



Case Report

pISSN 2092-8335 • eISSN 2733-5380
Keimyung Med J 2023;42(2):123-127
<https://doi.org/10.46308/kmj.2023.00080>

Received: March 21, 2023
Revised: April 30, 2023
Accepted: May 8, 2023

Corresponding Author:

El Kim, MD, PhD
Department of Neurosurgery, Keimyung
University School of Medicine, Dongsan
Medical Center, 1035 Dalgubeol-daero,
Dalseo-gu, Daegu 42601, Korea
Tel: +82-53-258-4385
Fax: +82-53-258-4388
E-mail: bach1158@dsmc.or.kr

*The authors contributed equally to this work.

원발성 대뇌 뇌실내 농양의 치료: 이중 배액관 및 오마야 장치의 이용

변준철^{1,*}, 김엘^{2,*}

¹계명대학교 의과대학 소아청소년과학교실

²계명대학교 의과대학 신경외과학교실

Treatment of Primary Cerebral Ventricular Abscess: Use of Dual Catheters and Ommaya Reservoir

Jun Chul Byun^{1,*}, El Kim^{2,*}

¹Department of Pediatrics, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

²Department of Neurosurgery, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

An isolated ventricular abscess is a rare event, and its treatment is a real challenge. We report such case in a 52-year-old man that was successfully managed with aid of occipital approach and ventricular access device. This patient presented with the chief complaint of headache and fever of 3-day duration. Magnetic resonance imaging showed fluid-filled layering within the posterior horns of the lateral ventricle without contrast enhancement. Blood test and cerebrospinal fluid analysis was consistent with acute bacterial ventriculitis. Using stereotactic technique guided by electromagnetic navigation, the occipital horns were bilaterally targeted and catheterized, and then the abscess and debris was evacuated. The Ommaya reservoir implanted at the left entry was intermittently punctured for preventing the recollection. The pus culture was positive for *Streptococcus pneumoniae*. He received an antibiotic therapy and the reservoir aspiration leading to rapid recovery and remission of clinical manifestations. There was no evidence of the recurrence within the ventricles on follow-up scans after discharging. This modification, occipital approach and reservoir placement, is effective treatment for improving the cure rate in the selected cases with intraventricular cerebral empyema.

Keywords: Bacterial infections, Empyema, Streptococcus pneumoniae

Introduction

화농성 뇌실염은 뇌실계 벽면의 염증성 침윤과 뇌실내 고름 축적을 주된 병적 현상하는 드문 중추신경계 질환이다. 세균성 감염으로 인한 뇌실염과 뇌실내 농양은 장기간의 항균요법과 수술적 처치에도 불구하고 높은 사망률과 불량한 치료 결과를 보인다[1]. 그러나 아직까지 세균성 뇌실염과 뇌실내 농양 환자를 위한 적정치료와 관리에 대한 의학적 지침은 아직 제공되지 못한 상태이다.

실리콘 도관(catheter)과 돔 모양의 저장소(reservoir)로 구성된 오마야(Ommaya) 장치는 뇌와 척추를 침범한 다양한 신경학적 질병에 대하여 진단 및 치료적 목적으로 오랫동안 유용하게 사용되고 있다. 피하에 고정되어 있는 저장소를 천자하여 뇌실, 뇌경막하강, 척수강, 낭종, 종양의 내용물을 채취하고 분석할 수 있다. 또한 반복적인 흡인과 배액을 통하여 병소 감압과 증상 개선도 가능하며 치료 약제를 직접 주입할 수 있는 장점이 있다[2]. 저자는 측뇌실의 양측 후두각을 침범한 원발성 뇌실내 농양 환

© 2023 Keimyung University School of Medicine
© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

자에서 이중 배액관과 오마야 장치를 적용하여 성공적으로 치료할 수 있었다. 이에 치료한 증례에 대한 보고와 함께 뇌실내 농양과 뇌실염 환자에 대한 약물요법과 수술적 치료에 대한 최신 지견을 분석하고자 한다.

