



全文二维码

# 介入栓塞结合显微开颅手术在儿童颅内巨大富血管肿瘤中的应用

吴水华<sup>1</sup> 陈朝晖<sup>1</sup> 范双石<sup>1</sup> 张津维<sup>1</sup> 伍添<sup>1</sup> 邹欣<sup>1</sup> 沈沉浮<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 湖南省儿童医院神经外科, 长沙 410007; <sup>2</sup> 中南大学附属湘雅医院神经外科, 长沙 410006

通信作者: 沈沉浮, Email: scf680524@csu.edu.cn

**【摘要】 目的** 探讨血管内介入栓塞治疗(endovascular surgery)结合显微开颅手术(microsurgery)的复合手术(hybrid surgery)在儿童颅内巨大富血管肿瘤中的应用价值。 **方法** 收集2019年7月至2021年7月湖南省儿童医院神经外科收治的5例儿童颅内巨大富血管肿瘤并接受复合手术的患儿临床资料, 收集并分析患儿围手术期并发症及预后情况。 **结果** 本研究共纳入5例患儿, 其中后颅窝非典型畸胎瘤/横纹肌样瘤(atypical teratoid/rhabdoid tumor, AT/RT)2例(World Health Organization, WHO IV级); 后颅窝毛细胞型星型细胞瘤(WHO I级)、颞叶室管膜下巨细胞星型细胞瘤(WHO I级)、多型性黄色星型胶质细胞瘤(WHO II级)各1例。患儿均接受复合手术。5例术后均神志清楚, 其中4例四肢活动可, 术后复查CT均未见颅内出血。出院后3个月随访, MRI复查提示肿瘤未见复发或进展。

**结论** 术前介入栓塞治疗可阻断肿瘤主要供血血管, 显著减少显微手术切除病变时出血, 保持术野清晰, 栓塞材料在术中有定位与导航功能, 为完整切除颅内巨大富血管肿瘤并尽可能保留正常脑组织、保护脑功能提供了保障。介入栓塞治疗结合显微开颅手术在中枢神经系统肿瘤中具有重要的应用价值。

**【关键词】** 最小侵入性外科手术; 血管内操作; 神经外科手术; 脑肿瘤; 血管肿瘤; 儿童

**基金项目:** 湖南省科技重大专项(2019SK1010)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211050-011

## Application of interventional embolization plus craniotomy for children with giant hypervascular intracranial tumors

Wu Shuihua<sup>1</sup>, Chen Zhaohui<sup>1</sup>, Fan Shuangshi<sup>1</sup>, Zhang Jinwei<sup>1</sup>, Wu Tian<sup>1</sup>, Zou Xin<sup>1</sup>, Shen Chenfu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Neurosurgery, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China; <sup>2</sup> Department of Neurosurgery, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410006, China

Corresponding author: Shen Chenfu, Email: scf680524@csu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the application value of endovascular embolization plus microneurosurgery for vascular rich tumors in children. **Methods** From July 2019 to July 2021, five children with giant intracranial vascular tumor undergoing combined surgery were recruited as research objects. And perioperative complications and outcomes were reviewed retrospectively. **Results** Among them, there were atypical teratoma/rhabdomyoma (AT/RT) in posterior fossa (WHO Grade IV,  $n=2$ ), hairy cell astrocytoma in posterior fossa (WHO Grade I,  $n=1$ ), giant cell astrocytoma (WHO Grade I) under ependymal membrane of temporal lobe (WHO Grade I,  $n=1$ ) and polymorphic yellow astrocytoma (WHO Grade II,  $n=1$ ). All patients underwent compound surgery. All of them remained conscious post-operation. Four of them could move their limbs and intracranial hemorrhage was absent on postoperative computed tomography (CT). During a follow-up period of 3 months, magnetic resonance imaging (MRI) reexamination showed no tumor recurrence or progression. **Conclusion** During microsurgery, preoperative occlusion of major tumor blood supply vessels may significantly minimize hemorrhage and maintain a distinct surgical field. And embolic material has the intraoperative function of positioning and navigation so that it ensures a complete resection of huge vascular rich tumors for retaining normal brain tissue as much as possible and protecting brain function. Compound surgery has an important application value for nervous system tumors.

