

综述

颈椎手术中椎动脉损伤的处理及预防

李松凯,倪斌

(第二军医大学长征医院骨科 200003 上海市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.07.18

中图分类号:R681.5,R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2009)-07-0554-04

椎动脉损伤是颈椎手术中少见的并发症,但由于损伤后出血量多且难以控制,可能造成术中脊髓及神经根损伤,以及迟发性出血、动静脉瘘、假性动脉瘤、血栓形成、小脑缺血性损害甚至死亡等其他严重并发症。因此,熟悉椎动脉解剖,了解椎动脉损伤的机制,预防和正确处理术中损伤,对于降低椎动脉损伤的发生率及死亡率有极其重要的意义。

1 椎动脉的解剖

椎动脉为椎-基底动脉的主干动脉,供血给脑干及小脑等重要生命结构。椎动脉分为4段:自锁骨下动脉起穿过C7横突的前方进入C6横突孔为第1段,穿过C6至C1横突孔的部分为第2段,C1横突孔至寰枕后膜为第3段,穿寰枕后膜经枕骨大孔入颅至合并为基底动脉部分为第4段。颈椎手术中,椎动脉的第2段及第3段因毗邻常见颈椎手术区域,最易损伤^[1]。

2 椎动脉损伤的原因

2.1 颈椎前路手术

颈椎前路手术中,椎间盘切除融合术及椎体次全切除融合术均可造成椎动脉损伤,其中椎体次全切除融合术中椎动脉损伤的几率较椎间盘切除融合术大。自Weinberg等^[2]于1973年首次报道颈前路减压致椎动脉损伤以来,国内外相继有文献报道,其发生率为0.3%~0.5%,因椎动脉第2段被固定在横突孔内,紧邻钩椎关节,故前路手术主要损伤椎动脉的第2段^[3-5]。Smith等^[3]回顾1195例颈前路手术患者,术中椎动脉损伤10例,3例采用填塞止血,7例行椎动脉结扎,术后3例出现脑干梗死,均为椎动脉结扎患者。他认为椎动脉损伤的主要原因有:(1)电钻和咬骨钳操作时过分偏离中央区(双侧颈长肌间区);(2)骨及椎间盘咬除宽度过大;(3)椎管外侧壁的骨质由于肿瘤或感染因素软化。Golfinos等^[4]总结1215例颈前路手术患者,术中椎动脉损伤4例,发生率为0.3%,3例术中行椎动脉修补,

1例行椎动脉结扎,术后未出现脑干及小脑缺血症状。他提出椎动脉损伤的危险因素包括:(1)患者术前接受过颈部局部放疗而使血管外膜形成瘢痕,与周围软组织粘连,牵拉时易损伤;(2)椎动脉走行异常或扭曲、术中失去颈椎中央区骨性标志。Burke等^[5]报道1976例颈前路手术患者,术中发生椎动脉损伤6例,发生率为0.3%;2例行术中修补,1例行椎动脉结扎,其余3例采用填塞止血。3例填塞止血的患者中,1例术中因出血过多死亡,1例术后出现脑干梗死。他认为椎动脉损伤的主要因素为:(1)椎动脉扭曲并移行至椎体,探查侧方神经根孔时可致椎动脉受损;(2)术中过度或不对称的侧方减压,且椎动脉损伤更常发生于切口对侧。

2.2 下颈椎后路手术

随着颈后路内固定技术的发展,椎动脉损伤的报道也越来越多。其中下颈椎侧块螺钉固定技术发生椎动脉损伤的几率较小,而椎弓根螺钉固定技术发生椎动脉损伤的几率则有所增加。Sekhon^[6]报告143例颈后路侧块螺钉内固定术,共置入螺钉1026枚,无1例术中出现椎动脉损伤。Abumi等^[7]报告180例颈后路椎弓根螺钉内固定术,术中发生椎动脉损伤1例,经骨蜡封闭钉道后止血,术后无神经系统损伤表现。他认为,C4椎弓根直径为下颈椎中最小,此节段椎弓根螺钉固定时最易发生椎动脉损伤,但由于椎动脉并未完全占据椎动脉孔,故并非所有穿出螺钉均会造成椎动脉的损伤。