Case report

51세 남자가 3일 동안의 지속적인 두통과 발열로 응급실을 방문하였다. 음주와 흡연의 경험은 없었다. 사무직에 종사하며 10년 전에 받은 건강검진에서 무증상의 비진행성 수두증이 진단되었다. 외상, 수술, 발치, 주사, 약물 복용, 환자접촉, 외국 여행 등에 관한 최근의 특이사항은 없었다. 폐렴 알균에 대한 예방접종은 받지 않은 상태였다.

내원시 의식은 청명하여 협조 가능하였다. 체온 38.2°C, 맥박 70회/분, 혈압 130/87 mmHg, 호흡수 23회/분으로 측정되었다. 심박동은 규칙적이었고 잡음은 들리지 않았으며 호흡음도 정상이었다. 말초 혈액 검사에서 백혈구는 12,700/mm³으로 증가되고 C-반응성 단백질은 6 mg/L로 약간 상승되어 있었고 프로칼시토닌은 0.05 ng/mL로 정상 범위였다. 혈액 배양검사서 동정된 이상소견은 없었다. 당뇨병과 후천성 면역결핍증에 생화학적 검사에서도 정상 이었다.

소변의 생화학적 분석과 현미경적 관찰에서 비이상적 소견은 없었다. 양측 귀의 난청은 호소하지 않았다. 두경부, 구강, 근골격계, 피부 검진에서 비정상 소견은 보이지 않았다. 신경학적 검사에서 경부강직은 없었다. 뇌신경, 상하지 운동, 감각기능, 심부건 반사도 모두 정상 범위였다.

자기공명영상에서는 수두증과 측뇌실의 양측 후두각에 대칭적인 농양이 관찰되었다. 뇌수막과 뇌실벽의 조영증강과 뇌내 병소는 동반되지 않았다(Fig. 1A,B). 전산화 단층촬영 검사에서 흉부, 복부, 골반, 경부, 부비동을 침범한 질병의 증거는 보이지 않았다. 심장 초음파에서 판막의 형태, 감염성 혈전, 심근의 운동성 등에서 이상 소견은 없었다. 요추천자에서 압력은 27 cmH₂O으로 측정되었고 육안적으로 뇌척수액은 매우 혼탁하였다. 생화학적 분석에서 백혈구 3,700/mm³(다형핵 백혈구 95%), 단백질 564 mg/dL, 포도당 1 mg/dL, 혈당 159 mg/dL로 판정되었다. 뇌척수액 그람염색에서 그람양성 알균이 관찰되고 중합효소 연쇄반응 법에서는 폐렴알균으로 판정되었다.

원발성 뇌실농양으로 진단하여 반코마이신과 세프트리악손을 우선적으로 정주하고 응급 뇌실내 배농술을 계획하였다. 자기공명 영상을 바탕으로 한 뇌항법 장치를 이용하여 우측 후두각을 천자하고 배농 도관을 삽입하였다. 조금 더 확장되어 있는 좌측 후두각에도 도관을 유지하고 오마야 저장소를 연결하여 두개골에 고정해 두었다. 양측 뇌실의 농을 완전히 제거하고 하트만 용액으로 세척하여 화농성 침전물, 부유물, 염증성 삼출을 배액 하였다(Fig. 1C,D).

우측 배액관은 5일째 제거하였고 좌측 오마야 장치는 필요해 따라 반복적으로 천자하고 세척하였다. 뇌실 고름의 배양에서 폐렴알균이 동정되었고 세프트리악손은 최소억제농도 <1.0 ug/mL로 감수성을 보여 1일 2 g을 2회 3주간에 걸쳐 정맥으로 주사하였다. 항균요법 3일째부터 두통은 소실되었고 체온은 정상화되었다. 연속적으로 측정된 뇌척수액 검사에서 염증 소견은 정상화되었고 원인균도 더 이상 배양되지 않았고 오마야 장치는 제거하였다. 퇴원 후 2개월에 추적 촬영된 자기공명영상에서 뇌실내 농양은 관찰되지 않았다(Fig. 1E). 치료 후 1년이 경과한 시점에서도 검사실 소견, 신경학적 진찰, 영상판독에서 특별한 이상 소견과 재발의 증거는 보이지 않았다.

