

• 临床研究 Clinical research •

临床少见大脑动脉瘤及其动脉分叉的形态学特点

张学敬, 韩思勤, 杨磊

【摘要】 目的 了解 3 种临床少见大脑动脉瘤及其动脉分叉的形态学特点。**方法** 纳入 2017 年 1 月至 2020 年 4 月石家庄市人民医院收治的大脑前动脉-胼周动脉(ACA-PA)动脉瘤患者 8 例,颈内动脉-脉络膜前动脉(ICA-AChA)分叉动脉瘤患者 5 例,椎动脉-小脑后下动脉(VA-PICA)分叉动脉瘤患者 4 例。记录患者的临床基线资料并测量形态学参数。分叉顶角和小、大外侧角分别定义为 φ_1 、 φ_2 和 φ_3 , D_1 、 S_1 和 T_1 分别代表主干血管的直径、横截面面积和曲度; D_2 、 S_2 和 T_2 定义为与主干血管形成小外侧角一侧分支血管的相应参数; D_3 、 S_3 和 T_3 则为对侧分支血管的相对应形态学参数。**结果** ICA-AChA 和 VA-PICA 分叉动脉瘤均为 D 型动脉瘤,且朝向小外侧角;6 例患者的 ACA-PA 分叉动脉瘤为 C 型动脉瘤,其中 5 例患者的 C 型动脉瘤朝向小外侧角。ACA-PA 和 ICA-AChA 动脉瘤患者的 S_2 和 φ_2 均显著小于 S_3 和 φ_3 ($P<0.05$),而 T_2 显著大于 T_3 ($P<0.05$); VA-PICA 分叉动脉瘤亦具有相似趋势。**结论** 3 种动脉瘤多朝向小外侧角,且小外侧角及其同侧分支血管的直径、横截面面积均小于对侧,而曲度大于对侧分支血管。

【关键词】 脑动脉瘤; 临床少见; 形态学参数; 分叉角度; 血管曲度

中图分类号: R743 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2024)-02-0182-05

Morphological characteristics of clinically rare cerebral aneurysms and arterial bifurcations ZHANG Xuejing, HAN Siqin, YANG Lei. Shijiazhuang People's Hospital, Shijiazhuang, Hebei Province 050011, China

Corresponding author: YANG Lei, E-mail: leiyang10066@sina.com

【Abstract】 Objective To discuss the morphological characteristics of three types of clinically rare cerebral aneurysms and arterial bifurcations. **Methods** A total of 17 patients with clinically rare cerebral aneurysms, including anterior cerebral artery-pericallosal artery aneurysms (ACA-PA aneurysms, $n=8$), internal carotid artery-anterior choroidal artery bifurcation aneurysms (ICA-AChA aneurysms, $n=5$) and vertebral artery-posterior inferior cerebellar artery bifurcation aneurysms (VA-PICA aneurysms, $n=4$), who received treatment in the Shijiazhuang People's Hospital between January 2017 and April 2020 were enrolled in this study. The clinical baseline data were recorded, and the morphological parameters of the aneurysms were determined. The bifurcation angle, small lateral angle and large lateral angle were defined as φ_1 , φ_2 and φ_3 , respectively. D_1 , S_1 and T_1 represented the diameter, cross-sectional area and tortuosity of the main blood vessel, respectively. D_2 , S_2 and T_2 were defined as the corresponding parameters of the branch vessel forming small lateral angle with the main vessel. D_3 , S_3 and T_3 were the corresponding morphological parameters of the contralateral branch vessel. **Results** All of the ICA-AChA and VA-PICA bifurcation aneurysms were type D aneurysms and oriented towards the small lateral angle. Six ACA-PA bifurcation aneurysms were type C aneurysm, and 5 of them were oriented toward the small lateral angle. The S_2 and φ_2 of the ACA-PA and ICA-AChA bifurcations harboring aneurysms were significantly smaller than S_3 and φ_3 ($P<0.05$), while T_2 was remarkably larger than T_3 ($P<0.05$). The VA-PICA bifurcations also showed a similar manifestations. **Conclusion** These three types of clinically rare cerebral aneurysms are mostly oriented towards the small lateral angle, and the diameter and cross-section area of the branch forming small lateral angle with parent artery were smaller than those of the contralateral branch vessel, while the tortuosity was greater than that of the contralateral branch. (J Intervent Radiol, 2024, 32: 182-186)

【Key words】 cerebral aneurysm; clinically rare; morphological parameter; bifurcation angle; vascular tortuosity

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.02.015

基金项目: 河北省医学科学研究重点课题计划(20191459), 国家自然科学基金(81901184), 河北省重点研发计划项目(22377753D)

