

·临床研究·

术前栓塞材料对3 cm以上的Shamblin II/III型颈动脉体瘤外科手术的影响

李楠^{1,2}, 李乐希¹, 杨建勇², 黄勇慧²

(1. 广州市第一人民医院介入医学科, 广东 广州 510000; 2. 中山大学附属第一医院放射介入科, 广东 广州 510080)

摘要:【目的】探讨外科术前经导管动脉栓塞(TAE)的不同材料对直径>3 cm的Shamblin II/III型颈动脉体瘤(CBTs)外科切除术的影响。【方法】本研究回顾性分析2010年1月至2025年8月我院收治的直径>3 cm且行外科术前TAE的Shamblin II/III型CBTs患者资料,根据栓塞材料的不同将患者分为两组:非永久栓塞组和永久栓塞组。收集并比较两组患者的一般临床资料、手术方式、介入手术栓塞材料、外科手术出血量、手术时间、主要并发症等相关指标。【结果】本研究共纳入50例CBTs患者,共计50个病灶(非永久栓塞组 $n=25$,永久栓塞组 $n=25$)。非永久栓塞组与永久栓塞组肿瘤大小分别为[(41.22 vs. 42.13) mm, $P=0.989$]、术中出血量以及手术时间分别为[(388.19 vs. 155.90) mL, $P<0.001$; (254.01 vs. 162.22) mins, $P=0.007$]。非永久栓塞组与永久栓塞组术中血管重建率分别为16%和12% ($P=0.684$)、并发症的发生率分别为36%和12% ($P=0.047$)。【结论】对于>3 cm Shamblin II/III级CBTs,应用永久性栓塞材料行TAE,能够显著减少术中出血量、缩短手术用时、提升术野清晰度,从而有助于肿瘤的顺利切除,并降低术后并发症的发生率。

关键词:颈动脉体瘤;经动脉栓塞;栓塞材料;外科手术切除;影响

中图分类号:R657.4

文献标志码:A

文章编号:1672-3554(2026)05-0931-07

DOI: 10.11714/jssu.med.YX20260068

Impact of Preoperative Embolization Materials on Surgery for Sizeable Shamblin Type II/III Carotid Body Tumors

LI Nan^{1,2}, LI Lexi¹, YANG Jianyong², HUANG Yonghui²

(1. Department of Interventional Radiology, Guangzhou First People's Hospital, Guangzhou 510000, China; 2. Department of Interventional Radiology, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)

Correspondence to: HUANG Yonghui; E-mail: hyongh@mail.sysu.edu.cn

Abstract:【Objective】To explore the effects of different embolic materials for preoperative transarterial embolization (TAE) on surgical resections of sizeable (>3 cm) Shamblin II/III carotid body tumors (CBTs)【Methods】This study retrospectively analyzed the data of patients with Shamblin type II/III carotid body tumors >3 cm in size who underwent TAE at our hospital between January 2010 and August 2025. Based on the adopted embolic agents, the patients were divided into two groups: temporary embolization group (TEG) and permanent embolization group (PEG). General clinical data, periprocedural details, and postoperative outcomes were collected and compared between the two groups.【Results】A total of 50 patients with 50 lesions were included ($n=25$ in the TEG and $n=25$ in PEG group). Tumor sizes were comparable between the two groups [(41.22 vs. 42.13) mm, $P=0.989$]. For the TEG compared with PEG, intraoperative blood loss was (388.19 vs. 155.90) mL ($P<0.001$) and operative time was (254.01 vs. 162.22) mins ($P=0.007$). The

收稿日期:2026-05-18

录用日期:2026-08-31

基金项目:广州市卫生健康科技项目(20231A011006);北京康研慈善基金(KYKT-404-3)

作者简介:李楠,第一作者,研究方向:肿瘤性疾病的介入治疗,E-mail: zsylinan@163.com;黄勇慧,通信作者,研究方向:肿瘤性疾病及血管性疾病的介入治疗,E-mail: hyongh@mail.sysu.edu.cn

intraoperative vascular reconstruction rate was 16% vs. 12% ($P=0.684$), and the complication rate was 36% vs. 12% ($P=0.047$) in the TEG and PEG. 【Conclusions】 Our results indicate that the use of permanent embolic agents during TAE is optimal. These agents are superior to temporary embolic agents in terms of intraoperative blood loss, operative time, and improved surgical field visualization, which thereby facilitate the surgical resection of Shamblin type II/III CBTs while reducing postoperative complications.

