

Case Report

전정신경초종 수술 중 얼굴 운동유발전위 추적감시의 유용성: 증례

김진희^{1†}, 조현진^{1†}, 박수련¹, 최소연¹, 김동준¹, 이경수², 서대원^{1*}

¹삼성서울병원 신경과, 성균관대학교 의과대학

²삼성창원병원 신경과, 성균관대학교 의과대학

Usefulness of facial MEP monitoring in vestibular schwannoma surgery: a case report

Jin Hee Kim^{1†}, Hyunjin Jo^{1†}, Soo Ryun Park¹, So Youn Choi¹, Dong Jun Kim¹, Kyoung Soo Lee², Dae-Won Seo^{1*}

¹Department of Neurology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

²Department of Neurology, Samsung Changwon Hospital, College of Medicine, Sungkyunkwan University, Changwon, Korea

ABSTRACT

Preservation of facial nerve function is one of the most important goal in cerebellopontine angle (CPA) tumor surgery. To monitor facial nerve function intraoperatively, free-running electromyography (fEMG) monitoring and triggered EMG (tEMG) mapping are used routinely. In addition to those modalities, facial motor evoked potential (facial MEP) monitoring by transcranial electrical stimulation can be helpful to predict the functional integrity of the facial nerve during CPA tumor surgery. We found abrupt decrement of facial MEP without definite fEMG change during the vestibular schwannoma surgery in a case who developed postoperative facial paresis.

Keywords: evoked potentials; facial nerve; intraoperative neurophysiological monitoring

서론

수술 중 신경계 감시(intraoperative neurophysiological monitoring, INM)는 수술 중 발생할 수 있는 신경 손상을 방지하거나, 수술 후 신경 기능을 예측하기 위해 수술 중 신경생리학적 검사를 시행하는 방법이다.

소뇌다리각(cerebellopontine angle, CPA) 종양 제거 수술에서 얼굴 신경(facial nerve) 감시를 위해 자유 진행 근전도(free-running electromyography, fEMG)와 유발 근전도 검사(triggered electromyography, tEMG)가 사용되고 있으며, 이를 통해 실시간으로 신경의 위치를 확인하고, 그 기능을 평가할 수 있게 되면서 수술 후 발생하는 얼굴 신경마비의 발생률을 감소시켰다[1-3].

본 논문에서 저자들은 전정신경초종(vestibular schwannoma)을 제거하기 위한 개두술에서 수술 중 얼굴 신경 감시를 위해 기존 시행되던 자유 진행 근전도와 유발 근전도 검사와 더불어

얼굴 운동 유발 전위검사(facial motor evoked potential, facial MEP)를 함께 시행하였다. 수술 중 발생한 자유 진행 근전도와 유발 근전도의 변화를 임상적 의미가 없다고 오인하였으나, 얼굴 운동 유발 전위 검사에서 파형이 소실되면서 얼굴 신경 마비를 확인한 증례를 통해, 소뇌다리각 수술에서 얼굴 신경 감시를 위한 운동 유발 전위 검사의 유용성을 보고하고자 한다.

증례

환자는 57세 남자로서, 내원 4년 전부터 우측 청력 저하가 발생하였으며, 1년 전 현훈과 구토가 동반되기 시작하였다. 당시 시행한 뇌 자기공명영상에서 우측 소뇌다리각 부위에 종양이 발견되어 신경초종 의심 하에 감마나이프 수술을 받았다. 감마나이프 수술 후에도 간헐적으로 구역이 있었으며, 1개월전부터는 다시 현훈과 구토가 재발하였다. 과거력에서 신경초종에

Received February 8, 2020; Revised August 25, 2020; Accepted August 25, 2020

[†]These authors contributed equally to this work.

*Corresponding author: Dae-Won Seo, Department of Neurology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Tel: +82-2-3410-3599, Fax: +82-2-3410-0052, E-mail: daewon@skku.edu

© 2019 Korean Society of Intraoperative Neurophysiological monitoring (KSION)

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.

