

경정맥공 종양의 수술적 접근법

¹연세대학교 의과대학 세브란스병원 신경외과학교실, ²CHA의과대학교 분당차병원 신경외과학교실, ³연세대학교 의과대학 세브란스병원 이비인후과학교실
홍제범^{1, 2}, 김한규², 김주평², 장종희¹, 문인석³

Surgical approach for jugular foramen tumors

¹Department of Neurosurgery, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea
²Department of Neurosurgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, Seongnam, Korea
³Department of Otorhinolaryngology, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea
Je Beom Hong^{1, 2}, Han Kyu Kim², Joo Pyung Kim², Jong Hee Chang¹, In Seok Moon³

Background: The infratemporal fossa approach type A (ITFA-A) is a good approach for small jugular foramen tumors with a small extraforaminal cervical extension. On the other hand, the posterolateral approach to jugular foramen has been adopted to see the posterior aspect of the jugular foramen. For large tumors, we combined posterolateral approach with various otologic operations including ITFA-A, transcochlear approach and fallopian bridge technique. The purpose of this study is to evaluate the surgical adequacy of our approaches including postoperative complications and outcomes.

Methods: From January 2014 to January 2017, we operated total 14 cases of jugular foramen tumors. We chose the surgical approach to these tumors based on their location and extent. And the facial nerve manipulation was added in combined approach in which facial nerve was dissected and transpositioned (3 cases) or remained in fallopian canal (fallopian bridge technique, 3 cases).

Results: Grossly total resection was achieved in 12 patients (85.7%). Immediate postoperative lower cranial nerve deficit occurred in 10 patients (71.4%). Postoperative facial nerve paralysis and hearing impairment occurred in 4 patients (28.6%) and 6 patients (42.9%) respectively. Two-thirds of the jugular foramen could be exposed in the combined approach which enabled the complete removal of tumors regardless of the size at this area.

Conclusion: Using skull base technique with thorough understanding of surrounding anatomic structures followed in wider exposure, gross total removal can be achieved by multidirectional approach under relative safety.

교신저자 Joo Pyung Kim

논문 접수일 : 2017년 8월 5일

논문 완료일 : 2017년 8월 25일

주소 : Department of Neurosurgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, 59, Yatap-ro, Bundang-gu, Seongnam 13496, Korea

Tel : +82-31-780-5688

Fax : +82-31-780-5269

E-mail : jpkim@cha.ac.kr

Key Words approach, jugular foramen, skull base, tumor

INTRODUCTION

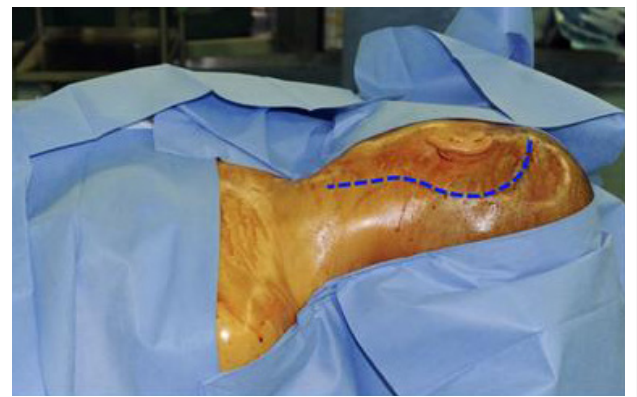
현대 의학의 눈부신 발전에도 불구하고 경정맥공 종양(jugular foramen tumors)은 도전적 수술적 치료를 요하는 힘든 종양이다. 이들 종양에는 부신경절종(paraganglioma), 신경초종(schwannoma), 수막종(meningioma), 척삭종(chordoma), 연골육종(chondrosarcoma), 전이성암(metastatic carcinoma) 등이 있다.^[1] 이 종양들이 수술하기 어려운 이유는 종양의 위치가 혈관 및 각종 뇌신경과 복잡하게 연관되어 있어 수술 후 기능, 미용적 합병증이 발생할 경우 심리적 합병증까지 동반할 정도로 중요한 구조물이 많기 때문이다. 경정맥구(jugular bulb) 뿐만 아니라 제 9, 10 및 11번 뇌신경과 연관이 있고,^[2] 종양이 큰 경우 내경동맥(internal carotid artery) 및 제 6, 7 및 8번 뇌신경, 12번 뇌신경과도 관련이 있을 수 있다. 종양의 크기가 더 커질 경우, 해면정맥동, 사대, 뇌간까지 연관되어 종양제거가 어려운 경우도 발생할 수 있다. 그래서 최근에는 방사선 수술 등의 다양한 치료법을 이용하여 고식적 수술과 병행하여 환자에게 적합한 치료를 적용하고 있다.^[3-5] 하지만 경정맥공 종양의 치료에서 최대한의 안정적 수술적 제거가 기본적으로 요구되어 이에 저자는 경정맥공 종양의 수술적 치료에서 여러 과와의 협력수술(다학제적 접근)을 통한 종양의 안전한 제거에 대해 연구해 보고자 하였다.