Key words: carotid body tumor; transarterial embolization; embolic materials; surgical resection; impact

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2026, 47(5):931-937]

颈动脉体瘤(carotid body tumor, CBTs)是一种罕见的、高度血管化的副神经节瘤,源自神经嵴的颈动脉体化学感受器细胞。研究表明,对于有症状或进行性增大的CBTs,手术切除是根治性治疗方法。然而,CBTs血供极为丰富,常包裹颈内外动脉等大血管以及迷走神经、舌下神经等关键神经结构,导致手术操作难度较大^[1-5]。为此,20世纪80年代,经动脉栓塞术(transarterial embolization, TAE)开始应用于CBTs的治疗,其目的是减少术中出血,从而为肿瘤切除创造更有利的条件^[6]。此后,多个临床中心也证实了术前TAE可有效减少术中出血量并缩短手术时间,尤其是Shamblin II/III型CBTs^[7-13]。同样,我们前期收集了本中心患者资料,分析得到对于3 cm以上的CBTs,有效的术前栓塞可以减少外科手术中出血、降低手术并发症发生几率^[14-15]。但是,目前不同中心进行术前TAE栓塞材料差异较大,包括钢圈、明胶海绵颗粒、PVA、白球及Onyx胶等,每个中心栓塞材料选择多依据各自经验,即便同一个中心不同团队之间亦存在差异^[10, 12, 16-20],致使最佳栓塞材料的选择尚未达成共识。基于此,本研究通过回顾本中心15年来的颈动脉体瘤临床资料,探索术前介入栓塞的最佳栓塞材料的选择,为高效实施CBTs切除手术积累循证医学证据。

1 材料与方 法

1.1 一般临床信息

本研究收集了2010年1月至2025年8月于本院接受手术切除、病理学确认的颈动脉体瘤患者。纳入标准设定如下:颈动脉体瘤诊断明确;直径>3 cm的Shamblin II/III型CBTs;介入栓塞后实施外科切除的患者;介入手术使用单一栓塞材料进行栓塞。排除标准:直径≤3 cm;Shamblin I型

CBTs;未行TAE而行外科手术切除;单纯行TAE未行外科手术切除;TAE时使用2种及以上不同种类栓塞材料;临床数据不完整。依据纳入排除标准,将纳入患者按术前栓塞材料类型分为2组:非永久栓塞组(明胶海绵颗粒)与永久栓塞组(PVA或Embosphere栓塞颗粒)。50例患者中,有4例患者患有双侧CBTs,但是考虑双侧颈动脉体瘤大小不同,因此手术医师选择以颈动脉体瘤较大且症状明显侧进行手术,因此,本研究共纳入50个病灶。由于颈动脉体瘤位置较表浅,患者主要症状为颈部肿块,并近期增大明显,部分患者伴有头晕(1例)、颈部疼痛(2例)、声音嘶哑(1例)。患者入院后完善影像学检查,包括超声、CT血管造影(computed tomography angiography, CTA)和/或磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA),初步评估肿瘤部位、大小、血供、累积血管,同时进行Shamblin分型^[21-22]。患者的临床资料、影像资料、围手术期指标等均纳入分析。纳入患者均签署相关手术知情同意书,包括介入手术以及外科手术等,并获得本机构伦理委员会批准(K-2022-149-01)。

1.2 治疗方法

①股动脉穿刺置管:患者仰卧位,腹股沟常规消毒铺巾,以20 mg/mL利多卡因(5 mL)局部麻醉后,采用改良Seldinger技术穿刺右侧股动脉,并插入鞘管。②双侧颈动脉造影:在导丝引导下,超选择至正常侧颈总动脉,多体位造影明确颈部及颅脑血管情况、Willis环完整情况;病变侧颈动脉造影:明确CBTs病变部位、范围、累及血管。③超选择栓塞:由于颈内动脉直接向颅脑供血,反流等异位栓塞一旦发生,会出现严重并发症。因此,即使发现颈内动脉分支存在少许血供,亦不予栓塞。采用2.7 F微导管(TERUMO)超选择至颈外动脉供应的肿瘤滋养动脉分支,多体位造影明确病变后,行栓