2.3 寰枢椎后路手术

寰枢椎后路螺钉固定技术中,Magerl螺钉固定术中椎动脉损伤的发生率较高,据统计约为1.3%~8.2%^[8-10]。Madawi等^[8]报告61例行该手术的患者,5例术中出现椎动脉损伤,发生率为8.2%。他总结Magerl螺钉固定术中椎动脉损伤的危险因素为:(1)寰枢椎侧块的破坏或缺损(类风湿关节炎破坏等);(2)螺钉置入前寰枢椎脱位未完全复位,术中以寰椎前结节为进钉标志的钉道过低;(3)之前的经口手术去除寰枢前结节,术中失去进钉标志;(4)术前未认识到寰枢椎扭曲变异的椎动脉。Wright等^[9]调查1318例该手术的患者,其中31例明确椎动脉损伤,23例可疑椎动脉损伤,发生率为4.1%。Neo等^[10]报道149例该手术的患者,2例术中出现椎动脉损伤,发生率为1.3%,对手术禁忌证“椎动脉高弓”认识的加强及术中导航系统的应用是

第一作者简介:男(1978-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(021)81885623 E-mail:lisongkai@gmail.com

通讯作者:倪斌

其低发生率的原因。枢椎椎弓根螺钉固定技术的椎动脉损伤尚未见文献报道。Harms 等^[11]认为,与 Margel 螺钉固定技术相比,枢椎椎弓根螺钉钉道较靠内上,从而降低了椎动脉损伤的几率,但在螺钉向内角度不够或椎弓根方向极度向内的情况下,螺钉仍有可能侧向穿破椎弓根而造成椎动脉损伤。但 Yoshida 等^[12]利用 CT 三维重建比较了两种技术螺钉的钉道后认为,两者对椎动脉损伤的几率相当。寰椎侧块螺钉固定技术中,由于椎动脉出枢椎横突孔后其行径靠近于寰椎侧块,且部分椎动脉由于变异不经寰椎横突孔而直接走行于寰椎后弓下方,因此椎动脉损伤的可能性较大,同时术中寰椎侧块区静脉丛的大量出血也可造成术区模糊而造成椎动脉损伤^[13]。Aota 等^[14]报道 1 例寰椎侧块螺钉损伤椎动脉,其原因是螺钉在侧块位置过于靠上以致突破寰椎后弓下缘致椎动脉损伤。

3 椎动脉损伤的处理

3.1 一般处理

椎动脉损伤后主要表现为术区或螺钉钉道内突然有大量鲜红色血液涌出,合并静脉丛损伤时也可有暗红色血液,应立即用大量明胶海绵、棉片等局部压迫控制出血^[3]。椎动脉损伤后出血量大,Smith 等^[3]报道 10 例,平均出血量为 1600ml,最大为 4500ml。Golfinos 等^[4]报道 4 例,出血量为 500~1500ml,平均 825ml。因此需快速补充血容量,以保持患者的血流动力学稳定,同时将患者头部恢复到中立位,以免影响其对侧椎动脉的血供造成椎-基底动脉供血不足^[3,4]。待患者全身情况稳定后视损伤情况及条件进行局部填塞、椎动脉修补或结扎等处理,目的是减少损伤并保留椎动脉正常血流,处理原则为:(1)控制局部出血;(2)防止椎-基底动脉急性缺血;(3)防止脑血管栓塞等并发症^[4]。

