



Received: February 12, 2023
Revised: March 21, 2023
Accepted: April 3, 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.

폐렴사슬알균 뇌척수막염: 소아 측두골 골절의 드문 합병증

변준철^{1,*}, 김엘^{2,*}

¹계명대학교 의과대학 소아청소년과학교실

²계명대학교 의과대학 신경외과학교실

Pneumococcal Cerebrospinal Meningitis: A Rare Complication of Pediatric Temporal Bone Fracture

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

Meningitis is a rare and potentially serious complication in children with temporal bone fractures. We present an unusual case of a 7-year-old girl with pneumococcal meningitis complicated by cerebrospinal fluid (CSF) leakage following transverse fracture in the left temporal bone. She had an otorrhea resolved spontaneously in the early stage of hospitalization. At 4 days post-discharge, the patient returned with headache, fever, neck stiffness, voiding difficulty, and bilateral abducens nerve palsy. Magnetic resonance images demonstrated an intense uniform contrast enhancement in the cerebral cisterns and the sacral nerve roots. Laboratory analysis and culture diagnosed meningitis caused by *Streptococcus pneumoniae*. She was discharged home after getting intravenous ceftriaxone for 5 weeks. Follow-up for the patient required constant vigilance and included a multidisciplinary approach. At 7 months after head trauma, the child was well with no neurological and auditory deficits. This case illustrates a previously unreported complication in pediatric patient of temporal bone fracture associated with CSF otorrhea.

Keywords: Cerebrospinal fluid otorrhea, Meningitis, Pediatric trauma, Pneumococcus, Temporal bone fracture

Introduction

측두골 기저부 골절은 기뇌증, 뇌척수액루, 뇌신경 마비, 두개강내 혈종 등이 흔하게 동반되므로 외상 초기에 정확한 진단과 치료가 요구되는 대표적인 머리뼈 손상이다. 특히 외상성 뇌척수액 누공은 외이도, 비강, 부비동과 뇌거미막하강 사이에 교통을 형성하여 세균성 뇌척수막염, 경막하출혈, 뇌농양 등을 일으킬 수 있다[1].

세균성 뇌척수막염은 연뇌막, 거미막, 거미막하강의 감염성질환으로 신경학적 합병증과 사망률이 높은 중추신경계 질환에 속한다. 폐렴알균은 소아기 뇌척수막염의 주요 원인균으로 혈관염, 뇌경막하삼출, 뇌부종, 정맥혈전, 뇌출혈, 뇌신경염, 수두증, 내이염, 뇌전증, 뇌경색 등과 자주 합병된다고 알려져 있다[2]. 그러나 두부외상 후에 두개강과 척수강을 동시에 침범한 세균감염증의 발생은 아직 보고되지 않았다. 저자들은 외상성 측두골 골절과 뇌척수액이루를 보인 7세 소아 환자에서 폐렴알균증에 의한 뇌신경, 뇌거미막, 천추 신경근염의 드문 증례를 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

© 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.

Case report

7세 여아가 두통과 발열로 응급실에 내원하였다. 환아는 보행자 교통사고 후에 바로 시행된 전산화단층촬영에서 측두골 골절과 기 뇌증이 진단되어 외부병원에서 10일간 치료받았다. 입원 당시 3일 동안 혈성의 외이도 누출이 있었으나 저절로 멈추었다. 키는 115 cm, 체중은 18 kg였으며 분만 및 발달 상의 특이소견은 없고 폐렴 알균을 포함한 필수 예방접종은 모두 받은 상태였다. 경미한 안면 마비와 청력감퇴가 있는 상태로 퇴원하였다고 하였다.

