

肿瘤防治研究

Cancer Research on Prevention and Treatment

脊柱肿瘤血供状态评估及减少手术出血量方法的研究进展

焦勇强, 马树伟, 刘艳成, 胡永成, 马英杰, 杨智慧

引用本文:

焦勇强, 马树伟, 刘艳成, 等. 脊柱肿瘤血供状态评估及减少手术出血量方法的研究进展[J]. 肿瘤防治研究, 2021, 48(5): 547–552.
JIAO Yongqiang, MA Shuwei, LIU Yancheng, et al. Research Progress on Assessment of Blood Supply of Spinal Tumors and Methods of Reducing Intraoperative Blood Loss[J]. *Zhong Liu Fang Zhi Yan Jiu*, 2021, 48(5): 547–552.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3971/j.issn.1000-8578.2021.20.1174>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

经皮椎体成形术治疗后壁缺失脊柱转移瘤的安全性和有效性

Safety and Efficacy of Percutaneous Vertebroplasty on Spinal Metastases with Incomplete Posterior Wall
肿瘤防治研究. 2019, 46(07): 622–626 <https://doi.org/10.3971/j.issn.1000-8578.2019.18.1791>

驱动基因在肺癌骨转移中的研究进展

Advances of Driving Genes in Bone Metastases from Lung Cancer
肿瘤防治研究. 2019, 46(07): 650–653 <https://doi.org/10.3971/j.issn.1000-8578.2019.18.1819>

基于SINS评分的手术治疗对于脊柱转移癌患者的意义

Significance of SINS-based Surgery on Patients with Spinal Metastatic Carcinoma
肿瘤防治研究. 2017, 44(8): 544–547 <https://doi.org/10.3971/j.issn.1000-8578.2017.16.1432>

中低位直肠癌腹腔镜与开放全系膜切除合并侧方淋巴结清扫围手术期临床分析

Perioperative Outcomes Between Laparoscopic and Conventional Open Lateral Pelvic Lymph Node Dissection following Total Mesorectal Excision for Mid-low Rectal Cancer
肿瘤防治研究. 2017, 44(6): 418–422 <https://doi.org/10.3971/j.issn.1000-8578.2017.17.0256>

骨盆区域复发骨与软组织肿瘤手术加术中放疗的围手术期安全性评价

Perioperative Security Evaluation of Intra-operative Radiotherapy for Recurrent Bone and Soft Tissue Sarcomas Around Pelvis
肿瘤防治研究. 2017, 44(1): 53–56 <https://doi.org/10.3971/j.issn.1000-8578.2017.01.011>



杂志官网



微信公众号

脊柱肿瘤血供状态评估及减少手术出血量方法的研究进展

焦勇强^{1,2}, 马树伟², 刘艳成³, 胡永成³, 马英杰⁴, 杨智慧⁴

Research Progress on Assessment of Blood Supply of Spinal Tumors and Methods of Reducing Intraoperative Blood Loss

JIAO Yongqiang^{1,2}, MA Shuwei², LIU Yancheng³, HU Yongcheng³, MA Yingjie⁴, YANG Zhihui⁴

1. Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Hebei University of Engineering, Handan 056000, China; 2. Graduate School of Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 3. Department of Orthopaedic Oncology, Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China; 4. Department of Radiology, General Hospital of Handan Mining Group, Handan 056000, China
Corresponding Author: LIU Yancheng, E-mail: liutj2001@163.com

Abstract: In order to avoid the intra- and post-operative risks caused by massive blood loss, there are various clinical methods for evaluating the blood supply of the tumor and the distribution of blood vessels around the tumor before surgery, such as dynamic enhanced CT, dynamic enhanced magnetic resonance imaging, digital subtraction angiography, etc. And there are a variety of pre- and intra-operative methods to reduce tumor bleeding, such as transarterial vertebral tumor embolization, percutaneous or transpedicular injection of Onyx/NBCA, antifibrinolytic drugs, controlled deliberate hypotension, etc. This article reviews on spinal tumor blood supply assessment and the methods to reduce the amount of surgical bleeding.

Key words: Spine tumor; Intraoperative bleeding; Blood supply assessment; Spinal blood supply

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests.

