

뇌실외배액술 관련 뇌실염 증례보고: 감염예방을 위한 표준화된 번들 적용

김다은¹ · 강현정¹ · 정혜린¹ · 장수연¹ · 이재은¹ · 이혜리¹ · 조민희¹ · 김성란¹ · 송준영^{1,2}

고려대학교 구로병원 감염관리실¹, 고려대학교 의과대학 내과학교실²

A Case of External Ventricular Drain-related Ventriculitis: Implementation of a Standardized Bundle to Prevent Infection

Da Eun Kim¹, Hyeon Jeong Kang¹, Hye Rin Jeong¹, Su Yeon Jang¹, Jae Eun Lee¹, Hae Ry Lee¹, Min Hee Cho¹, Sung Ran Kim¹, Joon Young Song^{1,2}

Infection Control Team, Korea University Guro Hospital¹, Division of Infectious Disease, Department of Internal Medicine, Korea University College of Medicine², Seoul, Korea

Received May 28, 2022

Revised June 3, 2022

Accepted June 9, 2022

Corresponding author:

Joon Young Song

E-mail: infection@korea.ac.kr

ORCID:

https://orcid.org/0000-0002-0148-7194

External ventricular drain (EVD) is one of the most common neurosurgical procedures for monitoring intracranial pressure and draining cerebrospinal fluid. However, EVD-related infection is associated with a significant incidence of complications and mortality. Frequent CSF sampling, high intracranial pressure, and prolonged duration of catheterization can increase the risk of EVD-related ventriculitis. In contrast, systemic prophylactic antibiotics would lower the incidence of EVD-related ventriculitis. Here, we report a case of EVD-related ventriculitis due to carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*. We developed a standardized EVD-related ventriculitis prevention bundle, which facilitated a decrease in infection rates.

Key Words: Cerebral ventriculitis, Prevention and control, Ventriculostomy

뇌실외배액술(External Ventricular Drain, EVD)은 두 개내 압력이 상승했을 때 뇌실에서 뇌척수액을 배액하여 두개내압을 낮추기 위해 시행할 수 있는 가장 일반적인 신경외과적 시술 중 하나이다. 그러나, EVD 관련 감염은 신경계 환자의 합병증 발병과 사망률을 높이는 중요한 원인이며 재원기간을 늘리고 총 병원비용을 높이는 것으로 알려져 있다[1,2]. 배액관 유지기간, 뇌척수액 누출, 뇌척수액 검체채취 빈도 등 다양한 요인들이 EVD 관련 감염과 관련이 있다고 보고되었다[3-7]. 또한, 여러 연구를 통해서 EVD 삽입 및 유지관리와 관련된 번들적용이 감염률을 현저히 감소시킬 수 있음을 확인하였다[8-10]. 이 글에서는 EVD 관련 뇌실염 증례와 함께 EVD 삽입 및 유지관리 번들을 개발하여 적용한 사례를 보고하고자 한다[8-10].

