doi:10.11659/jjssx.08E017007

·基础研究·

眶外侧锁孔入路颈内动脉眼动脉段的应用解剖研究

马草原,刘希光,李爱民,张洪伟,孙 勇 (徐州医科大学附属连云港医院神经外科,江苏 连云港 222002)

[摘 要] **目的** 研究眶外侧锁孔入路颈内动脉眼动脉段的解剖结构特点及手术意义。**方法** 15 例(30 侧)经甲醛固定的国人成年尸体头颅标本,其中 2 例标本为新鲜经红蓝乳胶灌注,模拟眶外侧锁孔入路开颅,手术显微镜下观察颈内动脉眼动脉段的形态特点、毗邻关系及重要的穿支结构,离断人脑取出脑组织后测量相关数据。**结果** 颈内动脉眼动脉段起于海绵窦顶壁远侧硬膜环,止于后交通动脉起始处近侧,其前半段被前床突和视神经阻挡,常发出纤维结构与周围组织牵连。眼动脉起点位于前床突尖端前方 5 mm 范围内 28 侧(82.4%),床突内侧 5 mm 范围内 22 侧(64.7%),垂体上动脉可发出 2~3 级穿支血管供应视神经、视交叉的下前方和垂体柄。**结论** 经眶外侧锁孔入路处理鞍区病变,特别是夹闭颈内动脉眼动脉段动脉瘤时,应熟练掌握该处的解剖结构特点,注重穿支血管的保护,对于患者预后具有重要的临床意义。

[关键词] 眶外侧锁孔;颈内动脉;眼动脉段;显微解剖

[中图分类号] R323.1 [文献标识码] A [收稿日期] 2017-08-06

Microsurgical anatomy of ophthalmic segment of internal carotid artery by the lateral orbital keyhole approach

MA Cao-yuan, LIU Xi-guang, LI Ai-min, ZHANG Hong-wei, SUN Yong (Department of Neurosurgery, Lianyungang Hospital Affiliated to Xuzhou Medical University, Lianyungang Jiangsu 222002, China)

Abstract: Objective To study the anatomical features and operative significance of ophthalmic segment of internal carotid artery by the lateral orbital keyhole approach. **Methods** Selected 15 cases (30 sides) adult cadavers with formalin perfusion including 2 fresh cadavers perfused with red and blue latex and simulated by lateral orbital keyhole craniotomy. Surgical microscope was used to observe the morphological characteristics, adjacent relaionship and important perforating vessels of the ophthalmic artery segment of internal carotid artery. The data measured after the brain was removed from the brain. **Results** The ophthalmic segment of internal carotid artery originated from the distal dura ring of upper cavernous sinus sphenoidalis and ended at the initial side of posterior communicating artery. The anterior half segment was blocked by the anterior process and the optic nerve and sent out fibrous structures to wrap the surrounding tissue. The starting point of ophthalmic artery located at 5 mm of anterior end of the anterior process in 28 sides (82.4%), 5 mm of the medial aspect of the anterior process in 22 sides (64.7%). The superior hypophyseal artery (SHA) could send 2 to 3 grades of perforating vessels to supply the anterior optic nerve, optic chiasma and pituitary stalk. **Conclusion** When we treat sellar region lesions by the lateral orbital keyhole approach, especially for clipping the aneurysm at the ophthalmic segment, we should expertly master the anatomical features of ophthalmic segment of internal carotid artery, focus on protecting these perforating vessels, and it has important clinical significance for the prognosis of the patients.

Keywords: lateral orbital keyhole approach; internal carotid artery; ophthalmic artery segment; microanatomic

随着颅底显微外科的发展,颅内动脉瘤夹闭的手术方法趋于锁孔化[1-2]。眶外侧锁孔(latral orbital keyhole, LOK)入路是颅底显微神经外科常用的锁孔入路之一,目前主要应用该入路夹闭颅内前循环动脉瘤[3-4]。颈内动脉眼动脉段,即 C_6 段(从海绵窦顶壁远侧硬膜环到后交通动脉起始处之间的颈内动脉),是经 LOK 入路下重要的解剖学结构。近年来国外对于眼动脉段的解剖研究大都局限在眼动脉的大体解剖观察[5-6],例如眼动脉的起点、变异、与周围结构的关系等,并未做到精细的锁孔化研究,且颈内动脉眼动脉段动脉瘤与眼动脉、垂体上动脉、颅内段视神经、视交叉、前床突及其周围的硬脑膜皱襞关系密切[7],为经 LOK 手术带来极大的挑战。为此,本文选取 15 例尸体头颅标本经 LOK 对颈内动脉眼动脉段进行显微解剖研究,探讨其手术应用价值,现报告如下。