摘要: 为减少术中失血带来的风险, 临床上有多种术前评估肿瘤血供及肿瘤周围血管分布的方法, 如动态增强CT、动态增强磁共振成像(DCE-MRI)和数字减影血管造影等, 并且有多种术前及术中减少肿瘤出血的治疗手段, 如经动脉椎体肿瘤血管栓塞、经皮或者经椎弓根注射Onyx/NBCA、抗纤溶药物和控制性蓄意低血压等。本文对脊柱肿瘤血供状态评估以及减少手术出血量的方法作一综述。

关键词: 脊柱肿瘤; 术中出血; 血供评估; 脊柱血供

中图分类号: R738.1

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



0 引言

脊柱肿瘤患者有神经压迫、脊柱不稳定或顽固性疼痛时, 一般选择手术治疗, 手术治疗是通过直接切除肿瘤组织或姑息性后路椎板切除术间接进行减压, 目的是保留或恢复神经功能, 恢复或改善下床活动并减轻疼痛^[1-2]。大量失血是脊柱肿瘤手术的一个严重并发症, 识别预测广泛出血可能性的危险因素对于预测哪些患者需要术中和术后大量输血以及哪些患者需要通过术前栓塞来控制出血至关重要^[3-4]。大量失血被定义为估计失

血量大于患者总血量的25%^[3]。

在脊柱肿瘤进行手术治疗的过程中, 大量出血可影响手术视野, 加大手术的难度, 增加损伤脊髓的可能性或致肿瘤不能完全被切除, 影响手术切除效果^[4]。为避免大量失血带来的相关风险, 临床上有多种术前评估肿瘤血供及肿瘤周围血管分布的方法; 这些方法都有自身的适应证及优缺点。有多种术前及术中减少肿瘤手术出血的治疗手段。本文针对脊柱肿瘤血供评估及减少手术出血量的方法进行文献回顾, 汇总并分析脊柱肿瘤血供状态的评估方法, 是否能让患者避免术前的有创血管造影检查就能明确肿瘤血供状态; 并分析各种减少手术出血量方法的实用性。

1 脊柱肿瘤血供评估的方法

外科手术干预在脊柱肿瘤的治疗中起着至关重要的作用, 随着外科技术和仪器的发展, 脊

收稿日期: 2020-10-12; 修回日期: 2020-12-11

作者单位: 1. 056000 邯郸, 河北工程大学附属医院骨科; 2. 300070 天津, 天津医科大学研究生院; 3. 300211 天津, 天津医院骨与软组织肿瘤科; 4. 056000 邯郸, 邯郸矿业集团总医院放射科

通信作者: 刘艳成(1979-), 男, 博士, 副主任医师, 主要从事骨外科骨肿瘤的研究, E-mail: liutj2001@163.com

作者简介: 焦勇强(1982-), 男, 博士在读, 主治医师, 主要从事骨外科骨肿瘤的研究

柱肿瘤患者在手术治疗的过程中能获得更好的结果,然而由于脊柱肿瘤的丰富血液供应,在脊柱肿瘤手术中大量失血仍然是手术医生需要面对的巨大挑战。术中失血的预测是术前计划中不可缺少的一部分,准确的预测有助于术中和术后的管理^[5-6]。目前临床上有多种术前评估肿瘤血供及肿瘤周围血管分布的方法,像动态增强CT、动态增强磁共振成像(DCE-MRI)、数字减影血管造影。这些方法对术前评价手术风险、制定手术计划及止血措施如何实施有很大作用。

1.1 数字减影血管造影

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)的基本原理是将注入造影剂前后拍摄的X线图像经数字化输入图像计算机,通过减影、增强和再成像过程来获得清晰的纯血管影像,同时实时地显现血管影。早在1923年, Berberich和Hirsh首次将造影剂注入血管内,成功地利用X射线实施了人体四肢动静脉造影。1980年DSA由美国威斯康星大学的Mistretta小组和亚利桑纳大学的Nadelman小组首先研制成功并投入临床使用^[5]。此后, DSA得到了进一步研究,在机器性能、成像方式、方法和速度,图像的存取、处理与显示,组织器官的形态和功能的定性分析,自动化和智能化程度等方面都取得了明显的进展。DSA具有对比度分辨率高、检查时间短、造影剂用量少,浓度低、患者X线吸收量明显降低以及节省胶片等优点^[7]。数字减影血管造影作为确定肿瘤血管分布的“金标准”,与传统血管造影相比具有侵袭性小, X线曝光量少等特点,能够清楚地显示肿瘤的血供程度、血管侵蚀范围、新生的肿瘤血管等。一般根据肿瘤的DSA染色,每个病灶都被赋予1个血供等级(1~3级)。判定血供的标准是:1级为乏血供病变,没有染色或仅有微弱的染色;2级为中等血供即中等染色,比邻近椎体染色稍明显;3级为富血供,病灶有丰富的染色^[8]。当DSA在区别肿瘤良恶性时大量肿瘤新生血管汇集即为肿瘤细胞分化程度低,恶性程度相对较高,肿瘤新生血管较少处则恶性程度相对较低。

