

# 뇌수두증 치료에 있어서 Programmable Valve의 효용성에 대한 연구

성균관대학교 의과대학 삼성창원병원 신경외과학교실

조 용 운

## Efficacy of the Programmable Valve in the Treatment of Hydrocephalus

Yong Woon Cho, MD

Department of Neurosurgery, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, Korea

**Objective:** The goal of this study was to clarify the efficacy of the Codman Hakim programmable valve. The opening pressure of this valve can be adjusted in the range of 30 to 200 mmH<sub>2</sub>O non-invasively. Clinical data obtained in 23 patients with hydrocephalus were analyzed. **Methods:** The authors conducted a retrospective study of 23 patients suffering from hydrocephalus of various causes. In all cases a Codman-Medos programmable Hakim valve was implanted. **Results:** In 60.9% of the cases, valve pressure adjustment was required at least once (mean number of adjustments 1.3, maximum 4). Mean adjusted valve pressure was 85 mmH<sub>2</sub>O in children, and 92.6 mmH<sub>2</sub>O in adults. Nontraumatic subdural fluid collections were demonstrated in 4 (17%) patients and all of whom were treated by valve pressure adjustment alone. **Conclusion:** The programmable valve was useful for the correction of overdrainage or underdrainage by the non-invasive control of valve pressure. We could decrease the incidence of shunt revision by using this shunt device for the treatment of hydrocephalus. (J Kor Neurotraumatol Soc 2010;6:116-119)

**KEY WORDS:** Hydrocephalus · Programmable valve shunt system.

## 서 론

수두증의 치료에 있어서 단락술은 가장 유용한 치료방법이다. 하지만 틈새뇌실증후군(slit ventricle syndrome)이나 경막하수종과 같은 과다배액이나 뇌실 크기의 변화가 없거나 증상이 완화 되지 않는 과소배액과 같은 문제들이 발생할 수 있으며 이는 종종 재수술을 요하기도 한다. 이와 같은 문제들을 해결하기 위하여 유량조절단락장치나 anti-siphon device 등이 개발되어 사용되고 있지만 여전히 문제들이 발생하고 있다. 적절한 밸브개방압력을 술 전에 확인할 수 없고, 또한 이미 설정된 개방압력을

가지는 기구로써는 술 후에 발생하는 과다배액이나 과소배액의 문제를 해결할 수 없었다. 따라서 술 후에 환자의 증상이나 방사선소견 등을 참조하여 개방압력을 조절할 수 있는 기구가 필요하게 되었다. Codman-Medos programmable Hakim valve는 1991년 Hakim과 Hakim에 의해 개발된 것으로 자장을 발생시키는 programmer를 사용하여 밸브의 개방압력을 비침습적으로 조절하는 것이 가능하여 과소배액이나 과다배액에 의한 문제들을 많은 부분 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 Codman-Medos programmable Hakim valve를 사용하여 수술한 23예의 수두증환자의 치료결과를 분석하여 그 효용성에 대하여 알아보았다.

**Received:** January 26, 2010 / **Revised:** March 11, 2010

**Accepted:** April 22, 2010

**Address for correspondence:** Yong Woon Cho, MD  
Department of Neurosurgery, Samsung Changwon Hospital,  
Sungkyunkwan University School of Medicine, 50 Hapseong-dong,  
Masanhoewon-gu, Changwon 630-723, Korea  
Tel: +82-55-290-6023, Fax: +82-55-290-6899  
E-mail: choyw@chol.com

## 대상 및 방법

2004년 5월부터 2008년 1월까지 외상이나 종양 혹은 뇌동맥류의 파열로 인한 뇌지주막하출혈, 또는 기타의 이

유로 수두증으로 진단되어 본원에서 programmable shunt device (Codman-Medos programmable Hakim valve)를 이용하여 단락술을 시행한 28명의 환자 중에서 밸브 자체의 결함으로 인하여 단락제거술을 시행한 1예와, 수술수기상의 문제 및 감염 등의 합병증으로 인하여 단락제거술을 시행한 경우를 제외하고 2개월 이상 추적조사가 가능했던 23예를 대상으로 하였다.