1 材料与方法

1.1 材料

15 例(30 侧)10% 甲醛固定的国人成年尸体头颅标本(由徐州医科大学附属连云港医院颅底解剖实验室提供),其中 2 例(4 侧)新鲜头颅标本的双侧颈内动脉和椎动脉经红色乳胶灌注,颈内静脉经蓝色乳胶灌注。实验设备及器械:Leica 手术显微镜、显微成像系

[基金项目] 连云港市科技局社会发展重点项目(SH1534)

[通信作者] 刘希光,E-mail:lyglxg@sina.com

统、三钉头架、解剖台、高速电动磨钻、常规开颅手术器械、脚规、游标卡尺(精确度 0.02 mm)、光学显微镜、测微计(精确度 0.01 mm)、相机等。

1.2 方法

模拟 LOK 开颅。头颅备皮后取仰卧位,头部抬高 10°~15°,向对侧旋转 15°~20°,侧屈 5°~15°使额颧突处于最高点,固定在三钉头架上。切口设计在眶外侧皮纹中,以额颧突为中心,鬓发际前缘约 4 cm,切开长 5~6 cm 的弧形切口(图 1a),切开少许颞肌前上部,牵开全层头皮,皮瓣翻向前下并用拉钩暴露额颧突。额骨角突处钻 1 个孔,游离约 3.5 cm×2.5 cm 的椭圆形骨窗。咬除额骨时需向后内侧倾斜,磨平颅底骨窗前缘时,注意避免损伤眶后壁,为扩大观察视角尽量磨平蝶骨嵴,注意颅底不留骨檐。弧形剪开硬脑膜并临时悬吊。骨窗下用脑牵开器抬起额叶,侧裂位于骨窗后缘,手术显微镜下锐性分离视交叉池、颈内动脉池及侧裂池,充分暴露颈内动脉眼动脉段。手术显微镜下对颈内动脉眼动脉段及其周围结构进行显微解剖观察,并进行拍照,完成操作后离断人脑后取出脑组织,对游离脑组织的颈内动脉眼动脉段的穿支血管进行解剖测量,并观察其分布情况。

1.3 统计学方法

将所得数据录入 Microsoft Excel 及 SPSS 21.0 统计软件进行统计学分析,结果以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 颈内动脉眼动脉段

颈内动脉眼动脉段起于海绵窦顶壁远侧硬膜环,止于后交通动脉起始处近侧(图 1b)。经 LOK 抬起额叶,沿同侧蝶骨嵴或眶顶斜外侧方向暴露颈内动脉眼动脉段,其走行部位介于同侧颅内段视神经外侧缘及前床突内侧缘,且与视神经相交成锐角,是颈内动脉间隙即手术第二间隙的一部分,其终末端后外侧下方紧邻后交通动脉。本实验测得眼动脉段外径(4.57±0.64)mm,长度(7.81±2.16)mm,约占整个颈内动脉床突上段(15.38±2.89)mm 的一半。

2.2 毗邻关系

颈内动脉眼动脉段的前半部被前床突和视神经阻挡,对于该段的暴露,可通过磨除前床突,剪开硬膜向下翻折,覆盖视神经和颈内动脉,按需打开视神经管外侧壁,稍牵开视神经。颈内动脉眼动脉段表面覆盖的蛛网膜与前床突和前岩床皱襞的蛛网膜相延续,颈内动脉眼动脉段前上面或(和)外侧面可发出纤维网膜,向内侧方附于视神经前段的下表面与鞍隔上的蛛网膜,参与形成颈动脉池-外侧裂池隔膜[8]。

