



Hearing Preservation with the Transcrusal Approach to the Skull Base Lesion Combined with Other Transcranial Approach: Results of Consecutive Series of 5 Cases

Sang Min Lee¹, Bum Jun Ko¹, Han Kyung Sung¹,
Han Kyu Kim², Je Beom Hong², and Yun Suk An¹

¹Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Bundang Jesaeng General Hospital, Daejin Medical Center, Seongnam;
and ²Department of Neurosurgery, Bundang CHA Medical Center, CHA University, Seongnam, Korea

두개저 병변 수술에서 Transcrusal 및 개두술 접근법을 통한 청력 보존: 연속된 5예들의 청력 결과

이상민¹ · 고범준¹ · 성한경¹ · 김한규² · 홍제범² · 안윤숙¹

대전의료재단 분당제생병원 이비인후-두경부외과학교실, ¹ CHA의과학대학교 분당차병원 신경외과학교실²

Background and Objectives This study reviewed our experience and outcomes of surgery via transcrusal approach to the skull base lesions.

Subjects and Method We performed transcrusal approach technique on five patients with skull base lesions (Cavernous malformation, Petroclival meningioma, Craniopharyngioma, Anaplastic astrocytoma, and Trigeminal epidermoid cyst) aiming at preserving hearing. Pre- and post-operative pure tone audiometry (PTA) and caloric test were performed in all patients. The transcrusal approach technique was performed as reported in the previous references. The approach included trephination of the superior and posterior semicircular canals from the ampullae to the common crus. The main outcome of this study was preserving hearing and the vestibular function after surgery, which was determined by PTA and caloric test.

Results The average diameter of skull base lesion of the five patients was 3.68 cm. The mean follow up period was 114.2 days. The pre-operative mean PTA of five patients was 11 dB. The mean PTA of five patients within seven days after surgery was 28 dB. The last measured mean PTA was 29.8 dB. The pre and post-operative caloric results measured revealed vestibular function deficit in all of the patients after surgery (mean decreased value: 64%). All patients were stable during the surgery. Complications included two cerebrospinal fluid leak (40%) and one cranial VI nerve deficit (20%).

Conclusion Transcrusal approach is a method that can simultaneously preserve hearing and afford enough exposure of the skull base lesion if appropriately combined with other transcranial approach. We performed transcrusal approach targeting skull base lesion with hearing preservation, and we found excellent hearing result with this technique.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2017;60(11):548-53

Key Words Hearing preservation · Partial labyrinthectomy · Transcrusal approach.

Received March 30, 2017

Revised June 2, 2017

Accepted June 8, 2017

Address for correspondence

Yun Suk An, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology-
Head and Neck Surgery,

Bundang Jesaeng General Hospital,

Daejin Medical Center,

20 Seohyeon-ro 180beon-gil,

Bundang-gu, Seongnam 13590,

Korea

Tel +82-31-779-0258

Fax +82-31-779-0265

E-mail stella23@dmc.or.kr

서 론

두개저 병변에 대한 수술적 접근은 두개저 주변의 복잡한

해부학적 구조와 좁은 수술 시야로 인해 수술자에게 매우 어려운 과제였다. 대표적으로 알려진 두개저 병변의 수술적 접근법으로는 경미로 접근법(Translabrynthine approach), 구

불정맥굴뒤 접근법(retrosigmoid approach), 중두개와 접근법(middle fossa approach) 등이 있으나 이런 방법들은 청력 손실, 소뇌의 과도한 견인으로 인한 중추성 합병증, 제한된 수술 시야로 인한 잔여 병변의 가능성 등 심각한 문제점들을 가지고 있었다.¹⁾ 특히 청력이 보존된 두개저 병변 환자들에게 있어 병변을 충분히 제거하면서 정상 청력을 유지시키는 것은 최근까지도 수술자의 고민 사항이다. Sekhar 등²⁾은 1999년에 정상 청력을 보이는 환자에서 청력 보존을 위한 부분적 미로절제술에 대한 접근법을 보고하였고, Horgan 등³⁾은 2001년에 상·후반고리관 골성미로 일부를 제거하고 막성미로는 보존한 상태에서 골성미로를 골악스로 폐쇄하는 방법을 발표하였다. 이렇게 함으로써 수술 시야는 확보하고 청력을 보존하는 술식을 Transcranial 접근법이라는 명칭으로 소개하였다. 저자들은 정상 청력을 가진 두개저 병변 환자 5명에게 Transcranial 접근법을 시행하였고, 충분한 시야 확보와 동시에 청력이 보존되는 것을 경험하였기에 수술 방법과 결과에 대해 보고하고자 한다.

