第三脳室底開窓術の有用性と限界

—adaptation period の術後管理を含めて—

新 靖 史 松 山 武 内 山 佳 知
朴 永 銖* 川 口 正一郎 中 瀬 裕 之*

Benefits and Limitations of Endoscopic Third Ventriculostomy for the Management of Hydrocephalus : Monitoring Third Ventricle Pressure to Manage the “Adaptation Period”

by

Yasushi Shin, M.D., Takeshi Matsuyama, M.D., Yoshitomo Uchiyama, M.D.,
Young-Su Park, M.D., Shoichiro Kawaguchi, M.D., and Hiroyuki Nakase, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Nara Prefectural Nara Hospital
Department of Neurosurgery, Nara Medical University

Endoscopic third ventriculostomy (ETV) has established itself as the treatment choice in cases of occlusive hydrocephalus, but the clinical indications are continually being challenged. Nevertheless, features correlating with failure or success and the best way to manage the postoperative period are still a matter of debate. Evaluation of the pathogenesis of hydrocephalus, cerebrospinal fluid (CSF) pathway, and CSF absorption plays an important role in outcome prediction for patients with complex hydrocephalus with or without hemorrhage and/or infection. Moreover, the hydrodynamic model of chronic hydrocephalus suggests that the disorder is characterized by intracranial pulsation resulting from decreased compliance. ETV causes a decrease in the intraventricular pressure applied by the hyper dynamic CSF flow through the stoma of the third ventricle floor. So we focused on monitoring third ventricle pressure after ETV to manage the adaptation period. In our experience, the continuous measuring of third ventricle pressure has been of great help in verifying changes in CSF dynamics and assuring functional the communication between the ventricle and the subarachnoid space during the post operative days.

(Received June 7, 2011 ; accepted August 3, 2011)

Key words : endoscopic third ventriculostomy, adaptation period, pressure monitoring

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 20 : 725-733, 2011

緒 言

生理的髄液循環の確立を目指した神経内視鏡による水頭症治療は、侵襲性からも大切な治療となっているが、水頭症の病態は個々の症例により異なり、確実に安全な手術と術後管理のためには手術手技に加えて、髄液循環

の評価と考察が重要である。本稿では、水頭症に対する第三脳室底開窓術 (endoscopic third ventriculostomy : ETV) の有効性と限界について検討するために、これまでの報告、病態に対する考えを概説し、実際の臨床の現場での対応で重要となる ETV 後の髄液循環動態の変化を判断するためのモニターについて報告する。

奈良県立奈良病院脳神経外科 / 〒631-0846 奈良市平松 1-30-1 [連絡先: 新 靖史]

Address reprint requests to: Yasushi Shin, M.D., Department of Neurosurgery, Nara Prefectural Nara Hospital, 1-30-1 Hiramatsu, Nara-shi, Nara 631-0846, Japan

*奈良県立医科大学脳神経外科

Fig. 1 A schematic drawing showing the perioperative considerations used predicting endoscopic third ventriculostomy (ETV) outcome. Some cases are difficult to divide into communicating hydrocephalus or non communicating hydrocephalus. Non communicating hydrocephalus of regular cerebrospinal fluid (CSF) absorption must be considered a good indication (☆☆). In cases with some CSF absorption but restricted CSF outflow from the ventricular system to the subarachnoid space, ETV may be an efficient therapy (☆).

どのような症例に ETV は有用か？

一般的に、ETV が有効であると考えられるのは、①髄液吸収能が保たれていること、②MRI で第三脳室後半部から第四脳室出口部までにブロックがあること、③第三脳室内と周囲の髄液腔の pressure gradient によると考えられる終板の前方突出、第三脳室底の下方への ballooning などの所見がある場合²⁸⁾で、髄液循環のブロックが脳室内にあり、クモ膜下腔レベルで閉塞がない場合は ETV の効果が最も期待される。代表的な病態について有用性と問題点を示す。

① シャント機能不全に対する ETV

シャント機能不全時にシャント再建に代わって行う ETV は、感染に対して異物を抜去する対処と同時に、髄液循環路・吸収能の回復により、新たな生理的髄液循環を獲得する有用な治療となってきた。50～88% でシャント抜去が可能であるとの報告がある³⁾⁶⁾⁹⁾³³⁾³⁵⁾⁴⁵⁾。元の病態、シャント留置期間の病態変化（中脳水道での交通性の変化³⁶⁾など）、成長に伴う髄液循環路・吸収の発達（minor pathway-major pathway）の考察^{37)～39)}が重要である。また術前の吸収能、シャント依存の評価および吸収能がどこまで回復可能かを完全には評価できないという課題を残している²⁵⁾。シャント再建時に ETV を選択した症例と、初回から ETV を施行した症例の成功率を検討した結果、新規 ETV 例では 8% の合併症に対し、シャント術後例では 31% と高い合併症率であり注意を