2.3 经 LOK 手术入路眼动脉的起点

眼动脉多起自颈内动脉穿硬脑膜上弯曲的顶部偏内侧,按照 Huynh[9] 分类方法,我们取出脑组织验证。起自硬膜下的 14 侧(46.7%),起自远侧硬膜环上的 10 侧(33.3%),6 侧在床突段(20%),未发现起自海绵窦段和脑膜中动脉。经 LOK 观察同侧眼动脉被前床突上外侧壁和同侧视神经阻挡,临床上常磨除 5 mm 范围内的前床突显露眼动脉瘤。我们测量发现,眼动脉起点位于前床突尖端前方 5 mm 范围内 28 侧(82.4%),床突内侧 5 mm 范围内 22 侧(64.7%)。但对于观察对侧眼动脉的起点,经 LOK 需解剖对侧视神经至镰状韧带下面视神经出颅口处,稍牵开视神经内侧缘(图 1c),大部分经第一间隙可显露对侧眼动脉的起始部。

2.4 颈内动脉眼动脉段重要穿支血管的测量

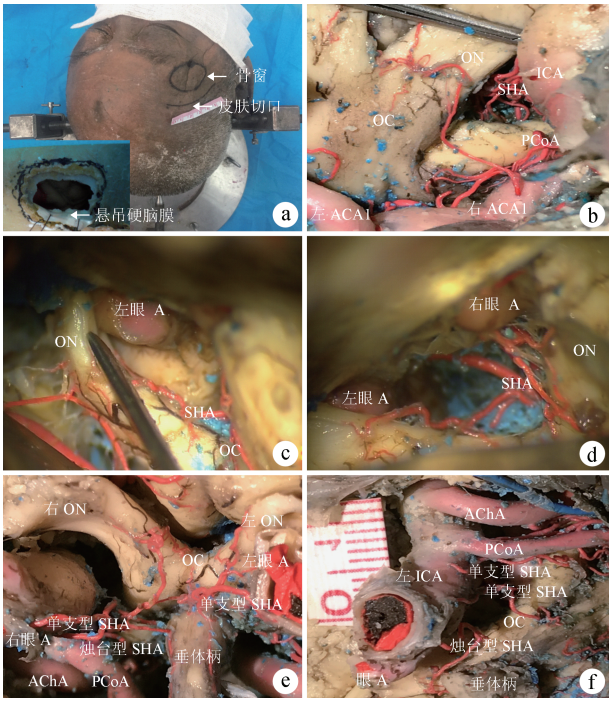
垂体上动脉(superior hypophyseal artery,SHA)起自颈内动脉眼动脉段的内侧、后内侧方,是该部最重要的穿支血管,与眼动脉关系密切(图 1d)。SHA 沿颈内动脉内侧面呈近直角悬空 2.87~4.53 mm 后经视交叉外侧壁或灰结节漏斗下方走行,远端可发出数条分支分布于视交叉后部、乳头体、灰结节及垂体柄。Krisht 等[10] 将 SHA 分为单支型和烛台型。我们解剖发现,30 侧标本中单支型 37 支,占 62.7%;烛台型 22 支,占 37.3%(表 1)。单支型主干较长,发出到达垂体柄周围时分出细小的亚支,烛台型 SHA 主干较短,发出烛台样分支就近分布视交叉下前缘、垂体柄,并有一固定返支沿同侧视神经上内侧方走行。上述 2 种 SHA 均可与对侧 SHA 相互吻合形成初级毛细血管丛,吻合后可发出 2~3 级微血管进入 OC 实质,部分发出的吻合支向视交叉前缘与视神经上方的穿支之间形成血管网,向后可环绕漏斗与后交通动脉发出的漏斗动脉构成“衣领式”吻合,视神经、视交叉、漏斗和垂体有着同一供血来源[11],见图 1e、f。

表 1 垂体上动脉的总数、分型数量、长度、管径($n=15$,$\bar{x} \pm s$)

侧别	总数(支)	单支型(支)	烛台型(支)	长度(mm)	起始部管径(mm)
左侧	28	1.27±0.70	0.60±0.63	10.98±1.23	0.31±0.08
右侧	31	1.20±0.68	0.87±0.52	11.44±1.10	0.31±0.07

