

. 综 述 .

前交通动脉解剖与前交通动脉动脉瘤发生、破裂的相关性研究进展

王景春 任晋瑞 李荔荣

【摘要】 前交通动脉动脉瘤是最常见的一种颅内动脉瘤,而前交通动脉承接大脑前动脉 A1、A2 段,因此大脑前动脉 A1、A2 段对于前交通动脉动脉瘤的发生有一定影响,例如,双侧 A1 段的直径比越大,前交通动脉动脉瘤越容易发生;A1、A2 段的解剖变异也会促使前交通动脉动脉瘤的发生;A1-A2 角、A2 与前交通动脉的角度同样也影响着前交通动脉动脉瘤的发生。不仅如此,A1 段还会影响前交通动脉动脉瘤的生长方向,甚至影响其破裂。本文就前交通动脉解剖与前交通动脉动脉瘤发生、破裂的相关性研究进展进行综述,为临床提供参考。

【关键词】 前交通动脉动脉瘤;前交通动脉复合体;解剖变异

【文章编号】 1009-153X(2024)04-0239-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.9

Research progress on the anatomy of the anterior communicating artery and its relationship with the development and rupture of anterior communicating artery aneurysms

WANG Jing-chun¹, REN Jin-rui², LI Li-rong². 1. The Fifth Clinical College, Shanxi Medical University, Taiyuan 030012, China; 2. Department of Neurosurgery, Shanxi Provincial People's Hospital, Taiyuan 030012, China

【Abstract】 The anterior communicating artery aneurysm is the most common intracranial aneurysm, and the anterior communicating artery serves as the continuation of the anterior cerebral artery segments A1 and A2, thus the segments A1 and A2 of the anterior cerebral artery have certain influence on the occurrence of anterior communicating artery aneurysm. For example, the larger the ratio of the diameter of the bilateral A1 segment, the more likely it is for an anterior communicating artery aneurysm to occur. The anatomical variations of the segments A1 and A2 also promotes the occurrence of anterior communicating artery aneurysm. Similarly, the angles of A1-A2 and A2 with the anterior communicating artery also affect the occurrence of anterior communicating artery aneurysm. Not only that, the segment A1 also affects the growth direction of the anterior communicating artery aneurysm and even its rupture. This review summarizes the research progress on the anatomy of the anterior communicating artery and the occurrence and rupture of anterior communicating artery aneurysm, providing clinical references.

【Key words】 Anterior communicating artery aneurysms; Anterior communicating artery complex; Anatomical variations

前交通动脉动脉瘤约占颅内动脉瘤的 1/3,一旦破裂,致残率、病死率较高^[1,2]。前交通动脉复合体由两条大脑前动脉(anterior cerebral artery, ACA)的 A1 段和 A2 段、前交通动脉(anterior communicating artery, ACoA)和 Heubner 回返动脉组成。研究发现,前交通动脉复合体与前交通动脉动脉瘤的发生、发展有一定的关系^[3-9]。ACoA A1 段、A2 段属于前交通动脉复合体的重要组成部分,A1 段起于颈内动脉至 ACoA 与 ACA 交叉处,A2 段为 ACoA 与 ACA 交叉处至额前内侧支^[10,11]。本文就前交通动脉解剖与前交

通动脉动脉瘤发生、破裂的相关性研究进展进行综述,为临床提供参考。

1 ACA A1 段与前交通动脉动脉瘤的发生及破裂

1.1 ACA A1 段直径与前交通动脉动脉瘤的发生 研究发现 ACA A1 段的解剖生理与前交通动脉动脉瘤有着重要的关系。约 70% 的前交通动脉动脉瘤存在优势血供现象,其中左侧优势血供的比例较高^[4]。双侧 ACA A1 段的直径不对称与前交通动脉动脉瘤的形成有关。研究显示,优势侧脑血流量随双侧 A1 段直径不对称性的增加而增加,反复的血流冲击会引起 ACA 瘤样扩张,进一步形成动脉瘤^[12,13]。另有研究发现,在双侧 A1 不对称比例 <1.5 的人群中,只有 7.8% 的人有前交通动脉动脉瘤,而在不对称比例为 1.5~2 和 >2 的人群中,患前交通动脉动脉瘤的风险分别达到了 77% 和 83%^[14]。前交通动脉动脉瘤相关侧

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.04.011

基金项目:山西省科学技术厅项目(20210302123351)

