

〈脳神経外科速報 vol.32 no.2 e20223202a, 2022〉

てんかん外科の 慢性頭蓋内電極留置術における DuraGen の使用経験

志波智子^{1, 2)}, 久保田有一^{1, 3)}, 中本英俊^{1, 2)}, 宮尾 暁^{1, 2)}, 阿南英典^{1, 2)},
金 吉秀^{1, 2)}, 川俣貴一²⁾

1) TMG あさか医療センター脳神経外科・てんかんセンター

2) 東京女子医科大学脳神経外科

3) 東京女子医科大学附属足立医療センター脳神経外科 〒123-8558 東京都足立区江北 4-33-1

Key Slide

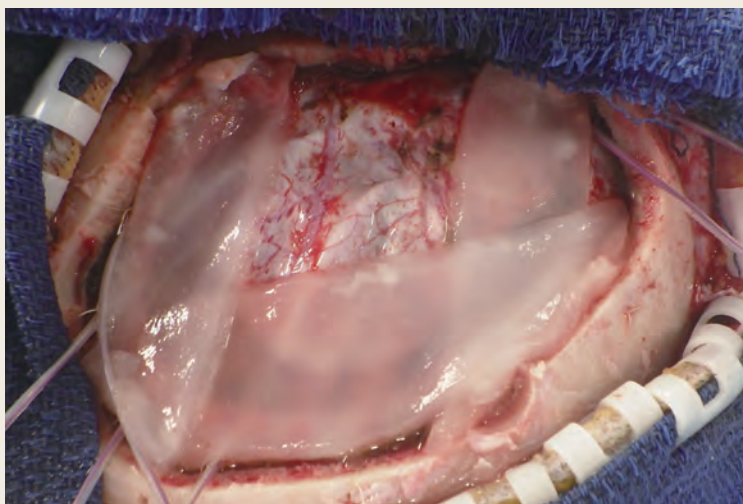


Fig. 4 Coverage of the dural defect with the strips of DuraGen, followed by their irrigation with saline and fibrin glue

Usage of DuraGen for intracranial electrode placement of epilepsy surgery

Tomoko SHIWA^{1,2)}, Yuichi KUBOTA^{1,3)}, Hidetoshi NAKAMOTO^{1,2)}, Satoru MIYAO^{1,2)},
Hidenori ANAMI^{1,2)}, Kilsoo KIM^{1,2)}, Takakazu KAWAMATA²⁾

1) Department of Neurosurgery, TMG Asaka Medical Center

2) Department of Neurosurgery, Tokyo Women's Medical University

3) Department of Neurosurgery, Tokyo Women's Medical University Adachi Medical Center

Postoperative intracranial hematoma, brain swelling, cerebrospinal leakage, and infection are rare in electrode placement for epilepsy practice, however, occasionally they may be rather troublesome. Herein we present an experience with the use of DuraGen instead of suturing the dura after the implantation of subdural grid. No postoperative complications were noted. The described techniques may not only shorten surgical time, but also provide watertight dural plasty and facilitate decompressive effects.

Key Words : subdural electrodes, implantation, DuraGen, epilepsy surgery

(Received September 2, 2021; Accepted September 30, 2021)

Correspondence to Yuichi KUBOTA, M.D.,

Department of Neurosurgery, Tokyo Women's Medical University Adachi Medical Center, 4-33-1 Kohoku, Adachi-ku, Tokyo, 123-8558, Japan

E-mail: kubota.yuichi [at] twmu.ac.jp

I. 緒 言

てんかん外科における頭蓋内電極留置術の合併症は髄液漏や感染、頭蓋内出血、頭蓋内圧亢進、髄液漏、電極関連の問題、全身合併症があり¹⁾、頭蓋内出血率、脳実質外髄液貯留は硬膜下電極のほうが深部電極よりも有意に高い²⁾といわれている。これらの合併症を最小限にするために各施設様々な工夫を行っている。今回、人工硬膜 DuraGen (Integra Japan) を使用し、効果的かつ安全に硬膜下電極留置を施行し得た1症例を経験したため、文献的考察を加えて報告する。

II. 症 例

23歳男性。9歳初発の焦点性てんかんで薬剤抵抗性に経過していた。発作症候は、両上肢強直から始まり、二次性全身性強直間代発作に移行する発作が、週に1～4回程度あり、発作コントロール不良であった。MRIは、無病変であった。FDG-PETでは、左下前頭回に糖代謝の低下を認めていた。1週間のビデオ脳波モニタリングを行い、左前頭葉に発作起始があると評価し、左前頭葉を中心に頭蓋内電極留置術を行った。

