

전신 마취하 미세혈관 감압술 시행 후 발생한 전신성 경련과 마취 회복의 지연

- 증례보고 -

경희대학교 의과대학 마취통증의학교실

최 영 규 · 김 지 성 · 김 지 영

Generalized Convulsion and Delayed Emergence following Microvascular Decompression Surgery under General Anesthesia - A case report -

Young Kyoo Choi, M.D., Ji Sung Kim, M.D., and Ji Young Kim, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Kyung-Hee University, Seoul, Korea

Trigeminal neuralgia and hemifacial spasm are thought to be caused by cross-compression of a cranial nerve by a vascular structure. Microvascular decompression (MVD), a surgical treatment of these conditions, has a high success rate and low recurrence rate. In our hospital, we have a case of 64 year-old, male patient, who has shown postoperative events, such as delayed emergence, postoperative convulsion, left facial palsy, and dizziness after MVD surgery for left hemifacial spasm. We're going to report this case and consider about possible causes. (*Korean J Anesthesiol* 2005; 49: 730~4)

Key Words: convulsion, decompression, delayed emergence, hearing impairment, hemifacial spasm.

혈관 구조물들에 의한 뇌신경의 교차압박으로 인해 삼차 신경통과 편측 안면 경련 등의 뇌신경 질환이 발생할 수 있으며 드물게 설인 신경통이 발생하기도 한다. 이러한 뇌신경 질환은 우선적으로 내과적 치료를 시행하나 치료에 반응이 없는 경우 외과적 치료를 고려하여야 한다. 미세혈관 감압술(microvascular decompression)은 이러한 뇌신경 질환의 외과적 치료에 흔히 적용된다.¹⁾ 미세혈관 감압술은 일반적으로 측와위에서 두부를 거상한 상태로 시행되는데, 신경외과 수술에서 두부 거상위는 경정맥 환류와 뇌척수액 배액(CSF drainage)을 촉진시킬 수 있어서 수술 의사에게 비교적 출혈이 적은 수술시야와 뇌 이완을 제공한다. 그러나 두부 거상위는 기뇌증, 정맥 공기 색전증, 순환 부전 등의 발생 증가와 관련이 있어 두부 거상을 하지 않고 측와위 자세로만 미세혈관 감압술을 시행하기도 한다. 뇌신경 질환의 미세혈관 감압술과 관련된 술 후 합병증으로 소뇌 손상, 청력 소실, 안면 약화, 뇌척수액 유실, 감염 등이 초래될 수 있다.¹⁾ 이에 저자들은 전신마취하 두부 거상 없는 측와위에

서 미세혈관 감압술 시행한 후 발생한 경련, 그리고 마취 회복의 지연을 보였던 환자의 마취 경험을 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

증 례

64세의 남자 환자가 좌측 안면 경련을 주소로 본원 신경외과에 내원하였다. 환자의 신장은 167 cm이었고 체중은 80.5 kg이었다. 환자는 13년 전부터 좌측 안면부에 불수의적인 안면 경련이 발생하였으나 불편함 이외에 다른 증상이 없어 별다른 치료 없이 지내다 안면경련의 빈도가 증가하면서 통증을 동반하게 되었다고 하였으며 과거 다른 병원에서 좌측 안면 경련으로 진단받고 내과적 치료를 받았으나 치료에 대한 반응이 없었다고 하였다. 환자는 찌르는 듯한 통증(throbbing), 연축(twitching), 저림 증상(numbsness) 등을 호소하였으며 이러한 증상의 호전을 위해 외과적 방법을 시행하고자 본원에 내원하였다. 환자는 과거력상 7년 전 고혈압으로 진단받은 후 항고혈압제를 복용하였고, 입원 전 시행한 심전도, 흉부 방사선 검사, 생화학 검사, 소변 검사 등 일련의 검사에서 모두 정상 범위의 결과를 보였으며, 신체 검진상 이명, 청각 기능 이상 등의 소견은 관찰되지 않았다. 이에 환자는 미세혈관 감압술의 계획 수술을 위해

논문접수일 : 2005년 5월 31일

책임저자 : 최영규, 서울시 동대문구 회기동 1

경희의료원 마취통증의학과, 우편번호: 130-702

Tel: 02-958-8598, Fax: 02-958-8580

E-mail: cykyko@umitel.co.kr

입원하였다.