作者单位:030012 太原,山西医科大学附属第五临床医学院(王景春);030012 太原,山西省人民医院神经外科(任晋瑞、李荔荣)

通信作者:李荔荣,Email:Lilirong1974@163.com

ACA A1 段直径明显大于对侧,而无动脉瘤者双侧 A1 段血管直径无统计学差异。研究认为双侧 ACA A1 段血管直径比值相对单纯测量 ACA A1 段血管直径更为重要^[15]。这提示前交通动脉动脉瘤的发生风险会随着双侧 ACA A1 段不对称的比例增加而增加。

1.2 A1-A2 角与前交通动脉动脉瘤的发生、破裂 前交通动脉动脉瘤可能与 ACA 的角度(如 A1-A2 角等)相关。A1-A2 角较小且双侧差异较大的病人更容易发生前交通动脉动脉瘤^[13, 16-18]。研究发现,在 160 例前交通动脉动脉瘤中,84.7%(136 例)的动脉瘤向载瘤动脉(A1)与 ACoA 段(ACoA/ A1)或 A2 段(A1/A2)之间形成的较小角度的一侧偏移($P < 0.001$),65.0%(104 例)的动脉瘤均向小角度和子血管偏移;159 例前交通动脉动脉瘤发生于 ACA 的优势侧,占 99.4%^[18]。这提示前交通动脉动脉瘤的形成与毗邻血管角度可能存在关系。不仅如此,研究还发现较小的 A1-A2 夹角与前交通动脉动脉瘤的破裂出血存在关联^[13, 19]。但也有研究表明 A1-A2 角度的差异不是前交通动脉动脉瘤破裂的危险因素^[16]。因此,A1-A2 角是否与前交通动脉动脉瘤破裂存在关系还需要进一步证实。

1.3 ACA A1 段与前交通动脉动脉瘤的指向 ACA A1 段形态与动脉瘤投影之间同样存在关系。根据标准右侧位和外侧位 DSA,结合斜位图像和 3D-DSA, A1 段可按形态分为几种类型:1 型是“弧形”(1a 型凸形,1b 型凹型),2 型为“S”型(2a 型反向横向“S”型,2b 型横向“S”型);3 型是直线型,不发育^[20]。有研究显示,A1 段形态与前交通动脉动脉瘤投影之间存在显著相关性($r=0.619; P < 0.01$);当 A1 段为 1a 型或 2a 型时,前交通动脉动脉瘤一般指向下;当 A1 段为 1b 型或 2b 型时,前交通动脉动脉瘤一般指向上;当 A1 为 3 型时,前交通动脉动脉瘤的投影为任意方向,向上、向下或更复杂^[19]。

1.4 ACA A1 段解剖变异影响前交通动脉动脉瘤的发生 ACA A1 段不发育或发育不全是前交通动脉复合体最具代表性的变异之一。尽管文献报道的发生率有一定的差异性,但 A1 段发育不全是 ACA 最常见的变异,发生率在 9%~10%,无论 A1 段有无发育不全,对侧 ACA 可通过前交通动脉提供部分或全部血液供应正常 ACA 供血区域^[21]。A1 段的变异主要是发育不平衡(两侧 A1 段口径之比 ≥ 2)、不典型增生(A-1 口径 < 0.5 mm)和缺如^[19]。不仅如此,A1 段发育不全背景下发生的前交通动脉动脉瘤明显大于无 A1 段发育不全病人(平均最大直径 7.7 mm vs. 6.0

mm; $P=0.0084$);而且,A1 段发育不全、缺失可以引起 Willis 循环的血流动力学变化,这对前交通动脉动脉瘤的形成、大小和形状均有重要影响^[19, 22]。Zhang 等^[23]研究发现前交通动脉动脉瘤与发育不全的 A1 段存在显著相关性,且 A1 段发育不全的存在是唯一独立与前交通动脉动脉瘤存在相关的参数,与动脉瘤大小无关,可以作为一个简单的筛选参数。因此,与前交通动脉动脉瘤相关的最常见的解剖变异是 CAA A1 段不发育或发育不全,而这两种变异更容易导致前交通动脉动脉瘤的发生。

