

脳神経外科における最新技術

京都第二赤十字病院 脳神経外科

天神 博志 高道美智子 小川 隆弘
萬代 綾子 南都 昌孝 小坂 恭彦
中原 功策 久保 哲

要約：3次元画像，それを術野に投影する方法，電気生理学的処理法，生体親和性の高い材料などが脳神経外科診断，治療，術後管理に革新的変化をもたらしている．京都第二赤十字病院ですでに導入された方法，今後早期に導入すべき方法について概観したい．

Key words：MRI 撮像法，navigation，高機能手術用顕微鏡，電気生理的処理法，生体親和性材料

はじめに

情報処理や素材技術の進歩は目覚ましい．どの医療の分野においてもそれらは応用され医療革新をもたらしている．脳神経外科においても例外ではない．情報処理技術の発達による3次元表現を可能とした各種画像それを手術野に投影する方法，電気生理学的処理法，素材技術の発達による生体親和性の高い材料などが脳神経外科においても診断，治療，術後管理に革新的変化をもたらしている．今回，京都第二赤十字病院ですでに導入した方法や今後早期に導入すべき方法について述べたい．

画像診断

中枢神経系は神経保護のため全て骨に囲まれている．従って一般に視診，触診，超音波検査はできず放射線や磁気共鳴などの画像診断がはたす役割は以前から大きい．近年，MRIでは新たにさまざまな撮像法が開発されておりそれによる詳細な画像による病態把握は重要な技術となっている．Diffusion（拡散強調画像）による脳虚血の診断は衆知のこととなっている．水の拡散異方性を使用し神経線維の方向を観察する tractography（Fig. 1）により，脳内の繊維連絡は当然ながら脊髄までもその繊維連絡がわかるようになってきた．脳機能が脳血流量と密接に関連したこと応用



Figure 1 Tractography
Cystの外側を錐体路が下行している．

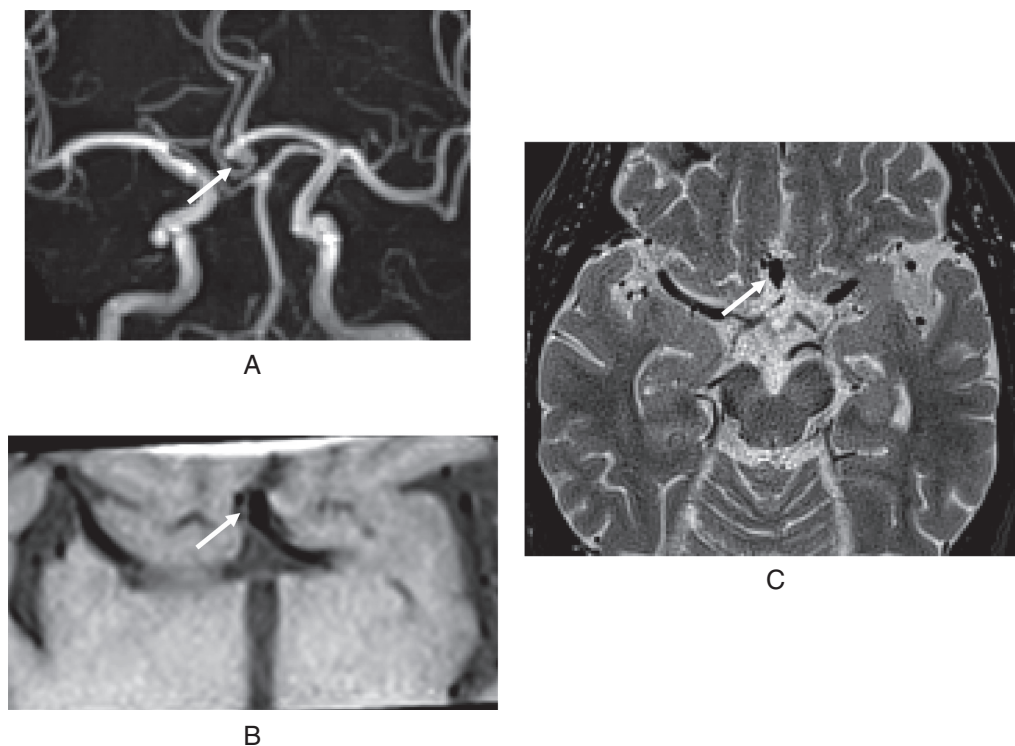


Figure 2

A : MRA, 前交通動脈瘤 (矢印), B : black blood MRA (BBMRA), 動脈瘤および親血管には動脈硬化は認めない, C : steady state free precession (SSFP), 動脈瘤周囲に脳脊髄液があり脳との癒着は強くない

