



# Preoperative Balloon Occlusion Test of the Carotid Artery and Preoperative Tumor Embolization on Paraganglioma of Carotid Body: 20-Year Experience in a Single Institute and Literature Review

Jaehyun Shim<sup>1</sup> , Tae Hoon Lee<sup>1</sup>, Minsu Kwon<sup>2</sup> , Seung-kuk Back<sup>1</sup> , Kwang Yoon Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Korea University, Seoul; and

<sup>2</sup>Department of Otorhinolaryngology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

경동맥소체 부신경절종의 수술 전 경동맥 폐색검사 및 종양 색전술:  
단일 기관에서 20년간의 경험 및 문헌 고찰

심재현<sup>1</sup> · 이태훈<sup>1</sup> · 권민수<sup>2</sup> · 백승국<sup>1</sup> · 정광윤<sup>1</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실, <sup>2</sup>울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

**Background and Objectives** Carotid body paraganglioma is the common type of carotid body tumor for which angiography, carotid artery balloon occlusion test (BOT) and tumor embolization could be considered before the surgery. We analyzed cases in a single institute and reviewed related literature to investigate the necessity of these preoperative examinations.

**Subjects and Method** Medical records of patients who were diagnosed with paraganglioma were retrospectively analyzed from 2000 to 2019.

**Results** Sixteen patients were identified. Of the total, 14 patients underwent surgery at this institute, and 13 underwent angiography. Of the 13 patients who underwent angiography, 6 patients underwent carotid artery BOT, and 12 patients underwent tumor embolization. The average tumor size of 6 patients who underwent carotid artery BOT was 28.7 mm, and 8 patients who did not undergo carotid artery BOT was 30.1 mm. The average tumor size of 12 patients who underwent tumor embolization was 29.4 mm. Two patients did not undergo tumor embolization, and their average tumor size was 30 mm. In 1 patient, both preoperative angiography and carotid artery BOT were performed, but tumor embolization was not performed due to spasm of tumor vessels.

**Conclusion** Preoperative carotid artery BOT can be performed to reduce side effects in patients with the potential for carotid resection. In addition, tumor embolization is performed regardless of tumor size. By reducing the amount of bleeding during surgery and reducing the size of the tumor, it is possible to secure an appropriate surgical field of view to facilitate operation during surgery; however, its effectiveness needs to be clearly identified.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2022;65(12):793-9

**Keywords** Balloon occlusion; Carotid body tumor; Embolization, therapeutic; Head and neck neoplasms; Paraganglioma.

**Received** July 12, 2022  
**Revised** August 22, 2022  
**Accepted** September 13, 2022  
**Address for correspondence**  
Kwang Yoon Jung, MD, PHD  
Department of Otorhinolaryngology-  
Head and Neck Surgery,  
College of Medicine,  
Korea University,  
73 Goryeodae-ro, Seongbuk-gu,  
Seoul 02841, Korea  
**Tel** +82-2-920-5536  
**Fax** +82-2-925-5233  
**E-mail** kyjungmd@gmail.com

## 서론

경동맥소체 종양(carotid body tumor)은 30000명 중 1명 미만으로 발생하는 드문 질환이며, 부신 외에 생기는 부신경절종(paraganglioma) 중에서 가장 흔한 형태이다.<sup>1)</sup> 대부분은 무증상의 경부 종물로 나타나게 되며, 크기가 크면 통증, 연하곤란, 연하통, 쉼 목소리 등의 증상이 발생할 수 있다. 또한, 뇌신경 증상은 신경 압박으로 약 10%의 환자에서 나타나기도 하며, 기능적 경동맥소체 종양기능적 CBT는 심계항진, 두통, 고혈압, 빈맥 또는 홍조와 같은 카테콜아민 관련 증상을 유발하는 신경내분비 분비물을 생성할 수 있다. 경동맥소체 종양은 혈관분포가 풍부하고, 미주신경과 붙어있어서 신경을 보존하며 수술하기 어려우며, 외경동맥 및 내경동맥의 사이에 있어서 크기가 커질수록 경동맥 분지를 감싸기 때문에 수술적 절제가 어려울 수 있다. 특히 혈관 분포가 많은 종양이기 때문에, 수술 전에 혈관조영술 및 경동맥 폐색검사, 색전술 등을 시행하게 된다.

