

颈椎后路减压术后 C5 神经根麻痹危险因素及预防措施的研究现状

Research status of risk factors and prevention measures of C5 palsy after posterior cervical decompression

刘国臻^{1,2}, 刘磊¹, 王运涛¹

(1 东南大学附属中大医院脊柱外科 210009 江苏省南京市; 2 东南大学医学院 210009 江苏省南京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.12.12

中图分类号: R619 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-12-1135-04

C5 神经根麻痹是颈椎后路减压术后常见的并发症, 1961 年由 Scoville^[1]和 Stops^[2]首次报道, C5 神经根麻痹的定义尚未统一, 目前大部分学者将其定义为颈椎减压术后无脊髓症状加重情况下新发的三角肌和(或)肱二头肌麻痹, 肌力下降超过 1 级^[3]。由于缺乏统一的诊断标准, 对颈椎病减压术后 C5 神经根麻痹的发生率、危险因素、预防和治疗等方面研究尚无统一的认识。

目前 C5 神经根麻痹的发病率在 0~30%^[3,4], 症状多见于单侧, 由于样本量、后路的手术方式、疾病类型等因素导致对其发病率的认识存在较大差异, 大部分作者认为后路手术较前路手术术后 C5 神经的发病率较高。Thompson 等采用多中心回顾调查研究发现, 13946 例患者中 59 例患者颈椎减压术后发生 C5 神经根麻痹(0.41%)^[5]; 一项荟萃分析研究^[6]纳入 79 个研究, 13621 例患者中 704 例患者发生 C5 神经根麻痹, 总的发病率为 5.3%, 颈椎后路手术发病率(5.8%)略微高于前路手术(5.2%)。笔者对颈椎后路减压术后其发病危险因素及预防措施的研究现状综述如下。

1 危险因素

目前关于 C5 神经根麻痹的危险因素相关报道很多, 常见的危险因素包括 C4/5 椎间孔狭窄、疾病种类、手术方案、医源性损伤、拴系效应及脊髓旋转等。针对危险因素的不同研究的差异性也导致其结论不一致。

1.1 C4/5 椎间孔狭窄

许多研究表明术前 C4/5 椎间孔狭窄与颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的发生明显相关^[5-7]。Gu 等^[8]系统性分析发现术前椎间孔狭窄是术后 C5 神经麻痹的高危因素; 一项回顾性研究表明^[9]100 例椎间孔狭窄患者中, 术后 8 例患者发生 C5 神经根麻痹, 其发病率为 8%, 进一步通过测量 CT 横断面 C4/5 椎间孔横径及 C4/5 节段椎管前后径, 分析

发现 C4/5 直径小于 2mm, C5 神经根麻痹的发病率明显提高, 且直径小于 2mm 的发生率是直径大于 2mm 的 16.176 倍, 较狭窄的 C4/5 椎间孔是唯一与椎板成形术后 C5 神经根麻痹密切相关因素; 同样, Wu 等^[7]报道 102 例椎板成形术患者中 6 例出现 C5 神经根麻痹, 椎间孔直径 < 2.57mm 术后 C5 神经根麻痹危险性提高 66.142 倍, 由于 C4/5 椎间孔直径存在差异, 术后发生 C5 神经根麻痹的几率可能不同。

椎间孔狭窄患者术后 C5 神经根麻痹的具体机制目前尚不明确, 有研究认为其发生机制与缺血再灌注损伤相关, Lee 等^[10]认为 C4/5 椎间孔本身不引起 C5 神经根麻痹, 但由于长期压迫, 导致缺血区术后神经快速恢复血供, 氧合血进入缺血区引起细胞损伤。椎间孔狭窄与神经根缺血相关, 这一理论假设在动物模型上也得到证实, 一些动物模型研究已经证实不完全性缺血和随后的再灌注会导致脊髓损伤, 氧自由基释放和 Ca²⁺内流导致血管通透性改变, 损害组织新陈代谢, 他们发现这些新陈代谢途径导致再灌注区的神经功能紊乱^[11]。Rydevik 等^[12]报道神经根长时间受压导致微循环改变, 造成局部缺血和神经内水肿。缺血可导致神经组织病理改变, 恢复血供后通过氧自由基为媒介引起损伤^[10]。Saray 等^[13]通过鼠坐骨神经评估缺血再灌注效果发现周围神经严重的缺血会导致再灌注损伤和神经功能损伤。

