

脊柱转移瘤减压手术的研究进展

赵雄伟¹, 曹叙勇¹, 刘耀升^{1,2}

(1. 解放军总医院第五医学中心骨科, 北京 100071; 2. 解放军总医院骨科学部 国家骨科与运动康复临床研究中心, 北京 100071)

【摘要】 脊柱是恶性肿瘤骨转移最常发生的部位, 其中约 10% 的脊柱转移瘤患者会出现硬膜外脊髓压迫。姑息性放疗和单纯椎板切除减压术曾是转移性脊髓压迫的主要治疗方式, 而前者对放疗不敏感肿瘤无效且疗效具有延后性, 后者还常常损害脊柱稳定性。随着近年来手术技术和内固定器械的不断改进, 脊柱转移瘤的治疗模式也发生了很大改变。减压手术经历了开放性手术减压、分离手术减压、微创手术减压和激光间质热消融减压等手术方案。但无论采取何种手术方案, 都应根据患者的具体情况精确评估, 尽量减少手术风险, 以确保后续放疗的顺利开展。本文就脊柱转移瘤减压手术的研究进展作一综述。

【关键词】 脊柱转移瘤; 硬膜外脊髓压迫; 减压; 综述

中图分类号: R738.1

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.01.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Progress of decompression surgery for spinal metastases

ZHAO Xiong-wei¹, CAO Xu-yong¹, LIU Yao-sheng^{1,2} (1. Department of Orthopaedics, the Fifth Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100071, China; 2. School of Orthopaedics, PLA General Hospital, National Clinical Research Center of Orthopaedics and Sports Rehabilitation, Beijing 100071, China)

ABSTRACT The spine is the most common site of bone metastases from malignant tumors, with metastatic epidural spinal cord compression occurring in about 10% of patients with spinal metastases. Palliative radiotherapy and simple laminectomy and decompression have been the main treatments for metastatic spinal cord compression. The former is ineffective and delayed for radiation-insensitive tumors, and the latter often impairs spinal stability. With the continuous improvement of surgical techniques and instrumentation in recent years, the treatment model of spinal metastases has changed a lot. Decompression surgery underwent open decompression, separation surgery, minimally invasive surgery and laser interinternal thermal ablation decompression. However, no matter what kind of surgical plan is adopted, it should be assessed precisely according to the specific situation of the patient to minimize the risk of surgery as far as possible to ensure the smooth follow-up radiotherapy. This paper reviews the research progress of decompression for spinal metastases.

KEYWORDS Spinal metastases; Epidural spinal cord compression; Decompression; Review

脊柱是恶性肿瘤骨转移中最常见的部位之一, 其中约 10% 的脊柱转移瘤患者会发生硬膜外脊髓压迫 (metastatic epidural spinal cord compression, MESCC)^[1]。作为脊柱转移瘤常见的并发症, MESCC 患者通常表现为进行性疼痛、感觉功能损害、运动功能和括约肌功能丧失^[2]。如不能及时治疗, 很容易发展为截瘫。姑息性放疗曾是转移性脊髓压迫的标准治疗方案^[3]。但考虑到部分肿瘤对放疗不敏感, 且放

疗需要一定时间才能达到预期疗效, 因此单纯放疗的疗效常令人失望。在过去, 单纯椎板切除可实现即刻减压, 理论上临床效果应优于传统放疗。但回顾性研究表明, 单纯放疗和椎板切除减压的疗效并无差异, 后者还会损害脊柱稳定性^[4]。随着近年来微创和内固定器械的广泛应用, 脊柱转移瘤的手术方式发生了很大变化。除开放性手术减压以外, 分离手术、微创手术减压和激光间质热消融在临床的应用也愈发广泛。本文就脊柱转移瘤减压手术的研究进展作一综述。

1 开放性后路减压手术

脊柱转移瘤有多种后路手术, 包括联合或不联合内固定的椎板切除术、经椎弓根入路的环形减压术和经肋横突切除入路的环形减压术。每种方法都旨在解决不同的临床情况。单纯椎板切除术通常仅

基金项目: 北京市科委首都临床特色课题 (编号: Z171100000516101, Z161100001017176, Z131107002213052)

Fund program: Capital Clinical Characteristic Subject of Beijing Municipal Commission of Science and Technology (No. Z171100000516101, Z161100001017176, Z131107002213052)

通讯作者: 刘耀升 E-mail: 15810069346@qq.com

Corresponding author: LIU Yao-sheng E-mail: 15810069346@qq.com

在背侧硬膜外压迫和椎板转移性受累时考虑,但由于无法对腹侧硬膜外脊髓压迫进行减压,因此应用范围受到限制;椎板切除术联合内固定治疗可以防止由于小关节、椎弓根或前椎体的肿瘤受累引起的不稳定;经椎弓根入路的环形减压术和经肋横突切除入路的环形减压术可以对脊髓或硬膜囊进行腹侧减压,并建立肿瘤和脊髓之间的间隔,以便更安全的进行术后局部放疗。