수술 전 시행하는 혈관조영술, 경동맥 폐색검사 및 색전술에 대해서는 환자의 불편감과 중환자실 입실, single-photon emission computerized tomography (SPECT) 등 추가 검사와 다량의 방사선 노출 등의 문제가 있고, 희귀질환이라 이에 대한 합의가 부족한 상황이다. 최근 해외 문헌에서는 수술 전 경동맥 폐색검사 및 색전술은 크기에 따라 시행 여부를 결정하기도 하며,<sup>2)</sup> 수술 전 색전술이 수술 중 출혈량이나 수술 시간에 큰 영향을 끼치지 않는다는 보고도 있으나<sup>3)</sup> 국내 연구는 없는 실정이다.

본 연구는 수술 전 혈관 조영술 및 경동맥 폐색검사, 색전술의 시행 빈도와 시행 여부에 영향을 주는 요인과 환자 특성을 비교하고, 수술 전 혈관조영술 및 색전술 시행 여부에 따른 수술 후 결과에 차이가 있는 지에 대해 단일 기관의 경험을 통해 분석하고, 기존 문헌과 비교 고찰을 통해 이 검사들의 유용성에 대해 논의하고자 한다.

## 대상 및 방법

본원에서 2000년도부터 2019년까지 경동맥체 종양으로 진단받은 모든 환자를 대상으로 하였으며, 이후 최종 병리결과상 부신경절종이 아닌 것으로 확인된 환자들은 제외하였다. 이 환자들을 대상으로 후향적 의무기록분석을 시행하였다.

부신경절종에서 발생할 수 있는 신체진찰 및 뇌신경학적 진찰을 받았고, 병력청취를 통해 환자의 주요 증상 및 기저질환과 가족력을 조사하였다. 치료 전 카테콜아민 검사를 통해 기능적인 평가를 했는지, 컴퓨터단층촬영 자기공명영상으로

영상의학적 평가 시행여부 및 혈관조영술, 경동맥 폐색검사 및 색전술을 시행하였는지 확인하였으며, 영상의학적 검사를 통해 병변의 특징에 대해 조사하였다. 검사 후 시행 받은 치료 방법 및 수술 시행 여부, 수술 시간, 수술 후 합병증 발생 여부와 추적 관찰 결과를 확인하였다.

본 연구는 고려대학교 안암병원 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(IRB No. 2018AN0344).

## 결과

총 16명의 경동맥소체 부신경절종 환자에 대한 임상적 특징 및 시행한 검사에 대해 표로 기술하였다(Table 1). 연령은 30-79세로 다양하였으며 평균연령은 46.8세였다. 기저질환으로는 고혈압 6예, 간질환 1예, 협심증 1예가 있었으며, 자가면역질환 및 만성신장병 1예가 있었다. 증상은 경부 종물이 8예, 우연히 발견된 경우가 7예, 애성이 2예 있었다. 애성이 있는 환자 중 1명은 특별한 원인이 없었으며 성대음직임은 정상이었으며(Table 1; No. 1 case), 1명에서 성대마비가 확인되었으며 이는 경동맥소체 부신경절종에 고실미주종(glomus vagale)에 의한 증상이었다(Table 1; No. 11 case). 또한 1명은 경동맥소체 부신경절종에 동반된 고실사구종(glomus tympanicum)으로 인한 청력 저하를 호소하였다.

16명의 모든 환자에서 컴퓨터단층촬영을 시행하였으며 자기공명영상은 15명의 환자가 촬영했다. 총 14명의 환자가 본 기관에서 수술을 받았으며 그중 13명은 혈관조영술을 시행하였다. 혈관조영술을 시행한 환자 중 6명의 환자는 경동맥 폐색검사를 시행하였고 12명의 환자는 수술 전 색전술을 시행하였다. 경동맥 폐색검사 시행 여부와 수술 전 색전술 시행 여부에 따라 구분하여 표로 기술하였다(Tables 2 and 3).