Discussion

고립성 화농성 뇌실염의 발병은 근접한 뇌농양과 뇌수막염의 파급과 확산에 따른 이차적인 병소에 비하여 관찰되기 어려운 임상상태이다. 이와 같은 속발성 감염은 뇌실계 내에서 인공 삽입물의 설치와 조작 등을 필요로 하는 뇌실외 배액술, 뇌압측정, 뇌실 단락술, 뇌척수액 누공, 뇌내시경 시술, 뇌실 접근술, 뇌손상에 대한 치료 과정에서 세균침입에 의한 합병증의 형태로 발병하기도 한다[3]. 뇌실염 환자 98명에 대한 분석에서 대상군의 중간 나이는 60세였으나 입원 및 1년 사망률은 각각 31%와 39%로 매우 치명적인 결과를 보여주었다. 진단 당시의 의식장애, 수두증, 65세 이상, 뇌척수액 병원균 양성배양 등이 1년 사망률을 결정하는 주요한 연관인자였다. 생존자의 적지 않는 경우에서 마비, 인지저하, 보행곤란, 행동장애, 뇌전증 등의 감염 후유 장애를 경험한다고 한다[4]. 그러므로 매우 파괴적인 뇌실계의 감염병에 대한 조기인지, 즉각적인 관리, 병원균 조기확정, 수술적 처치, 적정 항균제 선택 등의 체계적이고 전략적인 접근이 강조되고 있다.

저자의 환자에서는 임상양상, 신경학적 진찰, 자기공명 영상 등의 소견에 기초하여 수막염, 뇌농양, 전신 감염 등의 다른 원발성 병소는 찾을 수 없었다. 연관 질환이 없는 뇌실내 농양은 흔한 임상상태가 아니며 문헌에서도 증례 보고만이 드물게 고찰되고 있다[1,5]. 원발성 감염은 성인에서 보다 소아와 신생아에서 상대적으로 많이 발생하는 것으로 알려져 있다[5]. 원발성 뇌실내농양 환자에서도 당뇨, 심내막염, 암, 후천성 면역결핍증, 요로감염, 부비동염, 중이염, 폐렴, 만성폐쇄성 폐질환, 유양동염, 청색증 선천성심장병, 구강내 수술, 알코올 중독과 같은 질병연관 요인이 보고되었다[1,3,6]. 본 증례에서는 수술 도중에 채취한 고름을 배양하여 폐렴알균을 원인균으로 확진하였다. 현재까지 원발 농양의 발병에 관여하는 세균으로는 황색포도알균, 수막알균, 폐렴알균, 장알균속, 대장균, 펩토스트렙토코쿠스 등이 가장 흔히 동정되었다[7,8]. 원발성 환자에 대한 원인균의 다양성, 질병의 희귀성, 치료경험의 부족, 임상발현의 비특이성 등으로 인하여 뇌실염의 발병에는 다양한