DSA的医源性并发症风险是临床医师在诊断及治疗脊柱疾病患者时的重要考虑因素。脊柱DSA存在神经并发症的高风险性,并使患者长时间暴露于危险剂量的辐射中的可能性。术前栓塞质量对术中出血量的影响并不显著。未来的前瞻性随机对照研究可能更好地描述脊柱肿瘤术前栓塞的益处。

首先DSA可显示肿瘤的血供、肿瘤与重要血管的关系、尤其是显示临近有无脊髓节段性营养动脉,为手术方案的制订提供帮助。其次,外科医师通过血管造影可以了解肿瘤病灶所造成的血管移位。第三,通过造影导管可以行脊髓脊神经根动脉闭塞试验,高分辨率的数字减影血管造影是识别脊髓脊神经根动脉和脊髓动脉所必需的。虽然通过主动脉造影可找到血管肿瘤染色和获得供血动脉的概况,但主动脉造影一般没有必要,除非肋间动脉或腰动脉选择性插管未能实现。短暂的主动脉造影对脊柱血管显示不理想,而且需要使用更多的造影剂,会加重肾功能的损害。数字减影血管造影的缺点是有创操作,对一些乏血供肿瘤不需要进行栓塞治疗的患者会造成伤害。

1.2 动态增强CT

动态增强CT是一种快速数据采集成像技术,使用造影剂(如钆剂或碘化剂)作为示踪剂,然后对兴趣区进行快速连续扫描^[8-9]。在CT中碘造影剂浓度和组织图像强度之间的关系是线性的, CT图像强度在一个成像体积内是均匀的,并且CT强度测量值是标准化的,便于在多个成像系统之间进行比较^[6,9]。1979年, Axel率先倡导从动态增强CT资料中了解组织的血流灌注情况,开创了功能性CT成像的先河。CT灌注成像(CT perfusion imaging, CTPI)是一种功能成像方法,于1991年由Miles首先提出的,指在静脉团注对比剂时,对选定的感兴趣区域(region of interest, ROI)进行连续多次同层扫描,获得该层面内每一像素的时间-密度曲线(time-density curve, TDC),来反映对比剂在器官内的浓度变化,间接反映了组织器官灌注量的变化。目前临床常用三维重建的CT血管造影图像可以提供类似于手术解剖的视图,帮助诊断和术前规划,在进行复杂脊柱手术前比较常使用^[6]。

随着动态增强CT的广泛应用,标准化的动力学(血流量、血量、平均通过时间)指标已经产生,可能有助于在多部位临床研究中的应用^[9]。动力学指标血流量和血量比正常椎体部位有明显增大,平均通过时间比正常椎体增快即能说明该肿瘤为富血供肿瘤,增大的越多,平均通过时间越快,相对术中出血就会比较大。目前的一些研究都是基于正常椎体与肿瘤椎体的对比,来提示肿瘤是否为富血供肿瘤,将来研究可以探讨血流量或者血量的具体数值可否代表肿瘤血供^[10-11]。有的实验只是比较了肌肉组织与骨肿瘤的动态增

强CT灌注参数的差别,并没有比较正常骨组织与骨肿瘤组织的灌注参数差别,而且样本量相对较少^[12]。进行动态增强CT检查不仅会让患者增加肾脏负担,而且因为检查时间延长患者接受辐射也会延长,这在一定程度上限制了它的使用^[11,13]。碘造影剂的禁忌证可能限制接受这些研究的患者人数,而且其仅能显示较大血管尚不能全面评价肿瘤血供,这在一定程度上限制了应用^[14]。

1.3 动态增强磁共振成像

动态增强磁共振成像(DCE-MRI)是分析静脉注射造影剂(如钆剂或碘化剂)后目标组织的时间增强图样。这是通过在没有造影剂增强的情况下获取基线图像,然后在造影剂到达目标组织期间和之后随时间(通常是几分钟)采集一系列图像来实现的。早在1989年Erlemann等报道了通过动态增强磁共振成像评估水溶性造影剂注射后实时显示某个区域的信号强度变化,判断骨肿瘤良恶性可能性^[15]。1995年Verstraete等报道了通过动态增强曲线的初始增强率、斜率值等区分软组织肿瘤与软组织水肿。1997年Kawai等报道了通过动态核磁评估骨肿瘤血管分布的变化了解肿瘤对化疗的敏感度。