要する²³⁾。また長期のフォローアップで stoma の閉塞による突然死の報告があることも念頭に置かななくてはならない²⁶⁾。

② 脳腫瘍に合併した水頭症

松果体部¹⁶⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾、中脳水道周辺⁴⁶⁾、第四脳室、脳幹³⁴⁾、後頭蓋窩腫瘍⁴³⁾に対して、内視鏡手術は続発する水頭症と腫瘍摘出において、その低侵襲性から重要な役割を果たす¹⁾⁴⁾²⁹⁾。この場合の内視鏡手術の有用性⁴⁰⁾は、ETV による水頭症の解除¹⁶⁾²⁵⁾²⁷⁾⁴¹⁾、MRI では検出できない播種の有無を直視下に確認、脳室内の観察、腫瘍生検⁷⁾³⁴⁾を低侵襲に行うことにある。腫瘍摘出により閉塞が解除できる場合は腫瘍摘出先行が重要であり、症例の 75～88% には腫瘍摘出後に水頭症手術を要しなかったという報告もある⁵⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。しかし、ETV を先に行うことで、腫瘍摘出後に水頭症になる頻度がドレナージ、腫瘍摘出を先に行うよりも減少したという結果¹⁵⁾⁴³⁾もあり、非交通性水頭症の状態でも ETV を行い、新たな髄液循環路を獲得したことが考えられる。

術前の ETV 有効性の評価と問題点

ETV の問題点の主なものは、出血や術野での解剖学的な困難性など手技に関するものと、術前の髄液循環、病態の評価に関するものである。病態を評価するうえで髄液循環路を考えるが、交通性-非交通性と明瞭にしがたい場合があることと、髄液吸収能の術前評価を必ずしも

Fig. 2 Endoscopic view and CT: An intracranial pressure (ICP) sensor was placed in the third ventricle through the foramen of Monro.

十分にできないことが問題点となる。全脳室が拡大しているとき交通性なのか第四脳室出口でのブロックか、画像上中脳水道の狭窄がある場合、機能的に十分な開存であるか³²⁾、後頭蓋窩嚢胞性病変(Blake's pouch cyst, arachnoid cyst)²⁾やキアリ奇形合併水頭症の交通性¹¹⁾¹⁹⁾はどうかである(**Fig. 1**)。3T MRIを用いて、3D CISSを加えることにより134例中26例でT1, T2では診断できなかった第四脳室出口部の膜様閉塞を新たに確認し、非交通性水頭症を診断してETVを施行し奏効率は88.5%であったとの報告¹³⁾がある。また水頭症に感染、出血、炎症の影響が加わる場合¹⁹⁾がある。感染後・出血後水頭症について、ETVの有効率は、出血後水頭症で60.9%、感染後で64.3%、両者の合併で23.1%であったとの報告がある。感染・出血後の水頭症は、クモ膜顆粒での髄液吸収障害が考えられるが、中には髄液循環の閉塞例もありETV有効例も存在する。

ETV術後の第三脳室内圧の変化の検討 —adaptation periodの病態把握と 術後管理のために—

ETVは、術後早期から効果がほぼ一定するシャント手術に対し、髄液循環の変化の時期“adaptation period”を経て病態が改善する特徴がある⁴⁾⁴²⁾。Adaptation periodは、ETVによって脳室からクモ膜下腔に髄液が流出し、クモ膜下腔に髄液が広がる髄液循環路の変化、また頭蓋内コンプライアンスの変化により髄液吸収の変化が起こる移行期と考えられる。このadaptation periodの術後管理を安全に行えるように、“行ったETVが有効か”を臨床症状と併せて判断するため、髄液循環動態の変化を第

三脳室とstomaを通じたクモ膜下腔のpressure gradientの変化で捉えることを考え、第三脳室内にICP (intracranial pressure) micro-sensorを留置して圧変化を連続モニターした。