塞治疗。栓塞微粒与造影剂混合以增强术中可视性,在持续透视监控下缓慢注入供血动脉,直至血流显著减缓后停止。为避免栓塞剂返流至颈内动脉,术中采取以下预防措施:①对于颈动脉分叉处邻近分支,即使其管径可容微导管通过,亦不予栓塞,以防微粒冲入颈内动脉;②颈内动脉及其微小供血分支均不予栓塞处理,以最大限度降低脑缺血或脑卒中等严重并发症风险。栓塞材料包括:聚乙烯醇颗粒(polyvinyl alcohol particles, PVA; 350~560 μm ; Cook, Inc., Bloomington, IN USA)、明胶海绵颗粒(350~560 μm , Hangzhou Aicon Pharm SCI&TEC CO., LTD, China)、栓塞微球(300~500 μm , Embosphere Microsphere; Biosphere Medical, Rockland, Mass)。③术中特殊处理:对于术前影像学评估Shamblin III型且前后交通动脉未开放的CBTs患者,术前行Matas试验,直至病人耐受。④外科手术:所有患者于介入术后第1~3天行外科手术治疗,切除过程中记录患者手术出血量等,切除术中若肿瘤广泛侵犯颈外动脉无法分离,可一并切除;若肿瘤与颈内动脉或颈总动脉粘连致密、分离困难,则行受累动脉切除并行血管重建。⑤围手术期观察:记录患者生命体征变化、神经系统症状及体征的改变。⑥病理学检查:术中切除肿块行快速冰冻病理学检查。

1.3 并发症

我们将死亡、卒中、舌偏、声音嘶哑、吞咽困难、切口感染、血肿等事件均归为围手术期及随访期间的不良事件(adverse events, AEs)。颅神经功能的评估依据临床症状和体格检查结果进行;卒中的诊断则由我院通过CT和/或MRI检查确认。

1.4 统计学方法

本研究采用GraphPad Prism 8.0.1对数据进行统计学处理与分析。对于计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 或 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示,两组间的比较采用 t 检验或秩和检验;计数资料数据分析采用卡方检验或Fisher精确概率法。以 $P < 0.05$ 作为差异具有统计学意义的判定标准。

2 结果

本研究共纳入50例患者(男性19例,女性31例),入组患者平均发病年龄为30.28岁。根据纳排标准,共计病灶50个。所有病例均行介入栓塞治

疗,术中仅使用一种栓塞材料。术中造影显示(图1),肿瘤位于颈内与颈外动脉分叉区域,对两者形成推压并部分包绕;在侧位像上呈现类似握球状的形态改变。造影动脉期可见数条粗大的迂曲血管供应颈动脉体瘤,以颈外动脉分支为主;随着造影时间延长,可见瘤体内大量造影剂充盈,并显示出颈动脉体瘤完整轮廓(图1B-E)。由于介入手术习惯的不同及栓塞暂无统一指南,因此不同治疗组之间栓塞材料的选择存在差异。根据术前栓塞材料选择的不同,将50个病灶分为非永久栓塞与永久栓塞组,两组患者基线资料见表1。其中,非永久栓塞组及永久栓塞组患者的发病年龄为(33.18 vs. 34.98)岁($P=0.881$);起病时间分别为(38.55 vs. 32.63)月($P=0.092$)。根据术前影像学诊断(图1A),非永久栓塞组与永久栓塞组Shamblin II型、III型CBTs分别为21、4和22、3个病灶,两组差异无统计学意义。前期研究表明,肿瘤大小与手术时间等存在明确正相关性。因此,我们根据术前影像学资料,测量了不同组肿瘤最大直径,非永久栓塞组和永久栓塞组分别为 $[(41.22 \pm 12.22, 42.13 \pm 10.15) \text{ mm}; P=0.989]$ 。因此我们在两组Shamblin与肿瘤大小无统计学差异前提下,进行不同栓塞材料的研究。在不同栓塞材料介入术后,非永久栓塞组外科术中出血量及手术时间分别为388.19 mL、254.01 min,均显著高于永久栓塞组(155.90 mL、162.22 min; $P < 0.001, P=0.007$;表2)。