目前DCE-MRI早已经广泛应用于脑灌注研究,包括各种脑肿瘤的分类,如多形性胶质母细胞瘤。在颅脑以外疾病的诊断和治疗中也有大量的研究揭示了DCE-MRI起到了非常大的作用,例如DCE-MRI能够区分椎体和非椎体骨髓的良恶性病变。Tokuda等^[16]通过对时间-强度曲线(TIC)分布的分析,评价病变椎体灌注MR成像的诊断价值。根据病变椎体TIC曲线计算增强的最大上升斜率、绝对最大增强、相对最大增强和到峰值增强时间对这些参数进行分析比较,在骨质疏松和病理性压缩性骨折的鉴别中,这些都是有意义的参数。此外伴有或不伴有病理性压缩性骨折的转移病灶的最大上升斜率明显高于不伴有压缩性骨折的良性病灶,还描述了DCE-MRI监测肿瘤对化疗和放疗的反应的能力,以及在切除前检测肿瘤范围的能力。TIC中最大上升斜率、绝对最大增强、相对最大增强和到峰值增强时间这些参数都是与正常椎体进行对比后相对的比值大小反应肿瘤血供情况。一般大于1就提示为富血供肿瘤,比值越大提示肿瘤的血供越丰富,相对术中出血量就越大。因个体差异,每个人椎体血供在动态核磁中显示的数值是不一样的。通过单纯的数值大小判断该肿瘤是否为富血供肿瘤是不准确的^[16-17]。

DCE-MRI的优势在于它提供了关于肿瘤病变

的解剖学、生理学和血流动力学信息。已有的研究采用敏感性效应(T2*法)或弛豫效应(T1法)测定造影剂一次性注射后局部脑血容量(rCBV)的变化,得出使用T1 DCE-MRI灌注技术在评估肿瘤血供方面敏感度和特异性更高^[17]。

血管造影作为确定肿瘤血管分布的“金标准”,既具有诊断性又具有治疗性(与栓塞术结合使用),而且通常被认为是安全的,但它的缺点是耗时,昂贵,也有一定风险。比较动态增强磁共振(DCE-MR)灌注和DSA在确定脊柱肿瘤血管分布方面的作用及相关性是有意义的。Mazura等^[18]回顾性分析10例患者11个病变椎体,行DCE-MR灌注检查后行DSA检查。处理后的MR数据用于计算血流量比,比较病变和相邻正常椎体的血流量。这个高度的相关性是非常让人欣喜的,这项技术可以让患者避免使用血管DSA造影就能明确肿瘤血供情况,但进一步更大样本量的对比研究还是有必要的,以确定两种技术是不是对等的。

使用DCE-MRI还可以确定微血管功能的相关参数,对客观评价血管性疾病患者有重要意义。该方法具有无与伦比的潜力,可以无创地同时测量多个相关参数,随后研究疾病病理生理学,客观地评估疾病的严重程度以及新治疗策略的有效性,但DCE-MRI在临床应用的过程中需要更高的标准化、更深入的验证、更多的重复性实验以及更短的测量时间^[19-20]。

2 减少术中出血量的方法

手术是治疗脊柱肿瘤的一个重要方法,术中出血是影响手术操作及治疗效果的一个重要影响因素。目前临床几种减少术中出血的方法如:经动脉椎体肿瘤血管栓塞、经皮或者经椎弓根注射Onyx/NBCA (Covidien, Medtronic, Dublin, Ireland/N-butyl cyanoacrylate)、抗纤溶药物的应用、控制性蓄意低血压等方法。这些方法对术中控制出血都有非常大的作用,可以提高手术切除效果,改善患者的术后。

2.1 经动脉椎体肿瘤血管栓塞

栓塞治疗可以定义为将一种物质引入血管或血管床,以阻塞或减少流向某个区域或器官的血流。术前栓塞是治疗脊柱肿瘤的有效方法,它可以减少术中失血,减轻疼痛,改善神经症状,栓塞的目标是完全栓塞所有供应肿瘤的供血动脉^[21]。Dawbarn等早在1904年对治疗性栓塞进行描述,并在《美

国医学会杂志》发表了将石蜡和凡士林注射入肿瘤动脉的描述，以减少手术前肿瘤的血液供应。1953年Seldinger技术出现，随之介入放射学科开始出现并发展。今天使用的各种各样的栓塞治疗方法在20世纪60年代和70年代开始发展^[22]。