경동맥 폐색검사를 시행받은 6명의 종양 크기는 20-45 mm로 다양하였으며 평균 크기는 28.7 mm였다. 종양의 형태는 Shamblin type I이 5예, type III가 1예였다. 이 중 합병증이 발생한 경우는 4명이었으며, 중환자실에 입실한 경우 1예, 수술 후 출혈이 발생한 경우 1예, 성대마비 및 호너증후군 1예, 연하곤란이 발생한 경우 1예가 있었다.

경동맥 폐색검사를 시행받지 않은 8명의 종양 크기는 18-55 mm로 다양하였으며, 평균 크기는 30.1 mm였다. 종양의 형태는 Shamblin type I이 3예, type II가 3예, type III가 2예 있었다. 이 중 합병증이 발생한 경우는 3명이었으며 애성 및 흡인이 발생한 경우 2예, 성대마비가 1예 있었다.

수술 전 색전술을 시행받은 12명의 종양 크기는 18-55 mm로 다양하였으며, 평균 크기는 29.4 mm였다. 종양의 형태는

**Table 1.** Clinical characteristics of 16 paraganglioma patients

No.	Sex/ age	Symptom	CNP	Comorbidity	FHx	Dx tool	Tumor size (CBT: Shambalin type or others: location) (mm)	Tx	OP time (minutes)	Cx	Notes [feeding vessel]
1	F/33	Neck mass, hoarseness				CT, MRI, Angio, Cat.Test	55 (type II)	Emb, OP	120		[APa.]
2	F/35	Neck mass		Liver Dz	(+)	CT, MRI, Angio	33 (type III), 9 (type I)	Emb, OP	120		[APa.]
3	F/30	IF				CT, MRI, Angio	31 (type III)	Emb, OP	170	Ho, As	[APa.]
4	F/50	IF		HTN		CT, MRI, Angio, BOT, Cat.Test	27 (type I)	Emb, OP	155	VCP(L), Horner synd.	[APa., occipital a.]
5	M/59	IF				CT, MRI	40 (type I)	OP			OP at the other hospital
6	F/51	Neck mass		HTN	UK	CT, MRI, Angio	25 (type I)	Emb, OP	130		[APa.]
7	M/64	IF			(+)	CT, MRI, Angio	32 (type II), 17 (type I)	Emb, OP	150	Ho, As	[APa., superior thyroidal a.]
8	M/36	Neck mass	VIII (HL)		(+)	CT, MRI, Angio	32 (type II), 6 (tympanicum)	Emb, OP	285	VCP	[APa.]
9	F/37	Neck mass				CT, MRI	47 (type III)				Follow up loss
10	F/41	IF				CT, MRI, Angio, BOT, Cat.Test	20 (type I)	Emb, OP	60		[APa.]
11	M/46	Hoarseness	X (VCP)			CT, MRI, Angio, BOT, Cat.Test	32 (type I), 41 (vaglae)	Emb, OP	165		[APa.]
12	F/54	IF		Angina	UK	CT, Angio, Cat.Test	18 (type II)	Emb, OP	120		[APa.]
13	F/79	IF		HTN, SLE, CKD	UK	CT, MRI	15 (type I)	OP	80		
14	F/60	Neck mass		HTN		CT, MRI, Angio, BOT	30 (type I)	Emb, OP	155	Bleeding	[APa., occipital a.]
15	M/33	Neck mass		HTN		CT, MRI, Angio, BOT, Cat.Test	45 (type III)	OP (with CCA graft bypass)	540	ICU	Tumor feeding vessel spasm [APa.]
16	M/40	Neck mass		HTN	UK	CT, MRI, Angio, BOT, Cat.Test	55 (type III), 18 (type I), 13 (anterior central neck)	Emb, OP (2 tumor)	265	Dysphagia	Type III tumor: RT [APa.]