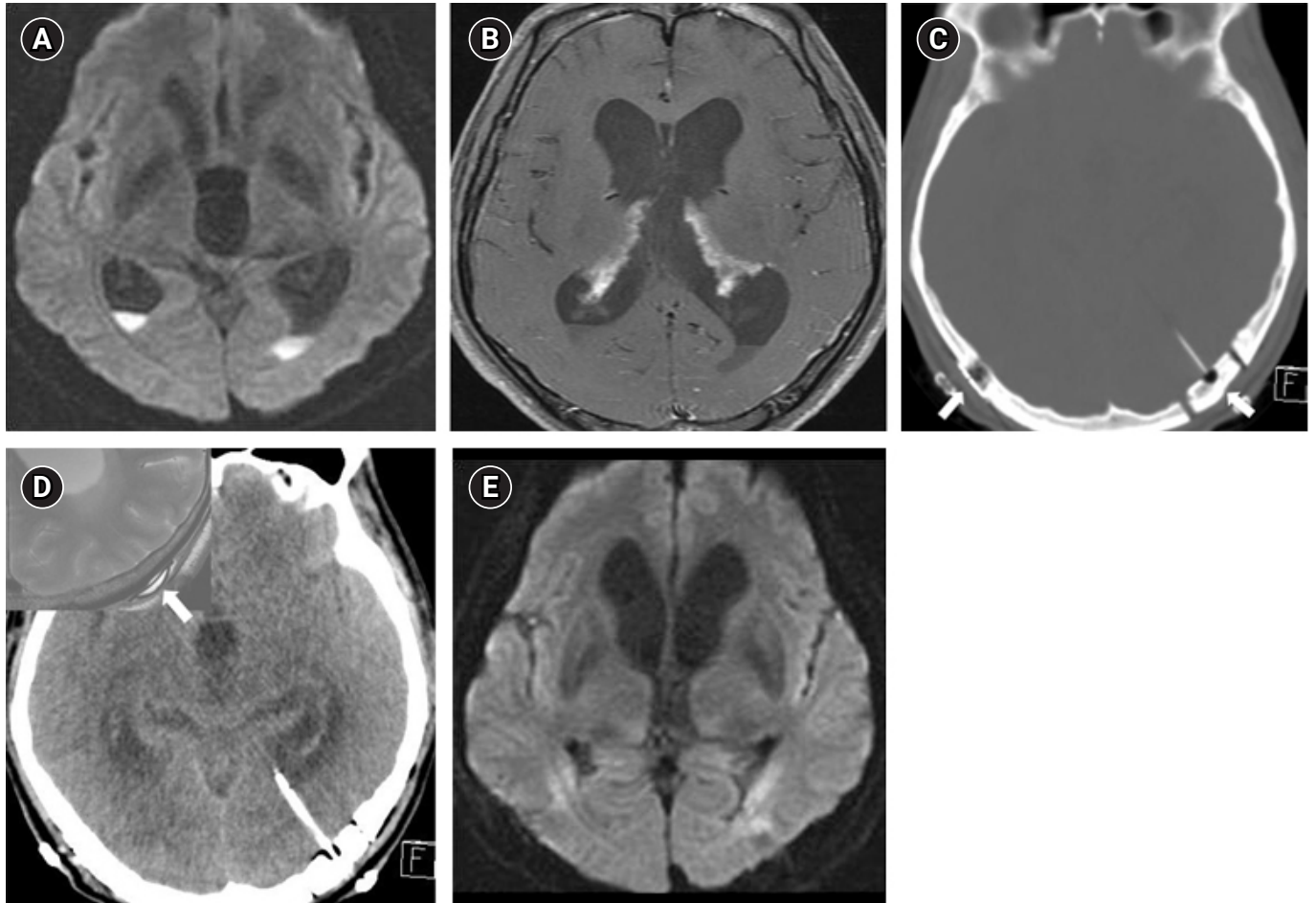


Fig. 1. (A) Diffusion-weighted magnetic resonance image (MRI) shows foci of bright signal involving the dependent portions of both lateral ventricles. (B) An axial T1-weighted MRI is negative for contrast enhancement of the ventricular ependymas. (C) Bone window setting of computed tomography depicts the two trephines to puncture the posterior horns of the lateral ventricle (arrows). (D) The left-sided pyocephalus is penetrated by the catheter of Ommaya reservoir. Inset confirms a dome-shaped reservoir fixed the cranium to irrigate and aspirate the pus (arrow). (E) Follow-up scan demonstrates no further collection of the pus in the ventricles suggesting good response to therapy. The high signals near the occipital horns corresponds the prior trajectory for the double catheterization.

