脉络膜前动脉解剖与功能的影像学研究进展

苏桐,欧阳祖彬

摘要 脉络膜前动脉是维持大脑生理活动和神经功能的重要动脉。脉络膜前动脉起源于颈内动脉,分为池 部和脑室部,供应若干重要区域,同时涉及多种病变。影像学手段是了解中枢神经系统血管解剖与功能的 重要途径。数字减影血管造影(DSA)、CT血管成像(CTA)、磁共振血管成像(MRA)、单光子发射计算机断 层成像术(SPECT)等多种影像学手段可以清楚的观察脉络膜前动脉的解剖结构、功能状态,提供重要的诊 断信息,为临床干预提供参考和反馈。随着技术的不断发展,多种新技术为了解脉络膜前动脉的解剖与功 能提供了更好的工具。本文就脉络膜前动脉解剖与功能的影像学研究进展进行综述。 关键词 脉络膜前动脉;数字减影血管造影;CT血管成像;磁共振血管成像;功能影像 中图分类号 R741;R814 文献标识码 A DOI 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20200134 本文引用格式:苏桐,欧阳祖彬.脉络膜前动脉解剖与功能的影像学研究进展[J].神经损伤与功能重建, 2020,15(10): 579-581.

脉络膜前动脉起源于颈内动脉、后交通动脉起 源远端2~5 mm处,管腔狭小,平均直径仅0.7 mm, 行程相对较短且缺乏有效的侧支循环,分为池部和 脑室部,脑室部起点处称为脉络从点[1-3]。早在1933 年就有人提出脉络膜前动脉在大脑的生理与功能 上极其重要[4]。脉络膜前动脉参与诸多重要的区域 的供血:脉络膜前动脉池部分支供应视束、海马、齿 状回、大脑脚中1/3、丘脑等区域,在外侧膝状体水 平发出分支供应内囊后肢后2/3、视辐射和听辐射 的起始部等区域^[5];脑室部分支形成侧脑室的脉络 从,与脉络膜后动脉形成广泛吻合6。脉络膜前动 脉涉及多种病变,包括动脉瘤、脑卒中、脑肿瘤等。 其中动脉瘤是最常见的病变,可位于脉络膜前动脉 起源处附近或位于远端脉络膜前动脉四。脉络膜前 动脉供应内囊后肢的穿通动脉无侧支供应。因此, 当脉络膜前动脉阻塞时,内囊的部分梗死会导致 "脉络膜前动脉综合征",出现"偏瘫、半麻醉和偏 盲"三联症状¹⁷。脉络膜前动脉为许多颅内肿瘤提 供血液供应,尤其是位于侧脑室的肿瘤:包括脑膜 瘤、脉络膜乳头状瘤和胶质瘤®。影像学方法是了 解脉络膜前动脉的解剖与功能的主要手段,数字减 影血管造影(digital subtraction angiogram, DSA)、CT 血管成像(computed tomography angiography, CTA)、 磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)、单光子发射计算机断层成像术(single-photon emission computed tomography, SPECT)等多种影 像学手段可以清楚的观察脉络膜前动脉的解剖结 构、全面的了解其功能状态,提供重要的诊断信息, 为临床干预提供参考和反馈。本文就脉络膜前动 脉的解剖与功能的影像学研究进展进行综述。

1 脉络膜前动脉的解剖影像

1.1 DSA

DSA可以显示完整的颅内血管树,准确显示各

级血管的大小、位置、形态和变异情况,是检测、评 价颅部血管和复杂神经血管病变的金标准¹⁹。李肖 等¹⁰⁰研究发现:脉络膜前动脉在DSA检查中显示较 好,显示率为92.2%(侧位),未显影者与异位脉络膜 前动脉起源或发育低下有关。DSA发现的脉络膜 前动脉发育低下仅占3%,23%的病例中可见粗大 的脉络膜前动脉为大脑后动脉供血区供血^{III}。 3D-DSA 通过立体构建可清晰显示脉络膜前动脉动 脉瘤的形态、大小、部位、有无血管痉挛等表现,对 脉络膜前动脉动脉瘤的诊断敏感性较高,对指导治 疗具有重要意义^[12]。3D-DSA图像可以应用多种后 处理技术:通过"类CT"处理,得到容积再现技术 (volume rendering technique, VRT)及多平面重组 (multi-planar-reformatting, MPR)重建图像,更精确 地显示脉络膜前动脉。该技术与传统的CTA相比, 具有辐射剂量低、对比剂用量少、空间分辨率高等 优点,具有很强的应用前景[12]。基于3D-DSA图像 获得的计算流体力学图像是了解脉络膜前动脉动 脉瘤血流动力学改变的有力工具,可以评估动脉瘤 的生长过程和破裂风险,动脉瘤生长可能与高壁面 切应力有关,而动脉瘤破裂可能与低壁面切应力和 高振荡剪切指数有关^[13]。但也有研究指出^[14], 3D-DSA在造影过程中并没有选择最佳观察时间的 能力,对小血管的显示可能不完整。同时,3D-DSA 图像中血管重叠影响血管细节分析,需要多次多方 向获取图像并进行多次重建[15]。

