

正常椎动脉解剖特点及其变异概况

Normal anatomy and variation of the vertebral artery in cervical spine

闫明, 王超, 王圣林

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.02.17

中图分类号: R322.7 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-02-0171-04

椎动脉由锁骨下动脉发出,左右各一,穿过颈椎体侧方第 6~第 1 横突孔,经枕骨大孔上升到颅内后行于延髓腹侧,两条椎动脉在脑桥下缘汇合在一起,形成一条粗大的基底动脉,即通常所称的椎-基底动脉系统。椎-基底动脉系统是脑血液供应的重要组成部分,分布于脑干(延髓到间脑尾侧 1/3)、大脑半球的后 1/3(包括部分颞叶、枕叶和小脑)。椎动脉与颈椎有着密切的关系,颈椎的横突孔保护着椎动脉,但颈椎的病损也可以危及椎动脉。随着颈椎外科和内固定技术的发展,手术操作或内置物置入过程损伤椎动脉是椎动脉损伤的常见原因之一^[1-3],尤其在椎动脉有变异的情况下,损伤的几率会明显增加。

1 正常椎动脉

1.1 椎动脉的分段及各段特点

椎动脉基本分为 4 段,各段特点见图 1^[4-6]。V1:椎前部。由锁骨下动脉起始点至 C6 横突孔下缘水平,起始点相对固定;前后各见一条伴行的椎静脉;V2:横突孔部(图 2)。C6 横突孔下缘至 C2 横突孔上缘。其特点是^[7]:(1)看不到明显伴行的条状静脉,可见包绕椎动脉的静脉丛;(2)全程包被在骨膜鞘中,此鞘是横突孔骨膜的延续部分;(3)在 C6 横突孔的起始处,骨膜鞘与椎动脉外膜融合形成近端纤维环;(4)C2 横突孔斜向走行,行程较长,椎动脉必须向外侧方甚至几乎横走向行才能到达 C2 横突孔;V3:寰椎部,也称枕下段。C2 横突孔上缘至寰枕后膜入口进入硬膜处。在 C1~C2 横突孔之间上行、在 C1 椎动脉沟中水平走行,再斜向上方入硬膜,骨膜和硬膜延续呈漏斗状,是椎动脉相对固定的地方。其特点:(1)从 C2 横突孔到 C1 横突孔,几乎垂直上行,然后迅速转向,水平行走于 C1 后弓的椎动脉沟中;(2)在椎动脉沟的末端,椎动脉斜向上内穿入硬膜。硬膜在此处向颅内陷入 3~4mm,保护椎动脉,形成椎动脉的远端纤维环;V4:颅内段,从寰枕膜入口进入硬膜直至与对侧椎动脉汇合形成基底动脉。

1.2 椎动脉与横突孔关系

2002 年 Sanelli^[8]报道 16 例 40 岁以下正常人椎动脉的 CT 血管成像(CTA)研究,其结果示椎动脉在横突孔内只占一部分的空间,占横突孔面积的 8%~85%(34%);横突孔内的椎动脉横截面积,侧别间差异大,节段间差异小;而颈椎横突孔面积侧别间差异小,节段间差异大;50%椎动脉偏心位于横突孔内,但节段间也不一样。

胚胎时椎动脉的发生和发育先于横突孔,即先有椎动脉后有横突孔,横突孔围绕椎动脉、随椎动脉的发育而发育。生理性与病理性椎动脉狭窄区别在于横突孔大小差别,如果横突孔与相邻节段相比大小正常,此时椎动脉狭窄,说明是血管本身的问题,属于病理性狭窄;如果由于横突孔狭窄引起椎动脉狭窄,属于生理性狭窄。