作者单位: 050011 河北石家庄 石家庄市人民医院科研中心(张学敬), 神经外科(韩思勤、杨磊)

通信作者: 杨磊 E-mail: leiyang10066@sina.com

颅内动脉瘤的发生率约为 3%，破裂率虽然仅为 1%~2%，但是后果极其严重，具有高致死率/致残率^[1-2]。随着神经影像学技术的发展，血管形态学检查变得越来越便捷，很多动脉瘤在检查中被意外发现。在所有颅内动脉瘤中，中动脉分叉、大脑前动脉-前交通动脉分叉、颈内动脉-后交通动脉分叉和基底动脉动脉瘤发生率较高，分别占 18%~36%、约 25%、约 30%和 5%~8%^[3-5]。目前，临床少见动脉瘤的发病及破裂的潜在机制尚不清楚。胼周动脉瘤较少见，占颅内动脉瘤的 2%~9%^[6]。脉络膜前动脉是颅内动脉瘤发生的罕见部位，占 2%~5%，破裂率为 26.7%^[7-8]。椎动脉-小脑后下动脉分叉动脉瘤的发生率为 0.5%~3%^[9]，其发生与形态学的相关性尚未见相关报道。本研究对 3 种临床少见动脉瘤的动脉分叉形态学特点进行分析，并探讨其发病机制。

1 材料与方法

1.1 研究对象

收集 2017 年 1 月至 2020 年 4 月于石家庄市人民医院接受脑部数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 检查的大脑前动脉-胼周动脉 (ACA-PA)、颈内动脉-脉络膜前动脉 (ICA-AChA)、椎动脉-小脑后下动脉 (VA-PICA) 分叉动脉瘤患者资料，排除图像不清晰、梭状/夹层动脉瘤、动脉狭窄等患者资料。最终，纳入 ACA-PA 动脉瘤 8 例，ICA-AChA 分叉动脉瘤 5 例，VA-PICA 分叉动脉瘤 4 例。本研究获得医院伦理委员会审批。

1.2 模型建立及形态学参数的测量

采用西门子工作站对 DSA 数据进行重建。采用 Meshlab (1.3.3) 软件对管壁进行光滑处理，去掉不重要的细小分支。参照文献^[3,10-11]测量形态学参数。分叉顶点定义为 B 点，主干血管中心线距离 B 点 5 mm 处为 P 点，两侧分支血管中心线距离 B 点 1、2、3、4 和 5 mm 的位点进行形态学参数测量。3 点法进行分叉角度的测量。其中，分叉顶角定义为 φ_1 ，主干血管与两侧分支血管形成的小外侧角和大外侧角的平均值分别定义为 φ_2 和 φ_3 。D₁、S₁ 和 T₁ 分别代表主干血管的平均直径、横截面面积和 B 点到 P 点的曲度。曲度=1-(两点之间的直线距离/两点之间的曲线距离)。S₂ 和 S₃ 分别代表与主干血管形成小外侧角、大外侧角的分支血管横截面面积的平均值。T₂ 代表 P 点到小外侧角一侧分支血管 5 个位点曲度的平均值，T₃ 则为 P 点到对侧分支血管的曲度平均值，见图 1。动脉瘤朝向的测定方法参考文献^[3,11-12]。

1.3 统计学方法

应用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。偏态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示，比较采用秩和检验。计数资料以例数表示，两组间比较采用卡方检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

ACA-PA 动脉瘤患者共计 8 例，男性 1 例，女性 7 例，年龄 43~79 岁；5 例 ICA-AChA 分叉动脉瘤患者均为女性，年龄 48~55 岁；4 例 VA-PICA 分叉动脉瘤患者均为女性，年龄 63~83 岁。3 组患者的一般资料见表 1。其中，4 例 ACA-PA、5 例 ICA-AChA 分叉和 2 例 VA-PICA 小脑后下动脉分叉动脉瘤患者具有多发动脉瘤。

表 1 3 组患者一般资料 (例)

参数	ACA-PA an(n=8)	ICA-AChA an(n=5)	VA-PICA an(n=4)
吸烟 (是/否)	0/8	0/5	0/4
喝酒 (是/否)	0/8	0/5	0/4
高血压 (是/否)	7/1	4/1	2/2
糖尿病 (是/否)	0/8	0/5	1/3
心血管病史 (是/否)	2/6	0/5	1/3
心血管病家族史 (是/否)	0/8	0/5	0/4
多发动脉瘤 (是/否)	4/4	5/0	2/2