성별분포는 남자가 11명, 여자가 12명이었으며 평균 연령은 46.2세였다 (8개월~74세). 추적관찰기간은 2개월에서 16개월까지였다. 수술을 시행하게 된 원인질환은 외상 후 발생한 수두증과 뇌동맥류파열에 의한 뇌 지주막하 출혈 후 발생한 수두증이 각각 8예로 가장 많았으며 원인을 알 수 없는 경우가 4예였다 (Table 1).

증상으로는 의식 저하가 가장 많았으며, 치매, 보행장애, 배뇨장애, 두통, 간질 등의 증상을 볼 수 있었고 일반적으로 두가지 이상의 증상을 동시에 보였다 (Table 2).

이상의 환자들에서 programmable valve를 사용하여 뇌실-복강간 단락술을 시행하였으며, 신경학적 증상의 변

화, 뇌전산화단층촬영에서 뇌실크기 (frontal horn index)의 변화, 뇌실주위저음영의 존재유무 등을 기준으로 하여 programmable valve의 개방압력을 조절하였다.

최초 programmable valve의 개방압력은 누워있을 때의 정상뇌실압인 120 mmH<sub>2</sub>O보다 조금 낮은 100 mmH<sub>2</sub>O로 설정하였다.

## 결 과

평균 7.7개월 (2~16개월)의 추적관찰 결과 총 23명 중 16명 (70%)에서 수두증 발생 이전의 상태로 회복되었고 7명 (30%)에서 증상의 호전은 있으나 잔존증상을 보였다. 18세 이하의 소아환자 4명 중 3명에서는 수두증 발생 이전의 상태로 회복하였고 19세 이상 성인 19명 중에서 13명이 수두증 발생 이전의 상태로 회복하였다.

소아에서 최종개방압력은 평균 85 mmH<sub>2</sub>O였으며, 성인의 경우 최종개방압력의 평균은 92.6 mmH<sub>2</sub>O였다 (Table 3).

23예에서 수술 후 개방압력의 조절은 총 28회였다. 한번 이상 개방압력을 조절한 경우는 총 14예 (60.9%)였으며, 1회에서 최고 4회까지 개방압력을 조절하였고 소아에서는 평균 1.5회, 성인에서는 1.16회, 전체적으로는 1.3회의 개방압력의 조절이 필요하였다 (Table 4, 5). 소아와 성인에서의 조절횟수 차이는 Mann-Witney 검정을 사용하여 비교하였으며 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 ( $p=0.61$ ). 압력조절이 필요한 경우는 상향조절 시 경막하수종의 발생이 원인이었고, 하향조절이 필요했던 경우는 신경학적 증상의 호전이 경미하였거나 뇌전산화단층촬영에서 뇌실크기의 변화가 없거나, 뇌실주위 저음영이 남아 있

**TABLE 1.** Etiology of hydrocephalus

Causes	No. of patient
Subarachnoid hemorrhage	8
Trauma	8
Idiopathic	4
Meningitis	2
Neoplasm	1

**TABLE 2.** Clinical manifestation

Symptom	No. of patient
Impaired consciousness	14
Gait disturbance	6
Dementia	4
Urinary incontinence	4
Headache	3
Seizure	1

**TABLE 3.** Mean adjusted pressure in children and adults

Age group	Etiology	No. of patient	Mean (mmH <sub>2</sub> O)
Children	Meningitis	2	75
	Trauma	1	90
	Neoplasm	1	100
	Total	4	85
Adults	Subarachnoid hemorrhage	8	91.25
	Trauma	7	91.4
	Idiopathic	4	97.5
	Total	19	92.6

**TABLE 4.** No. of valve pressure adjustment according to etiology in children

Etiology	No. of pressure adjustment				
	0	1	2	3	Mean
Meningitis (2)	—	—	1	1	2.5
Trauma (1)	—	1	—	—	1
Neoplasm (1)	1	—	—	—	0
Total (4)	1	1	1	1	1.5

**TABLE 5.** No. of valve pressure adjustment according to etiology in adult

Etiology	No. of pressure adjustment					
	0	1	2	3	4	Mean
Subarachnoid Hemorrhage (8)	2	2	3	1	—	1.375
Trauma (7)	3	1	1	1	1	1.42
Idiopathic (4)	3	1	—	—	—	0.25
Total (19)	8	4	4	2	1	1.16

는 경우였다. 총 28회의 개방압력의 교정 중 24회는 하향 조절이었으며, 4회만이 상향조절이었다. 첫 교정에서 개방압력을 올린 경우는 1예가 있었으며, 그 외에는 모두 하향 조절 중 경막하수종의 형성으로 다시 상향조절하는 경우였다. 4예 모두 개방압력의 조절만으로 경막하수종을 치료할 수 있었다.