METHODS

1. Patients and Methods

최근 2014년 1월부터 2017년 1월까지 총 14명의 경정맥공 종양 환자에 대해 수술적 치료를 시행하였다. 모든 환자는 수술 전 두부 컴퓨터 단층촬영(computed tomography), 자기공명영상(magnetic resonance imaging) 및 뇌혈관조영술(cerebral angiography)을 시행받았다. 모든 환자의 의무기록과 영상의학 검사를 검토하여 나이, 성별, 수술 전 증상, 수술 전후 신경학적 검사결과, 병변의 위치

Fig. 1



Patient's position and skin incision. The patient is placed in the supine position with head held in clamp and turned 60 degree to the opposite site of the operation.

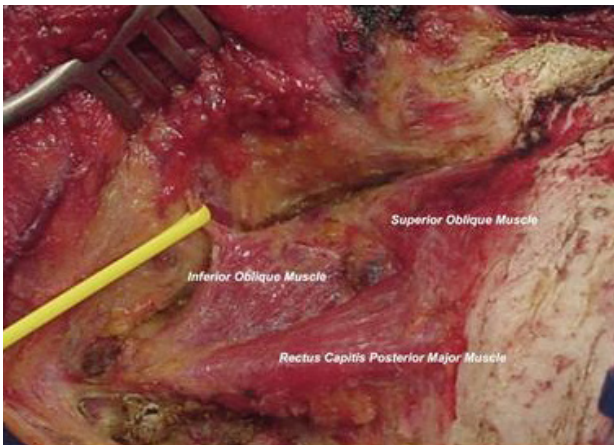
Table 1. Patients and disease characteristics

Patient no.	Sex	Age (years)	Type ^{a)}	Approach	Pathology	Follow-up (months)
1	M	40	B3	Combined (ITF-A)	Paraganglioma	30
2	F	43	A	Far lateral	Meningioma	31
3	F	53	D	Combined (ITF-A)	Meningioma	22
4	F	63	D	Combined (Transcochlear)	Chondrosarcoma	20
5	M	44	D	Combined (Fallopian bridge)	Schwannoma	19
6	M	61	A	Far lateral	Schwannoma	19
7	F	52	B2	Far lateral	Schwannoma	16
8	F	46	D	Combined (Fallopian bridge)	Meningioma	12
9	M	45	B2	Posterolateral	Schwannoma	12
10	F	54	D	Combined (Fallopian bridge)	Schwannoma	8
11	M	56	B1	Far lateral	Metastatic carcinoma	12
12	M	48	A	Far lateral	Schwannoma	7
13	F	40	B2	Posterolateral	Paraganglioma	30
14	M	41	A	Far lateral	Schwannoma	39

M: male, F: female, ITF-A: infratemporal fossa approach type A

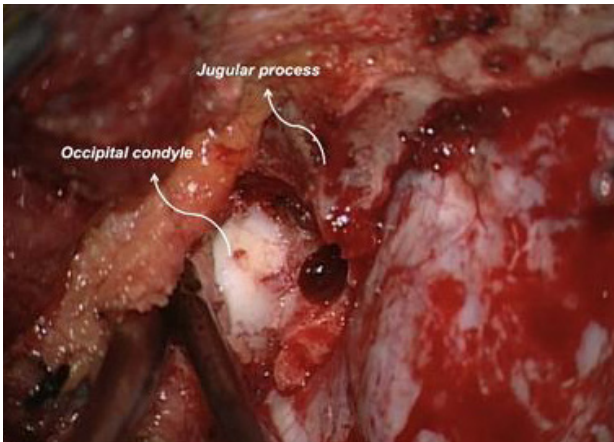
a) Type was determined by jugular foramen schwannoma classification.