병태생리적 가설이 적용될 수 있다고 한다[2,5,6]. 그럼에도 혈액배양 양성인 원발성 농양의 경우에는 균혈증에 의한 혈행성 전파가 주된 기전으로 인정받고 있다. 본 증례에서도 병균이 혈행성으로 뇌실의 맥락막으로 침투되었을 가능성이 가장 높을 것으로 생각되었지만 저자들의 혈액배양에서는 검증되지 못하였다. 혈액으로 전이된 감염성 세균이 혈-뇌척수액 장벽 역할을 담당하는 맥락막 열기에 안착하여 뇌실벽 내에서 증식과 염증반응을 유발하며 뇌척수액의 흡수와 흐름이 방해되어 뇌실 확장이 발생하게 된다[5]. 두부 외상, 두개강내 수술, 면역저하, 다장기 부전 등으로 장기간의 집중 치료로 인하여 방어체계가 약화된 중증 환자에서는 그람음성 막대균에 의한 뇌실염이 병원성 감염병의 주요 원인이 되고 있다[9].

원발성 뇌실염에 동반된 뇌실내 농양은 해부학적으로는 제한된 공간속의 피막화된 병소가 특징이다. 그러므로 임상적 표현의 경미성, 비특이성, 아급성 등으로 진단과 치료에서 지연이 초래될 위험

이 크다. 또한 예외적인 환자에서는 무균적이거나 비활동성의 신경증상으로 발현되었으나 급격히 진행되어 치명적인 결과를 보이기도 한다[10]. 흔한 증상과 징후로는 발열, 의식장애, 두통, 발작, 경부강직, 뇌신경 장애, 국소 신경학적 결손, 정신운동지연 등의 급성 감염성 뇌 질환의 일반적인 형태를 나타낸다. 이 중에서 발열, 의식 변화, 경부강직의 세가지 주요 소견은 환자의 약 30%에서만 볼 수 있다고 한다[1,4]. 특히 본 증례와 같은 원발성 뇌실내 농양의 환자에서는 뇌막 자극 증상이 확인되지 않는 것이 특이한 소견이다. 뇌염이나 뇌수막염에 의한 속발성의 경우에는 적절한 항균제의 표준적인 치료에도 불구하고 증상이 지속된다면 뇌실염의 합병에 의한 치료 실패가 우선적으로 고려되어야 한다[8]. 이와 같이 임상적, 검사실 또는 생물학적 변수가 없는 뇌실내 농양 환자의 영상의학적 진단은 확산강조 영상을 포함한 조영제 투여 자기공명영상에 근거하여야 한다. 뇌 자기공명영상이 뇌전산화 단층촬영으로는 정상소

견을 보이는 질병의 초기에도 음성 판독에 따른 진단 오류와 지연에 따른 질병 진행의 위험을 예방할 수 있다. 항균요법에 난치성과 감염 지속의 뇌수막염 환자에서도 주기적인 자기공명영상학적 평가가 추천된다[11]. 세균성 뇌실염에 대한 자기공명영상의 주요 소견으로는 화농성 액체, 수두증, 잔해 부유물, 뇌실주변 백질의 고신호, 뇌실벽염, 뇌실내 다엽화, 뇌수막 조영증강 등이 대표적이다[12]. 이번 보고에서는 뇌실벽의 조영증강을 동반하지 않은 뇌실내 축농의 존재를 명확하게 관찰할 수 있었으며 이것은 뇌실염의 초기 단계에 초기에 촬영되었다는 반증으로 판단할 수 있다. 고신호 강도를 보이는 축농과 부유물은 가장 흔히 관찰되는 소견으로 단백질, 피사물, 세균, 백혈구 등의 집합체이다. 뇌실내에서 유사한 신호강도를 보일 수 있는 중앙, 혈중, 낭종, 혈관기형 등과의 영상의학적 감별에 유의하여야 한다[7,11].