3.2 术中处理方法

局部填塞止血为术中椎动脉损伤简单有效的处理方法,可采用大量的明胶海绵、棉片、止血纱布等局部加压填塞,其要点在于每次填充的止血材料用量要大,以免被血流冲散。一般采用填塞治疗的患者出血量比较大,可达 3000~4000ml。对大多数小的椎动脉撕裂,该法能达到止血的目的。但单纯填塞治疗患者术后仍有出现迟发性脑血管栓塞、再出血以及形成局部动静脉瘘等并发症的可能。因此,术后应立即行血管造影,以了解有无血管并发症发生和脑部血液供应情况^[3]。如出现动静脉瘘或假性动脉瘤,可即刻行椎动脉血管腔内介入治疗^[15,16]。目前文献报道有腔内栓塞及腔内支架两种治疗方式,后者在治疗并发症的同时保留了椎动脉的正常血流,是一种更好的治疗方式。Katsaridis 等^[19]利用自扩张支架成功治疗 1 例术中椎动脉损伤致假性动脉瘤患者,术后数字减影血管造影(DSA)显示动脉瘤消失且椎动脉血流保持正常。值得注意的是,即使术后血管造影结果正常,也不能排除后期假性动脉瘤形成的可能,因此患者仍需在损伤后 7~10d 复查磁共振血管成像(MRA)或 CT 血管成像(CTA)以排除此状况^[17]。

如局部填塞无法控制出血,应快速暴露椎动脉损伤部位的上下平面,并在损伤的上下端各上一临时动脉夹,为椎动脉的修补或结扎创造条件。椎动脉修补是最理想的结果,可重建椎动脉的正常血流并减少即刻和迟发的神经系统并发症,术中应尽量争取直接修补^[4]。Golfinos 等^[4]报道的 4 例椎动脉损伤中,3 例行术中修补,术后随访未见并发症发生。但术中修补难度大,费时长,对技术条件及人员要求较高,并应有相应的硬件设备,如椎动脉修补条件不具备,则应选择椎动脉结扎^[4]。

由于双侧椎动脉供应全脑 10% 的血液,结扎一侧椎动脉后可由对侧椎动脉代偿供血,同时颈内动脉通过 Willis 环也可作为代偿的来源,因此大部分患者可很好地耐受一侧椎动脉结扎^[18]。但一侧椎动脉损伤后,如果对侧椎动脉也存在血流不足的患者就极为危险,因此必须考虑到人群中椎动脉的解剖变异因素。一小部分患者存在对侧椎动脉直接止于小脑后下动脉或椎动脉发育不全如狭窄、先天性闭锁等。正常人群中,左侧椎动脉有 5.7% 存在发育不全,1.8% 先天性闭锁,而右侧有 8.8% 存在发育不全,3.1% 先天性闭锁^[19]。在老年人群,因 Willis 环和后脑循环的动脉粥样硬化,侧支循环能力进一步下降,代偿能力较差,此种情况下如结扎椎动脉则会造成小脑或脑干的梗死。但是,术中椎动脉损伤发生时,侧支循环的情况一般很少得知,因此,选择椎动脉结扎时,术者应充分考虑到其危险性。Shintani 等^[20]报道,一侧椎动脉结扎后有 12% 的死亡率。Thomas 等^[21]通过解剖研究并回顾文献后认为,左侧椎动脉结扎后小脑梗死的发生率为 3.1%,而右侧为 1.8%。椎动脉结扎时应同时结扎损伤处的远近端,单纯近端椎动脉结扎较易出现再出血及局部动脉瘤形成^[3]。Smith 等^[3]总结了两种结扎方法,一种是将丝线穿过椎体侧壁骨质,盲视缝扎椎动脉,另一种是显露出椎动脉损伤部位,再行结扎术。前一种方法简单,但易损伤神经根,用此法结扎的 2 例患者术后均出现相应部位神经根损伤;后一种方法可在直视下结扎椎动脉,避免损伤神经根,但需切除椎体侧壁或打开横突孔,操作较为困难、费时。

Margel 螺钉置入时如怀疑椎动脉损伤,可采用将螺钉拧入钉道的方法止血,也可采用骨蜡封闭钉道^[9]。同时对侧应放弃 Margel 螺钉技术,而改用安全性更高的枢椎椎板螺钉技术或者寰椎侧块螺钉技术^[11,22]。