수상 후 15일째 갑작스러운 두통과 구토가 발생하여 본원에 재 입원하였다. 의식은 비교적 청명하여 협조 가능하였고 어지러움, 난청, 이충만감, 이통 등의 이과적 증상을 호소하였다. 체온은 38.7°C로 높았으나 맥박 120회/분, 혈압 100/64 mmHg, 호흡수 33회/분으로 정상 범위였다. 심박동은 규칙적이었고 잡음은 들리지 않았으며 호흡음도 정상으로 청진 되었다. 말초 혈액 검사에서 백혈구는 28,230/mm³, C-반응성 단백질은 25 mg/L, 프로칼시토닌은 0.1 ng/mL였고 배양검사서 이상소견은 없었다. 이과적 검진에서 유양돌기 반상출혈, 고막 천공, 혈고실은 관찰되었으나 뇌척수액 유출은 보이지 않았다. 고막 전하방의 긴장부에서 치유되고 있는 작은 방추형의 구멍이 확인되고 중이 점막에는 소량의 혈흔, 섬유소, 부종은 있었으나 감염의 증거는 볼 수 없었다. 신경학적 검사에서는 경부강직, 안면운동 비대칭, 양안 내측편위가 확인되어 각각 좌측 하우스-브랙만 척도 2단계의 말초성 안면신경마비와 양측 외전신경의 부분적 마비로 진단할 수 있었다. 양측 동공의 크기는 같고 대광반사도 정상이었으며 안구진탕은 관찰되지 않았다. 사지의 운동기능, 감각기능, 심부건 반사도 정상 범위였다. 배뇨곤란으로 인한 급성 요저류와 방광팽배로 인하여 도뇨관 거치가 필요하였다.

두부 전산화단층촬영과 자기공명영상에서는 측두골 가로골절과 유돌별집 및 중이강의 혈종과 삼출액이 관찰되었고 이랑침범의 흔적은 없었다. 대뇌 기저조와 실비안열에서 뇌막염으로 인한 미만성

이고 대칭적인 조영증강이 확인되었다. 척추 자기공명영상에서도 요천부위의 신경근 다발의 염증소견을 볼 수 있었다(Fig. 1). 요추 천자에서 채취한 뇌척수액은 다소 혼탁해 보였고 분석에서는 백혈구 2,160/mm³(다핵구 87%), 단백질 270 mg/dL, 포도당 5 mg/dL, 혈당 126 mg/dL의 수치를 보였다. 뇌척수액의 폐렴알균 신속 항원검사서 양성으로 판정되었고, 배양검사서 동정된 이 병원균은 3세대 세팔로스포린계 항생제에 감수성을 보였다.

침습성 뇌척수 폐렴알균 감염으로 진단하여 세프트리악손 1,500 mg/day을 정주하였다. 신경학적 합병증을 줄이기 위하여 1일 8 mg의 텍사메타손 요법을 6일간 병행하였다. 경련 예방을 위하여 항경련제는 계속 유지하였다. 치료 4일째부터 두통은 소실되었고 체온은 정상으로 유지되었다. 항생제 치료 3주 경과 후의 뇌척수액 검사서 백혈구 106/mm³, 단백질 59 mg/dL, 포도당 45 mg/dL, 혈당 104 mg/dL로 호전 증임을 확인하였다. 입원 4주째에 촬영된 자기공명영상에서는 이전에 보이던 뇌거미막의 병소는 소실되고 추가적인 뇌와 척추 합병증은 발생하지 않았다. 전체 5주간의 항생제 치료 후에 환아는 퇴원하였고 배뇨곤란과 양안 복시에 대하여는 추적 관리하기로 하였다. 이후에도 소아 비뇨의학과와 소아안과에 정상적으로 협진되었고 청결간혈도노와 양안의 가림패치는 유지되었다. 퇴원 후 1개월에는 고막의 치유와 함께 전음성 난청의 완전 회복을 확인하였다. 퇴원 후 2개월째에는 얼굴 근육의 움직임과 대칭성도 정상화되었다. 이후 1달 뒤에는 방광기능과 배뇨가 회복되어 자의적 소변 배출이 가능해졌다. 퇴원 5개월경에는 양안의 안구출렁이 없어지고 복시도 더 이상 호소하지 않았다. 외상 후 2년 이 경과한 지점에서 뇌척수액 이루 및 뇌척수막염의 재발소견은 관찰되지 않았다.