대해 감마나이프 수술을 받은 것 외에 다른 병력은 없었다. 입원 당시 신체 진찰에서 우측 청력 저하 외에 특이 소견은 관찰되지 않았다. 다시 시행한 뇌 자기공명영상에서 우측 소뇌다리 각 부위에 $2.2 \times 2.9 \times 2.8$ cm 크기의 종양과 낭종이 관찰되었다(Fig. 1). 종양은 진행하는 전정신경초종으로 판단되어 개두술을 통한 종양 절제술을 수술 중 신경계 감시 하에 시행하였다(Xltek Protektor 32, Natus Medical, Middleton, WI, USA). 수술 중 신경계 감시는 소뇌다리각 종양 제거 수술에서 얼굴 신경 감시를 위해 일반적으로 시행되는 자유 진행 근전도, 유발 근전도 검사와 함께 운동 유발 전위 검사를 시행하였다.

수술 중 마취는 프로포폴(propofol, 2%)과 레미펜타닐(remifentanyl)을 이용한 정맥 마취를 시행하였고, 근이완제로 로쿠로늄(rocuronium)을 점적 지속 투약하여, 4연속 자극 모두에 반응이 있는 마취의 상태(TOF 4/4)를 유지하였다.

사지의 운동 유발 전위는 C3, C4 부위에 전극을 두피에 피하전극으로 설치하고, 경두개 전기자극을 가하여 짧은엄지벌림근(abductor pollicis brevis)에서 기록하였다. 자극의 방식은 연사자극법(trained stimulation method)으로 5 단극성 직각 파형(square wave) 펄스를 사용하였고, 펄스의 극성은 양극성 자극(anodal stimulation), 펄스 기간(pulse width)은 0.05 msec, 펄스 간격(pulse period)은 2 msec, 그리고 펄스

강도(pulse intensity)는 400 V였다. 기록 전극들의 임피던스는 수술 종료 시까지 2.5 kOhm 이하로 유지하였으며, 주파수 폭(band-pass)의 필터는 10 Hz에서 5 kHz로 설정하였다.

얼굴 운동 유발 전위는 C3, Cz에서 자극하였으며, 파형의 기록을 위해 입둘레근(orbicularis oris), 턱끝근(mentalis)에 바늘 전극을 설치하였다. 얼굴 운동 유발 전위 반응을 비교하기 위해 혀근(tongue muscle), 승모근(trapezius)에도 전극을 추가하였다. 얼굴 운동 유발 전위를 포함한 운동 유발 전위 검사는 경막 절개 전을 기준파형(baseline)으로 설정하여 수술 중 지속적으로 운동 유발 전위를 측정하면서 추적 관찰하였다.

자유 진행 근전도는 얼굴의 이마근(frontalis), 눈둘레근(orbicularis oculi), 입둘레근(orbicularis oris), 턱끝근(mentalis), 측두근(temporalis), 깨물근(masseter muscle)에서 근전도 반응(neurotonic discharges)을 확인하였다.

두부 근육의 유발 근전도는 어깨에 접지 전극을 부착하고, 자유 진행 근전도와 같은 근육에서 복합 근육 활동 전위(compound muscle action potential, CMAP)를 기록하였다. 수술 중 단극성 자극기를 이용하여 종양 주변을 자극하였으며, 자극의 빈도, 세기, 지속 시간은 각각 4.7 Hz, 3.5 V, 0.3 msec로 하였다.

