

•临床研究 Clinical research•

基底动脉穿支动脉显微解剖与 DSA 研究

杨净松, 陈超, 赵卫, 张祥, 李斌, 潘文秋

【摘要】目的 通过显微解剖与 DSA 观察, 为介入手术中基底动脉穿支动脉识别与手术风险评估提供解剖学依据。**方法** 采用大体解剖方法取成人头颅标本 14 例, 观察记录基底动脉各穿支动脉解剖特点; 选取无后循环血流相关疾病脑血管 DSA 造影患者 20 例, 采用精确延迟曝光行椎动脉旋转和 3D-DSA 基底动脉造影, 并于 2D、3D 旋转, 3D 重建成像阅片中结合解剖学基础识别和统计穿支动脉。对比分析穿支动脉解剖和 DSA 所示结果。**结果** DSA 显示脑干供血动脉长旋动脉为平均 0.6 支/侧, 解剖结果为 1.6 支/侧 ($P<0.05$)。DSA 显示基底动脉顶端丘脑穿支动脉为平均 2.2 支/侧, 解剖结果为 2.9 支/侧 ($P<0.05$); 脉络膜后内侧动脉 0.6 支/侧, 解剖结果为 0.9 支/侧; 长旋动脉 0.4 支/侧, 解剖结果为 1.0 支/侧 ($P<0.05$)。**结论** DSA 对基底动脉穿支动脉显示尚未达到解剖水平, 但对穿支动脉识别有重要作用, 可根据其起源和形态评价手术风险和预后。

【关键词】 数字减影血管造影; 基底动脉; 显微解剖学

中图分类号: R322.12 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2018)-11-1068-04

Microscopic anatomy and DSA manifestations of perforating branches of basilar artery YANG Jingsong, CHEN Chao, ZHAO Wei, ZHANG Xiang, LI Bin, PAN Wenqiu. Department of Medical Imaging, First Affiliated Hospital, Kunming Medical University, Kunming, Yunnan Province 650032, China
Corresponding author: ZHAO Wei, E-mail: kyyzhaowei@vip.km169.net

【Abstract】Objective To provide anatomic basis for recognizing the perforating branches of basilar artery and for evaluating the surgical risk in performing neurointervention therapy through observing the microscopic anatomy and DSA manifestations of these perforating branches. **Methods** A total of 14 adult head specimens were obtained by gross anatomy method. The anatomic features of the perforating branches of basilar artery were recorded. Twenty patients, who had received cerebrovascular angiography with DSA and who had no posterior circulation blood flow-related diseases, were selected. By using accurate delayed exposure technique, vertebral artery rotation angiography and basilar artery angiography with 3D-DSA were performed. Among the 2D, 3D rotation and 3D reformation images, referring to basic knowledge of anatomy, the recognition of perforating artery was conducted, and the number of perforating arteries was calculated. The anatomic features of the perforating branches of basilar artery were compared with their manifestations on DSA. **Results** The results of basilar artery angiography with DSA showed that the mean number of long circumflex artery, as the feeding artery of brainstem, was 0.6 branch/each side, which obtained from anatomical results was 1.6 branch/each side ($P<0.05$). DSA revealed that the mean number of thalamic perforating artery at the top of basilar artery was 2.2 branch/each side, which obtained from anatomical results was 2.9 branch/each side ($P<0.05$); the mean number of posterior medial choroidal artery was 0.6 branch/each side, which obtained from anatomical results was 0.9 branch/each side; the mean number of long circumflex artery was 0.4 branch/each side, which obtained from anatomical results was 1.0 branch/each side ($P<0.05$). **Conclusion** DSA plays an important role in the recognition of perforating artery, although its ability in displaying the perforating arteries of basilar artery is inferior to anatomical display level. The origin and shape of the perforating arteries can be used to evaluate the surgical risk and the prognosis. (J Intervent Radiol, 2018, 27: 1068-1071)