Discussion

두부외상 환자의 2-24%에서 두개기저부 골절이 동반되고 이것은 두개관 골절에 비해 뇌혈관손상, 뇌신경마비, 뇌척수액누관, 뇌

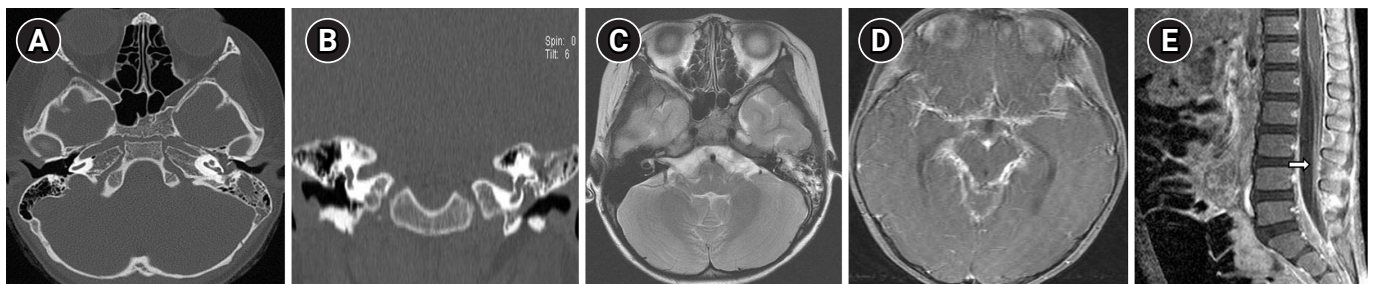


Fig. 1. (A, B) High-resolution axial and coronal computed tomography scans show complete opacification of the left middle ear and mastoid air cells. (C) Magnetic resonance image reveals a hemorrhagic fluid collection related to longitudinal fracture of the temporal bone. (D) Dynamic brain image depicts a diffuse leptomeningeal enhancement in the basal cisterns and sylvian fissures. (E) Enhanced spine scan demonstrates the nerve root involvements in the sacral segment, whereas the conus medullaris appears normal (arrow).

척수막염 등의 합병증 많이 발생할 있다[3]. 소아는 두개골이 얇고 뇌거미막하강의 발달이 불충분하여 전두개, 중두개, 후두개의 바닥 골절로 인한 뇌손상에 성인보다 더 취약하다[4]. 또한 측두골 골절은 청각, 전정, 안면신경의 기능저하 및 상실이 초래되는 대표적인 외상성 소아기 이과질환이다. 전통적으로 측두골 골절은 골절선이 추체축과 이루는 방향에 따라 가로골절과 세로골절로 이분되었고 70-90%가 가로골절로 중이가 손상의 중심인 반면 10-30%는 세로골절로 내이와 안면신경관이 주로 침범되는 형태였다[5]. 고해상도 측두골 전산화단층촬영의 도움으로 이양 침범형과 보존형으로 나뉘지며 전자의 경우에는 안면마비, 뇌척수액이루, 감각신경성 난청, 두개내손상, 뇌척수막염 등의 발생률이 유의하게 높다[1,5]. 증례에서처럼 수상 후 바로 시행한 전산화단층촬영은 골절유형, 기뇌증, 동반혈종, 연부조직, 이소골 등에 대한 자세한 정보를 제공하므로 측두골 외상 환자군에서 가장 우선적으로 시행되어야 영상검사법이다.