2.5 临床典型病例

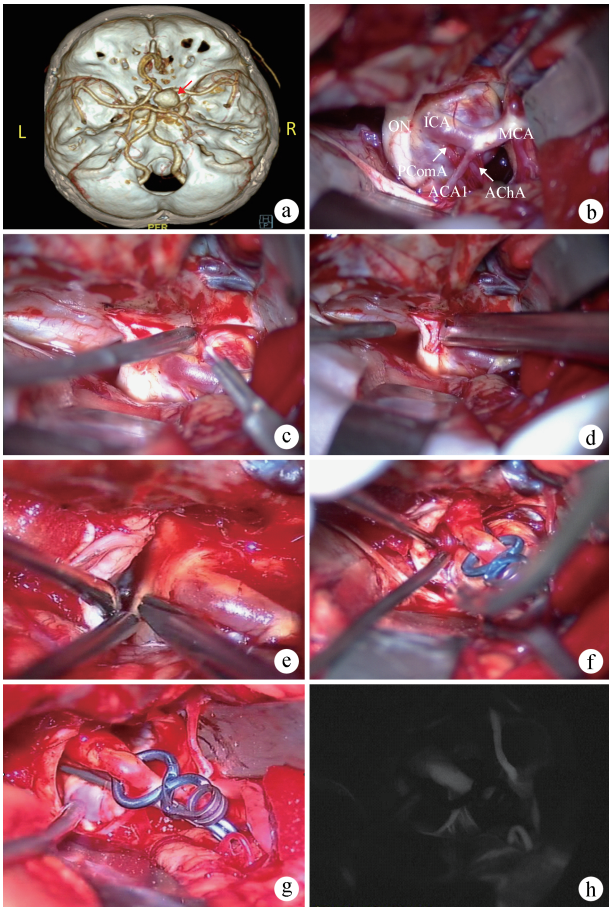
患者,女,56 岁。因突发头痛伴呕吐 4 d 入院,既往有高血压病史,头颅 CT 提示鞍区占位,由当地医院治疗无效后转入我科。查体:神志清楚,无神经系统阳性体征,Hunt 分级Ⅰ级。CTA 提示:右侧颈内动脉眼



a:尸头标本经 LOK 开颅;b:颈内动脉眼动脉段;c:牵开视神经观察对侧眼动脉起点;d:颈内动脉眼动脉段发出的垂体上动脉;e:开颅前方观察垂体上动脉;f:开颅底侧观察垂体上动脉 ON:视神经;OC:视交叉;ICA:颈内动脉;ACA1:大脑前动脉 A1 段;SHA:垂体上动脉;PCoA:后交通动脉;AChA:脉络膜前动脉

图 1 标本解剖情况

动脉段动脉瘤,直径 1.5 cm,瘤颈不明显,右侧颈内动脉被动脉瘤包裹,位于前床突内侧上方(图 2a、b)。予以解痉脱水等处理,入院 6 d 后,行眶外侧锁孔入路夹闭右侧颈内动脉眼动脉段动脉瘤,手术过程中充分打开视交叉池、颈内动脉池及侧裂池,释放脑脊液,充分降低颅内压,术中探及瘤体位于右侧视神经下,颈内动脉内侧面,瘤颈宽约 1.6 cm,直径 2 cm,近端瘤颈紧靠前床突(图 2c),外侧紧贴动眼神经,剪开硬膜、高速金刚钻磨除部分前床突及视神经管上壁扩大瘤颈近端,显微咬骨钳取出薄层骨片(图 2d)。沿动脉瘤壁游离其与周围粘连,增加视神经游离度(图 2e)。用 FT650T 将颈内动脉近端塑型,颈部阻断 ICA,动脉瘤变软(图 2f),从第四间隙,避开后交通动脉及脉络膜前动脉,用 FT990D 夹闭动脉瘤(图 2g),夹闭后荧光造影,动脉瘤未显影(图 2h)。术后患者恢复良好,出院前复查 CTA 提示动脉瘤完全夹闭,载瘤动脉通畅。



a:动脉瘤与前床突关系;b:经 LOK 开颅观察颈内动脉眼动脉段巨大动脉瘤;c:除部分前床突及视神经管上壁扩大瘤颈近端;d:显微咬骨钳取出薄层骨片;e:沿动脉瘤壁游离其与周围粘连,增加视神经游离度;f:颈部阻断 ICA;g:夹闭动脉瘤,注意避开 PCoA 及 AChA;h:荧光造影,动脉瘤未显影