**【Key words】** Minimally Invasive Surgical Procedures; Endovascular Procedures; Neurosurgical Procedures; Brain Neoplasms; Vascular Neoplasms; Child

**Fund program:** Major Science & Technology Project in Hunan Province (2019SK1010)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202211050-011

颅内巨大富血管肿瘤一直是颅内手术治疗的难点,1996年英国学者提出复合手术这一概念后,2002年逐步应用于颅内占位性病变的治疗<sup>[1]</sup>。复合手术主要适用于单一手术或介入治疗无法达到良好疗效的一类疾病,需要联合使用两种方法才能获得更好的治疗效果。对颅内巨大富血管肿瘤实施手术前可利用介入方法栓塞肿瘤主要供血血管,达到减少出血以及术中定位的目的,从而保证肿瘤最大程度切除以及保全患者神经功能<sup>[2]</sup>。2014年后有相关文献报道复合手术治疗颅内富血管肿瘤的疗效,但对于儿童颅内巨大富血管肿瘤暂无提及。本研究回顾性分析湖南省儿童医院神经外科近年来收治的病例资料,探讨复合手术在儿童颅内巨大富血管肿瘤治疗中的应用价值。

## 资料与方法

### 一、一般资料

回顾性收集2019年7月至2021年7月湖南省儿童医院神经外科收治的儿童颅内巨大富血管肿瘤患儿临床资料。病例纳入标准:①术前均行头颅MRI平扫+增强检查明确为富血管肿瘤;②均行股脑数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)明确肿瘤供血动脉,且经评估均具备血管介入栓塞治疗条件;③均在肿瘤供血动脉栓塞后同期转开颅显微镜下肿瘤切除术。

本研究最终纳入5例颅内富血管肿瘤患儿,其中男4例,女1例;平均年龄1岁9个月(10个月至3岁2个月)。本研究经湖南省儿童医院医学伦理委员会审核批准(HCHLL-2022-89),患儿家属均知情同意并签署知情同意书。

### 二、治疗方法

患儿手术前经头颅MRI平扫+增强检查完整显示肿瘤大小、部位、质地、有无瘤周水肿及其与周围神经血管的关系,明确肿瘤血液供应情况。手术中采取气管插管全身麻醉下股脑动脉DSA造影,再次明确肿瘤位置、血运及供血动脉。限期行瘤体供血动脉介入栓塞并同期行开颅显微镜下肿瘤切除术。术后在重症监护病房观察24h后转普通病房

继续予以对症支持治疗。

### 三、观察指标

①术后第1天复查头部CT,明确有无颅内出血等并发症;②评估肿瘤切除程度;③监测体温波动曲线,评估术后有无颅内感染等并发症;④观察术后7d神志、瞳孔、肢体活动以及对刺激的反应情况;⑤术后3个月评估有无肿瘤复发情况。

## 结果

### 一、治疗结果

5例患儿术后均神志清楚,4例四肢活动可,术后第1天复查CT均无出血等手术并发症。术后体温正常,术后第7天出院或转入血液肿瘤科进行化疗;术后第7天脑功能恢复良好,双侧瞳孔对光反射灵敏,对声音、疼痛刺激灵敏;术后3个月均可自行活动。病理类型:后颅窝非典型畸胎瘤/横纹肌样瘤(atypical teratoid/rhabdoid tumor, AT/RT)2例(World Health Organization, WHO IV级),后颅窝毛细胞型星型细胞瘤(WHO I级)、颞叶室管膜下巨细胞星型细胞瘤(WHO I级)、多型性黄色星型胶质细胞瘤(WHO II级)各1例。5例均接受了复合手术,且术后肿瘤无复发。5例颅内巨大富血管肿瘤患儿基本情况见表1。

### 二、典型病例诊治经过

患儿因“头晕20余天、站立不稳8天”入院,当地MRI提示:双侧顶叶恶性肿瘤可能性大,遂于本院完善相关检查后行限期手术。

患儿麻醉满意后,取仰卧位,常规消毒、戴无菌手套、铺巾单,利用改良Seldinger技术穿刺右股动脉,置入5F血管鞘,沿血管鞘置入5F单弯导管进入右侧颈内动脉颅内段起始部,幕上肿瘤行右侧颈内动脉造影提示右侧肿瘤主要供血来源为右侧大脑前动脉分支,选择LAO 70°为工作角度,在路图指引下取微导管及微导丝,微导丝塑形后引导微导管超选至右侧大脑前动脉,进一步超选至肿瘤供血动脉后行微导管造影,确认为责任血管后DMSO冲洗微导管,取非黏附液体栓塞剂Onyx18或适当规格的弹簧圈栓塞肿瘤供血动脉,栓塞成功后造影见肿瘤