측두골의 가로골절에서는 안면신경의 미로분절이 세로골절에서는 슬신경절이 주로 침범되어 마비의 원인이 된다. 전자에서는 신경자체의 손상으로 50%에서 즉시성을 보이며 후자의 경우에는 대부분 지연성으로 안면 신경관 내에서의 일시적 압박과 부종에 의한 것으로 자연적으로 회복될 수 있다[4,6,7]. 이 환자에서도 지연성 안면 비대칭이 관찰되었으나 수상 후 4개월경에 완전히 정상화되었다. 측두골 골절에 동반된 외이도 열창, 중이혈종, 고막천공 등에 의한 전음성 청력감퇴는 2달이 지나면 80%상의 환자에서는 회복될 수 있는데 증례에서도 수상 후 3개월경에 고막의 정상화와 함께 정상 청력을 확인할 수 있었다[8]. 예외적으로 이소골의 분리, 골절, 유착 등이 있는 경우에는 수술적 치료가 선택되어야 한다[9]. 이양이 침범되어 와우 및 미로파열, 청신경 단절, 코르티기관 파괴, 내이출혈, 골화성 전정염 등이 합병되는 환자에서는 인공 와우 이식을 고려할 수 있다[10]. 세로골절의 약 50%에서 막성미로 진탕에 의한 일과성의 어지러움을 경험하게 되는 반면 가로골절에서는 대다수의 환자가 전정기능을 잃게 되고 수상 직후부터 심한 현훈, 난청, 이명이 발현되어 오랜 동안 지속되기도 한다[11].

두개저 골절환자의 약 12-30%에서 경험하는 뇌척수액누출은 초기에 진단하여 치료되지 않으면 중추신경계 감염이 병발하여 치명적인 위험에 노출될 수 있다[9]. 소아에서는 외상성 뇌척수액누출이 2-3% 정도로 낮은 빈도를 보이는데 유연한 두개골 및 미발달 부비동이 주된 요인으로 설명된다[12]. 그럼에도 영아나 어린 소아의 경우에는 실제 누출이 있음에도 인지하지 못하거나 환자의 표현이 명확하지 못할 수 있어 의료진의 세심한 관심과 주의가 요구된다. 두개저 골절환자의 60%에서는 수상 후 첫 48시간 이내에 외상성 누출이 발생한다고 보고되었다[13]. 외상성 뇌척수액누관은 전두동, 사상판, 안장을 통과하거나 추체로부터는 중이나 이관으로 연결되어 코나 귀로 배출되게 된다. 누출의 대부분은 자연적으로 감소하여 20-30%는 1주 내에 나머지 70-80%에서는 6개월 안에

완전히 멈춘다고 한다[10]. 두개저 골절주위에 혈액과 염증반응 부산물이 유착되고 경막결손을 통한 부분적 뇌탈출이 유도되어 뇌척수액 누공이 폐쇄되는 것으로 알려져 있다[5]. 외상성 뇌척수액이루는 중두개와 바닥의 골절과 경막열상이 있으면서 고막 또는 외이도가 찢어진 환자에서 발생하게 된다. 이번 증례와 같은 혈성의 비루나 이루를 보이는 환자에서 뇌척수액 함유 여부는 각각의 누출액에서 β -trace 단백질과 β 2-transferrin 측정하면 높은 민감도와 특이도로 정확하게 판정할 수 있다[3,4]. 영상의학적으로는 외상성 뇌척수액누공 의심 부위에 대한 자기공명영상과 초박편 전산화단층촬영이 제공하는 골절 및 경막결손의 위치, 크기, 양상 등에 입체적 정보가 진단확정과 치료계획에 매우 유용하다. 상기의 두 가지 영상검사법으로 뇌척수액누출 여부가 명확하지 않는 환자에서는 방사성 동위원소 뇌수조조영술 또는 요추강내 형광물질 주입법으로 누출의 유무와 누공의 위치를 정확히 파악할 수 있다.