CNP, cranial nerve palsy; FHx, family history; Dx tool, diagnosis tool; CBT, carotid body tumor; Tx, treatment; OP, operation; Cx, postoperative complication; IF, incidental finding; HL, hearing loss; VCP, vocal cord palsy; Dz, disease; HTN, hypertension; SLE, systemic lupus erythematosus; CKD, chronic kidney disease; UK, unknown; Angio, angiography; Cat, Test, catecholamine test; BOT, balloon occlusion test; Emb, preoperative embolization; CCA, common carotid artery; Ho, hoarseness; As, aspiration; synd., syndrome; ICU, intensive care unit admission; APa., ascending pharyngeal artery; a., artery; RT, radiotherapy

**Table 2.** Comparison between presence or absence of BOT

BOT	No.	Other diagnosis tool (except CT, MRI)	Tumor size (CBT: Shamblin type or others: location) (mm)	Tx	OP time (minutes)	Cx	Notes [feeding vessel]
Presence	4	Angio, Cat.Test	27 (type I)	Emb, OP	155	VCP(L), Horner synd.	[APa., occipital a.]
	10	Angio, Cat.Test	20 (type I)	Emb, OP	60		[APa.]
	11	Angio, Cat.Test	32 (type I), 41 (vaglae)	Emb, OP	165		[APa.]
	14	Angio,	30 (type I)	Emb, OP	155	Bleeding	[APa., occipital a.]
	15	Angio, Cat.Test	45 (type III)	OP (CCA graft bypass)	540	ICU	Tumor feeding vessel spasm [APa.]
	16	Angio, Cat.Test	55 (type III), 18 (type I), 13 (anterior central neck)	Emb, OP (type I, anterior tumor excision)	265	Dysphagia	Type III tumor: radiotherapy [APa.]
Average			28.7		223.3	160	
Abscence	1	Angio, Cat.Test	55 (type II)	Emb, OP	120		[APa.]
	2	Angio	33 (type III), 9 (type I)	Emb, OP	120		[APa.]
	3	Angio	31 (type III)	Emb, OP	170	Ho, As	[APa.]
	6	Angio	25 (type I)	Emb, OP	130		[APa.]
	7	Angio	32 (type II), 17 (type I)	Emb, OP	150	Ho, As	[APa., superior thyroidal a.]
	8	Angio	32 (type II), 6 (tympanicum)	Emb, OP	285	VCP	[APa.]
	12	Angio, Cat.Test	18 (type II)	Emb, OP	120		[APa.]
	13		15 (type I)	OP	80		
Average			30.1		146.8		
Total			29.5		209.6		

BOT, balloon occlusion test; CBT, carotid body tumor; Tx, treatment; OP, operation; Cx, postoperative complication; Angio, angiography; Cat.Test, catecholamine test; Emb, preoperative embolization; CCA, common carotid artery; VCP, vocal cord palsy; synd., syndrome; ICU, intensive care unit admission; Ho, hoarseness; As, aspiration; APa., ascending pharyngeal artery; a., artery

Shamblin type I이 6예, type II가 4예, type III가 2예가 있었다. 이 중 합병증이 발생한 경우는 6명이었으며 수술 후 출혈이 발생한 경우가 1예, 성대마비가 1예, 호너증후군 및 성대마비가 1예, 애성 및 흡인이 발생한 경우가 2예, 연하곤란이 발생한 경우가 1예 있었다.

2명의 환자는 수술 전 색전술을 시행하지 않았으며 이 환자들의 종양 크기는 15, 45 mm였으며, 평균 크기는 30 mm였다. 종양의 형태는 Shamblin type I이 1예, type III가 1예 씩이었다. 이 중 합병증이 발생한 경우는 수술 후 중환자실 입실을 한 1예가 있었다. 1명의 환자는 수술 전 혈관조영술 및 경동맥 폐색검사를 시행하였으나 종양 혈관의 spasm으로 수술 전 색전술을 시행하지는 못했다(Table 1; No. 15 case).

본원에서 시행한 수술 환자 14명 중 재발한 경우는 2예 있었다. 1예는 같은 부위에 재발하여 재수술 하였으며 수술 후 같은 방향의 성대마비 발생 및 호너증후군 발생이 발생하였다(Table 1; No. 4 case). 다른 예는 양측 경동맥소체 부신경 절종이 있어 좌측 종양 절제 수술한 뒤 우측은 방사선 치료를 하기로 한 환자로, 좌측 종양이 재발하여 우측 경동맥소체 부신경절종 방사선 치료가 끝난 뒤 같이 수술적 절제를 고려 중이다.

