doi:10.11659/jjssx.02E022049

·基础研究·

椎动脉与横突孔及低位脑神经的解剖学关系研究

李玉茹[1],张松楹[1],李艺文[1],朱 军[2],孙丰刚[3],王洪宾[3],顿爱社[4] (1.山东第一医科大学口腔医学院2019级口腔医学本科专业,山东 泰安 271000;2.山东第一医科大学口腔医学院2018级口腔医学本科专业,山东 泰安 271000;3.山东第一医科大学临床与基础医学院人体解剖学教研室,山东 泰安 271000;4.山东第一医科大学口腔医学院口腔基础医学教研室,山东 泰安 271000)

[摘 要] **目的** 通过观察并测量椎动脉与横突孔,椎动脉及小脑下后动脉与低位脑神经的相关数据,从解剖学角度探讨颈椎病与高血压的相关性。**方法** 解剖成人尸体头颈部标本20例,观察椎动脉与横突孔之间的位置关系,椎动脉及小脑下后动脉与低位脑神经的位置关系,测量相关数据。**结果** 椎动脉自C_6横突孔进入者有38条(95.00%),2条(5.00%)异常,自左侧C_5横突孔进入。椎动脉与Ⅺ、Ⅻ脑神经接触,与Ⅸ、Ⅹ脑神经不接触者左侧15例(75.00%),右侧13例(65.00%)。小脑下后动脉压扁径左侧平均(2.23±0.41)mm,右侧平均(2.09±0.37)mm,小脑下后动脉行程较为迂曲,与低位脑神经关系密切,但接触形式不固定。**结论** 椎动脉横突段位置较为固定,多位于横突孔内侧,颈椎骨性结构与椎动脉密切接触,该结构变化易压迫椎动脉。椎动脉、小脑下后动脉多与低位脑神经接触,关系密切。

[关键词] 椎动脉;小脑下后动脉;横突孔;Ⅸ~Ⅻ脑神经;解剖

[中图分类号] R322.8 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-02-16

Anatomical relationship between vertebral artery and transverse foramen and lower cranial nerves

LI Yu-ru[1], ZHANG Song-ying[1], LI Yi-wen[1], ZHU Jun[2], SUN Feng-gang[3], WANG Hong-bin[3], DUN Ai-she[4] (1. Grade 2019, Bachelor of Stomatology, College of Stomatology, Shandong First Medical University, Taian Shandong 271000, China; 2. Grade 2018, Bachelor of Stomatology, College of Stomatology, Shandong First Medical University, Taian Shandong 271000, China; 3. Department of Human Anatomy, College of Clinical and Basic Medical Sciences, Shandong First Medical University, Taian Shandong 271000, China; 4. Department of Preclinical Stomatology, College of Stomatology, Shandong First Medical University, Taian Shandong 271000, China)

Abstract: Objective To explore the correlation between cervical spondylosis and hypertension from the perspective of anatomy by observing and measuring the relevant data of vertebral artery and transverse foramen, vertebral artery, posterior inferior cerebellar artery and lower cranial nerves. **Methods** A total of 20 head and neck specimens from adult cadavers were dissected, and the positional relationship between vertebral artery and transverse foramen as well as the positional relationship between vertebral artery, posterior inferior cerebellar artery and lower cranial nerves were observed, and the relevant data were measured. **Results** A total of 38 vertebral arteries (95.00%) entered from the C_6 transverse foramen, and 2 vertebral arteries (5.00%) were abnormal, which entered from the left C_5 transverse foramen. The vertebral artery was in contact with the Ⅺ and Ⅻ cranial nerves, but not in contact with the Ⅸ and Ⅹ cranial nerves in 15 cases (75.00%) on the left side and 13 cases (65.00%) on the right side. The average flattening diameter of the posterior inferior cerebellar artery was (2.23±0.41) mm on the left side and (2.09±0.37) mm on the right side. The course of posterior inferior cerebellar artery was relatively tortuous and closely related to the lower cranial nerves, but the contact form was not fixed. **Conclusion** The transverse process segment of vertebral artery is relatively fixed, mostly located inside the transverse foramen. The bony structure of cervical vertebra is closely contact with the vertebral artery, which is easy to compress the vertebral artery. Vertebral artery and posterior inferior cerebellar artery are mostly in contact with the lower cerebral nerves, which are closely related.

