

· 综述 ·

椎板成形术治疗椎管内疾病的研究进展

陈建民^{1,2}, 刘国印², 张勇², 赵建宁¹

(1. 南京医科大学金陵临床医院, 江苏 南京 210000; 2. 中国人民解放军第八一医院, 江苏 南京 210000)

【摘要】 外科手术是治疗椎管内疾病的首选方法, 手术方式有单纯椎板切除术和椎板成形术等。理想的椎管内手术既要充分显露椎管、完整切除占位并解除脊髓压迫, 还要维持脊柱生物力学稳定性。由于临床医师对椎管内疾病手术过程中脊柱稳定性的保护与重建存在不同认识, 手术方式的选择及如何保持脊柱生物力学的稳定性成为该领域研究的热点。为减少椎板切除对脊柱稳定性的影响, 许多学者进行了积极的探索。椎板成形术可通过增加或重建椎管体积对脊髓进行直接减压并允许脊髓向背侧迁移离开椎间盘和椎体从而完成间接减压, 既能做到术中充分显露和减压, 又可防止脊柱术后失稳, 除病变广泛、严重骨质破坏或合并骨质疏松外, 是目前理论上单纯椎管内病变最理想的术式。

【关键词】 椎板成形术; 椎板切除; 椎管重建

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.02.007

Progress on laminoplasty in spinal canal disease CHEN Jian-min, LIU Guo-yin, ZHANG Yong, and ZHAO Jian-ning*. *Jinling Clinical Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China

ABSTRACT Surgery is the preferred method for the treatment of spinal canal disease, surgical method involves laminectomy and laminoplasty. The ideal spinal surgery not only should fully expose the spinal canal, completely resect the occupied position and remove the spinal cord compression, but also should maintain the stability of spinal biomechanics. Because of the different realization of clinician to safeguard and rebuild the spinal stabilization during operation of spinal canal disease, and choice of surgical method and how to maintain the stability of spine biomechanics has become a hot of research in this field. Many scholars have studied it in order to reduce the influence of laminectomy on the spinal stability. Laminoplasty can directly relieve the nerve roots compression caused by increasing or reconstruction of vertebral canal volume, and allow the migration of spinal cord to dorsum and depart from disc and vertebral body. Laminoplasty not only can fully expose and decompress during operative, but also may prevent the postoperative spinal instability. In addition to these condition of extensive disease, severe bone destruction or combined with osteoporosis, the laminoplasty is the most ideal method for single spinal canal disease in theoretically.

KEYWORDS Laminoplasty; Laminectomy; Spinal canal reconstruction

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(2): 125-131 www.zgsgsz.com

外科手术是治疗椎管内疾病的首选方法, 手术方式有单纯椎板切除术和椎板成形术等。理想的椎管内手术既要充分显露椎管、完整切除占位并解除脊髓压迫, 还要维持脊柱生物力学稳定性^[1]。传统的椎板切除术能够充分显露椎管内结构和病变, 有利于彻底处理病变, 但该手术存在创伤大、术后卧床时间长、并发症多等缺点, 同时术中切除多个棘突及椎板也严重破坏了脊柱的后柱结构, 术后脊柱生物力学稳定性下降, 远期有导致脊柱畸形的可能^[2]。研究

表明^[2-3], 全椎板切除术后脊柱失稳的发生率成人 20%, 儿童高达 45%。此外, 术后瘢痕粘连长入椎管也易导致医源性椎管狭窄从而产生神经症状。椎板间开窗、部分椎板切除术等方法的优点是对脊柱后部骨性结构的破坏和稳定性影响较小, 能较好地维持脊柱的解剖结构, 但术中显露有限, 影响手术疗效。椎板成形术是在椎管内手术完成后, 恢复椎体的后柱结构, 可通过增加椎管体积对脊髓进行直接减压并允许脊髓向背侧迁移离开椎间盘和椎体从而完成间接减压, 既能做到术中充分显露和减压, 又可防止脊柱术后失稳。自 Hirabayashi 等^[4]于 1977 年首次报道了颈椎单开门椎板成形术以来, 该术式已广泛应用于临床, 不同改良的椎板成形术也陆续被报道^[5-13]。鉴于其良好的临床疗效和应用的普遍性, 本文就本术式进行综述, 以便对椎板成形术有一个相对全面的认识。

基金项目: 南京市科技计划项目 (No. 201503007); 南京军区科技创新项目 (No. 14MS046)

Fund program: The Science and Technology Projects of Nanjing (No. 201503007)

通讯作者: 赵建宁 E-mail: zhaojianning.0207@163.com

Corresponding author: ZHAO Jian-ning E-mail: zhaojianning.0207@163.com

1 椎板成形术的理论依据及其特点

恢复和保持脊柱的稳定功能是脊柱手术治疗措施的第一考虑,1983年,Denis^[14]首先提出脊柱稳定的三柱概念,随后大量研究也证实后柱损伤会引起脊柱的不稳定^[7-8,15]。脊柱的后柱由椎弓、椎板、关节突关节、棘突及椎小关节囊、黄韧带、棘间韧带和棘上韧带等构成,承受24%~30%的压力和21%~54%的旋转应力^[3]。研究表明^[16],椎板成形术后的椎管内径均略大于术前,不会造成椎管狭窄,解剖学和生物力学测量,提示成形术后椎板所能承受的垂直压应力远远大于仰卧时脊椎所需要承受的压应力,为临床应用提供了有力的支持。