本研究中,研究对象为直径 $>3 \text{ cm}$ II/III型CBTs,对于此类肿瘤,大多部分或完全包裹颈内外动脉,使得外科手术剥离困难,因此部分黏连严重患者完整切除肿瘤过程中,不可避免损伤血管甚至完全切除血管行血管重建。结果显示,非永久栓塞组与永久栓塞组血管重建几率无统计学意义(16% vs. 12%, $P=0.6837$)。围手术期间,非永久栓塞组患者手术并发症发生率为36%,明显高于永久栓塞组12% ($P=0.047$)。

3 讨论

CBTs为极富血供肿瘤,如何有效减少术中出血、降低手术并发症一直是外科治疗的核心难点。尽管部分研究质疑术前TAE能否切实减少术中出血^[23-24],但来自本中心在内的多所国内临床中心的证据表明,精准、有效的术前栓塞可显著降低

表 1 患者的一般临床资料

Table 1 Demographic and clinical characteristics of study population

[*n*=50, ($\bar{x} \pm s$) (range) or *n*(%)]

Patient demographics	Value
Age/years	30.28±8.99 (16–55)
Sex(female)	31 (62)
Duration at presentation	31.42 (1 week–20 years)
Shamblin type	50
II	43
III	7
Concomitant symptom with mass	50
Local tenderness	2 (4)
hoarseness	1 (2)
Fainting	1 (2)

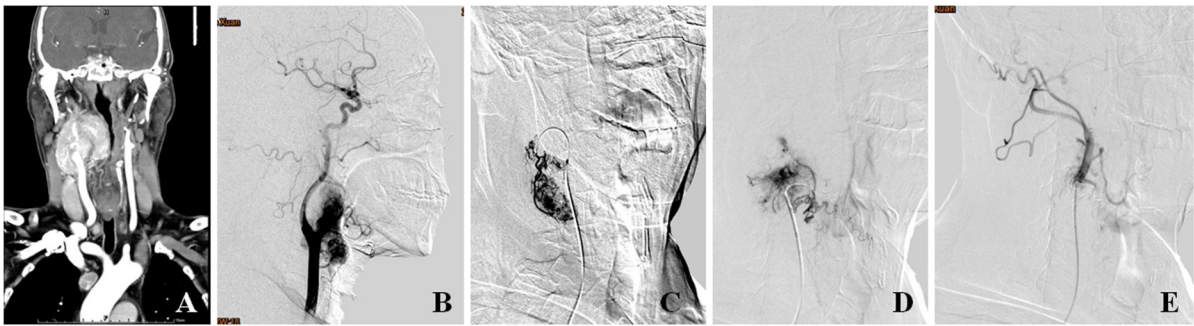
Shamblin II/III 型 CBTs 的手术难度,具体表现为术中出血量减少、手术时间缩短及术后并发症减少^[14–15]。研究表明,Shamblin 分型与手术难度呈明显正相关^[14–15]: I 型肿瘤体积较小,与颈动脉壁几乎无粘连,分离相对容易; II 型肿瘤体积较大,与颈动脉存在局部附着或粘连,需仔细分离; III 型肿瘤体积大且完全包绕颈动脉,操作最具挑战性。该分型系统不仅指导手术策略制定,亦可预测神经与血管系统并发症的风险^[21, 22, 25–28]。尽管有研究指出,在肿瘤大小及 Shamblin 分型等基线条件相似时,有效栓塞虽能减少术中出血,却未必降低术后神经并

发症发生率^[27]。然而,本研究在两组基线特征(Shamblin 分型及肿瘤大小)无统计学差异的前提下,发现围手术期指标(术中出血量、手术时间及并发症发生率)存在显著差异,提示不同栓塞材料的理化特性可能对手术结局产生重要影响。