## 고 찰

1985년 Sophy SU-8이 소개되고 임상에서 사용되기 전까지, 수두증의 치료를 위한 단락술에 사용된 기구들은 밸브 개방압력이 미리 설정된 것들이었다.<sup>6,12,14</sup> 이러한 기존에 사용된 기구들은 대부분 low, medium, 또는 high-pressure로 설정된 것들이어서 술 후에 임상증상이나 방사선소견 등의 조건들을 이용한 압력 조절이 불가능하여 과소배액이나 과다배액의 문제를 해결할 수 없었다.<sup>4,5</sup> 또한 어떤 개방압력을 가지는 밸브를 선택해야 하는가는 아직 이견이 많으며 대부분의 경우 술자의 경험에 의존하는 실정이어서 환자에게 정확한 개방압력을 정하는 것이 어려우며 적절하지 못한 개방압력의 밸브를 사용한 경우는 재수술을 시도해야 하는 경우가 많았다.<sup>5,20</sup>

많은 연구자들이 여러 가지 원인에 의한 수두증에 대하여 비침습적으로 개방압 조절이 가능한 밸브기구의 유용성에 대하여 보고하고 있다.<sup>1,7,13,17,19</sup> 그러나 Sophy SU-8은 크기가 크고 자기장에 쉽게 밸브의 개방압력이 바뀌는 단점을 가지고 있었다.<sup>19</sup> 저자는 이러한 단점들을 보완하여 가장 최근에 개발되어 현재 널리 사용되고 있는 Codman-Medos programmable Hakim valve를 이용하여 수술을 시행하였다. 현재 사용되고 있는 Codman-Medos programmable Hakim valve는 1991년 Hakim과 Hakim에 의해 개발된 것으로 30~200 mmH<sub>2</sub>O 범위에서 10 mm H<sub>2</sub>O씩 18단계의 조절이 가능한 것이다.<sup>2,10</sup> 개방압력의 조절은 자장을 발생시키는 programmer를 사용하여 비침습적으로 가능하며, 두개골 단순 X선 촬영으로 밸브 내부의 압력 표시자를 확인함으로써 조절된 것을 확인할 수 있다.

본원에서는 최초 개방압력을 100 mmH<sub>2</sub>O로 결정하였다. 이는 누워 있을때의 정상뇌실압인 120 mmH<sub>2</sub>O보다 조금 낮은 수치이다.

기존의 문헌들을 참조할 때 최종추적조사 시의 평균개방압력이 Yamashita 등<sup>21)</sup>은 103 mmH<sub>2</sub>O, Ahan 등<sup>1)</sup>의 경우는 98.4 mmH<sub>2</sub>O 등이었으며, 뇌경막하혈종이나 뇌경막하수종 등을 예방하기 위하여 평균치보다 조금 높게

설정한 후 필요한 경우 밸브개방압력을 조절하는 것이 좋을 것으로 판단되어 최초개방압력을 100 mmH<sub>2</sub>O로 설정하였다. 그러나 대부분의 보고들은 뇌실천자압, 혹은 방사선소견, 임상증상, 나이, 원인질환 등에 따라 최초개방압력을 달리 설정해야 한다고 주장한다. Lee 등<sup>13)</sup>은 뇌실천자압과 최종개방압사이에는 통계적 유의성이 있고, 최종압은 모두 뇌실천자압보다 낮았다고 보고했다.

본원의 결과는 전체 환자에서 최종개방압력이 70~110 mmH<sub>2</sub>O였으며 평균 91.1 mmH<sub>2</sub>O로 최초개방압력의 설정에 문제는 없었던 것으로 판단되나 최초개방압력의 설정에 다양한 요소들을 참고하는 것이 이상적일 것이라고 판단된다.