수술 후 합병증은 7명에게 발생하였으며, 수술 후 출혈이 발생한 경우가 1예, 성대마비가 1예, 호너증후군 및 성대마비가 1예, 애성 및 흡인이 발생한 경우가 2예, 연하곤란이 발생한 경우가 1예, 중환자실 입원한 경우가 1예 있었다. 수술 후 출혈이 발생한 1예는 수술적 지혈 시행 후 안정된 뒤 추가 합병증 없이 외래 추적 관찰은 종료되었다(Table 1; No. 14 case). 성대마비가 발생한 1예는 특이 증상이 없어 추적 관찰 중이며 성대 움직임은 회복되지 않았다(Table 1; No. 8 case). 호너증후군 및 성대마비가 발생한 1예는 재수술 시행 후 발생한 합병증으로 성대주입술을 시행하였다(Table 1; No. 4 case). 애성 및 흡인이 발생한 경우 2예는 모두 수술 후 6개월 이내로 증상 호전되었고 추가 합병증 없이 외래 추적 관찰은 종료되었다(Table 1; No. 3, 7 case). 연하곤란이 발생한 1예는 증상이 지속되고 있으나, 방사선 치료 종료 후 재평가 예정이다(Table 1; No. 8 case). 중환자실에 입원한 1예는 경동맥 절제 후 총경동맥 우회로 이식술(common carotid artery bypass graft)을 시행하였으며, 기관 삽관 유지 및 출혈량 감시를 위한 중환자실에 입원하였으나 환자가 안정되어 퇴원하였으며 이후 발생한 수술 후 합병증은 없었다(Table 2; No. 15 case).

**Table 3.** Comparison between presence or absence of preoperative embolization

Emb	No.	Other diagnosis tool (except CT, MRI)	Tumor size (CBT: Shamblin type or others: location) (mm)	Tx	OP time (minutes)	Cx	Notes [feeding vessel]
Presence	1	Angio, Cat.Test	55 (type II)	Emb, OP	120		[APa.]
	2	Angio	33 (type III), 9 (type I)	Emb, OP	120		[APa.]
	3	Angio	31 (type III)	Emb, OP	170	Ho, As	[APa.]
	4	BOT, Angio, Cat.Test	27 (type I)	Emb, OP	155	VCP(L), Horner synd.	[APa., occipital a.]
	6	Angio	25 (type I)	Emb, OP	130		[APa.]
	7	Angio	32 (type II), 17 (type I)	Emb, OP	150	Ho, As	[APa., superior thyroidal a.]
	8	Angio	32 (type II), 6 (tympanicum)	Emb, OP	285	VCP	[APa.]
	10	BOT, Angio, Cat.Test	20 (type I)	Emb, OP	60		[APa.]
	11	BOT, Angio, Cat.Test	32 (type I), 41 (vaglae)	Emb, OP	165		[APa.]
	12	Angio, Cat.Test	18 (type II)	Emb, OP	120		[APa.]
	14	BOT, Angio	30 (type I)	Emb, OP	155	Bleeding	[APa., occipital a.]
	16	BOT, Angio, Cat.Test	55 (type III), 18 (type I), 13 (anterior central neck)	Emb, OP (type I, anterior tumor excision)	265	Dysphagia	Type III tumor: radiotherapy [APa.]
	Average		29.4		157.9		
Absence	13		15 (type I)	OP	80		
	15	Angio, Cat.Test	45 (type III)	OP (CCA graft bypass)	540	ICU	Tumor feeding vessel spasm [APa.]
Average			30		310		
Total			29.5		209.6		

Emb, preoperative embolization; CBT, carotid body tumor; Tx, treatment; OP, operation; Cx, postoperative complication; Angio, angiography; Cat.Test, catecholamine test; BOT, balloon occlusion test; CCA, common carotid artery; Ho, hoarseness; As, aspiration; VCP, vocal cord palsy; synd., syndrome; ICU, intensive care unit admission; APa., ascending pharyngeal artery; a., artery

