

Eloquent area近傍の神経膠腫に対するNeuronavigation, Tractographyを利用した戦略的Fence Post配置の検討

及川光照¹、伊東民雄¹、佐藤憲市¹、尾崎義丸¹、尾野英俊²、国沢卓之⁴、大森恵³、中村博彦¹

中村記念病院 ¹脳神経外科、²放射線科、³麻酔科

^{1,2}財団法人北海道脳神経疾患研究所、旭川医科大学 ⁴麻酔科

¹Mitsuteru OIKAWA, M.D., ¹Tamio ITO, M.D., ¹Ken-ichi SATO, M.D., ¹Yoshimaru OZAKI, M.D.,
²Hidetoshi ONO, M.D., ³Sadayuki KUNISAWA, M.D., and ¹Hirohiko NAKAMURA, M.D.

Departments of ¹Neurosurgery, ²Radiology, Nakamura Memorial Hospital, ^{1,2}Hokkaido Brain Research Foundation, Sapporo, and Department of ³Anesthesiology, Asahikawa Medical College, Asahikawa, Japan

Summary:

The boundary of gliomas and a normal brain is not made clear. Neuronavigation is useful to confirm tumor localization and pyramidal tract. But accuracy decreases because of brain shift, the problem has been being get over by using the fence post surgery. We examined an appropriate installation of the fence post. The fence post surgery was used for 10 malignant glioma patients. To prevent pyramidal tract being damaged, the fence post was arranged near pyramidal tract. We called the fence post "Key Post". Next the fence post put on center of the tumor was recommended to be used to arrange it appropriately. We called the fence post "Central Post". The fence post can be appropriately arranged by using "Key post" and "Central post".

Key words: glioma, eloquent area, fence post surgery

はじめに

神経膠腫は浸潤性腫瘍で境界が不明瞭であり、腫瘍の位置確認、深部白質線維などの確認にNeuronavigationの利用価値は高い。しかし、実際には術中brain shiftにより、その精度が低下することから、いわゆるFence Post Surgery^{1,10)}を行うことで克服してきた。さらにNeuronavigation画像に錐体路などのMRI tractographyを追加し、適切なfence postを配置することにより、eloquent area近傍であっても神経膠腫を安全にかつ迅速に摘出可能となった。Fence postの効率的な配置と有効活用するべく、戦略的fence postの配置について検討した。

対象・方法

対象は2007年10月から2008年7月まで当院で手術が行われた、運動野および錐体路近傍の悪性神経膠腫10例(男性4名、女性6名 年齢34-74歳、平均56.6歳)に対してfence postの配置について検討した。病理組織は全例Glioblastomaであった。

Neuronavigation systemとしてはMedtronic社製 Stealth Station TREON™を使用した。Fence postはUniversal attachmentであるSure Trakに駒井式内筒を接続し、Neuronavigationに認識させて、ポインターと同様にして使用した。外筒としてはネラトンチューブを使用して、腫瘍周囲を取り囲むfence postとした。髄液排出に伴うbrain shiftから逃れるため、硬膜切開前にNeuronavigation

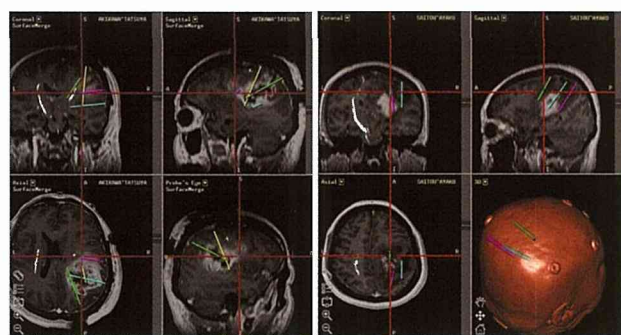


Fig. 1 Fence postの配置について比較 (Navigationモニター画像)
初期の症例は、“Key Post”と“Central Post”が意識されておらず、非効率的な配置。最近の症例は、“Key Post”と“Central Post”を意識し、摘出の軸が定まった効率的な配置。

ガイド下にpostを配置した。Neuronavigationに使用した画像は悪性神経膠腫を対象としているためMRI Gd造影画像を主に用いた。当院で使用しているNeuronavigationは初期型で、Neuronavigation上で画像の融合が出来ないため、Neuronavigation用のMRIを撮影時に同時にdiffusion tensor imageを撮影し、tractographyをワークステーション上で融合させた画像をNeuronavigationに取り込んで使用した (Fig. 1, 2)。

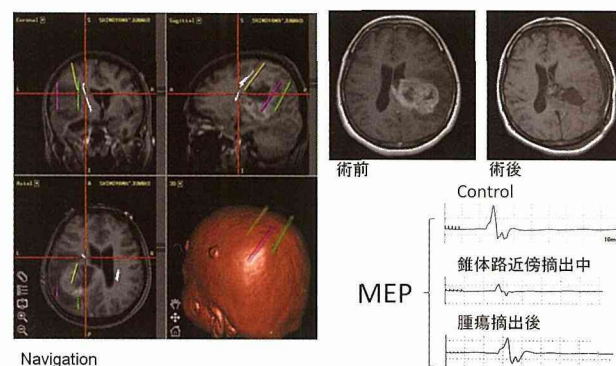


Fig. 2 代表症例提示
Navigation: 白線;錐体路, 黄線; “Key post”で錐体路から1cmの安全域を空けて設置。MRI Gd-enhanced 術前術後写真、MEPは経皮質刺激で短母指筋で導出。