ACA-PA 为大脑前动脉-胼周动脉；ICA-AChA 为颈内动脉-脉络膜前动脉；VA-PICA 为椎动脉-小脑后下动脉；an 为动脉瘤

6 例 ACA-PA 动脉瘤为 C 型动脉瘤，其中 5 例朝向小外侧角 φ_2 ；2 例为 D 型动脉瘤，均朝向小外侧角。ICA-AChA 和 VA-PICA 动脉瘤均为 D 型动脉瘤，且均朝向小外侧角，见表 2。3 种动脉瘤的瘤颈、动脉瘤最大高度和最大宽度见表 3。

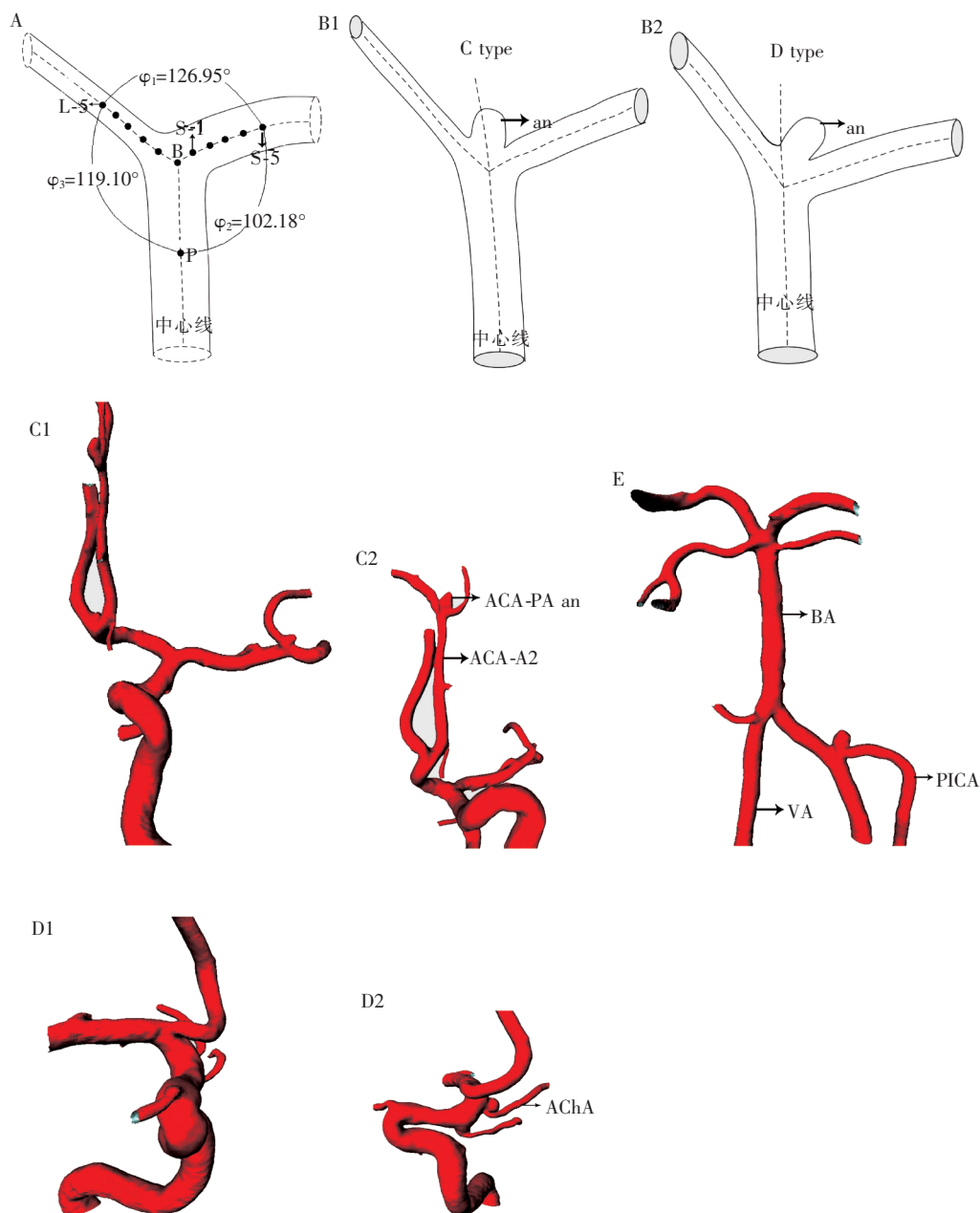
表 2 动脉瘤的类型和朝向 (例)

动脉瘤	ACA-PA an(n=8)	ICA-AChA an(n=5)	VA-PICA an(n=4)
类型			
C 型	6	0	0
D 型	2	5	4
朝向			
C 型(φ_2)	5	—	—
C 型(φ_3)	1	—	—
D 型(φ_2)	2	5	4
D 型(φ_3)	0	0	0