화농성 뇌실염 환자에 대한 항균요법은 원인균, 환자, 검사실, 영상 특성에 대한 세밀한 분석으로 감염의 잔존과 재발로 인한 치료 실패가 없도록 진행되어야 한다. 이를 위하여는 질병의 초기부터 강력한 요법으로 뇌실과 뇌척수액의 완전 무균화를 초기에 성취되어야 한다. 전통적으로 항균제 치료에서는 최소한 세 번의 연속적인 검체 배양에서 음성 결과가 판정될 때까지 지속적인 치료가 권장되었다[1,2,4]. 그러나 문헌 보고에서는 항균제 치료의 유지 기간이 2주에서 12주까지로 매우 큰 차이가 있음을 볼 수 있다[8]. 이와 같은 치료 기간의 다양성은 기본적으로는 뇌실염과 뇌실축농 치료와 관리에 대한 제한된 경험에 따른 것으로 판단된다. 치료성적이 불량한 또 다른 요인으로는 정맥으로 주사된 항생제가 혈액-뇌 장벽 관문을 통과하고 뇌척수액 내에 도달하여 적절한 치료적 농도가 유지되어야 한다는 점을 들 수 있다[6]. 대부분의 뇌실염과 뇌수막염 환자에서 항생제의 정맥 투여만으로는 뇌척수액에서 치료적 수치에 도달하지 못한다고 알려져 있다. 이것은 뇌실내의 결핍된 면역체계, 다양한 염증반응, 뇌척수액의 혈류 역동학적 변화로 인하여 항생제의 농도가 일정하지 않기 때문이다. 이 같은 뇌실벽의 해부-생리학적 변성을 극복하기 위하여 장기간 고용량으로 투여된 항생제의 약물 독작용은 임상현장에서 실제적인 치료적 난관이 되기도 한다[13,14]. 또한 최근에 문제화되고 있는 항생제 내성균종의 출현과 이에 의한 원내감염의 증가는 극복해야 하는 수술 후의 중추신경계 감염병 치료의 중요 과제이다.

고립성 및 이차성 뇌실내 농양 환자에 대한 표준적인 방법은 아직도 정립되지 않았으나 다양한 치료적 접근이 소개되었다. 전통적으로는 항생제 정맥주사 단독요법, 뇌실외 배농술, 뇌실 단락술, 간혈적 뇌실 세척, 뇌실내 항생제 주입, 척수강내 항생제 투여 등이 혼합되어 사용되고 있다[15,16]. 이 중에서 뇌실이나 요추강 내에 유치된 도관을 경유한 직접 주입법은 혈액-뇌 장벽 관문을 우회하므로 저용량의 항생제 사용으로도 유효하며 전신부작용을 감소할 수 있는 장점이 있다. 두개강내 수술에 합병된 다제내성의 세균성 뇌수막염과 뇌실염에서도 적용 가능한 비정맥성 항균 요법 술식이

다. 또한 정맥 주사와 병행 투여 시에는 혈장과 뇌척수액 사이에 항생제 농도의 차이가 줄어들게 되어 뇌실염의 완치와 재발 방지에 보다 효과적이라고 보고 되었다[17]. 이 경우에는 전신 항생제 요법은 뇌실 내에서 채취된 뇌척수액 검체에서 세균이 동정 되지 않은 날로부터 약 1주일 정도 유지되어야 원인균 박멸에 도달할 수 있다고 한다[1]. 그럼에도 불구하고 현재까지 주로 반코마이신과 젠타마이신 주입 치료에 대한 경험만 보고 되었고 대체 약제 선택, 주입 용량과 간격, 치료 기간, 뇌실내 치료적 농도의 적정성과 유지성 등에 대한 임상연구는 아직 부족한 상태다. 또한 뇌실염 상태에서는 뇌실에서 하부 뇌실로 뇌척수액의 생리적 흐름이 약화되고 정체되어 제4뇌실 안의 항생제 농도가 멸균화에 부족하게 되며 국소적 세균의 급성장이 촉진되어 불완전 치료가 초래될 수도 있다[18].