传统的椎板切除术容易造成脊柱后柱解剖结构缺失,使承重轴由背侧向腹侧移至椎体前部,躯干大部分的重量由脊柱前部椎体和椎间盘承受;当应力负荷增加时,前柱被压缩变形、后柱则处于紧张状态,如果后柱结构作为张力带的功能减弱或丧失,其对抗改变脊柱排列的力量减小,脊柱的载荷分享也将无法实现,从而引起脊柱序列的改变并可能导致腰椎稳定性下降甚至滑脱;研究表明,椎管内肿瘤术后脊柱畸形发生率可达21%~42%,一般于术后1年左右发生^[16]。与此同时,椎板切除后,硬脊膜囊失去骨性结构的保护,与脊柱后方的肌肉和瘢痕易于粘连,失去相应的活动度,在瘢痕的牵拉和压迫作用下可导致医源性椎管狭窄和脊髓压迫症;当椎管内肿瘤复发需要再次手术时,瘢痕的广泛存在也容易导致硬膜囊和脊髓的误伤。脊柱后方韧带结构的生物力学研究也表明^[16],切除棘上和棘间韧带对腰椎压缩强度、轴向刚度、总体稳定性和刚度、弯曲和扭转刚度、水平位移、倾角等均有显著影响。保留脊柱后方韧带复合体较传统术式在轴向压缩、三点弯曲和扭转实验中均有较好的稳定性,有利于维持脊柱术后稳定。

椎板成形术避免了脊柱后部结构的广泛切除,兼顾椎管减压和脊柱稳定性,减少了脊柱后凸畸形和硬脊膜瘢痕粘连等并发症,且此术式可充分显露椎管,人视野下直视手术,避免了马尾神经和神经根损伤,病变切除广泛且彻底。近些年来,随着椎板成形术和手术器械的发展及骨科医师对脊柱后柱在维持脊柱稳定性的生物力学研究的不断深入,手术时间、围术期出血量及术后并发症的发生率不断下降,手术优良率不断提高,因此,椎板成形术的手术适应证不断扩大,采用椎板成形代替椎板切除的理念逐渐被临床医师所接受。目前国内外椎板成形术主要有单开门和双开门椎管扩大技术、棘突椎板原位回植椎管重建技术等。

2 单开门椎管扩大椎板成形术

单开门椎管扩大椎板成形术是在一侧的椎板和侧块交界处切开全椎板,在另一侧的椎板和侧块交界处开槽去除外板作为铰链,向后掀开椎板,用缝线缝合于关节囊以防椎板闭合,或于开门侧植骨或应用钢板固定以防椎板闭合。单开门术式是目前治疗颈椎后纵韧带骨化、发育性颈椎管狭窄、脊髓型颈椎病的常用术式

2.1 传统丝线悬吊

经典的 Hirabayashi 法是通过丝线将掀起的椎板缝合固定在“门轴”的椎旁肌或小关节囊周围,即“软性”门轴固定,此方法可保证脊髓充分减压并获得满意的早期治疗效果。然而由于颈部活动而产生的缝线对周围软组织的切割、悬吊缝合松弛、椎板的弹性回缩力、后方压迫或“门轴侧”未牢固的骨性愈合,可导致部分病例掀起的椎板原位还纳及出现“关门”现象,造成颈椎管的再狭窄及相应的轴性症状,影响远期疗效。为此,研究人员对传统颈椎管扩大椎板成形术进行了改良,采用“锚定法”“伊藤法”等刚性固定,以防止 EOLP 术后掀起的椎板原位还纳。文献^[16]最早对“锚定法”进行报道,锚定系统的带线螺钉置于侧块中点,将丝线一端系于相同节段的棘突,一般锚定 C₃、C₅、C₇ 椎板。但此方法需要熟练的颈椎侧块固定技术,不但存在损伤神经根及椎动脉的潜在危险,而且增加了一定的费用,其远期疗效还有待于进一步随访。有学者^[16]研究发现“锚定法”术后未发现内固定失败或椎板闭合的病例,鉴于其研究仅用 X 线片来评估椎板是否闭合,结论局限。Chen 等^[17]通过“锚定法”维持椎板开门,5 例患者术后平均神经症状改善率为 67%(60%~75%),每一水平椎管前后径改善度为 4.0~7.7 mm,平均开门角度为 19.0°~23.0°,铰链侧均骨性愈合,但该研究样本量少,随访时间短,且未对椎板闭合情况进行评估,临床疗效有待进一步验证。“锚定法”中开门后椎板采用小关节囊悬吊虽然可以改善患者的神经系统症状,但同时也导致术后颈椎总活动度(ROM)明显减少和轴性症状的增加。Satomi 等^[18]随访 7.8 年,发现单开门术后颈椎 ROM 减少 50%;Iwasaki 等^[19]发现单开门术后轴性症状可以高达 45%~80%。解决这些症状可以从两个方面入手,即避免对小关节囊的刺激和早期颈椎的功能锻炼。“伊藤法”最早由日本富山医科药科大学骨科的 Itoh 与 Tsuji 共同设计单开门单开门并应用于临床,主要是将植骨块通过钢丝或尼龙线捆绑固定在开门侧的椎板与小关节之间^[20]。刘洪等^[21]研究发现“伊藤法”术后椎管扩大稳定持久,但轴性症状和颈部活动受限等并发症较多