특이병력 없던 50세 남자 환자가 의식이 명료하지 않은 채로 발견되어 응급실에 방문하였다. 뇌실내 출혈을 동반

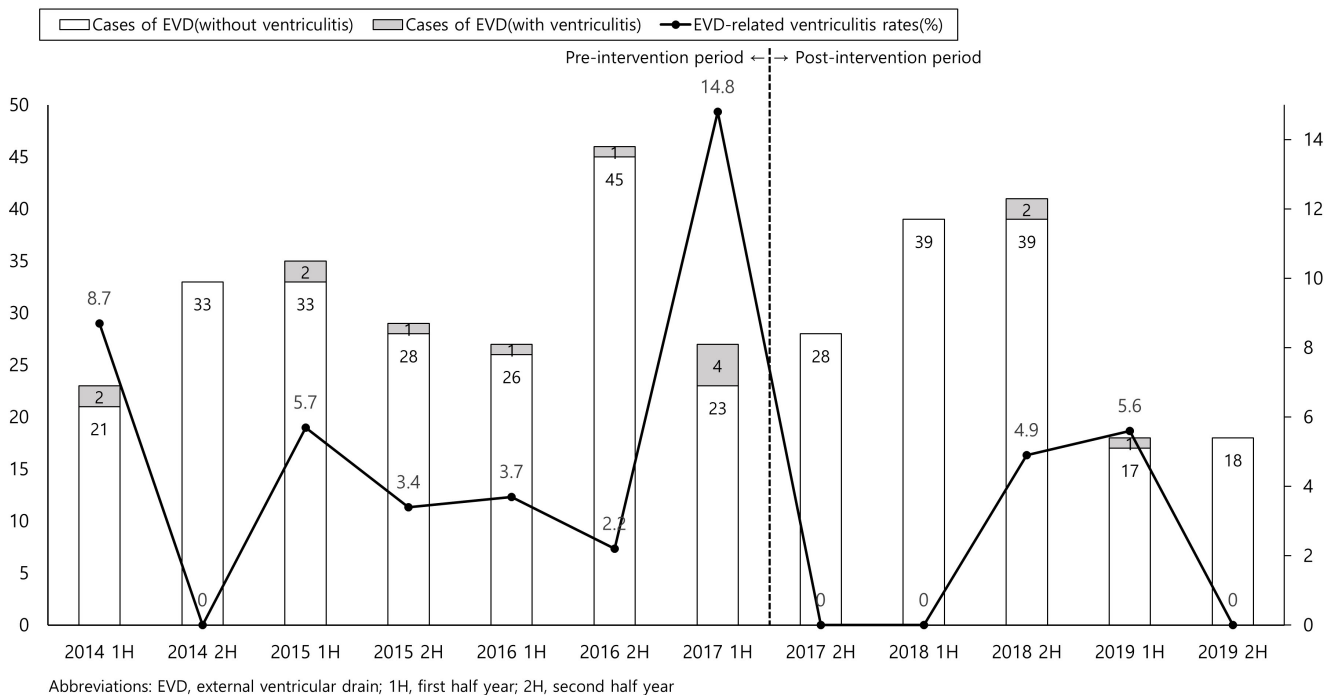
한 좌측 뇌내 출혈 진단 하 입원 1일째에 뇌실외배액술 시행 후 익일 뇌경위적 혈종제거술(Stereotaxic hematoma removal)을 시행하였고 입원 15일째에 뇌실외배액관이 제거되어 익일에 뇌실외배액관을 재시행하였다. 발열이 지속되었으며, 재삽입 시 시행한 뇌척수액 검사 상 glucose <10 mg/dL 및 protein 354 mg/dL, 뇌척수액 배양검사 상 Carbapenem 내성 *Acinetobacter baumannii*의 동정 등으로 뇌실내감염을 의심하였고 입원 20일째부터 meropenem (meropenem 2 g q 8 hrs, 6 g/day) 및 colistin (colistimethate sodium 150 mg/day) 정주를 시작하고 경막 내 colistin (10 mg/day) 투여를 병행하였다(Table 1). 환자의 의식상태 악화와 발열이 지속되어 입원 18일째 감압적 두개골 절제술을 시행하였다. 또한, 입원 21일째 배액관의 기능 문제로 기존 배액관을 제거하고 뇌실외배액술을 재시행하였으나 환자는 이후 호전 없이 입



Table 1. Summary of laboratory data in a patient with external ventricular drain-related ventriculitis

	Day of admission						
	HD2	HD7	HD16	HD22	HD23	HD28	HD30
CSF culture	-	-	CRAB	CRAB	NG	NG	NG
CSF glucose (mg/dL)	83	71	<10	<10	<10	14	<10
CSF protein (mg/dL)	79	27	354	3,600	414	1,600	479
CSF WBC (μL)	0	90	95	95	95	90	95
CSF RBC (μL)	>10,000	>10,000	7,500	>10,000	420	7	5,750
Peak BT (°C)	38.2	39.1	38.3	35.7	36.0	37.0	36.5
Hypothermia therapy	-	-	-	+	+	+	+

Abbreviations: CSF, cerebrospinal fluid; WBC, white blood cells; RBC, red blood cells; BT, body temperature; HD, hospital day; CRAB, carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*; NG, no growth.


Fig. 1. External ventricular drain-related ventriculitis rates in the period before and after infection control bundle application.

원 39일째에 사망하였다. 기존 연구에 따르면, 뇌실외배액술 관련 뇌실염이 발생하는 경우 병원재원기간이 길어지고 사망률은 30%에 이르며, 생존자의 60%는 심각한 후유증을 갖게되는 것으로 보고되었다[11].