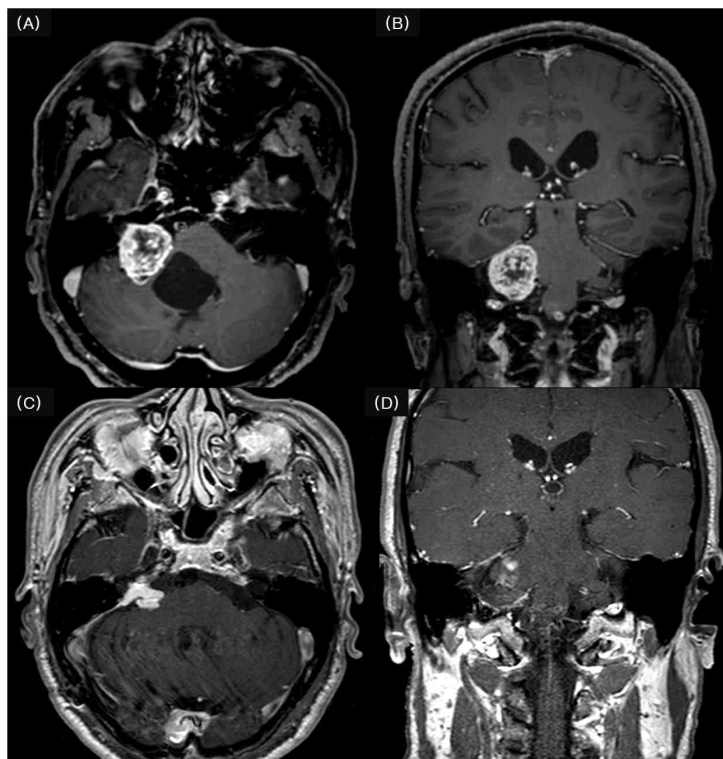


Fig. 1. Pre- and post-operative MRI. (A, B) Preoperative Gd enhanced axial T1 weighted and coronal images show approximately $2.2 \times 2.9 \times 2.8$ cm sized, well-demarcated mass with central necrosis in right cerebellopontine angle. (C, D) Postoperative Gd enhanced axial T1 weighted and coronal images reveal decreased mass in right cerebellopontine angle.

자유 진행 근전도에서 근전도 반응이 있거나, 유발 근전도에 의해 복합 근육 활동 전위가 유발된 경우, 얼굴 운동 유발 전위 파형의 진폭이 기준 파형에 비해 50% 이상 감소된 경우 즉시 집도의에게 알리도록 하였다.

수술 중 자유 진행 근전도에서 간헐적으로 근전도 반응이 확인되고, 유발 근전도에서 복합 근육 활동 전위가 유발됐으나, 얼굴 신경의 직접적인 손상이 아닌 수술 과정에서 발생한 잡파로 생각하여 수술을 진행하였다. 수술 시작 후 2시간 정도 경과된 시점에서 종양을 제거하던 중 시행한 운동 유발 전위 검사에서, 비교를 위해 설치하였던 혀근에서는 운동 유발 전위 파형이 확인되었지만, 우측 입둘레근과 혀끝근에서 운동 유발 전위 파형이 잡자기 소실되었다(Fig. 2). 이에 얼굴 신경이 손상된 것으로 논의해 기존 계획하였던 완치적 절제가 아닌 부분 절제술(subtotal resection)로 종료하였으며, 얼굴 운동 유발 전위 파형의 소실은 수술 종료 시까지 회복되지 않았다. 병리 소견은 전정신경초종이었다.

환자는 수술 직후 현훈과 구토는 호전됐으나, 구역감은 남아 있었고, 우측 얼굴 신경 마비(House-Brackmann grade III)가 확인됐다. 그 후 서서히 구역감도 호전되었고, 6개월 후 우측 얼굴 신경 마비는 House-Brackmann grade II로 호전되었다.

고찰

소뇌다리각 종양 수술에서 얼굴 신경에 대한 수술 중 신경계 감시가 유용하게 사용되고 있다. 이를 통해 종양이나 연부 조직 내에 있는 얼굴 신경의 위치를 확인하여 종양 제거 중 발생할 수 있는 얼굴 신경 손상을 최소화할 수 있고, 수술 후 얼굴 신경 기능에 대한 예후를 평가할 수 있다[1].

얼굴 신경 감시를 위해서 현재 흔히 사용되고 있는 방법은 자유 진행 근전도와 유발 근전도 검사이다. 얼굴 근육에서 기록하는 자유 진행 근전도 검사는 실시간으로 근전도 반응을 보는 것이다. 이 근전도 반응은 수술 중 신경 손상에 의해 발생하기도 하지만, 수술 부위 세척, 지혈 솜 압박 등 신경 손상을 가하지 않는 자극에서도 반응이 유발돼, 근전도 반응이 많다고 해서 반드시 신경 손상을 의미하지는 않는다[2]. 자유 진행 근전도는 매우 민감한 검사이나 마취에 영향을 받으며, 수술 전 얼굴 신경의 손상이 이미 이루어진 상태, 또는 수술 중 잡파의 삽입이 지나치게 많은 경우는 그 임상적 의미를 파악하기 어려울 수 있다. 본 증례도 감마나이프 수술 후 재수술을 시행한 예로, 수술 중 잡파 등으로 유의한 파형을 확인하기 어려웠다.