Keywords: vertebral artery; posterior inferior cerebellar artery; transverse foramen; Ⅸ to Ⅻ cranial nerves; anatomy

---

[基金项目] 省级大学生创新创业训练计划项目(S202110439077);泰安市科技发展计划(引导计划)项目(2018NS0119;2018NS0200)

[通信作者] 顿爱社,E-mail:das1977@163.com;王洪宾,E-mail:wanghongbinsd1981@126.com

有研究表明,约30%的高血压与颈椎病关系密切,两者常一并发生[1]。有学者提出了骨性压迫学说,当长期低头、伏案工作时,颈椎长期劳损,易发生周围局部骨质增生钙化、椎间盘突出等变化,引起颈椎横突孔狭窄,刺激或压迫椎动脉,进而导致椎动脉痉挛,脑部供血不足,出现椎动脉型颈椎病的临床症状[2-3]。由于椎动脉毗邻解剖结构复杂,在颈椎病基础上,椎动脉血管粗大,其分支小脑下后动脉走行迂曲,易压迫低位脑神经,诱发神经性血压升高,椎动脉型颈椎病常引发颈源性高血压[4-5]。也有研究认为,高血压可能引起颈椎病,其发病机制为血压升高导致微血管长期痉挛、狭窄,加之血管内皮细胞及基底膜受损,使椎动脉受累,动脉壁增厚,管腔缩小甚至闭塞,造成颈椎及其周围组织的血液供应障碍,从而引起椎间盘、关节软骨和韧带等组织的退行性改变,刺激颈椎骨关节增生[6]。目前,颈椎病和高血压的相关研究一直是国内外的研究热点,但将二者结合起来的基础研究较少。为进一步探究两者之间的关系,本课题组对椎动脉与横突孔及低位脑神经的关系进行解剖学研究,旨在从形态学角度为颈椎病和高血压的病因病理研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 设备和材料

常规手术器械、脚灯、游标卡尺(德国美耐特®)、外科手术摆锯(RA-Ⅱ型摆锯)、托盘、固定架、高清数码相机(佳能® EOS 800D)。完整成人尸体头颈部标本20例(年龄和性别难以准确判定)来自山东第一医科大学口腔医学院。

1.2 方法

实验1,椎动脉横突段与横突孔之间的位置关系研究:于颈部正中线处,用手术刀纵行切开皮肤,逐层分离显露皮肤、浅深筋膜、肌肉等,切除横突间前后壁的软组织,显露椎动脉,探查椎动脉入横突孔处,观察椎动脉在横突孔里的走行位置,用游标卡尺测量横突孔内椎动脉的压扁径(起始管径和终末管径)和C_1~C_6横突孔孔径(横径和矢径),高清数码相机留取高清解剖图片。

实验2,椎动脉、小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经的解剖学关系研究:在胸锁乳突肌前缘上中1/3与斜方肌前缘中下1/3处暴露副神经;切开颈鞘,分别向两侧牵拉颈内静脉、颈总动脉、颈内动脉,充分暴露迷走神经;于迷走神经和副神经、颈内外动脉的前下暴露舌咽神经;在二腹肌后腹深面探查、显露舌下神经。使用器械锯沿两侧眉弓、外耳门上缘及枕外隆突上1.0 cm水平面锯开颅骨,剥离颅盖内面硬脑膜并去除颅盖骨,去除后部颅骨骨质。在面部沿两侧颧弓中点垂直面锯开面颅,使用骨钳去除颈椎棘突以及部分椎弓板,暴露小脑延髓腹面观,解剖过程中应注意保护神经根、椎动脉、延髓及小脑。观察脑底小脑延髓部椎动脉颅内段、小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经的关系,椎动脉颅内段与延髓的关系,使用游标卡尺测量相关数据,高清数码相机留取高清解剖图片。

