

수술중신경계 감시를 시행한 뇌동맥류 결찰술 이후 발생한 전맥락막동맥 경색증 1예

김영석, 박윤길, 이호성, 박진영, 이주원, 표소은, 김다운

연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 재활의학교실

Anterior Choroidal Artery Infarction with No Abnormalities of Motor Evoked Potentials During Cerebral Aneurysm Surgery -A Case Report-

Young Seok Kim, Yoon Ghil Park, Hosung Yi, Jinyoung Park, Joowon Lee, Soeun Pyo, Dawoon Kim

Department of Rehabilitation Medicine, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Motor evoked potentials (MEPs) with somatosensory evoked potentials (SSEPs) have been used to prevent neurological complication during cerebral aneurysm surgery. This case shows postoperative anterior choroidal artery (AChA) infarction with decreased SSEPs, in spite of preserved MEPs during aneurysm clipping. A 58-year-old man with ruptured aneurysm between right internal carotid artery and AChA received aneurysm clipping. During temporal arterial clipping, left tibial SSEPs amplitude decreased by 95% and median SSEPs decreased by 89% of the baseline. SSEPs changes lasted for 10 minutes and there was no change of MEPs. After operation, mental state changed to drowsy and left side weakness occurred. Cerebral angiography showed non-visualized right AChA and brain MRI showed right AChA infarction. MEPs are difficult to be performed continuously because patient movement may interfere with microsurgery and raise safety concerns. We suppose that SSEPs are possibly complement of MEPs to take consider the subcortical perfusion such as AChA.

Key Words: intraoperative neurophysiological monitoring, cerebral aneurysm, anterior choroid infarction

서론

수술중신경계감시는 동맥류를 비롯한 신경혈관계 수술적 치료에서 신경학적 합병증을 예방하기 위해 점점 더 널리 사용되고 있다. 초기에는 체성감각유발전위(somatosensory evoked potentials, SSEPs)만이 예후를 측정하는 단일지표로 사용되었으나, 체성감각유발전위가 보존되었음에도 불구하고 수술 후 근력 저하와 같은 합병증을 가져온다는 보고가 여러 차례 발표되어 한계점을 노출하였다. 운동신경기

Received September 19, 2017

Revised (1st) October 11, 2017, (2nd) October 16, 2017, (3rd) October 19, 2017

Accepted October 22, 2017

Corresponding Author: Yoon Ghil Park

Department of Rehabilitation Medicine, Gangnam Severance Hospital,
Yonsei University College of Medicine, 211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul
06273, Korea

Tel: 82-2-2019-3490, Fax: 82-2-2019-7585, E-mail: DRTL@yuhs.ac

능의 보존 여부를 함께 평가하기 위해, 운동유발전위(motor evoked potentials, MEPs)를 수술 중 감시의 지표로 사용하는 시도가 수년 전부터 있었으며, 최근에는 운동유발전위와 체성감각유발전위를 함께 이용하여 검사의 민감도를 높이고 위음성의 빈도를 낮추려는 모습도 보였다. 그러나 검사 중 발생할 수 있는 근 수축이 수술 과정을 방해하는 요소가 될 수 있기 때문에 검사자와 수술자의 숙련된 기술과 협업능력이 필요하다.¹ 본 증례는 수술중신경계감시를 시행한 뇌동맥류 결찰수술에서, 운동유발전위가 보존되었음에도 수술 후 허혈성 뇌경색이 발생한 증례이다.