대상 및 방법

대 상

2015년 7월부터 2017년 2월까지 본원에서 Transcranial 접근법으로 두개저수술을 받은 5명의 환자를 대상으로 후향적 분석을 하였다. 2명의 남자와 3명의 여자가 수술을 받았고, 환자들의 평균 나이는 37.2세(range 6~60), 평균 추적관찰 기간은 114.2일(range 16~146)이었다. 모든 수술은 본원 신경외과 전문의 1인과 이비인후과 전문의 1인에 의해서 진행되었다. 환자들은 수술 전 정상 청력을 가졌고, 5명 중 2명의 환자는 이전에 수술적 또는 방사선 치료를 받은 경험이 있었다. 이들의 진단명은 해면상 혈관기형(cavernous malformation) 1예, 추체경사대 뇌수막종(petroclival meningioma) 1예, 두개인두종(craniopharyngioma) 1예, 악성 뇌교종(anaplastic astrocytoma) 1예, 삼차신경의 유피낭종(trigeminal epidermoid cyst) 1예였다. 이 중 추체경사대 뇌수막종(petroclival meningioma) 환자는 3년 전 금번 수술과 같은 부위의 방사선 치료를 받았고, 삼차신경의 유피낭종(trigeminal epidermoid cyst) 환자는 5년 전 타 병원에서 역시 금번 수술과 같은 부위의 수술적 제거와 2년 전 동일 부위 종양의 재발로 방사선 치료를 받은 경험이 있었다. 모든 환자에서 수술 전후로 청력 및 전정신경 기능 검사가 진행되었다. 청력 검사로는 순음청력 검사, 어음분별 검사가 시행되었으며, 수술 전과 수술 후 1주일 이내에 한 번 체크하였고, 수술 후 방사선 치료 중 또는 방사선 치료 가 끝난 이후 시행되었다. 미국이비인후두경부외과학회(Amer-

ican Association of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery)에서 제시한 4분법에 의거한 환자들의 수술 전 평균 순음청력은 11 dB(± 8.1)이었다. 전정기능 검사로는 수술 전 비디오 안진 및 온도안진검사, 전정유발근전위(vestibular evoked myogenic potentials), 전기와우청력도(electrocochleography) 등을 시행하였고, 수술 후에는 비디오 온도안진 검사만 시행하였다. 수술 전 뇌 자기공명영상, 뇌혈관 조영술, 측두골 전산화 단층촬영을 시행하여 종양의 위치와 크기를 확인하였고, 수술 후에도 측두골 전산화단층촬영을 시행하여 부분 절제된 상·후반고리관을 확인하였다(Institutional Review Board No. ENT 17-01).

수술 방법

모든 환자는 전신마취하 기도삽관 후에 양와위 상태로 어깨를 거상한 후 병변의 반대쪽으로 고개를 30도 돌려 고정하였고, 안면신경 모니터(NIM-Response 3.0, Medtronic, Minneapolis, MN, USA) 및 Navigator(Navigation System Cart 2, Stryker, Kalamazoo, MI, USA)를 이용하여 수술을 진행하였다. 환자의 병변 쪽 두피에 절개를 시행한 후 두개골 개두술을 시행하였다. 골 드릴을 이용해 유양돌기 절제술을 시행하여 유양돌기동을 확인하고 외측 반고리관과 침골의 위치를 확인하였다. 이후 안면신경 주행로를 확인하여 안면신경을 보존하면서 상·후반고리관을 2 mm 다이아몬드 절삭용 바를 이용하여 드릴링을 진행하였다. 상반고리관을 그 주행을 따라 드릴링 진행 중 blue line이 보이기 시작하면, 골악스를 duckbill 올림기(PAPAEELLA Duckbill Elevator AU13830, Ambler Surgical, Exton, PA, USA)를 이용하여 미로내관으로 밀어 넣어 폐쇄를 하고 같은 방식으로 드릴링과 골악스 폐쇄를 반복하면서 상반고리관 일부를 제거하였다(Fig. 1). 같은 방법으로 후반고리관 일부를 제거하고, 내림프낭을 절제 후 내이도와 경정맥구까지 시야가 넓게 확보될 수 있도록 드릴링을 더 진행한 뒤 Transcranial 접근법을 종료하였다. 종양으로의 시야가 확보되면 신경외과에서 경막을 열어 병변의 노출 및 제거 후 두개골 및 두피를 닫고, 수술은 종료되었다.