图 2 经 LOK 夹闭颈内动脉眼动脉段动脉瘤

3 讨论

3.1 眶外侧锁孔入路

当前神经外科的进步得益于手术精确性的不断提高,显微解剖的研究是精细手术技术不断发展的基础。"锁孔"概念的提出很好地诠释了显微神经外科微侵袭理念[12],锁孔神经外科的本质是尽量小地去除不必要的解剖结构,保留真正的手术操作空间,通过"门镜效应"处理颅内深部的病变。眶外侧锁孔入路因开颅简单,定位精准,医源损伤小而逐渐应用于前循环动脉瘤的夹闭[3-4]。与传统翼点入路相比其特点在于:①手术切口设计在眶外侧皮纹内,手术切口明显缩短,隐藏手术切口的同时减少面神经额支和颞浅动脉的损伤;②手术对颞肌损伤较翼点入路小,有效预防术后颞肌萎缩和咀嚼功能障碍,术后美容效果佳;③骨窗缩小,开关颅简单、快速,缩短手术时间;④依据术前影像学资料,对鞍区病变的位置和性质做出具体分析,骨窗可依据术者经验向眶上或翼点方向偏移,手术灵活度较大;⑤侧裂位于骨窗偏下方,可按需打开,骨窗的限制减少额颞叶牵拉,减少嗅神经损伤和脑组织挫伤;⑥手术操作视角从前颅窝底外侧方观察,通过打开视神经间隙、颈内动脉间隙、终板池、鞍上池,从而很好地显露

双侧视神经和视交叉、双侧颈内动脉、大脑前动脉、前交通动脉及其穿支血管等[13],在处理病变的同时可直视下对上述鞍区重要结构进行保护。

3.2 颈内动脉眼动脉段动脉瘤的临床特点

颈内动脉眼动脉段动脉瘤是指发生于海绵窦顶到后交通动脉起始部之间及其分支处的的动脉瘤,占颅内动脉瘤的1.3% ~5.0%[14],以大型和巨大型多见,临床上以女性多发,因与前床突关系紧密,又叫床突旁动脉瘤。临床常表现为蛛网膜下腔出血,其次为视力障碍和视野缺损多见,后者多为巨大动脉瘤[15]。颈内动脉眼动脉段发出两大主要分支包括眼动脉和垂体上动脉。眼动脉段动脉瘤分型复杂,临床常用的分型按发生的部位分为:眼动脉型、垂体上动脉型、颈内动脉背侧型[16],按照瘤颈所在的部位:可发生于颈内动脉前壁、后壁、内侧壁和外侧壁。因眼动脉颅内段长度很短,位于视神经下方,且被前床突、鞍结节等骨质结构及远环等韧带组织所包绕,因此手术难度极高。经LOK处理眼动脉瘤时,术前应根据影像学资料包括CTA或(和)DSA充分评估眼动脉瘤的起始部位、大小、动脉瘤指向、与前床突和颈内动脉的具体关系等。随着神经介入的发展,很多眼动脉瘤应用血管内栓塞治疗[17],但目前对于绝大部分动脉瘤仍采用开颅夹闭处理,特别是宽颈动脉瘤、大型或巨大型动脉瘤、投影向上的动脉瘤、合并多发的动脉瘤以及动脉分支处的动脉瘤[18]。

3.3 前床突的磨除

磨除前床突是治疗眼动脉段动脉瘤的特殊技术和难点所在,临床常用的前床突磨除方法包括经硬膜内和硬膜外两种[19-20]。Andaluz等[21]在最大限度地磨除前床突和视神经管外侧壁,颈内动脉内外侧面的显露分别增加113%和60%,视神经长度增加150%。对于经LOK磨除前床突,建议采用硬膜下磨除,理由在于:①打开硬脑膜,显露视交叉池、颈内动脉池和侧裂池后,充分释放脑脊液后,可提供充足的操作空间;②磨除前床突时可直视下对视神经、动眼神经、眼动脉及相关床颈内动脉穿支血管予以保护,防止上述结构的医源性损伤;③按需磨除前床突和视神经管上外侧壁,避免磨除的范围超越视神经管的内侧边界,防止筛窦开放;④对于操作过程中破裂的动脉瘤,可直视下及时阻断载瘤动脉,减少危险情况的发生。