见,有待进一步解决。“锚定法”和“伊藤法”等改良方法,与传统缝线固定比较均有明显优势,以上方法虽达到了椎管扩大脊髓减压的目的。但是固定方法主要用于门轴侧的稳定,而开门侧缺乏可靠支撑。在外力作用下发生关门的风险较大,且该术式椎管成形并不理想,暴露的硬膜可能会随着瘢痕增生长入而出现再压迫^[22]。

2.2 微型钛板固定

为了达到更好的疗效,防止再关门,近年来许多学者在传统基础上进行了新的尝试,引入“微型钛板固定技术”以避免脊柱术后掀起的椎板原位还纳。此技术是通过椎板钢板在掀起的椎板和同侧侧块之间形成稳固的桥接结构;对“开门侧”形成切实可靠的刚性支撑,维持脊柱后方结构的即刻稳定,并可有效防止术后“再关门”或角度减小;此外,钛板固定对“门轴侧”也起牢固的稳定作用,有利于“门轴侧”的骨性愈合,防止椎板原位还纳。经典的 Hirabayashi 单开门椎板成形术后,开门的椎板在术后 6 个月再次关闭,椎管前后径与椎板开门的角度减少了约 10%^[23]。术后椎板的关闭与脊髓压迫复发之间有相关性,这提示需要其他的技术来维持椎板的开门状态。有学者^[24]通过 CT 结合 MRI 评估发现,尽管丝线悬吊法术后即刻的椎板开门角度显著增加,但术后 6 个月将减少约 10%;鉴于 91%的“门轴”在术后 6 个月时表现为完全融合,“关门”现象可能发生在术后 6 个月以内;此外,术后的“关门”现象与残留的脊髓受压显著相关,因此建议应用钛板等加强技术以降低“关门”风险。虽然文献^[24]研究发现术后椎板的关闭与脊髓压迫复发之间呈现出相关性,但未能证实椎板的关闭是否会造成神经损害症状的复发。为了更好地认识单开门椎管扩大成形术后椎板再次关闭现象的临床意义,Matsumoto 等^[25]对单开门术后关门现象与临床结果的相关性进行了前瞻性研究,发现关门组与未关门组术后的 JOA 评分与日本骨科学会脊髓型颈椎病调查问卷各项指标差异均无统计学意义,表明椎板关闭并不会明显影响手术的远期效果,但在术后平均 6.2 年的随访过程中,作者发现关门组神经功能恢复率的下降趋势较未关门组更为明显。因此,作者建议椎管扩大椎板成形术中椎板固定装置的应用有望防止椎板关闭的出现。

研究发现,传统丝线悬吊将会使硬膜囊暴露于椎管外,术后瘢痕增生和棘突侧丝线切割易造成脊髓再压迫,由于在术后 6 个月时“门轴”已获骨性融合,随着时间推移,这一不利趋势可能不会再继续发展;而通过钛板桥接在“开门侧”的椎板及侧块之间,则可使掀起的椎板获得术后即刻稳定性,并可

膜囊完全保护在椎管内,从而避免术后因瘢痕增生而造成的脊髓再压迫^[26]。万军等^[27]采用微钛板固定椎板,术后未出现椎板关闭或再关门现象,在维持椎管扩大作用中优于锚定法。于斌等^[28]发现颈椎单开门椎管扩大成形术中使用微钛板固定与使用丝线或锚钉固定控制开门角度相比,不影响神经功能恢复,但可降低 C₅ 神经根麻痹的发生率及减少椎板开门角度丢失,对防止脊髓的再压迫有积极意义。有学者^[29-30]研究发现,微型钛板和传统缝线悬吊均能有效维持椎管的扩大状态并防止术后再关门,但微型钛板能减少术后轴性症状的发生和颈椎曲度的丢失。Centerpiece 钛板为近年来应用于颈后路的椎板内固定系统,可使开门侧椎板同该侧侧块形成稳定的桥接结构,对开门侧形成刚性支撑,有效防止术后再关门现象^[26,31]。相对于传统丝线固定的单开门方法,应用 Centerpiece 固定后可良好地维持椎板的开门角度,从而更好地恢复椎管的完整性并减轻脊髓受压情况,同时通过钢板固定杜绝了门轴侧微动,有利于门轴侧骨性愈合^[32]。上述钢板的临床疗效显著,但由于研究样本量小、病例筛选严格且随访时间短,其临床疗效有待进一步评估。