目前,关于 CBTs 术前栓塞材料的选择及减少术中出血的优劣比较,尚无统一共识^[13–15]。临床常用栓塞材料包括钢圈、明胶海绵颗粒、PVA、栓塞微球、Onyx 胶等,各中心甚至同一中心不同团队多依据经验偏好选择,导致材料使用存在较大异质性^[10, 12, 16–20]。有研究建议,若微导管可超选择至肿瘤供血动脉远端,液体栓塞剂(如 Onyx 或 NBCA)为首选;反之,则推荐颗粒栓塞剂(如 PVA)^[14–15]。但由于 CBTs 供血动脉管径细小、超选择难度大,且解剖位置邻近颅底重要结构,一旦胶体反流或外溢,可能引发严重甚至致死性并发症,故本中心暂未将液体栓塞剂纳入常规选择。目前各中心最常使用的仍为颗粒栓塞剂,如明胶海绵颗粒和 PVA 等。

为深入探究不同栓塞材料对手术结局的影响,本研究依据栓塞材料的降解特性将患者分为非永久栓塞组(明胶海绵颗粒)和永久栓塞组(PVA 颗粒及 Embosphere 微球)。两组基线资料具有可比性,但非永久栓塞组术中出血量、手术时间及术后并发症和血管重建风险均显著增加。为合理解释这一差异,需从材料理化特性、栓塞深度及“假性栓塞”现象等多个维度进行系统分析。

明胶海绵颗粒属可降解的临时性栓塞材料,其颗粒形态不规则,体内闭塞时间约为 2~4 个月,可



A: CTA shows a right-sided cervical mass with the carotid artery encased within it, and prominent enhancement of the tumor in the arterial phase. B–E: Interventional embolization procedure: lateral angiography reveals a hypervascular cervical tumor (B); superselective catheterization of the feeding arteries from the external carotid artery was performed for embolization (C–D), and almost all blood supply was obstructed during the embolization procedure (E).

图 1 右颈部 Shamblin III 型颈动脉体瘤治疗

Fig. 1 A typical case of preoperative embolization in a Shamblin type III CBT

表2 不同组间患者基本信息及观察指标的变化

Table 2 Comparison of baseline characteristics and clinical parameters among different groups

[$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}-P_{75})$, $n(\%)$]

Patient demographics	Different embolization materials			
	TEG ($n=25$)	PEG ($n=25$)	$t/Z/\chi^2$	P
Age/years	33.18±9.56	34.98±10.44	1.096	0.881
Sex(female)	17 (68)	14 (56)	0.764	0.382
Duration at presentation /months	38.55 (15.50–46.80)	32.63 (16.50–42.70)	0.628	0.092
Shamblin type				
II	21	22	0.166	0.684
III	4	3		
Tumor size/mm	41.22±12.22	42.13±10.15	-0.108	0.989
Blood loss/mL	388.19 (257.48–475.00)	155.90 (130.55–187.96)	2.944	<0.001
Operative time/min	254.01±128.56	162.22±71.97	4.607	0.007
Revascularization	4 (16)	3 (12)	0.166	0.684
Complications	9 (36)	3 (12)	3.947	0.047
Cranial nerve injuries	6	2		1
Incision infection	0	0		0.007
Persecution mania	2	1		0.70
Stroke	1	0		0.55

被组织吸收,栓塞后血管存在再通可能。因其颗粒不规则,聚集时易形成团块,难以实现对肿瘤微循环的均匀、深部栓塞。相比之下,作为永久性栓塞材料,PVA为生物惰性海绵,具可膨胀与可压缩特性;Embosphere为三丙烯明胶交联的球形聚合微球,粒径均一、不聚集、可提供持久血管闭塞。球形颗粒较不规则颗粒能更完美贴合血管壁,闭塞更为彻底。

“假性栓塞”指血管造影显示肿瘤供血动脉被栓塞、肿瘤染色消失,但栓塞颗粒并未到达肿瘤真正微循环层面,仅堵塞供血动脉近端或中端分支。此时,因侧支循环迅速开放或原有微循环残留灌注,外科切除术中仍可出现明显出血。明胶海绵颗粒因粒径不均、易聚集,常于供血动脉中段形成“团块状”堵塞,难以深入肿瘤毛细血管网。这种近端为主的栓塞看似造影满意,实则属“假性栓塞”,肿瘤核心区域微循环并未被真正阻断。加之明胶海绵可被降解吸收,即使术中尚未完全再通,其栓塞牢固性也已显著下降。而PVA和Embosphere颗粒粒径较均一,能更均匀分布并嵌顿于肿瘤微循环层