手術手技：全身麻酔下に、右に頭部回旋し3点ピン固定を行い、左前側頭部にquestion mark型の皮膚切開を置いた (Fig. 1)。皮膚と側頭筋を一塊に翻転後、前頭側頭開頭を行った。低出力のバイポーラーで硬膜動脈の凝固止血を行った後、硬膜を円弧状に切開し、翻転した。その後、硬膜切断面からの出血も十分凝固止血を行った。脳表を露出したところで2×6極の硬膜下電極 (ユニークメディカル) 5枚を前頭葉、側頭葉にそれぞれ留置した (Fig. 2)。最後にもう一度硬膜断端の凝固止血



Fig. 1 Skin incision



Fig. 2 Placement of the grid electrodes on the surface of frontal and temporal lobes

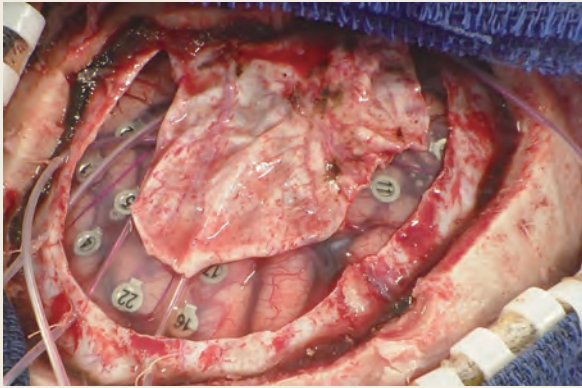


Fig. 3 Fixation of the electrodes' cables to the dura and lax coverage of the grid with dural flap

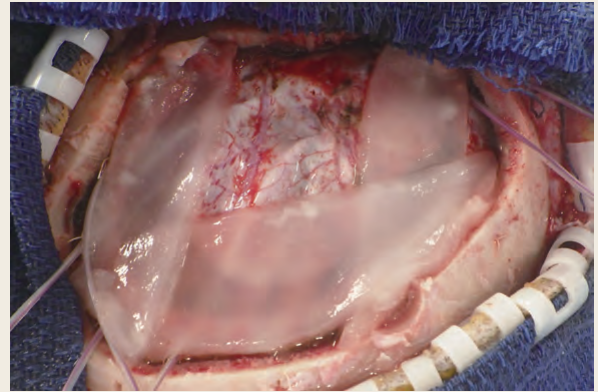


Fig. 4 Coverage of the dural defect with the strips of DuraGen, followed by their irrigation with saline and fibrin glue



Fig. 5 Postoperative CT demonstrating neither cerebral swelling, nor hematoma

を十分行い、骨縁での硬膜の吊り上げによる止血を行った上で、リードは硬膜を貫通させ、貫通部を4-0絹糸で固定した。止血を確認後に硬膜を戻し (Fig. 3)、減圧になるよう縫合せず、その上より DuraGen を短冊状に切り硬膜欠損部を被覆し、全体をスプレータイプのフィブリン糊にて散布することで硬膜再建を行った (Fig. 4)。チタンプレートを装着した骨片を、固定はせずにのせるのみとした。電極のリードは14Gサーフローを用いて、なるべく長めに皮下を通した。筋層、皮下を止血後、層々に縫合し、最後にリードは皮膚貫通部を4-0絹糸で縫合固定し、手術を終了した。

術後経過：術直後、術翌日に頭部CTを行い、頭蓋内出血がないことを確認した (Fig. 5)。頭痛は鎮痛薬点

滴、内服でコントロール可能であった。術後髄液漏、創部感染もみられなかった。1週間頭蓋内脳波モニタリング施行後に、発作焦点であった左下前頭回の一部を切除した。前回の皮膚切開を開創し、骨弁を除去した。皮下血腫、髄液皮下貯留、硬膜外血腫は少量であった。DuraGen を丁寧に取除いたところ、硬膜下に血腫はなく、電極による脳表の圧痕や損傷はみられず、電極の位置は閉頭前と変化していなかった (Fig. 6)。電極を除去し、焦点切除を行った後、硬膜形成は、自家硬膜は寄せず DuraGen とフィブリン糊にて行い、自骨はチタンプレートで固定し閉頭した。焦点切除後の経過良好で、発作なく、抜鉤後自宅退院となった。その後、現在6カ月経過するが発作は認めていない。