저자들의 증례에서는 골절 후 4일째 혈성이루가 멈추었지만 2주 경과 시점에 중증의 세균성 뇌척수막염에 합병된 경우이다. 두부외상 후의 세균성 뇌척수막염의 빈도는 약 1% 정도이며 환자의 50%는 외상 후 2주 이내에 감염된다고 한다. 그러나 외상성 뇌척수액누출 환자에서는 세균성 뇌척수막염의 발생률이 25-50%까지 높아지고 누출 기간이 길어 질수록 그 위험성이 더욱 증가하게 된다[1]. 특히 외상성누출이 멈춘 환자의 경우에도 경질막의 열창과 결손은 아직 완치되지 않은 채로 잔존하며 소량의 반복적인 비루나 이루를 발생시킬 수 있다. 두개저 골절환자에서 예방적으로 항생제를 투여한 대상과 하지 않은 군 사이에 세균성 뇌척수막염의 발생에는 유의한 차이가 없다고 보고되었다[13]. 다수의 연구 결과에서 외상성 골절과 뇌척수액 누출이 있는 집단에서 폐렴알균 백신을 접종하도록 추천되기도 하였다[14]. 침상안정, 두부거상, 활동제한 등의 고전적 처치로 멈추지 않는 뇌척수액누출에 대해서는 요추배액술이 많이 시술되고 있지만 소아환자에서는 배액관의 유지와 관리에 어려움이 많을 수 있다. 소아 환자에서도 두개저골절로 인한 반복적 또는 지속적 누출이 있는 경우에는 골결손 및 뇌경막누공에 대한 수술적 폐쇄와 복원이 시행되어야 한다. 전두개저 누공에 대해서는 양측 전두골접근법을 통한 경막봉합술, 사골 및 안상을 통한 누출은 비내시경적 누공폐쇄술, 측두골 이루의 경우에는 측두하절골에 의한 중두개와 바닥뼈 재건술로 좋은 결과를 얻을 수 있다[3,4,6,7].

신생아기 이후의 소아에 발생하는 지역사회획득 세균성 뇌척수막염의 주요 원인으로는 폐렴알균, 헤모필루스 인플루엔자, 수막알균 등의 균종이 보고되었다. 폐렴알균과 인플루엔자 백신의 예방접종과 적극적인 항균요법에도 불구하고 소아기 세균성 뇌척수막염은 4-15%의 사망률과 20% 정도의 중대 합병증을 초래하고 있다[2,15]. 침습성 뇌척수막염을 앓은 증례 환자에서도 폐렴알균이 원인균으로 확인되었다. 두개저골절 및 외상성 뇌척수액누공에 합병되는 뇌척수막염의 가장 흔한 세균은 폐렴알균이며 그 외에 황색

포도알구균, 대장균, 엔테로박터균, 폐렴막대균, 그람음성막대균 등도 주요 병원균으로 동정되고 있다[14]. 저자들은 환자의 임상양상, 영상결과, 뇌척수액 소견에 근거하여 세균성 뇌척수막염으로 판단하여 항생제 감수성 결과가 나오기 전에 즉각적으로 세프트리악손을 선택하고 지속적인 반응을 확인하며 유지하여 완치에 도달할 수 있었다. 그러나 특정환경에서는 3세대 세팔로스포린계 항생제에 대한 내성균주의 발현으로 치료실패의 위험이 높을 수 있으므로 임상적, 영상적, 검사실 소견의 변동유무에 대하여 지속적인 모니터링이 요구된다. 또한 뇌척수액 배양검사를 통한 원인균의 규명과 최소억제농도 결정에는 수일간의 시간이 소요되므로 일차적으로 3세대 세팔로스포린계 항생제와 반코마이신의 병용투여가 안전한 조합으로 추천된다[12,15]. 세균성 뇌척수막염 환자의 연령, 기저질환, 의식상태, 원인균종, 경련, 뇌척수액 소견, 치료시기, 뇌척수액 멸균화시점 등이 치료결과를 결정하는 중요한 요소에 해당된다[11]. 세균성 뇌척수막염 환자에서의 항생제 투여의 중단 또는 유지판정에는 뇌척수액의 멸균화와 포도당 수치가 가장 유효한 지표가 될 수 있는데 저자들은 본 환자에서 임상증상, 뇌척수액 검사, 자기공명영상으로 순차적으로 완화반응을 확인하면서 5주까지 항생제 요법을 지속하게 되었다.