수술 1시간 전에 전처치 약제로 glycopyrrolate 0.2 mg와 midazolam 2.5 mg을 근주하였고, 수술실에 도착한 후 마취 유도 전 비침습적 혈압계, 심전도, 맥박 산소 계측기를 환자에게 부착하였고 환자 상태 감시를 시작하였다. 마취유도 전 환자의 혈압은 154/106 mmHg, 심박수는 115 beats/min를 나타내어 혈압의 하강을 위해 esmolol 40 mg을 정주하였다. 환자의 혈압이 131/85 mmHg, 심박수가 89 beats/min로 안정되었음을 확인한 후 마취유도를 시작하였다. 마취유도는 propofol 120 mg, fentanyl 100µg을 투여하였으며 propofol의 정주통을 예방하기 위해 lidocaine 120 mg을 propofol 투여 3분 전에 투여하였다. 환자의 의식이 소실됨을 확인한 후 삽관을 위한 근이완제로 rocuronium 0.8 mg/kg을 투여하였고, 삽관시 자극으로 인한 혈압의 상승을 예방하기 위해 esmolol 40 mg을 투여하였으며, O₂ 4 L/min로 투여하며 용수 호흡을 시행하였다. 환자의 근이완이 충분히 되었음을 확인하고 삽관을 시행하였으며, 삽관시 별다른 어려움은 없었다. 삽관 직후 측정된 혈압은 147/94 mmHg이었으며 심박수는 97 beats/min

이었다. 기관내 삽관 후 침습적 혈압 측정을 위해 20 G 카테터로 요골 동맥 천자를 시행하였으며, 추가 정주로를 확보하였다. 환자의 술중 소변량 측정을 위해 도뇨관을 삽입하고 배뇨 여부를 확인하였다.

마취유지를 위해 desflurane 3-4 vol%와 산소 2 L/min 아산화질소 2 L/min를 투여하였고, 환자의 호흡량은 호기말 이산화탄소 분압이 25-35 mmHg으로 유지되도록 조절하면서 기계호흡으로 전환하였다. 술중 체온의 측정을 위해 식도내 체온계를 거치하고 수술 중 지속적으로 측정하였으며 술 중 발생하는 저체온을 방지하기 위해 기도를 가온 및 가습해 주었고, 수술포로 환자를 덮었으며, 수액 가온기와 강제적 공기 가온 담요(forced air blanket)를 사용하였다. 수술 중 환자의 혈압조절을 위해 nicardipine 0.5-5µg/kg를 사용하였다.

환자의 자세는 측와위로 하였고 두부는 반창고로 고정하여 수평으로 유지하며 수술을 진행하였다. 수술을 시행하는 동안 뚜렷한 혈압과 심박수의 변화는 없었으며, 환자의 산소포화도는 99-100%, 체온은 35.4-36.5°C를 유지하였다.