1.3 椎动脉左右侧间差异

椎动脉直径一般 3~5mm。变异较大,两侧椎动脉通常不对称,管腔大小不一。当差异明显时就称为一侧椎动脉优势(vertebral artery dominance, VAD),即一侧椎动脉直径明显大于对侧椎动脉,非优势椎动脉全程均匀狭窄纤细,也有人认为^[9],即使两侧椎动脉直径相当,如果一侧椎动脉与基底动脉的连接更加直接,也可认为是优势椎动脉。超过 50%的人群存在椎动脉优势侧。可分为左侧椎动脉优势和右侧椎动脉优势,其中左侧优势占 50%,右侧占 25%,剩下为两侧椎动脉相当。根据尸检、血管造影和超声研究发现,通常左侧椎动脉直径大于右侧。椎动脉优势的评估尚没有统一的诊断标准,Smith 等^[10]认为一侧椎动脉直径比另一侧至少大 30%;也有学者认为直径相差 2mm,才考虑为椎动脉优势。一些人可以出现单侧椎动脉发育不良(hypoplastic)甚至未发育(atretic)。

1.4 椎动脉的分支及吻合支

1.4.1 颅外段分支及吻合支(图 3、4) 椎动脉颅外段的分支主要有硬膜根支(radiculomeningeal branch)和肌支(muscular branch)。肌支与颈深动脉、颈升动脉和颈外动脉肌支形成血管网,互相吻合,因此,椎动脉颅外段单侧损伤对供血影响小,危害也较小。

1.4.2 颅内段分支 椎动脉入颅后,即椎动脉 V4 段,主要分支是小脑后下动脉(PICA);脊髓前动脉(anterior spinal artery);脊髓后动脉(posterior spinal artery)。颅内段分支

第一作者简介:男(1963-),主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267372 E-mail:yanm2195@yahoo.cn

多是终末血管,损伤后对其供血区域影响比较大,易引起供血区(如小脑、脑干甚至脊髓)组织梗死。

2 颈椎区骨结构正常发育时椎动脉出现变异的情况

椎动脉变异可以发生在任何节段,但在 V3 段比较多见;椎动脉变异最大的影响是容易误判其位置和行程,如果没有相关影像资料证实有无变异,医源性损伤的几率会增加;其次,某些变异(如行程迂曲,发育不良等)容易引发椎动脉病变和脑血管病^[1]。

2.1 V2 段椎动脉入横突孔水平变异

将椎动脉从 C6 横突孔进入者看做正常,从其他节段入横突孔者称做变异。变异者入孔前,椎动脉多位于横突前方、颈长肌下方甚至颈长肌内缘(图 5)。

Bruneau 等^[12]观察了 500 侧椎动脉(200 例 MRA, 50 例 CTA, computed tomography angiography),从 C6 横突孔进入者共 465 侧,占 93.0%,其他 35 侧(占 7%),35 侧变异者中分别为 C3(1 侧,占 0.2%)、C4(5 侧,占 1.0%)、C5(25 侧,占 5.0%)和 C7(4 侧,占 0.8%)。35 侧变异者左右侧发生率相似,31 例患者单侧,2 例患者双侧,无椎动脉充填的横突孔明显变小(如图)。

Matula 等^[13]通过血管造影和 Doppler 研究 402 侧椎动脉,V1 段 90%是从 C6 横突孔进入的。Ranganatha 等^[14]通过尸体解剖 19 例成人和 10 例新生儿胎儿椎动脉,发现,于 C6 横突孔进入者大于 71%,从 C7、C5、C4 和 C3 进入者分别为 18.42%、5.3%、2.6%和 2.6%。Hong 等^[16,17]通过 CTA 研究了 700 侧椎动脉走行情况,94.9%(664/700)从 C6 横突孔进入,另 5.1%(36/700)椎动脉的入孔节段是 C4(1.6%)、C5(3.3%)和 C7(0.3%)。

2.2 V2 段:下颈椎椎体环及 C2 椎动脉高跨

下颈椎椎体环是指横突孔明显内移扩大至椎体内,在椎体内形成腔洞,椎动脉位于其中(图 6)。如果因病情需要显露或切除此椎体,容易伤及椎动脉^[1]。Bruneau 报道椎体环的出现率是 2%^[12]。

Curylo 等^[18]通过 222 例尸体标本、共 888 块颈椎椎骨(C3、C4、C5 和 C6)的测量研究发现 6 例(占 2.7%)标本中 7 块椎骨出现椎动脉孔内移,分别位于 C3 3 例、C4 3 例、C6 1 例,其中 1 例同时 C3 和 C6 椎骨出现变异,所有变异标本均是单侧,其中 5 例左侧,2 例右侧。