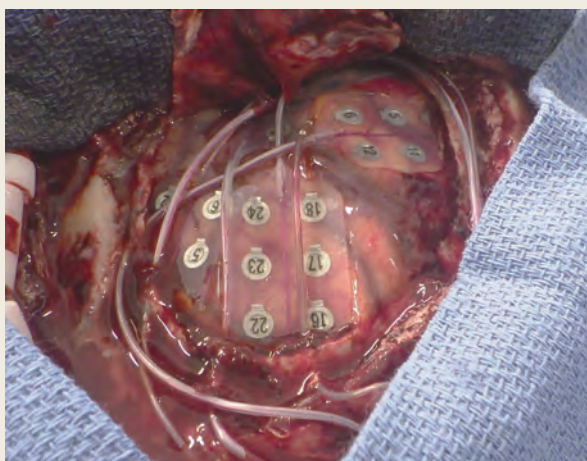


Fig. 6 Intraoperative photograph during the second-stage surgery

Note absence of epidural and subdural hematomas and unchanged position of electrodes in comparison to the time of their implantation.

III. 考 察

硬膜下電極留置は、頭蓋内出血、感染、髄液漏、頭蓋内圧上昇などの合併症が問題となる。電極留置後の脳浮腫、脳梗塞は4.1～8%³⁻⁵⁾、硬膜外血腫は1.8～2.5%⁶⁻⁸⁾、硬膜下血腫は1.1～13%⁹⁻¹¹⁾、髄液漏は0～20%^{10, 12, 13)}、術後感染は1.1～17%^{6, 10, 14)}生じると報告されている。このため、施設ごとに様々な手技、工夫がされている。Falowskiらは、モニタリング期間は骨弁を戻さず、硬膜へのリードの縫合固定、硬膜貫通部の縫合、リードを1カ所、2カ所に束ねて皮膚から出し、頭皮上にリードを縫合固定、その結果髄液漏はなかったと報告している¹⁷⁾。Raftopoulosらは、1

個あるいは2個の細長い線状の開頭(1cm×6cmまで)を置き、その隙間からstripあるいはgrid電極を硬膜下に滑り込ませるように挿入、留置する方法を提唱している。41症例(うち両側が68%)において、髄液漏、感染が生じなかったが、短所として、多数の電極留置が困難であること、正確な位置に置けない場合があること(5%)がある¹⁵⁾。また、近年は非侵襲的な電極留置として、直径40mmの小開頭で内視鏡支援下に硬膜下電極を留置する方法も報告されている¹⁶⁾。

当院では従来、原則として自家硬膜のみで硬膜閉鎖を行ってきた。合併症予防目的に当院で行ってきた工夫としては、髄液漏予防のため、リードは硬膜を貫通させ、硬膜貫通部を巾着縫合にてリードを固定すること、硬膜の収縮を防ぐため、硬膜の凝固止血は可能な限り低出力で行い、開頭辺縁の硬膜吊り上げは硬膜閉鎖後に行うことである。そのほか髄液漏予防目的にポリグリコール酸〔ネオバール(グンゼ)、デュラウェーブ(グンゼ)など〕とフィブリン糊を用いて縫合部、電極貫通部を水封していた。硬膜閉鎖時に張力がかかるため、貫通部でリードが脳を圧迫しないために、硬膜切開よりも十分に大きな開頭と余裕をもった皮膚切開のデザインが必要であった。硬膜を貫通させ、確実に硬膜を縫合閉鎖する方法は、髄液漏を起こしにくいという利点がある一方、硬膜縫合閉鎖時にリード貫通部が移動し、それに伴って電極の位置も変化しやすいという問題があった。

今回、DuraGenを使用することで硬膜をtightに縫い寄せる必要がなくなったため、硬膜の位置変化が起こりにくくなり、電極の位置がずれるリスクが軽減された。

また硬膜の余裕が出るため、電極による脳や静脈の圧迫が起こりにくくなり、脳浮腫が起こりにくいといった利点が挙げられる。DuraGenに加え、頭蓋骨片も固定はしていないため、脳腫脹に対してある程度耐えられる可能性がある。自家硬膜を用いた従来の硬膜閉鎖では凝固止血の際、硬膜の収縮によって閉鎖困難にならないように、凝固しすぎに注意が必要であったが、本法ではDuraGenで欠損部を覆うことができるため、その心配はない。また、硬膜を密に縫合する必要がないため手術時間は短縮し、患者の負担軽減につながる。当然のことながら、術後の硬膜下血腫予防として、硬膜断端の十分な凝固止血は必須である。