결 과

두개저 병변들은 영상 검사 및 병리 소견에서 해면혈관기형, 추사체수막종, 두개인두종, 역형성별아교세포종, 삼차신경절표피양낭종으로 각각 보고되었고, 두개저 병변의 평균 직경은 3.68 cm였다(Table 1). 역형성별아교세포종 환자는 종양과 주변 조직의 경계가 불명확하여 수술 당시 충분한 종양의 제거가 되었다고 생각했으나, 수술 후 촬영한 자기공명

Fig. 1. Intraoperative finding of a 55-years-old female who was diagnosed right petroclival meningioma. Three semicircular canals identified during surgery (*lateral canal, white arrow: superior canal, black arrow: posterior canal) (A). Partially drilled posterior semicircular canal (black arrow: blue line of posterior canal) (B). Posterior semicircular canal being plugged by bone wax (C). Surgical view after superior and posterior semicircular canal drilling was all done (white arrow: incus, black arrow: lateral canal) (D).

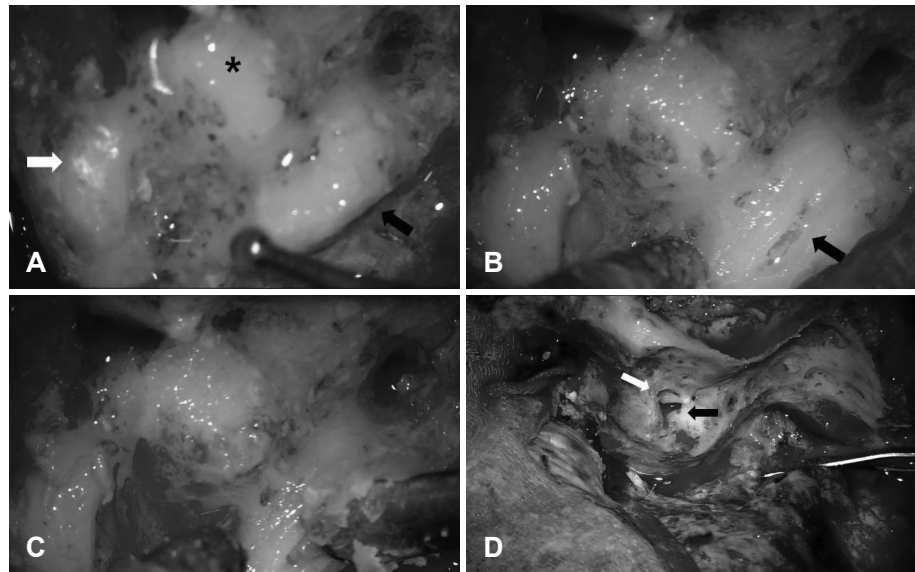
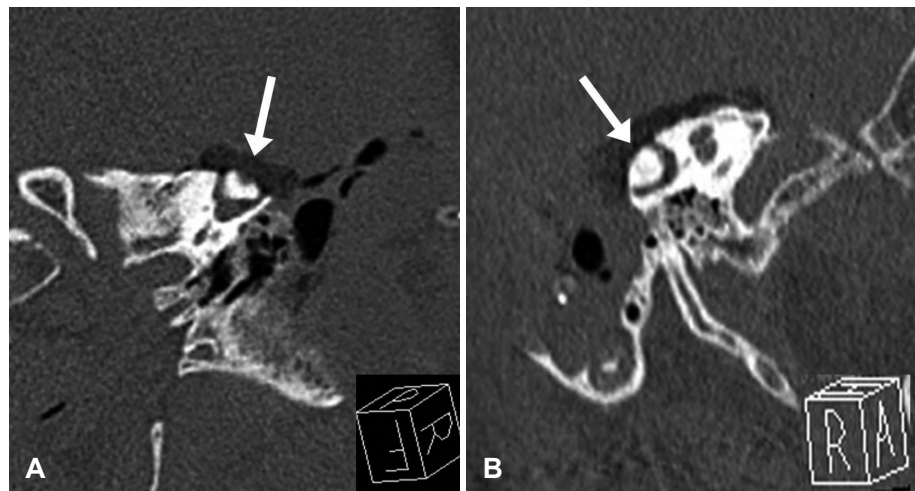