## 고찰

두경부의 부신경절종은 18.9% 다발성으로 알려져 있어서<sup>4)</sup> 두경부에서 부신경절종을 발견하면 다른 위치에 있는 부신경절종을 확인하기 위해 두경부뿐만 아니라 전신을 평가할 수 있는 영상의학적 검사가 필요하다. 두경부에 대해서는 컴퓨터단층촬영 및 자기공명영상촬영을 시행할 수 있고, 총경동맥 혈관조영술 또한 표준진단법으로 사용할 수 있으며, 수술적 절제 전에 색전술 또한 시행할 수 있다.<sup>5)</sup> 경동맥소체 부신경절종은 혈관분포가 풍부하여 수술적 절제가 어려울 수 있으며, 크기가 크거나 경동맥과 넓은 면적이 붙어있으면 수술 후 합병증이 많이 발생할 수 있다고 알려져 있다.<sup>6-8)</sup> 이러한 경동맥소체 부신경절종에 대해 수술 전 시행하는 검사들은 제시되고 있지만, 검사의 대상 설정에 대한 기준이나 검사들의 유용성은 명확히 제시되고 있지 않다. 이에 대해 후향적 연구들이 보고되고 있으나 지금까지 국내에서 이에 대한 분석은 보고된 바가 없다.<sup>2,9)</sup>

본 연구에서 Shamblin type II (32 mm), type III (33 mm) 인 증례에서 수술 후 애성 및 흡인이 발생하였으나, 이보다

큰 47 mm의 Shamblin type III의 종양에서도 합병증이 발생하지 않는 등 크기 혹은 type과 합병증 발생에는 큰 관련성은 없었다.

경동맥소체 부신경절종은 수술 시 경동맥 절제의 가능성이 있어 수술 중 경동맥을 절제하였을 때의 신경학적인 결손을 예측하기 위해 경동맥 폐색검사를 할 수 있다. 본 연구에서 수술 전 경동맥 폐색검사를 시행 받은 환자와 시행 받지 않은 환자의 평균 종양 크기는 각각 28.7 mm, 30.1 mm로 크기가 클수록 경동맥 폐색검사를 더 많이 시행하지는 않았다. 경동맥 폐색검사를 시행한 환자와 시행하지 않은 환자에서의 수술 후 합병증 발생 비율은 각각 66.7%, 37.5%로 경동맥 폐색검사의 시행은 합병증을 감소시키지는 않았다. 또한 1개의 증례에서 경동맥 절제 후 총경동맥 우회로 이식술(common carotid artery bypass graft)을 시행하였으며, 이 경우 540분의 수술시간으로 가장 길었으나 기관 삽관 유지 및 출혈량 감시를 위한 중환자실 입실 외의 발생한 수술 후 합병증은 없었다(Table 2; No. 15 case). 수술 시간은 경동맥 폐색검사를 한 경우 평균 수술시간은 223.3분, 하지 않은 경우 평균 수술시간은 146.8분으로 차이가 있으나, 경동맥 절제 후



**Table 4.** Different outcome of carotid body tumor studies associated to the preoperative embolization

Year of publication	Study method	Sample size (n)	Result	Reference
2015	Single center retrospective	13	Related to increasing vascular rupture rate/not related to operation time, blood loss	15)
2018	Single center retrospective	29	Related to operation time, blood loss/not related to complications	17)
2019	Meta-analysis	1326	Related to lower blood loss, shortening operation time/not related to complications	13)
2016	Meta-analysis	470	Not related to operation time, blood loss, complications	16)
	Single center retrospective	14	Not related to complication	This study

총경동맥 우회로 이식술한 경우를 제외하고 경동맥 폐색검사를 한 5개 증례의 평균 수술시간은 160분으로 큰 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 경동맥 폐색검사의 시행 여부는 임상적으로 경동맥 절제가 예측되는 경우 시행하게 되며, 수술 전 경동맥 폐색검사는 수술 후 합병증 발생 가능성을 추정하기는 어렵다. 수술 후 합병증으로 뇌졸중이 오는 위험인자에는 경동맥 절제 뿐만 아니라 재건이나 손상, 경동맥 조작여부 등에도 관련이 있다고 알려져 있어,<sup>10)</sup> 경동맥 폐색검사는 수술 중 경동맥 절제 후 재건하기 어려운 경우에 발생하는 합병증을 예측하는 데 도움이 될 것이다.