Fig. 2



Suboccipital triangle exposure.

Fig. 3



Occipital condyle and jugular process. After the suboccipital craniotomy, atlanto-occipital joint and jugular process can be exposed.

Fig. 4



Jugular process drilling. The hatched area indicates the extent of bone removal.

및 수술적 접근법, 절제 정도를 조사하였다.

2. Surgical Procedure

수술적 접근법은 6례에서 극외측 접근법(far lateral approach), 2례에서 후외측 접근법(posterolateral approach)이 시도되었으며, 나머지 6례에서 타과와 공동으로 복합 접근법(combined approach)이 시도되었다(Table 1). 모든 수술에서 체성감각 유발 전위(somatosensory evoked potentials), 운동유발전위(motor evoked potential) 신경감시를 준비하였으며, 필요에 따라 뇌간청각 유발전위(brainstem auditory evoked potentials)나 안면신경 감시장치 (facial nerve monitoring)를 통하여 청신경 및 안면신경 기능 감시를 하였다. 수술적 접근법의 선택은 환자들 병변의 위치에 따라 결정되었으며, 다학제적 접근에 포함된 팀들은 신경외과, 두경부외과, 이과, 신경영상의학과였다.

환자의 자세는 양와위(supine position)에서 고개를 수술부위 반대방향으로 60도 회전시키고 진행하였다. 이후 수술 진행 시 필요에 따라 침대의 각도를 조절하였다(Fig. 1).

1) Far lateral approach

피부절개를 가한 후 두경부 근육들을 구분하여 절개하였다. 후두하삼각(suboccipital triangle)보다 위에 있는 근육은 한 층으로 박리하여 수술 시간을 단축시켰다(Fig. 2). 후두하삼각을 파악하여 추골동맥(vertebral artery)의 주행을 확보하고 수술을 진행하였다. 이후 후두개 개두술을 시행하고 추골동맥을 아래쪽 내측으로 전위시키면 환추-후두관절(atlanto-occipital joint)과 후두관절구(occipital condyle)가 노출된다(Fig. 3). 다음 단계로 후두관절구를 일부 제거한 후 경막을 절개하고 종양의 제거를 시작하게 된다.

2) Posterolateral approach

극외측 접근법만으로 종양을 충분히 노출시킬 수 없는 경우 경정맥 돌기(jugular process)를 드릴하고(Fig. 4), 미로하 유양돌기 절제술(infralabyrinthine mastoidectomy)을 시행하여 경정맥공을 더 넓게 노출시킬 수 있다. 이 경우 안면신경은 안면신경관(fallopian canal)속에 그대로 둔 채로 유양돌기 절제술을 시행한다. 경정맥 돌기를 점차 드릴하면 설하신경관(hypoglossal canal)을 확보하게 되고 설하신경관과 경정맥공 사이의 경정맥 결절(jugular tubercle)을 드릴하여 경정맥공 후, 내측으로 더 노출시킬 수 있다.

3) Neck dissection

내경정맥(internal jugular vein)의 노출이 필요한 경우에는 경부절제술을 시행하게 된다. 이를 통해 내경정맥, 미주 신경(vagus nerve), 척수 부신경(spinal accessory nerve), 설하 신경

(hypoglossal nerve)을 노출시키게 되고 내경정맥의 원위부를 확보하여 필요시 결찰할 수 있도록 하였다.