3.3 术后处理

术后需密切观察患者神经功能,如有小脑及脑干缺血症状,应立即请神经内科会诊并处理。尽早于术后 6h 内行抗凝治疗,以预防椎-基底动脉系统栓塞。但如存在颅内梗死(可转变为出血性梗死)或椎管内出血则为抗凝禁忌证^[5]。

4 椎动脉损伤的预防

术者必须熟悉椎动脉解剖,明确椎动脉个体变异。术前仔细阅读患者 CT 及 MRI 等影像资料,了解椎动脉管

径,判断是否存在椎动脉狭窄、扩张、扭曲等发育异常及由此导致的周围骨质改变。如存在以上情况,则需行椎动脉 MRA 或 CTA 检查,进一步了解变异情况。据此,可确定颈前路术中分离及减压的范围以及颈后路手术中螺钉的直径及进钉角度等^[3-5]。

术中操作应仔细规范,防止椎动脉损伤。在行椎体次全切除术时,保持正确的减压方向十分重要,否则容易越过椎体侧壁和钩椎关节。术中可以双侧颈长肌作为参照,确定椎体的中央区,减压操作不应过分靠外。颈长肌内缘是一个重要标志,向外解剖不应超过颈长肌内缘 3mm,且应在骨膜下进行。如椎体前部有明显的不规则骨质增生,则可因颈长肌位置变化而造成误导,此时应观察颈长肌在增生节段远近相邻节段的位置以作参考^[3-5]。Smith 等^[3]通过椎管造影和 CT 扫描观察,测得颈脊髓的宽度在 C4~C6 椎体平面分别为 13.7mm、13.8mm 和 13.3mm。因此建议颈椎前路减压不应超过此宽度,这样既能充分减压,又可在骨窗两侧保留厚约 5mm 的骨质安全界面。前路手术器械中,高速磨钻是造成椎动脉损伤最常见的工具。Smith 等^[3]报告的 10 例椎动脉损伤全部由磨钻引起;Golfinos 等^[4]报告的 4 例椎动脉损伤,2 例为磨钻所致。因此,在行侧方减压时,尤其是试图沿神经根扩大减压时,使用枪钳、刮匙等可能较磨钻更为安全。寰枢椎手术中,为避免损伤椎动脉,在显露寰椎后弓时范围应不超过 12mm^[9]。在置入螺钉时,Gluf 等^[23]推荐应先置入影像学显示钉道较安全的一侧螺钉,这样可保证至少有一侧获得牢固的固定。如发生椎动脉损伤,则健侧应放弃螺钉固定,以防止两侧损伤。Wright 等^[9]的研究中,死亡的 1 例患者即为双侧椎动脉损伤。另外,也可采用安全性较高的寰枢椎侧块螺钉固定技术或枢椎椎板螺钉固定技术^[11,22]。

术中 X 线透视及 CT 扫描等影像学设备可用于明确颈前路手术减压的范围及正确的减压方向,尤其在椎动脉变异及二次手术的患者中,可明显降低术中椎动脉损伤的发生率^[24]。计算机导航系统在颈椎手术中的应用,较传统手术方式能明显降低椎动脉的损伤率^[10]。相信随着影像学及手术技术的发展,椎动脉损伤等并发症的发生率也将随之降低。

