

〈脳神経外科速報 vol.33 no.4 e20233304d, 2023〉

中心後回，中心前回の頸部支配領域に対して焦点切除術を行った海綿状血管奇形を伴う難治てんかんの一例

岡野将之^{1, 2)}，池谷直樹¹⁾，林 貴啓¹⁾，藤井啓太¹⁾，高山裕太郎¹⁾，権藤学司³⁾，立石健祐¹⁾，山本哲哉¹⁾

1) 横浜市立大学大学院医学研究科脳神経外科学

2) 横浜市立みなと赤十字病院脳神経外科 〒231-8682 神奈川県横浜市中区新山下3-12-1

3) 湘南鎌倉総合病院脳神経外科

Key Slide

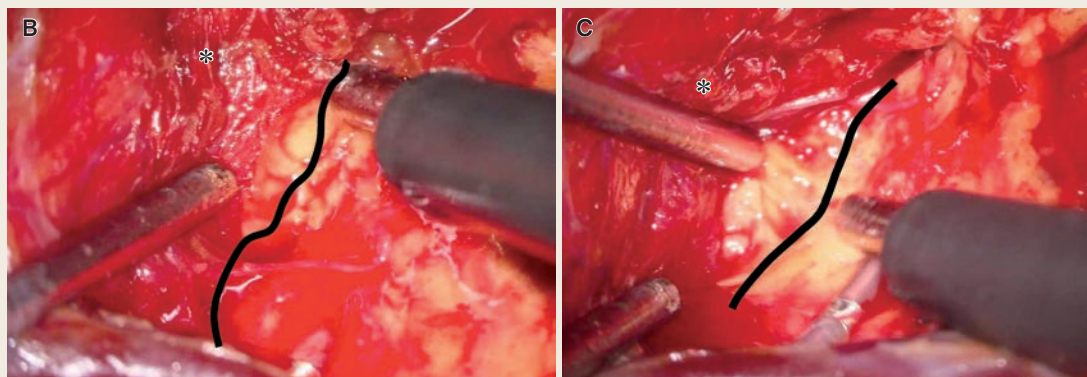


Fig.3

B : Resection of the Pr-/ Po-CG. Resection reaches beyond the bottom of CS (asterisk) anteriorly and is medial to the CM. This cortex is probably responsible for cervical sensorimotor function.

C : Resection of pre-central gyrus. Note the manipulation reaches the anterior bank of CS (= motor cortex) with retracting CS vertically.

Resection of the cervical portion of pre- and post-central gyri epileptogenic zone in a patient with a cavernous malformation

Masayuki OKANO^{1,2)}, Naoki IKEGAYA¹⁾, Takahiro HAYASHI¹⁾, Keita FUJII¹⁾,
Yutaro TAKAYAMA¹⁾, Gakuji GONDO³⁾, Kensuke TATEISHI¹⁾, Tetsuya YAMAMOTO¹⁾

1) Department of Neurosurgery, Yokohama City University, Graduate school of medicine

2) Department of Neurosurgery, Yokohama City Minato Red Cross Hospital

3) Department of Neurosurgery, Shonan-Kamakura General Hospital

Postoperative sensorimotor complications after pre- and post-central gyri resection are a major risk during surgery. Resection of the face, trunk and leg motor areas do not necessarily cause neurological complications. However, resecting other areas in the pre- and post-central gyri have not been extensively studied.

In this article, we describe a 58 years old patient with intractable central lobe epilepsy caused by cavernous malformation. The patient had focal aware clonic seizures at left neck several times a day and had intracranial electrode arrays implanted to plan the resection. Once the seizure had started the appropriate area was identified, sensorimotor functions were mapped, and the electrodes were then removed. Guided by these data, a partial resection of the pre- and post-central gyri areas was carried out. The patient

achieved freedom from seizure without any permanent sensorimotor complications. Thus, in patients with intractable epilepsy caused by cavernous malformation, resection of cervical sensorimotor cortices can be performed without permanent complication.

Further studies are required to improve the selection process to determine those who will most benefit from the resection of cavernous malformation and sensorimotor cortices.