Table 1. Patient demography and pre-op evaluation

Age	Sex	Diagnosis	Tumor location	Combined other transcranial approach	Pre-op pure tone audiometry (dB)				PRE-OP caloric test	Tumor size (cm)
					0.5 kHz	1 kHz	2 kHz	Average		
28	M	Cavernous Malformation [R]	Cerebellopontine angle [L]	Craniotomy [L]	0	0	0	0	No test	1.2
55	F	Petroclival meningioma [R]	Sphenopetroclival area [R]	Middle cranial fossa approach [R]	10	15	10	12.5	No unilateral weakness	2.5
60	M	Cranio-pharyngioma [L]	Retrochiasmatic lesion	Zygomatotomy, left Fronto-temporo-parieto-occipital craniotomy	15	25	30	23.75	No unilateral weakness	6.7
6	F	Anaplastic astrocytoma [L]	Pons	Craniotomy [R]	5	15	20	13.75	No unilateral weakness	4.0
37	F	Trigeminal epidermoid cyst [R]	Cerebellopontine angle [R]	Craniotomy [R]	5	5	5	5	No unilateral weakness	4.0

M: male, F: female, L: left, R: right

Fig. 2. Postoperative TBCT (reconstructed to the semicircular canal plane) image shows partially-resected left superior (A) and posterior (B) semicircular canals with opening of the bony labyrinths (arrows). TBCT: temporal bone CT.



영상촬영에서 잔여 종양이 보였고 이에 대해 수술 종료일로 부터 약 1개월 후 방사선 치료를 하였다. 나머지 환자들은 잔여 종양 없이 모두 제거되었다. 수술 후 촬영한 측두골 단층 촬영에서는 상·후반고리관이 부분적으로 절제된 소견을 관찰할 수 있었다(Fig. 2).

청력 결과

수술 후 7일 이내에 시행한 환자들의 평균 순음청력은 28 dB(± 11.4)로 수술 전보다 평균 17 dB 정도 감소했으나, 청력은 보존된 소견을 보였으며, 평균 12.7 dB의 기도-골도 차이(air-bone gap)를 보였다.

방사선 치료 후에 시행한 평균 순음청력은 29.8 dB(± 15.0)로 측정되어 약 2 dB 정도의 추가 감소를 보였다. 기도-골도 차이는 평균 7.5 dB로 수술 직후에 비해 줄어든 소견을 보였다(Fig. 3).

온도안진 검사 결과

총 5명의 환자 중 4명의 환자에서 수술 전 온도안진 검사를 시행하였고 모두 정상 소견을 보였다. 수술 후 온도안진 검사를 재시행하였으며 모든 환자에서 병변 측 전정기능의 소실이 관찰되었고 평균 64%(± 16.8)의 감소값을 보였다.

합병증

모든 환자들은 수술 중 생체 징후가 안정적이었으며, 수술 후 합병증으로는 뇌척수액 유출 2예(40%), 뇌신경 손상(VI) 1예(25%)가 발생하였다. 뇌척수액 유출이 있었던 환자는 신경외과에서 척추천자 배액을 하였고 경과 관찰하며 뇌척수액 유출이 더 이상 보이지 않을 때 척추천자 배액관을 제거하였다. 6번 뇌신경 손상이 있었던 환자는 최근 내원 시 증상 호전은 보이지 않았고 경과 관찰을 지속할 예정이다.