C2 椎动脉高跨是指 C2 横突孔明显向内、上方偏移(图 7a、b),在 C2 侧块骨质内形成空腔,椎动脉居于其中,发生率是 10~20%,也就是说在相当于枢椎“椎弓根”(也有人称枢椎“峡部”)的部位被横突孔侵占了一部分,根据侵占程度,反映椎动脉“高跨”的严重程度^[18]。目前寰枢椎固定技术中最可靠的是 Magerl 法和经寰枢椎侧块-枢椎椎弓根钉棒(或板)固定法(图 8a、b)。这 2 种方法置入枢椎的螺钉,其位置恰好穿经枢椎椎弓根,如果“高跨”程度严重,即横突孔极度偏内偏上,螺钉易伤及椎动脉^[19,20](图 9)。因此术前必须通过 CT 平扫和重建确定是否存在 C2 椎动脉

“高跨”以及“高跨”程度,若“高跨”程度轻,可以改变螺钉置入位置(图 9),若“高跨”程度重,可改用椎板钉技术。

2.3 V3 段有 3 种变异类型

孕 5 周时椎动脉起源于 7 条颈节段动脉网状吻合支,孕 6 周时颈节段动脉退化,残留纵向的原始椎动脉,第 7 颈节段动脉扩大形成锁骨下动脉,横突孔围绕椎动脉发育。左侧多变成优势动脉,约 12% 单侧发育不良,在原始椎动脉形成过程中,会出现变异。

Tokuda 等^[21]对 300 例正常人行椎动脉造影检查研究,发现 7 例椎动脉异常者(占 2.3%)。异常类型如下:Ⅰ型, C2 节段型椎动脉(C2 segmental type of the VA, 图 10),即椎动脉出 C2 横突孔后并未继续向上进入 C1 横突孔,而是转向内上方,于 C1 和 C2 椎板间进入椎管内,也即于 C1 后弓下方进入椎管内上行,发生率 0.7%(2/300 例)。在进行 C1 侧块螺钉置入时,尤其采用 Geol-Harms 法时,容易损伤之;Ⅱ型,窗口型椎动脉(the duplicated VA, 图 11),即椎动脉出 C2 横突孔后分为 2 支,第 1 支正常走行,另 1 支经 C1 和 C2 椎板间进入椎管后上行,与第 1 支汇合再形成椎动脉颅内段,发生率 1%(3/300 例);Ⅲ型,小脑后下动脉(PICA)起点下移,即椎动脉出 C2 横突孔后即刻发出 1 分支,于 C1 和 C2 椎板间进入椎管,形成 PICA(图 12)。正常 PICA 起始于颅内段椎动脉,发生率 0.7%(2/300 例)。

V3 段除血管行程和分支变异外,最常见的一种情况是 C1 后弓椎动脉沟形成包绕椎动脉的骨桥(图 13)。Hong 等^[15]对 1013 例脑血管病、外伤和脊柱疾病患者做 3D CTA 研究,为了获得正常人群的结果,病例中不包含颈椎区和颈椎先天性骨结构畸形和椎动脉发育不良的患者,结果,患者年龄平均 55.7 岁,C1 后弓骨桥发生率 15.6%,其中男性 19.3%,女性 12.8%,单侧占 57.2%,双侧占 42.8%。不完全型比完全型常见,不完全型的年龄(55.7 岁)比完全型者(57.6 岁)年龄小。根据骨桥的特征分 4 型:Ⅰ型,从上关节突伸出骨性凸起,占 14.0%;Ⅱ型,从后弓伸向上关节突的骨性凸起,占 9.6%;Ⅲ型,分别从上关节突和后弓伸出骨性凸起,占 34.6%;Ⅳ型,完全性骨桥,占 41.7%。V3 段椎动脉变异共 55 例(5.4%),最常见是单侧 C2 节段型椎动脉 39 例(3.8%),双侧者有 8 例(0.8%),有 1 例(0.1%)单侧为 C2 节段型椎动脉,而另一侧是窗口型椎动脉。窗口型椎动脉共 6 例(0.6%),血管变异后此侧 C1 横突孔明显小于对侧。2 例小脑后下动脉(PICA)起点下移。