【Key words】 digital subtraction angiography; basilar artery; microscopic anatomy

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2018.11.013

作者单位: 650032 昆明医科大学第一附属医院医学影像科(杨净松、陈超、赵卫、李斌、潘文秋); 昆明医科大学基础医学院解剖教研室(张祥)

通信作者: 赵卫 E-mail: kyyzhaowei@vip.km169.net

后循环外科/介入术后常见的严重并发症如基底动脉支架植入后脑干缺血梗死、基底动脉顶端介入术后严重基底动脉尖综合征等,多与基底动脉穿支动脉闭塞相关,可能引起严重后果^[1-3]。血管介入术中通过 DSA 辨认各穿支动脉,熟悉其起源、分布、供血范围,评估相应供血区域内缺血梗死所致临床症状严重程度,是能否明确责任血管的先决条件。由于技术条件限制,目前对基底动脉穿支动脉 DSA 研究较少。本研究旨在通过显微解剖与 DSA 观察,为介入手术中识别不同基底动脉穿支动脉形态、管径、走行与评估手术风险提供解剖学依据。

1 材料与方法

1.1 显微解剖材料与方法

采用大体解剖方法取成人颅脑标本 14 例,其中 1 例因标本陈旧,后颅窝组织无法观察予以剔除,2 例开颅取脑过程中出现基底动脉及其分支血管暴力离断,亦予剔除。余 11 例标本均由 4% 甲醛固定,其中男 5 例,女 6 例,年龄和死因不详;3 例血管为自然状态,8 例自双侧椎动脉乳胶灌注,以传统解剖学开颅法小心取出头颅,剥离硬脑膜等组织后用外科手术显微镜剥离基底动脉主干、基底动脉顶端的穿支动脉,并观察记录各穿支动脉走行、毗邻关系、供血范围。采用 0.01 mm 电子游标卡尺测量基底动脉穿支管径,每支测 3 次取均值。

1.2 DSA 造影

选取无后循环血流相关疾病脑血管 DSA 造影患者 20 例,其中男 10 例,女 10 例,年龄 16~72 岁。采用 AlluraXper FD20 型大平板 DSA 机(荷兰 Philips 公司),Seldinger 技术穿刺右股动脉,5 F 单弯导管分别插至双侧椎动脉,选用碘佛醇(320 mg I/mL,江苏恒瑞医药公司),以动脉期 6 帧/s 采集造影;导管超选至主要椎动脉,放大图像至“22”,造影流速 4 mL/s,流量 6 mL;通过 2D-DSA 推算旋转 3D-DSA 时延迟时间(2D-DSA N 帧出现穿支显影最明显,则延迟时间 0.167 N/s),具体延迟时间 3~4 s,流速 4 mL/s,总量 20~24 mL;蒙片后通过二次旋转减影后获得血管成像。

2 结果

基底动脉主干穿支动脉分为旁正中动脉、短旋动脉和长旋动脉等 3 组(图 1①),分别供应脑桥同一横切面,即脑桥旁中区、脑桥前外侧部及脑桥背外侧部。显微解剖发现,脑干供血动脉长旋动脉约 1.6 支/侧,平均管径(0.79 ± 0.14) mm;短旋动脉 3.7 支/侧,平均管径(0.54 ± 0.09) mm;旁正中动脉 2.5 支/侧,平均管径(0.59 ± 0.11) mm。DSA 显示,能明确辨别的基底动脉主干穿支动脉主要为长旋动脉(图 1②③④),约 0.6 支/侧;与解剖观测结果对比, P 值均 < 0.05 。因此认为,DSA 对脑干供血动脉长旋动脉



①基底动脉主干穿支动脉解剖图像,可见旁正中动脉(星符)、长旋动脉(白箭头)、短旋动脉(黑箭头)走行;②2D-DSA 造影可发现基底动脉主干穿支动脉浅淡染色(箭头);③④3D-DSA 重建见基底动脉主干上发出长旋动脉(箭头),并沿水平方向走行至前方