고 찰

두개저 병변의 수술은 수술자에게 있어 많은 위험을 감수하게 하는 고난도 수술이다. 수술 전 병변의 위치와 크기, 주변 구조물들과의 해부학적 연관성을 충분히 평가하여 그에 따른 적절한 수술법을 찾는 것이 병변의 제거 및 두개저 뇌신경 보존에 매우 중요하다. 지금까지 두개저 병변에 대한 여러 가지 수술적 접근법들이 소개되었다. 그중 하나가 경미로 접근법으로 이 방법은 안면신경의 주행로와 내이도를 확인하기에 용이하며 시야 확보를 위해 소뇌의 견인을 최소화할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 청력의 영구적인 소실을 초래한다는 단점이 있다.¹⁾ 다른 방법으로는 구불정맥굴뒤 접근법이 있는

데 청력을 보존할 수 있고 수술자에게 뇌수조(cistern) 및 청신경 뿌리까지 넓은 시야를 확보해 주는 장점이 있으나, 소뇌의 과도한 견인으로 인한 중추 합병증 가능성과 안면신경 및 먼 쪽 내이도(distal internal auditory canal)로의 접근이 불충분하여 이 부위의 잔여 종양이 남을 가능성이 높다는 단점이

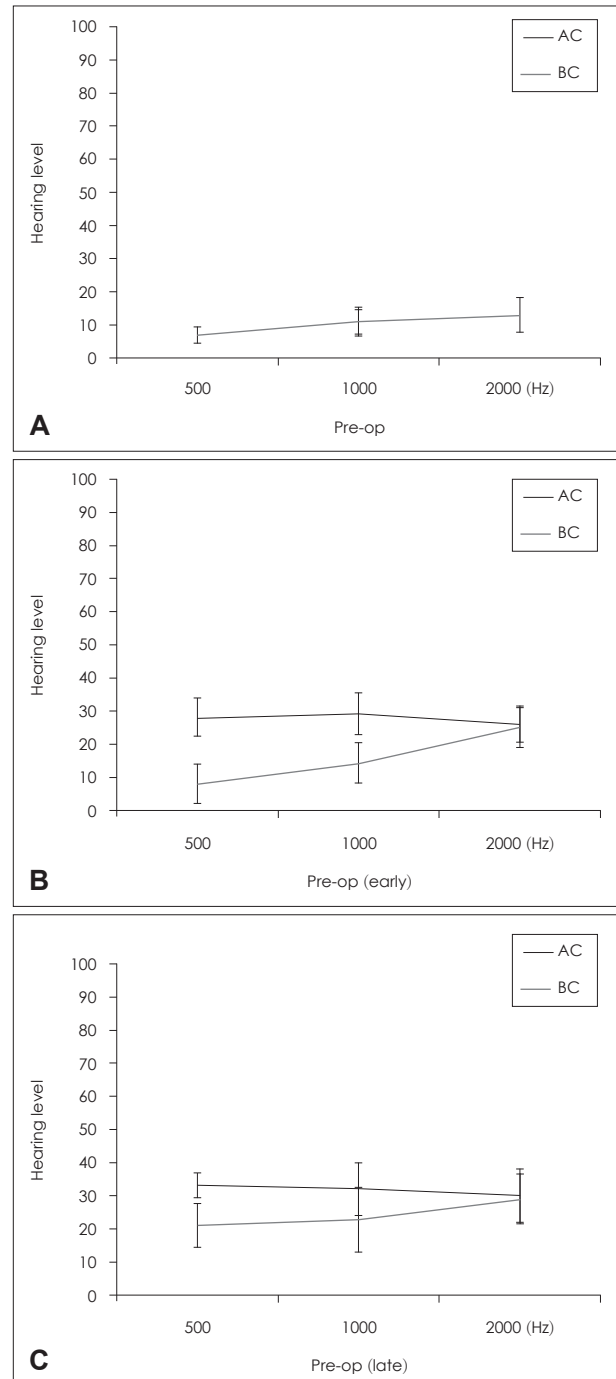


Fig. 3. Pure tone audiogram of 5 patients preoperative pure tone audiogram (A) early postoperative pure tone audiogram (B) late postoperative pure tone audiogram (C). BC: bone conduction, AC: air conduction, OP: operative.