表 1 5 例颅内富血管肿瘤患儿基本情况

Table 1 Basic profiles of 5 children with hypervascular intracranial tumors

病例 序号	性别	年龄	肿瘤大小 (cm × cm × cm)	手术 时长 (min)	出血量 (mL)	输血量 (mL)	病理诊断	预后	切除 情况	出院后 3 个月随访 复发情况
1	男	1 岁 5 个月	5.1 × 3.9 × 4.1	430	200	浓缩红细胞 2.0 U 血浆 200 mL	室管膜下巨细胞 星型细胞瘤 (WHO I 级)	右上肢肌力 II 级, 右下 肌力 I 级, 左侧肢体有 自主活动, 肌力 IV 级	全切	无复发
2	男	10 个月	6.9 × 4.9 × 6.2	270	200	浓缩红细胞 2.0U 血浆 200mL	AT/RT, WHO IV 级	良好, 四肢活动自如	全切	无复发
3	男	3 岁 2 个月	7.3 × 5.9 × 6.3	820	500	浓缩红细胞 4.0U 血浆 150mL	AT/RT, WHO IV 级	四肢活动好	次全切	无进展
4	男	3 岁 1 个月	5.5 × 6.9 × 6.0	300	850	浓缩红细胞 4.0U 血浆 350mL	毛细胞型星型细 胞瘤 WHO I 级	四肢活动好	全切	无复发
5	女	7 个月 16 天	6.1 × 4.9 × 5.1	210	150	浓缩红细胞 1.5U	多型性黄色星型 胶质细胞瘤	四肢活动自如, 肌力 正常	全切	无复发

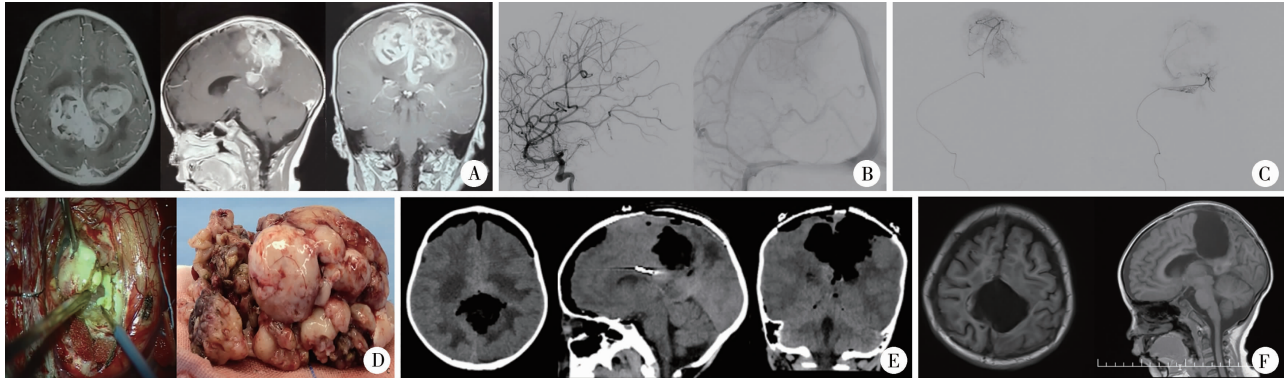
注 肿瘤切除程度:全切为 100%,次全切为 90% 以上,大部分切除为 60% 以上,部分切除为 60% 以下;AT/RT:非典型畸胎瘤/横纹肌样瘤