증 례

고혈압과 소아마비의 과거력이 있는 58세 남자가 심한 두통과 구토를 주소로 응급실에 내원하였다. 신경학적 검사에서 운동 및 감각 기능은 보존되었으며 그 외 특이한 소견은 관찰되지 않았다. 뇌의 기질적 질환의 진단을 위해 뇌 전산화 단층 검사를 시행하였으며 지주막하출혈을 확인하였다(Fig. 1A). 추가적인 출혈부위 확인을 위해 뇌혈관조영술을 시행하였고 우측 내경동맥(internal carotid artery)과 전맥락막동맥(anterior choroidal artery)사이에서 파열된 동맥류를 발견하였다(Fig. 1B). 이에 대해 동맥류 결찰술을 시행하기로 하였으며 수술 중 뇌혈관 결찰에 의한 합병증 예방을 위해 체성감각유발전위와 운동유발전위 감시를 진행하기로 하였다. 수술 중 체성감각유발전위에서 50% 이상 진폭 감소가 있거나 10% 이상 잠시 지연이 있는 경우와 운동유발전위에서 50% 이상 진폭 감소가 있는 경우를 이상적으로 보았다. 마취는 Desflurane을 이용한 흡인마취와 함께 정

맥마취제로 propofol (프레조폴엠시터2%주, 바이알㈜) 및 remifentanyl (하나구연산펜타닐주사, 하나제약㈜)이 이용되었다. 근 이완제로는 rocuronium (로큐메론주, 일성신약㈜)이 사용되었다.

수술 전 시행한 뇌혈관조영술에서 전맥락막동맥은 동맥류 경부에서 기시하였으며, 동맥류 경부 박리술을 시행한 후 A1 분절 및 안쪽 내경동맥에 임시 결찰술을 시행하였다. 임시 결찰술 시행 중 체성감각유발전위의 기준선 진폭으로부터 좌측 정강신경에서 95%의 진폭감소, 정중신경에서 89%의 진폭감소가 있었으며 결찰술 제거 후 집도의는 수술 진행을 일시 중단하였다. 10분 경과 후 체성감각유발전위의 진폭이 회복되는 것을 관찰한 뒤 수술은 재개되었다. 결찰술 재 시행 후 전맥락막동맥의 주행을 확인하였으며, 경막을 닫을 때까지 체성감각유발전위의 진폭은 잘 유지되었다(Fig. 2). 수술 중 출혈은 500 mL로 확인되었다. 수술 중 운동유발전위는 수술 시작 전, 결찰술 직후와 경막을 닫기 전, 후에 측정되었으며 측정 당시 운동유발전위의 진폭 변화는 관찰되지 않았다(Fig. 3).

수술 시행 후 그 다음날 환자 의식저하가 관찰되었으며 좌측 상하지 근위약 역시 확인되었다. 근위약은 처음 측정된 Good grade에서 점차 Fair grade까지 진행되었으며 뇌혈관 조영술 시행 결과 전맥락막동맥의 폐색이 관찰되었다(Fig. 4). 6일 뒤 재시행한 뇌혈관조영술에서 우측 전대뇌동맥(anterior cerebral artery, ACA)과 중대뇌동맥(middle cerebral artery, MCA) 영역에서 혈관 연축이 발견되었으며 뇌 자기공명영상에서 우측 전맥락막동맥의 경색증이 관찰되었다(Fig. 5). 혈관 연축 해소를 위한 유도고혈압 치료가 시행되었고 수술 후 19일째에는 일반병실에서 재합치료