图 1 显微解剖与 DSA 显示基底动脉主干穿支动脉图/影像

显示未及显微解剖水平。

基底动脉顶端穿支动脉解剖结果见表 1、2, DSA 能明确辨认的有 3 支,即丘脑穿动脉(约 2.2 支/侧)、脉络膜后内侧动脉(约 0.6 支/侧)、长旋动脉(约 0.4 支/侧)(图 2)。DSA 结果与其对应显微解剖观测结果对比, P 值均 < 0.05 。因此认为,DSA 对基底动脉顶端穿支动脉血管显示未及显微解剖水平。

其它显微解剖观测所视基底动脉顶端穿支动脉如丘脑膝状体动脉、短旋动脉、大脑脚穿支动脉等在 3D-DSA 造影中未能清晰显示,或因伴行血管遮挡、重建后图像不明晰(不能明确辨别是否由基底动脉顶端发出的血管),故未予观察。

显微解剖所见特殊变异:1 例双侧部分胚胎型大脑后动脉,双侧大脑后动脉 P1 段短、细,可见粗

表 1 基底动脉顶端穿支动脉分布与管径

穿支动脉名称	平均分布/(支/侧)	管径/mm
丘脑穿动脉	2.9	0.51±0.23
脉络膜后内侧动脉	0.9	0.76±0.10
长旋动脉	1.0	0.62±0.11
短旋动脉	0.6	0.56±0.10
丘脑膝状体动脉	2.9	0.39±0.09
大脑脚穿动脉	2.7	0.36±0.09

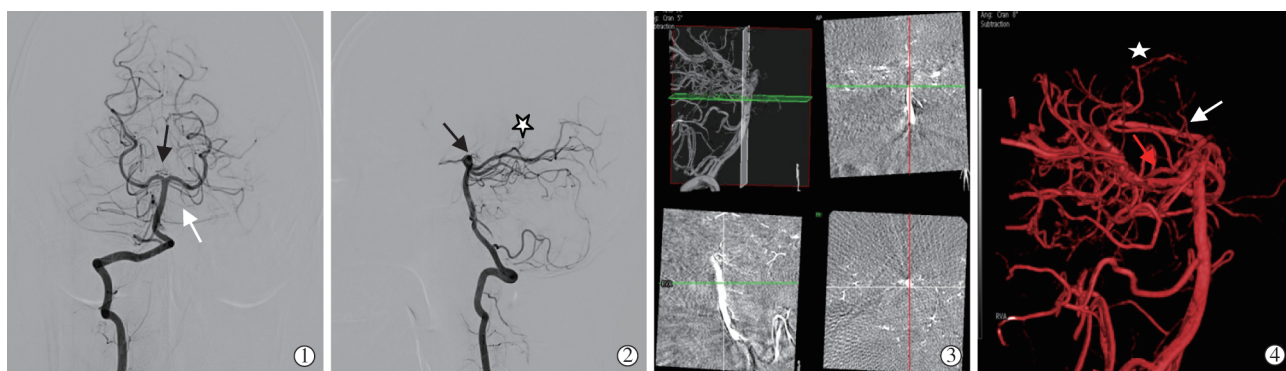
表 2 造影可观测基底动脉顶端主要穿支解剖分布

穿支动脉名称	P1 段/(支/侧)	P2 段/(支/侧)	P3 段/(支/侧)
丘脑穿动脉	61	4	0
脉络膜后内侧动脉	9	11	1
长旋动脉	10	13	0

大的后交通动脉代偿供应后循环,粗大的后交通动脉上发出向同侧丘脑、大脑脚、丘脑膝状体等供血的细小穿支血管(图 3)。

3 讨论

基底动脉解剖特点为其顶端在后颅窝处于游离状态,周围只有很少量结缔组织包裹,主要依靠其发出的穿支动脉依附于中脑。球囊扩张^[4]、支架辅助、动静脉畸形治疗中进行微导管解脱等操作时,如果选用球囊、支架内径偏大,微导管头端粘连等,均可能牵动基底动脉,牵拉穿支动脉,甚至损伤之,