환아의 폐렴알균증에서는 특징적인 대뇌, 뇌신경, 천추신경근 병소가 자기공명영상에서 명확하게 관찰되었다. 다초점 병변생성의 병태생리는 병원균이 뇌척수액 흐름에 따라서 자유로이 이동하면서 대뇌 기저조와 척추의 거미막하공간에서 증식한 결과로 설명할 수 있다. 급성 세균성 뇌척수막염으로 확진된 성인환자의 약 10% 정도가 뇌신경 마비증상을 경험하게 되며 동안신경, 외전신경, 안면신경, 청신경, 설인신경, 설하신경의 염증병소가 많이 확인된다[16]. 중례의 안면 비대칭과 청력감퇴는 각각 안면신경의 지연성 압박과 전음성 난청에 의한 것으로 수상 후 수개월에 걸쳐 정상으로 회복되었을 것으로 판단된다. 그러나 이전의 연구에 의하면 소아에서 폐렴알균에 의한 단일 뇌신경마비는 청신경에 가장 호발하며 이는 후천성 청력감퇴의 주된 원인이라고 보고되었다. 폐렴알균 뇌수막염 소아의 10-30% 정도에서 화농성 내이염, 혈전성 정맥염, 허혈성 손상으로 코티기관과 나선신경절이 파괴되어 감각신경성 난청이 유발되며 영구적인 장애로 남을 수 있다[2,17]. 우리 환자에서는 양측 외안근의 마비로 인한 양안복시가 약 7개월 동안 관찰되었는데 이와 같은 외전신경의 염증성 마비는 비결핵성 또는 비바이러스성 뇌척수막염 환자에서는 드물게 일어나는 신경현상이다. 외전신경은 기저조에서의 해부학적 주행 경로가 길기 때문에 뇌척수막염에 따른 지속적 뇌압상승시에 이차적으로 압박되어 마비되는 경우도 있다 [18]. 추가적인 특징으로는 세균성 뇌척수막염 소아에서 매우 드물게 발현하는 급성 배뇨곤란으로 천추신경근의 일시적 마비로 인한 신경증상이다. 세균성 뇌척수막염의 척추신경계의 병증 중에서 추체골수염, 경막외농양, 경막하축농과 비교하여 척수의 경색, 혈관염, 출혈에 의한 근력약화와 신체기능장애는 회

복의 가능성이 매우 낮다[19]. 저자들은 환아에서의 침윤성 뇌척수염을 매우 위중한 감염상태로 판단하여 진단 때부터 즉각적으로 항생제와 스테로이드 주사요법을 시작하였다. 폐렴알균 뇌수막염 환자에서 추천되는 초기고용량 텍사메타손 요법은 염증반응을 억제하고 뇌부종을 경감시켜 양호한 경과를 제공할 수 있다. 환자 사망률의 감소와 함께 뇌신경염, 뇌혈관염, 뇌졸중, 척수신경근장애 등의 합병증 예방에도 효과가 인정되었다[20].

요약하면 우리 중례와 같이 측두골 골절과 뇌척수액누출을 보인 소아 환자에서 침습적인 세균성 뇌척수막염과 뇌신경마비가 합병된 사례는 드문 임상현상이다. 이와 같은 중증감염 소아에서도 신속한 진단, 즉각적인 치료, 지속적인 관리로써 정상적인 발달과 성장을 유지하고 신경학적 장애를 최소화할 수 있어야 한다.

Conflict of interest

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

Ethical approval

This case was reviewed and approved by the Institutional Review Board of Keimyung University Dongsan Hospital (IRB No. 2023-02-016). The requirement for informed consent was waived by the board.