過去に、小児の硬膜下電極留置症例において、髄液漏予防目的でDuraGenを併用したcase seriesが報告されている。その報告では硬膜を縫合閉鎖した後に硬膜全体をDuraGenで覆う方法を用いている。95例のうち髄液漏発生率は10.6%だが、DuraGenの併用を開始してからは、一切髄液漏が発生しなかったとしている¹⁸⁾。このことから、電極留置術においても、DuraGenが十分な髄液漏予防効果を有することがわかる。さらに同報告ではDuraGenは止血効果も期待できると考察されている。

本症例でも、術後の髄液漏はなく、再開頭時の皮下貯留も少量であったことから、DuraGenの組織との密着による髄液漏予防効果は良好であり、電極留置術にも十分適用可能である可能性がある。さらに、本法では、硬膜縫合を行わないことで、手術時間の短縮、減圧効果が同時に期待でき、有用である可能性がある。

本研究の限界としては、今回電極留置期間が1週間であったため、今後より数週間の長期留置へ問題なく行えるか検討が必要であるということ、また、本報告は一例報告であり、今後症例を積み重ねることで、髄液漏はもちろんのこと、術後の頭蓋内出血を防ぐことにつながっているか、症例数を重ねて検証する必要がある。

IV. 結 語

てんかん外科の硬膜下電極留置術において、DuraGenを用いることにより減圧でき、髄液漏などの合併症なく使用可能であった症例を経験した。

文献

- 1) Arya R, et al: Adverse events related to extraoperative invasive EEG monitoring with subdural grid electrodes: a systematic review and meta-analysis. *Epilepsia* 54: 828-39, 2013
- 2) Schmidt RF, et al: Complications of subdural and depth electrodes in 269 patients undergoing 317 procedures for invasive monitoring in epilepsy. *Epilepsia* 57: 1697-708, 2016
- 3) Lee JH, et al: Surgical complications of epilepsy surgery procedures : experience of 179 procedures in a single institute. *J Korean Neurosurg Soc* 44: 234-9, 2008
- 4) Giussani C, et al: Is postoperative CT scanning predictive of subdural electrode placement complications in pediatric epileptic patients? *Pediatr Neurosurg* 45: 345-9, 2009
- 5) Van Gompel JJ, et al: Phase I trial: safety and feasibility of intracranial electroencephalography using hybrid subdural electrodes containing macro- and microelectrode arrays. *Neurosurg Focus* 25: E23, 2008
- 6) Wiggins GC, et al: Morbidity and infection in combined subdural grid and strip electrode investigation for intractable epilepsy. *Epilepsy Res* 37: 73-80, 1999
- 7) Hamer HM, et al: Complications of invasive video-EEG monitoring with subdural grid electrodes. *Neurology* 58: 97-103, 2002
- 8) Lee WS, et al: Complications and results of subdural grid electrode implantation in epilepsy surgery. *Surg Neurol* 54: 346-51, 2000
- 9) Burneo JG, et al: Morbidity associated with the use of intracranial electrodes for epilepsy surgery. *Can J Neurol Sci* 33: 223-7, 2006
- 10) Fountas KN, Smith JR: Subdural electrode-associated complications: a 20-year experience. *Stereotact Funct Neurosurg* 85: 264-72, 2007
- 11) Wong CH, et al: Risk factors for complications during intracranial electrode recording in presurgical evaluation of drug resistant partial epilepsy. *Acta Neurochir (Wien)* 151: 37-50, 2009
- 12) Adelson PD, et al: Use of subdural grids and strip electrodes to identify a seizure focus in children. *Pediatr Neurosurg* 22: 174-80, 1995
- 13) Onal C, et al: Complications of invasive subdural grid monitoring in children with epilepsy. *J Neurosurg* 98: 1017-26, 2003
- 14) Wyllie E, et al: Subdural electrodes in the evaluation for epilepsy surgery in children and adults. *Neuropediatrics* 19: 80-6, 1988
- 15) Raftopoulos C, et al: Invasive EEG in refractory epilepsy: insertion of subdural grids through linear craniectomy reduces complications and remains effective. *Neurochirurgie* 61: 16-21, 2015
- 16) Grewal SS, et al: Minimally Invasive, Endoscopic-Assisted Device for Subdural Electrode Implantation in Epilepsy. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 18: 92-7, 2020
- 17) Falowski SM, et al: Optimizations and Nuances in Neurosurgical Technique for the Minimization of Complications in Subdural Electrode Placement for Epilepsy Surgery. *World Neurosurg* 84: 989-97, 2015
- 18) Blauwblomme T, et al: Adverse events occurring during invasive electroencephalogram recordings in children. *Neurosurgery* 69: 169-75, 2011