対象および方法

対象はETVを施行し、術後圧変化をみた水頭症16例(脳内出血・脳室内出血5例、小脳出血3例、小脳梗塞1例、中脳水道狭窄症1例、脳腫瘍4例、シャント抜去2例)。ETVを施行した後、シースを抜去してICPセンサー(Codman Microsensor ICP Transducer; Codman & Shurtleff Inc., Randolph, MA)を脳室の前まで進め、内視鏡下にモノロー孔を通過させて第三脳室内に留置した(**Fig. 2**)。脳室ドレーンを残さずに閉創した。病棟に帰室後、圧トランスデューサーから得られた数値をICUセントラルモニターに連続的に記録し、圧変化を観察した。ETVの有効性は臨床症状(意識障害、頭痛、吐気、嘔吐、パリノー徴候)の改善と圧センサーの値の推移から判断し、センサー留置期間は最長7日として、脳室ドレーナージ、シャントの追加の処置を要しなかったものを有効とした。

結果

センサー留置期間は3~7日(平均5.6日)であり、術後圧変化をモニターした水頭症16例中14例(88%)でETVは有効であった。有効例では術後1~5日の間に、第三脳室内の内圧が高くなる時期(25~56 mmHg)があり、その後徐々に圧が下がった。連続モニターにより一

Fig. 3 Monitoring third ventricle pressure after ETV

- A :** Quick decrease for a short period-pattern.
B : Gradual increase for a long period-pattern.
C : Continuous pressure monitoring revealed high baseline pressure over the normal range with prominent pressure waves.

定の圧上昇の後、低下傾向に入る時期を判別できた。圧上昇のパターンは大きく2パターンに分けられ、1～2日目までにピークがみられその後下降するパターン（quick decrease for a short period）14例中8例、3～5日目にピークがみられその後下降するパターン（gradual increase for a long period）14例中6例であった。無効例では圧が低下傾向にならないことが連続モニターで判別できた（Fig. 3）。無効例3例中2例で腰椎穿刺を行った。脳圧モニターで圧をみながら、腰椎穿刺により髄液を排除すると5～15 mlの排除で、脳室内圧10～15 mmHgの低下が得られた。

【症例 1】

患者：2歳，女児

頭痛を訴えるようになり、その後嘔吐を繰り返し、松果体部脳腫瘍につき当科へ入院となった。内視鏡手術により水頭症症状を改善させようとして、組織診断の結果を得て次の治療へ向かう方針とした。ETVを行い、腫瘍生検を行った。術後連続圧モニターを行った（Fig. 3A）。術直後は第三脳室内圧は5～10 mmHgに下がっていたが、術後間もなく圧上昇（15～40 mmHg）がみられた。圧は高低、収縮期拡張期の解離をみせながら上昇し、日

内変動はみられたが、連続記録を行うことで2日目には低下傾向に入ったことが判別できた。この圧低下の時期に水頭症症状改善もみられていた。センサーは術後4日目に抜去した。2歳児であったが、センサーの留置に伴う行動の制限が苦痛になることや、感染の問題はなかった。水頭症症状は消失し、化学療法および放射線治療を行うことができた。

【症例 2】

患者：65歳，女性

頭痛、嘔吐の水頭症症状で発症した後頭蓋窩腫瘍の例。血管に富んだ腫瘍で開頭腫瘍摘出術を予定して行うため、まずETVを行い、ICPセンサーを第三脳室内に留置した。ETV後の第三脳室内圧の変化は術後1日からゆっくり上昇傾向をとったが、4日目より下降して安定した（Fig. 3B）。この時、臨床症状も改善がみられ、食事を摂れるようになった。全身状態の改善をみて、塞栓術を行い、開頭腫瘍摘出を行った。水頭症は続発しなかった。後頭蓋窩腫瘍に合併した水頭症に対するETVは、シャントに比べ感染、硬膜下水腫の合併症は低くなるが、出血、上行性ヘルニアの報告もあり、術後管理に注意を要すると考えて対応した。

Fig. 4 Conventional theory-Bulk flow theory

The driving force of the CSF circulation is a pressure drop from the choroid plexus to the arachnoid granulation. As is the case in a river, the subarachnoid space, not the ventricular system, dilates when the outflow through the arachnoid granulation is closed.

Fig. 5 Hydrodynamic theory

Chronic hydrocephalus is caused by decreased intracranial compliance. ETV causes an increase in the systolic outflow from the ventricles and a decrease in the intraventricular pulse pressure. These effects dilate the compressed capacitance vessels and increase intracranial compliance. The dilated capillaries facilitate increased blood flow and CSF absorption. In this way, ETV functions to increase intracranial compliance.