1.2 疾病类型

除了 C4/5 椎间孔狭窄外, 疾病类型的不同是术后 C5 神经根麻痹的危险因素之一。不同疾病类型的患者行手术治疗术后 C5 神经根麻痹发病率不尽相同, Kalisvaart 等^[14]报道脊髓型颈椎病(CSM)患者 C5 神经的发病率为 2.8% 至 12.1%, 后纵韧带骨化(OPLL)患者的发病率为 2.1% 至 14%, 颈椎间盘突出的发病率为 0%~3%; 同样, 陈宇等^[15]发现 OPLL 患者术后 C5 神经根麻痹的发病率为 5.7%。有研究证实 OPLL 是颈椎减压术后 C5 神经根麻痹发生的危险因素^[7,14], Wu 等和 Nakashima 等^[7,14]报道 OPLL 比 CSM 减压术后 C5 神经根麻痹的发病率高, Wu 等^[7]发现 OPLL 患者的发生率是 CSM 的 9.2 倍。Shou 等^[16]荟萃分析发现 O-

基金项目: 国家自然科学基金(编号 81572109, 81572190)

第一作者简介: 男(1993-), 硕士研究生在读, 研究方向: 脊柱外科
电话: (025)83262330 E-mail: liuguozhen1223@163.com

通讯作者: 王运涛 E-mail: wangyttod@aliyun.com

PLL(5.8%)的术后 C5 神经根麻痹的发生率较 CSM(4.5%)略高,最高的发病率分别为 33.3%和 14.0%,可能是因为 OPLL 常常涉及颈椎多个节段,导致脊髓局部缺血时间长;另外,对于 OPLL 患者,术中减压较易造成短暂的神经损伤^[15]及多节段减压后易造成脊髓后漂移。综上,疾病类型不同,术后 C5 神经根麻痹的发生率不同,OPLL 是颈椎病减压术后 C5 神经根麻痹的发生的高危因素之一。

1.3 手术方式

疾病类型及患者症状决定其手术方式,后路手术包括椎板切除术联合或不联合融合术及不同类型的椎板成形术,避免后路减压术后 C5 神经根麻痹的安全手术方式仍存在较大的争议。Chen 等^[16]发现椎板切除术联合融合术比椎板成形术术后 C5 神经根麻痹的发病率高;同样, Nassr 等^[17]报道 116 例患者行椎板切除术联合融合术中 11 例(9.5%)发生 C5 神经根麻痹,105 例患者行椎板成形术中有 5 例发生(4.8%)。可能是因为椎板切除术中过度牵拉神经和内固定的使用会造成神经根的拴系效应^[18]。另外有研究表明,减压术后椎管宽度增大导致脊髓张力增加产生弓弦效应,椎管直径增加 1mm, C5 神经根麻痹的几率提高 69%^[19]; Nakashima 等^[14]指出椎板切除术联合融合术后颈椎排列纠正造成脊髓后漂移及额外的医源性椎间孔狭窄易造成 C5 神经根麻痹;适度的脊柱后凸减小可能预防术后脊髓过度后漂移。综上所述,椎板切除术联合融合术较椎板成形术减压术后 C5 神经根麻痹的发病率高。