Key Words : post-central gyrus, pre-central gyrus, surgery, sensorimotor complication

(Received January 16, 2023; Accepted February 7, 2023)

Correspondence to Masayuki OKANO, M.D.,

Department of Neurosurgery, Yokohama City Minato Red Cross Hospital, 3-12-1 Shinyamashita, Naka-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 231-8682, Japan

E-mail: e.m2sswb7 [at] outlook.jp

I. 緒 言

中心前回および中心後回の手術は、術後運動感覚障害のリスクから手術実施は容易ではない。腫瘍性病変に伴うてんかんに対する手術では、発作抑制達成のために、病変のみならず病変周辺の皮質切除を要する場合があります、一層の慎重さが求められる。一方、中心前回・後回における特定の支配領域、例えば、顔面や体幹、下肢領域の切除が、永続的な運動・感覚障害につながらなかったという報告がある^{1,3)}。これらのエビデンスは eloquent area に対する手術適応の根拠となるが、他にも切除可能な中心前回・後回が存在するかは十分に明らかとなっていない。

今回、中心後回を主座とする海綿状血管奇形による難治てんかんに対し、頸部支配領域と推定された中心前回・後回の皮質を含む焦点切除術を施行して、神経脱落症状を呈することなく発作抑制を得た症例を経験したので報告する。

II. 症 例

患 者：58 歳女性。

既往歴：特記事項なし。

現病歴：15 年前に左顔面がしびれる感覚発作を経験し、10 年前から同様の発作が定期的に出現するようになった。近医の画像診断で海綿状血管奇形 (CM) を指摘されて、抗てんかん薬による治療が開始され、感覚発作は消失した。しかし、7 年前から反復して左方向に首をかしげるような運動を呈する頸部の間代発作を呈するようになった。薬剤抵抗性に発作が持続したため、7 か月前に当科に紹介となった。包括的てんかん精査を経て、手術のため入院した。

一般身体所見は特記事項なく、矯正右利き (調理と書字は左) であった。てんかん発作は前兆なく、左頸部の間代発作で始まり、時に左上下肢へと進展した。頻度は1日3～4回であった。長時間ビデオ脳波モニタリングでは発作間欠期には突発波は認めず、左頸部の間代発作時は右中心・頭頂部の低振幅化で始まり、それに続く低振幅速律動を認めた。頭部 MRI で CM は hand knob の内側に位置し、周囲にヘモジデリン沈着を認めた。FDG-PET では病変と病変の内側に一致した糖低代謝域を認めた (Fig. 1)。脳磁図 (MEG) による体性感覚誘発磁界では hand knob の外側に N20 が推定された。

CM 周辺におけるてんかん原性領域の絞り込みおよび脳機能マッピングのため頭蓋内電極留置術を行った (Fig. 2)。術後、半球間裂面に留置した深部電極による左下肢の軽度の異常感覚を認めた。頭蓋内脳波では、CM 内側から始まる左頸部の間