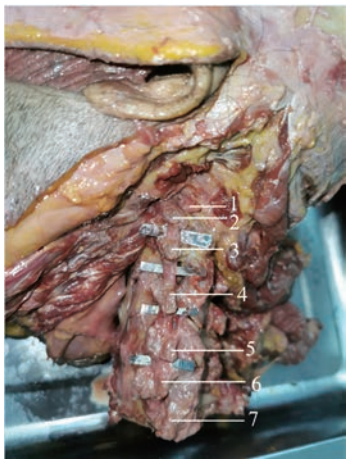
1.3 统计学分析

实验所得数据使用SPSS 26.0软件进行统计学分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用t检验,计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验。$P<0.05$表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 椎动脉横突段与横突孔之间的位置关系

椎动脉起自锁骨下动脉第一段上壁,沿前斜角肌内侧缘,于颈总动脉后方向后上行,经C_1~C_6横突孔,在寰椎处向后内侧弯曲,经椎动脉沟进枕骨大孔后进入颅内,在脑桥下缘与两条椎动脉汇合,形成基底动脉并参与椎基底动脉系。椎动脉根据其行程可分为4段,实验1研究的为横突段(图1),也称第2段,是椎动脉自C_6横突孔下缘至C_2横突孔上缘上升的一段[7],因此椎动脉横突孔及其邻近的骨性结构可直接压迫椎动脉,影响其血流量[8],测量该段椎动脉压扁径,经比较,两侧管径差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。椎动脉多自C_6横突孔进入(38条,占95.00%),2条



1:左侧椎动脉;2:寰椎横突;3:枢椎横突;4:C_3横突;5:C_4横突;6:C_5横突;7:C_6横突

图1 椎动脉横突段与横突孔的位置关系

异常,于左侧 C_5 横突孔进入,椎动脉因被纤维结缔组织包裹,位置较为固定,多位于内侧。

所有颈椎横突均有横突孔,形状不一,其中以椭圆形最为常见。C_1 ~ C_6 两侧横突孔孔径比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2、3。

表 1 两侧椎动脉横突段血管压扁径比较($\bar{x}\pm s$,$n=20$,mm)

侧别	起始管径	终末管径
左侧	4.87 ±0.98	4.68 ±1.02
右侧	4.72 ±0.77	4.56 ±0.92
t	0.538	0.391
P	0.594	0.698

表 2 C_1 ~ C_6 两侧横突孔横径比较($\bar{x}\pm s$,$n=20$,mm)

侧别	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
左侧	6.18 ±0.70	5.87 ±0.40	6.37 ±0.33	6.39 ±0.43	6.15 ±0.54	6.17 ±0.82
右侧	6.03 ±0.79	5.65 ±0.48	6.23 ±0.46	6.26 ±0.50	6.04 ±0.50	6.09 ±0.88
t	0.635	1.574	1.105	0.881	0.668	0.297
P	0.528	0.123	0.275	0.383	0.507	0.767

表 3 C_1 ~ C_6 两侧横突孔矢径比较($\bar{x}\pm s$,$n=20$,mm)

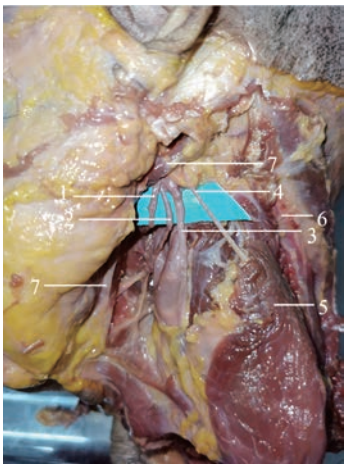
侧别	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
左侧	6.66 ±0.81	5.32 ±0.46	5.53 ±0.45	5.58 ±0.60	5.94 ±0.61	6.01 ±0.93
右侧	6.45 ±0.85	5.08 ±0.40	5.32 ±0.61	5.40 ±0.53	5.65 ±0.49	5.77 ±0.89
t	0.799	1.760	1.238	1.005	1.657	0.833
P	0.428	0.086	0.222	0.321	0.105	0.409