1.4 医源性损伤

术中神经直接损伤可以引起颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的发生。Tamiya 等^[20]发现术中直接损伤或灼伤可以导致 C5 神经根麻痹,椎板成形术中高速的磨钻产生的热量可造成神经损伤,同时, Takenaka 等^[21]研究发现术后发生的 C5 神经根麻痹多发生在单开门椎板成形术的开门侧,他们认为与术中直接损伤有关,同时, Jimenez 等^[22]术中应用 ECG 监测使术后发生 C5 神经根麻痹的发病率 7.3%下降至 0.3%。颈椎减压术中神经损伤是术后 C5 神经根麻痹的危险因素之一。然而,随着手术技术提高,仍不能避免术后 C5 神经根麻痹的发生,可能存在其他危险因素。

1.5 拴系效应

许多学者发现术后脊髓后漂移或延伸引起神经拴系作用,与颈后路减压术后 C5 神经根麻痹密切相关。椎板成形术和椎板切除术目的是通过脊髓后移达到减压^[23],已经有研究证实充分的神经后移能促进神经功能的恢复^[24],但是过度的神经后移会造成神经拴系效应诱发 C5 神经根麻痹^[25], Radcliff 等^[26]发现椎管直径增加及 C5 节段椎板切除增宽可能增加 C5 神经根麻痹的危险性。为了证实这一假设, Baba 等^[27]报道脊髓后漂移 3.6mm 引起 C5 神经根麻痹。另外, Kaneyama 等^[28]发现单开门椎板成形术与双开门椎板成形术相比,不对称的转动引起不对称的神经牵拉, C5 神经根麻痹发生呈上升趋势, Zhang 等^[29]认为椎板成形术的椎板开门角度超过 30°术后 C5 神经根麻痹的几率将

明显增大,可能是因为开门角度过大产生弓弦效应。此外,解剖结构特点及生理曲度改变易至颈椎减压术后 C5 神经根麻痹, Sakaura 等^[30]和 Kim S 等^[31]研究发现 C4-C5 关节突关节较其他关节前凸, C5 神经根较其他神经根短,在椎板成形术中 C5 节段常常位于减压的顶点,在 C5 节段神经后漂移较大,减轻前方致压物对脊髓的压迫;这一理论基于解剖特点及生理曲度,然而这一理论不能解释前路减压造成神经前移却发生 C5 神经根麻痹的现象。

1.6 脊髓旋转

最近研究发现,脊髓旋转可以引起颈椎减压术后 C5 神经根麻痹,其发生率为 6%~8%^[32,33]。2010 年, Kaneyama 等^[34]认为脊髓旋转可以作为神经损伤标记,术前脊髓旋转患者易发生 C5 神经根麻痹;并且发现术前脊髓旋转与 C4~C6 节段行颈前路减压或椎体次全切除术后 C5 神经根麻痹存在明显相关性,其发生率 6.8%^[35]; Chugh 等^[33]认为颈后路术前脊髓旋转可能会引起术后 C5 神经根麻痹,通过分析脊髓旋转、硬膜囊的前后径和硬膜囊的表面积,发现颈椎后路术后 C5 神经根麻痹只与脊髓旋转相关;为了进一步证实这一猜想,其通过 point-biserial 分析证实脊髓旋转与颈椎后路手术术后 C5 神经根麻痹相关,且通过 Logistic 回归分析发现脊髓旋转能够单独预测 C5 神经根麻痹^[36]。这可能是脊髓不对称旋转造成神经根牵拉张力增高引起。

1.7 其他因素

也有一些研究^[17,37,38]指出年龄、性别、MRI T2 高信号及灰质前角细胞无症状损伤也是减压术后 C5 神经根麻痹的高危因素。Nassr 等^[17]发现高龄、男性患者较女性患者易颈椎减压术后发生 C5 神经根麻痹,但是,也有一些研究未发现其相关性,其具体机制不详^[39,40]。另一些研究^[37]指出灰质退变(T2 高信号 HIZs)可导致颈椎术后 C5 神经根麻痹,可能是因为脊髓局部再灌注损伤引起。Hashimoto 等^[38]提出灰质前角细胞存在无症状的损伤可以引起严重的术后 C5 神经根麻痹。