4) Combined approach

상기 접근법만으로 종양의 충분한 노출이 부족한 경우 이과외사(otologist)의 도움을 받아 복합 접근법을 시행하였다. 이는 A형 측두하와 접근법(infratemporal fossa approach type A),^[6, 7] 경와우접근법(transcochlear approach)^[8] 혹은 안면신경관 브릿지 기술(fallopian bridge technique)이었다. A형 측두하와 접근법 시행 시에는 안면신경을 전방으로 전위시켰으며(Fig. 5), 경와우접근법 시행시에는 안면신경을 후방으로 전위시켰다. 안면신경관 브릿지 기술(fallopian bridge technique)을 병행할 때는 안면신경의 수직분절(vertical segment)을 골격화(skeletonization)한 채 미로하 함기세포(infralabyrinthine air cells) 및 안면신경후함 함기세포(retrofacial air cells)를 제거하였다. 안면신경 조작(facial nerve manipulation)에서 유양돌기 분절(mastoid segment)만을 재라우팅(rerouting)하는 단편 전방 재라우팅(short anterior rerouting)을 시행한 경우는 없었다. 복합 접근법 각각의 경우에서 병변을 충분히 노출시킬 수 있도록 유양돌기 절제술을 시행한 후 종양을 제거하였다.

5) Tumor removal

경정맥구를 종양이 침범한 경우 상추체정맥동(superior petrosal sinus) 원위부에서 S상 정맥동(sigmoid sinus)을 결찰 및 절단하였다. 내경정맥 또한 결찰 및 절단하고 종양을 제거하였다. 내경정맥을 먼저 결찰하고 종양의 제거를 시작함으로써 심장으로 공기가 들어가 생길 수 있는 공기색전증(air embolism)을 막을 수 있었고 모든 레에서 공기색전증의 합병증은 발생하지 않았다.

종양의 제거 시 제일 중요한 요소는 주변 혈관이나 신경의 손상 없이 종양을 제거하는 것이다. 종양이 크게 측두하와 공간으로 자란 경우, 내경정맥의 손상에 주의해야 한다. 또한 경정맥구의 안쪽면을 최대한 보존하면서 종양을 제거하여 하위뇌신경을 보호하도록 해야 한다. 하추체정맥동(inferior petrosal sinus)로부터 유입되는 혈액에 대한 지혈 작업시에도 경정맥구 바깥으로 나가는 하위뇌신경들에 대해서 특히 주의하여야 한다. 경막내(intradural) 종양을 제거 할 때는 종양과 주변 신경, 혈관과 절개면(dissection plane)을 최대한 찾으려고 하였고 유착관계가 너무 심한 경우는 일부 종양을 남기도록 하였다.

6) Skull base reconstruction

경정맥공 종양의 수술 후 재건에서, 경막 봉합이 쉽지 않고 경막의 결손이 있는 경우가 많아 뇌척수액 누수가 발생할 확률이 높

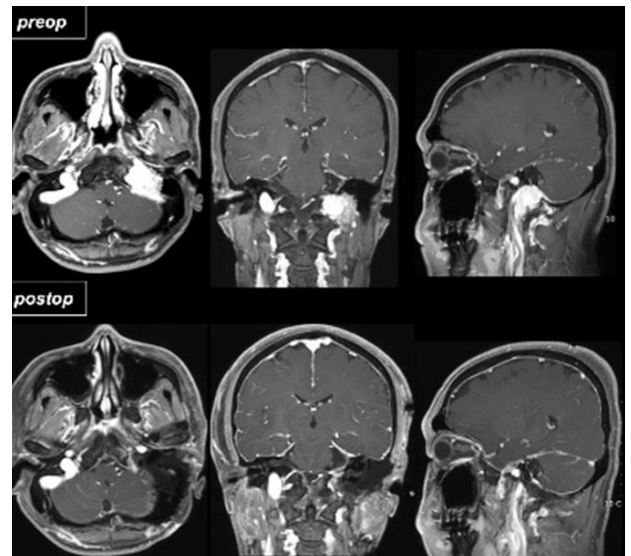
다. 우리는 수술 후 뇌척수액의 유출을 막기 위해 미세수술 기법을 이용하여 최대한 경막을 빈틈없이(watertight) 닫았다. 경막에 종양이 침범하여 경막을 제거한 경우에는 인공경막이나 자가 근막(autologous fascia)을 이용하여 재건하였다. 결손부위가 큰 경우는 복부지방(abdominal fat)이나 측두근(temporalis muscle)을 이용하여 결손부위를 채워주었다.^[9] 뇌척수액 누수가 발생한 경우

Fig. 5



Facial nerve anterior transposition. In the infratemporal fossa approach type A procedure, the facial nerve is rerouted anteriorly.