2 ACA A2 段影响前交通动脉动脉瘤的发生

2.1 A2 段解剖变异与前交通动脉动脉瘤的发生 临床上,将 ACA 远端出现的部分称为 A2 段^[24]。Krzyzewski 等^[11]发现 ACA A2 段变异与前交通动脉动脉瘤的形成存在关联,A2 段不发育/发育不全是前交通动脉动脉瘤的潜在预测因子(6% vs. 1%; $P=0.07$)。三支型 A2 段是一种不常见的解剖变异,被认为主要是由于胚胎胼胝体中动脉的持续存在。这种变异也可能是由于其中一个 ACA 的重复。在三支型 A2 段变异中,前交通动脉动脉瘤的发病率显著增高。这提示三支型 A2 段的发育变化,以及由此引起的局部血流动力学和血流模式的变化,可能会增加前交通动脉发生动脉瘤的风险。研究显示,如果在正常人身发现这种变异,那么需要治疗的前交通动脉动脉瘤的概率是普通人群的 8~13 倍^[20]。

2.2 A2/ACoA 角与前交通动脉动脉瘤的发生 在有学者测量 20 例前交通动脉动脉瘤病人和 20 例无动脉瘤病人的 ACoA 与 A2 段(ACoA/ A2)的夹角,结果发现动脉瘤病人 ACoA/A2 夹角 $[(144.2 \pm 4.1)^\circ]$ 显著大于无动脉瘤病人 $[(105.1 \pm 3.2)^\circ; P < 0.001]$,而两者 ACoA、A1 段、A2 段直径无统计学差异($P > 0.05$)^[18, 25-27]。

综上所述,本文主要从 ACA A1 段、A2 段与前交通动脉动脉瘤的发生、破裂的关系进行综述,其中双侧 ACA A1 段直径及其比值、A1-A2 角与前交通动脉动脉瘤的发生存在一定关系。也有研究称 A1-A2 角还与前交通动脉瘤破裂有一定关系,但存在较大争议。同时,ACA 解剖变异也与前交通动脉动脉瘤有一定的相关性,比如 A2 段不发育或者发育不全,三支型 A2 段等。总之,ACA 解剖与前交通动脉动脉瘤的相关性还需要大规模、多中心的协同研究,以促进多方位了解前交通动脉动脉瘤的形成因素,在治疗方面更加精确且可控,并有望建立对前交通动脉

动脉瘤较全面的认知。

【利益冲突声明】: 本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】: 王景春负责查询相关资料、撰写文章; 任晋瑞参与文章修改、校对; 李荔荣负责文章审校。