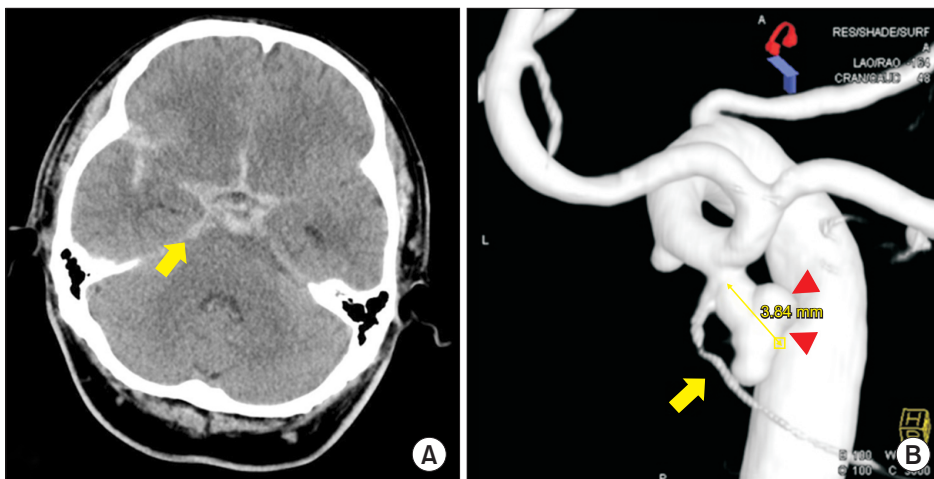


Fig. 1. Preoperative brain CT (A) shows subarachnoid hemorrhage in basal cistern (arrow) and right sylvian fissure. Cerebral angiography (B) shows saccular aneurysm (arrow head) on right anterior choroidal artery (arrow) with lateral direction. CT: computed tomography.