栓塞治疗是让整个范围内的所有动脉和静脉闭塞，可以达到创伤出血停止，消除动脉瘤和假性动脉瘤，栓塞曲张的精索静脉，栓塞子宫纤维瘤，肿瘤手术的术前栓塞等。各种永久性和临时性栓塞材料层出不穷，有的适合大血管，有的适合小血管，新的栓塞剂也不断开发。血管栓用于大血管作为永久性闭塞装置，明胶海绵或自体血凝块也可用于大血管作为一种更临时的闭塞解决方案，明胶海绵作为粉末状可用于小血管闭塞。线圈有许多不同的尺寸，有些适合大血管，有些适合小血管的闭塞。此外，在材料、形状、柔韧性、表面性能等方面也存在许多不同的设计，各种永久性颗粒用于小血管的永久性阻塞。非球形聚乙烯醇（polyvinyl alcohol, PVA）颗粒已经使用了超过25年，最近又出现了一些不同的球形颗粒，如PVA微球、三烯丙基微球、水凝胶-聚乙烯微球、药物洗脱微球或放射性微球。液体栓塞剂包括硬化剂如无水乙醇和十四烷基硫酸钠，粘合剂如氰基丙烯酸正丁酯、凝血酶和乙醇^[23]。

在医学成像的基础上，进行计划好的血管内栓塞手术，选择合适的微导管尽可能远地放置于节段性动脉的背侧支，以避免非目标栓塞。如果背侧支不能置管，则尽可能远地在节段动脉内注射颗粒，有脊髓供应的节段性动脉不应栓塞，颗粒被注入足够的流量以防止回流。PVA颗粒或悬浮在非离子造影剂中的明胶海绵最常用于术前栓塞，有时与近端线圈栓塞联合使用。微线圈可置于节段性动脉侧支的近端，以保护这些动脉不受颗粒栓塞的影响，在栓塞过程中进行对照血管造影，以确定有脊髓供应的节段的血管通畅，并应监测患者神经症状的变化。栓塞后的血管造影是用来评估和分级栓塞技术的成功与否，通过图像观察肿瘤血管充盈程度的降低程度。

术前栓塞是PVA颗粒和明胶海绵的应在预定手术前0~48小时进行，理想的手术是在栓塞后24小时内进行，以减少可能的肿瘤血运重建，手术延迟可能导致术中出血量增加。总体说术前栓塞应该是富血供性肿瘤的一种公认的做法，有一系列的适应证、技术和疗效报告。充足的双侧血管内栓塞和栓塞后早期手术对手术的效果起到决定性作用^[24]。

2.2 经皮或者经椎弓根注射Onyx/NBCA

Onyx胶是由乙烯乙醇聚合物（EVOH）、二甲基亚砜（DMSO）和钽粉混合而成，NBCA（N-butyl-2-cyanoacrylate，正丁基-2-氰丙烯酸盐）是一种液体组织粘合剂，其性状透明，可自由流动。经皮或者术中直视经椎弓根注射Onyx/NBCA是直接注射Onyx或NBCA注入肿瘤，起到减少术中出血的目的^[25]。为了减少术中出血，术前血管内栓塞已被用于减少富血供性肿瘤的手术失血量，然而由于患者肿瘤的供血动脉狭窄、有动脉粥样硬化或者供养动脉在解剖上是曲折的，这时就不可能对它们进行超选择性插管，也就不能进行充分栓塞，术前血管内栓塞并不总是可行的。在术前栓塞失败的情况下为了减少肿瘤血液的供应，可考虑经皮或经椎弓根将Onyx/NBCA注入肿瘤。

直接经皮穿刺技术已被证明是有用的，该方法的优点是通过直接穿刺将选定的栓塞剂打入肿瘤，绕过脊髓供养动脉。直接穿刺也是有风险的，包括重要瘤周结构的意外栓塞、肺栓塞、细胞毒性水肿、脊髓梗死和外渗导致脊髓受压。通过NBCA直接注射补充经动脉栓塞术来减少肿瘤的血运供应，可以减少手术失血并增加富血供性脊柱肿瘤的手术切除的安全性和稳定性。然后行全椎体切除术时出血明显减少，与经皮注射相比，这种方法的优点是可以直接观察椎体减压和椎体暴露的情况。

经皮栓塞术或经椎弓根注射Onyx/NBCA为术前栓塞效果不理想的患者提供了辅助，以减少失血，从而改善手术的视野和预后，大大提高术前栓塞的范围和完整性。这项技术为降低原发和继发多血管脊柱肿瘤的术中出血提供了一种新的方法，并可作为术前血管内栓塞失败病例的替代方案。