1.1 单纯后路椎板切除术

后路椎板切除术减压一直以来都是 MESCC 患者的首选手术方案,但一些关于减压不充分和医源性脊柱不稳定的报道引发了学者对于该手术方式的评判性讨论。尽管后路椎板切除术可以实现快速减压且并发症的发生率通常较低,但该技术可能导致椎骨塌陷和神经功能恶化^[5]。

YOUNSI 等^[6]对 2004–2014 年间接受椎板切除术减压的 101 例 MESCC 患者进行了回顾性研究,入院时 80% 的患者不能走动,术后 74% 的患者运动功能得到改善,51% 的患者在出院时恢复了行走能力,同时总体并发症发生率以及翻修率和死亡率(6%, 4% 和 1%) 较低。AZAD 等^[7]对椎板切除术、椎体切除术和二者联合治疗脊柱转移的并发症、医疗成本和手术收益进行了对比,不同手术方式术后 30 d 并发症发生率差异有统计学意义($P < 0.000 1$),椎体切除术的比例最高(45.6%),其次是联合手术(33.7%),椎板切除术的比例最低(29.0%)。近 10 年来,随着后外侧入路椎管环形减压手术的普及,除颈椎转移瘤外,该术式逐渐被边缘化。整体而言,单纯椎板切除术已经不在适用于当前的医疗模式,通常需要和内固定联合治疗。

1.2 后路减压内固定

后路减压内固定手术作为治疗 MESCC 首选的手术方式,既可以实现脊髓减压,又能够维持脊柱稳定性,继而达到长期局部肿瘤控制的目的。LEI 等^[8]对接受后路减压和内固定治疗的 95 例 MESCC 患者进行对比分析,其中 19 例为颈椎转移瘤,38 例为胸椎和腰椎转移瘤。研究结果显示,术后 37% 的颈椎转移瘤患者、18% 的胸椎转移瘤患者和 13% 的腰椎转移瘤患者出现运动功能恶化($P = 0.02$)。颈椎转移瘤患者的术后中位生存期为 11.5 个月,胸椎转移瘤为 10.9 个月,腰椎转移瘤为 10.7 个月($P = 0.64$)。18.9% 的患者发生了手术相关并发症,3 组间差异无统计学意义($P = 0.63$)。术后每组患者的疼痛评分均有所改善($P < 0.01$),3 组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。与胸腰椎 MESCC 相比,颈椎 MESCC 患者术后改善或维持运动功能的效果较差。但在术后生存期、手术

相关并发症和疼痛缓解方面,其临床结果与胸腰椎转移瘤相似。此外,LEI 等^[9]通过视觉模拟量表评分(visual analogue scale, VAS)和日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分对 19 例颈椎转移瘤患者的术后临床结局和相关风险因素进行评估,同样证实了后路减压和内固定治疗在神经功能恢复和疼痛控制方面的有效性,并发症的发生率尚可接受。雷明星等^[10]通过对 2005 年 5 月至 2015 年 5 月期间解放军 307 医院连续收治的 73 例肺癌 MESCC 后路减压内固定术患者的回顾性分析,建立了减压内固定术后的生存期预测模型,该研究指出术前行走状态($P = 0.019$)、受累椎体数目($P = 0.001$)、内脏转移($P < 0.001$)和术前运动缺失发生时间($P = 0.012$)对生存期有影响,并纳入预测模型。评分 5~7 分的患者预期生存期和功能预后尚可,宜行减压内固定术。

1.3 经椎弓根入路椎体肿瘤部分切除椎管环形减压术

经椎弓根入路是显露椎管腹侧病灶的一种安全有效的方法。术中患者取俯卧位,于皮肤中线切开暴露脊柱的受累节段。由于在椎板和椎弓根切除后脊柱可能出现不稳定,因此需预先置入内固定器械。术者可在透视辅助或导航下置钉,通常需要固定病变椎体上下各 3 个节段;对于骨质条件较好的患者,也可以选择只固定上下各 2 个节段。切除椎板后,采用咬骨钳或火柴头样磨钻进行椎体切除,直至前纵韧带。术中可用骨膜起子或刮匙将椎体后壁和脊髓或硬膜囊从后方推向腹侧。如果后纵韧带和椎体后方受累,可一并切除,可以达到椎管前方环形减压的目的。当腰椎采用双侧椎弓根入路时可实现环形减压和钛笼植入。