在寰枢后路固定融合手术时,寰枢侧块螺钉的置入技术有 2 种,一种是经寰枢下关节突置钉,操作区域恰是上述 3 种变异血管经过的位置,如果术中遇到此种椎动脉变异而术前不知,较易损伤。另一种技术是经寰枢后弓入钉,骨桥的形成对椎动脉位置和血供没有影响,但由于在 C1 后弓椎动脉沟处形成宽厚的骨面,对经后弓置入侧块螺钉时入钉点的判断可造成误导,常常偏上,伤及其中的椎动脉。

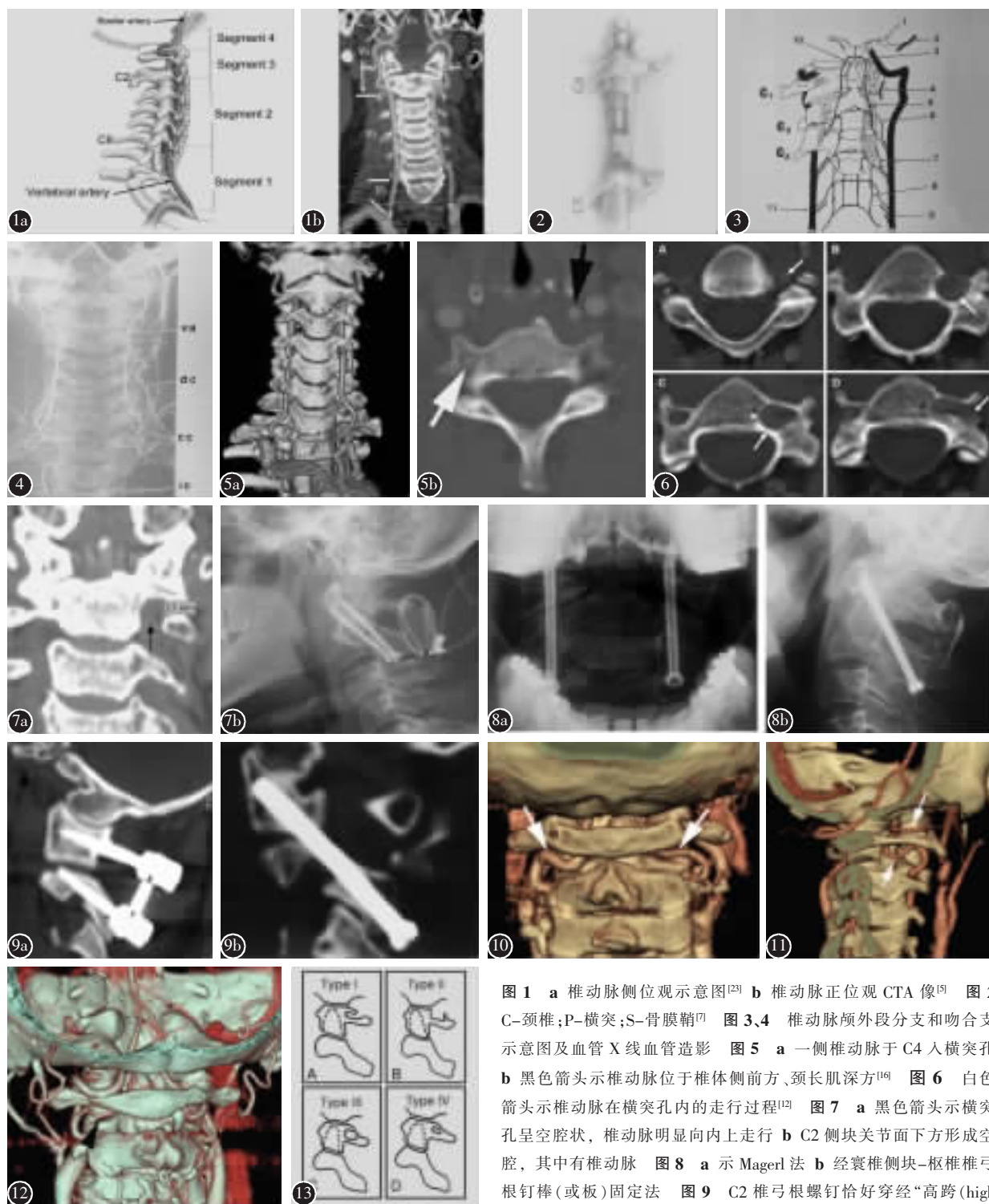


图 1 a 椎动脉侧位观示意图^[23] b 椎动脉正位观 CTA 像^[9] 图 2 C-颈椎;P-横突;S-骨膜鞘^[7] 图 3、4 椎动脉颅外段分支和吻合支示意图及血管 X 线血管造影 图 5 a 一侧椎动脉于 C4 入横突孔 b 黑色箭头示椎动脉位于椎体侧前方、颈长肌深方^[16] 图 6 白色箭头示椎动脉在横突孔内的走行过程^[12] 图 7 a 黑色箭头示横突孔呈空腔状,椎动脉明显向内上走行 b C2 侧块关节面下方形成空腔,其中有椎动脉 图 8 a 示 Magerl 法 b 经寰椎侧块-枢椎椎弓根钉棒(或板)固定法 图 9 C2 椎弓根螺钉恰好穿经“高跨(high riding)”的椎动脉,很容易被伤及 图 10 I 型,C2 节段性椎动脉,椎

动脉于 C2 横突孔出来后未进入 C1 椎间孔横突孔,而是于 C1 和 C2 椎板间进入椎管上行^[15] 图 11 II 型为窗口型椎动脉(the duplicated or fenestrated VA),白色箭头示分叉走行并在椎管内汇合的椎动脉^[15] 图 12 III 型,PICA 低位起始,黑色箭头示 PICA 起始后于寰椎后弓下方进入椎管内^[15] 图 13 4 种类型骨桥,A~C 为不完全型,D 完全型^[15]