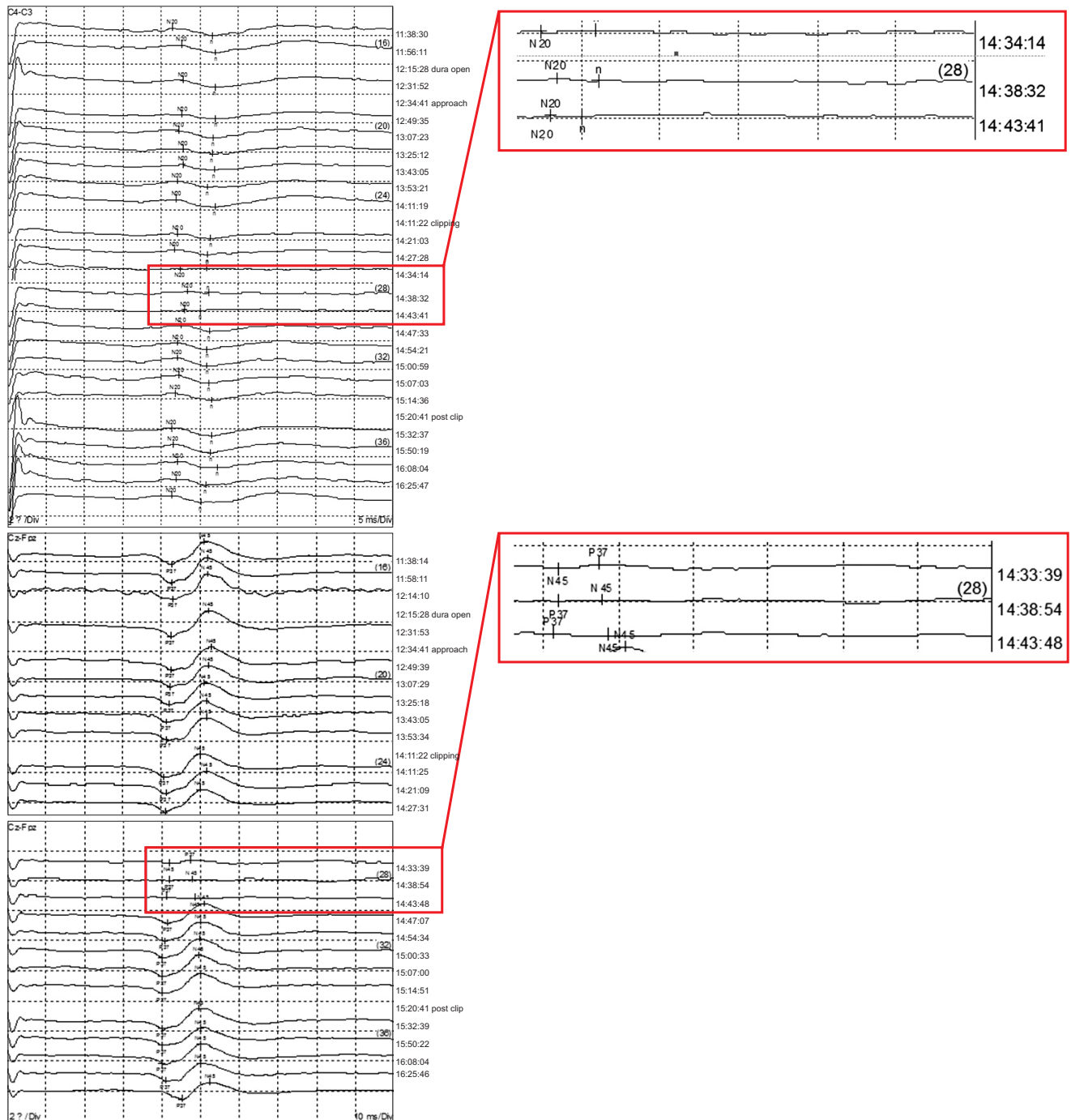


Fig. 2. Intraoperative somatosensory evoked potentials: upper graph shows median SSEPs, and lower graph shows tibial SSEPs. SSEPs showed acceptable latencies and amplitudes until temporary clipping. During temporal clipping (14:38:32 – 14:47:33), left tibial SSEPs amplitude decreased by 95% and left median SSEPs amplitude decreased by 89% of the baseline and after release of temporal clip it recovered to acceptable amplitudes until the surgical procedure ended. SSEPs: somatosensory evoked potentials.

를 시작하였다. 재활치료 시작시점에서 좌측 상하지 근력은 Poor plus grade로 측정된 상태였다.

수술 후 31일째에 환자는 포괄적 재활치료를 위해 재활의학과로 전과되었으며 환자의 근력을 다시 평가하였을 때 상

지에서 좌측 어깨 굽힘근이 Fair plus, 펴근이 Fair grade, 팔꿈치 굽힘근 및 펴근 Fair plus grade, 손목 굽힘근 Fair plus grade, 펴근이 Fair grade 측정되었다. 하지에서 측정하였을 때, 고관절 굽힘근, 펴근이 Fair grade, 무릎 굽힘근, 펴