2 预防

引起颈后路减压术后 C5 神经根麻痹发生的危险因素很多,但预防其发生暂无统一的方法,目前大部分认为预防椎间孔切开术、术中电生理监测等可降低颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的发生。

2.1 预防性椎间孔切开术

一项回顾性研究表明颈椎减压术后 C5 神经明显与 C4/5 椎间孔狭窄,如果椎间孔狭窄本身能够引起 C5 神经,预防性椎间孔切开术能够明显降低术后 C5 神经根麻痹^[5]。Komagata 等^[41]发现双侧部分椎间孔切开术后 C5 神经根麻痹的发生率明显降低(0.6% VS 4.0%); Kastsumi 等^[42]报道预防性双侧 C4/5 显微镜下椎间孔切开术能够明显降低术后 C5 神经根麻痹的发生,椎间孔切开术组 141 例中发生 2 例 C5 神经根麻痹(1.4%),非椎间孔切开术组 141

例中发生 9 例(6.4%)。然而,预防性椎间孔切开术依然存在争论,额外的椎间孔切开术会增加神经损伤的风险,Bydon 等^[43]发现 C4/5 椎间孔切开术实际上与 C5 神经根麻痹发生有明显的相关性;Katsumi 等^[49]发现预防性椎间孔切开术可以降低 C5 神经根麻痹的发生,但不能彻底消除。笔者认为,对于术前椎间孔明显狭窄,且术前已经引起临床症状者,应行椎间孔切开术减压,对于椎间孔狭窄但未引起症状者,暂不予以行椎间孔切开减压。

2.2 术中电生理监测

颈椎手术 C5 神经根对损伤有高度敏感性。电生理监测应用体感诱发电位 (SSEP)、经颅电刺激运动诱发电位 (TcE-MsEPs)、肌电图 (EMG) 监测 C5 神经即将发生的医源性损伤^[22,44]。Fan 等^[44]报道颈椎后路手术中应用 TcE-MsEPs 和 EMG 记录肱二头肌和三角肌敏感监测到医源性 C5 神经损伤。Jimenez 等^[22]发现术中电生理监测术后立即发生 C5 神经根麻痹的发生率从 7.3% 下降至 0.9%, 然而对于术中应用电生理监测预防减压术后 C5 神经根麻痹认识存在争论,可能是振幅下降定义标准不同及神经损伤程度不同所致。本文作者认为术中监测发现振幅下降>50%, 应行生理盐水冲洗、类固醇应用等措施能够降低术后 C5 神经根麻痹的发生。

总之,颈后路减压术后引起 C5 神经根麻痹的危险因素很多,如 C4/5 椎间孔狭窄、疾病类型、手术方式、拴系效应、脊髓旋转等,大部分认为 C4/5 椎间孔狭窄和脊髓牵拉是其主要因素,但仍存在许多争论。目前关于预防颈椎减压术后 C5 神经根麻痹措施有限,且尚无达到统一认识,仍需大量研究以期减少颈椎减压术后 C5 神经根麻痹的发生。