뇌실내 농양에 대한 내시경적 수술은 배농과 뇌실내 관류를 통하여 빠른 증상완화와 초기 무균화에 이를 수 있다. 그러나 고가의 장비, 뇌실내 수술의 숙련, 반복적 시술 필요성, 뇌실내 출혈 등의 단점을 가지며 농양막 파열로 인하여 고름이 뇌실 전체로 파급되는 위험이 따를 수 있다. 또한 염증 찌꺼기와 세균 덩이를 완전히 제거되지 못한 경우에는 뇌실계에 배액관을 유치해야 하고 이로 인한 중복감염에 노출될 수 있다[19]. 또 다른 기법으로 뇌실내 혈종의 제거 목적으로 고안된 폐쇄형 관류배액 장치를 뇌실염 환자에 적용하여 배농할 수 있다. 뇌실의 압박과 청소에 유리하지만 병원성 감염 위험과 부족한 임상 경험이 단점으로 지적된다[20]. 이번 환자에서는 저자들의 술기의 선택에서는 농양의 주된 병터가 되는 양측 뇌실의 후두각으로 접근하였다는 특징을 가진다. 후방 천자로 뇌실내 관류 없이도 즉각적인 완전 배농과 초기 뇌압 감소에 매우 효과적이며 동시에 수두증 악화를 예방하고 단락술을 회피할 수 있게 되었다. 이것은 전통적인 상방 접근법에 의한 전두각 접근과는 다른 기술로서 비중이 높은 고름이 가라앉은 후두엽을 천자하는 것이 배농에 있어 보다 유리하고 안전한 전략으로 판단된다. 또한 오마야 저장소를 설치하고 이를 통한 반복적 흡인으로 고름과 찌꺼기를 완전 제거하고 재축적을 막음으로 뇌실의 무균화를 초기에 달성할 수 있었다. 본 증례에서 항생제 주사 기간의 단축과 뇌실염의 초기 완치는 양측 배액과 오마야 설치의 주요한 장점으로 판단된다. 증례에서와 같이 감염이 완치된 경우에 오마야 장치는 장치는 국소 마취하에서 안전하게 제거하여 잔류기구로 인한 이차감염의 위험을 초소화 할 수 있어야 한다. 또한 뇌실염의 악화와 재발을 보이는 예외적인 환자에서 오마야를 경유한 뇌실내 항생제 주입법은 약물의 청소율에는 영향을 주지 않으면서 장기간 치료할 수 있어 좋은 성적을 얻을 수 있다[2]. 그럼에도 양측 후두각의 접근 정확성, 고가의 뇌정위 시스템, 무균적 천자 요구도, 오마야 장치로 인한 이차 감염 위험 등은 단점으로 지적된다. 또한 감염성이 해결된 뇌수막염과 뇌실염 환자도 염증성 삼출물에 대한 반응으로 지주막 하강이 섬유화되고 폐쇄되어 아급성 또는 지연성으로 비폐쇄성 수두증이

합병되는 경우가 많으므로 지속적인 추적이 필요하다[11,12].

요약하면 이 증례는 폐렴알균이 원인으로 확정된 원발성의 뇌실염과 고름집이 측뇌실의 양측 후두각에 발생한 매우 드문 신경계 감염 환자다. 뇌실내 농양 환자의 치료법으로서 이중 배액관과 오마야 장치의 이용한 반복적 흡인은 완전 배농, 재발 예방, 항균제 사용 단축 등의 장점을 보였다.

Ethics approval

This case was reviewed and approved by the Institutional Review Board of Keimyung University Dongsan Hospital (IRB No. 2023-03-037). The requirement for informed consent was waived by the board.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest related to this article.