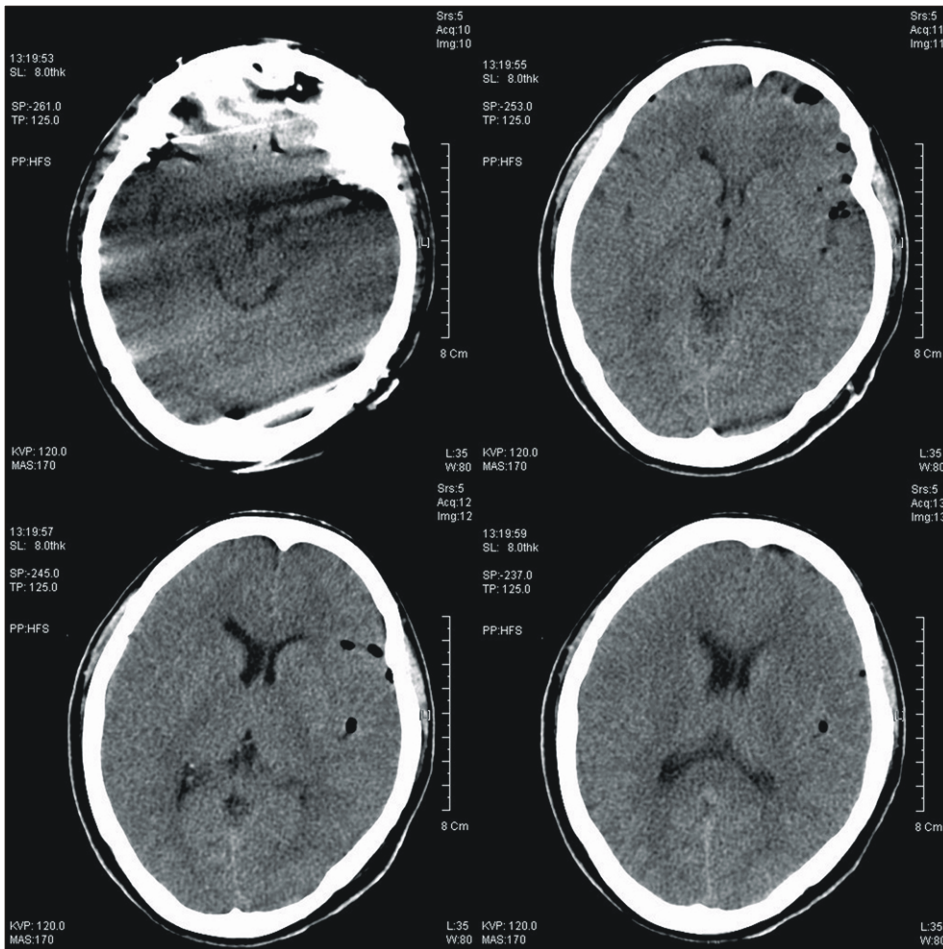


Fig. 1. Brain computed tomographic scan demonstrating pneumocephalus on anterior, middle, and posterior cranial fossa, left sylvian fissure, and inter-hemispheric fissure.

소요 수술시간은 3시간 40분이었다.