まず腫瘍の周囲にfence postを配置する前に、腫瘍の中心部を貫くpostをNeuronavigationの画面上で仮配置した。私たちはこれを「Central Post」と呼び、fence postはこれを参考にして配置した。Central postは最終的に腫瘍摘出の軸として有効で、3次元モデル像を画面上で回転させながら、体位の術前シミュレーションを行うことが出来た。次に、錐体路などの重要白質繊維をtractographyで確認して、そこからsafety marginとして約1cm程度離れたところに錐体路を守るためのキーとなるようなfence postを配置した。私たちはこれを「Key Post」と呼び、特に術前完全麻痺ではない症例では可能な限り術後の麻痺の悪化を画像上防ぎ努力を行った。後期の症例では経皮質刺激MEPを行い、併せて合併症の低減に努力した。大脳鎌やシルビウス裂など解剖学的な指標となるような構造物があれば、それを利用し、fence postの本数を減らした。最後に画像上のcentral postを非表示として、腫瘍、重要白質繊維、uncapする脳、脳表の静脈、腫瘍へのfeeding arteryを再確認して、fence postの位置を修正して手術に備えた。

手術はfence postを信じて、post同士を繋ぐように eloquentな領域から遠い場所から腫瘍を摘出を開始した。Postの点を一ヶ所で深くならないようにして点と点を線にして、さらにはその線を繋いで面にして、最終的には立体的な腫瘍を掘り起こしていった。脳表静脈や passing arteryがある場合は、腫瘍を2~3のブロックに割って摘出した。Fence postで取り囲んだ部分を摘出後、5-アミノレブリン酸 (0.2mg/kg使用) を利用して手術顕微鏡OPMI Pentero (Zeiss社製) を用いて、残存腫瘍を蛍光させ摘出を行った。とくに錐体路近傍はMEPの振幅の変化を確認しながら慎重に摘出を行った。

結果、10例中7例は画像上造影部分を全摘出。1例は亜全摘、2例は部分摘出であった。1例のみ一過性麻痺悪化した。1ヶ月後には回復した。他は麻痺改善、あるいは不変であった。

考 察

可及的摘出が生命予後を改善するという報告は多数ある^{2,3)}。しかし、摘出度の向上に伴い術後合併症の頻度が上がるため、悪性神経膠腫が治癒の困難な脳腫瘍である以上、いかに術後合併症を減らしADLを維持しながら、後療法を行っていくかというのは重要な命題である。Neuronavigationのような機器を用いたり^{4,6)}、MEPのような神経生理学的モニタリング^{4,7-8)} を使用して、的確な摘出と術後合併症を防ぐ工夫をしてきた。

当院における神経膠腫手術に対するNeuronavigationを利用した始まりは2001年10月に遡る。悪性神経膠腫の摘出術に対するNeuronavigationの利用は、術中brain shiftが最も問題となるため、いち早くSure trackを利用したFence Post法の併用を開始した。2003年3月からは、5-アミノレブリン酸の試験利用開始。2007年3月、Neuronavigation画像にMRI tractographyを融合させ、Neuronavigation上で錐体路を画像上確認しながら摘出が可能となった。さらに同年4月からは手術顕微鏡OPMI Penteroを導入し、5-アミノレブリン酸による術中蛍光診断の実践的利用が可能となり、摘出度の向上に寄与した。

戦略的fence postの配置として、大切なのは腫瘍の境界をpostで囲むことだけではない。初期の症例では画像上の腫瘍境界だけを考慮してfence postを配置していたため、それぞれのpostが独自の方向を向いていた (Fig. 1)。しかし、これではfence post間の腫瘍は肉眼的な感覚に頼

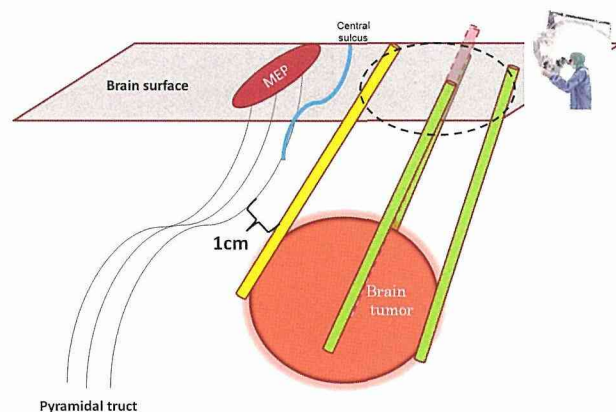


Fig. 3 適切なFence Postを配置するための模式図
黄色のPostが“Key Post”で、錐体路損傷を防ぐために設置。赤色のPostが“Central Post”で、Fence Postを適切に配置するために仮設置。