있다.³⁾ 또 다른 방법 중 하나인 중두개와 접근법 역시 청력을 보존할 수 있는 장점이 있으나 내이도에 국한된 작은 크기의 병변만 접근이 제한되는 단점이 있다.¹⁾ 후미로 접근법도 뇌신경을 보존하기에 용이한 방식으로 알려져 있으나 전정미로의 전방 부위 시야 확보가 어려운 단점을 가지고 있다.⁴⁾

앞에서 언급한 이유로 청력이 보존된 두개저 병변 환자들을 대상으로 한 미로절제술은 금기시되어 왔는데, 지난 수 년간 여러 기관들에서 반고리관을 성공적으로 폐쇄하여 보존할 수 있다는 보고를 하였고, 이를 기반으로 청력을 보존할 수 있는 변형된 부분 미로절제술이 소개되기 시작하였다.⁵⁻¹⁵⁾ Sekhar 등²⁾은 1999년에 두개저 병변이 있으면서 청력이 보존된 36명의 환자들을 대상으로 부분적 미로절제술을 시행하였고 26명의 환자(81%)에서 청력이 보존되었음을 보고하였다. 수술 중 사망한 환자는 없었으며 수술 후 17명의 환자(47%)에서 뇌신경(III, IV, V, VI) 손상, 12명의 환자(33%)에서 뇌척수액 유출이 있었다. Horgan 등³⁾은 2001년에 Transcrusial이라는 용어를 처음으로 소개하였으며 수술방식에 대해 보고하였다. 세 반고리관이 모두 노출될 때까지 유양돌기에 드릴링을 진행한 뒤 시야를 확보하기 위해 상·후반고리관의 표면을 팽대부(ampullae)에서 공통각(common crus) 방향으로 드릴을 이용해 원형절제(trephination)를 시행한다. 미로내관의 노출이 확인되면 재빨리 골막을 밀어 넣어 골 내관을 채우고 다시 드릴링을 상·후반고리관의 팽대부와 공통각 방향으로 진행한다. 이때 골막으로 미로내관을 충분히 채우는 것이 중요하다고 설명하고 있다. Brandt 등¹⁶⁾은 2010년에 17명의 청력이 보존된 추체경사대 종양 환자들을 대상으로 Transcrusial 접근법을 시행하고 그 결과를 보고하였는데 17명의 환자 중 50%의 환자에서 종양의 완전절제를 시행하였고, 58%의 환자에서 청력이 보존되었으며 수술 후 합병증으로는 뇌척수액 유출 18%, 뇌신경 손상(V, VI) 47%를 보고하였다. 이 접근법은 수막종, 척삭종, 중뇌바닥 동맥류, 청신경초종, 삼차신경집종 등의 수술에서 접목이 될 수 있다. Horgan 등³⁾은 다른 접근법과 비교했을 때 추체경사대, 경사대, 삼차신경의 노출이 임상적으로 중요한 차이를 보이지 않으며, 미로뒤접근법보다는 좋은 수술 시야를 가진다고 보고하였다. 다만 경와우, 경이 접근법에 비해서는 자유도가 떨어지는 것이 단점이며, 경와우 접근법과 비교하였을 때는 약 89%의 수술 시야를 가진다고 보고하였다.

저자들은 Transcrusial 접근법을 통한 두개저 병변의 제거를 시행하였으며, 병변의 제거와 청력 보존이라는 면에서 좋은 결과를 확인할 수 있었다. 본 연구에서 시행한 5명의 환자들은 수술 후 시행한 순음청력 검사에서 모두 청력이 보존된 소견을 보였다. 그 외에도 수술 직후 4명의 환자에서 기도-골도

차이를 보였는데 이 환자들은 수술 직후 시행한 고막 진찰상 중이강 내에 삼출물이 관찰되었다. 중이 삼출물은 수술 이후 외래 추적관찰 중 소실되었고, 수술 후 방사선 치료를 받은 1명의 환자에서 방사선 치료 중 중이 삼출액이 지속되었으나 장기추적 관찰에서 중이 삼출액이 감소되고, 기도-골도 차이가 호전되는 것을 확인하였다. 따라서 Transcrusial 접근법은 다른 중두개 접근법과 접목하여 청력이 보존된 추체경사대 또는 소뇌다리뇌각 부위의 종양 환자에서 수술 시야를 확보하며 청력을 보존할 수 있는 접근법으로 고려해 볼 만한 가치가 있다.