面;球形Embosphere微球表面光滑、形态规则,不易聚集,可实现更远的血管穿透和更彻底的肿瘤去血管化。

基于上述性能差异,临时栓塞组(明胶海绵)因颗粒不规则、易聚集,栓塞平面局限于供血动脉近中端,肿瘤微循环未被真正阻断(“假性栓塞”),术中肿瘤仍保持较高实质内血流灌注,导致术者分离时出血较多、术野欠清晰,手术时间延长、操作难度增加;永久栓塞组(PVA/Embosphere)因颗粒均一、可深入微循环,实现肿瘤实质层面真正去血管化,术中肿瘤塌陷、质地变软、出血显著减少,术野清晰、分离便利,手术时间缩短、并发症风险降低。

除“假性栓塞”和血管再通理论外,炎症反应亦可能参与其中。明胶海绵颗粒由牛或猪胶原蛋白制成^[14-15],可诱发抗原抗体反应及急性炎症反应,导致肉芽肿性动脉炎,伴单核细胞和巨噬细胞大量浸润,从而增加血管脆性,进一步升高术中出血风险^[14-15]。本中心前期研究表明,栓塞与手术间隔时间延长可致术中出血量和并发症增加,其机制可能与术后炎症进展及侧支血管再通有关^[14-15]。因此,

本研究选择短间隔1~3 d进行外科手术治疗,以尽可能控制时间因素对结果的干扰。此外,鉴于CBTs特殊解剖位置,为降低误栓风险,术中常规使用碘对比剂混悬栓塞颗粒,以实现实时、可控的颗粒输送监测^[14-15]。

本研究存在一定局限性。首先,属回顾性研究,研究对象非随机分配,尽管基线资料无显著差

异,仍可能存在选择偏倚。其次,CBTs相对罕见,两组样本量有限,可能影响统计效能,后续需扩大样本量并开展前瞻性研究加以验证。在颈动脉体瘤的介入栓塞治疗中,使用永久性栓塞材料能够有效减少外科切除术中的出血量、缩短手术操作时间,并降低术后并发症的发生风险,从而更有利于外科手术的完整切除。