3.4 眼动脉瘤的显露处理

经LOK显露眼动脉瘤时,应充分打开外侧裂,提供足够的手术操作空间,显露一定长度的颈内动脉用于临时阻断,按需打开视神经前内侧端和前床突上方的硬脑膜并翻向下方,向内上方磨除前床突约5 mm,然后用显微咬骨钳取出薄层骨片,取出游离的前床突,注意避免筛窦的开放,打开部分视神经管上外侧壁,稍向内侧牵开视神经,注意保护视神经及其穿支血管的保护,前床突切除后所形成的间隙可用于近端动脉的控制。对于经LOK显露对侧眼动脉瘤,我们认为必须严格掌握手术适应证。术前应充分评估视交叉类型,因显露对侧眼动脉需经过视交叉间隙,对于前置性视交叉是手术的绝对禁忌。对于直径小于1.5 cm、瘤体指向内侧或上内侧方以及瘤体位于视神经下方的情况,可切除部分鞍结节并切开远环,稍向对侧和上方推移视神经或视交叉进行显露,该类型动脉瘤适合对侧入路显露夹闭。

3.5 垂体上动脉的保护

垂体上动脉为颈内动脉眼动脉段主要的穿支血管,且主要供应视神经、视交叉下方及垂体柄,术中不注重该穿支血管的保护易造成视力障碍及视野缺损。因此经眶外侧锁孔入路处理颈内动脉眼动脉段动脉瘤时应注意:①对于需要高速金刚磨钻磨除前床突和视神经管上外侧壁显露眼动脉瘤,务必持续冲水冷却,以免热损伤造成垂体上动脉及其他供应视神经和视交叉穿支血管的损伤;②对于开颅过程中垂体上动脉周围出现的渗血,易造成该处血管痉挛,宜反复用生理盐水冲洗,直到冲洗液清亮为止,当术中发现颈内动脉、视路表面穿支血管痉挛时,可用罂粟碱棉片贴敷于上述血管处,缓解血管痉挛;③剪开颈内动脉硬膜外环松弛该处颈内动脉时,杜绝为了扩大手术操作空间而用力牵拉颈内动脉,从而造成垂体上动脉撕扯;④对于指向内侧,特别是宽瘤颈眼动脉瘤时,垂体上动脉邻近瘤颈或位于瘤颈上,对于该动脉瘤的处理,应选用床型直角动脉瘤夹,塑形颈内动脉的同时,最大程度地保留垂体上动脉的通畅。

总之,经眶外侧锁孔入路处理鞍区病变,特别是夹闭颈内动脉眼动脉段动脉瘤时,应熟练掌握该处的解剖结构特点,注重穿支血管的保护,对于患者预后具有重要的临床意义。

[参考文献]

[1] Cho WS, Kim JE, Kang HS, et al. Keyhole approach and neuroendoscopy for cerebral aneurysms[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2017, 60(3): 275-281. doi: 10.3340/jkns.2017.0101.002.

[2] Choi YJ, Son W, Park KS, et al. Intradural procedural time to assess technical difficulty of superciliary keyhole and pterional approaches for unruptured middle cerebral artery aneurysms[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2016, 59(6): 564-569. doi: 10.3340/jkns.2016.59.6.564.