した functional MRI によって脳の機能局在もわかる。脳動脈瘤 (Fig. 2-A) と脳や血管の関係も血管内腔の血流信号を抑制し血管壁を観察可能にする black blood magnetic resonance angiography (BBMRA) (Fig. 2-B), 組織と脳脊髄液のコントラストを強調した steady state free precession (SSFP) (Fig. 2-C) などで判断できる。頭蓋内狭窄に対して超音波は使用しづらいため, MRI によりその血管壁の性状を細かく分析することが重要であると考えられるようになってきている¹⁾。

手術中画像診断

画像診断の発達には手術法も変えてきている。詳細な 3 次元画像を術野に投影することにより肉眼で見ることなしに手術器具を病変に送る技術が発達した。以前から脳は動かないという特性から脳神経外科領域では定位脳手術が行われてきた。本年当院に導入されたレクセル型定位脳手術装置により MRI での target 決定, ワークステーション (サージプラン®) を用い軌道選択する定位脳手術が可能となった (Fig. 3-A, B, C)。MRI を用いるため脳の深部の核を標的とすることができ難治性

疼痛や振戦に対する機能的脳神経外科手術も可能となった。今後は 2 方向の赤外線により位置確認をする navigator を用いた開頭術が要求される。

近年手術用顕微鏡に蛍光撮影用フィルターが搭載されるようになった。Indocyanine green (ICG) を用いることにより術中に脳血流を測定でき、重要な血管の開通を確かめられるようになった (Fig. 4-A, B)。さらに悪性脳腫瘍に取り込まれる 5-aminolevulinic acid (5 ALA) をあらかじめ投与することより手術中に glioma の脳への浸潤程度もわかるようになってきた。脳神経外科の手術中にも内視鏡が使用されるようになった。顕微鏡と併用、視野内表示することにより構造物の後ろに隠れた部分も観察することが可能となった (Fig. 5)。これらの技術を用いることにより脳神経外科手術はますます key hole surgery となっていくであろう。

脳血管撮影は診断装置というよりは治療装置として位置付けられるようになった。今後立体的に認識が可能なような biplane 血管撮影装置が必須となる。また C アームを回転させ簡易断層画像をその場で撮像する技術も必須なものとなると考