3 双开门椎管扩大椎板成形术

双开门椎管扩大椎板成形术是指双侧椎板和侧块交界处开槽去除外板作为绞链侧,采用线锯或电钻从正中劈开棘突和椎板,将双侧椎板向两侧掀起,并以自体或异体骨块作为间隔物置于两椎板间,以防椎板闭合并扩大椎管的手术。双开门椎管扩大椎板成形术及其改良术在临床上已被广泛地应用于治疗由于颈椎退变、后纵韧带骨化和颈椎管狭窄等所致脊髓受压迫的多节段颈椎病,短期或长期随访手术效果令人满意,相对安全,并发症风险较低,术后 5 年随访,恢复率可达到 60.9%^[18]。国内外研究发现^[18,33-34],双开门术式可扩大椎管容积,保留颈椎后方结构,以有效保护颈椎稳定性并可避免鹅颈畸形及相邻椎体的退行性变,且该术式针对不伴有颈椎不稳或颈椎后凸的多节段颈椎病患者,神经功能恢复疗效可靠,但长期随访发现轴性症状发生率可达 60%^[18]。

3.1 衬垫材料

早期主要是通过置入自体骨或同种异体骨衬垫来维持椎板开放状态,由于自体骨或同种异体骨的来源有限,现多采用陶瓷^[35]、钛合金^[36-37]和羟基磷灰石^[38]等人工合成衬垫材料。人工衬垫维持椎板开门的效果更好,但操作费时,且由于椎板和人工衬垫的结合时间长达 12 个月,衬垫置入相关并发症不能完全避免,如骨与衬垫不融合、衬垫移位、椎板闭合或

衬垫移位引起的椎管再狭窄等。Ono 等^[39]还报道了由于衬垫移位引起硬膜囊损伤和脑脊液漏的病例。

3.2 单开门和双开门术式比较

颈椎后路单开门或双开门椎管扩大成形术后均增加椎管矢状径,提高 Pavlov 值,并解除脊髓压迫,同时由于保留了颈椎的后方结构,对颈椎稳定性的破坏相对较小,符合脊柱生理结构,有利于保持颈椎的正常功能。由于开门方式的不同,两种手术方式在适应证和术后临床疗效上存在差异。Hirabayashi 等^[23]比较了单开门和双开门术式发现,单开门椎板成形术后椎管扩大率明显大于双开门术式,双开门椎板成形术后椎板倾斜角度显著大于单开门术后椎板倾斜角度。

单开门术式适用范围广,手术侵袭小,技术要求相对安全、简便,术中用时少,经长期随访临床效果令人满意。因此,临床医师更偏向于采用单开门术式行颈椎管扩大成形脊髓减压术。但其术后成形的椎管构型不对称,不符合颈椎的生物力学特性。双开门术式既可以达到脊髓减压、改善脊髓血液循环目的,又能避免瘢痕压迫,同时保留了大部分颈椎后部结构,能较好地维持术后颈椎的空间平衡和稳定性。但其操作相对复杂,手术时间长,如果黄韧带骨化、硬膜外瘢痕形成、颈椎管极度狭窄或生理曲度明显反向,则线锯置入极为困难,增加了手术的难度和时间,此时可改行单开门手术。

4 开门式椎管扩大椎板成形术的相关问题

开门式椎管扩大椎板成形术可使脊髓向后方迁移得到减压,然而不充分开门或过度开门均不能获得理想效果,不充分开门达不到有效减压,过度开门可引起硬膜外间隙增大和神经根回缩,导致术后硬膜外瘢痕组织形成和运动神经麻痹,影响临床疗效。此外,开门式术后常出现椎板铰链侧完全骨折的现象,可导致椎板不稳定,若不稳定的椎板向椎管内移位塌陷则可能压迫或刺伤脊髓、神经根,造成严重的神经并发症,顽固性轴性症状和节段性瘫痪等并发症屡见不鲜。

虽然对多数颈椎椎管内疾病患者来说,椎板成形术是一种简单、省时、省钱、疗效显著的术式,但本术式对手术医师要求较高且术后常会出现一些并发症,如轴性症状、椎板闭合、C₅ 神经麻痹、后凸畸形和脊髓飞镖畸形、颈椎活动度减少等,然而术后并发症需行翻修术的比例较少。

5 棘突椎板原位回植椎管重建椎板成形术

鉴于开门式椎管扩大椎板成形术不取下椎板,对门轴侧无法显露,同时对椎管内容物显露不充分,不利于手术操作,难以用于广泛椎管内肿瘤的手术

探查和治疗^[40]。理想的术式应该是既能充分显露椎管并彻底减压,又能保证脊柱的稳定性。棘突椎板复合体原位回植椎管重建椎板成形术是采用经棘突椎板截骨将椎管后部结构整块取下,处理完椎管内病变后再将后部结构原位回植固定,恢复脊柱后部的正常结构,完成椎管成形,从而达到维持椎体稳定的目的。该手术既保证了术中充分显露和减压,又能维持术后脊柱的完整性与稳定性,在最大程度上做到了或接近于解剖复位,除病变广泛、严重骨质破坏或合并骨质疏松外,是目前理论上单纯椎管内病变最为理想的术式^[41-44]。