【症例 3】

患者：41 歳，男性

椎骨動脈破裂クモ膜下出血で発症したが，ネッククリッピングを行い，続発した水頭症に対し V-P シャントを行って退院した。シャント機能不全，水頭症を起こし再入院となり，脳室ドレナージを行ったが，経過中に重症 Stevens-Johnson syndrome を起こした。脳室ドレナー

ジの長期留置もできず，抗生剤も使えない状態になり ETV を行った。異物を除去し，抗生剤を使用しないで経過をみる時期を取りながら，ETV 有効性の監視を行った (Fig. 3C)。第三脳室内圧は収縮期圧と拡張期圧の解離が大きく，圧の高低を示した。経過中に 2 回の腰椎穿刺を行い，一時的な下降はみられたが低下傾向にならず高値が続き，ETV は無効と判断した。

考 察

① ETV 術後の髄液循環動態の変化

Adaptation period は水頭症の髄液循環異常の状態から、ETV 術後に脳室内からクモ膜下腔へ髄液が流出し、閉じていたクモ膜下腔の再開通、クモ膜顆粒の透過性の回復、抵抗の低い脊髄硬膜下腔への流出⁷⁾による髄液循環吸収の再生過程の移行期、あるいは順応期間と考えられている⁴⁾²⁵⁾。Bellotti ら⁴⁾は、ETV 術後に 2～6 日（平均 3.6 日）の脳圧モニターを行い、10 例中 4 例に術後 24～36 時間に 25～30 mmHg への脳圧上昇を記録し、これをクモ膜下腔が開く期間の脳圧上昇と考えている。そしてこの adaptation period を脳圧モニターを行って管理することの有用性を述べている。また、Rapanà ら⁴²⁾は同様に術後脳圧モニターで管理し、aqueductal stenosis で術後 1～2 日後、shunt malfunction では術後 1～4 日後に脳圧上昇がみられると、病態による術後脳圧変化の違いを報告している。Nishiyama ら³⁵⁾は、シャント抜去後の ETV 術後に脳室ドレナージを 30 cm に設定して排出髄液量を測定した。排出量は 2 通りに分けることができ、髄液の排出は少量（20 ml/日以下）で 2 日以内に短期で減少する群と、髄液の排出が多く（150～250 ml/日）数日かけてゆっくり減少する群である。われわれの今回の結果で、早期に圧上昇がみられる群とゆっくり圧上昇がみられる群に分かれ、同様の病態を把握している可能性がある。また、特に高い頭蓋内圧が問題となる場合はドレナージを考慮するが、閉鎖腔での髄液循環の回復をみるために外ドレナージを設置せず圧センサーだけで髄液循環の変化を把握することを考えた。それによりベッドサイドでの管理も容易で、患者への負担が少なく、幼少児にも安全に使用でき、感染の問題もなかった。Cinalli ら¹⁰⁾は ETV 後に頭蓋内圧のモニターを行い、術後早期から 20 mmHg 以下で高圧にならずに経過した群（53%）（シャント機能不全の 78%はこの群に属した）と、それに対し、術後早期から 2 日後までの間に高い圧になり、ゆっくり低下傾向になる群（47%）があり、この群の中には頭痛、嘔吐の症候性のものがあつたと報告した。しかし、この時期は一時的であり、判別を誤ると必要のない V-P シャントに至ることもありうることを指摘している。また、腰椎穿刺により頭蓋内圧を正常化する量の髄液排除を行っているが、この時の排出量は少量（5～10 ml）であり、それにより効果が持続する。このことについて、脊髄クモ膜下腔のコンプライアンスの増加と第三脳室と後頭蓋窩クモ膜下腔の圧勾配（subarachnoid space pressure < intraventricular pressure）が大きくなることで

説明している。効果の持続は、穿刺針の穴からの髄液の硬膜周囲、筋肉への漏れ出しによると考えている。間欠的な髄液の排出である脳室ドレナージに対し、髄腔を閉鎖腔にした腰椎穿刺⁴⁴⁾は、コンプライアンスおよび圧勾配の変化により髄液循環の改善を得るという点で有利であるという考えである。