2.3 抗纤溶药物的应用

围手术期静脉注射抑肽酶、氨甲环酸（TXA）和氨基己酸（EACA）等抗纤溶药物在一定程度上能减少术中出血。自20世纪90年代以来，抗纤溶药物，作为一种控制出血的手段得到了广泛的应用，并被广泛用于减少脊柱外科手术中的失血和输血。在手术过程中，纤维蛋白溶解短暂增加和增强，导致脊柱手术围手术期失血量增加。抗纤溶药物可以阻断纤溶酶原与纤维蛋白的赖氨酸结合位点，通过纤溶酶原激活剂抑制纤溶酶原的活化，从而延缓纤溶。已有研究表明抑肽酶可减少输血需求，虽然差异无统计学意义，但抑肽酶在脊柱手术中减少失血量的作用是确切有效的^[26]。也有文献通过多中心研究并校正了体重、手术节段等因素后，认为TXA可

明显减少术中出血量。相关的文献综述分析表明,抗纤溶药抑肽酶、TXA、EACA可有效减少脊柱手术围手术期失血量和输血量, TXA组总有效率明显高于抑肽酶组和EACA组, 而且其中的文献只报道了8例血栓栓塞事件, 2例发生在服用抗纤溶药物的患者身上, 另外6例发生在服用安慰剂的患者身上。因此使用抗纤溶药物并不是不良事件的危险因素, 尤其是血栓栓塞^[27]。

氨甲环酸是一种赖氨酸类似物, 通过竞争性阻断纤溶酶和纤溶酶原的赖氨酸结合位点, 抑制纤维蛋白溶解而发挥止血作用。TXA可以明确减少脊柱手术围手术期的失血量及输血量, 减少因输血带来的相关并发症, 有利于保护血液资源, 抑制炎症反应, 节约医疗成本。抗纤溶剂能够减少围手术期失血量和脊柱手术的输血需求, TXA比抑肽酶和EACA更有效, 没有证据表明在脊柱手术中使用抗纤溶药物是血栓栓塞的危险因素。静脉使用抗纤溶药物可以减少脊柱手术出血量、引流量, 有利于保护血液资源, 降低大出血和输血引起的并发症。但是对于是否减少脊柱手术输血量, 由于研究对象的年龄、性别、手术方式、样本量、用药剂量等差异, 导致结论存在争议, 因此, 需要开展大样本、多中心、高质量的随机对照研究。

2.4 控制性蓄意低血压

控制性降压指在手术期间, 在保证重要脏器氧供情况下, 采用降压药物与技术等方法, 人为的将平均动脉血压 (MAP) 减低使手术视野出血量随血压降低而减少, 可用于蓄意降低血压的方法包括控制静脉回流 (例如改变患者体位)、药理干预 (例如使用挥发性麻醉药, 静脉麻醉药, 血管扩张药, 或 β -肾上腺素受体拮抗剂) 和鞘内麻醉等。1917年, Cushing首次阐明了麻醉期间控制性降压的优点, 随后其理论不断得到充实, 技术日臻完善; 1946年, Cardner首先对嗅沟脑膜血管瘤手术的患者采用足背动脉放血降低血压, 术毕用动脉输血回升血压, 取得了减少手术出血的效果, 但有组织缺血缺氧的危险; 1948年, Griffiths等试用高平面脊麻降压, 控制出血效果佳, 但不良反应多, 且低血压可控性及可逆性差, 掌握困难; 20世纪60年代初, 多种短效神经节阻滞药相继在临床使用, 因其降压作用易于控制, 且可用升压药对抗, 一度为临床推崇, 但同时阻滞副交感神经而产生多种并发症, 甚至死亡, 目前已少用; 近年来控制性降压有采用不同的方式与药物联合使用的趋势, 扬长避短, 优缺点互补, 以使该技术在临床应用更方便、

灵活和安全^[28]。

随着新型降压药或降压方法的引入, 先进监测技术的推广, 以及其他防止出血的措施在现代临床中的联合应用, 蓄意降压的安全性将得到进一步提高。在临床实践中, 蓄意性低血压的使用应该谨慎, 将血压控制在患者个体情况基线的一定百分比内似乎更合理, 而不是一个具体的值, 尤其是高血压和心血管疾病患者。一般将血压降到平常血压的70%, 但是MAP不小于60 mmHg, 在进行神经减压时应将MAP维持在80 mmHg以上, 以避免神经监测异常。一般认为将蓄意低血压与其他防止出血的措施相结合, 可以进一步减少异体输血。