近几年出现的4D-DSA可以在造影剂通过血 管过程中的任何时间提供任何血管区域的图像,即 可以在提供3D-DSA的全部信息的同时增加时间 分辨率^[16]。对4D-DSA图像进行最大密度投影 (maximal intensity projection, MIP)和VRT等后处 理,均有良好的图像质量。4D-DSA-MIP技术能更 好地显示脉络膜前动脉的血管细节,4D-DSA-VRT 技术可以避免脉络膜前动脉、豆纹动脉及大脑后动 作者单位

重庆医科大学附属 第一医院放射科 重庆 400016 **收稿日期** 2020-02-16 **通讯作者** 欧阳祖彬 ouyangzubin @aliyun.com

579 •综沭•

脉等动脉影像相互重叠,更好的显示血管网络^[14,15]。因此能减少 在诊断和治疗过程中对DSA图像的需求,也就可能减小受检者 的受辐射剂量和造影剂的使用剂量^[15]。

1.2 CTA

头颅CTA能简便、快速、无创地明确脉络膜前动脉的生理 病理情况,提供直观的脉络膜前动脉三维形态及解剖定位^[17]。 脉络膜前动脉在多层螺旋CT血管造影(multislice spiral CT angiography,MSCTA)检查中的显示率为87.3%(左侧)和89.3% (右侧),利用MIP和MRP技术可以直接测量脉络膜前动脉的直 径,测量精度在0.1 mm左右^[18]。但也有研究指出传统的 MSCTA存在密度分辨率不足的问题^[19],对直径<3 mm的动脉 瘤诊断准确率较低^[20]。同时,MSCTA也容易将脉络膜前动脉动 脉瘤误诊为后交通动脉瘤,在同侧后交通动脉缺如或未开放时, 更易出现误诊^[21]。

与传统的CTA相比,动态容积CTA具有较高的密度分辨率 及时间分辨率^[2]。陈为军等^[19]研究认为,动态容积CTA在观察、 诊断脉络膜前动脉及其病变方面拥有更大优势,对<3 mm的脉 络膜前动脉微小动脉瘤显示良好;同时,320排640层容积CT可 在3.5秒内完成全颅扫描,获得纯粹的动脉期血管图像,减少了 其他静脉血管对图像的干扰,更清晰地显示脉络膜前动脉微小 动脉瘤的部位、大小及毗邻关系;动态容积CT应用多种后处理 技术可从多个角度、立体直观地显示脉络膜前动脉的走行、分支 的分布、有无钙化、与载瘤血管和周围组织的关系。Nagata等^[23] 研究认为,近些年出现的超高分辨率CT(ultra-high resolution CT,U-HRCT)具有较高的空间分辨率和较小的部分容积效应, 对小动脉的显示具备明显优势,可以更好地显示脉络膜前动脉 其他颅内小动脉。

1.3 MRA

MRA可以完整的显示脉络膜前动脉的各段走行^[24]。对 MRA图像进行后处理得到MIP图像可以清楚的显示脉络膜前 动脉,也有助于识别罕见的脉络膜前动脉变异和异常血管的形 成,包括起源于脉络膜前动脉的大脑中动脉、起源于脉络膜前动 脉的大脑后动脉(这一变异容易被误诊为脉络膜前动脉或后交 通动脉转位)以及增生的脉络膜前动脉供应大脑后动脉颞支分 支甚至全部分支等情况^[25]。对MRA图像进行后处理得到VR 图像可以显示脉络膜前动脉及脉络膜前动脉的漏斗状扩张^[26]。 漏斗状血管扩张是一种漏斗状的对称血管扩张,血管起源于漏 斗状扩张顶端,底部最大直径<3 mm,一些研究认为,漏斗状血 管扩张是一种"动脉瘤前病变",病变随时间推移逐步增大,最后 形成动脉瘤^[27]。