3 颅椎区骨结构发育畸形合并椎动脉变异的情况

颅椎区骨结构畸形患者合并椎动脉变异发生率明显高于正常人群。Tokuda 等^[24]报道 21 例颅椎区先天骨结构

畸形患者,其中 8 例合并 2 种或以上骨结构畸形,分别是寰枢关节脱位 14 例,颅底凹陷 11 例,寰椎枕化 5 例,Klippel-Feil 3 例。21 例患者中 4 例合并 C2 节段性椎动

脉, 发生率 19%(4/21 例), 明显高于骨结构正常的人群(2.3%), 与寰椎枕化(3/5 例)和 Klippel-Feil(3/3 例)关系密切。Yamazaki 等^[22]报道 31 例颅椎区疾病患者, 包括齿突小骨、寰椎后弓未闭、齿突骨折、类风湿病、脑瘫、脊髓肿瘤等, 这些患者通过 CTA 检查, 共有 9 例患者合并椎动脉变异, 变异类型包括 C2 节段性椎动脉 2 例, 窗口型椎动脉 2 例, 枢椎椎动脉高跨 5 例。11 例患有先天骨结构畸形患者中 8 例发生椎动脉变异, 即患有先天骨结构畸形者发生率为 72.7%(8/11 例)。Wang 等^[23]报道 36 例寰椎枕骨化畸形患者 CTA 检查结果, 共 72 条椎动脉, 将椎动脉走行分为 4 型: I 型, C1 后弓和侧块下方入椎管, 占 8.3%(6/72 例); II 型, C1 后弓下方和侧块后方入椎管, 占 25%(18/72 例); III 型, 经寰枕间骨孔入颅, 占 61.1%(44/72 例); IV 型: 椎动脉缺如, 占 5.6%(4/72 例)。I 型及 II 型与 C2 节段性椎动脉相似; 而 III 型与正常椎动脉走行相似。