【参考文献】

- [1] BURLAKOTI A, KUMARATILAKE J, TAYLOR D J, *et al.* Quantifying asymmetry of anterior cerebral arteries as a predictor of anterior communicating artery complex aneurysm [J]. *BMJ Surg Interv Health Technologies*, 2020, 2(1): 1-6.
- [2] DHANALAKSHMI V, SATISH K S, SURESH K T, *et al.* Anterior communicating artery: a cadaveric study [J]. *Int J Anat Res*, 2019, 7(1.3): 6261-6264.
- [3] ZONG R, YANG LP, DENG KX. Vascular study on the correlation between horizontal segment variation of anterior cerebral artery and anterior communicating aneurysm formation [J]. *Chin J CT MRI*, 2022, 20(8): 12-14.
纵 然, 杨丽萍, 邓克学. 大脑前动脉水平段变异与前交通动脉瘤形成相关性的研究[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20(8): 12-14.
- [4] SONG XL, CHEN LZ, WEI MG. Effect of A2 segment configuration of anterior cerebral artery on clipping of anterior communicating aneurysms via left pterional approach [J]. *Chin J Stroke*, 2022, 17(8): 851-856.
宋绪林, 陈来照, 韦明桂. 大脑前动脉A2段构型对左侧翼点入路夹闭前交通动脉瘤的影响[J]. *中国卒中杂志*, 2022, 17(8): 851-856.
- [5] KRZYZEWSKI RM, TOMASZEWSKI KA, KOCHANA M, *et al.* Anatomical variations of the anterior communicating artery complex: gender relationship [J]. *Surg Radiol Anat*, 2014, 37(1): 81-86.
- [6] FREDON F, BAUDOUIN M, HARDY J, *et al.* An MRI study of typical anatomical variants of the anterior communicating artery complex [J]. *Surg Radiol Anat*, 2021, 43(12): 1-6.
- [7] GU BX, XUE JY, XU T. Microsurgical anatomical study of the anterior communication artery complex [J]. *Chin Clin Neurosci*, 2002, 10(3): 176-181.
顾斌贤, 薛绛宇, 徐 涛. 前交通动脉复合体的显微外科解剖研究[J]. *中国临床神经科学*, 2002, 10(3): 176-181.
- [8] SHENG LQ, LI J, CHEN G, *et al.* Study of the clinical anatomy of anterior communicating artery complex by 3D-DSA [J]. *Chin J Clin Neurosurg*, 2012, 17(3): 151-153.
盛柳青, 李 俊, 陈 刚, 等. 前交通动脉复合体临床解剖学的3D-DSA研究[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2012, 17(3): 151-153.
- [9] ZUNON-KIPRÉ Y, PELTIER J, HAÏDARA A, *et al.* Microsurgical anatomy of distal medial striate artery (recurrent artery of Heubner) [J]. *Surg Radiol Anat*, 2012, 34(1): 15-20.
- [10] WU G, GUI H, ZHANG L. Study of microanatomy of anterior communicating artery complex [J]. *Chin J Clin Neurosurg*, 2017, 22(2): 92-94.
武 高, 桂 卉, 张 力. 前交通动脉复合体的显微解剖研究[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2017, 22(2): 92-94.
- [11] KRZYZEWSKI RM, TOMASZEWSKA IM, LORENC N, *et al.* Variations of the anterior communicating artery complex and occurrence of anterior communicating artery aneurysms: A2 segment consideration [J]. *Folia Med Cracov*, 2014, 54(1): 13-20.
- [12] TUIJL RJV, RUIGROK YM, OPHELDERS M, *et al.* Relationship between diameter asymmetry and blood flow in the pre-communicating (A1) segment of the anterior cerebral arteries [J]. *J Neuroradiol*, 2022, 50(4): 402-406.
- [13] YANG WW, WANG JX, ZHU ZH, *et al.* Study on the relationship between the A1 segment of anterior cerebral artery, A1-A2 angle and the formation and rupture of anterior communicating artery aneurysm [J]. *J Clin Radiol*, 2021, 40(4): 625-628.
杨威威, 王金显, 朱正红, 等. 大脑前动脉A1段血管构象, A1-A2夹角与前交通动脉瘤形成及破裂的相关性研究[J]. *临床放射学杂志*, 2021, 40(4): 625-628.
- [14] IDIL SOYLU A, OZTURK M, AKAN H. Can vessel diameters, diameter ratios, and vessel angles predict the development of anterior communicating artery aneurysms: a morphological analysis [J]. *J Clin Neurosci*, 2019, 68: 250-255.
- [15] CHEN ZG, YANG G. Correlation analysis of anterior communicating artery aneurysm with vessel diameter and bifurcation angle [J]. *Chin J Clin Med Imaging*, 2021, 32(4): 233-236, 249.
陈泽谷, 杨 光. 大脑前交通动脉瘤与血管直径及分叉角度的相关性分析[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32(4): 233-236, 249.
- [16] YE J, ZHENG P, HASSAN M, *et al.* Relationship of the angle between the A1 and A2 segments of the anterior cerebral artery with formation and rupture of anterior communicating artery aneurysm [J]. *J Neurol Sci*, 2017, 375: 170-174.
- [17] WEI C, DENG KX, WEI W, *et al.* The angles between A1 and A2 segments of the anterior cerebral artery measured by three-dimensional computer tomographic angiography and the relationship with anterior communication artery aneurysms [J]. *Chin J Med Comp*

Imaging, 2010, 16(6): 522-526.

韦超,邓克学,韦炜,等. 3D-CTA 大脑前动脉 A1-A2 段夹角测量与前交通动脉瘤相关性研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2010, 16(6): 522-526.

[18] ZHANG XJ, GAO BL, HAO WL, *et al.* Presence of anterior communicating artery aneurysm is associated with age, bifurcation angle, and vessel diameter [J]. *Stroke*, 2018, 49(2): 341-347.

[19] ZHOU G, WANG J, LIU W, *et al.* An assessment of how the anterior cerebral artery anatomy impacts ACoA aneurysm formation based on CFD analysis [J]. *Br J Neurosurg*, 2020, 1(1): 1-5.

[20] FENG W, ZHANG L, LI W, *et al.* Relationship between the morphology of A-1 segment of anterior cerebral artery and anterior communicating artery aneurysms [J]. *Afr Health Sci*, 2014, 14(1): 83-88.

