だったが、発症翌日のDTIでは、錐体路の連続性を認めた (Fig. 5)。

1ヶ月後のMMTは、上下肢共に 4 / 5と有意な改善を認めた。



Fig. 4 症例 2 の発症時のCT. 左視床出血 (出血量 12.6 ml) が認められる

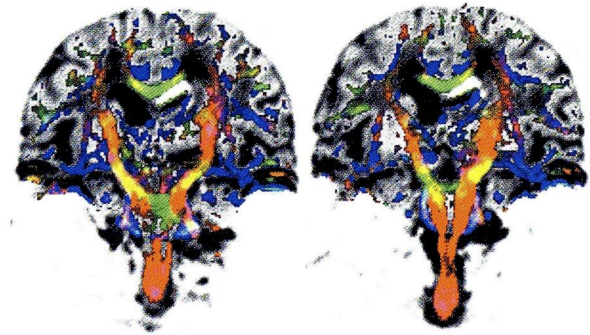


Fig. 5 症例 2 の発症翌日のDTI. 錐体路の連続性が認められる

		A群 (n=5)	B群 (n=5)	P値
		(有意: P < 0.01)		
発症時 (MMT)	上肢	2.0	1.0	0.36
	下肢	2.2	1.2	0.26
1ヶ月後 (MMT)	上肢	4.0	1.6	0.03
	下肢	4.4	1.8	0.008
改善度	上肢	2.0	0.6	0.009
	下肢	2.2	0.6	0.008
発症-撮像間の日数		6.8日	7.6日	0.51

Table 1 錐体路の連続性を認めた群 (A群) と認めなかった群 (B群) との改善度の比較.

考 察

DTIでは、拡散異方性についての情報を得ることができ¹⁾、脳内において、特に白質の評価に優れていると報告されている³⁾。最近では、脳梗塞における拡散現象の詳細な解析、白質線維の定量化、tractographyによる主要白質路の描出とその術中ナビゲーションや放射線治療への応用、functional MRI との組み合わせ等、臨床から研究まで広く応用が期待されている分野である⁴⁾。

我々は、DTIにてpyramidal lineを求めて、錐体路の連続性を評価することにより、片麻痺の改善の程度を評価した。佐藤ら⁵⁾は、MRのT1強調画像とT2強調画像を用いて解剖学的位置関係から錐体路を想定し、片麻痺の回復性を予測しているが、DTIでは錐体路自体を描出することが可能であるため、臨床上より有用な撮像方法と考えられる。

確かにこの方法では、内包の一部から延髄までの錐体路を連続的に把握できるが、大脳皮質運動野と pyramidal lineにはズレが生じるため、放線冠付近から大脳皮質運動野にかけての錐体路は描出されないことがある⁵⁾。しかし、DTIでは、1スライスだけではなく、いくつかのスライスから情報を得ることが可能であり、錐体路の連続性を評価し得ると考える。

今回我々が対象とした症例は、発症時の意識レベルが良く手術適応が無かったため、すべて保存的加療にて経過を観察した。脳出血発症時に重度の片麻痺を呈したとしても、急性期または亜急性期に錐体路の連続性を認めた症例では、1ヶ月後に片麻痺の有意な改善が見られたが、5例中4例は歩行可能なレベル（1例は杖歩行）で、1例は車椅子レベルであった。これについては、片麻痺の改善には個人差があるため、1ヵ月後に歩行できなくても、3ヶ月後・6ヵ月後とfollowする間に、歩行可能なレベルまで改善する可能性があると考えながら、錐体路の連続性を認めたとしても、錐体路の一部が破壊されている可能性があると考えべきか。また、錐体路の連続性を認めなかった症例は、片麻痺の有意な改善は望めなかった。しかし、発症急性期には、血腫自体の体積や脳浮腫により、錐体路はかなり圧排を受けることが容易に予想されるので、急性期のDTIにて錐体路の連続性が認められなくても、亜急性期に連続的に錐体路が描出される可能性を否定できない。従って、DTIの撮像時期の違いによつて、まったく異なる結果が得られる可能性も考慮しなければならない。今回の症例では、発症から撮像までの日数は平均7.2日であることから、この時期に撮像するのが望ましいと思われるが、この点についてはDTIでの錐体路描出の経時的な変化を調べる必要がある。

当院では、DTIを始めたばかりで症例数は少ないが、脳出血発症後に片麻痺がどの程度改善するかを比較的早期に評価する方法として有用であると思われるので、今後さらに症例数を増やし、Prospectiveな検討をしたいと考える。

結 語

- 1) DTIによる錐体路の連続性と片麻痺の程度には相関が認められ、錐体路としての評価は妥当と考えられた。
- 2) 視覚的なimageとして直感的に錐体路が認識され、臨床的に有用と考えられた。

文 献

- 1) 吉川 健啓, 青木 茂樹, 石亀 慶一, 他: 拡散テンソル画像の初期臨床試験—拡散異方性による白質病変の観察. 臨床放射線 Vol. 45 (12): 1505-1513, 2002
- 2) Orita T, Tsurutani T, Izumihara A, et al: Coronal MR imaging for visualization of wallerian degeneration of the pyramidal tract. J Comput Assistit Tomogr 15: 802-804, 1991
- 3) Hatsuho Mamata, Yoshiaki Mamata, Carl-Fredrik Westin, et al: High-Resolution Line Scan Diffusion Tensor MR Imaging of White Matter Fiber Tract Anatomy. Am J Neuroradiol 23: 67-75, 2002
- 4) 青木 茂樹, 増谷 佳孝, 阿部 修, 他: 中枢神経のMRI. 新医療 29 (6): 72-74, 2002
- 5) 佐藤 憲市, 松崎 隆幸, 嶋崎 光哲: 脳血管障害の機能予後判定—MRIにおける“pyramidal line”の有用性. CI研究 19 (2): 129-133, 1997