らざるを得ず、腫瘍の取り残しを招いたり、piecemeal的な摘出となり、術中出血量の増大や手術時間の延長を引き起こしていた。摘出する軸を想定し、fence postを配置する方法が効率であることがわかり、腫瘍の中心を貫くような軸にpostを配置した。これをNeuronavigationのシミュレーションで仮配置し、そこから腫瘍を取り囲むようなfence postを配置することにより、摘出戦略を考慮したfence postが配置できるようになった。私たちはこれを「Central Post」と呼び、fence postの配置、摘出方向となる軸、体位などに利用している。Central postを配置することにより、効率的なfence postの配置が可能となり、fence postの数を出来る限り減らすことが出来た (Fig. 3)。

次に大事になるのは錐体路の温存であるが、摘出中に深部白質を走行する錐体路をMEPやNeuronavigationで確認しながら、摘出するのは時間がかかり、かつbrain ShiftやMEP電極のずれなどバイアスがかかる。これを打開すべく錐体路からsafety marginを1cm離して、積極的にfence postを錐体路近傍に配置した。私たちはこのfence postを、錐体路を守る鍵になるということから「Key Post」と呼び、積極的に配置し、錐体路近傍であっても可及的摘出を試みた。Post挿入に伴う脳内出血のリスクに関しては否定できないが、これによる合併症や手術困難症例は経験していない。予期せぬ脳内出血などの合併を考え、錐体路近傍のkey postは最後に配置した。挿入するpostはネラトンチューブであるため挿入時に出血した場合はチューブより出血が排出されるため、出血が確認できる。万が一動脈性出血が起きれば硬膜を切開し、

チューブを辿って止血を行うこととしていた (Fig. 3)。

以上、戦略的fence post配置をすることにより、1. 術前シミュレーションとして有用、2. Brain shiftに対応したNeuronavigation利用が可能、3. Tumor bulkの中に入らず腫瘍を摘出可能 (易出血性であるGlioblastomaでは特に有用)、4. 摘出境界がはっきりしているためpassing arteryを見つけやすい、5. 的確な体位、顕微鏡の方向が定まる、6. 摘出中に錐体路の位置の把握できる、といった利点が挙げられる。

結 語

Eloquent area近傍の神経膠腫に対するNeuronavigation、tractographyを利用した戦略的fence post配置を提示した。戦略的fence postの配置には、central postの仮配置、safety marginを設けたkey postの配置が、理想的なfence postの位置決定に貢献すると考える。

文 献

- 1) Yoshikawa K, Kajiwara K, Morioka J, Fujii M, Tanaka N, Fujisawa H, Kato S, Nomura And S, Suzuki M: Improvement of functional outcome after radical surgery in glioblastoma patients: the efficacy of a navigation-guided fence-post procedure and neurophysiological monitoring. *J Neurooncol*, 2006; 78: 91-7.
- 2) Vourinen V, Hinkka S, Farkkila M, Jaaskelainen: Dubulking or biopsy of malignant glioma in elderly people ?randomized study. *Acta Neurochir*, 2003; 145: 5-10.
- 3) Metcalfe SE, Grant R: Biospy versus resection for malignant glioma. *Cochrane Database Syst Rev*, 2001 3: CD002034.
- 4) Eisner W, Burtscher J, Bale R, Sweeney R, Koppelstatter F, Golaszewski S, Kolbitsch C, Twerdy K: Use of Neuronavigation and electrophysiology in surgery of subcortically located lesions in the sensorimotor strip. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2002; 72: 378?381.
- 5) Dorward NL, Alberti O, Velani B, Gerritsen FA, Harkness WF, Kitchen ND, Thomas DG: Postimaging brain distortion: magnitude, correlates, and impact on Neuronavigation. *J Neurosurg*, 1998; 88: 656-662.
- 6) Gumprecht HK, Widenka DC, Lumenta CB: BrainLab Vector-Vision Neuronavigation system: technology and clinical experiences in 131 cases. *Neurosurgery*, 1999; 44: 97-105.
- 7) Bewrger MS: Lesions in functional ("eloquent") cortex and subcortical white matter. *Clin Neurosurg*, 1942; 41: 444-463.
- 8) Duffau H, Capella L, Sichez N: Intraoperative mapping of the subcortical language pathways using direct stimulations. An anatomo-functional study. *Brain*, 2002; 125: 199-214.
- 9) Keles GE, Lundin DA, Lamborn KR, Chang EF, Ojemann G, Berger MS: Intraoperative subcortical stimulation mapping for hemispherical perirolandic gliomas located within or adjacent to the descending motor pathways: evaluation of morbidity and assessment of functional outcome in 294 patients. *J Neurosurg*, 2004; 100: 369-375.
- 10) 松本健五, 小野恭裕, 富田享ほか: Eloquent area gliomaに対するSMN systemを用いたfence post surgery. 神野哲夫編. 膿腫脳の外科学技. 大阪:メディカ出版, 2000; 240-248.