EVD 관련 감염률을 높이는 위험요인으로는 여성, 높은 두개내압, 배액관 유지기간, 뇌척수액 누출, 잦은 뇌척수액 검체채취, 배액관 관류 및 세척(saline irrigation) 등이 있는 것으로 알려져 있다[3-7,12-14]. 예방적 항생제의 사용이 EVD 감염을 약 70% 낮춘다고 알려져 있으나 예방적 항생제를 지속적으로 투여한 환자군과 시술 전 1회 용량만 투여한 환자군 사이에서 감염률에 차이가 없다[15-17]. 또

한 뇌척수액 검체채취 빈도가 높을수록 EVD 감염률이 높아진다고 알려져 있고, 실제로 EVD 삽입 후 첫 3일간의 뇌척수액 검사결과를 비교해보았을 때 감염이 발생한 환자군과 감염이 발생하지 않은 환자군 사이에 통계적으로 차이가 없었다[7,18]. 따라서, EVD 삽입 후 초기 잦은 검체채취는 특별한 이유가 없다면 삼가야 되겠다. 또한, 배액수집관에 수집된 뇌척수액이 역류될 경우 감염률을 높일 수 있기 때문에 뇌척수액이 역류되지 않도록 주의해야 한다.

본원에서의 EVD 관련 뇌실염 발생률[(EVD 관련 뇌실염 발생건수/EVD 시행 건수)×100 (%)]은 2014년 상반기/하반기 8.7%/0%, 2015년 상반기/하반기 5.7%/3.4%,

2016년 상반기/하반기 3.7%/2.2%였으나 2017년 상반기에는 14.8%였고, 특히 다제내성 그람음성 세균에 의한 뇌실염 발생률이 급격히 높아져서 EVD 관련 뇌실염을 예방하고자 EVD 시술과 유지관리에 대한 2종의 번들을 개발하였다(supplementary appendix). 시술 번들에는 예방적 항생제, 모발제거 시 클리퍼 사용 여부, 피부소독, 최대한의 멸균 차단법, 드레싱 등의 항목을 포함하였다. 유지관리 번들에는 손위생, 드레싱, EVD 배액수집관의 숨 건조여부 확인, 두개내압 확인, 뇌척수액 검체채취 최소화(검체 채취 필요성 검토) 등의 항목이 포함되어 있으며 검사나 시술을 위해 병실을 벗어나는 경우 배액된 뇌척수액이 역류되지 않도록 배액수집관을 비우고 clamping 할 것 등을 명시하였다. 2017년 하반기에 진료과 자체 교육과 중환자실 의료진 대상 교육을 시행한 후 표준화된 번들을 도입하였으며, 그 결과 2017년 하반기 이후 EVD 관련 뇌실염 발생률이 현저히 감소하였다(Fig. 1).

EVD 관련 뇌실염을 예방하기 위한 번들 개념은 이미 오래 전부터 도입이 되었지만 실제 각 의료기관에서 활용하는 경우는 아직까지 매우 드물다. 이전 연구를 통해서 예방적 항생제, 무균적 EVD 시술과 유지관리 시 조작 최소화, 유지기간 단축 등이 중요한 요소로 제시되었다[19]. 문헌고찰을 바탕으로 우리병원에서는 EVD 관련 뇌실염을 예방하고 효과적인 치료를 위한 표준화된 번들을 개발하였고, 해당 지침 적용 후에 감염이 감소함을 경험하였다. Kubilay 등[20]에 따르면 표준화된 프로토콜 적용 후 감염률이 9.2%에서 0.46%로 감소하였고, Korinek 등[21]에 따르면 9.9%에서 4.6%로 감소하는 등 다른 연구들에서도 EVD 번들 적용 후 감염률이 현저히 감소한 것을 확인할 수 있었다.

이 글에서는 증례 보고와 함께 국내외 문헌고찰을 토대로 EVD 관련 뇌실염의 위험요인을 조사하였고 EVD 시술 및 유지관리 번들을 개발하고 적용 후 실질적인 뇌실염 감소를 이루어냈다는 점에서 의미가 있다. 특히 최근에는 다제내성 그람음성 세균에 의한 뇌실염이 문제가 되고 있어 다른 의료기관에서도 EVD 관련 감염률을 낮추기 위해서 이 같은 번들을 개발하고 적용할 수 있겠다.

Supplementary Materials

Supplementary material can be found via <https://doi.org/10.14192/kjicp.2022.27.1.73>.