Fig. 6



The 40 years old male patient, main symptom was tinnitus and a glomus jugulare tumor was found on magnetic resonance imaging. The surgical approach was a combined approach (infratemporal fossa approach type A+far lateral+neck dissection). Postoperative facial paralysis and dysphagia were present, but much recovered after rehabilitation.

는 요추천자를 통한 일시적 뇌척수액 배액을 시행하여 해결할 수 있었다.

RESULTS

총 14명의 수술받은 환자 중 남자는 7명, 여자는 7명이었으며 평균 나이는 49.0세 (40–63세) 이었다. 평균 추적관찰기간은 19.8개월 (7–39개월)이었다(Table 1). 12례(85.7%)에서 전절제(gross total resection)를 시행하였고, 2례에서는 주변 신경 조직과 유착 관계가 심하여 아전절제술(subtotal resection)을 시행하였다. 수술 전 종양으로의 혈액공급과 정맥유출을 잘 파악하고 필요시 색전술이나 혈관중재시술을 고려해야 하고 종양 제거 후 혈관문합술이 필요할 경우도 고려해야 한다.^[10, 11] 이번 연구에서는 총 6례에서 수술 전 색전술이 시행되었고 혈관문합술이 시행된 경우는 없었다.

병리조직결과는 2례에서 부신경절종, 1례에서 연골육종, 7례에서 신경초종, 3례에서 수막종, 1례에서 전이성암이 나왔다 (Table 1). 수술 전 증상으로는 청력저하(hearing impairment)가 6례, 어지러움이 5례로 가장 많았으며, 연하곤란, 두통, 구음장애, 안면마

비, 복시 등의 증상이 있었다(Table 2).

수술 후 합병증으로는 하위뇌신경 마비(lower cranial nerve palsy)가 10례, 청력저하가 6례, 안면마비 증세가 4례에서 발생하였다(Table 3). 수술 후 하위뇌신경 마비가 발생한 환자 중 4례, 안면마비가 발생한 환자 중 한3례에서는 빠른 호전을 보였고 나머지 환자들도 호전되는 양상을 보여 추적관찰 중이다. 뇌척수액 누출은 2례에서 발생하였으며 2환자 모두 요추천자술을 열혈가량 유지함으로써 뇌척수액 누수의 문제를 해결할 수 있었다. 사망환자는 없었다.

1. Case 1

40세 남환, 이명을 주소로 시행한 검사상 경정맥 사구종(glomus jugulare tumor)이 발견되었다(Fig. 6). 수술적 접근법은 A형 측두하와 접근법+극외측 접근법+경부 절제술(neck dissection)의 복합 접근법을 통해 잘 제거되었다. 수술 후 하우스-브랙만 등급(House-Brackmann grade) IV의 안면마비가 발생하였지만, 수술 12개월 후 추적 검사상 하우스-브랙만 등급 II로 호전되었다. 수술 후 발생한 연하곤란은 수술 12개월 후 일반식이 가능한 정도로 회복되었다.

2. Case 2

45세 남자환자로 청력저하와 안면마비가 발생하여 시행한 검사에서 B2형(Type B2)의 경정맥공 신경초종(jugular foramen

Table 2. Symptoms and signs at presentation

Symptom	No. of patients
Hearing impairment	6
Dizziness	5
Dysphagia	3
Headache	4
Speech disturbance	2
Sign	
Facial palsy	2
Diplopia	3
Dysarthria	3
Other cranial nerve deficit	6

Table 3. Postoperative complications

Deficit	No. of patients (%)
Lower cranial nerve palsy	10 (71.4)
Improved lower cranial nerve palsy	4 (28.6)
Facial palsy	4 (28.6)
Improved facial palsy	3 (21.4)
Hearing impairment	6 (42.9)
CSF leakage	2 (14.3)

Table 4. Classification of JF schwannomas

Tumor classification	Definition
A	Tumor arising from cisternal part of the nerves, without significant extension into the JF
B	
B1	Intraosseous tumor inside the JF
B2	Intraosseous tumor with significant extension into the cisternal space
B3	Intraosseous tumor with significant extension into the infratemporal fossa
C	Tumor arising from the peripheral part of the nerve (extracranial type)
D	Triple dumbbell-shaped tumor with intracranial, intraosseous and extracranial parts

JF: jugular foramen.