WONG 等^[11]对收治的 16 例胸腰椎转移瘤患者进行了回顾性研究,所有病例行经椎弓根入路椎体切除术。术后患者疼痛均明显缓解,90% 的患者神经功能得到改善,没有出现神经功能恶化的患者。LU 等^[12]对经椎弓根入路椎体切除术和标准的前路椎体切除术进行对比分析,34 例患者接受经椎弓根椎体切除术,46 例患者接受前路手术,其中 26 例患者接受额外的后路固定手术。研究结果显示,在术中失血量、手术时间和并发症发生率方面,经椎弓根入路椎体切除术似乎与单纯前路椎体切除术相当;而采取额外内固定患者的并发症发生率更高,术中失血量更多,手术时间更长;行经椎弓根入路切除术患者的神经功能恢复要优于前路切除术。

1.4 经肋横突关节切除入路椎体肿瘤部分切除椎管环形减压术

经椎弓根入路与肋横突关节切除入路都属于后

外侧入路范畴。不同之处在于肋横突关节切除入路需要切除肋骨头,而经椎弓根入路完全通过椎弓根操作,不需要切断肋骨头,前者多见于胸椎减压,后者则适用于腰椎节段。患者取俯卧位,术者在皮肤中线切开,随后进行双侧骨膜下肌肉剥离。在透视定位下置入椎弓根螺钉,然后进行椎板切除术,同时切除横突和相邻肋骨的近端 2~3 cm。在不侵犯壁层胸膜的情况下,将胸膜从椎体上钝性剥离。尽可能保留肋间神经,但如果肋间神经干扰了手术减压,可将其切断。其结果会造成胸壁的感觉缺失、肋间肌的麻痹或可能有 T₇ 平面以下上腹部肌肉的瘫痪。去除同侧椎弓根后,便可以使用磨钻和刮匙进行椎体切除。适当情况下,可在对侧执行相同的操作以确保充分减压。ELSAMADICY 等^[13]对后外侧减压联合前柱重建与单纯减压的术后并发症和神经功能结构进行对比分析,其中 11 例患者接受肋横突关节切除入路联合前柱重建,另外 12 例患者接受单纯经椎弓根入路减压。术后经肋横突关节切除入路组有 5 例(45.5%)出现并发症,经椎弓根入路组有 7 例(58.3%)出现并发症($P=0.68$)。经肋横突关节切除入路组中没有出现神经功能恶化的患者,而经椎弓根入路组有 1 例发生恶化。

1.5 分离手术

鉴于脊柱转移瘤通常起源于椎体,脊髓压迫也涉及到硬膜囊的腹侧结构,因此无论采取何种手术入路,实现充分减压是手术的关键。而环形减压可以解除椎管后方压迫,并对脊髓前方进行病灶刮除,术后辅以常规放疗或立体定向放疗即可实现长期的肿瘤控制。近年来,影像学 and 放疗技术的进步从根本上改变了脊柱转移瘤的治疗模式。随着生存期的延长,脊柱转移瘤患者有了更多的治疗选择。与传统放疗相比,立体定向放疗在影像学引导下实现了精确照射,继而有着更好的局部肿瘤控制效果^[14]。但考虑到脊柱转移瘤常压迫脊髓,为避免对脊髓造成放射性损伤,放疗剂量受到了很大限制。在这种情况下,临床医生通常选择进行有限的手术减压,在肿瘤和脊髓之间建立一定的间隔,从而保证放疗射线的安全传递。这也就是“分离手术”这一术语的来源。

分离手术的临床效果已经得到多数专家的认可^[15]。分离手术真正改变了外科医生对 MESCC 减压手术的概念。对于放疗敏感的 MESCC 患者,可以采用常规化疗;而对于放疗不敏感的 MESCC 患者,则可以采用立体定向放疗,二者都可以实现持久的肿瘤局部控制,因此研究人员对广泛和侵入性较大肿瘤整块切除手术的必要性开始提出质疑^[3,16]。

所有接受环形分离手术的患者,应首先行脊柱

内固定,并切除椎板和椎弓根/关节以实现腹侧减压。脊柱内固定是分离手术的第 1 步操作,术者需要进行长节段固定,即固定受累椎体上下各 2 个节段(不包括肿瘤受累节段)。通过多种导航系统辅助或徒手操作完成椎弓根螺钉置入。考虑到后续放疗需求,建议采用碳纤维/聚醚醚酮,以减少钛植入物相关的散射和伪影^[17]。第 2 步操作为减压,可采用高速钻头将骨性结构磨薄。通过小关节和椎弓根钻孔建立腹侧双通道。术中从硬脊膜上小心剥离腹侧肿瘤。切除约 20% 的受累椎体即可建立腹侧空腔,然后用肌腱剪切断 Hoffman 韧带和后纵韧带,以分离硬脊膜前方结构。最后,使用 Woodson 剥离器将分离的腹侧硬膜外肿瘤推向前方,使其远离硬脊膜,从而实现脊髓的环形分离。为避免出现脊髓损伤,强烈建议进行术中神经监测^[18]。