수술 종료 후 환자는 다시 양와위로 전환했고 desflurane 투여를 중단하며 100% 산소를 투여하며 용수호흡으로 전환하였다. 환자의 자발호흡이 회복된 것을 확인한 후 glycopyrrolate 0.4 mg과 pyridostigmine 15 mg을 투여하고, 구두명령에 대한 반응으로 환자의 의식이 회복되었음을 확인한 후 발판을 시행하였으며, 발판시 발생할 수 있는 혈압상승과 빈맥을 예방하기 위해 esmolol 30 mg을 예방적으로 투여하였다. 발판 후 기도내 분비물 흡인을 시행하고 구강 기도유지기를 거치하면서 안면마스크를 통해 100% 산소를 투여하였으나, 일회 호흡량이 점진적으로 감소하는 것이 관찰되었고 구두 명령에 대한 반응이 점차 지연되기 시작하였다. 이에 삼중 기도법으로 환자의 기도를 확보하며 호흡낭으로 용수 조작하면서 보조환기를 시행하였다. 환자는 구강주위와 안면에 연축반응이 관찰되었고 삼관 튜브의 발판 수분 후 전신성 강직-간대성 경련(generalized tonic-clonic convulsion)을 보였다. 100% 산소를 안면마스크를 통해 투여하면서 경련 조절을 위해 valium 10 mg, lorazepam 8 mg을 투여하였고 경련이 잘 조절되지 않아서 midazolam 10 mg을 추가로 투여하였다. 동시에 동맥혈 가스 분석을 시행하였으며 결과는 pH 7.314, PaCO₂ 58.4 mmHg, PaO₂ 78.6 mmHg, SaO₂ 93.8%, base excess 3.0, sodium ion 137 mM/L, potassium ion 4.1 mM/L, calcium ion 1.08 mM/L, hematocrit 40%, blood glucose 178 mg/dl을 보였다. 수술실 내에서 재삽관을 시행하고 중심 정맥로를 확보한 후 두개내 혈종 또는 두개내 이상의 가능성을 의심하여 응급으로 뇌 단층 촬영을 시행했다. 뇌 단층 촬영상 전두개와(anterior cranial fossa)의 양측, 실비안 열(sylvian fissure), 대뇌반구 간열(interhemispheric fissure) 그리고 후두개와(posterior cranial fossa)의 좌측에 약간의 기뇌증 소견을 보였으나 뇌실질에는 비정상 소견이 보이지 않았다(Fig. 1). 뇌 단층촬영 후 환자는 신경외과 중환자실로 이동하였으며, 경련이 간헐적으로 발생하였고 혈압은 지속적으로 상승한 상태였으나 다시 시행한 동맥혈 가스분석에서는 정상 범위내의 수치를 나타냈다. 경련이 처음 발생한 지 8시간 후, 환자는 구두명령에 반응을 보일 정도로 의식의 회복을 나타내었으나 매우 초조한 지친 모습을 보였으며, 이때 컴퓨터 단층 촬영 및 자기 공명 영상을 재촬영한 결과 특기할 만한 소견은 없었고, 동맥혈 가스 분석도 정상 소견을 보였다. 이후 중환자실에 있는 동안 환자는 발작을 보이지 않았고, 술 후 2일째 환자는 발판 후 병동으로 전원되었다. 병동에서 발작은 재발하지 않았으나 심한 어지럼증과 두통, 좌측 안면마비, 우완의 약화와 저림 증상, 전신 병색 그리고 불안정한 보행을 호소했으며 내과적 치료를 시행하였다. 이후 환자의 신경학적 이상은 점점 호전되어 술 후 15일째에 퇴원하였다.

고 찰

미세혈관 압박술은 우선 이환된 유양돌기후방에서 두개 골절제술을 시행하여 경막을 개방한 후, 수술용 미세현미경으로 수반된 뇌신경을 관찰하는데, 이때 척수액 배액과 조절과호흡(controlled hyperventilation)을 통해 뇌이완을 유도하여 소뇌의 견인과 소뇌교각부를 노출시키게 된다. 목표했던 혈관을 파악한 후, 조심스럽게 신경으로부터 박리하고 혈관이 원래 위치로 되돌아가는 것을 막기 위해 Teflon[®] felt 또는 근육편을 그 사이에 위치시킨다.¹⁾ 일반적으로 미세혈관 압박술과 같은 뇌실질에 조작이 가해지지 않는 수술에서는 의인적 뇌손상의 발생 가능성이 낮은 것으로 알려져 있으며, 대부분의 환자에서는 마취 회복 시 자발호흡이 충분히 회복되고 의식도 초기에 회복이 가능하게 되어 빠른 발판이 이루어지게 된다. 그러나 본 증례의 환자는 일시적 회복의 양상을 보인 후 지연된 마취 회복과 호흡부전으로 인하여 이산화탄소 저류가 발생하였다. 이와 같이 지연된 마취 회복의 원인은 일반적으로 마취 약제의 잔류 효과나, 대사 이상, 수술시 또는 수술 후 발생한 신경학적 손상 등에 기인한다고 알려져 있으며, 전신마취제의 잔류효과가 지연된 마취회복에 가장 크게 영향을 준다.²⁾