수술 전 색전술도 시행 여부에 따라 종양의 평균 크기는 큰 차이가 없었으며, 오히려 수술 전 색전술을 시행 받은 1예에서 수술 후 출혈이 발생했다. 다른 1개의 증례에서 종양의 영양 혈관 연축(tumor feeding vessel spasm)으로 인하여 수술 전 색전술을 시행하지 못하였고, 이 증례에서는 수술 시간이 길어졌으나 중환자실 입실 외의 수술 후 합병증을 발생시키지는 않았다(Table 3; No. 15 case). 수술 전 색전술을 시행하지 않은 다른 1예는 크기가 작아 시행하지 않았다. 본 연구는 수술 시 출혈량을 제시하고 있지 않지만, 연구는 수술 전 색전술이 수술 중 출혈량을 줄여 수술 시 진행이 용이하게 되어 사망률을 낮춰줄 수 있다고 보고하고 있으며,<sup>11-13)</sup> 종양의 크기가 감소하는 효과도 있어 수술 후 합병증의 가능성을 낮춰줄 수 있다고 제시하고 있다.<sup>14)</sup> 하지만 한 연구는 수술 전 종양 색전술은 경동맥 파열이나 출혈 양에 영향을 끼치지 않는다고 하고 있다.<sup>15)</sup> 경동맥소체 부신경절종은 희귀한 질환인만큼 각 연구들에 포함된 증례가 많지 않아 통계적으로 분석하기 어려우며, 연구마다 결과가 합병증, 수술 시간 및 출혈량에 관련 여부가 다양하다. 또한 메타분석을 통한 연구를 진행하여도 다양한 결과가 나올 수 있다(Table 4).<sup>13,15-17)</sup> 이는 경동맥소체 부신경절종의 특성상 크기 및 주변 혈관과의 관계, 영양 혈관에 따라 수술적 결과가 다양하게 나올 수 있기 때문이다. 이에 대해서는 추후 다기관 전향적 연구를 통해 크기 및 Shamblin type, 영양 혈관 종류 및 색전술 유

무 등 다양한 요인들을 고려하여 검사들의 효용성 및 검사 적용기준에 대해 논의해볼 필요가 있다.

본 연구의 제한점으로는 먼저 증례가 적어 통계적으로 분석하기 어려웠으며, 수술 전 경동맥 폐색검사 및 색전술을 시행하는 여부에 대한 기준이 명확하게 주어지지 않았다. 또한 수술 중 출혈량이나 혹은 수술 중 조작의 어려움에 대한 기록이 명시되어있지 않아 이후 연구가 지속된다면 수술 시 출혈량과 수술 중 조작의 어려움에 대한 명확한 기술이 필요하겠다.

요약하면, 수술 전 경동맥 폐색검사는 경동맥을 절제할 가능성이 있는 환자에서 시행하는 것이 불필요한 환자의 불편감, SPECT 등 추가 검사에서 발생하는 비용 혹은 방사선 노출량의 증가 등의 부수적인 부작용을 줄일 수 있을 것이라고 생각된다. 수술 전 색전술은 크기와 상관없이 시행하게 되고, 수술 중 출혈량을 줄여주고 크기를 줄여줌으로써 적절한 수술 시야를 확보하여 수술 중 조작이 쉽도록 할 수 있다. 하지만 이에 대한 효용성이 명확히 밝혀지지 않아 다기관 연구뿐만 아니라 추후 수집할 수 있는 증례에 대해서는 수술 중 출혈량 및 시야 확보에 대한 기술이 될 수 있도록 하는 것이 필요하겠다.

## Acknowledgments

None

## Author Contribution

Conceptualization: Jaehyun Shim, Minsu Kwon, Kwang Yoon Jung. Data curation: Jaehyun Shim, Tae Hoon Lee. Formal analysis: Jaehyun Shim, Tae Hoon Lee, Minsu Kwon. Investigation: Jaehyun Shim, Tae Hoon Lee. Methodology: Jaehyun Shim, Minsu Kwon. Supervision: Seung-kuk Baek, Kwang Yoon Jung. Writing—original draft: Jaehyun Shim. Writing—review & editing: Jaehyun Shim.