①正位 2D-DSA 可见丘脑穿支动脉(黑箭头)、基底动脉长旋动脉(白箭头)浅淡显影;②侧位 2D-DSA 可见丘脑穿支动脉(黑箭头)、脉络膜后内侧动脉(星符)浅淡显影;③3D 重建层面图像;④3D-DSA 重建可观察丘脑穿支动脉(白箭头)、脉络膜后内侧动脉(星符)、长旋动脉(红箭头)起始位置及分布

图 2 基底动脉顶端穿支动脉 DSA 影像

双侧粗大的后交通动脉上发出细小分支(箭头)向丘脑乳头体供血,P1 段发出较粗的丘脑穿支动脉向内侧走行供应丘脑

图 3 显微解剖所见特殊变异

引起中脑、脑干等缺血梗死。

基底动脉主干穿支动脉与主干发出多呈锐角,且与主干血流方向相反,不易形成层流,更易形成涡流,在血压下降或神经介入手术时血流减慢或支

架雪犁效应易形成血栓,导致相应区域脑桥梗死和神经功能损伤^[5]。因此,基底动脉狭窄等疾病治疗中植入支架,应特别注意支架网眼密集、支架转折处是否存在穿支动脉。

丘脑穿动脉大多(94%)起源于大脑后动脉 P1 段(距基底动脉顶端分叉约 8 mm 内^[5-6]),供应后丘脑、下丘及其内部及周围神经核团如黑质、红核、动眼神经核、中脑网状结构等,发生梗阻后可出现丘脑区域梗死,出现对侧偏瘫、意识障碍、认知功能障碍^[7]。Percheron 动脉发生闭塞会引起垂直凝视麻痹、意识障碍、记忆障碍^[8],甚至出现严重基底动脉尖综合征,导致偏瘫、昏迷、植物人,甚至死亡。本组 DSA 中可见部分丘脑穿动脉,尤其是粗大丘脑穿动脉(管径>1 mm),其形态与解剖所见相似。介入手术中避免闭塞丘脑穿动脉,可有效规避严重基底动脉尖综合征风险。脉络膜后内侧动脉主要单独供应丘脑后内背侧核,缺血梗死可能引起情绪反应异常、视野缺损、短暂记忆减退等^[9]。脉络膜后内侧动脉走行中可能发出细小分支供应大脑脚及中脑,与诸多动脉均有相互吻合,因此其闭塞一般不引起严

重临床症状。本研究解剖发现,约 40% 脉络膜后内侧动脉发自 P1 段,结合造影发现靠近基底动脉分叉部的脉络膜后内侧动脉显示更清晰,推测 DSA 观察结果可能与该动脉在 P1、P2 段分布相关。长旋动脉又称四叠体动脉,起于 P1 段或 P2 段,狭窄或闭塞可能导致后连合等区域缺血梗死,出现眼球垂直运动障碍等^[10]。由于长旋动脉在走行及终末区域内均存在与周围动脉形成的小动脉网,尚未发现相关文献报道其闭塞引起严重并发症。其它穿支动脉,如短旋动脉、丘脑膝状体动脉、大脑脚穿动脉等在走行中多存在与长旋动脉及周围同类型动脉相应供血区域供血代偿机制,因此其单支闭塞一般不引起严重临床症状。

本研究中 DSA 发现的基底动脉主干穿支动脉大多经旋转和重建后识别出长旋动脉,短旋动脉显影不佳的原因主要是:①其管径一般比伴行的长旋动脉细,这与解剖观察中短旋动脉灌注效果不如长旋动脉的特点相同,其管径偏细引起对比剂进入不足,因此在减影处理与重建后不能清晰显示^[11];②旁正中动脉一般由基底动脉主干后壁发出,紧贴基底动脉走行,在后处理中难以与基底动脉主干辨别。本研究中 DSA 发现的基底动脉顶端穿支动脉主要为丘脑穿支动脉、脉络膜后内侧动脉、长旋动脉,多为管径粗而靠近 P1 段,主要原因有:①3 组穿支动脉管径均比其它穿支粗,发出后一般顺应主干动脉血流方向走行,对比剂相对易进入,这与解剖灌注效果类似;②P2 段有后交通动脉血流混合,后交通动脉血流丰富时椎动脉造影甚至不能显示后交通动脉,因此颈内动脉血流经后交通动脉进入 P2 段对对比剂产生稀释作用,且 P2 段穿支动脉(如大脑脚穿动脉)管径较细,后处理与重建时不易与周围组织区分,造成 DSA 显示效果不佳。