② Bulk flow theory と Hydrodynamic theory

髄液は主に脳室内脈絡叢で産生され、第四脳室のマジャンディ孔、ルシュカ孔からクモ膜下腔へ出て、頭蓋内および脊柱管内のクモ膜下腔を循環しながら、主に頭頂部の傍矢状洞にあるクモ膜顆粒から吸収され、上矢状洞へ流出し、血液循環に乗って排出される³¹⁾。主循環（classical pathway, major pathway）と呼ばれるこの髄液循環の流れが bulk flow（総体的流れ）といわれるものである。古くからのこの考え¹²⁾⁴⁷⁾では、脳室内の髄液循環が腫瘍により閉塞された場合に脳室拡大が起こることは理解しやすい。つまり、非交通性水頭症の病態は従来の bulk flow theory で理解しやすい。しかし、交通性水頭症でクモ膜絨毛での吸収障害だけが髄液循環障害の原因であるならば、クモ膜下腔よりも側脳室下角や第三脳室が最初拡大するのであろうか。そして、脳室が高圧になり脳室拡大が起こることが説明できないという主張があつた（Fig. 4）。Egnor ら¹⁴⁾は、flow-sensitive MRI の計測で、心拍に伴う髄液拍動は髄液の bulk flow の総エネルギーの約 10 万倍であり、水頭症発症には bulk flow よりも、心拍に伴う髄液拍動が重要であると述べている。出血や炎症によるクモ膜下腔の閉塞により、クモ膜下腔の血管の拍動が髄液に伝播しにくくなり、それに応じて脈絡叢の血管拍動が増強する。特に第三脳室、側脳室下角の脈絡叢茎部で拍動が強くなり、この部で脳室拡大が最初に生じると説明している。

Greitz²⁰⁾はこれまでの bulk flow theory に対し paradigm shift として、頭蓋内コンプライアンスの低下が水頭症病態の機序の重要な要素になるという hydrodynamic theory を提唱している（Fig. 5）。コンプライアンスは動的な軟らかさを表し、頭蓋内環境を知ることができる³⁰⁾。髄液循環吸収の障害により、頭蓋内コンプライアンスが低下し、頭蓋内脈波、拍動流の変化が起こることにより説明される。頭蓋内コンプライアンスの低下のために、動脈拡張が起こりにくくなり、減衰しない pulse pressure が脳実質に伝わり、毛細血管での脳循環、髄液吸収の低下（Windkessel mechanism）、venous congestion が起こる。緩衝能の低下した脳実質への脈波により脳室内圧は上昇して、脳室拡大が起こるというものである。そ

して、ETV により第三脳室底の stoma を通じた髄液流が起り、脳室内圧が下がり、頭蓋内コンプライアンスが改善する。その結果、毛細血管での血流、髄液吸収能が改善し、水頭症病態の改善が得られるというものである^{8)20)~22)24)}。交通性水頭症に対する ETV の有用性も、この ETV 後のコンプライアンスの改善で説明される。水頭症の病態は個々の症例で異なり、感染、炎症、出血で交通性、非交通性と明瞭にしがたい場合がある。そこで、われわれは、この髄液循環の変化が最もダイナミックに起こる第三脳室の圧を連続モニターした。

③ CSF pathway と CSF dynamics

CSF pathway に注目して、水頭症分類や病態が考察され、さらに MRI や ICP センサーなどによる CSF dynamics の知見が得られている。今後さらに ETV の安全性と確実性を高めるために、CSF pathway と CSF dynamics 双方への注目が重要である。RI や CT 脳槽造影でクモ膜下腔での閉塞の有無を検討する。側脳室への逆流を示す ventricular reflux の所見をみることは有用な方法であるが、ETV 有効例でも術前の画像では吸収遅延がある場合もある。MRI の time-slip 法を用いた study⁴⁸⁾で、正常脳においても、第三脳室から側脳室に向かう逆行性の CSF flow が存在し、モンロー孔を介して、側脳室、第三脳室で活発な CSF の交換が拍動を伴いながら行われており、それとは対照的にモンロー孔周辺以外での側脳室内の CSF はゆっくりした流れで、拍動はみられず convection flow を呈すると言われている。また、第三脳室壁、中脳水道は CSF が最も脳組織に侵入しやすい場所として知られている⁴⁸⁾。このような知見の上に、ETV 術後、第三脳室内に圧センサーを留置することで、髄液循環動態の変化を鋭敏に把握するのに有用と考えた。しかし、急激な頭蓋内圧亢進が問題になることも懸念され、センサーの留置と腰椎穿刺のほか、脳圧コントロールのための脳室ドレナージや、長期的な安全性の問題も考え stoma 開存の経過観察や脳槽貯留槽を用いた対応など症例に応じた注意深い対応が大切であると思われる。