환자 개개인에 대하여 개방압력을 어떻게 정해야 할지에 대해 아직 이견이 많으며 대부분 술자의 경험에 의존하는 실정이어서 환자에서 정확한 개방압력을 정하는 것이 어려우며 적절하지 못한 개방압력의 밸브를 사용한 경우 재수술을 시도해야 하는 경우가 많았다.<sup>15,17</sup> 따라서 Codman-Medos programmable Hakim valve를 사용하여 각각의 환자에 대하여 적당한 압력을 조절할 수 있어 과소배액이나 과다배액으로 인한 합병증이나 재수술을 피할 수 있을 것으로 판단된다. 본원의 경우 23예 중 14예 (60.9%)에서 한번 이상의 개방압력의 조절이 필요하였다.

Kuurne 등<sup>11)</sup>은 밸브의 개방압력이 낮은 경우 경막하수종이 발생할 수 있다고 하였고 본원의 경우 술 후 혹은 개방압력의 조절 중에 4예에서 경막하수종이 발생하였고 이것은 개방압력의 조절만으로 쉽게 치료할 수 있었다.

기존의 고정된 개방압력의 밸브를 사용하는 경우는 임상증상의 개선이 없거나 일부증상의 개선만이 있는 경우 재수술을 고려하여야만 하며, 또한 재수술을 위한 추적조사기간도 상당히 길어질 수밖에 없을 것이다.<sup>5</sup> 또한 본원의 경우 Codman-Medos programmable Hakim valve를 사용한 환자에서 수차례 개방압력의 조절에도 불구하고 만족할 만한 방사선소견을 보이면서 증상의 완화를 보이지 않았던 환자들을 제외시켰는데 이는 환자의 증상이 수두증에 의한 것이 아니라 기존의 원인질환의 잔여증상으로 판단되었기 때문이다. 이러한 환자의 경우 고정된 개방압력을 가지는 기존의 단락기구를 사용한 경우 재수술을 결정하기가 쉽지 않을 것으로 사료된다. 또한 소아의 경우 성장하면서 두개강내의 유체역학적 상황 (뇌실질의 탄성도 혹은 뇌척수액의 점도의 변화)이 변함에 따라 밸브의 개방압력을 변화시켜야 할 필요성이 있다.<sup>8,9,18</sup> 본원의 경우 4예의 소아환자가 있었는데 평균 1.5회의 추가적인 개방압력의 조절이 필요하였으며 환자가 성장함에 따라 지

속적인 추적조사가 필요할 것으로 판단된다. 성인의 경우는 평균 1.16번의 추가적인 개방압력의 조절이 필요하여, 성인보다는 소아에서 재조절이 많이 필요하였다.

Codman-Medos programmable Hakim valve를 사용함으로써 술 후의 조절을 통하여 과다배액이나 과소배액의 경우는 조절이 가능하나 실험적으로 높은 밸브압력 상황에서도 빠른 유속을 보이는 경우가 있으므로 antisi-phon device의 추가를 고려해 보아야 할 것이다.<sup>3,16,18)</sup>

초기의 모델에 비하여 크기를 줄였다고는 하지만 아직 크기가 크므로 소아에서 사용하는 경우는 Kocher's point를 통하여 삽입하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 그래야만 밸브장치를 후두부에 둘 수 있고 개방압력의 조절이 쉽게 된다. 또한 자기장을 이용한 개방압력조절방식으로 인하여 MRI 촬영 등으로 밸브의 개방압력이 변할 수 있으며 Ahan 등<sup>1)</sup>은 MRI 촬영 후 밸브개방압력이 변화된 경우를 보고하였으며, MRI 촬영 후에는 꼭 밸브의 개방압력을 확인하도록 하였다.

## 결 론

개방압력을 비침습적으로 조절할 수 있는 programmable valve를 사용하여 과다배액이나 과소배액으로 인한 문제를 간단하게 해결 할 수 있을 것으로 사료되며 모든 환자에서 programmable valve를 사용하는 것을 원칙으로 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