DSA 相比实体解剖,虽然在动脉数量、走行完整程度、与周围神经和软组织邻近关系等观察上还存在较大差距,但能体现人体正常生理状态下血管真实形态,通过减影可去除软脑膜、脑叶、小脑等对目标血管的遮挡,不必如解剖学观察需逐一剥离整段血管,从而自然避免操作中可能产生的对观察对象穿支血管潜在的损伤,对血管在脉络膜、后穿质、中脑实质中穿行、相互沟通等观察更加简便、直观。随着更加先进的扫描与后处理技术应用,有望通过 DSA 对大样本基底动脉进行观察,了解其分支、穿支代偿、吻合关系,在基底动脉观察中发挥更加重要的作用。本研究显微解剖结果仅发现 1 例双侧部

分型胚胎型大脑后动脉,有待扩大样本量进一步了解这种特殊的后循环解剖变异时丘脑等血供特点,以便临床应用。

本研究受解剖学实验条件、解剖方法等限制,在基底动脉主干及基底动脉顶端血管取材、剥离中难免损伤部分血管,如颅脑取出过程中椎动脉-基底动脉连接处损伤,解剖过程中大脑后动脉穿支因暴力原因等产生离断,从而使可用样本量较小。今后解剖研究中应尝试更加细致的解剖手法,尽可能减少操作引起的观察结果波动,以增加样本量。

总之,DSA 对基底动脉穿支动脉显示尚未达到解剖水平,但仍有重要作用,有助于识别穿支动脉起源,并根据穿支动脉走行及分布位置推测供血范围,评价手术风险及预后。

[参考文献]

- [1] Trivelato EP, Abud DG, Nakiri GS, et al. Basilar artery fenestration aneurysms: endovascular treatment strategies based on 3D morphology[J]. Clin Neuroradiol, 2016, 26: 73-79.
- [2] 高亦深, 韩永刚, 孙明阳, 等. 基底动脉中段支架术后穿支动脉闭塞的相关研究[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23: 933-936.
- [3] 陈华云, 陈谦学, 王军民, 等. 颅内后循环动脉瘤的血管内治疗[J]. 中国临床神经外科杂志, 2013, 18: 577-579.
- [4] Miao ZR, Feng L, Li S, et al. Treatment of symptomatic middle cerebral artery stenosis with balloon-mounted stents: long-term follow-up at a single center[J]. Neurosurgery, 2008, 64: 79-84.
- [5] 李 培, 毛光兰, 付升旗, 等. 基底动脉的显微解剖与血管造影对照观测及临床应用[J]. 中国临床解剖学杂志, 2013, 31: 379-383.
- [6] Parraga RG, Ribas GC, Andrade SE, et al. Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery in three-dimensional images[J]. World Neurosurg, 2011, 75: 233-257.
- [7] Kaya AH, Dacinar A, Ulu MO, et al. The perforating branches of the P1 segment of the posterior cerebral artery[J]. J Clin Neurosci, 2002, 51: 80-84.
- [8] Lazzaro NA, Wright B, Castillo M, et al. Artery of percheron infarction: imaging patterns and clinical spectrum[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31: 1283-1289.
- [9] 徐彦立. 丘脑不同部位梗死患者 93 例临床分析[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2014, 17: 70-71.
- [10] Rhoton AL Jr. The supratentorial arteries[J]. Neurosurgery, 2002, 51(4 Suppl): S53-S120.
- [11] Lescher S, Samaan T, Berkefeld J. Evaluation of the pontine perforators of the basilar artery using digital subtraction angiography in high resolution and 3D rotation technique[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2014, 35: 1942-1947.

(收稿日期:2017-12-29)

(本文编辑:边 佑)