結 語

生理的髄液循環を回復させる ETV は、低侵襲性からも水頭症治療において大きな役割を担ってきている。ETV の安全性と確実性を向上させるためには、手術手技に加えて髄液循環の評価が重要になり、CSF pathway および CSF dynamics を考慮に入れて、ETV の有効性を検討する必要がある。しかし、髄液吸収能、回復の評価な

ど、術前に必ずしも十分に明らかにできない病態評価の問題が残存している。ETV は、術後に第三脳室内圧が上昇する時期があり、この adaptation period の時期をモニターして管理することは、襲侵性と安全性からも髄液循環動態の把握と ETV 有効性の判断のために有用な方法と考えられた。

文 献

- 1) Aquilina K, Edwards RJ, Pople IK: Routine placement of a ventricular reservoir at endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* 53: 91-96, 2003.
- 2) Arai H, Sato K: Posterior fossa cysts: Clinical, neuroradiological and surgical features. *Childs Nerv Syst* 7: 156-164, 1991.
- 3) Baskin JJ, Manwaring KH, Rekate HL: Ventricular shunt removal: The ultimate treatment of the slit ventricle syndrome. *J Neurosurg* 88: 478-484, 1998.
- 4) Bellotti A, Rapanà A, Iaccarino C, Schonauer M: Intracranial pressure monitoring after endoscopic third ventriculostomy: An effective method to manage the 'adaptation period'. *Clin Neurol Neurosurg* 103: 223-227, 2001.
- 5) Bognár L, Borgulya G, Benke P, Madarassy G: Analysis of CSF shunting procedure requirement in children with posterior fossa tumors. *Childs Nerv Syst* 19: 332-336, 2003.
- 6) Buxton N, Cartmill M, Vloeberghs M: Endoscopic third ventriculostomy: Outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery* 45: 957-959, 1999.
- 7) Cartmill M, Vloeberghs M: The fate of the cerebrospinal fluid after neuroendoscopic third ventriculostomy. *Childs Nerv Syst* 16: 879-881, 2000.
- 8) Charney AN, Alexander-Chacko J, Gummaconda R, Egnor RW: Non-catalytic role of carbonic anhydrase in rat intestinal absorption. *Biochim Biophys Acta* 1573: 141-148, 2002.
- 9) Cinalli G, Salazar C, Mallucci C, Yada JZ, Zerah M, Sainte-Rose C: The role of endoscopic third ventriculostomy in the management of shunt malfunction. *Neurosurgery* 43: 1323-1327, 1998.
- 10) Cinalli G, Spennato P, Ruggiero C, Aliberti F, Zerah M, Trischitta V, Cianciulli E, Maggi G: Intracranial pressure monitoring and lumbar puncture after endoscopic third ventriculostomy in children. *Neurosurgery* 58: 126-136, 2006.
- 11) Decq P, Le Guérinel C, Sol JC, Brugières P, Djindjian M, Nguyen JP: Chiari I malformation: A rare cause of non-communicating hydrocephalus treated by third ventriculostomy. *J Neurosurgery* 95: 783-790, 2001.
- 12) Di Chiro G: Observations on the circulation of the cerebrospinal fluid. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 5: 988-1002, 1966.
- 13) Dincer A, Kohan S, Ozek MM: Is all "communicating" hydrocephalus really communicating? Prospective study on the value of 3D-constructive interference in steady state sequence at 3T. *AJNR Am J Neuroradiol* 30: 1898-1906, 2009.
- 14) Egnor M, Zheng L, Rosiello A, Gutman F, Davis R: A model of pulsations in communicating hydrocephalus. *Pediatric Neurosurg* 36: 281-303, 2002.