2.2 椎动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经、延髓的位置关系

Ⅸ~Ⅻ脑神经包括舌咽神经、迷走神经、副神经和舌下神经,通常称为低位脑神经(图 2、3)。舌咽神经、迷走神经、副神经从延髓后外侧沟向外侧发出进入颈静脉孔,舌下神经由延髓前外侧沟发出,从舌下神经管出颅,绕迷走神经后外侧,在茎突舌骨肌及二腹肌后腹深面急转下行,二腹肌后腹下缘舌下神经呈弓形转向前上,越过颈内颈外动脉前侧、舌骨舌肌外侧前上行,经二腹肌肌腱及茎突舌骨肌深面入下颌下三角。

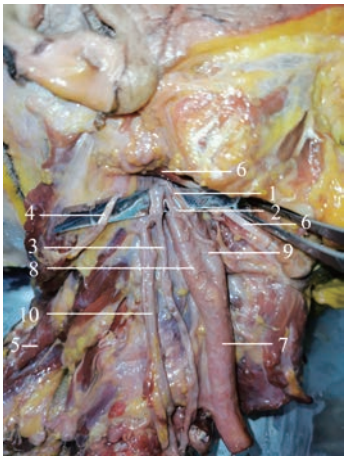
椎动脉自穿寰椎横突孔后,进入椎动脉第三段,走行于寰椎上的椎动脉沟,穿寰枕后膜进入椎管。椎动脉第四段穿硬脑膜向内侧斜行,走行于延髓与低位脑神经前方,并与其神经根丝接触(图 4)。经比较,两侧椎动脉与低位脑神经接触差异无统计学意义($P>0.05$),见表 4。椎动脉与Ⅺ、Ⅻ脑神经接触,与Ⅸ、Ⅹ脑神经不接触者左侧 15 例(75.00%),右侧 13 例(65.00%)。

延髓位于脑干最下方、小脑正前方,形似一个倒置的锥体,下方约在第 1 颈神经根处与脊髓相接,二者分界不明显。椎动脉穿硬脊膜后,向延髓腹侧走行,左右两支在延髓腹侧汇合成椎—基底动脉,双侧椎动脉不对称者较多(75.00%),对称者较少(25.00%)。左侧椎动脉与延髓腹侧相接触 15 例(75.00%),右侧椎动脉不与延髓腹侧接触 15 例(75.00%)。



1:舌咽神经(Ⅸ脑神经);2:舌下神经(Ⅻ脑神经);3:迷走神经(Ⅹ脑神经);4:副神经(Ⅺ脑神经);5:胸锁乳突肌;6:斜方肌;7:二腹肌后腹

图 2 Ⅸ~Ⅻ脑神经的位置关系



1:舌咽神经(Ⅸ脑神经);2:舌下神经(Ⅻ脑神经);3:迷走神经(Ⅹ脑神经);4:副神经(Ⅺ脑神经);5:斜方肌;6:二腹肌后腹;7:颈总动脉;8:颈内动脉;9:颈外动脉;10:颈内静脉

图 3 Ⅸ~Ⅻ脑神经的位置关系及其周围毗邻结构



1:大脑;2:大脑前动脉;3:小脑上动脉;4:基底动脉;5:左小脑下后动脉;6:椎动脉;7:延髓;8:舌下神经(Ⅻ脑神经);9:副神经(Ⅺ脑神经);10:右小脑下后动脉;11:迷走神经(Ⅹ脑神经);12:舌咽神经(Ⅸ脑神经);13:小脑下前动脉;14:脑桥动脉;15:动眼神经(Ⅲ脑神经);16:大脑中动脉;17:视神经(Ⅱ脑神经)