[Reprinted from "Surgical treatment of jugular foramen schwannoma: surgical treatment based on a new classification", by Samii M, Alimohamadi M, Gerganov V, 2015, Neurosurgery, 77, pp.424–32. Copyright 2015 by the Oxford University Press. Reprinted with permission].

schwannoma)이 진단되었다(Fig. 7). 후외측 접근법을 통하여 종양제거를 시도하였으며 종양은 전절제가 되었다. 수술 후 하우스-브랙만 등급 IV의 안면마비가 발생하였지만, 수술 6개월 후 하우스-브랙만 등급 II로 호전되었다.

DISCUSSION

경정맥공 종양의 분류는 각각의 병리(신경초종, 결신경절종, 수막종)에 대해 다른 분류법이 존재한다.^[12] 우리는 경정맥공 신경초종을 나누는 기준을 전체 종양에 적용하였다.^[13] 해부학적 위치관계를 파악하고 수술 접근법을 고려하는데 그 분류가 가장 직관적이고 타당하다고 판단되어 그 분류를 따랐다(Table 4).

경정맥공 종양의 접근법은 크게 세가지로 나누어 볼 수 있다.^[5,14-16] 전방접근법은 일반적으로 많이 쓰이지 않는다. 이 전방 접근법에는 내시경 경비적/경상악동 경의상골 접근법(endoscopic transnasal/transmaxillary transpterygoid approach),^[17] 경관골-경하악골 접근법(zygomatic-transmandibular approach),^[18] B형, C형 측두하와 접근법(infratemporal fossa approaches type B, C)^[14] 등이 있다. 측방 접근법에는 A형 측두하와 접근법, 경정맥 접근법(transjugular approach)^[19] 및 여러가지 변형된 경추체 접근법들이 있다. 후방접근법에는 후S상 정맥동 및 극외측 경후두과 접근법(retrosigmoid and extreme lateral transcondylar approach)이 있다. 그 외에 복합 접근법으로 추체후두 경S상 정맥동 접근법(petrooccipital transsigmoid approach),^[20] 복합 경유양 돌기 후미로 및 하미로 경정맥 경후두과 경결절 상위경부 접근법(combined transmastoid retrolabyrinthine and infralabyrinthine transjugular transcondylar transtubercular high cervical approach)[21] 등 아주 다양한 복합 접근법들이 있다.

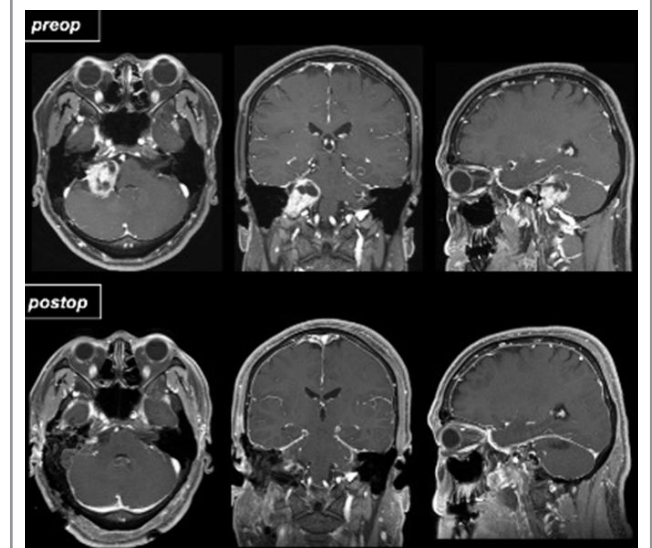
본 연구진들은 경정맥공 종양에 대한 접근법을 극외측 접근법, 후외측 접근법, A형 측두하와 접근법 및 복합 접근법으로 나누었고 종양의 위치 및 크기에 따라 접근법을 결정하였다. A형 종양은 극외측 경후두과 접근법(far lateral transcondylar approach)으로 접근하였고, B2형은 후외측 접근법 및 극외측 경후두과 접근법으로 접근하여 제거할 수 있었다. B3형과 D형은 복합 접근법이 필요하였다. 이번 연구에서 B1형과 C형은 없었으나, B1형과 C형의 경우 A형 측두하와 접근법을 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