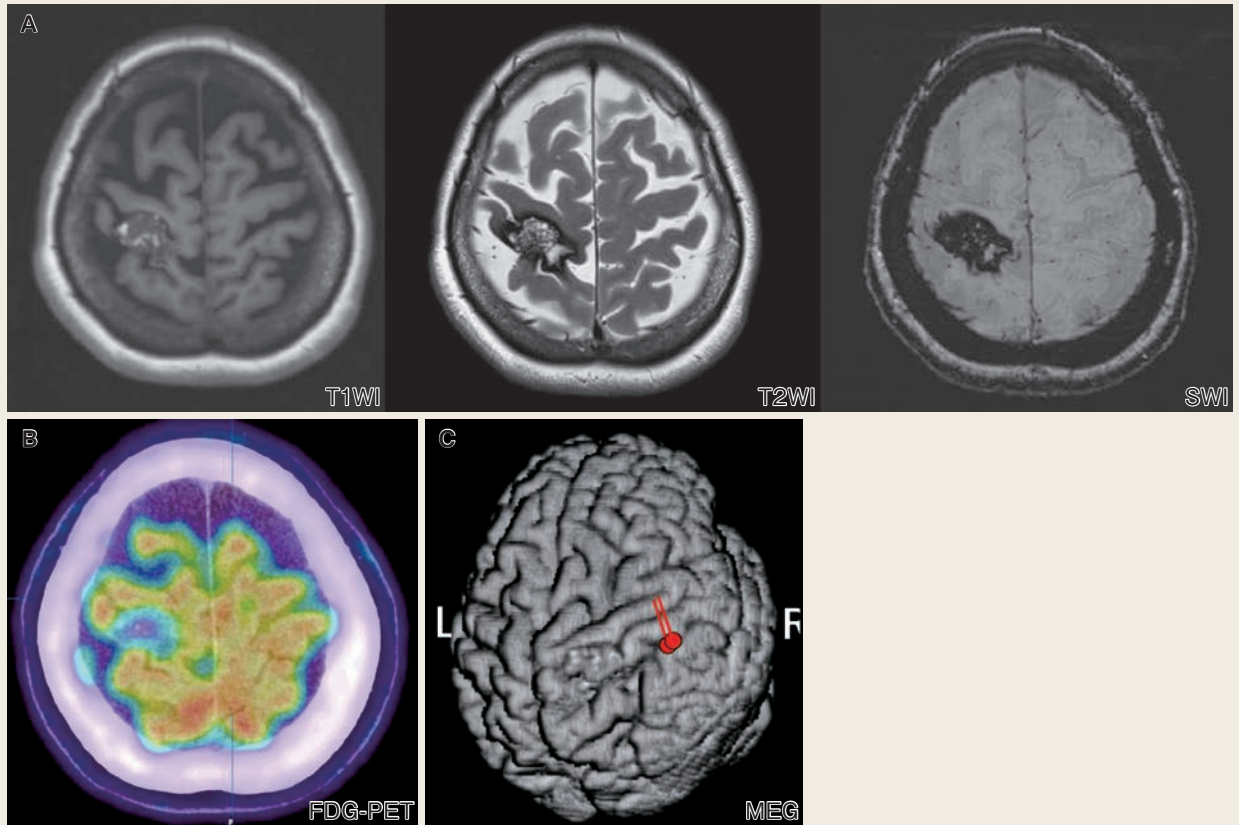


Fig. 1

- A : MRI on the axial section. T1 weighted image (left) shows an area of iso intensity with some brighter spots in the right pre- and post-central gyri (Pr-/ Po-CG) . This reflects hemorrhages or thromboses. T2 weighted image (middle) shows a lesion with a “popcorn” appearance that is surrounded by a dark region indicative of a hemosiderin deposit. Susceptibility weighted image (right) shows a “blooming” artifact caused by the hemosiderin. All findings are consistent with a cavernous malformation (CM) diagnosis.
- B : Fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET) shows hypometabolism in and around the CM. Low FDG uptake is predominant medial to the CM.
- C : Locating the anatomical and functional hand area using somatosensory evoked fields (SEF) measured by magnetoencephalography (MEG) following median nerve stimulation (0.2msec square-wave pulse, 3Hz) . The SEF (red circle) are localized in the somatosensory cortex lateral to the anatomical hand area.

代発作時の脳波変化を捕捉した。脳機能マッピングでは、体性感覚誘発電位 (SEP) で中心溝を電気生理学的に同定したのちに、皮質電気刺激によってCMの外側で手の運動・感覚症状を誘発し、同部に機能的な手の領域があることを確認した。一方で頸部や体幹部の運動・感覚症状は誘発されなかった。これらと脳磁図やFDG-PETの結果から、てんかん原性領域はCMの内側で、機能的には発作症候の始まりである頸部の支配領域に位置すると推定して、合併症の可能性について十分な説明と同意のもとで、CMおよびその内側の皮質の切除を計画した。