References

- Savva A, Taylor MJ, Beatty CW. Management of cerebrospinal fluid leaks involving the temporal bone: report on 92 patients. *Laryngoscope*. 2003;113:50-6.
- Jeon YS, Lee SY, Mok HR, Lee JH, Kim JH, Hur JK, et al. Causative organisms of neonatal and pediatric bacterial meningitis in Korea (2000~2005). *Korean J Pediatr Infect Dis*. 2006;13:130-6.
- Diaz RC, Cervenka B, Brodie HA. Treatment of temporal bone fractures. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2016;77:419-29.
- Choi JI, Kim SD. Pediatric minor traumatic brain injury: growing skull fracture, traumatic cerebrospinal fluid leakage, concussion. *J Korean Neurosurg Soc*. 2022;65:348-53.
- Kurihara YY, Fujikawa A, Tachizawa N, Takaya M, Ikeda H, J Starkey. Temporal bone trauma: typical CT and MRI appearances and important points for evaluation. *Radiographics*. 2020;40:1148-62.
- Waissbluth S, Ywakim R, Al Qassabi B, Torabi B, Carpineta L, Manoukian J, et al. Pediatric temporal bone fractures: a case se-

- ries. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;84:106-9.
7. Adepoju A, Adamo MA. Post-traumatic complications in pediatric skull fracture: dural sinus thrombosis, arterial dissection, and cerebrospinal fluid leakage. *J Neurosurg Pediatr*. 2017; 20:598-603.
 8. Prasad BK, A Basu A, Sahu PK, Rai AK. A study of otological manifestations of temporal bone fractures. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022;74:351-9.
 9. Schell A, Kitsko D. Audiometric outcomes in pediatric temporal bone trauma. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016;154:175-80.
 10. Wexler S, Poletto E, Chennupati SK. Pediatric temporal bone fractures: a 10-year experience. *Pediatr Emerg Care*. 2017; 33:745-7.
 11. Dunklebarger J, Branstetter B 4th, Lincoln A, Sippey M, Cohen M, Gaines B, et al. Pediatric temporal bone fractures: current trends and comparison of classification schemes. *Laryngoscope*. 2014;124:781-4.
 12. Weisfelt M, van de Beek D, Spanjaard L, Reitsma JB, de Gans J. Clinical features, complications, and outcome in adults with pneumococcal meningitis: a prospective case series. *Lancet Neurol*. 2006;5:123-9.
 13. Kastenbauer S, Pfister HW. Pneumococcal meningitis in adults: spectrum of complications and prognostic factors in a series of 87 cases. *Brain*. 2003;126:1015-25.
 14. Cohen-Inbar O, Kachel A, Levi L, Zaaroor M. Vaccination as primary prevention? The effect of anti-pneumococcal vaccination on the outcome of patients suffering traumatic skull base fractures. *J Neurosurg Sci*. 2017;61:245-55.
 15. Jordan I, Calzada Y, Monfort L, Vila-Pérez D, Felipe A, Ortiz J, et al. Clinical, biochemical and microbiological factors associated with the prognosis of pneumococcal meningitis in children. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2016;34:101-7.
 16. Rockholt M, Cervera C. Images in clinical medicine: hypoglossal nerve palsy during meningococcal meningitis. *N Engl J Med*. 2014;371:e22.
 17. Leibu S, Rosenthal G, Shoshan Y, Benifla M. Clinical significance of long-term follow-up of children with posttraumatic skull base fracture. *World Neurosurg*. 2017;103:315-21.
 18. Şahin S, Kola M, Cansu A, Kul S, İmamoğlu Hİ. Chiasmal optic neuritis may be secondary to pneumococcal meningitis: a child with acute monocular vision loss. *Neurol Sci*. 2016;37:139-41.
 19. Chu ML, Litman N, Kaufman DM, Shinnar S. Cranial nerve palsies in *Streptococcus pneumoniae* meningitis. *Pediatr Neurol*. 1990;6:209-10.
 20. van de Beek D, de Gans J, McIntyre P, Prasad K. Steroids in adults with acute bacterial meningitis: a systematic review. *Lancet Infect Dis*. 2004;4:139-43.