복합 접근법을 선택할 때 내경동맥과 닿아있는 경우는 A형 측두하와 접근법을 조합하였고 내경동맥을 90도 이상 둘러싸면서 종양이 자란 경우 안면신경 브릿지 기술(fallopian bridge technique)을

이용하였다. 추체사대부위(petroclival area)까지 종양이 자란 경우는 경외측 접근법을 조합하였다.

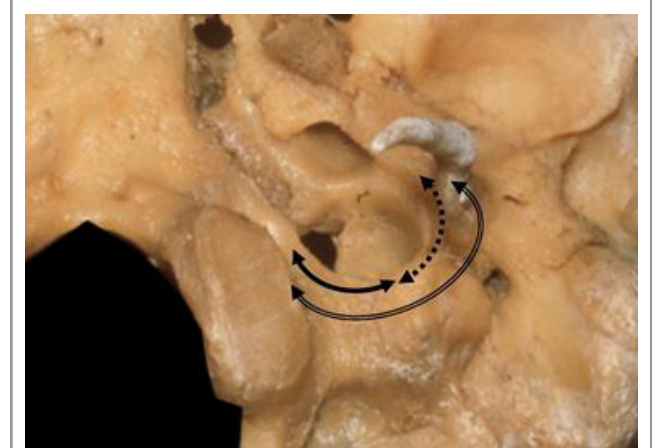
후외측 접근법에 A형 측두하와 접근법 등을 결합했을 경우 경정맥공을 더 광범위하게 노출시킬 수 있었고(Fig. 8), 그 결과 좀 더 안전하게 신경 및 혈관구조물, 주변 구조물을 살리면서 종양을 최

Fig. 7



The 45 years old male patient presented with hearing loss and facial paralysis. A type B2 jugular foramen schwannoma was found on magnetic resonance imaging. The tumor was removed through a posterolateral approach. The tumor was well removed and the patient was undergoing rehabilitation because of the worsening facial palsy after surgery.

Fig. 8



Jugular foramen exposure by combined approach. The arrow indicates the postero-medial side of jugular foramen exposed by posterolateral approach. The dotted arrow indicates the superolateral side of jugular foramen exposed by infratemporal fossa approach type A. The double-line arrow indicates the area exposed by the combined approaches.

대한 제거할 수 있었다. 신경외과와 이비인후과의 협업을 통한 복합 접근법을 이용하면 경정맥공을 2/3이상 넓게 노출시킬 수 있고 보다 안전한 종양의 제거를 가져올 수 있음을 이번 연구를 통해서 알 수 있었다.

CONCLUSION

경정맥공 종양의 성공적인 제거를 위해서는 종양의 임상적, 영상학적, 해부학적 특징에 대한 철저한 이해가 필요하다. 신경을 보전하면서 종양을 최대한 제거하기 위해서는 다양한 두개저기법의 활용이 필요하며 이를 위해서 여러 과의 협동 수술 및 미세수술기법의 끊임없는 숙련이 요구된다. 우리는 두개저 미세 수술기법 및 여러 과의 협동수술을 통해서 성공적으로 경정맥 종양이 제거될 수 있음을 알 수 있었다.