電極留置12日後に焦点切除術を施行した。術中モニタリングとして皮質刺激上

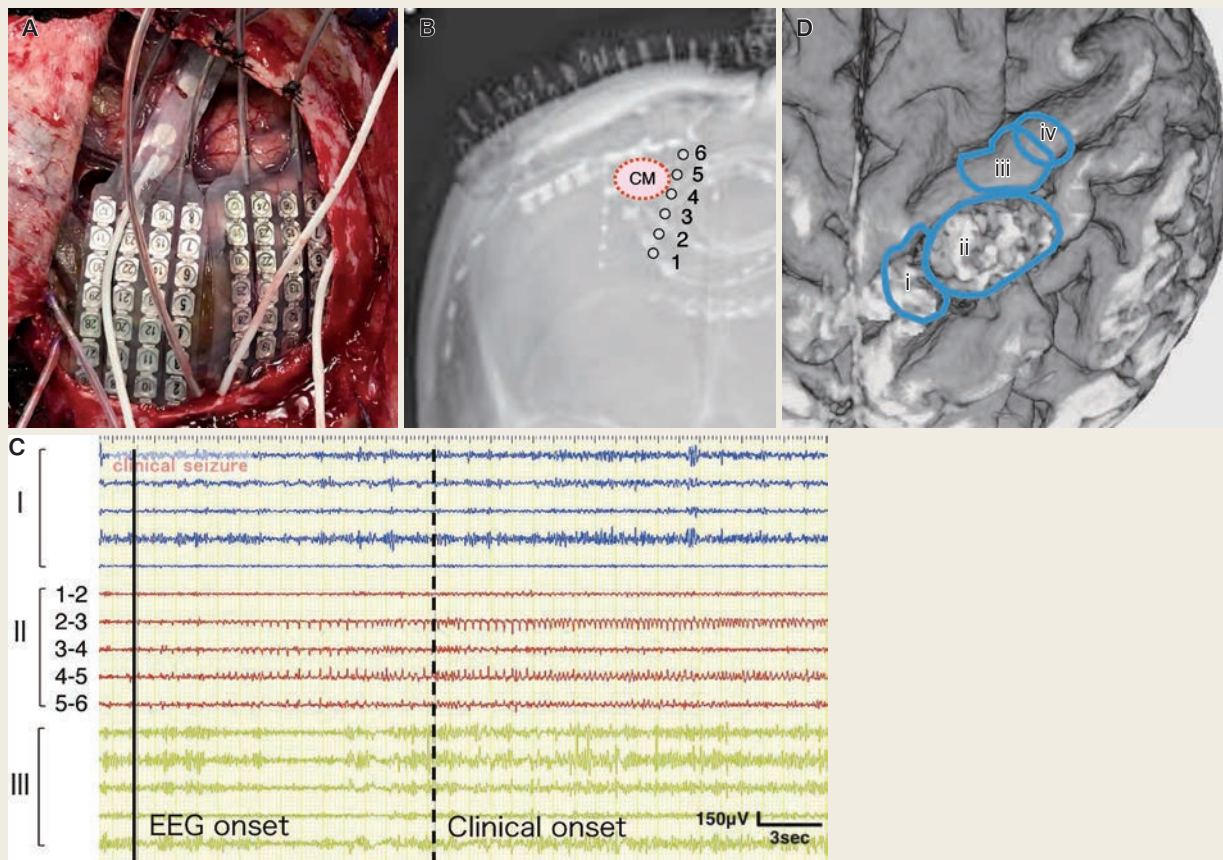


Fig. 2

- A : An image of the intracranial electrodes during implantation. Depth electrodes (DE) I, II and III are arrayed in an interhemispheric aspect, medial and lateral to the CM, respectively. Grid electrodes cover the Pr-/ Po-CG. Fig. 3A shows the brain surface before implantation.
- B : A skull X-p showing the electrodes. DE II contact (circle) numbers are designated (1-6). CM boundary superimposes on.
- C : An ictal EEG recorded from DEs. Note the low-amplitude fast activity observed at DE II , that indicating seizure onset. Solid line: EEG onset. Dotted line: the onset of ictal manifestation.
- D : Encircled areas are the seizure onset (i) , the CM (ii) , anatomical (iii) and functional hand motor areas (iv). Area i & ii were resected.

肢 MEP と SEP を用いた。また初回手術時に確認した架橋静脈の走行から半球間裂面には電極挿入困難が予測されたため、下肢領域をモニターする目的で覚醒下に手術を行った。CM は中心後回に存在し、切除外側はヘモジデリン沈着部を残した CM の核出にとどめ、内側では CM 周辺のヘモジデリンの沈着した皮質に切除を加えた (Fig. 3)。内側の皮質切除に際しては、深部電極をガイドとして、異常のみられた電極コンタクトの周辺で、まず中心溝に沿って中心後回を脳溝底部に向かって切除した。それにより中心溝の背側面が露出された。さらに、中心溝を脳溝底部から脳表の方向に牽引するようにして中心前回の頸部支配領域と考えられた皮質の一部を切除した (Fig. 3B, C)。