- 15) El-Ghandour NM: Endoscopic third ventriculostomy versus ventriculoperitoneal shunt in the treatment of obstructive hydrocephalus due to posterior fossa tumors in children. *Childs Nerv Syst* **27**: 117-126, 2011.
- 16) Ferrer E, Santamarta D, Garcia-Fructuoso G, Caral L, Rumià J: Neuroendoscopic management of pineal region tumours. *Acta Neurochir (Wien)* **139**: 12-20, 1997.
- 17) Fritsch MJ, Doerner L, Kienke S, Mehdorn HM: Hydrocephalus in children with posterior fossa tumors: Role of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg* **103**: 40-42, 2005.
- 18) Fritsch MJ, Kienke S, Ankermann T, Padoin M, Mehdorn HM: Endoscopic third ventriculostomy in infants. *J Neurosurg* **103**: 50-53, 2005.
- 19) Fukuhara T, Vorster SJ, Luciano MG: Critical shunt-induced subdural hematoma treated with combined pressure-programmable valve implantation and endoscopic third ventriculostomy. *Pediatr Neurosurg* **33**: 37-42, 2000.
- 20) Greitz D: Paradigm shift in hydrocephalus research in legacy of Dandy's pioneering work: Rationale for third ventriculostomy in communicating hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* **23**: 487-489, 2007.
- 21) Greitz D: Radiological assessment of hydrocephalus: New theories and implications for therapy. *Neurosurg Rev* **27**: 145-165, 2004.
- 22) Greitz D, Hannerz J: A proposed model of cerebrospinal fluid circulation: Observations with radionuclide cisternography. *AJNR Am J Neuroradiol* **17**: 431-438, 1996.
- 23) Hader WJ, Walker RL, Myles ST, Hamilton M: Complications of endoscopic third ventriculostomy in previously shunted patients. *Neurosurgery* **63**: ONS168-174, 2008.
- 24) Hailong F, Guangfu H, Haibin T, Hong P, Yong C, Weidong L, Dongdong Z: Endoscopic third ventriculostomy in the management of communicating hydrocephalus: A preliminary study. *J Neurosurg* **109**: 923-930, 2008.
- 25) Hopf NJ, Grunert P, Fries G, Resch KD, Perneczky A: Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery* **44**: 795-804, 1999.
- 26) Javadpour M, May P, Mallucci C: Sudden death secondary to delayed closure of endoscopic third ventriculostomy. *Br J Neurosurg* **17**: 266-269, 2003.
- 27) Jones RF, Stening WA, Brydon M: Endoscopic third ventriculostomy. *Neurosurgery* **26**: 86-91, 1990.
- 28) Kehler U, Regelsberger J, Gliemroth J, Westphal M: Outcome prediction of third ventriculostomy: A proposed hydrocephalus grading system. *Minim Invasive Neurosurg* **49**: 238-243, 2006.
- 29) Kim BS, Jallo GI, Kothbauer K, Abbott IR: Chronic subdural hematoma as a complication of endoscopic third ventriculostomy. *Surg Neurol* **62**: 64-68, 2004.
- 30) Marmarou A, Shulman K, LaMorgese J: Compartmental analysis of compliance and outflow resistance of the cerebrospinal fluid system. *J Neurosurg* **43**: 523-534, 1975.
- 31) McComb JG: Cerebrospinal fluid physiology of the developing fetus. *AJNR Am J Neuroradiol* **13**: 595-599, 1992.
- 32) Miki T, Nakajima N, Wada J, Haraoka J: Indications for neuroendoscopic aqueductoplasty without stenting for obstructive hydrocephalus due to aqueductal stenosis. *Minim Invasive Neurosurg* **48**: 136-141, 2005.
- 33) 宮嶋雅一: 内視鏡的第3脳室底開窓術. *No Shinkei Geka* **35**: 543-555, 2007.
- 34) Mizoguchi M, Inamura T, Hikita T, Cheng CL, Ohgami S: Neuroendoscopic biopsy of tectal glioma: A case report. *Minim Invasive Neurosurg* **43**: 53-55, 2000.
- 35) Nishiyama K, Mori H, Tanaka R: Changes in cerebrospinal fluid hydrodynamics following endoscopic third ventriculostomy for shunt-dependent noncommunicating hydrocephalus. *J Neurosurg* **98**: 1027-1031, 2003.
- 36) O'Brien DF, Javadpour M, Collins DR, Spennato P, Mallucci CL: Endoscopic third ventriculostomy: An outcome analysis of primary cases and procedures performed after ventriculoperitoneal shunt malfunction. *J Neurosurg* **103**: 393-400, 2005.
- 37) Oi S: Development in harmony. *Childs Nerv Syst* **20**: 693-701, 2004.
- 38) Oi S: Hydrocephalus research update—controversies in definition and classification of hydrocephalus. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **50**: 859-869, 2010.
- 39) Oi S, Di Rocco C: Proposal of "evolution theory in cerebrospinal fluid dynamics" and minor pathway hydrocephalus in developing immature brain. *Childs Nerv Syst* **22**: 662-669, 2006.
- 40) Oi S, Kamio M, Joki T, Abe T: Neuroendoscopic anatomy and surgery in pineal region tumors: Role of neuroendoscopic procedure in the 'minimally-invasive preferential' management. *J Neurooncol* **54**: 277-286, 2001.
- 41) Pople IK, Athanasiou TC, Sandeman DR, Coakham HB: The role of endoscopic biopsy and third ventriculostomy in the management of pineal region tumours. *Br J Neurosurg* **15**: 305-311, 2001.
- 42) Rapanà A, Bellotti A, Iaccarino C, Pascale M, Schönauer M: Intracranial pressure patterns after endoscopic third ventriculostomy. Preliminary experience. *Acta Neurochir (Wien)* **146**: 1309-1315, 2004.
- 43) Sainte-Rose C, Cinalli G, Roux FE, Maixner R, Chumas PD, Mansour M, Carpentier A, Bourgeois M, Zerah M, Pierr-Kahn A, Renier D: Management of hydrocephalus in pediatric patients with posterior fossa tumors: the role of endoscopic third ventriculostomy. *J Neurosurg* **95**: 791-797, 2001.
- 44) Staykov D, Speck V, Volbers B, Wagner I, Saake M, Doerfler A, Schwab S, Bardutzky J: Early recognition of lumbar overdrainage by lumbo-ventricular pressure gradient. *Neurosurgery* **68**: 1187-1191, 2011.
- 45) Teo C, Jones R: Management of hydrocephalus by endoscopic third ventriculostomy in patients with myelomeningocele. *Pediatr Neurosurg* **25**: 57-63, 1996.
- 46) Teo C, Young R 2nd: Endoscopic management of hydrocephalus secondary to tumors of the posterior third ventricle. *Neurosurg Focus* **7**: e2, 1999.
- 47) Weed LH: Studies on Cerebro-Spinal Fluid. No. III: The pathways of escape from the Subarachnoid Spaces with particular reference to the Arachnoid Villi. *J Medical Res* **31**: 51-91, 1914.
- 48) 山田晋也: MRIを使用した脳脊髄液 hydrodynamics の観察. CSF bulk flow imaging—現状と今後の展望. *No Shinkei Geka* **37**: 1053-1064, 2009.