유발 근전도 검사는 뇌줄기(brainstem)에서부터 얼굴 신경이 나오는 근위부를 확인(mapping)한 후에 직접적으로 얼굴

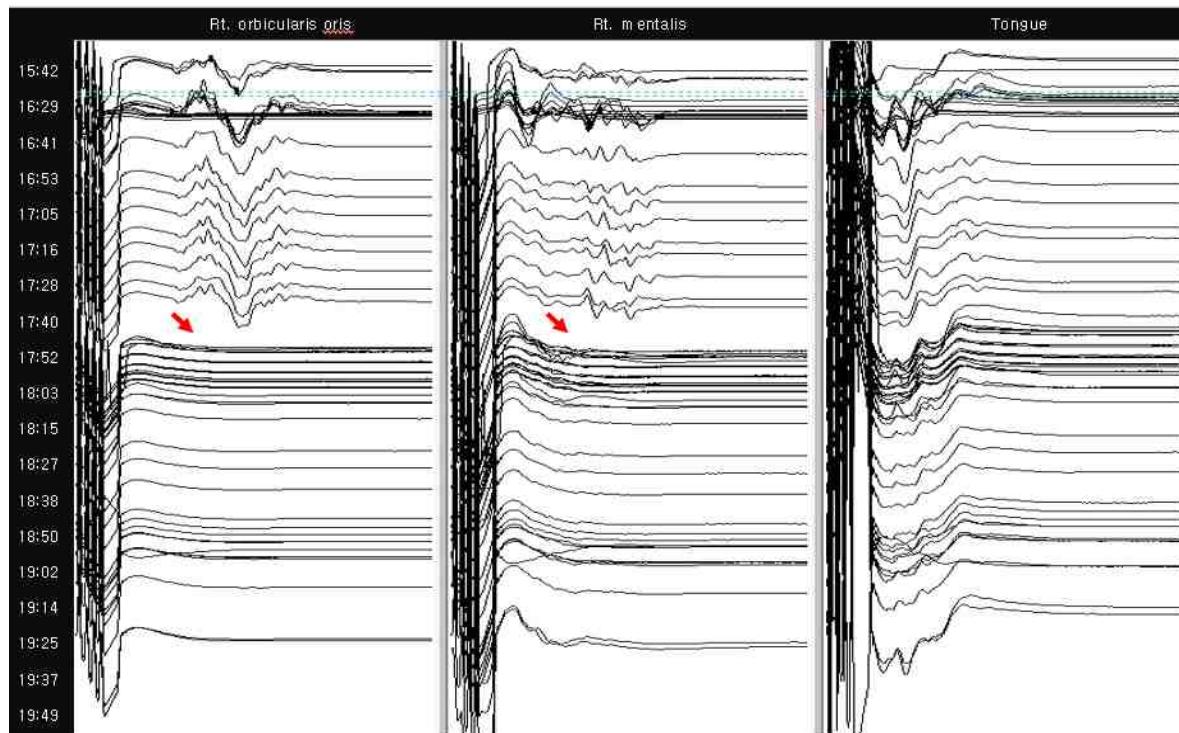


Fig. 2. Stacked waves of intraoperative right facial and tongue motor evoked potential (MEP) monitoring. The facial MEP recordings from right orbicularis oris (left panel) and mentalis (middle panel) show sudden loss of compound muscle action potential (CMAP) 2 hours after the initiation of surgery (arrow). But CMAP recordings from the tongue (right panel), which are comparative references, have no definite changes during the surgery.

신경이 지나갈 것으로 생각되는 부위를 전기 자극하고, 얼굴 근육에서 복합 근육 활동 전위의 발생을 보는 것으로, 종양과 얼굴 신경과의 위치를 확인하며 수술을 진행하여 얼굴 신경을 보존하는 데에 유용하게 이용되는 방법이다. 이 두 가지 방법을 통해 소뇌다리가 종양 제거 수술에서 얼굴 신경의 보존율이 크게 높아졌다[3]. 하지만 종양의 크기가 커서 뇌줄기의 해부학적 구조가 변형돼 얼굴 신경의 주행을 확인할 수 없거나, 아예 접근할 수 없을 때에는 그 유용성이 떨어지게 된다[4,5].

이러한 자유 진행 근전도와 유발 근전도 검사의 한계를 보완하기 위해 최근 얼굴 운동 유발 전위 검사가 이용되고 있다[5,6]. 반대측 얼굴 운동 피질(facial motor cortex)을 두개골을 통하여 전기 자극을 주어 유발 전위 파형을 얻을 수 있으며, 수술 중 운동 유발 전위의 파형이 보존되면 운동 피질, 피질 연수로(corticobulbar tract), 알파 운동 신경 세포(alpha motor neuron), 말초 신경(peripheral nerve), 신경 근 접합부(neuromuscular junction)에 이르는 운동 신경 경로가 기능적으로 유지되고 있음을 의미한다. 수술 중 입둘레근의 운동 유발 전위 진폭이 기준 파형에 비해 35%-80% 감소된다면, 수술 술기를 즉시 변경하여야 신경 손상을 방지할 수 있다[7]. 얼굴 운동 유발 전위는 수술 중 신경 기능 평가뿐만 아니라, 수술 후 얼굴 신경 기능의 예후를 예측하는 데에도 유용하다[4,5].