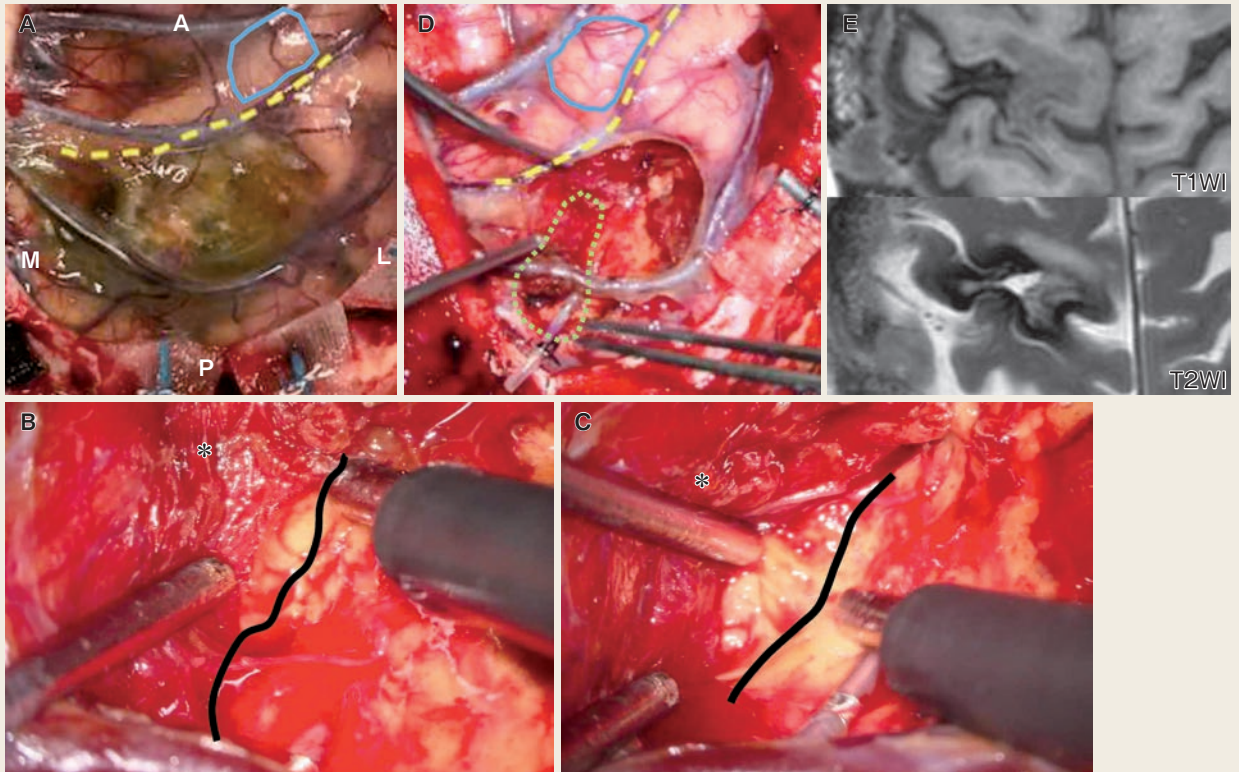


Fig. 3

Yellow line shows the central sulcus (CS) . Blue circle shows hand area. Black line shows a place where the bottom of CS originally was. Green line shows resected area of the Pr-/ Po-CG.

A : The CM surrounded by a hemosiderin.

B : Resection of the Pr-/ Po-CG. Resection reaches beyond the bottom of CS (asterisk) anteriorly and is medial to the CM. This cortex is probably responsible for cervical sensorimotor function.

C : Resection of pre-central gyrus. Note the manipulation reaches the anterior bank of CS (= motor cortex) with retracting CS vertically.

D : The Pr-/ Po-CG are partially resected guided by the DE II .

E : Postoperative T1W- and T2W-MRI showing the resection of CM and a part of Pr-/ Po-CG three months after the surgery.