수술 후 2명의 환자(40%)가 뇌척수액 유출, 1명의 환자(20%)가 뇌신경 손상(6번 신경)의 합병증이 나타났는데 앞서 보고된 연구 결과(뇌척수액 유출: 18~33%, 뇌신경 손상: 47%)들과 비교할 때 뇌척수액 유출은 조금 더 높은 빈도로 나타난 반면 뇌신경 손상은 적은 빈도로 나타났다.^{2,3)}

REFERENCES

- 1) Chamoun R, MacDonald J, Shelton C, Couldwell WT. Surgical approaches for resection of vestibular schwannomas: translabyrinthine, retrosigmoid, and middle fossa approaches. *Neurosurg Focus* 2012; 33(3):E9.
- 2) Sekhar LN, Schessel DA, Bucur SD, Raso JL, Wright DC. Partial labyrinthectomy petrous apicectomy approach to neoplastic and vascular lesions of the petroclival area. *Neurosurgery* 1999;44(3):537-50; discussion 550-2.
- 3) Horgan MA, Delashaw JB, Schwartz MS, Kellogg JX, Spektor S, McMenomey SO. Transcrusial approach to the petroclival region with hearing preservation. Technical note and illustrative cases. *J Neurosurg* 2001;94(4):660-6.
- 4) Horgan MA, Anderson GJ, Kellogg JX, Schwartz MS, Spektor S, McMenomey SO, et al. Classification and quantification of the petrosal approach to the petroclival region. *J Neurosurg* 2000;93(1):108-12.
- 5) Parnes LS, McClure JA. Posterior semicircular canal occlusion in the normal hearing ear. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;104(1): 52-7.
- 6) Hirsch BE, Cass SP, Sekhar LN, Wright DC. Translabyrinthine approach to skull base tumors with hearing preservation. *Am J Otol* 1993; 14(6):533-43.
- 7) Magliulo G, Parrotto D, Stasolla A, Marini M. Modified translabyrinthine approach and hearing preservation. *Laryngoscope* 2004;114(6): 1133-8.
- 8) Smouha EE, Inouye M. Partial labyrinthectomy with hearing preservation: frequency-specific data using tone-burst auditory brain stem response. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;120(2):146-52.
- 9) McElveen JT Jr, Wilkins RH, Molter DW, Erwin AC, Wolford RD. Hearing preservation using the modified translabyrinthine approach. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;108(6):671-9.
- 10) Roberti F, Sekhar LN, Kalavakonda C, Wright DC. Posterior fossa meningiomas: surgical experience in 161 cases. *Surg Neurol* 2001;56 (1):8-20; discussion 20-1.
- 11) Walsh RM, Tymianski M, Wallace MC, Bath AP, Bance ML, Rutka JA. The transmastoid partial labyrinthectomy approach to medial skull base lesions. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 2000;121(1): 13-20.
- 12) Molony TB, Kwartler JA, House WF, Hitselberger WE. Extended middle fossa and retrolabyrinthine approaches in acoustic neuroma

- surgery: case reports. *Am J Otol* 1992;13(4):360-3.
- 13) Smouha EE, Namdar I, Michaelides EM. Partial labyrinthectomy with hearing preservation: an experimental study in guinea pigs. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;114(6):777-84.
 - 14) McElveen JT Jr, Wilkins RH, Erwin AC, Wolford RD. Modifying the translabyrinthine approach to preserve hearing during acoustic tumour surgery. *J Laryngol Otol* 1991;105(1):34-7.
 - 15) Kaylie DM, Horgan MA, Delashaw JB, McMenomey SO. Hearing preservation with the transcranial approach to the petroclival region. *Otol Neurotol* 2004;25(4):594-8; discussion 598.
 - 16) Brandt MG, Poirier J, Hughes B, Lownie SP, Parnes LS. The transcranial approach: a 10-year experience at one Canadian center. *Neurosurgery* 2010;66(5):1017-22.