此外,富血运肿瘤的术中出血量往往巨大,大量的术中出血不仅限制了手术操作、增加了手术难度,也增加了术后感染的风险,轻者被迫终止手术,重者危及生命。术前放疗虽可以缩小瘤体,减少肿瘤血管分布,但部分肿瘤放疗无效,也可能出现放疗相关脊髓损伤和皮肤放射性损伤,影响手术切口愈合,增加感染机会。术前栓塞可以有效减少术中出血,从而保证手术的顺利进行。张阳阳等^[19]对 82 例肺癌 MESCC 患者进行对比分析,分为试验组(30 例)和对照组(52 例)。该研究中试验组行术前栓塞联合后路经椎弓根椎板切除椎管环形减压钉棒系统内固定术,对照组行单纯胸腰椎后路椎板切除椎管减压内固定术。研究结果显示试验组术中出血量显著少于对照组,试验组手术时间明显低于对照组,试验组手术相关并发症发生率为 6.67%,对照组为 15.38%。术后 1 周 Frankel 分级试验组优于对照组,试验组术后 1 周能行走率为 86.67%,对照组为 65.38%($P<0.05$)。试验组术后 12 个月生存率为 30.00%,对照组为 28.84%。KUMAR 等^[20]对 45 例行术前栓塞联合减压术和 173 例行单纯减压术的脊柱转移瘤患者进行回顾性分析,同样证实术前栓塞可有效减少术中出血。

1.6 后路减压手术联合 125 I 近距离放疗

后路减压联合术后放疗一直都是 MESCC 的标准治疗方法。PATCHELL 等^[21]对 101 例 MESCC 患者进行了前瞻性研究,认为早期减压手术联合术后放疗的治疗效果要优于单纯放疗。但需要注意的是,常规放疗的射线剂量会受到脊髓耐受性的限制,治疗效果难尽如人意。大剂量放疗难免会引起脊髓抑制、胃肠道功能紊乱和皮肤软组织损伤等不良反应^[22-23]。立体定向放疗虽然解决了肿瘤放疗不敏感的问题,但价格高昂,并未在临床大规模应用。近距

离放疗作为一种理想的治疗手段,既可以满足肿瘤的大剂量照射,又能够减少脊髓和周围组织的放射性损伤。

^{125}I 是脊柱近距离放疗中应用最多的同位素。SHI 等^[24]对 122 例接受手术减压内固定联合 ^{125}I 近距离放疗和常规放疗的脊柱转移瘤患者进行了回顾性研究,其中近距离放疗组 60 例,常规放疗组 62 例。与术前评分相比,两组术后 VAS 均明显降低 ($P<0.001$)。术后 1、3、6 个月,近距离放疗组 VAS 显著低于放疗组 ($P<0.05$)。近距离放疗组术后行走率为 90.0% (54/60),常规放疗组为 83.9% (52/62) ($P=0.32$)。两组的中位总生存时间相似 ($P=0.37$)。在近距离放疗组中,25.0% (15/60) 的患者出现并发症,而放疗组患者出现并发症的比例为 46.8% (29/62) ($P=0.0086$)。雷明星等^[25]对后路减压内固定术结合术中 ^{125}I 粒子植入和术后常规放疗的疗效进行比较,研究结果表明后路减压内固定术结合术中 ^{125}I 粒子植入在短期疼痛缓解和一般体力状态改善方面优于后路减压内固定术联合术后放疗,两组患者功能、生存预后和并发症发生率相近。但减压内固定结合术后放疗组患者通常需要等待伤口愈合后才能进行放疗,两者的间隔时间一般为 3~4 周,这对于预计寿命较短的脊柱转移瘤患者而言是无法接受的,而术中近距离放疗消除了这一担忧。这一技术目前仍处于探索阶段,未来的研究重点在于放射性粒子的精准植入和最佳的放射剂量。

2 开放性前路减压

大多数研究表明脊柱转移瘤位于椎管前方,70%~80% 的脊柱转移瘤发生在椎体。因此在分离手术和经椎弓根入路手术流行之前,前路手术被认为在减压方面要优于后路手术。前路手术的主要优势是可以直接处理病变节段,达到直接减压的目的。然而前路手术有着致命性缺陷,并发症的发生率居高不下,甚至会导致患者围手术期死亡。目前该手术方式在临床的应用较为少见,仅在特定脊柱节段有所涉及。HUBERTUS 等^[26]对 2005–2019 年接受减压手术治疗的 238 例颈胸交界转移瘤患者进行了回顾性评价,该研究将患者分为 4 组:仅后路减压、后路减压融合术、前路椎体切除融合术、前路椎体切除术和 360° 融合术。研究结果显示其手术并发症发生率分别为 16%、20%、11% 和 18%。整体而言,随着近年来微创手术和分离手术的广泛应用,前路手术逐渐退出历史舞台。