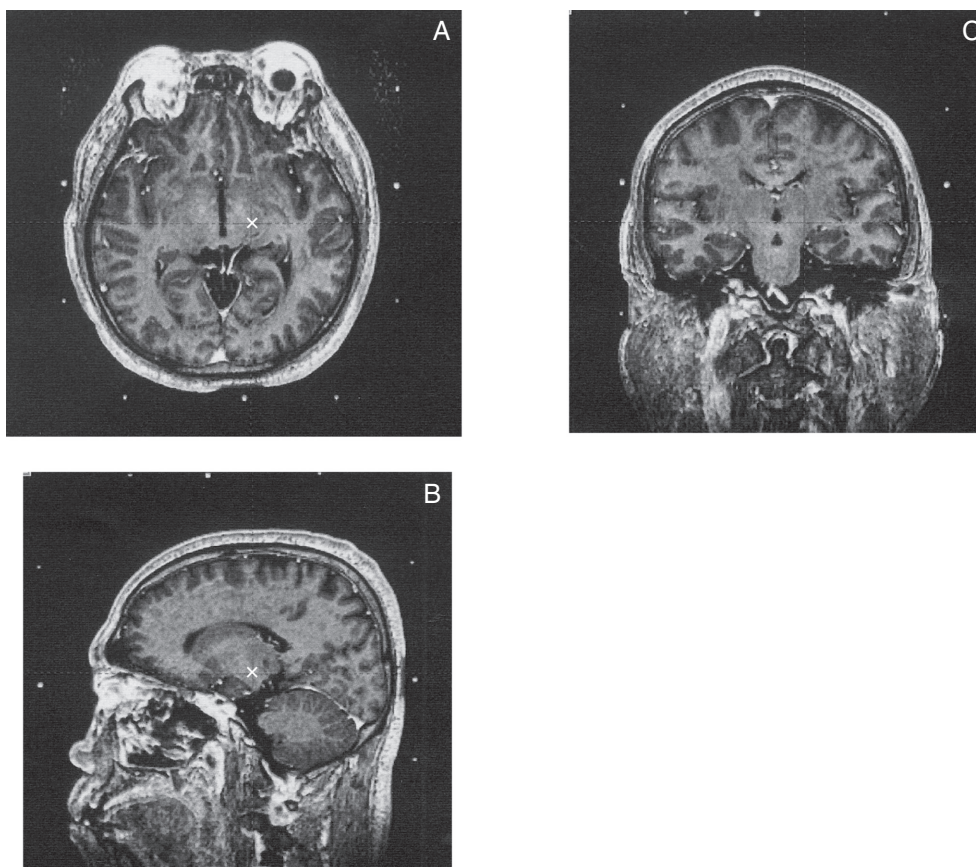


Figure 3 サージプラン®像

A : MRI 水平断, B : MRI 矢状断, C : MRI 前額断, MRI 上で深部核に対し標的を3次的に決定できる

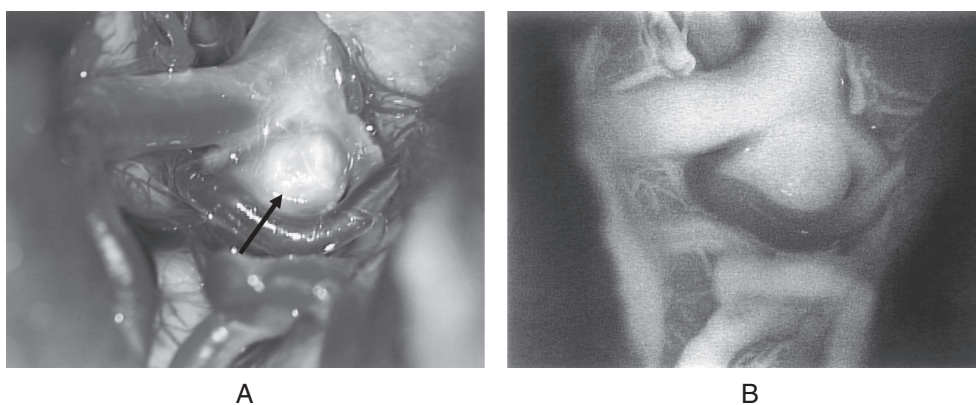


Figure 4

A : 通常顕微鏡像, 脳動脈瘤が見える (矢印), B : Indocyanine green (ICG) 像, フィルタを通し血流が透見できる

えられる。この技術は血管内治療のみならず肝ガンに対する高周波凝固、経皮的椎体形成術などに応用が可能²⁾であり早期の血管撮影装置の更新が望まれる。

電 気 生 理

体性感覚誘発電位は一般的な診断方法である

が、錐体路を刺激する運動誘発電位 (Motor evoked potential, MEP) の測定が一般的となりつつある。残念ながら当院には MEP 測定可能な装置はなく早期の導入は必須であろう。

電気生理的治療として neuromodulation が行われるようになってきた。以前に報告した疼痛に対する運動皮質刺激、深部刺激、脊髄刺激 (Fig. 6)

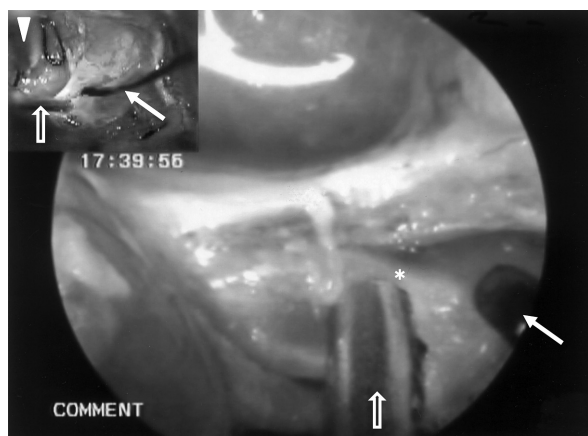


Figure 5 視野内表示顕微鏡像
内視鏡画像内に通常顕微鏡画像が表示され、通常では剥離不能な部分を内視鏡（先端 30 度）像、顕微鏡像両方を用い剥離している（矢頭：内視鏡先端、中抜き矢印：吸引管、矢印：銀ヘラ、*印：脳動脈瘤）