显影明显变淡且延迟,再将 5F 单弯导管进入左侧颈内动脉颅内段起始部,行左侧颈内动脉造影示左侧肿瘤组织主要供血来源为左侧大脑前动脉分支,选择 LAO 90°为工作角度,在路图指引下取微导管及微导丝,微导丝塑形后引导微导管超选至左侧大脑前动脉,进入肿瘤供血动脉支后行微导管造影,确认为责任血管后用 DMSO 冲洗微导管,取非黏附液体栓塞剂 Onyx18 或适当规格的弹簧圈栓塞肿瘤供血动脉,确认栓塞成功后再次超选造影,肿瘤显影明显变淡。因术后无需再造影检查,遂拔除造影导管及血管鞘,穿刺点压迫 20 min 后用无菌敷料覆盖,绷带包扎。转开颅手术切除肿瘤,术中证实肿瘤呈缺血性改变,瘤体苍白,切除过程中无明显活动性出血,予双极电凝烧灼后逐步分块完整切除肿瘤组织,彻底止血创面,术后患儿双侧瞳孔等大等圆,对光反射灵敏,术后复查头部 CT 未见明显出

血。术前、术中、术后影像以及术中情况见图 1。

讨论

神经介入技术是在 DSA 系统支持下,采用血管内导管操作技术,通过选择性造影、栓塞、扩张成形、机械清除、药物递送等方法,对累及人体神经血管系统的病变进行诊断和治疗。目前 DSA 仍是脑与脊髓血管疾病诊断的金标准<sup>[3]</sup>。神经介入技术的应用范围包括:①出血性疾病:动脉瘤、动静脉畸形、动静脉瘘等;②缺血性疾病:烟雾病、动脉狭窄等;③富血管肿瘤:术前造影评估与栓塞、恶性脑肿瘤动脉内超选择性化疗等。有学者通过解剖颈内动脉、直接穿刺后应用 Forgaty 球囊治疗颈内动脉海绵窦瘘以及其他颅内病变<sup>[4]</sup>。这是神经介入技术最早运用的方式,也是复合手术的开端。但是当时



注 A:术前 MRI 显示肿瘤巨大,位于中线两侧,血供极其丰富;B:DSA 造影显示瘤动脉血供及静脉引流;C:栓塞瘤体供血动脉;D:术中照片显示瘤体苍白呈缺血改变(左)和切下来的瘤体(右);E:术后 CT 显示肿瘤全切;F:术后 MRI 显示肿瘤全切

图 1 1 例颅内巨大富血管肿瘤患儿影像学图片及术中图片  
Fig.1 Imaging and intraoperative pictures of one child with giant hypervascular intracranial tumors



人们并没有将其称为“复合手术”。此类手术同时运用了多种技术,完美融合了外科手术技术与血管内治疗技术,是复合手术的雏形。但这种手术技术并没有被推广,直至2006年,Tokai大学医院开放了世界上第一个复合手术单元,将MRI以及DSA技术进行了有效融合,极大推动了复合手术的发展<sup>[5]</sup>。随后,经过融合DSA功能的复合手术逐渐运用于神经外科领域,并在临床得到推广。由于复合手术过程复杂且存在一定的风险,所以临床运用极少。直至2017年以后,复合手术逐渐成为医院常见手术形式之一,其治疗成功的案例越来越多,逐渐受到临床关注<sup>[6]</sup>。

复合手术是一种新型技术。复合手术在发展过程中不断扩展其治疗疾病谱。复合手术一方面提升了手术的安全性,另一方面改善了脑血管疾病患者的预后,展现出极大的优势。近年来,新技术的涌现极大地促进了复合手术的发展<sup>[7]</sup>。复合手术也有其局限性:手术室造价高,除常规手术必备的医疗设备之外,复合手术室还需要安装其他医疗设备;空间要求大,复合手术室在设计过程中需要合理布局手术空间,最大程度提高空间利用率,需要避免各种医疗设备相互阻挡。此外,复合手术时间较长,医疗器材也极为昂贵。因此,复合手术的发展并不完善<sup>[8]</sup>。目前复合手术在脑血管疾病中应用较多,在脑肿瘤手术中的应用相对较少。