要 旨

第三脳室底開窓術の有用性と限界
—adaptation period の術後管理を含めて—

新 靖史 松山 武 内山 佳知
朴 永銖 川口正一郎 中瀬 裕之

第三脳室底開窓術 (endoscopic third ventriculostomy: ETV) は、低侵襲性からも大切な治療となっているが、安全性と確実性を高めるためには、手術手技に加えて、髄液循環の評価が重要である。交通性、吸収能に注目した CSF pathway と pulse pressure を考慮に入れた CSF dynamics を考えることが有用である。

ETV は髄液循環の変化の時期 “adaptation period” を経て病態が改善する特徴がある。この時期を第三脳室内に ICP sensor を留置して圧変化を連続モニターすることで、髄液循環動態の変化を捉えた。ETV の有用性と限界について、病態の理解とその臨床応用を示す。

脳外誌 20 : 725-733, 2011

会 員 の 皆 様 へ

●入会・転居・休会のご案内●

1. 入会ご案内

入会ご希望の方は申込み書一式を電話、FAX あるいは葉書にて事務局までご請求ください。

入会金 5,000 円

年会費 15,000 円(専門医, 新専門医)

10,000 円(非専門医, 協力会員, 外国人会員)

2. 脳神経外科ジャーナル送付についてのお断り

機関誌“脳神経外科ジャーナル”を年間 12 冊発行し、入会された時点から送付させていただきます。ただし、入会時以前に発行されたその年度分の機関誌については送付されません。ご了承ください。

3. 会費の納入期について

当該年度の会費は総会の開かれた年の年末までに納入するようご協力ください。

4. 会費長期未納の方へ

分割支払もお受けしたいと思いますので、事務局へご相談ください。

5. 転居・転任される方へ

転居・転任される方は速やかに学会事務局までご一報ください。

6. 国外留学される方へ

国外留学される方は、留学予定期間・留守中連絡方法および送付先などを渡航前に学会事務局までご一報ください。留学期間中、休会という形をとられますと、その期間の“脳神経外科ジャーナル”をお受け取りになれません。機関誌をご希望の方は、会費をあらかじめ前納いただくか、各年度毎に納入してください。

日本脳神経外科コンgres事務局

〒113-8421 東京都文京区本郷 2-1-1 順天堂大学医学部脳神経外科内

TEL 03-3813-1039 FAX 03-5684-3096

http://jcns.umin.jp/

E-mail: jcns@juntendo.ac.jp