3.0T-MRA可以清晰显示脉络膜前动脉的形态,因此MRA 检查可作为术前规划的重要参考^[28]。但也有研究^[25,29]指出,脉络 膜前动脉在1.5T-MRA检查中有时不能显示,在3.0T-MRA检查 中显示微小,脉络膜前动脉的池段也无法得到较好的显示,原因 可能是1.5T-MRA和3.0T-MRA的空间分辨率不足。而 7.0T-MRA有较高的信噪比,在临床上可行的扫描时间(< 10 min)内可以获得更高的空间分辨率,清楚地观察脉络膜前动 脉及其分支^[30,31]。脉络膜前动脉梗死的机制同小动脉病变栓塞 形成有关,对小动脉的成像就尤为重要^[32]。7.0T-MRA对显示较 小血管和识别卒中机制有所帮助,在脑卒中领域有一定的应用 价值^[33]。对采用 3D-CISS 序列的 MRI 图像进行研究则发现^[34], 该序列对右侧脉络膜前动脉起源的识别率为 88%,左侧脉络膜 前动脉起源的识别率为 96%。3D-CISS 序列是一种梯度回波 MRI,当常规 MRI 序列不能提供最佳的解剖信息时,应用 3D-CISS 序列可以提供动脉起源、走形等相关信息,也可用于规 划相关疾病的治疗策略。

2 脉络膜前动脉的脑功能影像

脑功能影像可以提供微循环改变的相关信息,同时获得脑 灌注、脑组织、脑血管的相关信息^[35]。灌注成像可以早期发现急 性脑缺血病灶,区分缺血半暗带与梗死组织;弥散成像技术是目 前在活体上测量水分子弥散运动与成像的唯一方法,包括弥散 加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)和弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI)。DTT是目前唯一能够活体显 示人脑白质纤维束的技术;弥散谱成像(diffusion spectrum imaging, DSI)是目前最为可靠的脑白质纤维束跟踪技术^[35]。

在DWI出现之前,孤立性的脉络膜前动脉梗死被认为是相 当罕见的^[36]。有研究应用DWI发现:2/3的脉络膜前动脉梗死患 者存在灌注缺损的情况,DWI所反映的灌注缺损大小对评估临 床预后有显著的意义:DWI显示较大的灌注缺损同较差的预后 相关^[37]。Nelles等^[38]报道脉络膜前动脉梗死患者的不良运动功 能结局与DTI的各向异性分数降低呈显著正相关。其他的影像 学手段,如SPECT、正电子发射断层成像术(positron emission tomography,PET)等,也可以描述脉络膜前动脉梗死部位的低 灌注情况以及远离局灶性梗死部位的额外皮质低灌注,有助于 解释一些突发性的功能障碍^[39]。Maesima等^[40]报告了1例因脉 络膜前动脉梗死引起的书写困难,MRI只显示左侧皮质下区梗 死,SPECT还显示左侧额叶和顶叶皮质脑血流减少。这一研究 认为,在脉络膜前动脉供应丘脑、扁豆状核和背外侧半球皮质 时,阻断这条动脉会切断丘脑皮层的辐射。

3 小结

脉络膜前动脉血管直径小,供血部位较多且重要,对于大脑的生理与功能具有重要的意义。DSA作为评价颅内血管的金标准,是了解脉络膜前动脉生理病理情况的重要工具。 3D-DSA可以多角度观察脉络膜前动脉。4D-DSA结合多种后处理技术,避免重叠血管的干扰,更好地显示脉络膜前动脉。目前,越来越多的无创血管成像技术应用于临床,如:CTA、MRA。CTA通过各种后处理技术可以直观的显示脉络膜前动脉的解剖结构和毗邻关系。动态容积CTA扫描时间更短,更清晰的显示脉络膜前动脉及相关病变。U-HRCTA对脉络膜前动脉这一类小动脉的显示具备明显优势。MRA可以完整的显示脉络膜前动脉的各段走行,超高场MRI可以获得更高的空间分辨率,更清楚的观察脉络膜前动脉及其分支。3D-CISS序列在 显示脉络膜前动脉上也有一定的价值。应用一些脑功能成像手段(如DWI)可以了解脉络膜前动脉供血区及相关组织在病理 情况下的低灌注状态,解释一些突发性的功能障碍,指导临床干预计划的制定和调整,为评估患者的预后提供参考。

影像学方法是诊断和评估脉络膜前动脉相关疾病的重要 手段,如何使影像学的发展同临床研究相结合,更加准确的对脉 络膜前动脉相关疾病做出诊断和评估,还需要进一步深入研究。

参考文献

[1] Tanriover N, Kucukyuruk B, Ulu MO, et al. Microsurgical anatomy of the cisternal anterior choroidal artery with special emphasis on the preoptic and postoptic subdivisions[J]. J Neurosurg, 2014, 120: 1217-1228.