3 微创减压

脊柱转移瘤的手术目标之一是在实现预期手术效果的情况下,尽早开展后续的系统性治疗。开放性

手术虽然可以实现脊髓减压,缓解疼痛和减少神经功能损害,但术中出血量较多,手术时间较长,术后并发症的发生率较高,尤其是术后感染会导致手术切口愈合困难,继而被迫推迟放疗时间,甚至导致患者的生存期缩短^[27–28]。而微创手术既能够达到与开放性手术相同的临床效果,同时以更小的组织创伤,更少的输血需求以及更低的并发症发生率受到临床医生和患者的青睐。虽然微创手术有着陡峭的学习曲线,但术者可以平稳度过。一旦掌握了该项技术,微创手术的安全性和有效性就会逐渐凸显出来。

3.1 微创手术

微创减压手术主要为后正中小切口入路减压,经管状和可扩张牵开器通道辅助减压。对于单纯后侧或后外侧压迫且无脊柱不稳定的 MESCC 患者,可采用单纯后路减压。当 MESCC 患者伴有脊柱不稳定和/或手术减压引起的医源性不稳定时,可考虑同时应用经皮椎弓根螺钉内固定。减压和肿瘤切除的范围从椎板切除术到整块椎体切除术,也可以根据手术目标进行适当调整。

术中首先对目标椎体定位,在距离中线 2~3 cm 处做 1 个 2~3 cm 的单侧切口,透视下扩张系统用于对接管状牵开器(根据手术需要和外科医生的喜好选择合适的牵开器),并置入 1 个 24 mm 的工作通道。牵开器的成功置入可以为肿瘤切除提供足够的视野暴露和安全保证。如果术中需要采取螺钉内固定,管状和可扩张牵开器可以通过经皮椎弓根螺钉固定的切口放置,也可以另选切口放置。如果有疼痛等神经根症状,神经根减压可以很好地缓解这些症状;如果有必要还可以采用单侧入路双侧减压技术进行脊髓减压,术中可使用放大镜或手术显微镜进行观察。显微镜下钻孔可以进行同侧经椎弓根切除和半椎板切除术,然后将管状牵开器倾斜,以观察椎管对侧,棘突和对侧椎板的下表面可使用高速磨钻向头侧行椎板切除。暴露的硬膜外肿瘤可以使用神经探钩、刮匙和髓核钳以瘤内切除的方式进行切除。与后正中小切口入路相比,管状和可扩张牵开器减压可以保留更多的肌肉组织。固定管状牵开器具有多种直径和长度,术中根据解剖结构和手术计划选择合适的牵开器。可扩展的牵开器能够提供更广阔的手术区域,并随着手术需要调整牵开器刀片。对于严重溶骨性破坏的椎板,必须谨慎操作,以避免骨碎片进入椎管。

ZAIRI 等^[29]报道了 10 例使用管状牵开器行椎体次全切除术的胸椎转移瘤患者,术中通过后路经皮椎弓根螺钉固定来加强脊柱稳定性。平均手术时间为 170 min,平均出血时间为 400 ml。术后 80% 的

患者 Frankel 分级提高至少 1 级,仅 1 例出现并发症(泌尿系统感染)。HAREL 等^[30]通过可扩张牵开器联合有孔螺钉骨水泥强化,对 5 例胸椎转移瘤患者进行了治疗,平均手术时间为 134 min,术中失血均很少,术后神经功能和疼痛评分均得到明显改善,没有观察到术中并发症。上述 2 项研究均报道了较佳的临床结果,但病例数较少,仍需要更深入地研究其临床和社会经济学效益。

3.2 内镜手术

内镜手术在胸腰椎转移瘤的应用较为多见,胸椎是最常发生转移的脊柱部位,其次是腰椎、颈椎和骶椎^[23]。胸椎节段的解剖结构复杂,手术操作涉及到重要的神经血管,因此手术难度很大,术后并发症的发生率也相对较高。传统开胸手术的组织创伤大、手术时间长、术中出血量多,并容易导致肺炎、肺不张、气胸和肋间神经痛等并发症。胸腔镜手术采取胸部小切口,通过减少对胸壁的切开和牵拉、减小皮肤和肌肉损伤、降低术中出血量、减少肺功能和肩关节功能障碍发生率,从而显著降低术后感染等并发症和促进术后康复^[31-32]。