参考文献

- [1] Shiga K, Katagiri K, Ikeda A, et al. Carotid body tumors—epidemiology and surgical resection [J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2025, 55(8): 852–859.
- [2] Batarseh P, Li J, Strosberg D. Carotid body tumors [J]. *Semin Neurol*, 2026, 46(4): 409–412.
- [3] Yu J, Yuan W, Cao K, et al. Carotid body tumors: from basic to clinical practice [J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2025: 15385744251387662.
- [4] Işık M, Kılınç F, Dereli Y, et al. Surgical and histopathological results in carotid body tumors [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2025, 73(6): 434–441.
- [5] 张强, 梁国标, 王晓刚, 等. 颈动脉体瘤切除术治疗复杂颈动脉体瘤1例 [J]. *临床军医杂志*, 2022, 50(1): 109–110.
Zhang Q, Liang GB, Wang XG. Surgical resection of carotid body tumor in a complex case [J]. *Clin J Med Officers*, 2022, 50(1): 109–110.
- [6] Schick PM, Hieshima GB, White RA, et al. Arterial catheter embolization followed by surgery for large chemodectoma [J]. *Surgery*, 1980, 87(4): 459–464.
- [7] Liu J, Li Y, Yang L, et al. Surgical resection of carotid body tumors with versus without preoperative embolization: Retrospective case-control study [J]. *Head Neck*, 2018, 40(12): 2590–2595.
- [8] Chen Y, Li Y, Liu J, et al. The clinical characteristics and outcomes of carotid body tumors in Chinese patients: a STROBE-compliant observational study [J]. *Medicine*, 2020, 99(3): e18824.
- [9] Shiga K, Katagiri K, Ikeda A, et al. Challenges of surgical resection of carotid body tumors—multiple feeding arteries and preoperative embolization [J]. *Anticancer Res*, 2022, 42(2): 645–652.
- [10] Katagiri K, Shiga K, Ikeda A, et al. Effective, same-day preoperative embolization and surgical resection of carotid body tumors [J]. *Head Neck*, 2019, 41(9): 3159–3167.
- [11] Wu Z, Qiu P, Pu H, et al. Efficacy and safety of preoperative embolization in carotid body tumor treatment: a propensity score matching retrospective cohort study [J]. *Head Neck*, 2022, 44(6): 1414–1421.
- [12] Huang X, Wang L, Chen Y, et al. The comparative outcomes of particulate versus coil preoperative embolization for carotid body tumors [J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 860788.
- [13] 孔祥国, 李楠, 杨建勇, 等. 术前经导管动脉栓塞对Shamblin II/III型颈动脉体瘤切除术的影响 [J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2021, 42(2): 287–293.
Kong XG, Li N, Yang JY, et al. Beneficial effects of preoperative embolization on the Shamblin type II/III carotid body tumor surgery [J]. *J Sun Yat-Sen Univ (Med Sci)*, 2021, 42(2): 287–293.
- [14] Li N, Wan Y, Chen W, et al. Beneficial effects of preoperative superselective embolization on carotid body tumor surgery: a 13-year single-center experience [J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 930127.
- [15] Li N, Zeng N, Wan Y, et al. The earlier, the better: The beneficial effect of different timepoints of the preoperative transarterial embolization on ameliorating operative blood loss and operative time for carotid body tumors [J]. *Surgery*, 2021, 170(5): 1581–1585.
- [16] Zhang J, Fan X, Zhen Y, et al. Impact of preoperative transarterial embolization of carotid body tumor: a single center retrospective cohort experience [J]. *Int J Surg*, 2018, 54(Pt A): 48–52.
- [17] Gözen ED, Tevetoglu F, Kara S, et al. Is preoperative embolization necessary for carotid paraganglioma resection: experience of a tertiary center [J]. *Ear Nose Throat J*, 2020: 145561320957236.
- [18] Felbaum DR, Syed HR, McCullough MF, et al. Embolization of carotid body tumors: revisiting direct puncture technique, preliminary experience and literature review [J]. *Cureus*, 2016, 8(2): e483.
- [19] Abu-Ghanem S, Yehuda M, Carmel NN, et al. Impact of preoperative embolization on the outcomes of carotid body tumor surgery: a meta-analysis and review of the literature [J]. *Head Neck*, 2016, 38 (Suppl 1): E2386–2394.
- [20] Ashour R, Aziz-Sultan A. Preoperative tumor embolization [J]. *Neurosurg Clin North Am*, 2014, 25(3): 607–617.
- [21] Shamblin WR, ReMine WH, Sheps SG, et al. Carotid body

- tumor (chemodectoma). Clinicopathologic analysis of ninety cases[J]. *Am J Surg*, 1971, 122(6): 732-739.
- [22] Luna-Ortiz K, Rascon-Ortiz M, Villavicencio-Valencia V, et al. Does Shamblin's classification predict postoperative morbidity in carotid body tumors? a proposal to modify Shamblin's classification [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2006, 263(2): 171-175.
- [23] Wernick BD, Furlough CL, Patel U, et al. Contemporary management of carotid body tumors in a Midwestern academic center[J]. *Surgery*, 2021, 169(3):700-704.
- [24] Kaya MG, Romagnoli S, Mandigers TJ, et al. Role of preoperative embolization in surgical management of carotid body tumors: a systematic review and meta-analysis [J]. *Angiology*, 2025, 76(1): 17-31.
- [25] Power AH, Bower TC, Kasperbauer J, et al. Impact of preoperative embolization on outcomes of carotid body tumor resections[J]. *J Vasc Surg*, 2012, 56(4): 979-989.
- [26] Lim JY, Kim J, Kim SH, et al. Surgical treatment of carotid body paragangliomas: outcomes and complications according to the shamblin classification [J]. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 2010, 3(2): 91-95.
- [27] Texakalidis P, Charisis N, Giannopoulos S, et al. Role of preoperative embolization in carotid body tumor surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2019, 129: 503-513.e502.
- [28] Lamblin E, Atallah I, Reyt E, et al. Neurovascular complications following carotid body paraganglioma resection [J]. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2016, 133(5): 319-324.

(编辑 余菁)