切除後の術中脳波では、てんかん性異常放電は認めなかった。術中および術後に新規の運動・感覚障害の出現は認めず、電極留置後の左下肢異常感覚も増悪なく、術後半年で改善した。術直後に術前には認めなかった左体幹の間代発作を生じたが、術後2週間で消失した。術後MRIで切除範囲は血管腫および病巣内側の皮質に及んだ。術前に3剤内服していた抗てんかん薬は漸減し、ラモトリギン単剤で術後2年以上発作は抑制されている。

III. 考 察

本症例では、中心前回および中心後回の頸部支配領域の皮質切除によって運動・感覚障害は生じなかった。中心前回・後回の切除合併症は小児例で少ないとされる

が⁴⁾、成人例においても顔面や¹⁾、体幹²⁾、下肢領域³⁾の切除で、永続的な神経脱落症状を回避し得たことが詳述されている。一方で、遠位筋、特に手の支配領域の切除においては、例外はあるものの術後運動麻痺の出現は高率とされる^{5,6)}。これは、近位筋が両側大脳半球からの支配を受けるため、片側の侵襲に対して神経症状を呈しにくいものに対して、遠位筋が片側大脳半球支配であることに由来すると考察されている^{1,2)}。その他の運動合併症に関与する要素として、中心前回の中心前溝側（前方）に比べて中心溝側（後方）が高リスクであることが指摘されている⁷⁾。これには Brodmann area 4 と関連した細胞構築に基づいた考察がなされている。

本症例では頭蓋内電極留置術により切除すべき焦点がCMの内側であることを同定し、脳機能マッピングにより、同領域が手の支配領域よりも内側であることから、Penfieldらの報告⁸⁾に基づき、上腕～頸～頭～体幹支配領域内であると考えた。さらにその中で、発作症候が示す頸部支配領域の皮質である可能性が最も高いと推定した。この推定の妥当性は術後に頸部の発作が消失し、体幹部の発作が一過性に出現したことで支持される。

一方で、前後方向においては高リスクとされる中心溝側の皮質切除となった。術後、永続的な運動・感覚障害を呈することはなかったことから、中心前回・中心後回の頸部支配領域は、高リスクとされる中心溝側であっても、合併症なく切除可能な場合があることが示唆された。

一方で、切除領域が皮質形成異常のようなてんかん原性病変である場合には、機能的再構築により eloquent area においても合併症が生じにくいことが指摘されている⁹⁾。本症例においても海綿状血管奇形および難治てんかんの経過に伴って周囲の機能シフトが生じていた可能性があり、他疾患への応用は慎重を要する。しかしながら、海綿状血管奇形に伴うてんかん手術という条件下においては、中心前回・後回の頸部支配領域の皮質切除は永続的な合併症なく行い得ることが示唆された。ただし、単一例による症例報告であり、本症例では未施行であるfMRIを使用したタスクや誘発電位などでの機能領域の同定を追加した続報により、エビデンスを蓄積することが望まれる。

IV. 結 語

中心後回、中心前回の海綿状血管奇形に伴う難治てんかんに対し、頸部支配領域の焦点切除術を施行して、永続的な運動・感覚障害を呈することなく、発作抑制を得た症例を経験した。

謝辞：英文校正を行っていただいた Dr. Douglas Murray に深謝いたします。

本論文について、当院倫理委員会の承認（B190900008）および患者からの同意を得ている。

文献

- 1) Lehman R, et al: Seizures with onset in the sensorimotor face area: clinical patterns and results of surgical treatment in 20 patients. *Epilepsia* 35: 1117-24, 1994
- 2) Eldin SS, et al: Resection of focal cortical dysplasia located in the upper pre-central gyrus. *Epileptic Disord* 17: 479-84, 2015
- 3) Mikuni N, et al: Surgical resection of an epileptogenic cortical dysplasia in the deep foot sensorimotor area. *Epilepsy Behav* 7: 559-62, 2005
- 4) Benifla M, et al: Neurosurgical management of intractable rolandic epilepsy in children: role of resection in eloquent cortex. *Clinical article. J Neurosurg Pediatr* 4: 199-216, 2009
- 5) Chamoun RB, et al: Functional recovery following resection of an epileptogenic focus in the motor hand area. *Epilepsy Behav* 11: 384-8, 2007
- 6) Ostergard TA, Miller JP: Surgery for epilepsy in the primary motor cortex: A critical review. *Epilepsy Behav* 91: 13-9, 2019
- 7) Kim YH, et al: Topographical risk factor analysis of new neurological deficits following precentral gyrus resection. *Neurosurgery* 76: 714-20, 2015
- 8) Penfield W, Boldrey E: Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation. *Brain* 60: 389-443, 1937
- 9) Cohen-Gadol AA, et al: Nonlesional central lobule seizures: use of awake cortical mapping and subdural grid monitoring for resection of seizure focus. *J Neurosurg* 98: 1255-62, 2003