原 著

腰椎-腹腔シャントに付加する新しい on-off flushing device の開発

佐藤 正純 桑名 信匡 石渡 祐介
山下 俊紀*

A Newly Designed On-off Flushing Device for Lumboperitoneal Shunt

by

Masazumi Sato, M.D., Nobumasa Kuwana, M.D., Yusuke Ishiwata, M.D., and
Toshinori Yamashita, M.D.*

from

Department of Neurosurgery, Yokohama Minami-kyosai Hospital, and

*Department of Neurosurgery, Kanagawa Prefectural Ashigarakami Hospital

A new flow-control "on-off flushing device" for lumboperitoneal shunt has been developed. This device features a simple seasaw action and click sound. It can be easily operated by manual compression of the switch without the need of any special equipment, and its on-off function is highly reliable. Our preliminary studies suggested that it was satisfactory worked in the patients without severely disturbed consciousness to prevent complications such as overdrainage as well as to treat CSF leakage.

It's clinical application is continuing to be investigated.

(Received November 27, 1992 ; accepted May 2, 1993)

Key words : hydrocephalus, liquorrhea, lumboperitoneal shunt, on-off valve, siphon effect

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 2 : 316-320, 1993

はじめに

製 品

髄液シャント術後の合併症として、over drainage に起因する低髄液圧症候群や軽微な外傷による硬膜下血腫¹⁾が報告されている。特に腰椎-腹腔シャント（以下、L-P shunt）ではその際容易に tonsillar herniation に移行する危険性があり、これを予防するためには必要に応じてシャント流量を調節したり、一時的に閉塞する装置をシステムに付加することが必要となる。今回われわれは新しい on-off flushing device を試作したので、その実用性について検討を加えた。

On-off flushing device は著者のひとり桑名のデザインにより Dow Corning 社で試作され、その外観および構造は Fig. 1 のごとくである。材質は silastic で、外寸は 33 mm (L) × 19 mm (W) × 8 mm (H)、皮下への埋設に適した low profile type とし、内部はステンレス製のシーソー型で、電気のシーソー型スイッチと同様の機能なので操作が理解しやすく、また操作時に内部のホックの開閉によって生じるクリック音や X 線透視によって容易に作動状況を確認できる構造となっている。操作に必要な力は製品によって多少のバラツキはあるが、平均 off → on 時 1.4 kgw, on → off 時 1.5 kgw である。

横浜南共済病院脳神経外科〔連絡先：佐藤正純，〒232 横浜市中区浦舟町 3-46 横浜国立大学附属浦舟病院救命救急センター〕

Address reprint requests to : Masazumi Sato, M.D., Critical Care and Emergency Center, Yokohama City University Urahune Hospital, Urahune-cho 3-46, Minami-ku, Yokohama-shi, 232 Kanagawa, Japan

*神奈川県立足柄上病院脳神経外科

Fig. 1 Photograph and schematic drawing of "on-off" flushing device

Fig. 2 Photograph showing our designed "pressure gauge" for measuring the abdominal tension

Fig. 3 Plain x-ray films 5 weeks after implantation showing the device in place and proper on (left)-off (right) action

方 法

この device を日本白色種ウサギ雄 (体重 2.1 kg) の背部傍正中の皮下に埋設して 5 週間飼育し, 1 週間ごとにウサギの体動によって device が誤動作し, 設定が変わっていないか X 線透視下で確認し, また外表からの触知, 操作が困難になっていないかについても検討した。またこの device をスチール製の机の上に置き, その上に厚さ 0.04 インチ (≒1 mm) の silastic sheet を数枚重ねて, その上から blind で操作を行い, 1 回毎にその作動

状態を確認した。これを 30 名の volunteer (男 15 名, 女 15 名) に操作してもらい, おのおのが確実に操作できる限界の厚さを評価した。さらにこの device を腹壁皮下に設置して操作する場合を想定し, 脳神経外科に入院中の患者のうち意識清明か意識障害があっても軽度で随意に腹壁の緊張が得られる 10 名, および意識障害のため腹壁の緊張が得られない 21 名, 計 31 名を無作為に選び, それぞれ安静臥床の状態でする左 McBurney 点を後述のプレッシャーゲージで圧迫して, 腹壁の沈み込みとその時の応力を測定した (Fig. 2)。このプレッシャーゲージは市販のテンションゲージ (大腸計器製作所製, 3000 g 型)

Table 1 On-off control of the device under silastic sheets

Silastic thickness (mm)	Successful control (persons, %)
10	14 (46.7%)
9	20 (66.7%)
8	25 (83.3%)
7	27 (90.0%)
6	29 (96.7%)
5 $\geq$	30 (100.0%)