## ORCIDs

Jaehyun Shim <https://orcid.org/0000-0003-4790-1220>  
Minsu Kwon <https://orcid.org/0000-0003-0772-0708>  
Seung-kuk Baek <https://orcid.org/0000-0002-4751-0337>  
Kwang Yoon Jung <https://orcid.org/0000-0003-4316-0779>

## REFERENCES

- 1) Gad A, Sayed A, Elwan H, Fouad FM, Kamal Eldin H, Khairy H, et al. Carotid body tumors: A review of 25 years experience in diagnosis and management of 56 tumors. *Ann Vasc Dis* 2014; 7(3):292-9.
- 2) Berger G, Łukasiewicz A, Grinevych V, Tarasów E. Carotid body tumor - radiological imaging and genetic assessment. *Pol Przegl Chir* 2020;92(6):39-44.
- 3) Torrealba JI, Valdés F, Krämer AH, Mertens R, Bergoeing M, Mariné L. Management of carotid bifurcation tumors: 30-year experience. *Ann Vasc Surg* 2016;34:200-5.
- 4) Neumann HP, Pawlu C, Peczkowska M, Bausch B, McWhinney SR, Muresan M, et al. Distinct clinical features of paraganglioma syndromes associated with SDHB and SDHD gene mutations. *JAMA* 2004;292(8):943-51.
- 5) Woolen S, Gemmete JJ. Paragangliomas of the head and neck. *Neuroimaging Clin N Am* 2016;26(2):259-78.
- 6) Mascia D, Esposito G, Ferrante A, Grandi A, Melissano G, Chiesa R. Carotid body tumor contemporary management in a high-volume center. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2020;61(4):459-66.
- 7) Hallett JW Jr, Nora JD, Hollier LH, Cherry KJ Jr, Pairolero PC. Trends in neurovascular complications of surgical management for carotid body and cervical paragangliomas: A fifty-year experience with 153 tumors. *J Vasc Surg* 1988;7(2):284-91.
- 8) Straughan DM, Neychev VK, Sadowski SM, Ellis RJ, Thomas F, Patronas NJ, et al. Preoperative imaging features are associated with surgical complications following carotid body tumor resection. *World J Surg* 2015;39(8):2084-9.
- 9) Smith JD, Harvey RN, Darr OA, Prince ME, Bradford CR, Wolf GT, et al. Head and neck paragangliomas: A two-decade institutional experience and algorithm for management. *Laryngoscope Investig Otolaryngol* 2017;2(6):380-9.
- 10) Gwon JG, Kwon TW, Kim H, Cho YP. Risk factors for stroke during surgery for carotid body tumors. *World J Surg* 2011;35(9): 2154-8.
- 11) Li SQ, Ye CS, Hu ZJ, Lin YJ, Li XX, Lü WM, et al. [Experience of surgical treatment of carotid body tumor after preoperative embolization of feeding vessels]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2009; 89(13):894-7.
- 12) Power AH, Bower TC, Kasperbauer J, Link MJ, Oderich G, Cloft H, et al. Impact of preoperative embolization on outcomes of carotid body tumor resections. *J Vasc Surg* 2012;56(4):979-89.
- 13) Texakalidis P, Charisis N, Giannopoulos S, Xenos D, Rangel-Castilla L, Tassiopoulos AK, et al. Role of preoperative embolization in carotid body tumor surgery: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg* 2019;129:503-13.e2.
- 14) Katagiri K, Shiga K, Ikeda A, Saito D, Oikawa SI, Tshuchida K, et al. Effective, same-day preoperative embolization and surgical resection of carotid body tumors. *Head Neck* 2019;41(9):3159-67.
- 15) Bercin S, Muderris T, Sevil E, Gul F, Kılıcarslan A, Kiris M. Efficiency of preoperative embolization of carotid body tumor. *Auris Nasus Larynx* 2015;42(3):226-30.
- 16) Abu-Ghanem S, Yehuda M, Carmel NN, Abergel A, Fliss DM. Impact of preoperative embolization on the outcomes of carotid body tumor surgery: A meta-analysis and review of the literature. *Head Neck* 2016;38(S1):E2386-94.
- 17) Zhang J, Fan X, Zhen Y, Chen J, Zheng X, Ma B, et al. Impact of preoperative transarterial embolization of carotid body tumor: A single center retrospective cohort experience. *Int J Surg* 2018;54(Pt A):48-52.