[2] 李洪翠,李肖,唐承薇,等.脉络膜前动脉解剖及其临床意义的研究 进展[J]. 解剖与临床, 2010, 15: 57-58

[3] Marinkovic S, Gibo H, Brigante L, et al. The surgical anatomy of the perforating branches of the anterior choroidal artery[J]. Surg Neurol, 1999, 52: 30-36.

[4] Abbie AA. The clinical significance of the anterior choroidal artery[J]. Brain, 1933, 56: 233-246.

[5] Cho MS, Kim MS, Chang CH, et al. Analysis of Clip-induced Ischemic Complication of Anterior Choroidal Artery Aneurysms[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2008, 43: 131-134.

[6] Rutledge C, Jonzzon S, Winkler EA, et al. Transcortical transventricular transchoroidal-fissure approach to distal fusiform hyperplastic anterior choroidal artery aneurysms[J]. Br J Neurosurg, 2019, 22: 1-5.

[7] Yu J, Xu N, Zhao Y, et al. Clinical importance of the anterior choroidal artery: a review of the literature[J]. Int J Med Sci, 2018, 15: 368-375.

[8] Ben Nsir A, Gdoura Y, Thai QA, et al. Intraventricular Glioblastomas[J]. World Neurosurg, 2016, 88: 126-131.

[9] Muthusami P, Shkumat N, Rea V, et al. CT reconstruction and MRI fusion of 3D rotational angiographyin the evaluation of pediatric cerebrovascular lesions[J]. Neuroradiology, 2017, 59: 625-633.

[10] 李肖, 官泳松, 周翔平, 等. 脑动脉 DSA 形态分析及其意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2005, 3: 248-251.

[11] Takahashi S, Suga T. Anterior choroidal artery: angiographic analysis of variations and anomalies[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1990, 11: 719-729.

[12] Muthusami P, Shkumat N, Rea V, et al. CT reconstruction and MRI fusion of 3D rotational angiographyin the evaluation of pediatric cerebrovascular lesions[J]. Neur-oradiology, 2017, 59: 625-633.

[13] Wang Y, Leng X, Zhou X, et al. Hemodynamics in a Middle Cerebral Artery Aneurysm Before Its Growth and Fatal Rupture: Case Study and Review of the Literature[J]. World Neurosurg, 2018, 119: e395-e402.

[14] Kammerer S, Mueller-Eschner M, Berkefeld J, et al. Time-resolved 3D Rotational Angiography(4D DSA)of the Lenticulostriate Arteries: Display of Normal Anatomic Variants and Collaterals in Cases with Chronic Obstruction of the MCA[J]. Clin Neuroradiol, 2017, 27: 451-457.

[15] Sandoval-Garcia C, Royalty K, Aagaard-Kienitz B, et al. A Comparison of 4D DSA with 2D and 3D DSA in the Analysis of Normal Vascular Structures in a Canine Model[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36: 1959-1963.

[16] Srinivasan VM, Chintalapani G, Duckworth EA, et al. Application of 4-dimensional digital subtraction angiography for dural arteriovenous fifistulas[J]. World Neurosurg, 2016, 96: 24-30.

[17] 白亮, 毛秀琴, 李俊, 等. 颅脑 CT 血管成像在烟雾病脑出血急诊微 创穿刺治疗中的作用[J]. 神经损伤与功能重建, 2017, 12: 436-437.

[18] 钟华. 颈内动脉 C7 段影像解剖测量及其动脉瘤血流动力学模拟 [D]. 厦门: 厦门大学, 2014.

[19] 陈为军, 刘亚飞, 孙永青. 320 排640 层 CT 诊断脉络膜前动脉微小动脉瘤二例[J]. 临床误诊误治, 2011, 24: 85-86, 109.

[20] Yang ZL, Ni QQ, Schoepf UJ, et al. Small Intracranial Aneurysms: Diagnostic Accuracy of CT Angiography[J]. Radiology, 2017, 285: 941-952.