[21] LÓPEZ-SALA P, ALBERDI N, MENDIGAÑA M, *et al.* Anatomical variants of anterior communicating artery complex: a study by computerized tomographic angiography [J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 80: 182-187.

[22] RINALDO L, MCCUTCHEON BA, MURPHY ME, *et al.* Relationship of A1 segment hypoplasia to anterior communicating artery aneurysm morphology and risk factors for aneurysm formation [J]. *J Neurosurg*, 2017, 127(1): 89-95.

[23] ZHANG J, CAN A, LAI PMR, *et al.* Vascular geometry associated with anterior communicating artery aneurysm formation [J]. *World Neurosurg*, 2021, 146(1): 1318-1325.

[24] JALALI A, SRINIVASAN V, KAN P, *et al.* Association of anterior communicating artery aneurysms with triplicate A2 segment of the anterior cerebral artery [J]. *World Neurosurg*, 2020, 140(1): 234-239.

[25] WAN G, LI L, BAO SD, *et al.* The correlation between anterior communicating artery aneurysm and the angles that angled by A2 segment of anterior cerebral artery and anterior communicating artery visualized by 3D-DSA [J]. *Chin J Neurosurg*, 2013, 29(7): 698-701.

万刚,李良,鲍圣德,等. 大脑前动脉 A2 段和前交通动脉夹角与前交通动脉瘤发生率相关性的影像研究[J]. 中华神经外科杂志, 2013, 29(7): 698-701.

[26] GAO BL, HAO WL, REN CF, *et al.* Greater hemodynamic stresses initiated the anterior communicating artery aneurysm on the vascular bifurcation apex [J]. *J Clin Neurosci*, 2022, 96: 25-32.

[27] WANG L, SHI Z, KONG X, *et al.* Association between A1 segment dysplasia, bifurcation angles of anterior cerebral artery and the formation of anterior communicating aneurysms [J]. *J Cap Med Univ*, 2022, 43(1): 61-66.

王莉,施昭,孔祥,等. 大脑前动脉 A1 段发育不良和分叉角度与前交通动脉瘤形成的相关性[J]. 首都医科大学学报, 2022, 43(1): 61-66.

[28] HUANG Q, FU WX, LIU HR, *et al.* An anatomical study of the anterior communicating artery complex [J]. *Chin J Neurol*, 2002, 1(1): 14-17.

黄勤,付万新,柳浩然,等. 前交通动脉复合体的解剖学研究[J]. 中华神经医学杂志, 2002, 1(1): 14-17.

(2023-02-27 收稿, 2023-12-30 修回)



(上接第 238 页)

[24] RIGRODSKY S, MORRISON EB. Speech changes in parkinsonism during L-dopa therapy: preliminary findings [J]. *J Am Geriatr Soc*, 1970, 18(2): 142-151.

[25] LECHIEN JR, DELSAUT B, ABDERRAKIB A, *et al.* Orofacial strength and voice quality as outcome of levodopa challenge test in Parkinson disease [J]. *Laryngoscope*, 2020, 130(12): E896-E903.

[26] FOX SH, KATZENSCHLAGER R, LIM SY, *et al.* International Parkinson and movement disorder society evidence-based medicine review: update on treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease [J]. *Mov Disord*, 2018, 33(8): 1248-1266.

[27] YUAN F, GUO X, WEI X, *et al.* Lee Silverman voice treatment for dysarthria in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Neurol*, 2020, 27(10): 1957-1970.

[28] PU T, HUANG M, KONG X, *et al.* Lee Silverman voice treatment to improve speech in Parkinson's disease: a systemic review and meta-analysis [J]. *Parkinsons Dis*, 2021, 2021: 3366870.

[29] BRABENEC L, KLOBUSIAKOVA P, SIMKO P, *et al.* Non-invasive brain stimulation for speech in Parkinson's disease: a randomized controlled trial [J]. *Brain Stimul*, 2021, 14(3): 571-578.

[30] FABBRI M, NATALE F, ARTUSI CA, *et al.* Deep brain stimulation fine-tuning in Parkinson's disease: short pulse width effect on speech [J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2021, 87: 130-134.

[31] ZIBETTI M, MORO E, KRISHNA V, *et al.* Low-frequency subthalamic stimulation in Parkinson's disease: long-term outcome and predictors [J]. *Brain Stimul*, 2016, 9(5): 774-779.

(2023-01-24 收稿, 2023-12-25 修回)