전신마취 시 흡입마취제는 폐를 통해서 제거되므로 분시 호흡량이 감소된 경우 흡입 마취제의 제거가 연장되어 회복이 지연되게 되며, 환자들은 호기시 잔류하는 흡입마취제가 0.2-0.3 MAC 정도일 때 자극에 반응을 보이게 된다.³⁾ 아편양제제는 뇌간의 호흡 중추에 직접 영향을 주어서 이산화탄소에 대한 용량 의존 억제성 호흡반응을 일으키게 된다. 소량 사용된 아편양제제는 골격근과 지방 같은 비활 동성 조직으로의 재분포를 통해 작용이 종결되지만, 다량을 사용하는 경우에는 간의 생체내 변환(biotransformation)에 의존하여 혈장 농도가 감소하게 되며 이를 통해 작용이 종결되게 되므로 대사 이상이 있을 경우 아편양제제 고유의 작용과 약제로 인한 호흡억제로 마취회복의 지연과 이산화탄소의 저류가 일어나게 된다. 저혈당, 고혈당, 감상선 기능 저하증 등과 같은 지연된 마취회복의 대사성 원인들은 본 환자에서는 발견되지 않았다. 저체온증, 고령, 그리고 간질 환과 신장질환 같은 다른 원인들도 또한 투여된 마취제의 증가된 민감도 또는 감소된 제거로 인한 지연된 마취회복에 원인이 될 수 있으나,⁴⁾ 이와 같은 조건들 또한 본 환자에서는 발견되지 않았다.

본 환자는 체질량 지수(body mass index)가 28.9로 과체중에 해당하고 마취시간이 비교적 길었으므로 지방에 재분포된 아편양제제와 흡입마취제 등이 다량 잔류했을 가능성과 분포 용적이 증가함에 따라 마취제의 제거 반감기가 연

장되었을 가능성이 고려되어질 수 있다.⁵⁾ 본 환자에서 fentanyl과 desflurane이 투여되었지만 fentanyl의 총 사용량이 단지 100µg이었고 desflurane은 혈액과 지방에 분포가 매우 적게 일어나는 약제이므로 마취약제 사용에 따른 지연된 마취회복은 가능성은 낮다고 생각된다. 따라서 본 증례에서는 술 후 인지하지 못하였던 신경학적 손상이 마취회복의 지연에 대한 원인일 가능성을 고려해 보아야 할 것이다.

술 후 즉각적으로 발생한 발작은 뇌의 구조적 이상, 선천적인 신경학적 이상, 뇌혈관 질환, 뇌 저산소증, 대사이상 질환, 전해질 불균형, 혈종 또는 수술 등으로 인한 의인적 원인 등에 의해 발생할 수 있다. 이러한 발작으로 인해 뇌 저산소증, 세포성 산증, 그리고 두개강 내압 상승을 일으킬 수 있고 이것이 환자의 생명을 위협할 수도 있다.⁶⁾ Fukamachi 등은⁷⁾ 뇌 단층촬영 검사를 통해 즉각적인 술 후 발작의 약 50% 정도가 뇌의 일부 국소 기질적 병변과 관련되었다고 하였으며, 좌위자세, 천막상병변의 수술, 신경학적 손상, 혈종 또는 뇌혈관 질환을 가진 환자는 발작이 더욱 빈번하게 발생할 수 있다고 하였다. Janetta에⁸⁾ 따르면 후두하 개두술을 이용한 후두개와에서 시행한 미세혈관 감압술에서는 술 후 발작이 나타나지 않았다고 보고하였으나 본 증례에서 나타난 발작 경련은 주로 드물게 발생하는 두개내 손상과 기뇌증 때문에 발생했을 가능성이 높고, 부분적으로는 저환기에 의해 발생한 증가된 두개내압(intracranial pressure, ICP), 이산화탄소 저류, 감소된 동맥혈 산소분압이 경련유발에 기여했을 것으로 생각되어진다.