5.1 半椎板切除回植椎管重建椎板成形术

因考虑到行单纯半椎板切除仍然会造成脊柱一定解剖结构的破坏,同时因其部分骨性结构的缺失仍然可能导致纤维瘢痕组织在修复过程中长入椎管,从而造成医源性椎管狭窄的发生,为此刘洪泉等^[45]率先应用超声刀或摆锯于一侧小关节突内侧及棘突根部将半椎板整块切下,待椎管内病变切除以后通过微型钛板原位复位并固定取下的椎板。此方法不仅具有单纯半椎板切除的优点,还可将切下的半椎板解剖复位,最大程度地维持了脊柱原有的解剖生理结构,对维持脊柱的稳定性提供最大的帮助,同时半椎板复位椎板成形术还可避免纤维瘢痕长入椎管造成医源性椎管狭窄的发生。但目前关于该术式的文献报道不多,长期疗效也还需继续随访总结。

5.2 全椎板切除回植椎管重建椎板成形术

半椎板手术的优点是对脊柱的稳定性影响较小,能较好地保持脊柱的解剖结构,但暴露范围有限,对髓内肿瘤及某些大型椎管内肿瘤显露不充分。相对而言,全椎板切除+椎板棘突复合体原位回植椎管重建椎板成形术中显露充分,术后既能维持脊柱的完整性与稳定性,又能防止椎管内外组织的粘连^[46]。棘突-椎板-韧带复合体的保留,使得脊柱解剖结构完整,脊柱后柱动力性稳定结构得以维持;保留了韧带-神经-肌肉神经反射系统,有利于腰背部活动的精细调节;棘突-椎板-韧带复合体作为骨性屏障,可以防止或减少椎板切除膜的形成,避免或缓解瘢痕组织对脊髓和神经根的压迫,降低术后血肿压迫、脑脊液漏、硬脊膜、神经根和脊髓的损伤等并发症,也不会影响脑脊液循环;全椎板切除回植术式已经应用于治疗发育性椎管狭窄、连续性后纵韧带骨化和广泛性椎管内占位并取得较好的临床效果,但仍存在一些不足,如不能达到即刻稳定,必须卧床待椎板与椎体愈合,需要 8~10 周的时间;也不能完全避免术后脊柱变形,尤其在儿童患者,其术后脊柱变形发生率仍然较高^[47]。Wiedemayer 等^[48]报道 79 例

采用微型钛板固定椎板成形治疗椎管内病变, 平均随访 41 个月, 其中 23 例失访, 5 例(8.9%)新发脊柱变形, 12 例(21.4%)原有的脊柱变形进一步加重。

棘突椎板复合体原位回植时最关键的是既要牢固可靠, 又不能陷入椎管, 由于椎板宽度、大小、椎板侧块后面的弧度因人而异, 解剖变异较大, 因此, 难以采用合适的固定材料对游离椎板棘突复合体进行牢固固定。既往多采用丝线、生物胶、钢丝、钉棒系统等, 丝线和生物胶很难满足脊柱对应力的要求, 术后出现松动移位的可能性大, 造成植骨不愈合或延迟愈合; 钢丝固定效果确切, 但若发生断裂, 脱落到椎管内, 将引起严重的后果, 同时也限制了 MRI 等辅助检查的应用; 钉棒系统虽然固定牢靠, 但影响局部活动度, 加重邻近节段的退变, 也影响 MRI 等辅助检查的应用。如何寻找一种既具有一定强度又能方便塑形, 操作简单可靠, 术后 MRI 检查不受影响的固定材料是近些年来研究的热点。近年来, 临床医师^[41-44, 49]将颅骨或指骨修补钛板和钛钉材料应用于椎板固定并取得了较为满意的疗效, 所有病例解剖复位理想, 椎板断面完全或部分骨性融合, 未见椎管狭窄、脊柱后凸等畸形, 无植入材料脱落、移位等并发症发生。而且, 该钢板固定牢靠, 便于早期床上进行功能锻炼, 恢复快, 故适宜临床推广应用。虽然棘突椎板原位回植接近解剖复位, 但其对脊柱生物力学和稳定性的影响尚需提供更多循证医学和生物力学的证据。

6 结语

外科手术是治疗椎管内疾病的首选方法, 手术方式有椎板切除术、椎管扩大椎板成形术、椎管重建椎板成形术等。临床医师应重视脊柱生物力学的学习和研究, 加强对椎管内肿瘤切除或减压后脊柱稳定性保护的研究, 从而选择最适合的手术方案和手术材料。随着外科手术技巧及相关技术和内植物的发展, 椎管重建椎板成形术越来越多地被应用, 其优越性必将得到越来越多的体现, 但其长期疗效也还需继续随访总结。此外, 目前并没有随之出现专用于整体椎板回植的、合适的、更符合椎板解剖结构的、椎板固定稳定性能佳的椎板内固定系统。远期需要更多的研究去完善椎板钢板内固定系统及其对脊柱稳定性影响的生物力学测试, 并进一步在动物模型中进行实验验证, 从而为最终临床应用提供进一步的佐证。