References

- Ramina R, Maniglia JJ, Fernandes YB, Paschoal JR, Pfeilsticker LN, Coelho Neto M. Tumors of the jugular foramen: diagnosis and management. *Neurosurgery* 2005;57:59-68.
- Inserra MM, Pfister M, Jackler RK. Anatomy involved in the jugular foramen approach for jugulotympanic paraganglioma resection. *Neurosurg Focus* 2004;17:E6.
- Lim M, Gibbs IC, Adler JR, Jr., Chang SD. Efficacy and safety of stereotactic radiosurgery for glomus jugulare tumors. *Neurosurg Focus* 2004;17:E11.
- Tomasello F, Conti A. Judicious management of jugular foramen tumors. *World Neurosurg* 2015;83:756-7.
- Patel SJ, Sekhar LN, Cass SP, Hirsch BE. Combined approaches for resection of extensive glomus jugulare tumors. A review of 12 cases. *J Neurosurg* 1994;80:1026-38.
- Sanna M, Shin SH, Piazza P, Pasanisi E, Vitullo F, Di Lella F, et al. Infratemporal fossa approach type a with transcondylar-transtubercular extension for Fisch type C2 to C4 tympanojugular paragangliomas. *Head Neck* 2014;36:1581-8.
- Fisch U. Infratemporal fossa approach to tumours of the temporal bone and base of the skull. *J Laryngol Otol* 1978;92:949-67.
- Sanna M, Mazzoni A, Saleh EA, Taibah AK, Russo A. Lateral approaches to the median skull base through the petrous bone: the system of the modified transcochlear approach. *J Laryngol Otol* 1994;108:1036-44.
- Ramina R, Maniglia JJ, Fernandes YB, Paschoal JR, Pfeilsticker LN, Neto MC, et al. Jugular foramen tumors: diagnosis and treatment. *Neurosurg Focus* 2004;17:E5.
- Sanna M, Khrais T, Menozi R, Piazza P. Surgical removal of jugular paragangliomas after stenting of the intratemporal internal carotid artery: a preliminary report. *Laryngoscope* 2006;116:742-6.
- Sekhar LN, Tzortzidis FN, Bejjani GK, Schessel DA. Saphenous vein graft bypass of the sigmoid sinus and jugular bulb during the removal of glomus jugulare tumors. Report of two cases. *J Neurosurg* 1997;86:1036-41.
- Makek M, Franklin DJ, Zhao JC, Fisch U. Neural infiltration of glomus temporale tumors. *Am J Otol* 1990;11:1-5.
- Samii M, Alimohamadi M, Gerganov V. Surgical treatment of jugular foramen schwannoma: surgical treatment based on a new classification. *Neurosurgery* 2015;77:424-32.
- David CA. Preoperative planning and surgical approaches to tumors of the jugular foramen. *Oper Tech Neurosurg* 2005;8:19-24.
- Komune N, Matsushima K, Matsushima T, Komune S, Rhoton AL, Jr. Surgical approaches to jugular foramen schwannomas: An anatomic study. *Head Neck* 2016;38 Suppl 1:E1041-53.
- Bruneau M, George B. The juxtacondylar approach to the jugular foramen. *Neurosurgery* 2008;62:75-8.
- Dallan I, Bignami M, Battaglia P, Castelnuovo P, Tschabitscher M. Fully endoscopic transnasal approach to the jugular foramen: anatomic study and clinical considerations. *Neurosurgery* 2010;67:ons1-7.
- Guinto G, Kageyama M, Trujillo-Luarca VH, Abdo M, Ruiz-Tham A, Romero-Rangel A. Nonglomic tumors of the jugular foramen: differential diagnosis and prognostic implications. *World Neurosurg* 2014;82:1283-90.
- Oghalai JS, Leung MK, Jackler RK, McDermott MW. Transjugular craniotomy for the management of jugular foramen tumors with intracranial extension. *Otol Neurotol* 2004;25:570-9.
- Mazzoni A, Sanna M. A posterolateral approach to the skull base: the petro-occipital transsigmoid approach. *Skull Base Surg* 1995;5:157-67.
- Liu JK, Sameshima T, Gottfried ON, Couldwell WT, Fukushima T. The combined transmastoid retro- and infralabyrinthine transjugular transcondylar transtubercular high cervical approach for resection of glomus jugulare tumors. *Neurosurgery* 2006;59:ONS115-25.