기뇌증은 기저 두개골 골절, 안면 외상, 신경외과 수술, 부비동 수술, 안면 또는 후두 마스크에 의한 지속되는 기도 양압 호흡의 적용, 심지어는 요부 천자시와 같은 다양한 상황들에서 발생되어질 수 있다.⁹⁾ 비증후성 기뇌증(asymptomatic intracranial air)은 개두술 후에 흔하게 발생하는데, Toung 등은¹⁰⁾ 좌위 자세로 후두개와에서 수술을 받은 환자들의 100%에서 두개내 공기의 방사선적 소견을 보였고, 반면에 측와위와 복와위 자세에서 수행한 환자들에서는 위와 같은 소견의 발생이 더 낮게 나타났다고 보고했다. 두개내 공기의 양은 다양할 수 있고 대개 자연적으로 흡수되며 완전히 흡수되는 데는 2-3주 정도 소요된다.¹¹⁾ 두개내 수술 동안 특히 두부 거상위 자세에서 두개내 구조물들은 좋은 정맥 환류, 수술필드를 통한 CSF 배액, 저이산화탄소증, 그리고 삼투성이뇨 등의 조합으로 최적의 용적이 유지된다. 이 자세에서는 두개내 구조물들이 대기환경에 자유롭게 노출되기 때문에 공기는 두개내에 머무를 수 있을 것이다.¹²⁾ 환자가 수술 종결시점에서 양와위 자세로 되돌아오면, 정맥혈액, CSF, 세포외액 등은 재축적 될 것이고 공기 주머니는 종괴를 형성하고 ICP를 증가시키는 비생산성 공간이 된다. 본 증례에서도 비록 두부거상위의 자세는 없었지만 CSF배액과

조절된 저이산화탄소증에 의한 뇌이완으로 기뇌증이 발생할 수 있었다. 증상을 보이는 기뇌증(tension pneumocephalus, 긴장성 기뇌증)은 흔하게 일어나지는 않지만 의식회복의 지연, 의식상태의 변화, 불안초조, 심한 두통, 근 간대성 발작, 뇌신경 마비, 환기장애, 고혈압, 서맥, 그리고 감소된 시야 정확도 등을 발생시킬 수 있다.⁹⁾ 이들 증상들은 두개내 공기와 뇌의 수분재공급 등에 의해 발생하는 증가된 ICP 때문일 수 있다. 기뇌증은 두개골 방사선 촬영 또는 뇌단층촬영으로 진단될 수 있고, 긴장성 기뇌증에 의해 증가된 ICP는 뇌압 감시 장치로 측정이 가능하지만 뇌압 감시 장치 장치의 설치 또한 위험도와 합병증 등을 가진다. 긴장성 기뇌증의 치료로는 드릴로 두개에 구멍을 내고 이를 통해 공기를 흡입하는 방법이나, 조절 과호흡(hyperventilation)과 삼투성 이뇨제의 사용으로 증가된 ICP를 감소시키는 방법이 있다. 두개내 수술을 따르는 기뇌증의 높은 발생빈도와 발생시 2-3주 정도나 지속되기 때문에 3주 이내에 두개내 수술을 받았던 환자들과 두개골절과 관련된 두개 손상을 받았던 환자들에서 이산화질소 사용은 공기가 차는 공간으로 확산하는 위험 때문에 경막이 열리지 않았거나 기뇌증이 뇌단층촬영으로 배제되지 않았다면 피해야 한다.¹¹⁾