**중심 단어:** 수두증·프로그램 밸브 단락장치.

## REFERENCES

- 1) Ahan ST, Yoo DS, Cho KS, Kim JK, Huh PW, Kim DS, et al. The use of the programmable valve shunt system in the management of patients with hydrocephalus. *J Korean Neurosurg Soc* 31:139-144, 2002
- 2) Aschoff A, Krämer P, Benesch C, Klank A. Shunt-technology and overdrainage--a critical review of hydrostatic, programmable and variable-resistance-valves and flow-reducing devices. *Eur J Pediatr Surg* 1 Suppl 1:49-50, 1991
- 3) Aschoff A, Kremer P, Benesch C, Fruh K, Klank A, Kunze S. Overdrainage and shunt technology. A critical comparison of programmable, hydrostatic and variable-resistance valves and flow-reducing devices. *Childs Nerv Syst* 11:193-202, 1995
- 4) Black PM. Idiopathic normal pressure hydrocephalus. Results of shunting in 62 patients. *J Neurosurg* 52:371-377, 1980
- 5) Black PM, Hakim R, Bailey NO. The use of the Codman-Medos Programmable Hakim valve in the management of patients with hydrocephalus: illustrative cases. *Neurosurgery* 34:1110-1113, 1994
- 6) Dietrich U, Lumenta C, Sprick C, Majewski B. Subdural hematoma in a case of hydrocephalus and macrocrania. Experience with a pressure-adjustable valve. *Childs Nerv Syst* 3:242-244, 1987
- 7) Han YM, Yoo DS, Kim DS, Huh PW, Cho KS, Kang JK. A clinical analysis of the ventriculoperitoneal shunt with programmable shunt device. *J Korean Neurosurg Soc* 28:75-81, 1999
- 8) Hakim S. Hydraulic and mechanical mis-matching of valve shunts used in the treatment of hydrocephalus: the need for a servo-valve shunt. *Dev Med Child Neurol* 15:646-653, 1973
- 9) Hakim S, Venegas JG, Burton JD. The physics of the cranial cavity, hydrocephalus and normal pressure hydrocephalus: mechanical interpretation and mathematical model. *Surg Neurol* 5:187-210, 1976
- 10) Kamiya K, Yamashita N, Nagai H. An experience of programmable shunt system for various disease. *Current Tr Hyd (Tokyo)* 3:38-44, 1993
- 11) Kuurne T, Servo A, Porras M. Subdural effusions re-appearing after shunts in patients with non-tumoural stenosis of the aqueduct. *Acta Neurochir (Wien)* 67:127-134, 1983
- 12) Larsson A, Jensen C, Bilting M, Ekholm S, Stephensen H, Wikelsö C. Does the shunt opening pressure influence the effect of shunt surgery in normal pressure hydrocephalus? *Acta Neurochir (Wien)* 117:15-22, 1992
- 13) Lee MC, Lee JK, Kim JH, Kim HW, Kim TS, Jung S, et al. Effectiveness of the Medos Hakim Programmable Valve in the Treatment of Various Type of Hydrocephalus. *J Korean Neurosurg Soc* 28:1714-1720, 1999
- 14) Lumenta CB, Roosen N, Dietrich U. Clinical experience with a pressure-adjustable valve SOPHY in the management of hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 6:270-274, 1990
- 15) McQuarrie IG, Saint-Louis L, Scherer PB. Treatment of normal pressure hydrocephalus with low versus medium pressure cerebrospinal fluid shunts. *Neurosurgery* 15:484-488, 1984
- 16) Pudenz RH, Foltz EL. Hydrocephalus: overdrainage by ventricular shunts. A review and recommendations. *Surg Neurol* 35:200-212, 1991
- 17) Reinprecht A, Czech T, Dietrich W. Clinical experience with a new pressure-adjustable shunt valve. *Acta Neurochir (Wien)* 134:119-124, 1995
- 18) Reinprecht A, Dietrich W, Bertalanffy A, Czech T. The Medos Hakim programmable valve in the treatment of pediatric hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 13:588-593; discussion 593-594, 1997
- 19) Sindou M, Guyotat-Pelissou I, Chidiac A, Goutelle A. Transcutaneous pressure adjustable valve for the treatment of hydrocephalus and arachnoid cysts in adults. Experiences with 75 cases. *Acta Neurochir (Wien)* 121:135-139, 1993
- 20) Yamashita N, Kamiya K, Yamada K. Experience with a programmable valve shunt system. *J Neurosurg* 91:26-31, 1999
- 21) Walsh JW, James HE. Subtemporal craniectomy and elevation of shunt valve opening pressure in the management of small ventricle-induced cerebrospinal fluid shunt dysfunction. *Neurosurgery* 10:698-703, 1982