[3] 刘希光,李爱民,孙 勇,等. 眶外侧锁孔入路夹闭破裂的微小前交

通动脉瘤[J]. 脑与神经疾病杂志,2016,24(2):70 - 75.
[4] 孙 勇,李爱民,刘希光,等. 眶外侧锁孔入路夹闭破裂的微小动脉瘤临床分析[J]. 中国综合临床,2015,31(10):941 - 944. doi:10.3760/cma. j. issn. 1008 - 6315. 2015. 10. 023.
[5] Ogul H, Havan N, Gedikli Y, et al. A new anatomic variation: coexistence of both dandy-walker variant and ophthalmic artery originating from contralateral internal carotid artery[J]. J Craniofac Surg, 2016, 27(4):e336 - e338. doi:10.1097/SCS.0000000000002482.
[6] Uchino A, Saito N, Kurita H, et al. Double ophthalmic arteries arising from the internal carotid artery[J]. Surg Radiol Anat, 2013, 35(2):173 - 175. doi:10.1007/s00276 - 012 - 1005 - 0.
[7] Nucci C, Aiello F, Giuliano M, et al. Ophthalmic segment of internal carotid artery aneurysm mimicking normal tension glaucoma[J]. Int Ophthalmol, 2016, 36(6):907 - 914. doi:10.1007/s10792 - 016 - 0206 - 7.
[8] 王守森,张发惠,章 翔,等. 颈内动脉床突上段的显微外科解剖学[J]. 中国临床解剖学杂志,2002,20(5):358 - 361. doi:10.3969/j. issn. 1001 - 165X. 2002. 05. 015.
[9] Huynh-Le P, Natori Y, Sasaki T. Surgical anatomy of the ophthalmic artery: its origin and proximal course[J]. Neurosurgery, 2005, 57(4 Suppl):236 - 241. doi:10.1227/01. neu. 000177442. 96517. 3d.
[10] Krisht AF, Barrow DL, Barnett DW, et al. The microsurgical anatomy of the superior hypophyseal artery[J]. Neurosurgery, 1994, 35(5):899 - 903. doi:10.1097/00006123 - 199411000 - 00014.
[11] Joo W, Funaki T, Yoshioka F, et al. Microsurgical anatomy of the carotid cave[J]. Neurosurgery, 2012, 70(2 Suppl Operative):300 - 311. doi:10.1227/NEU.0b013e3182431767.
[12] de Tribolet N. A. Perneczky, R. Reisch: Keyhole approaches in neurosurgery. Volume 1: Concept and surgical technique[J]. Acta Neurochirurgica, 2011, 153(4):965 - 965. doi:10.1007/s00701 - 011 - 0958 - 9.
[13] 张洪伟,孙 勇,李爱民,等. 眶外侧锁孔入路治疗低分级前交通动脉瘤[J]. 中国微创外科杂志,2016,16(4):347 - 350. doi:10.3969/j. issn. 1009 - 6604. 2016. 04. 016.
[14] Batjer HH, Kopitnik TA, Giller CA, et al. Surgery for paraclinoidal carotid artery aneurysms[J]. J Neurosurg, 1994, 80(4):650 - 658. doi:10.3171/jns. 1994. 80. 4. 0650.
[15] Orlicky M, Sameš M, Hejčl A, et al. Carotid-ophthalmic aneurysms-Our results and treatment strategy[J]. Br J Neurosurg, 2015, 29(2):237 - 242. doi:10.3109/02688697. 2014. 976176.
[16] 李贞伟,姚 鑫,杨玉山,等. 颈内动脉眼动脉段动脉瘤的手术治疗[J]. 中国现代神经疾病杂志,2011,11(2):216 - 220. doi:10.3969/j. issn. 1672 - 6731. 2011. 02. 018.
[17] 王 昆. 颈内动脉眼动脉段动脉瘤血管内治疗进展[J]. 国际神经病学神经外科学杂志,2016,43(1):47 - 50.
[18] Sherif C, Gruber A, Dorfer C, et al. Ruptured carotid artery aneurysms of the ophthalmic (C6) segment: clinical and angiographic long term follow-up of a multidisciplinary management strategy[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatr, 2009, 80(11):1261 - 1267. doi:10.1136/jnnp. 2008. 170860.
[19] Spektor S, Dotan S, Mizrahi CJ. Safety of drilling for clinoidectomy and optic canal unroofing in anterior skull base surgery[J]. Acta Neurochir (Wien), 2013, 155(6):1017 - 1024. doi:10.1007/s00701 - 013 - 1704 - 2.
[20] 兰 青,朱 卿,许 亮,等. 锁孔入路在颈内动脉眼动脉段动脉瘤手术中的应用[J]. 中华神经外科杂志,2015,31(9):895 - 898. doi:10.3760/cma. j. issn. 1001 - 2346. 2015. 09. 009.
[21] Andaluz N, Beretta F, Bernucci C, et al. Evidence for the improved exposure of the ophthalmic segment of the internal carotid artery after anterior clinoidectomy: morphometric analysis[J]. Acta Neurochir (Wien), 2006, 148(9):971 - 975. doi:10.1007/s00701 - 006 - 0862 - x.

(编辑:魏 源)