Figure 6 Neuromodulation (脊髄刺激)
難治性疼痛患者の脊髄硬膜外に刺激電極を植え込み、それにより疼痛緩和をはかる

も今後さらに発展する分野と考えられる³⁾.

医 用 材 料

社会の高齢化において骨粗鬆症それによる脊椎圧迫骨折が増えている。脊椎圧迫骨折は強い痛みを生じ ADL 低下の原因となる。除痛効果の大きい hydroxyapatite を用いた椎体形成術⁴⁾が今回保険診療の適応となった。当院でも適応疾患に対しその治療の準備をしている。

頭蓋内主幹動脈狭窄を原因とした脳梗塞の予防に頭蓋内 stent の使用がされ始めた。欧米では血管の屈曲などの問題から self-expandable stent が主に使用されている⁵⁾。数年後には日本でも頭蓋内に使用可能な self-expandable stent が保険診療の適応となる予定である。

地域連携

脳救急疾患は急性期には集中治療が必要であるが、一方で長期にわたる回復期リハビリテーション、在宅介護、再発予防を要する。単一の医療機関では治療、介護、再発予防全体をカバーすることは難しい、従い地域連携が重要となる。医療圏に単独あるいは少数の医療機関があり役割分担が明確な場合には地域連携パスの流れは単純であるが、146万人が住む京都のような大都市では複数の医療機関が混在しパスは複雑な流れとなる。大都市の地域連携は、患者や医療機関が複雑に混在する連携となるためオンライン化など多数の医療機関がアクセスできる仕組みが必要と考えられる。今後タブレット端末やクラウドを駆使し地域連携をおこなうことが重要となるであろう。

お　わ　り　に

医療技術の進歩は目覚ましく最新技術を用いた治療の成績は確実に向上している。当然のことであるが最新技術を積極的に取り入れることなしには京都第二赤十字病院が患者さんに選ばれる病院として存続することは難しいのであろう。また、赤十字病院としてはそれらの方法をいかに安価・簡便に人々に届けられるかを模索しなければならない。

文 献

- 1) Klein IF, Lavalee PC, Touboul PJ, et al. In vivo middle cerebral artery plaque imaging by high-resolution MRI. *Neurology* 2006; **67**: 327-329.
- 2) Tenjin H, Mandai A, Umebayashi D, et al. Percutaneous Vertebroplasty under three-dimensional radiography guidance - Technical note -. *Neurol medico chir (Tokyo)* 2009; **49**: 179-183.
- 3) 萬代綾子, 高道美智子, 小川隆弘, 他. 難治性中枢性疼痛に対する大脳皮質運動野刺激療法. *京都医学雑誌* 2010; **57**: 101-103.

- 4) Klazen CAH, Lohle PNM, de Vries J, et al : Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II) : an open-label randomized trial. Lancet 2010 ; **376** : 1085-1092.
- 5) Levy EI, Turk AS, Albuquerque FC, et al. Wingspan in-stent restenosis and thrombosis : Incidence, clinical presentation, and management. Neurosurgery 2007 ; **61** : 644-651.

Neurosurgery up-to-date

Department of Neurosurgery, Kyoto Second Red Cross Hospital

Hiroshi Tenjin, Michiko Takadou, Takahiro Ogawa, Ayako Mandai,
Masataka Nanto, Yasuhiko Osaka, Yoshikazu Nakahara, Satoshi Kubo

Abstract

Advances in information technology and material science have led to innovative approaches to medical treatment. In neurosurgery, 3 D imagings, 3 D projection to the operative field, electrophysiological techniques and highly adaptable materials have also contributed to innovative treatment. Here, we review the new methods that have been or will be employed in the near future at Kyoto Second Red Cross Hospital.

Key words : new MR imaging, navigation, high performance operative microscope, new electrophysiological technique, highly adaptable materials