の芯棒に直径 2 cm のゴム球を取り付けたもので、指先での操作を想定してわれわれが考案、試作したものである。

結 果

ウサギの皮下に埋設した device は外表から容易に触知、操作することができ、その操作性は5週間経過した後もまったく変わらなかった。またウサギの活発な動きによっても device は誤動作することなく、その作動状態はX線透視の側面像で容易に確認できた (Fig. 3)。しかしこの体重のウサギでは device 設置部位の肋骨や傍脊柱筋の支持が弱く、device の作動に必要な応力を得ることが困難であった。スチール机上の実験では厚さ 5 mm までなら volunteer 全員が silastic sheet 上から確実に操作を行うことができた (Table 1)。プレッシャーゲージで実測した腹壁の応力は、意識清明、または意識障害が軽い 10 名ではいずれも 2.0 kgw 以上となったが、随意に腹壁の緊張が得られない患者では 21 名中 7 名で device の作動に必要な 1.5 kgw を下回った (Table 2)。

考 察

髄液シャントの流量を調節して over drainage による合併症を予防することは従来から大きな課題となっているが、これを解決するため近年種々の新しいシャントシステムがあいついで開発されている。Sophy programmable pressure valve や MEDOS programmable shunt system などの圧可変式シャントシステムは、最適なバルブ圧に設定することを可能にしたが、over drainage を確実に防止する機構は備えておらず、また MRI によって圧設定が影響されたり、高価な圧設定 programmer を必要とするなどの問題点がある。一方 Orbis-Sigma shunt device や Delta valve などは従来の antisiphon device と同様の差圧式流量調節機能を備えており over

Table 2 Abdominal tension as a rebound from the compressed abdominal wall

Abdominal tension (kgw)	Disturbed consciousness	
	Alert or slightly (cases)	Severely (cases)
2.5~3.0	5	3
2.0~2.4	5	3
1.5~1.9	0	8
0.9~1.4	0	7
Total	10	21

drainage の予防には最も有効なシステムと考えられるが、システム内に siphon effect を生じない L-P shunt には基本的に応用できない。

L-P shunt において over drainage に起因する合併症は本来稀なもので、Kuwana ら⁶⁾は 191 例のうち、L-P shunt 術後 3 例 (1.6%) に低髄液圧症候群を、1 例に軽微な外傷による硬膜下血腫を生じたと報告している。しかしいったんこうした合併症が起きると、L-P shunt では tonsillar herniation などの重篤な状態に移行する可能性が指摘されており、ただちにシャントの閉鎖が必要な場合もある。またこのような危険を想定して、L-P shunt 術後の体位には細心の注意が払われており、われわれは通常 1 週間程度で座位ないし立位をとるように管理しているが、もし一時的にシャントを閉鎖する機能があれば、術後の早期離床が可能となり、特に L-P shunt の適応となることが多いハイリスクの症例では、これが全身合併症の予防に大いに役立つと考えられる。

われわれは以上の観点から、主に L-P shunt に付加する目的で新しい on-off flushing device の開発に取り組んだ。設計にあたっての基本思想は次の通りである。

- ① 誤動作のない安定した on-off 機能をもつこと
- ② 腹壁に設置して容易に操作できること
- ③ 特別な切替装置を必要としないこと
- ④ 設定の確認が容易にできること

このうち設置部位については、L-P shunt の走行経路のうち背部や腸骨稜上は、誤動作や褥創を防ぐ意味から避けるべきであると考え、従来骨組織の上で操作されていた多くの device の発想から脱して、腹壁という軟部組織の上で操作できることを目標にした。

この device の操作は単純で、厚さ 5 mm の silastic sheet 上からでも十分に可能であったことから、皮下に設置した場合 device 周囲に多少の結合組織増生があっても操作には支障ないと思われる。しかし意識障害のため随意に腹壁の緊張ができない症例では、十分な応力が得られず操作が困難となる可能性がある。このような場

合でも咳反射を誘発するなどして、一時的に腹壁の緊張を高め切替操作を行うことは可能であるが、一般には高度な意識障害患者は適応外とするのが妥当であろう。易操作性と誤動作の防止は常に相反する関係にあるが、これまで腹壁という硬さの変化する軟部組織の上へ積極的に device を設置した報告はなく、この実験結果は他の同様な device の開発にも参考になるとと思われる。

この device の臨床応用としては、前述のような緊急時の over drainage の防止や術後の早期離床による全身合併症の予防のほかに、シャント依存性の有無を評価してシャント抜去の確実な判断を行うことにも応用できる。また髄液漏に対する L-P shunt の有効性は従来より報告されているが^{2)4)7)~9)}、その際にも必要に応じてシャントを開閉することにより、緊張性気脳症や低髄液圧症候群などの合併症を予防しつつ髄液漏閉鎖を待ち、シャント抜去の時期を的確に判断できる可能性がある。