图 4 椎动脉、小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经的位置关系及其周围毗邻结构

表 4 椎动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经关系比较[例(%),$n=20$]

侧别	与Ⅺ、Ⅻ脑神经接触,与Ⅸ、Ⅹ脑神经不接触	仅与Ⅺ脑神经接触	与Ⅸ~Ⅻ脑神经均接触	与Ⅸ~Ⅻ脑神经均不接触
左侧	15(75.00)	3(15.00)	1(5.00)	1(5.00)
右侧	13(65.00)	2(10.00)	2(10.00)	3(15.00)
χ^2	0.476	0.228	0.360	1.111
P	0.490	0.632	0.548	0.291

2.3 小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经的位置关系

小脑下后动脉主要由椎动脉发出,左右各一,是椎动脉在颅内段的最大分支[9]。小脑下后动脉细长,行程较为迂曲,呈“S”形,经Ⅺ、Ⅻ脑神经至延髓后外侧,于小脑扁桃体下端转折,沿延髓后侧上行至第 4 脑室顶,而后弯向内侧,沿小脑扁桃体内侧向后下进入小脑段[10]。小脑下后动脉压扁径左侧(2.23±0.41)mm,右侧(2.09±0.37)mm。小脑下后动脉发出位置椎动脉压扁径左侧(4.34±0.52)mm,右侧(4.03±0.48)mm。小脑下后动脉距左右椎动脉汇合处左侧(18.97±3.46)mm,右侧(20.12±3.68)mm。小脑下后动脉与低位脑神经关系密切(图 4),但接触形式不固定,75.00%(30/40)小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经有接触,52.50%(21/40)小脑下后动脉与多组(2 组及以上)脑神经有接触,7.50%小脑下后动脉缺如;经比较,两侧小脑下后动脉与低位脑神经接触差异无统计学意义($P>0.05$),见表 5。小脑下后动脉自发出至延髓的距离左侧(31.36±4.87)mm,右侧(27.14±4.42)mm。

表 5 小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经关系比较[例(%),$n=20$]

侧别	与Ⅸ~Ⅻ脑神经均接触	与Ⅸ~Ⅻ脑神经均不接触	仅与Ⅹ脑神经接触	仅与Ⅺ脑神经接触	与Ⅸ、Ⅹ脑神经接触	与Ⅹ、Ⅺ脑神经接触	与Ⅺ、Ⅻ脑神经接触	与Ⅸ、Ⅹ、Ⅻ脑神经接触	小脑下后动脉缺如
左侧	2(10.00)	5(25.00)	2(10.00)	3(15.00)	0(0)	1(5.00)	2(10.00)	3(15.00)	2(10.00)
右侧	3(15.00)	2(10.00)	1(5.00)	3(15.00)	3(15.00)	0(0)	5(25.00)	2(10.00)	1(5.00)
χ^2	0.228	0.625	0.360	0.000	3.243	1.025	1.558	0.228	0.360
P	0.632	0.211	0.548	1.000	0.071	0.311	0.211	0.632	0.548

3 讨论

3.1 椎动脉横突段与横突孔之间的位置关系及其临床意义

本研究结果显示,椎动脉左右各一,自锁骨下动脉沿前斜角肌内侧上行于胸膜顶前侧,被纤维结缔组织包裹穿经 C_6及以上的所有横突孔,在寰椎侧块后方逐渐向内侧弯曲,经枕骨大孔入颅,在脑桥的下缘与对侧的椎动脉汇合形成基底动脉,位置固定,多位于内侧。李春阳[11]和孙明元等[12]的研究表明,除 C_1外,C_2~C_6横突孔均呈横椭圆形,横突孔横径大于矢径,而 C_1以纵椭圆形为主,横突孔横径小于矢径,C_3、C_4横突孔横径最大,C_1横突孔矢径最大,C_2~C_6横突孔矢径逐渐增大,本研究测量数据与之基本一致。综上,横突孔邻近的组织、骨性结构改变以及横突孔孔径的改变都可影响椎动脉血流量。