본 증례에서 연장된 마취회복, 즉각적인 술 후 경련 그리고 심지어 환기장애는 기뇌증과 연관된 ICP증가의 연속선상인 것으로 생각되어질 수 있다. 기뇌증에 의한 ICP의 증가는 또한 의식상태를 변화시킬 수 있고 두통과 신경학적 결손을 발생 시킬 수 있다. 그러나, 이 환자에서 술 후 질병 이환에서의 역할은 잘 정의할 수는 없었다. 뇌 신경의 미세혈관 감압술은 CSF유출, 신경학적 결손, 감염 그리고 혈관손상에 의한 출혈 등과 같은 합병증을 가진다. 이번 증례에서 술 후 두통과 어지럼증은 ICP의 증가가 원인일 수 있으나 술 중에 발생할 수 있는 다량의 CSF 유실과 술 후 CSF 유출로 인한 ICP 감소 또한 원인이 될 수 있다. 본 환자에서 나타난 신경학적 이상 중 우완의 약화와 저림 증상은 증상의 호전 양상으로 판단하여 볼 때 수술로 인한 직접적인 신경손상이라기보다는 거드랑이 받침대의 부적절한 위치로 인한 상완 신경총 일시적 압박에 의해 발생하였을 것으로 생각된다. 그리고 말초성의 좌측 안면마비와 지연된 좌측 청력소실은 소뇌교각부에서 행해진 미세혈관 감압술에 의해 증상의 발생이 가능한데, 특히 청신경은 안면신경과 매우 밀접하게 위치하여 소뇌나 뇌간의 견인 시 손상 입을 위험이 매우 높고, 술 후 청각신경이상의 발생률이 안면신경이상의 발생률보다 높은 것으로 알려져 있다.¹³⁾ 청신경의 schwann-gial 접합부는 특히 손상되기 쉬운 부분으로 청신경 주위혈관의 압박도 청력소실의 원인으로 생각되어지고 있다.^{14,15)} Wahlig 등은¹⁵⁾ 수술 중 뇌간 청각유발전위 검사(brainstem auditory evoked potentials, BAEPs)를 이용해서

과형의 변화가 발생된 경우에서 소뇌 견인을 회복시키거나 외과적인 교정을 하면 BAEPs 변화가 회복되는 것으로 혈관 압박이 청각기능의 소실에 연관되어 있음을 시사했고,¹⁶⁾ Grundy 등은¹⁷⁾ 후두하 유양돌기 후방 두개골절제술 시 수액이 열려진 유양돌기 속으로 유입되는 경우 일시적인 청력 저하가 발생할 수 있다고 하였다. 본 환자에서는 청력소실이 나타나지 않았지만, 일반적으로 청력 소실은 수술에 의한 직접 혹은 간접적인 신경 손상에 의한 것으로 생각되며, 어지럼증, 두통과 불안정한 보행 또한 이러한 신경 손상에 의해 유발되었을 것으로 생각된다.

결론적으로 저자들이 경험한 미세혈관 감압술 후에 발생한 지연된 마취회복과 경련 등은 비록 드물게 발생하고, 원인의 규명이 명확하게 이루어지지지는 못했지만 여러 가능한 원인들을 생각해 볼 수 있었으며, 기뇌증, 수술로 인한 신경학적 손상, 저환기 등으로 인한 ICP 증가, 이산화탄소 저류, 저산소증이 경련발생에 부분적으로 기여할 수 있었다. 다른 한편으로 술 후 발생한 안면신경 마비, 심한 어지럼증과 두통은 수술 중 뇌간, 뇌신경, 혈관 등의 견인이 중요한 원인으로 생각되어진다. 이에 마취과 의사는 지연된 마취회복이 발생하였을 때, 약제나 대사적 문제 뿐만 아니라, 수술로 인한 신경학적 손상과 기뇌증을 배제하지 말아야 할 것이며, 이러한 원인을 확인하기 위한 검사에 방사선적 방법이 도움이 될 수 있다. 또한 뇌 실질에 조작이 가해지지 않는 신경외과 수술에서도 마취회복 시에 발관은 보호기도 반사(protective airway reflex)가 회복되고 자발적 호흡이 적절하며 의식의 회복이 확인되었을 때 이루어져야 하고, 만약 안전한 기도 확보, 적절한 호흡 또는 의식의 회복 여부에 대한 의구심이 있다면 환자의 상태가 확실하게 파악될 때까지 기관내 튜브는 거치되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Jannetta PJ: Supralateral exposure of the trigeminal nerve in cerebellopontine angle for microvascular decompression. In: Brain Surgery: complication, avoidance and management. Edited by Apuzzo MLJ: New York, Churchill Livingstone. 1993, pp 2085-96.
2. Kreidstein A, Boorin MR, Crespi P, Lebowitz P, Barst S: Delayed awakening from general anaesthesia in a patient with Hunter syndrome. *Can J Anaesth* 1994; 41: 423-6.
3. Miller RD: Anesthesia. 5th ed. New York, Churchill Livingstone. 2000, pp 1911-2.