胸腔镜手术通常在全麻及单肺通气下进行。患者取侧卧位,在透视下脊柱与手术台平行,根据患者的解剖情况确定手术侧。摆到最佳体位后,使用 C 形臂拍摄侧位 X 线片确定腔镜入口,在受累椎体节段上下标出 3~4 个腔镜入口。与传统开胸手术和小切口手术相比,该手术并非必须切除肋骨,避免了肋骨切除带来的术后疼痛。在充分显露后,术者即可进行内固定、肿瘤切除、减压和稳定性重建。胸腔镜的缺点在于缺乏三维视野,因此手术操作极具挑战性,术者应充分掌握胸腰段脊柱、脊髓、胸壁、胸廓和纵膈的解剖特点。

此外,椎间孔镜和腹腔镜虽然很少用于治疗脊柱转移瘤,但部分研究表明这 2 项技术同样可以实现神经减压和疼痛缓解。GAO 等^[33]使用经皮椎间孔镜对 L₅ 椎体结肠癌转移的女性患者进行姑息性减压,患者在术后 6 个月内实现了快速和永久的疼痛缓解,没有并发症发生。TSAI 等^[34]使用椎间孔镜对骶骨肝细胞转移性病损进行神经减压,术后患者的神经根性疼痛几乎完全缓解,并恢复了行走能力。由于上述研究的病例数较少,仍需进一步评估椎间孔镜和其他微创技术的疗效差异和风险概况。

4 激光间质热消融

激光间质热消融已经普遍应用于神经外科手术,尤其是颅内转移瘤、原发性脑肿瘤和癫痫的治疗。而在脊柱手术的应用较为少见,仅在少数研究有所涉及。目前多数学者认为激光间质热消融可作为

脊柱转移瘤开放性减压手术和分离手术的替代方案^[35-37]。

脊柱激光间质热消融需要在可以满足术中 MRI 和经皮手术操作的带层流半无菌手术间进行,操作程序和步骤包括:(1)麻醉和定位。(2)术中透视以进行导航。(3)将 Jamshidi 针穿刺到合适位置。(4)更换导管和工作通道。(5)将患者转移至 MR 磁场。(6)获取每根光纤的定位以及每根光纤热图参数。(7)插入激光探头。(8)在 MR 热成像监控下,在呼吸机停顿的模式下平均每个激光探针加热 3 个循环。(9)获得最终的 MRI 扫描,将消融前后的组织做评估对比。(10)关闭手术伤口,将患者转移至用于拔管的担架。对于较大的病灶,可在治疗区域放置多根激光纤维。

DE ALMEIDA BASTOS 等^[35]对 80 例胸椎硬膜外脊髓压迫的脊柱转移瘤患者进行统计分析,该研究对激光间质热疗和开放手术的疗效进行对比分析。研究结果显示,与开放性手术相比,激光间质热疗组的术中失血量更低、住院时间更短、总体并发症发生率更低、常规放疗或立体定向放疗与手术的间隔天数更少、术后开始全身治疗的平均时间更短。TATSUI 等^[36]对 19 例 MESSC 患者进行激光间质热疗。术后中位随访时间为 28 周(范围 10~64 周)。术后 VAS 和 EQ-5D 指数均明显改善。术后 2 个月随访 MRI 显示 16 例患者的神经结构都得到明显减压。

激光间质热疗的最大优点是 MRI 的兼容性,特定的 MRI 序列可以显示受累组织内的热量强度和扩散范围,通过热成像对消融区进行无创、实时监测。鉴于 MRI 和常规手术器械的不兼容性,术中应对所有铁磁非 MRI 兼容仪器进行严格管控和计数,并将其放置在高功率磁场之外。内固定器械在 MRI 上形成的伪影也会限制激光间质热疗的应用。此外,激光间质热疗实现的硬膜外减压不是立即的,而是在手术后数周内发生,因此急性神经功能损害的患者最好通过开放手术进行及时减压。

5 总结和展望

多学科合作是未来脊柱转移瘤的发展趋势,治疗方案的制定需要脊柱外科、肿瘤内科和放射科的共同参与。随着脊柱转移瘤患者生存期的延长,越来越多的患者会选择手术治疗,以缓解疼痛和脊髓压迫,但无论采取何种手术方案,都应根据患者的具体情况精确评估,尽量减少手术风险。为提高手术成功率,减少术后并发症,促进术后康复,术前应严格筛选患者,并根据影像学检查制定详尽的手术计划。需要注意的是,手术目标不能以牺牲充分减压和脊柱稳定性为代价。分离手术和微创治疗是目前的研究热点,较低的出血量和并发症发生率使其在脊柱转