3 小结与展望

在评估脊柱肿瘤血供的各种方法中, 数字减影血管造影仍然是该项技术作为确定肿瘤血管分布的“金标准”。DCE-MRI是一种成熟的技术, DCE-MRI比常规MRI更加准确地鉴别富血供和乏血供脊柱肿瘤, 其变化与DSA密切相关, 为患者提供了一种避免术前的有创血管造影检查的选择^[29]。现在仍需要在更大范围内进行进一步的研究, 以确定DCE-MRI技术在术前栓塞患者中的作用。在减少术中出血的各种方法中, 术前栓塞仍然是经过临床证明的可靠方法。经皮或者经椎弓根注射onyx/NBCA为术前栓塞效果不理想的患者提供了辅助, 以减少失血从而改善手术的视野和预后^[23]。这项技术为降低原发和继发性富血供脊柱肿瘤的术中出血提供了一种新的方法, 并可作为术前血管内栓塞失败病例的替代方案。抗纤溶药物的应用和控制性蓄意低血压也可以在围手术期在一定程度上减少出血。此外, 由于术中出血量可能是临床疗效的微弱晴雨表, 因此未来的研究应将重点放在手术时间和是否需要输血作为术中出血量之外的预后指标。术前栓塞材料的选择在术前栓塞治疗中的作用还没有得到很好的探讨, 这和栓塞与手术之间的最佳时间范围一样, 是未来研究的一个潜在问题^[30]。肿瘤切除术后感染和伤口愈合问题会增加脊柱肿瘤患者术后恢复时间的不确定性, 栓塞可能导致非靶区组织不同程度的缺血, 可以推测这种相对缺血可能会影响愈合过程, 因此将栓塞作为创伤愈合问题的危险因素进行研究是很有意义的。

参考文献:

- [1] Kumar N, Zaw AS, Khine HE, *et al.* Blood Loss and Transfusion Requirements in Metastatic Spinal Tumor Surgery: Evaluation of Influencing Factors[J]. Ann Surg Oncol, 2016, 23(6): 2079-2086.