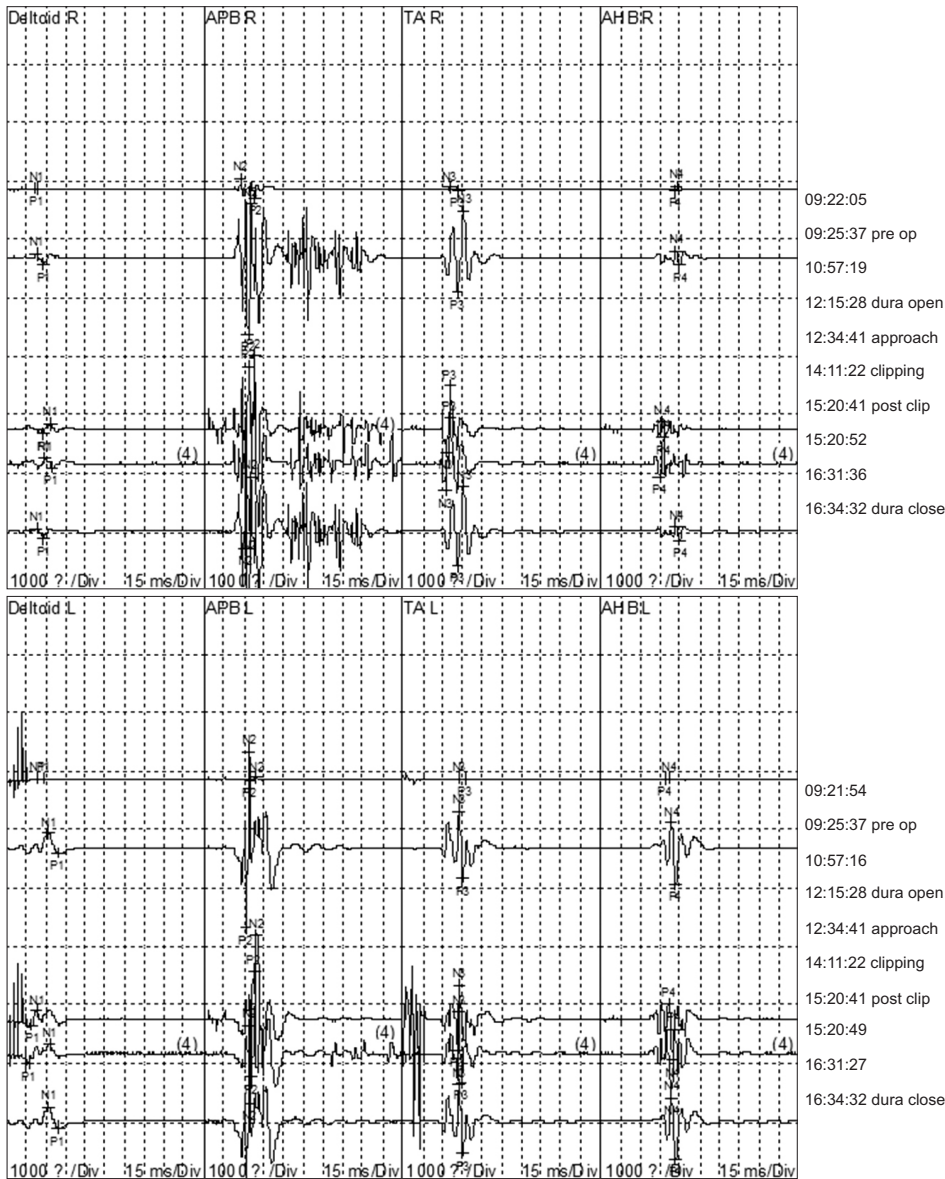


Fig. 3. Intraoperative motor evoked potentials: transcranial electric MEPs were recorded bilaterally from abductor pollicis brevis muscles in the upper extremities, and tibialis anterior muscles in the lower extremities using a pair of needle electrode. MEPs was monitored at pre-operation, dura open, post-clipping, and dura closure. The MEPs showed acceptable amplitudes during whole surgical process. MEPs: Motor evoked potentials.

근에서 Fair plus grade, 발목 굽힘근 및 펴기근에서 Fair plus grade 측정되었다. 수술 후 52일째 퇴원 시 환자의 근력은 상하지 모두 Good grade로 호전되었다.

고 찰

최근 진단기법의 발달로 뇌동맥류와 같은 뇌혈관 질환에 대한 보다 빠른 치료가 가능해졌다. 이전의 뇌혈관수술과 달리 무증상, 비 응급 상황에서도 수술을 진행하게 되면서 수술 중 합병증을 최소화하는 것이 수술자에게 중요한 관심사가 되고 있다. Byoun 등은 허혈성 합병증이 미파열 뇌동맥류의 결찰술 이후 합병증의 6.7%를 차지한다고 보고하였

으며,² Friedman 등은 뇌동맥류 중에서도 전맥락막동맥에서 발생한 동맥류는 2~5%를 차지한다고 보고하였다.³ 전맥락막동맥은 운동기능, 감각기능 및 시각기능을 관장하는 해부학적 구조와 연관이 있는데, 속섬유막뒤다리(posterior limb of internal capsule)에 있는 추체로(pyramidal tract)나 시상피질섬유(thalamocortical fibers), 슬상조거로(geniculocalcarine tract)가 이에 해당하는 영역이다.⁴ 전맥락막동맥에 허혈성 합병증이 발생하면 위 구조물들에 대한 신경학적 손상이 발생하여 편측 운동신경 마비, 감각신경 마비 또는 동측 반맹과 같은 증상이 나타날 수 있으며, 특히 이 동맥은 수술 현장에서 경색 여부를 해부학적으로 확인하기 어려운 부위이기 때문에 수술중신경계감시가 다른 위치보