对儿童患者进行复合手术有一些难点。儿童股动脉位置相对表浅,管径较细,且股动脉容易发生导管诱发的血管痉挛。因此应尽量简化操作和缩小器材尺寸。旋转操作有助于导管进入股动脉。超声引导对部分穿刺困难的患儿具有重要意义。拔除导管后压迫动脉时,应密切注意下肢远端,以确保足够的灌注。冲水管内注入少量肝素液(500 mL生理盐水中加入1 000 U肝素),治疗完成后使用鱼精蛋白中和肝素。尽可能减少回抽血,减少失血和肝素用量。限制造影剂剂量为4 mL/kg,使用小视野,限制透视时间,降低透视时帧率,如果可能的话,使用铅遮板覆盖性腺,条件允许时使用可变帧率,动脉期使用快帧率,毛细血管期及静脉期使用慢帧率。儿童颅脑肿瘤特点:幕下多于幕上,多位于中线附近,恶性肿瘤较常见,血运较丰富。根据以往经验,造影显示的瘤体大小较MRI及术中显示瘤体偏小,这可能与瘤体中含有较多血栓,导致造影时瘤体显影较实际情况偏小有关。因此,在评估瘤体大小时不能单凭造影结果,而应结合CT或

者MRI检查进行综合评估<sup>[9]</sup>。

儿童深部巨大肿瘤血供丰富,在直接开颅切除手术中出血较多,增加了手术难度及患者围手术期风险。术前造影评估并实施颅内脑膜瘤的颈外动脉供血分支介入栓塞术,降低了开颅手术切除肿瘤的风险,传统方式往往分两期完成治疗步骤<sup>[10]</sup>。近年来复合手术间的出现为一期实施肿瘤供血动脉介入栓塞术及巨大肿瘤开颅切除术提供了条件,在降低患者手术出血等风险的同时提高了治疗的有效性 & 安全性。儿童颅内肿瘤多血运丰富,且儿童本身体重轻,血容量较小,开颅手术中对于出血的控制尤为关键。富血管肿瘤术前栓塞能够明显减少术中出血,改善患者神经功能及预后,但伴有一定的栓塞风险<sup>[11]</sup>。其中最主要的是脑水肿,部分危及生命,需当天行急诊肿瘤切除<sup>[12]</sup>。在复合手术中进行肿瘤供血动脉栓塞时,首先应进行股脑DSA以明确肿瘤供血动脉。然后,采用神经介入技术尽可能栓塞瘤体的主要供血动脉。栓塞材料的选择需根据供血血管的大小以及栓塞效果选择弹簧圈或者Onxy胶。

儿童富血管肿瘤手术需要注意:①术前尽可能明确肿瘤与周围血管、组织间的关系,切口设计既要能够安全、彻底切除肿瘤,又要避免无效开颅和无效脑暴露,减少不必要的医源性创伤;不可过分强调小骨窗,当肿瘤血运丰富、有条件时尽可能行供瘤血管栓塞,减少术中切除肿瘤时出血。②术中避免过多、过快地补充等渗溶液,尤其是在手术开始时;可使用甘露醇或(和)速尿脱水及过度换气降低颅内压;头位高于心房水平以利静脉回流;分离肿瘤深部时注意保护大脑前动脉及胼周分支。③术后处理应避免强力脱水和长时间使用止血剂,前者会使血液浓缩,后者会增加血液凝固状态,两者均有可能造成手术后静脉血栓形成,尤其是术中暴露和受刺激的皮质回流静脉容易受累。复合手术提供了栓塞与肿瘤切除同期进行的平台,本组5例患儿术后无一例死亡,无一例术后不良并发症,治疗效果良好。

综合上述,复合手术在神经系统肿瘤中具有重要的应用价值。为开颅手术切除肿瘤降低了风险,即可保持术野清晰,又有定位与导航功能,为保护脑功能提供了保证。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 吴水华负责研究的设计、实施和起草文章;范双石、伍添、邹欣、张津维、陈朝晖负责数据收集及分析;吴水华、沈沉浮负责研究实施、文章审核校对