[21] 黄钦江, 郭宗铎, 张晓冬, 等. CTA 对颅内多发动脉瘤的诊断准确性 [J]. 中国神经精神疾病杂志, 2016, 42: 330-333.

[22] D'Orazio F, Splendiani A, Gallucci M. 320-Row Detector Dynamic 4D-CTA for the Assessment of Brain and Spinal Cord Vascular Shunting Malformations. A Technical Note[J]. Neuroradiol J, 2014, 27: 710-717.

[23] Nagata H, Murayama K, Suzuki S, et al. Initial clinical experience of a prototype ultra high resolution CT for assessment of small intracranial arteries[J]. Jpn J Radiol, 2019, 37: 283-291.

[24] Slater LA, Hoffman C, Drake J, et al. Pre-operative embolization of a choroid plexus carcinoma:review of the vascular anatomy[J]. Childs Nerv Syst, 2016, 32: 541-545.

[25] Uchino A, Ito S, Kurita H, et al. Duplicated middle cerebral artery arising from the origin of the hyperplastic anterior choroidal artery that mimicked aneurysm on routine MR angiography[J]. Neuroradiol J, 2016, 29: 106-109.

[26] Sun Z, Li Y, Li M, et al. Detection of infundibula using three-dimensional time-of-flight magneticresonance angiography with volume rendering at 3.0 Tesla compared to digital subtraction angiography [J]. J Clin Neurosci, 2011, 18: 504-508.

[27] Coupe NJ, Athwal RK, Marshman LA, et al. Subarachnoid hemorrhage emanating from a ruptured infundibulum: case report and literature review[J]. Surg Neurol 2007, 67: 204-206.

[28] Ririko Takeda, Hidetoshi Ooigawa, Akira Uchino, et al. Is MRA at 3.0 Tesla suffiffificient for preoperative planning for aneurysmal clipping in patients with contraindicated condition of contrast media[J]? Interdisci Neurosurg, 2019, 15: 6-10.

[29] Uchino A, Suzuki C, Tanaka M. Extremely long posterior Communicating artery diagnosed by MR angiography:report of two cases [J]. Surg Radiol Anat, 2015, 37: 565-568.

[30] Conijin MM, Hendrikse J, Zwanenburg JJ, et al. Perforating arteries originating from the posterior communicating artery: a 7.0-tesla MRI study [J]. Eur Radiol, 2009, 19: 2986-2992

[31] Harteveld AA, De Cocker LJ, Dieleman N, et al. High-resolution postcontrast time-of-flight MR angiography of intracranial perforators at 7.0 Tesla[J]. PLoS One, 2015, 10: e0121051

[32] Greenberg SM. Small vessels, big problems[J]. N Engl J Med, 2006, 354: 1451-1453.

[33] Wang TH, Jingami N, Okada T, et al. Anterior Choroidal Artery Infarction Evaluated with 123I-Imp Single-Photon Emission Computed Tomography and 7 Tesla Magnetic Resonance Imaging[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2019, 28: e51-e52.

[34] Tsutsumi S, Ono H, Yasumoto Y. The cisternal segment of the anterior choroidal artery:an anatomical study using magnetic resonance imaging[J]. Childs Nerv Syst. 2017, 33: 2011-2016.

[35] 于兹喜, 郑可国. 医学影像检查技术学[M]. 第4版. 北京: 人民卫生出版社, 2018, 147-149.

[36] Chausson N, Joux J, Saint-Vil M, et al. Infarction in the Anterior Choroidal Artery Territory:Clinical Progression and Prognosis Factors[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2014, 23: 2012-2017.

[37] Alqahtani SA, Luby M, Nadareishvili Z, et al. Perfusion Deficits and Association with Clinical Outcome in Patients with Anterior Choroidal Artery Stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26: 1755-1759.

[38] Nelles M, Gieseke J, Flacke S, et al. Diffusion tensor pyramidal tractography in patients with anterior choroidal artery infarcts[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2008, 29: 488-493.

[39] Wang TH, Jingami N, Okada T, et al. Anterior Choroidal Artery Infarction Evaluated with 1231-Imp Single-Photon Emission Computed Tomography and 7 Tesla Magnetic Resonance Imaging[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2019, 28: e51-e52.

[40] Maeshima S, Osawa A, Nagoya H, et al. Dysgraphia due to anterior choroidal artery territory infarction:a case report[J]. Neurol Sci, 2013, 34: 1823-1825.