参考文献

- [1] Ito H, Takai K, Taniguchi M. Cervical duraplasty with tenting sutures via laminoplasty for cervical flexion myelopathy in patients with Hirayama disease: successful decompression of a "tight dural canal in flexion" without spinal fusion[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(5): 743-752.
- [2] Songer MN, Rauschnig W, Carson EW, et al. Analysis of peridural scar formation and its prevention after lumbar laminotomy and discectomy in dogs[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1995, 20(5): 571-580.
- [3] Nakai O, Ookawa A, Yamaura I. Long-term roentgenographic and functional changes in patients who were treated with wide fenestration for central lumbar stenosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1991, 73(8): 1184-1191.
- [4] Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, et al. Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8(7): 693-699.
- [5] Skoro I, Stancic M, Kovacevic M, et al. Long-term results and efficacy of laminectomy with fusion versus young laminoplasty for the treatment of degenerative spinal stenosis[J]. World Neurosurg, 2016; 89: 387-392.
- [6] Kakiuchi M, Fukushima W. Impact of spinous process integrity on ten to twelve-year outcomes after posterior decompression for lumbar spinal stenosis: study of open-door laminoplasty using a spinous process-splitting approach[J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(20): 1667-1677.
- [7] Gu Z, Zhang A, Shen Y, et al. Relationship between the laminoplasty opening size and the laminoplasty opening angle, increased sagittal canal diameter and the prediction of spinal canal expansion following open-door cervical laminoplasty[J]. Eur Spine J, 2015, 24(8): 1613-1620.
- [8] Montano N, Trevisi G, Cioni B, et al. The role of laminoplasty in preventing spinal deformity in adult patients submitted to resection of an intradural spinal tumor. Case series and literature review[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2014, 125: 69-74.
- [9] Healy AT, Lubelski D, West JL, et al. Biomechanics of open-door laminoplasty with and without preservation of posterior structures[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 24(5): 746-751.
- [10] Cuéllar JM, Field JS, Bae HW. Distraction laminoplasty with interlaminar lumbar instrumented fusion (ILIF) for lumbar stenosis with or without grade 1 spondylolisthesis: technique and 2-year outcomes[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(Suppl 8): S97-105.
- [11] Sakaura H, Miwa T, Kuroda Y, et al. Incidence and risk factors for late neurologic deterioration after C₃-C₆ laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy[J]. Global Spine J, 2016, 6(1): 53-59.
- [12] Takenaka S, Hosono N, Mukai Y, et al. Significant reduction in the incidence of C₅ palsy after cervical laminoplasty using chilled irrigation water[J]. Bone Joint J, 2016, 98-B(1): 117-124.
- [13] Michael KW, Neustein TM, Rhee JM. Where should a laminoplasty start? The effect of the proximal level on post-laminoplasty loss of lordosis[J]. Spine J, 2016, 16(6): 737-741.
- [14] Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8(8): 817-831.
- [15] Gu ZF, Zhang AL, Shen Y, et al. The relationship between laminoplasty opening angle and increased sagittal canal diameter and the prediction of spinal canal expansion following double-door cervical laminoplasty[J]. Eur Spine J, 2015, 24(8): 1597-1604.
- [16] 尹庆水, 昌耘冰, 权日, 等. 椎板开门回植成形的解剖学和生物力学研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2000, 19(4): 375-376.