5 参考文献

- Lu J, Ebraheim NA. The vertebral artery: surgical anatomy [J]. Orthopedics, 1999, 22(11): 1081-1085.
- Weinberg PE, Flom RA. Traumatic vertebral arteriovenous fistula [J]. Surg Neurol, 1973, 1(3): 162-167.
- Smith MD, Emery SE, Dudley A, et al. Vertebral artery injury during anterior decompression of the cervical spine: a retrospective review of ten patients [J]. J Bone Joint Surg Br, 1993, 75(3): 410-415.
- Golfinos JG, Dickman CA, Zabramski JM, et al. Repair of vertebral artery injury during anterior cervical decompression [J]. Spine, 1994, 19(22): 2552-2556.
- Burke JP, Gerszten PC, Welch WC. Iatrogenic vertebral artery injury during anterior cervical spine surgery [J]. Spine J, 2005, 5(5): 508-514.
- Sekhon LH. Posterior cervical lateral mass screw fixation: analysis of 1026 consecutive screws in 143 patients [J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(4): 297-303.
- Abumi K, Shono Y, Ito M, et al. Complications of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine [J]. Spine, 2000, 25(8): 962-969.
- Madawi AA, Casey AT, Solanki GA, et al. Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique [J]. J Neurosurg, 1997, 86(6): 961-968.
- Wright NM, Lauryssen C. Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation: results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves [J]. J Neurosurg, 1998, 88(4): 634-640.
- Neo M, Fujibayashi S, Miyata M, et al. Vertebral artery injury during cervical spine surgery: a survey of more than 5600 operations [J]. Spine, 2008, 33(7): 779-785.
- Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation [J]. Spine, 2001, 26(22): 2467-2471.
- Yoshida M, Neo M, Fujibayashi S, et al. Comparison of the anatomical risk for vertebral artery injury associated with the C2-pedicle screw and atlantoaxial transarticular screw [J]. Spine, 2006, 31(15): E513-517.
- Rocha R, Safavi-Abbasi S, Reis C, et al. Working area, safety zones, and angles of approach for posterior C-1 lateral mass screw placement: a quantitative anatomical and morphometric evaluation [J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(3): 247-254.
- Aota Y, Honda A, Uesugi M, et al. Vertebral artery injury in C-1 lateral mass screw fixation: case illustration [J]. J Neurosurg Spine, 2006, 5(6): 554.
- Choi JW, Lee JK, Moon KS, et al. Endovascular embolization of iatrogenic vertebral artery injury during anterior cervical spine surgery: report of two cases and review of the literature [J]. Spine, 2006, 31(23): E891-894.
- Katsaridis V, Papagiannaki C, Violaris C. Treatment of an iatrogenic vertebral artery laceration with the Symbiot self expandable covered stent [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2007, 109(6): 512-515.
- Biffi WL, Jr Ray CE, Moore EE, et al. Treatment-related outcomes from blunt cerebrovascular injuries: importance of routine follow-up arteriography [J]. Ann Surg, 2002, 235(5): 699-707.
- Hatzitheofilou C, Demetriades D, Melissas J, et al. Surgical approaches to vertebral artery injuries [J]. Br J Surg, 1988, 75(3): 234-237.
- George B, Laurian C. The Vertebral Artery: Pathology and Surgery [M]. New York: Springer-Verlag, 1987: 6-17.
- Shintani A, Zervas NT. Consequence of ligation of the ver-

脊神经根轴突再生及其应用的研究进展

唐晓军, 李贵涛

(南华大学教学医院 广东省第二人民医院骨科 510317 广州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.07.19

中图分类号: R651.2, R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2009)-07-0557-04

脊神经根包括前根 (ventral root) 和后根 (dorsal root), 分别属于运动和感觉神经纤维, 每条脊神经 (spinal nerve) 通过其前根和后根与脊髓相连。中枢或外周神经系统损伤如截瘫、臂丛神经根性撕脱等引起运动、感觉功能障碍的治疗和康复是临床面临的难题。脊神经前、后根轴突能在一定程度上再生, 借此在椎管内脊髓水平进行损伤修复和功能重建不失为一种有效的治疗方法。笔者就脊神经前、后根轴突再生及应用的相关研究进展综述如下。