椎动脉型颈椎病是颈椎病的常见类型之一,其发病可能与颈椎的骨性压迫有关。椎动脉解剖位置特殊,当颈椎因椎间盘退变、关节内骨质增生、周围韧带松弛等各种病变导致横突孔狭窄时,可造成骨性组织对椎动脉横突段的压迫变形,引起椎—基底动脉供血不足,出现椎动脉型颈椎病的临床症状。椎动脉受压,局部血供减少,加快了颈椎的退变,从而形成一种恶性循环[13]。与此相关的颈源性高血压也常伴随椎动脉型颈椎病的发生,长期不良姿势伏案工作可使颈椎过度屈曲、退变加重,致椎动脉长期受压,进而压迫低位脑神经和延髓,引起神经性高血压,其主要特点是血压伴随椎动脉型颈椎病发作而升高[4]。

3.2 椎动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经、延髓的位置关系及其临床意义

椎动脉硬膜下段穿透硬脑膜向内侧倾斜,位于延髓的前侧,在靠近延髓侧、Ⅸ~Ⅻ脑神经根丝的前方纵

向走行,与之呈前后交叉。本研究结果显示,两侧椎动脉均与Ⅺ、Ⅻ脑神经接触较多,与Ⅸ、Ⅹ脑神经几乎不接触(左右侧分别为75.00%、65.00%)。因此,椎动脉对Ⅺ、Ⅻ脑神经影响相对较大。椎动脉粗大,弯曲较少,当出现高血压时,椎动脉压升高,痉挛搏动的幅度增加,可能会对上述脑神经发生压迫[14],从而产生斜方肌麻痹和舌体偏斜等症状,甚至引起畸形或严重功能障碍。随着年龄的增长,椎动脉逐渐发生动脉粥样硬化,使血管壁的弹性减小、管腔变厚,脑部松弛对神经的支撑减小,周围组织形态发生改变,对血管神经产生挤压;或者动脉本身存在发育问题时,动脉的血管更加扭曲、延长、僵硬,易压迫Ⅸ~Ⅻ脑神经,甚至存在多重压迫的风险。因此,老年高血压患者很可能同时伴随相应的神经功能障碍。

本研究结果显示,两侧椎动脉均倾向于沿延髓腹外侧走行,双侧椎动脉不对称者较多(75.00%),左侧椎动脉与延髓腹侧接触较多(75.00%),右侧椎动脉不与延髓腹侧接触较多(75.00%),这可能是因为右侧椎动脉较左侧椎动脉位置偏后。双侧椎动脉不对称可能造成双侧血流量不对称,导致缺血性眩晕、缺血侧小脑梗死、脑干细胞凋亡等其他疾病的发生;单侧延髓腹侧受压可导致椎动脉延髓压迫综合征,压迫位置不同可出现不同的临床症状[15]。

3.3 小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经的位置关系及其临床意义

小脑下后动脉变异较多,其形态细长迂曲,大体呈“S”形,血流速度较慢,在临床上是血栓或栓塞的好发部位。本研究结果显示,75.00%小脑下后动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经有接触,52.50%的小脑下后动脉与多组(2组及以上)脑神经接触,与脑神经关系密切;少数(7.50%)可发现小脑下后动脉缺如,这可能是胚胎时期小脑下后动脉发育不全造成的。迷走神经根丝较多,因此更容易受小脑下后动脉压迫,产生原发性高血压[16]。副神经出颅后行向后外,经颈内静脉后方,于乳突下方3.5 cm处穿入胸锁乳突肌上部深面,从胸锁乳突肌后缘中点稍上浅出,后从斜方肌前缘中下1/3交界处进入斜方肌深面,副神经受到刺激,可能造成斜方肌及胸锁乳突肌痉挛,引起斜颈,这在一定程度上解释了部分高血压伴颈部症状的原因。