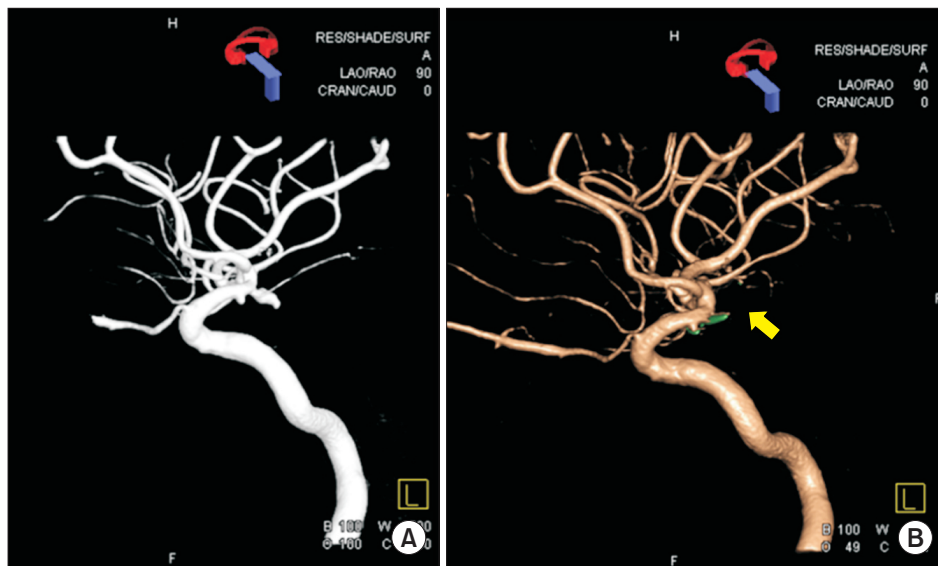


Fig. 4. Comparison of cerebral angiography before (A) and after (B) surgery: nonvisualized anterior choroidal artery (arrow) is found.

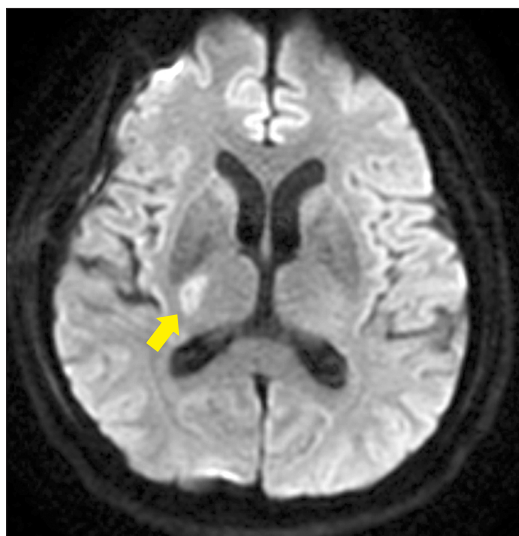


Fig. 5. Postoperative brain MRI shows signal change at right posterior limb of the internal capsule (arrow). MRI: magnetic resonance imaging.

다 중요한 영역이다.

수술중신경계감시는 부적합한 뇌혈류 상태로 인한 이상징후를 회복 가능한 시기에 감지하고, 적절한 뇌혈류상태를 회복하기 위해 지속적으로 발전해왔다.¹ 여러 기법 중에서도 전기생리학적 변화가 국소 뇌혈류 사이의 강한 상관 관계가 있다고 보고되었으며,⁵ 신경경로의 이상을 감지할 수 있고 실시간으로 부적절한 진폭이나 잠시 지연을 확인할 수 있어 민감도가 높은 기법이다.

먼저 도입된 기법은 체성감각유발전위다. 체성감각유발전위는 대뇌 피질의 관류를 감시하는데 유용하며, 전기 자극으

로 인한 환자의 움직임이 적기 때문에 미세수술에도 적용하기 용이하다고 알려져 있다.⁶ 안정적으로 유지되는 체성감각유발전위는 대뇌 피질의 관류를 감시하는데 유용하며, 전기 자극으로 인한 환자의 움직임이 적기 때문에 미세수술에도 적용하기 용이하다고 알려져 있다.⁶ 그러나 도입에서 언급했듯이 체성감각유발전위를 단독으로 사용한 감시의 한계점들이 이전 연구들에서 보고된 바 있다. 여러 연구에서 수술 후 운동기능손상이 있었으나, 체성감각유발전위의 변화가 위음성으로 발견된 경우를 보여주었으며,^{2,6,7} 주로 속섬유막(internal capsule)이나 뇌간(brain stem)과 같은 피질 하 뇌줄중에서 발견되었다.⁶