References

1. Beer R, Lackner P, Pfausler B, Schmutzhard E. Nosocomial ventriculitis and meningitis in neurocritical care patients. *J Neurol* 2008;255:1617-24.
2. Lyke KE, Obasanjo OO, Williams MA, O'Brien M, Chotani R, Perl TM. Ventriculitis complicating use of intraventricular catheters in adult neurosurgical patients. *Clin Infect Dis* 2001;33:2028-33.
3. Sorinola A, Buki A, Sandor J, Czeiter E. Risk factors of external ventricular drain infection: proposing a model for future studies. *Front Neurol* 2019;10:226.
4. Camacho EF, Boszczowski I, Basso M, Jeng BC, Freire MP, Guimarães T, et al. Infection rate and risk factors associated with infections related to external ventricular drain. *Infection* 2011;39:47-51.
5. Walek KW, Leary OP, Sastry R, Asaad WF, Walsh JM, Horoho J, et al. Risk factors and outcomes associated with external ventricular drain infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*, in press 2022.
6. Atkinson R, Fikrey L, Jones A, Pringle C, Patel HC. Cerebrospinal fluid infection associated with silver-impregnated external ventricular drain catheters. *World Neurosurg* 2016;89:505-9.
7. Hoefnagel D, Dammers R, Ter Laak-Poort MP, Avezaat CJ. Risk factors for infections related to external ventricular drainage. *Acta Neurochir (Wien)* 2008;150:209-14; discussion 214.
8. Chatzi M, Karvouniaris M, Makris D, Tsimitrea E, Gatos C, Tasiou A, et al. Bundle of measures for external cerebral ventricular drainage-associated ventriculitis. *Crit Care Med* 2014;42:66-73.
9. Hong B, Apedjinou A, Heissler HE, Chaib H, Lang JM, Al-Afif S, et al. Effect of a bundle approach on external ventricular drain-related infection. *Acta Neurochir (Wien)* 2021;163:1135-42.
10. Talibi SS, Silva AH, Afshari FT, Hodson J, Roberts SA, Oppenheim B, et al. The implementation of an external ventricular drain care bundle to reduce infection rates. *Br J Neurosurg* 2020;34:181-6.
11. Luque-Paz D, Revest M, Eugène F, Boukthir S, Dejoies L, Tattevin P, et al. Ventriculitis: a severe complication of central nervous system infections. *Open Forum Infect Dis* 2021;8:ofab216.
12. Lo CH, Spelman D, Bailey M, Cooper DJ, Rosenfeld JV, Brecknell JE. External ventricular drain infections are independent of drain duration: an argument against elective revision. *J Neurosurg* 2007;106:378-83.
13. Bota DP, Lefranc F, Vilallobos HR, Brimiouille S, Vincent JL. Ventriculostomy-related infections in critically ill patients: a 6-year experience. *J Neurosurg* 2005;103:468-72.

14. Mayhall CG, Archer NH, Lamb VA, Spadora AC, Baggett JW, Ward JD, et al. Ventriculostomy-related infections. A prospective epidemiologic study. *N Engl J Med* 1984;310:553-9.
15. Sheppard JP, Ong V, Lagman C, Udawatta M, Duong C, Nguyen T, et al. Systemic antimicrobial prophylaxis and antimicrobial-coated external ventricular drain catheters for preventing ventriculostomy-related infections: a meta-analysis of 5242 cases. *Neurosurgery* 2020;86:19-29.
16. Phan K, Schultz K, Huang C, Halcrow S, Fuller J, McDowell D, et al. External ventricular drain infections at the Canberra Hospital: a retrospective study. *J Clin Neurosci* 2016;32:95-8.
17. Alleyne CH Jr, Hassan M, Zabramski JM. The efficacy and cost of prophylactic and perioperative antibiotics in patients with external ventricular drains. *Neurosurgery* 2000;47:1124-7; discussion 1127-9.
18. Schade RP, Schinkel J, Roelandse FW, Geskus RB, Visser LG, van Dijk JM, et al. Lack of value of routine analysis of cerebrospinal fluid for prediction and diagnosis of external drainage-related bacterial meningitis. *J Neurosurg* 2006;104:101-8. Erratum in: *J Neurosurg* 2007;106:941.
19. Choi SH. Prevention and management of extraventricular drain-related ventriculitis. *J Neurocrit Care* 2014;7:97-103.
20. Kubilay Z, Amini S, Fauerbach LL, Archibald L, Friedman WA, Layon AJ. Decreasing ventricular infections through the use of a ventriculostomy placement bundle: experience at a single institution. *J Neurosurg* 2013;118:514-20.
21. Korinek AM, Reina M, Boch AL, Rivera AO, De Bels D, Puybasset L. Prevention of external ventricular drain-related ventriculitis. *Acta Neurochir (Wien)* 2005;147:39-45; discussion 45-6.