3 参考文献

- Scoville WB. Cervical spondylosis treated by bilateral facetectomy and laminectomy[J]. J Neurosurg, 1961, 18(3): 423-428.
- Stoops WL. Neural complication of cervical spondylosis: their response to laminectomy and foraminotomy [J]. J Neurosurg, 1961, 19(7): 986-999.
- Thompson SE, Smith ZA, Hsu WK, et al. C5 palsy after cervical spine surgery: A Multicenter retrospective review of 59 cases[J]. Global Spine J, 2017, 7(1 Suppl): 64S-70S.
- Shou F, Li Z, Wang H, et al. Prevalence of C5 nerve root palsy after cervical decompressive surgery: a meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2015, 24(12): 2724-2734.
- Gu Y, Cao P, Gao R, et al. Incidence and risk factors of C5 palsy following posterior cervical decompression: a systematic review[J]. PLoS One, 2014, 9(8): e101933.
- Lee HJ, Ahn JS, Shin B, et al. C4/5 foraminal stenosis predicts C5 palsy after expansive open-door laminoplasty[J]. Eur Spine J, 2017, 26(9): 2340-2347.
- Wu FL, Sun Y, Pan SF, et al. Risk factors associated with upper extremity palsy after expansive open-door laminoplasty for cervical myelopathy[J]. Spine J, 2014, 14(6): 909-915.
- Hasegawa K, Homma T, Chiba Y. Upper extremity palsy following cervical decompression surgery results from a transient spinal cord lesion[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(6): E197-E202.
- Rydevik B, Brown MD, Lundborg G. Pathoanatomy and pathophysiology of nerve root compression[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1984, 9(1): 7-15.
- Bagdatoglu C, Saray A, Surucu HS, et al. Effect of trapidil in ischemia/reperfusion injury of peripheral nerves[J]. Neurosurgery, 2002, 51(1): 212-220.
- Saray A, Can B, Akbiyik F, et al. Ischaemia-reperfusion injury of the peripheral nerve: an experimental study[J]. Microsurgery, 1999, 19(8): 374-380.
- Kalisvaart MM, Nassr A, Eck JC, et al. C5 palsy after cervical decompression procedures[J]. Neurosurg Q, 2009, 19(4): 276-282.
- 陈宇, 陈德玉, 王新伟, 等. 颈椎后纵韧带骨化症后路术后 C5 神经根麻痹[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(11): 833-835.
- Nakashima H, Imagama S, Yukawa Y, et al. Multivariate analysis of C-5 palsy incidence after cervical posterior fusion with instrumentation[J]. J Neurosurg Spine, 2012, 17(2): 103-110.
- Hasegawa K, Homma T, Chiba Y. Upper extremity palsy following cervical decompression surgery results from a transient spinal cord lesion[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2007, 32(6): E197-E202.
- Chen Y, Liu X, Chen D, et al. Surgical strategy for ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine[J]. Orthopedics, 2012, 35(8): e1231-e1237.
- Nassr A, Eck JC, Ponnappan RK, et al. The incidence of C5 palsy after multilevel cervical decompression procedures: a review of 750 consecutive cases[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(3): 174-178.
- Liu T, Zou W, Han Y, et al. Correlative study of nerve root palsy and cervical posterior decompression laminectomy and internal fixation[J]. Orthopedics, 2010, 33(8): 558.
- Lubelski D, Derkhshan A, Nowacki AS, et al. Predicting C5 palsy via the use of preoperative anatomic measurements [J]. Spine J, 2014, 14(9): 1895-1901.
- Tamiya A, Hanakita J, Nakanishi K, et al. Analysis of the postoperative palsy of upper extremities of the cases undergone spinous process-splitting laminoplasty without foraminotomy[J]. Spinal Surgery, 2005, 19(4): 321-328.
- Takenaka S, Hosono N, Mukai Y, et al. The use of cooled saline during bone drilling to reduce the incidence of upper-limb palsy after cervical laminoplasty: clinical article[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(4): 420-427.
- Jimenez JC, Sani S, Braverman B, et al. Palsies of the fifth cervical nerve root after cervical decompression: prevention