综上所述,本实验通过对椎动脉、小脑下后动脉与低位脑神经的位置关系进行解剖观察,从解剖学角度为骨性结构压迫椎动脉进而引发椎动脉型颈椎病、颈源性高血压,颈源性高血压可导致椎动脉高压后压迫毗邻低位脑神经,引发一系列临床症状提供依据,为临床制定相关疾病的治疗方案提供思路。但本研究标本数量偏少,可能存在部分数据误差。在今后的研究中,应增加解剖标本数量,使得实验数据更加准确可信。

[参考文献]

[1] 王慧凯,姜学连.颈源性高血压的发病及治疗体会[J].滨州医学院学报,2020,43(1):75-78.doi:10.19739/j.cnki.issn1001-9510.2020.01.021.

[2] 史 达,孙银娣,张平安,等.椎动脉型颈椎病发病机制的中西医研究进展[J].颈腰痛杂志,2011,32(1):60-61.doi:10.3969/j.issn.1005-7234.2011.01.018.

[3] 孙希化.椎动脉型颈椎病的应用解剖学特点[J].中国老年学杂志,2012,32(17):3661-3663.doi:10.3969/j.issn.1005-9202.2012.17.019.

[4] 赖春柏,段俊峰.颈源性高血压实验研究进展[J].颈腰痛杂志,2009,30(1):75-77.doi:10.3969/j.issn.1005-7234.2009.01.026.

[5] 于 娟,赵晓平,范小璇,等.颈源性高血压病因病理研究进展[J].实用心脑肺血管病杂志,2021,29(1):128-133.doi:10.12114/j.issn.1008-5971.2021.01.025.

[6] 包春宇,刘兆强.颈源性高血压的认识与治疗[J].中国疗养医学,2010,19(4):333-334.doi:10.3969/j.issn.1005-619X.2010.04.035.

[7] 王炳洋.正常椎动脉解剖特点及其变异概括[J].科学技术创新,2019,23(8):47-48.doi:10.3969/j.issn.1673-1328.2019.08.028.

[8] 陈维佩,林志明.椎动脉的解剖研究进展[J].局解手术学杂,2003,12(2):148-150.doi:10.11659/jjssx.1672-5042.200302031.

[9] 佟 鑫,贾若楠,高 锐,等.小脑下后动脉在枕骨大孔区的解剖学研究[J].局解手术学杂志,2020,29(1):10-13.doi:10.11659/jjssx.04E019082.

[10] 田维东,彭龙锋,祝绍磊,等.小脑动脉与三叉神经根毗邻关系的应用解剖[J].中国临床解剖学杂志,2020,38(6):625-628.doi:10.13418/j.issn.1001-165x.2020.06.001.

[11] 李春阳.颈椎横突孔径线测量值与椎动脉颅内段粥样硬化斑块形成的关系探讨[D].承德:承德医学院,2020.

[12] 孙明元,裴守明.颈椎横突孔的临床应用解剖[J].中国解剖与临床,2000,5(3):164.

[13] 刘智勇,郝阳泉.椎动脉型颈椎病的病因病机研究进展[J].实用中西医结合临床,2015,15(4):88-90.doi:10.13638/j.issn.1671-4040.2015.04.053.

[14] 杜心如,孔祥玉,郭 森,等.椎动脉与Ⅸ~Ⅻ脑神经毗邻关系的解剖及其临床意义[J].中国临床解剖学杂志,2020,38(1):1-5.doi:10.13418/j.issn.1001-165x.2020.01.001.

[15] 李向哲,许攀攀,赵晓萌,等.椎动脉压迫延髓锥体交叉致四肢轻瘫1例[J].中国卒中杂志,2020,15(9):1018-1021.doi:10.3969/j.issn.1673-5765.2020.09.018.

[16] 王 煜,陈 坚,吴开华,等.Ⅸ Ⅹ Ⅺ脑神经和颈静脉孔的显微解剖研究[J].中国临床解剖学杂志,2004,22(3):237-239.doi:10.3969/j.issn.1001-165X.2004.03.004.

(编辑:贺绍梅)