1 脊神经根损伤的病理生理特点

脊神经根轴突小部分走行于脊髓内, 其表面髓鞘由少突胶质细胞和星形胶质细胞构成; 大部分位于脊髓外, 表面髓鞘是 Schwann 细胞。脊神经根损伤导致感觉或运动神经元凋亡, 产生级联性的损伤反应, 引发中枢神经系统 (central nervous system, CNS) 髓磷脂变性、退化, 产生中枢胶质瘢痕。胶质瘢痕一方面成为阻碍轴突再生的“壁垒”, 但也含有某些细胞外基质成分, 并能向脊神经根外周部分迁延, 有利于轴突再生^[1]。Schwann 细胞能分泌高水平的神经营养因子 (neurotrophic factors, NF)、细胞粘连分子等, 对于轴突生长和营养供给是必不可少的。受 NF 调控, Schwann 细胞能根据再生神经轴突类型特异表达运动神经和感觉神经纤维表型^[2], 实现对前、后根轴突再生的调控作用。

脊神经根缺乏神经外膜和束膜结构, 受损后^[3]血源性

物质如巨噬细胞、T 细胞侵入脊髓胶质瘢痕, 释放白介素、肿瘤坏死因子等炎性介质, 促使瘢痕组织中星形胶质细胞产生细胞外基质成分如层粘连蛋白和神经原纤维等, 间接提供营养; CNS-PNS 交界区胶质细胞大量增殖, 形成广泛的胶质突起分隔轴突束, 阻止 Schwann 细胞进入 CNS, 但迁移而来的软脊膜细胞能表达低亲和力的 NF 受体, 促进神经轴突再生。

2 脊神经前根轴突再生

脊髓前角运动神经元发出的轴突穿出脊髓构成脊神经前根。哺乳动物前根内存在有髓鞘和无髓鞘轴突, 前者由脊髓 α 或 γ 运动神经元发出; 后者在围产期始数量逐渐增多, 出生后 2~3 周再生尤其活跃, 3 个月时约占前根轴突总数 15%, 6 个月时达到 30%。其功能主要接受来自皮肤、内脏、肌肉和关节等的伤害性感觉信号传入, 这些感觉信号并不通过前根进入脊髓, 而是转向远侧进入后根; 还有某些无髓鞘轴突则属于自主传出神经支配脊神经根血管和软脑膜。无髓鞘轴突生长过程中, Schwann 细胞为其提供结构和营养支持^[4-5]。

损伤后再生轴突先在脊髓内延伸并通过 CNS-PNS 交界区, 然后形成前根的外周轴突部分与后根汇合。前根损伤后面临: (1) 轴突再生过程涉及 CNS 微环境的不利因素制约; (2) 相当数量的运动神经元死亡; (3) 再生需要相当长的距离, 并正确找到靶目标形成功能性接触。前根损伤早期, 脊髓运动神经元和胶质瘢痕分泌血管内皮生长因子 (VEGF)、脑源性神经营养因子 (BDNF)、胶质细胞源性神经营养因子 (GDNF) 等^[6], 轴突生长蛋白如 GAP-43

第一作者简介: 男 (1983-), 在读硕士研究生, 研究方向: 脊柱外科
电话: (020) 89168085 E-mail: medictxj@hotmail.com

- tebral artery[J]. J Neurosurg, 1972, 36(4): 447-450.
21. Thomas GI, Anderson KN, Hain RF, et al. The significance of anomalous vertebral-basilar artery communications in operations on the heart and great vessels: an illustrative case with review of the literature[J]. Surgery, 1959, 46(4): 747-757.
22. Wright NM. Posterior C2 fixation using bilateral, crossing C2 laminar screws: case series and technical note [J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(2): 158-162.
23. Gluf WM, Schmidt MH, Apfelbaum RI. Atlantoaxial transarticular

- ular screw fixation: a review of surgical indications, fusion rate, complications, and lessons learned in 191 adult patients [J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(2): 155-163.
24. Freidberg SR, Pfeifer BA, Dempsey PK, et al. Intraoperative computerized tomography scanning to assess the adequacy of decompression in anterior cervical spine surgery [J]. J Neurosurg, 2001, 94(1 Suppl): 8-11.

(收稿日期: 2009-03-31 修回日期: 2009-04-27)

(本文编辑 李伟霞)