4. Belatti RG Jr: Common post anesthetic problems. In: Post anesthesia care. Edited by Vender JS, Spiess BD: Philadelphia, W.B. Saunders Company. 1992, pp 9-12.
5. Schwartz AE, Matteo RS, Ornstein E, Young WL, Myers KJ: Pharmacokinetics of sufentanil in obese patients. *Anesth Analg* 1991; 73: 790-3.
6. Jones DF: Postoperative convulsions due to iophendylate (Myodil). Report of a case and review of the causes of postoperative convulsions. *Anaesthesia* 1980; 35: 50-6.
7. Fukamachi A, Koizumi H, Nukui H: Immediate postoperative seizures: incidence and computed tomographic findings. *Surg Neurol* 1985; 24: 671-6.
8. Jannetta PJ: Trigeminal neuralgia: treatment by microvascular decompression. In: Neurosurgery. 2nd ed. Edited by Wilkins RH, Rengachary SS: New York, McGraw-Hill. 1985, pp 2357-62.
9. Sawka AM, Aniszewski JP, Young WF Jr, Nippoldt TB, Yanez P, Ebersold MJ: Tension pneumocranium, a rare complication of transsphenoidal pituitary surgery: Mayo Clinic experience 1976-1998. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 4731-4.
10. Toung TJ, McPherson RW, Ahn H, Donham RT, Alano J, Long D: Pneumocephalus: effects of patient position on the incidence and location of aerocele after posterior fossa and upper cervical cord surgery. *Anesth Analg* 1986; 65: 65-70.
11. Reasoner DK, Todd MM, Scamman FL, Warner DS: The incidence of pneumocephalus after supratentorial craniotomy. Observations on the disappearance of intracranial air. *Anesthesiology* 1994; 80: 1008-12.
12. Miller RD: Anesthesia. 5th ed. New York, Churchill Livingstone. 2000, pp 1905-6.
13. Lovely TJ, Getch CC, Jannetta PJ: Delayed facial weakness after microvascular decompression of cranial nerve VII. *Surg Neurol* 1998; 50: 449-52.
14. Sekiya T, Okabe S, Iwabuchi T: Damage of the peripheral auditory system after operations in the cerebellopontine angle. A scanning electron-microscopic observation in dogs. *Surg Neurol* 1988; 30: 117-24.
15. Wahlig JB, Kaufmann AM, Balzer J, Lovely TJ, Jannetta PJ: Intraoperative loss of auditory function relieved by microvascular decompression of the cochlear nerve. *Can J Neurol Sci* 1999; 26: 44-7.
16. Bai SJ, Lee JS, Kim JH, Jung JH, Park SY, Min KT: The validity of intraoperative brainstem auditory evoked potentials (BAEPs) for the postoperative hearing impairments in microvascular decompression (MVD). *Korean J Anesthesiol* 2004; 47: 493-8.
17. Grundy BL, Procopio PT, Jannetta PJ, Lina A, Doyle E: Evoked potential changes produced by positioning for retromastoid craniectomy. *Neurosurgery* 1982; 10: 766-70.