- using continuous intraoperative electromyography monitoring [J]. *J Neurosurg Spine*, 2005, 3(2): 92–97.
23. Tsuji T, Chia K, Asazuma T, et al. Factors that regulate spinal cord position after expansive open-door laminoplasty [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2017, 27(1): 93–99.
24. Sodeyama T, Goto S, Mochizuki M, et al. Effect of decompression enlargement laminoplasty for posterior shifting of the spinal cord[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(15): 1527–1532.
25. Imagama S, Matsuyama Y, Yukawa Y, et al. C5 palsy after cervical laminoplasty: a multicentre study [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(3): 393–400.
26. Radcliff KE, Limthongkul W, Kepler CK, et al. Cervical laminectomy width and spinal cord drift are risk factors for postoperative C5 palsy[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(2): 86–92.
27. Baba S, Ikuta K, Ikeuchi H, et al. Risk Factor analysis for C5 palsy after double-door laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy[J]. *Asian Spine J*, 2016, 10(2): 298–308.
28. Kaneyama S, Sumi M, Kanatani T, et al. Prospective study and multivariate analysis of the incidence of C5 palsy after cervical laminoplasty[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(26): E1553–E1558.
29. Zhang H, Lu S, Sun T, et al. Effect of lamina open angles in expansion open-door laminoplasty on the clinical results in treating cervical spondylotic myelopathy [J]. *J Spinal Disorder Tech*, 2015, 28(3): 89–94.
30. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al. C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(21): 2447–2451.
31. Kim S, Lee SH, Kim ES, et al. Clinical and radiographic analysis of C5 palsy after anterior cervical decompression and fusion for cervical degenerative disease [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(8): 436–441.
32. Eskander MS, Balsis SM, Balinger C, et al. The association between preoperative spinal cord rotation and postoperative C5 nerve palsy[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012, 94(17): 1605–1609.
33. Chugh AJ, Gebhart JJ, Eubanks JD. Predicting postoperative C5 palsy using preoperative spinal cord rotation [J]. *Orthopedics*, 2015, 38(9): e830–e835.
34. Kaneyama S, Sumi M, Kanatani T, et al. Prospective study and multivariate analysis of the incidence of C5 palsy after cervical laminoplasty[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(6): e1553–e1558.
35. Eskander MS, Balsis SM, Balinger C, et al. The association between preoperative spinal cord rotation and postoperative C5 nerve palsy[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012, 94(17): 1605–1609.
36. Chugh AJ, Weinberg DS, Alonso F, et al. Comparing the effectiveness of sagittal balance, foraminal stenosis, and preoperative cord rotation in predicting postoperative C5 palsy[J]. *Clin Spine Surg*, 2016, 30(9): E1256–E1261.
37. Hasegawa K, Homma T, Chiba Y. Upper extremity palsy following cervical decompression surgery results from a transient spinal cord lesion[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(6): E197–E202.
38. Hashimoto M, Mochizuki M, Aiba A, et al. C5 palsy following anterior decompression and spinal fusion for cervical degenerative diseases[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(10): 1702–1710.
39. Katsumi K, Yamazaki A, Watanabe K, et al. Analysis of C5 palsy after cervical open-door laminoplasty: relationship between C5 palsy and foraminal stenosis[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(4): 177–182.
40. Bydon M, Macki M, Aygun N, et al. Development of postoperative C5 palsy is associated with wider posterior decompressions: an analysis of 41 patients[J]. *Spine J*, 2014, 14(12): 2861–2867.
41. Komagata M, Nishiyama M, Endo K, et al. Prophylaxis of C5 palsy after cervical expansive laminoplasty by bilateral partial foraminotomy[J]. *Spine J*, 2004, 4(6): 650–655.
42. Katsumi K, Yamazaki A, Watanabe K, et al. Can prophylactic bilateral C4/C5 foraminotomy prevent postoperative C5 palsy after open-door laminoplasty? A prospective study [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37(9): 748–754.
43. Bydon M, Macki M, Kaloostian P, et al. Incidence and prognostic factors of c5 palsy: a clinical study of 1001 cases and review of the literature[J]. *Neurosurgery*, 2014, 74(6): 595–604.
44. Fan D, Schwartz DM, Vaccaro AR, et al. Intraoperative neurophysiologic detection of iatrogenic C5 nerve root injury during laminectomy for cervical compression myelopathy [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2002, 27(22): 2499–2502.

(收稿日期:2017-09-29 修回日期:2017-11-19)

(本文编辑 彭向峰)