References

1. Lambo A, Nchimi A, Khamis J, Lenelle J, Francotte N. Primary intraventricular brain abscess. *Neuroradiology*. 2003;45:908-10.
2. Agrawal A, Cincu R, Timothy J. Current concepts and approach to ventriculitis. *Infect Dis Clin Pract*. 2008;16:100-4.
3. Weiner GM, Chivukula S, Chen CJ, Ding D, Engh JA, Amankulor N. Ommaya reservoir with ventricular catheter placement for chemotherapy with frameless and pinless electromagnetic surgical neuronavigation. *Clin Neurol Neurosurg*. 2015;130:61-6.
4. Yang Z, Du L, Liu R, Jian Z, Wan Y. Evaluation of continuous irrigation and drainage with a double-cavity sleeve tube to treat brain abscess. *World Neurosurg*. 2017;106:231-9.
5. Fernández PB, Suárez JP, Messing-Jünger AM. Case-based update: primary intraventricular brain abscess in a 10-year-old child. *Childs Nerv Syst*. 2015;31:2235-8.
6. Hess RM, Khan A, Edwards M, Siddiqui AH, Levy EI. Continuous intraventricular vancomycin for treatment of ventriculitis using IRRAflo[®]: a case report. *Surg Neurol Int*. 2021;12:583.
7. Fukui MB, Williams RL, Mudigonda S. CT and MR imaging features of pyogenic ventriculitis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2001;22:1510-6.
8. Doan N, Nguyen H, Luyuan L, Shabani S, Gelsomino M, Johnson V. Good outcomes with the intraventricular vancomycin therapy in a patient with ruptured brain abscesses. *Asian J Neurosurg*. 2018;13:396-9.
9. Kobayashi H, Suzuki T, Tokuda Y. Pyogenic ventriculitis following urosepsis caused by *Escherichia coli*. *BMJ Case Rep*. 2013;2013. DOI: 10.1136/bcr-2013-201148.
10. Nishizaki T, Ikeda N, Nakano S, Sakakura T, Abiko M, Okamura T. Successful neuroendoscopic treatment of intraventricular brain abscess rupture. *Clin Pract*. 2011;1:e52.
11. Gadgil N, Chamoun RB, Gopinath SP. Intraventricular brain abscess. *J Clin Neurosci*. 2012;19:1314-6.
12. Omar AT 2nd, Khu KJO. Successful management of intraventricular rupture of pyogenic brain abscess (IVROBA): systematic review and illustrative case. *J Clin Neurosci*. 2020;71:191-8.
13. Lesourd A, Magne N, Soares A, Lemaitre C, Taha MK, Gueit I, et al. Primary bacterial ventriculitis in adults, an emergent diagnosis challenge: report of a meningococcal case and review of the literature. *BMC Infect Dis*. 2018;18:226.
14. Remeš F, Tomáš R, Jindrák V, Vaniš V, Setlík M. Intraventricular and lumbar intrathecal administration of antibiotics in postneurosurgical patients with meningitis and/or ventriculitis in a serious clinical state. *J Neurosurg*. 2013;119:1596-602.
15. Shang F, Xu Y, Wang N, Cheng W, Chen W, Duan W. Diagnosis and treatment of severe neurosurgical patients with pyogenic ventriculitis caused by gram-negative bacteria. *Neurol Sci*. 2018;39:79-84.
16. Han KT, Choi DS, Ryoo JW, Cho JM, Jeon KN, Bae KS, et al. Diffusion-weighted MR imaging of pyogenic intraventricular empyema. *Neuroradiology*. 2007;49:813-8.
17. Beer R, Lackner P, Pfausler B, Schmutzhard E. Nosocomial ventriculitis and meningitis in neurocritical care patients. *J Neurol*. 2008;255:1617-24.
18. Jayendrakumar CI, Ganesan DB, Thampi SJ, Natarajan V. Primary pyogenic ventriculitis caused by *Streptococcal pneumoniae* in adults. *J Family Med Prim Care*. 2019;8:3745-7.
19. Kiyani S, Aksay E, Ersel M, Yanturali S. A rare diagnosis in ED: cerebral pyogenic ventriculitis due to infective endocarditis. *Am J Emerg Med*. 2007;25:120-2.
20. Adhikari P, Antala D, Pyakuryal B, Muhammed A, Pudasainee P, Friedman H, et al. Community-acquired meningitis complicated by pyogenic ventriculitis: a case report. *Cureus*. 2022;14:e23907.