移瘤的治疗中发挥着越来越重要的作用。

参考文献

- [1] ITO K, SUGITA S, NAKAJIMA Y, et al. Electron beam intraoperative radiotherapy for metastatic epidural spinal cord compression: a prospective observational study[J]. *Clin Exp Metastasis*, 2021, 38(2): 219–225.
- [2] HU J X, GONG Y N, JIANG X D, et al. Local tumor control for metastatic epidural spinal cord compression following separation surgery with adjuvant CyberKnife stereotactic radiotherapy or image-guided intensity-modulated radiotherapy[J]. *World Neurosurg*, 2020, 141: e76–e85.
- [3] BARZILAI O, BORIANI S, FISHER C G, et al. Essential concepts for the management of metastatic spine disease: what the surgeon should know and practice[J]. *Global Spine J*, 2019, 9(1 Suppl): 98S–107S.
- [4] FOURNEY D R, ABI-SAID D, RHINES L D, et al. Simultaneous anterior-posterior approach to the thoracic and lumbar spine for the radical resection of tumors followed by reconstruction and stabilization[J]. *J Neurosurg*, 2001, 94(2 Suppl): 232–244.
- [5] IBRAHIM A, CROCKARD A, ANTONIETTI P, et al. Does spinal surgery improve the quality of life for those with extradural (spinal) osseous metastases? An international multicenter prospective observational study of 223 patients. Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves, March 2007[J]. *J Neurosurg Spine*, 2008, 8(3): 271–278.
- [6] YOUNSI A, RIEMANN L, SCHERER M, et al. Impact of decompressive laminectomy on the functional outcome of patients with metastatic spinal cord compression and neurological impairment[J]. *Clin Exp Metastasis*, 2020, 37(2): 377–390.
- [7] AZAD T D, VARSHNEYA K, HO A L, et al. Laminectomy versus corpectomy for spinal metastatic disease - complications, costs, and quality outcomes[J]. *World Neurosurg*, 2019, 131: e468–e473.
- [8] LEI M, LIU Y, YAN L, et al. Posterior decompression and spine stabilization for metastatic spinal cord compression in the cervical spine. A matched pair analysis[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2015, 41(12): 1691–1698.
- [9] LEI M X, YU J, YAN S J, et al. Clinical outcomes and risk factors in patients with cervical metastatic spinal cord compression after posterior decompressive and spinal stabilization surgery[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2019, 15: 119–127.
- [10] 雷明星, 刘耀升, 周诗国, 等. 肺癌脊柱转移瘤脊髓压迫后路减压内固定术生存期预测模型的建立[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2015, 8(6): 495–501.
LEI M X, LIU Y S, ZHOU S G, et al. A model for predicting survival after decompression and stabilization in lung cancer patients with metastatic spinal cord compression[J]. *Chin J Bone Jt Surg*, 2015, 8(6): 495–501. Chinese.
- [11] WONG M L, LAU H C, KAYE A H. The management of malignant spinal cord compression: a modified technique of spinal reconstruction[J]. *Neurol Res*, 2014, 36(6): 544–549.
- [12] LU D C, LAU D, LEE J G, et al. The transpedicular approach compared with the anterior approach: an analysis of 80 thoracolumbar corpectomies[J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 12(6): 583–591.
- [13] ELSAMADICY A A, ADOGWA O, SERGESKETTER A, et al. Posterolateral thoracic decompression with anterior column cage reconstruction versus decompression alone for spinal metastases with cord compression: analysis of perioperative complications and outcomes[J]. *J Spine Surg*, 2017, 3(4): 609–619.
- [14] 蒋伟刚, 刘耀升, 刘蜀彬. 脊柱转移瘤放射治疗的研究进展[J]. *中国骨与关节杂志*, 2015, 4(10): 802–805.
JIANG W G, LIU Y S, LIU S B. Radiation therapy of spine metastasis[J]. *Chin J Bone Jt*, 2015, 4(10): 802–805. Chinese.
- [15] SPRATT D E, BEELER W H, DE MORAES F Y, et al. An integrated multidisciplinary algorithm for the management of spinal metastases: an International Spine Oncology Consortium report[J]. *Lancet Oncol*, 2017, 18(12): e720–e730.
- [16] MOUSSAZADEH N, LAUFER I, YAMADA Y, et al. Separation surgery for spinal metastases: effect of spinal radiosurgery on surgical treatment goals[J]. *Cancer Control*, 2014, 21(2): 168–174.
- [17] COFANO F, DI PERNA G, MONTICELLI M, et al. Carbon fiber reinforced vs titanium implants for fixation in spinal metastases: a comparative clinical study about safety and effectiveness of the new "carbon-strategy"[J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 75: 106–111.
- [18] DI PERNA G, COFANO F, MANTOVANI C, et al. Separation surgery for metastatic epidural spinal cord compression: a qualitative review[J]. *J Bone Oncol*, 2020, 25: 100320.
- [19] 张阳阳, 刘耀升, 祝宝让, 等. 动脉栓塞联合后路环形减压术治疗肺癌脊柱转移瘤压迫症[J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(13): 1153–1158.
ZHANG Y Y, LIU Y S, ZHU B R, et al. Preoperative arterial embolization combined with posterior circumferential decompression for metastatic epidural spinal cord compression secondary to lung cancer[J]. *Orthop J China*, 2019, 27(13): 1153–1158. Chinese.
- [20] KUMAR N, TAN B, ZAW A S, et al. The role of preoperative vascular embolization in surgery for metastatic spinal tumours[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(12): 3962–3970.
- [21] PATCHELL R A, TIBBS P A, REGINE W F, et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial[J]. *Lancet*, 2005, 366(9486): 643–648.
- [22] SOHN S, CHUNG C K, SOHN M J, et al. Radiosurgery compared with external radiation therapy as a primary treatment in spine metastasis from hepatocellular carcinoma: a multicenter, matched-pair study[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2016, 59(1): 37–43.
- [23] BOUSSIOS S, COOKE D, HAYWARD C, et al. Metastatic spinal cord compression: unraveling the diagnostic and therapeutic challenges[J]. *Anticancer Res*, 2018, 38(9): 4987–4997.
- [24] SHI X D, LIU Y S, CUI Y P, et al. A comparative study on the effects of postoperative 125I brachytherapy and irradiation after surgical decompression and stabilization for metastatic spinal cancers[J]. *J Multidiscip Healthc*, 2020, 13: 1245–1256.
- [25] 雷明星, 刘耀升, 刘蜀彬, 等. 后路减压内固定术结合术中 125I 粒子永久性植入治疗脊柱转移瘤脊髓压迫症[J]. *脊柱外科杂志*, 2017, 15(3): 134–140.
LEI M X, LIU Y S, LIU S B, et al. Surgical decompression and spine stabilization combined with permanent 125I seed implantation in treatment of metastatic epidural spinal cord compression[J]. *J Spinal Surg*, 2017, 15(3): 134–140. Chinese.
- [26] HUBERTUS V, GEMPT J, MARINO M, et al. Surgical management of spinal metastases involving the cervicothoracic junction:

- results of a multicenter, European observational study[J]. *Neurosurg Focus*, 2021, 50(5):E7.
- [27] TUREL M K, KEROLUS M G, O'TOOLE J E. Minimally invasive separation surgery plus adjuvant stereotactic radiotherapy in the management of spinal epidural metastases[J]. *J Craniovertebr Junction Spine*, 2017, 8(2):119-126.
- [28] 刘耀升, 何其臻, 刘蜀彬, 等. 脊柱转移瘤脊髓压迫症的治疗进展[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(1):94-98.
LIU Y S, HE Q Z, LIU S B, et al. Therapy progress of spinal cord compression by metastatic spinal tumor[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2016, 29(1):94-98. Chinese.
- [29] ZAIRI F, ARIKAT A, ALLAOUI M, et al. Minimally invasive decompression and stabilization for the management of thoracolumbar spine metastasis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 17(1):19-23.
- [30] HAREL R, DORON O, KNOLLER N. Minimally invasive spine metastatic tumor resection and stabilization; new technology yield improved outcome[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015:948373.
- [31] STOKER G E, BUCHOWSKI J M, KELLY M P, et al. Video-assisted thoracoscopic surgery with posterior spinal reconstruction for the resection of upper lobe lung tumors involving the spine[J]. *Spine J*, 2013, 13(1):68-76.
- [32] SPIESSBERGER A, ARVIND V, GRUTER B, et al. Thoracolumbar corpectomy/spondylectomy for spinal metastasis: a pooled analysis comparing the outcome of seven different surgical approaches[J]. *Eur Spine J*, 2020, 29(2):248-256.
- [33] GAO Z X, WU Z P, LIN Y C, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic decompression in the treatment of spinal metastases: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(11):e14819.
- [34] TSAI S H, WU H H, CHENG C Y, et al. Full endoscopic interlaminar approach for nerve root decompression of sacral metastatic tumor[J]. *World Neurosurg*, 2018, 112:57-63.
- [35] DE ALMEIDA BASTOS D C, EVERSON R G, DE OLIVEIRA SANTOS B F, et al. A comparison of spinal laser interstitial therapy with open surgery for metastatic thoracic epidural spinal cord compression[J]. *J Neurosurg Spine*, 2020:1-9.
- [36] TATSUI C E, LEE S H, AMINI B, et al. Spinal laser interstitial thermal therapy: a novel alternative to surgery for metastatic epidural spinal cord compression[J]. *Neurosurgery*, 2016, 79(Suppl 1):S73-S82.
- [37] THOMAS J G, AL-HOLOU W N, DE ALMEIDA BASTOS D C, et al. A novel use of the intraoperative MRI for metastatic spine tumors: laser interstitial thermal therapy for percutaneous treatment of epidural metastatic spine disease[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2017, 28(4):513-524.

(收稿日期:2022-01-19 本文编辑:王宏)