現在市販されている off の機能をもつバルブは 2 種類ある。1 つは従来からある Heyer-Schulte 製の multi-purpose valve で、本来 proximal injection や flushing のための一時的なシャント閉塞を目的としており、長期の設定では誤動作が生じやすい難点がある。もう一つは橋本ら³⁾が開発した MDM multipurpose shunt system で、流量可変式のバルブに off 機能をあわせもち、ICP モニターも接続できるという優れた設計思想に基づいているが、チタンボールの移動による設定は確実である反面、設置部位が胸骨上などに制限され、また経皮的操作には熟練を要するようである。

われわれの試作品は、単純にシャント閉鎖のみを目的とし、特別な切替装置を必要とせず、腹壁上で容易に安定した操作ができる従来にはない特色をもった on-off valve として臨床応用が期待される。将来はこのシステムの易操作性を生かし、十分な教育によって co-medical、あるいは患者自身に操作を行わせ、医師が不在の時にも未然にシャント合併症の危険を回避できる可能性をひらくものと考えている。

結 語

1. L-P shunt に付加する目的で新しい on-off flush-

ing device を試作した。

2. 試作品は特別な切替装置を必要とせず、腹壁上で容易に操作ができる安定した on-off valve として臨床応用が期待されるが、意識障害の強い症例では切替操作が困難となる可能性があり、注意が必要である。

3. 試作品は over drainage に起因する重篤な合併症の予防やシャント術後の早期離床、シャント依存性の判定や髄液漏に対するシャントの適切な抜去時期決定などに役立つと考えられる。

本論文の要旨は第 51 回日本脳神経外科学会総会 (1992 年 10 月、鹿児島) および第 2 回水頭症の治療シンポジウム (1993 年 3 月、名古屋) において発表した。

最後にご校閲を賜りました横浜市立大学脳神経外科、山本勇夫教授に深謝申し上げます。

文 献

- 1) Aoki N, Mizutani H : Acute Subdural Hematoma due to Minor Head Trauma in Patient with a Lumboperitoneal Shunt. *Surg Neurol* 29 : 22-26, 1988.
- 2) Greenblatt SH, Wilson DH : Persistent cerebrospinal fluid rhinorrhea treated by lumboperitoneal shunt. *J Neurosurg* 38 : 524-526, 1973.
- 3) 橋本卓雄, 中村紀夫, 神吉利典, 島津秀昭, 山越憲一, 権藤正勝, 玉井敏昭 : 無侵襲的流量変換および圧測定が可能なシャントシステム. 小児の脳神経 16 : 407-412, 1991.
- 4) 石渡祐介, 塩沢亮夫, 市川輝夫, 小嶋康弘, 稲田良宣 : 髄液漏に対する経皮的 L-P シャント術の有効性について. 神外 25 : 923-927, 1985.
- 5) 楠 忠樹, 野垣秀和, 増村道雄, 玉木紀彦, 松本 悟, 山下英行 : One piece silastic LP-shunt. 脳外 11 : 389-391, 1983.
- 6) Kuwana N, Kuwabara T : Lumbar Subarachnoid-Peritoneal Shunt—Follow-up Study on 158 Cases. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 24 : 485-489, 1984.
- 7) James HE, Tbbbs PA : Diverse clinical applications of percutaneous lumboperitoneal shunts. *Neurosurgery* 8 : 39-42, 1981.
- 8) Selman WR, Spetzler RF, Wilson CB, Grollmus JW : Percutaneous lumboperitoneal shunt. Review of 130 cases. *Neurosurgery* 6 : 255-257, 1980.
- 9) Spetzler RF, Wilson CB : Management of recurrent CSF rhinorrhea of the middle and posterior fossa. *J Neurosurg* 49 : 393-397, 1978.

要 旨

腰椎-腹腔シャントに付加する新しい on-off flushing device の開発

佐藤 正純 桑名 信匡 石渡 祐介 山下 俊紀

腰椎-腹腔シャント (L-P shunt) に付加する目的で新しい on-off flushing device を試作した。試作品は特別な切替装置を必要とせず、腹壁上で容易に操作ができ、しかも安定した設定を保つことができる、従来にない特色をもった on-off valve として臨床応用が期待されるが、意識障害の強い症例では切替操作が困難となる可能性があり、注意が必要である。この device は over drainage に起因する重篤な合併症の予防やシャント術後の早期離床、シャント依存性の判定や髄液漏に対するシャントの適切な抜去時期決定などに役立つと考えられる。

脳外誌 2: 316-320, 1993