- chanical study of split-and-restoration of vertebral lamina[J]. Zhongguo Lin Chuang Jie Pou Xue Za Zhi, 2000, 19(4): 375-376. Chinese.
- [17] Chen HC, Chang MC, Yu WK, et al. Lateral mass anchoring screws for cervical laminoplasty: preliminary report of a novel technique [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(6): 387-392.
- [18] Satomi K, Nishu Y, Kohno T, et al. Long-term follow-up studies of open-door expansive laminoplasty for cervical stenotic myelopathy [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1994, 19(5): 507-510.
- [19] Iwasaki M, Kawaguchi Y, Kimura T, et al. Long-term results of expansive laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: more than 10 years follow up [J]. J Neurosurg, 2002, 96(2 Suppl): 180-189.
- [20] Itoh T, Tsuji H. Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in the cervical spine [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1985, 10(8): 729-736.
- [21] 刘洪, Ishihara Hirokazu, 张腾云. 伊藤法“单开门”颈椎椎管扩大椎板成形术的并发症及其原因分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(5): 332-335.
- LIU H, Ishihara Hirokazu, ZHANG TY. The complications and their causative analysis of a modified single open door laminoplasty using Itoh method [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2006, 16(5): 332-335. Chinese.
- [22] 张学利, 王善金, 王云力, 等. 锚定法单开门椎管成形术对术后轴性症状和颈椎曲度影响的病例对照研究[J]. 中国骨伤, 2008, 21(10): 759-761.
- ZHANG XL, WANG SJ, WANG YL, et al. The comparative study of effect of a modified open door laminoplasty using anchor method on axial symptoms and cervical curvature [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(10): 759-761. Chinese.
- [23] Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, et al. Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8(7): 693-699.
- [24] Asano S, Kaneda K, Umehara S, et al. The mechanical properties of the human L₄-L₅ functional spinal unit during cyclic loading. The structural effects of the posterior elements [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1992, 17(11): 1343-1352.
- [25] Matsumoto M, Watanabe K, Hosogane N, et al. Impact of lamina closure on long-term outcomes of open-door laminoplasty in patients with cervical myelopathy: minimum 5-year follow-up study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(15): 1288-1291.
- [26] 吴忠伟, 任少军, 盛孝永, 等. Centerpiece 钢板在颈椎单开门术中应用价值[J]. 中国骨伤, 2013, 26(3): 252-256.
- WU ZW, REN SJ, SHENG XY, et al. Centerpiece plating in the cervical single open-door laminoplasty [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(3): 252-256. Chinese with abstract in English.
- [27] 万军, 张海森, 张宇, 等. 比较单开门颈椎椎板成形术中锚定法与钛板固定对预防椎板关闭的效果[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(10): 977-983.
- WAN J, ZHANG HS, ZHANG Y, et al. A control study on titanium miniplate and anchor fixation to prevent laminar closure in open-door laminoplasty [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2013, 33(10): 977-983. Chinese.
- [28] 于斌, 夏英鹏, 杜文军, 等. 颈椎单开门椎管成形微钛板与丝线或锚钉固定术后 C₅ 神经根麻痹的对比分析[J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(1): 11-17.
- YU B, XIA YP, DU WJ, et al. A control study of C₅ palsy after expansive open-door laminoplasty with miniplate or suture/anchor fixation [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2015, 35(1): 11-17. Chinese.
- [29] 陈广东, 杨惠林, 王根林, 等. 微型钛板在颈椎单开门椎管扩大椎板成形术中的应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(10): 850-854.
- CHEN GD, YANG HL, WANG GL, et al. Use of titanium miniplate in cervical expansive open-door laminoplasty [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2010, 20(10): 850-854. Chinese.
- [30] 李玉伟, 王海蛟, 严晓云, 等. 颈椎单开门椎管扩大成形术不同椎板固定方法治疗多节段脊髓型颈椎病的疗效分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(11): 973-978.
- LI YW, WANG HJ, YAN XY, et al. Posterior cervical laminoplasty by using two different vertebral plates for multi segmental cervical spondylotic myelopathy [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2013, 23(11): 973-978. Chinese.
- [31] 孙麟, 宋跃明, 刘立岷, 等. Centerpiece 微型钛板应用于老年颈椎单开门椎管扩大成形术的疗效分析[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2012, 11(12): 917-921.
- SUN L, SONG YM, LIU LM, et al. Centerpiece titanium miniplate for senile cervical expansive open-door laminoplasty: a retrospective analysis of 27 cases [J]. Zhonghua Lao Nian Duo Qi Guan Ji Bing Za Zhi, 2012, 11(12): 917-921. Chinese.
- [32] 汪雷, 李涛, 宋跃明, 等. 单开门颈椎管扩大成形 Centerpiece 钛板内固定术治疗颈椎管狭窄症的早期临床疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(8): 654-658.
- WANG L, LI T, SONG YM, et al. Early clinical efficacy of unilateral open-door cervical expansive laminoplasty plus centerpiece titanium plate fixation for cervical spinal stenosis [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2011, 21(8): 654-658. Chinese.
- [33] 顾振芳, 申勇, 丁文元, 等. 双开门椎管扩大椎板成形术中椎管矢状径增加值的预测[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(5): 510-515.
- GU ZF, SHEN Y, DING WY, et al. Prediction of spinal canal expansion following double-door cervical laminoplasty [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2014, 34(5): 510-515. Chinese.
- [34] 王乐, 刘少喻, 李浩森, 等. 黑川式和改良黑川式双开门椎板成形椎管扩大术治疗颈椎疾病的对比研究[J]. 中华外科杂志, 2013, 51(6): 508-512.
- WANG L, LIU SY, LI HM, et al. Comparative study of Kurokawa's double door laminoplasty and modified Kurokawa's double door laminoplasty for the treatment of cervical disorders [J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2013, 51(6): 508-512. Chinese.
- [35] Tani S, Isoshima A, Nagashima Y, et al. Laminoplasty with preservation of posterior cervical elements: surgical technique [J]. Neurosurgery, 2002, 50(1): 97-101.
- [36] Roselli R, Pompucci A, Formica F, et al. Open-door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy: surgical technique and neurophysiological monitoring [J]. J Neurosurg, 2000, 92(1 Suppl): 38-43.
- [37] Yang L, Gu Y, Shi J, et al. Modified plate-only open-door laminoplasty versus laminectomy and fusion for the treatment of cervical stenotic myelopathy [J]. Orthopedics, 2013, 36(1): e79-e87.
- [38] Kihara S, Umehayashi T, Hoshimaru M. Technical improvements