본 증례에서는 개두술을 통한 전정신경초종 제거 수술에서 얼굴 운동 유발 전위를 이용한 얼굴 신경 감시의 유용성을 확인하였다. 환자는 수술 중 자유 진행 근전도와 유발 근전도의 변화가 있었으나, 임상적으로 의미가 없다고 생각하여 수술을 지속하였으며, 이후 종양을 제거하는 과정에서 얼굴 운동 유발 전위가 소실돼 수술 종료 시까지 회복되지 않았고, 수술 후 말초성 얼굴 신경 마비가 발생하였다. 이처럼 얼굴 운동 유발 전위의 진폭의 감소를 통해 얼굴 신경 손상을 예상할 수 있다[8].

본원에서도 최근까지 소뇌다리가 수술에서 자유 진행 근전도와 유발 근전도만으로 수술 중 신경계 감시를 시행하였으며, 수술 중 얼굴 신경 손상이 없을 것으로 예상하였으나, 수술 후 얼굴 신경 마비가 발생한 환자들이다. 따라서 기존 시행되고 있는 자유 진행 근전도와 유발 근전도에 추가로 얼굴 운동 유발 전위를 함께 감시한다면 수술 중 신경 손상으로 인한 얼굴 신경 마비의 발생률을 더욱 감소시키고, 수술 후 얼굴 신경 기능의 예측에도 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

Ethical approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are only retrospective data and no animal participants.

Conflicts of interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Jin Hee Kim, <https://orcid.org/0000-0002-9708-5420>

Hyunjin Jo, <https://orcid.org/0000-0001-9563-1849>

Soo Ryun Park, <https://orcid.org/0000-0001-7488-6543>

So Youn Choi, <https://orcid.org/0000-0002-9581-778X>

Dong Jun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-2306-0757>

Kyoung Soo Lee, <https://orcid.org/0000-0002-1928-6147>

Dae-Won Seo, <https://orcid.org/0000-0002-9266-9355>

References

1. Nissen AJ, Sikand A, Curto FS, Welsh JE, Gardi J. Value of intraoperative threshold stimulus in predicting postoperative facial nerve function after acoustic tumor resection. *Am J Otol.* 1997;18(2):249-51.
2. Hone SW, Commings DJ, Rames P, Chen JM, Rowed D, McLean A, et al. Prognostic factors in intraoperative facial nerve monitoring for acoustic neuroma. *J Otolaryngol.* 1997;26(6):374-8.
3. Harner SG, Daube JR, Beatty CW, Ebersold MJ. Intraoperative monitoring of the facial nerve. *Laryngoscope.* 1988;98(2):209-12.
4. Fukuda M, Oishi M, Takao T, Saito A, Fujii Y. Facial nerve motor-evoked potential monitoring during skull base surgery predicts facial nerve outcome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2008;79(9):1066-70.
5. Cosetti MK, Xu M, Rivera A, Jethanamest D, Kuhn MA, Beric A, et al. Intraoperative transcranial motor-evoked potential monitoring of the facial nerve during cerebellopontine angle tumor resection. *J Neurol Surg B Skull Base.* 2012;73(5):308-15.
6. Acioly MA, Liebsch M, de Aguiar PH, Tatagiba M. Facial nerve monitoring during cerebellopontine angle and skull base tumor surgery: a systematic review from description to current success on function prediction. *World Neurosurg.* 2013;80(6):e271-300.

7. Acioly MA, Liebsch M, Carvalho CH, Gharabaghi A, Tatagiba M. Transcranial electrocortical stimulation to monitor the facial nerve motor function during cerebellopontine angle surgery. *Neurosurgery*. 2010;66 Suppl 2:354-61.
8. Tawfik KO, Walters ZA, Kohlberg GD, Lipschitz N, Breen JT, O'Neal K, et al. Impact of motor-evoked potential monitoring on facial nerve outcomes after vestibular schwannoma resection. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2019;128(1):56-61.