4 参考文献

1. Tumialan LM, Wippold II FJ, Morgan RA. Tortuous vertebral artery injury complicating anterior cervical spinal fusion in a symptomatic rheumatoid cervical spine[J]. Spine, 2004, 29(16): E343-E348.
2. Wright NM, Lauryssen L. 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.
3. Masashi Neo, 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.
4. Bruneau M, Cornelius JF, George B, et al. Anterolateral approach to the V1 segment of the vertebral artery [J]. Neurosurgery, 2006, 58(4 Suppl 2): ONS 215-219.
5. Bruneau M, Cornelius JF, George B, et al. Anterolateral approach to the V2 segment of the vertebral artery [J]. Neurosurgery, 2005, 57(4 Suppl): ONS 262-267.
6. Bruneau M, Cornelius JF, George B, et al. Antero-lateral approach to the V3 segment of the vertebral artery [J]. Neurosurgery, 2006, 58(1 Suppl): ONS 29-35.
7. George B, Cornelius J. Vertebral Artery: surgical anatomy[J]. Operative Techniques in Neurosurgery, 2001, 4(4): 168-181.
8. Sanelli PC, Tong S, Gonzalez RG, et al. Normal variation of vertebral artery on CT angiography and its implications for diagnosis of acquired pathology[J]. J of Comput Assist Tomogr, 2002, 26(3): 462-470.
9. 侯红玲, 闫福岭. 椎动脉优势及其研究进展 [J]. 现代医学, 2010, 38(4): 438-440.
10. Smith AS, Bellon JR. Parallel and spiral flow patterns of vertebral artery contributions to the basilar artery [J]. Am J Neuroradiol, 1995, 16(8): 1587-1591.
11. Perren F, Poggia D, Landis T, et al. Vertebral artery hypoplasia: a predisposing factor for posterior circulation stroke?[J]. Neurology, 2007, 68(22): 65-67.
12. Bruneau M, Cornelius JF, Marneffe V, et al. Anatomical variations of the V2 segment of the vertebral artery[J]. Neurosurgery, 2006, 59(1 Suppl 1): ONS 20-24.
13. Matula C, Trattig S, Tschabitscher M, et al. The course of the prevertebral segment of the vertebral artery: anatomy and clinical significance[J]. Surg Neurol 1997, 48(2): 125-31.
14. Ranganatha SV, Manjunath KY. The course of the V1 segment of the vertebral artery [J]. Ann Indian Acad Neurol, 2006, 9(4): 223-226.
15. Hong JT, Won Lee S, Son BC, et al. Analysis of anatomical variations of bone and vascular structures around the posterior atlantal arch using three-dimensional computed tomography angiography[J]. J Neurosurg Spine, 2008, 8(3): 230-236.
16. Hong JT, Park DK, Michael J, et al. Anatomical variations of the vertebral artery segment in the lower cervical spine: analysis by three-dimensional computed tomography angiography[J]. Spine, 2008, 33(22): 2422-2426.
17. Curylo LJ, Harold C, Mason HM, et al. Tortuous course of the vertebral artery and anterior cervical decompression: a cadaveric and clinical case study[J]. Spine, 2000, 25(22): 2860-2864.
18. 王建华, 尹庆水, 夏红, 等. 枢椎椎动脉孔解剖分型与椎弓根置钉关系的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(9): 677-680.
19. Lau SW, Sun LK, Lai R, et al. Study of the anatomical variations of vertebral artery in C2 vertebra with magnetic resonance imaging and its application in the C1-C2 transarticular screw fixation[J]. Spine, 2010, 35(11): 1136-1143.
20. Masashi N, Matsushita M, Yasushi Iwashita Y, et al. Atlantoaxial transarticular screw fixation for a high-riding vertebral artery[J]. Spine, 2003, 28(7): 666-670.
21. Tokuda K, Miyasaka K, Abe H, et al. Anomalous atlantoaxial portions of vertebral and posterior inferior cerebellar arteries[J]. Neuroradiology, 1985, 27(5): 410-413.
22. Yamazaki M, Koda M, Aramomi M, et al. Anomalous vertebral artery at the extraosseous and intraosseous regions of the craniocervical junction: analysis by three-dimensional computed tomography angiography[J]. Spine, 2005, 30(21): 2452-2457.
23. Wang SL, Wang C, Liu Y, et al. Anomalous vertebral artery in craniocervical junction with occipitalization of the atlas [J]. Spine, 2009, 34(26): 2838-2842.

(收稿日期: 2011-11-07 修回日期: 2011-12-22)

(本文编辑 刘彦)