운동유발전위는 위와 같은 체성감각유발전위의 위음성 문제를 해결하기 위해 등장하였다. Sasaki 등은 수술 중 운동유발전위를 이용한 감시가 체성감각유발전위에 비해 전맥락막동맥과 같은 혈관, 특히 관통혈관이 지배하는 피질 하 영역에서 더 효과적이라고 제시했다.⁸ 또한 Suzuki 등은 일시적인 운동유발전위 변화는 수술 후 운동신경 마비를 가져오지 않거나 적어도 24시간 이내에 사라지는 것을 확인하였으며 운동유발전위의 반응이 완전히 없어진 경우에서만 영구적인 운동신경 마비를 가져오는 것을 발견하였다.⁹ 이처럼 기존의 연구에서는 운동유발전위가 대뇌 피질 하 허혈로 인한 운동기능 손상을 반영하는데 체성감각유발전위보다 더 우월하다고 알려져 있다.⁶

본 증례에서는 결찰술 중 체성감각유발전위에서 좌측 정강신경에서 95%, 정중신경에서 89%의 진폭감소가 관찰되었으며 10분 후 다시 회복되었기에 결찰술로 인한 관류저

하가 일시적이었을 것으로 예상하여 수술을 진행하였다. 그리고 수술 중 측정한 운동유발전위에서는 이상소견이 관찰되지 않았음에도 수술 후 환자의 근 위약이 관찰되었다. 이는 수술 후 근력 저하소견이 있는 경우, 수술 중 운동유발전위의 이상소견이 항상 관찰되므로 피질 하 허혈에서 체성감각유발전위보다 운동유발전위 감시가 우월하다고 밝혔던 Neuloh 등의 이전 연구 결과에 반하는 소견이었다.⁶

운동유발전위에서 변화가 없었던 이유로 다음과 같은 경우를 생각해볼 수 있다. 운동유발전위는 수술 중 연속적으로 시행하기 힘들다는 제한점을 갖고 있는데, 운동유발전위는 검사 시 근육의 움직임으로 수술공간의 움직임을 유발할 수 있기 때문이다.⁶ 미세수술에서 움직임으로 인해 발생할 수 있는 안전성 문제는 수술자에게 매우 민감한 문제이다. 본 환자에서 운동유발전위 측정은 특정 시점에서만 이루어졌는데, 수술 전과 경막을 열었을 때, 결찰술 직후 그리고 경막을 닫은 후에 시행하였다. 수술 중 이상여부를 파악하기 위해 더 잦은 빈도로 운동유발전위를 분석하는 것이 필요하다. 다만 위에서 언급하였듯 운동유발전위는 연속적인 자극을 주기에 제한이 있기 때문에 어느 시점에 추가적으로 측정을 시행할지에 대해서는 체성감각유발전위와 같은 연속적인 검사의 도움이 필요하겠다.

Weinzierl 등은 수술중신경계감시에 있어 수술 후 운동기능의 손실을 예측하는데 운동유발전위가 체성감각유발전위보다 우월하지만, 체성감각유발전위가 피질 내 관류소견을 감시하는 데 우월하기 때문에 운동유발전위와 함께 감시할 것을 제안한다.⁷ 본 증례에서 임시 결찰술 시행 당시 체성감각유발전위의 일시적인 진폭의 감소가 관찰된 시점에 추가적인 운동유발전위 측정을 시행하였다면 위음성 여부를 확인하는 데 도움이 될 수 있었을 것으로 사료된다. 따라서 운동유발전위의 측정 시기를 효율적으로 결정하는 보완적인 목적으로 체성감각유발전위가 반드시 동반되어야 할 것을 제안한다. 다만, 어떤 경계 값을 기준으로 추가 측정 시기를 결정해야 할 지에 대해서는 추가적인 연구가 필요하겠다.