- and results of open-door expansive laminoplasty with hydroxyapatite implants for cervical myelopathy [J]. *Neurosurgery*, 2005, 57 (4 Suppl): 348-356.
- [39] Ono A, Yokoyama T, Numasawa T, et al. Dural damage due to a loosened hydroxyapatite intraspinal spacer after spinous process-splitting laminoplasty. Report of two cases [J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 7(2): 230-235.
- [40] 谢京城, Hurlbert RJ. 改良椎板成形术在颈椎管内肿瘤切除术中的应用[J]. *中华神经外科杂志*, 2007, 23(11): 864-867. XIE JC, Hurlbert RJ. Resection of spinal cord tumors of cervical spine through posterior suspended laminoplasty [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2007, 23(11): 864-867. Chinese.
- [41] 王志强. 椎板-棘突复位椎管重建术在椎管内肿瘤切除术中的应用[J]. *中华医学杂志*, 2014, 94(25): 1960-1962. Wang ZQ. Spinal canal reconstruction with autologous spinous process-lamina complex replanted and fixed by titanium sheet and pins after resection of intraspinal tumors [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2014, 94(25): 1960-1962. Chinese.
- [42] 张显峰, 许侃, 于金录, 等. 椎管内肿瘤术中应用钛板行椎管重建[J]. *中华神经外科杂志*, 2007, 23(10): 768-771. ZHANG XF, XU K, YU JL, et al. Reconstruction of vertebral canal with titanium rete during intraspinal tumor resection [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2007, 23(10): 768-771. Chinese.
- [43] 刘洪泉, 王立忠, 殷尚炯, 等. 椎管重建在脊髓肿瘤显微切除术中的应用[J]. *中华神经外科杂志*, 2009, 25(6): 535-536. LIU HQ, WANG LZ, YIN SJ, et al. Reconstruction of spinal canal in microsurgical treatment of intraspinal tumors [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2009, 25(6): 535-536. Chinese.
- [44] 常会民, 胡辉华, 彭卫华, 等. 椎管重建在椎管内肿瘤显微切除术的应用[J]. *中华神经医学杂志*, 2014, 13(10): 1022-1025. CHANG HM, HU HH, PENG WH, et al. Reconstruction of spinal canal in microsurgical treatment of intraspinal tumors [J]. *Zhonghua Shen Jing Yi Xue Za Zhi*, 2014, 13(10): 1022-1025. Chinese.
- [45] 刘洪泉, 孙印臣, 王立忠, 等. 半椎板入路椎管内肿瘤显微切除术[J]. *中华神经外科杂志*, 2006, 22(8): 503-505. LIU HQ, SUN YC, WANG LZ, et al. The unilateral hemilaminectomy approach for the microsurgical treatment of the spinal cord tumors [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2006, 22(8): 503-505. Chinese.
- [46] Asazuma T, Nakamura M, Matsumoto M, et al. Postoperative changes of spinal curvature and range of motion in adult patients with cervical spinal cord tumors: analysis of 51 cases and review of the literature [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2004, 17(3): 178-182.
- [47] Casha S, Engelbrecht HA, Duplessis SJ, et al. Suspended laminoplasty for wide posterior cervical decompression and intradural access: results, advantages, and complications [J]. *J Neurosurg Spine*, 2004, 1(1): 80-86.
- [48] Wiedemayer H, Sandalcioğlu IE, Armbruster W, et al. False negative findings in intraoperative SEP monitoring: analysis of 658 consecutive neurosurgical cases and review of published reports [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2004, 75(2): 280-286.
- [49] 翟德忠, 冯万文, 康国创, 等. 铣刀/钛板在椎管重建术中的应用[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2010, 9(3): 268-269. ZHAI DZ, FENG WW, KANG GC, et al. Application of milling cutter/titanium plate in spinal reconstruction [J]. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Ji Bing Yan Jiu Za Zhi*, 2010, 9(3): 268-269. Chinese.

(收稿日期: 2016-02-17 本文编辑: 李宜)

·读者·作者·编者·

本刊关于一稿两投和一稿两用等现象的处理声明

文稿的一稿两投、一稿两用、抄袭、假署名、弄虚作假等现象属于科技领域的不正之风, 我刊历来对此加以谴责和制止。为防止类似现象的发生, 我刊一直严把投稿时的审核关, 要求每篇文章必须经作者单位主管学术的机构审核, 附单位推荐信(并注明资料属实、无一稿两投等事项)。希望引起广大作者的重视。为维护我刊的声誉和广大读者的利益, 凡核实属于一稿两投和一稿两用等现象者, 我刊将择期在杂志上提出批评, 刊出其作者姓名和单位, 并对该文的第一作者所撰写的一切文稿 2 年内拒绝在本刊发表, 同时通知相关杂志。欢迎广大读者监督。

《中国骨伤》杂志社