- [1] 马廉亭. 什么是“复合手术”及临床应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2022, 27(5): 428. DOI: 10. 13798/j. issn. 1009-153X. 2022. 05. 036.  
Ma LT. What is “composite surgery” and its clinical application [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2022, 27(5): 428. DOI: 10. 13798/j. issn. 1009-153X. 2022. 05. 036.
- [2] 戴崧, 孙园园, 王娟, 等. 复合手术在脊髓血管病治疗中的应用[J]. 中国脑血管病杂志, 2021, 18(10): 704-712. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5921. 2021. 10. 007.  
Dai W, Sun YY, Wang J, et al. Application of hybrid operation for spinal cord vascular diseases[J]. Chin J Cerebrovasc Dis, 2021, 18(10): 704-712. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-5921. 2021. 10. 007.
- [3] 马亮, 毕立杰, 李伟旺. 缺血性脑血管病脑血管造影及介入治疗后并发症发生情况[J]. 临床医学研究与实践, 2019, 4(36): 79-80. DOI: 10. 19347/j. cnki. 2096-1413. 201936030.  
Ma L, Bi LJ, Li WW. Complications of cerebral angiography and interventional therapy for ischemic cerebrovascular diseases[J]. Clin Res Pract, 2019, 4(36): 79-80. DOI: 10. 19347/j. cnki. 2096-1413. 201936030.
- [4] 赵岩, 韩玉庆, 杨新宇, 等. 应用复合手术室治疗颅内动脉瘤76例分析[J]. 中华神经外科杂志, 2015, 31(1): 7-10. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1001-2346. 2015. 01. 002.  
Zhao Y, Han YQ, Yang XY, et al. Application of hybrid operation room for treatment of intracranial aneurysms: analysis of 76 cases [J]. Chinese Journal of Neurosurgery, 2015, 31(1): 7-10. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1001-2346. 2015. 01. 002.
- [5] 周盛轩, 谭显西, 诸葛启钊. 颅内富血管肿瘤栓塞治疗的研究进展[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2005, 32(5): 434-438. DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-2642. 2005. 05. 014.  
Zhou SX, Tan XX, Zhuge QC. Research advances in the embolization of intracranial vascular tumors [J]. J Int Neurol Neurosurg, 2005, 32(5): 434-438. DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-2642. 2005. 05. 014.
- [6] Abecassis IJ, Nerva JD, Feroze A, et al. Multimodality management of Spetzler-Martin grade 3 brain arteriovenous malformations with subgroup analysis[J]. World Neurosurg, 2017, 102: 263-274. DOI: 10. 1016/j. wneu. 2017. 03. 046.
- [7] Nerva JD, Mantovani A, Barber J, et al. Treatment outcomes of unruptured arteriovenous malformations with a subgroup analysis of ARUBA (a randomized trial of unruptured brain arteriovenous malformations)-eligible patients [J]. Neurosurgery, 2015, 76(5): 563-570. DOI: 10. 1227/NEU. 0000000000000663.
- [8] 吴水华, 陈朝晖, 范双石, 等. 显微手术治疗2月龄婴儿颅内巨大动脉瘤1例并文献复习[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(6): 523-527. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 06. 012.  
Wu SH, Chen ZH, Fan SS, et al. Microsurgery of infantile intracranial aneurysm in a 2-month-old child with a literature review [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(6): 523-527. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 06. 012.
- [9] Wang C, Zhang JT, Liu A, et al. Surgical management of medullary hemangioblastoma: report of 47 cases [J]. Surg Neurol, 2001, 56(4): 218-226. DOI: 10. 1016/S0090-3019(01)00590-0.
- [10] Boutakioute B, Zouine Y, Chehboun A, et al. Successful preoperative embolization of a cystic-solid variant of cerebellopontine angle hemangioblastoma [J]. Radiol Case Rep, 2022, 17(12): 4799-4803. DOI: 10. 1016/j. radcr. 2022. 09. 045.
- [11] Ma DX, Wang Y, Du GH, et al. Neurosurgical management of brainstem hemangioblastomas: a single-institution experience with 116 patients [J]. World Neurosurg, 2015, 84(4): 1030-1038. DOI: 10. 1016/j. wneu. 2015. 05. 030.
- [12] Muraszko KM, Antunes JL, Hilal SK, et al. Hemangiopericytomas of the spine [J]. Neurosurgery, 1982, 10(4): 473-479. DOI: 10. 1227/00006123-198204000-00010.

(收稿日期: 2022-11-25)

**本文引用格式:** 吴水华, 陈朝晖, 范双石, 等. 介入栓塞结合显微开颅手术在儿童颅内巨大富血管肿瘤中的应用[J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(4): 356-360. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202211050-011.

**Citing this article as:** Wu SH, Chen ZH, Fan SS, et al. Application of interventional embolization plus craniotomy for children with giant hypervascular intracranial tumors [J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(4): 356-360. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202211050-011.