본 증례에서 운동유발전위 결과가 실제 음성인 경우도 생각할 수 있다. 환자는 수술 후 1일째 혈관 연축이 관찰되었으며, 이것이 수술 중 발생한 문제와 관련 없는 수술 후 합병증으로 보게 되면 운동유발전위 검사 결과는 위음성이 아닌 음성 결과로 해석해야 합당할 수 있어 본 증례의 한계점에 해당하는 부분이 되겠다. 다만 뇌 부종이나 혈관 연축 등으로 인해 수술 이후에나 피질척수로(corticospinal tract)의 허혈성 변화가 나타나는 경우 역시 존재할 수 있다.¹⁰ 이 경

우 수술 중 운동유발전위의 변화는 나타나지 않거나 일시적인 변화에 그칠 수가 있으므로, 기존의 검사기준 보다 철저한 운동유발전위의 측정이 필요하다.¹⁰ 따라서 보다 민감한 운동유발전위 변화 여부를 측정하기 위한 기준 검사로써 연속적인 체성감각유발전위 추적감시의 중요성을 강조하고자 한다.

본 증례는 수술중신경계감시에서 운동유발전위의 이상은 발견되지 않았음에도 수술 후 전맥락막동맥 경색증이 확인된 증례이다. 연속적인 운동유발전위 감시는 미세수술 과정에서 수술 중 안전상의 문제로 한계가 있으며, 연속적인 체성감각유발전위 감시는 효율적인 운동유발전위 감시 시기를 결정하는데 도움을 줄 수 있다. 따라서 본 증례는 전맥락막동맥과 같은 피질 하 관류를 평가하는 영역에서도 운동유발전위의 제한점을 보완하기 위해 체성감각유발전위가 도움을 줄 수 있음을 시사하고 있다.

References

1. Bacigaluppi S, Fontanella M, Manninen P, Ducati A, Tredici G, Gentili F: Monitoring techniques for prevention of procedure-related ischemic damage in aneurysm surgery. *World Neurosurg* 2012; 78: 276-288
2. Byoun HS, Bang JS, Oh CW, Kwon OK, Hwang G, Han JH, et al: The incidence of and risk factors for ischemic complications after microsurgical clipping of unruptured middle cerebral artery aneurysms and the efficacy of intraoperative monitoring of somatosensory evoked potentials: A retrospective study. *Clin Neurol Neurosurg* 2016; 151: 128-135
3. Friedman JA, Pichellmann MA, Piepgras DG, Atkinson JL, Maher CO, Meyer FB, et al: Ischemic complications of surgery for anterior choroidal artery aneurysms. *J Neurosurg* 2001; 94: 565-572
4. Leys D, Mounier-Vehier F, Lavenu I, Rondepierre P, Pruvot JP: Anterior choroidal artery territory infarcts. Study of presumed mechanisms. *Stroke* 1994; 25: 837-842
5. Lopez JR, Chang SD, Steinberg GK: The use of electrophysiological monitoring in the intraoperative management of intracranial aneurysms. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999; 66: 189-196
6. Neuloh G, Schramm J: Monitoring of motor evoked potentials compared with somatosensory evoked potentials and microvascular Doppler ultrasonography in cerebral aneurysm surgery. *J Neurosurg* 2004; 100: 389-399

7. Weinzierl MR, Reinacher P, Gilsbach JM, Rohde V: Combined motor and somatosensory evoked potentials for intraoperative monitoring: intra- and postoperative data in a series of 69 operations. *Neurosurg Rev* 2007; 30: 109-116; discussion 116
8. Sasaki T, Kodama N, Matsumoto M, Suzuki K, Konno Y, Sakuma J, et al: Blood flow disturbance in perforating arteries attributable to aneurysm surgery. *J Neurosurg* 2007; 107: 60-67
9. Suzuki K, Kodama N, Sasaki T, Matsumoto M, Konno Y, Sakuma J, et al: Intraoperative monitoring of blood flow insufficiency in the anterior choroidal artery during aneurysm surgery. *J Neurosurg* 2003; 98: 507-514
10. Neuloh G, Schramm J: Are there False-negative Results of Motor Evoked Potential Monitoring in Brain Surgery? *Cent Eur Neurosurg* 2009; 70: 171-175