- [2] Luksanapruk P, Buchowski JM, Tongsai S. Systematic, review and meta-analysis of effectiveness of preoperative embolization in surgery for metastatic spine disease[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(6): 596-601.
- [3] Westbroek EM, Ahmed AK, Pennington Z, *et al.* Hypervascular Metastatic Spine Tumor Angiographic Relationships with the Artery of Adamkiewicz and Other Radiculomedullary Arteries[J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e480-e485.
- [4] Pauyo T, Verma N, Marwan Y, *et al.* Canadian Consensus for the Prevention of Blood Loss in Spine Surgery[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(1): E50-E55.
- [5] Hong CG, Cho JH, Suh DC. Preoperative embolization in patients with metastatic spinal cord compression: mandatory or optional?[J]. *World J Surg Oncol*, 2017, 15(1): 45.
- [6] Feng Y, Shu SJ. Diagnostic Value of Low-Dose 256-Slice Spiral CT Angiography, MR Angiography, and 3D-DSA in Cerebral Aneurysms[J]. *Dis Markers*, 2020, 2020, 8536471.
- [7] Zhu R, Dean K, Mehta N. CT angiography depicted lumbar spinal artery anatomic course: defining a safer zone for lumbar sympathetic and splanchnic blocks[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2019, rapm-2018-100097.
- [8] Xia T, Sun Y, Wang S. *et al.* Vertebral Artery Variation in Patients with Congenital Cervical Scoliosis: An Anatomical Study Based on Radiological Findings[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46(4): E216-E221.
- [9] Wang Y, Hu J, Ng CS. A functional model for classifying metastatic lesions integrating scans and biomarkers[J]. *Stat Methods Med Res*, 2020, 29(1): 137-150.
- [10] Li Y, Yang ZG, Chen TW, *et al.* Peripheral lung carcinoma: correlation of angiogenesis and first-pass perfusion parameters of 64-detector row CT[J]. *Lung Cancer*, 2018, 61(1): 44-53.
- [11] Li K, Huang L, Lang Z, *et al.* Reliability and Validity of Different MRI Sequences in Improving the Accuracy of Differential Diagnosis of Benign and Malignant Vertebral Fractures: A Meta-Analysis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2019, 213(2): 427-436.
- [12] Simonsen TG, Lund KV, Hompland T, *et al.* DCE-MRI-Derived Measures of Tumor Hypoxia and Interstitial Fluid Pressure Predict Outcomes in Cervical Carcinoma[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2018, 102(4): 1193-1201.
- [13] Park JE, Jung SC, Lee SH, *et al.* Comparison of 3D magnetic resonance imaging and digital subtraction angiography for intracranial artery stenosis[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(11): 4737-4746.
- [14] Mauch JT, Carr CM, Cloft H, *et al.* Review of the Imaging Features of Benign Osteoporotic and Malignant Vertebral Compression Fractures[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2018, 39(9): 1584-1592.
- [15] Budzik JF, Lefebvre G, Behal H, *et al.* Bone marrow perfusion measured with dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging is correlated to body mass index in adults[J]. *Bone*, 2017, 99: 47-52.
- [16] Tokuda O, Hayashi N, Taguchi K. Dynamic contrast enhanced perfusion MR imaging of diseased vertebrae analysis of three parameters and the distribution of the time-intensity curve patterns[J]. *Skeletal Radiol*, 2005, 34(10): 632-638.
- [17] Guan Y, Peck KK, Lyo J, *et al.* T1-weighted Dynamic Contrast-enhanced MRI to Differentiate Nonneoplastic and Malignant Vertebral Body Lesions in the Spine[J]. *Radiology*, 2020, 297(2): 382-389.
- [18] Mazura JC, Karimi S, Pauliah M, *et al.* Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance perfusion compared with digital subtraction angiography for the evaluation of extradural spinal metastases: a pilot study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(16): E950-E954.
- [19] Gao X, Fan T, He S, *et al.* A Useful Model for Predicting Intraoperative Blood Loss in Metastatic Spine Tumor Surgery[J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(6): E256-E262.
- [20] Zhang Y, Tan Y, Dong C, *et al.* Evaluating the scope of intramedullary invasion of malignant bone tumor by DCE-MRI quantitative parameters in animal study[J]. *J Bone Oncol*, 2019, 19: 100269.
- [21] Clausen C. Preoperative embolization in surgical treatment of metastatic spinal cord compression[J]. *Dan Med J*, 2017, 64(7): B5393.
- [22] Clausen C, Dahl B, Frevert SC, *et al.* Preoperative embolization in surgical treatment of spinal metastases: single-blind, randomized controlled clinical trial of efficacy in decreasing intraoperative blood loss[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2015, 26(3): 402-12.e1.
- [23] Zaborovskii N, Ptashnikov D, Mikaylov D, *et al.* Preoperative embolization and local hemostatic agents in palliative decompression surgery for spinal metastases of renal cell carcinoma[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28(6): 1047-1052.
- [24] Reitz M, Mende KC, Cramer C, *et al.* Surgical treatment of spinal metastases from renal cell carcinoma-effects of preoperative embolization on intraoperative blood loss[J]. *Neurosurg Rev*, 2018, 41(3): 861-867.
- [25] Mashaly H, Zhang Z, Shaw A, *et al.* Intraoperative Transpedicular Onyx Injection to Reduce Vascularity of a Thoracic Hemangiopericytoma After Unsuccessful Preoperative Endovascular Embolization: a Technical Report[J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2018, 14(2): E17-E22.
- [26] 张少云, 谢锦伟, 裴福兴. 抗纤溶药物对围术期机体炎症反应及免疫功能的影响[J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(11): 1010-1013. [Zhang SY, Xie JW, Pei FX. Effects of anti-fibrinolytic drugs on inflammatory response and immune function in perioperative period[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2019, 27(11): 1010-1013.]
- [27] Mikhail C, Pennington Z, Arnold PM, *et al.* Minimizing Blood Loss in Spine Surgery[J]. *Global Spine J*, 2020, 10(1 Suppl), 71S-83S.
- [28] Jiang J, Zhou R, Li B. Is deliberate hypotension a safe technique for orthopedic surgery?: a systematic review and meta-analysis of parallel randomized controlled trials[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 409.
- [29] Pepin K, Grimm R, Kargar S, *et al.* Soft Tissue Sarcoma Stiffness and Perfusion Evaluation by MRE and DCE-MRI for Radiation Therapy Response Assessment: A Technical Feasibility Study[J]. *Biomed Phys Eng Express*, 2019, 5(4): 10. 1088/2057-1976/ab2175.
- [30] Tan BWL, Zaw AS, Rajendran PC. Preoperative embolization in spinal tumour surgery: Enhancing its effectiveness[J]. *J Clin Neurosci*, 2017, 43: 108-114.

[编辑校对: 周永红]

作者贡献:

焦勇强: 查阅文献及书写文章

马树伟: 检索文献

刘艳成、胡永成: 修改文章

马英杰、杨智慧: 检索文献