比较两侧分支血管形态学差异结果显示，ACA-PA 分叉的小外侧角 (φ_2) 中位数显著小于大外侧角 (φ_3)，分别为 90.9° 和 120.8° ($P=0.012$)，小外侧角一侧分支血管的横截面面积 (S₂) 中位数显著小于大外侧角一侧分支血管 (S₃)，分别为 0.99 和 2.22 mm²

表 3 动脉瘤及主干血管的形态学特点 $[M(Q_1, Q_3)]$

形态学参数	ACA-PA an($n=8$)	ICA-AChA an($n=5$)	VA-PICA an($n=4$)
瘤颈(mm)	2.08(1.25,3.43)	2.00(1.52,2.50)	2.73(1.63,5.29)
动脉瘤最大高度(mm)	2.85(1.75, 3.78)	2.50(1.22,2.60)	5.00(2.63,8.13)
动脉瘤最大宽度(mm)	2.44(1.82, 4.85)	2.00(1.46,2.70)	4.15(2.70,5.45)
D_1 (mm)	1.89(1.49,2.05)	3.44(3.35,4.07)	2.85(2.56,3.50)
T_1	0.02(0.01,0.05)	0.04(0.02,0.05)	0.01(0.003,0.01)
S_1 (mm ²)	2.57(1.56,2.87)	9.73(8.74,12.21)	6.16(4.93,9.72)
$\varphi_1(^{\circ})$	138.24(127.18,154.30)	131.78(117.71,135.39)	99.08(93.85,115.68)



A 为 φ_1 -3 的定义,点 B 代表动脉分叉顶点,主干血管中心线距 B 点 5 mm 的位点定义为 P;B1 和 B2 分别为 C 型和 D 型动脉瘤;C 为大脑前动脉-胼周动脉动脉瘤(ACA-PA an);D 为颈内动脉-脉络膜前动脉分叉动脉瘤(ICA-AChA an);E 为椎动脉-小脑后下动脉分叉动脉瘤(VA-PICA an)。an、ACA-A2、BA、PICA、VA 分别代表动脉瘤、大脑前动脉-A2 段、基底动脉、小脑后下动脉和椎动脉

图 1 动脉分叉形态学参数的定义及 3 种典型动脉瘤

($P=0.012$), 而从主干血管到小外侧角一侧分支血管的曲度(T_2)显著大于大外侧角一侧(T_3), 分别为 0.28 和 0.13($P=0.017$)。ICA-AChA 的 S_2 和 φ_2 均分别显著小于 S_3 和 φ_3 , 而 T_2 大于 T_3 , 差异有统计学意义($P=0.043$)。VA-PICA 分叉的 φ_2 和 S_2 分别小于 φ_3 和 S_3 , T_2 大于 T_3 , 但是差异无统计学意义($P>0.05$), 见表 4。

表 4 两侧分支血管形态学的差异 [$M(Q_1, Q_3)$]

形态学参数	ACA-PA an($n=8$)	ICA-AChA an($n=5$)	VA-PICA an($n=4$)
T_2	0.28 (0.20, 0.37)	0.39 (0.29, 0.43)	0.28 (0.34, 0.37)
T_3	0.13 (0.07, 0.20)	0.06 (0.05, 0.13)	0.01 (0.004, 0.02)
Z 值	-2.38	-2.02	-1.83
P 值	0.017	0.043	0.068
$S_2(\text{mm}^2)$	0.99 (0.48, 1.33)	1.21 (0.52, 1.26)	1.31 (1.12, 2.38)
$S_3(\text{mm}^2)$	2.22 (1.82, 2.51)	6.45 (3.72, 7.69)	5.79 (4.28, 7.73)
Z 值	-2.52	-2.02	-1.83
P 值	0.012	0.043	0.068
$\varphi_2(^{\circ})$	90.9 (68.7, 107.3)	69.81 (65.88, 93.17)	90.43 (70.09, 99.31)
$\varphi_3(^{\circ})$	120.8 (105.0, 134.4)	146.27 (119.09, 154.36)	165.06 (158.74, 172.11)
Z 值	-2.52	-2.02	-1.83
P 值	0.012	0.043	0.068

3 讨论

血流动力学因素诱发的炎症反应和内皮功能障碍在动脉瘤形成的病理过程中发挥重要作用^[13]。有研究报道, 血流动力学应力的大小取决于动脉分叉的几何学结构, 分叉角度和血管直径的改变会影响血流动力学应力的改变^[14]。因此, 血管形态学是血流动力学的上游因素, 其异常导致血流动力学应力的异常及炎症反应和管壁重构, 可能是动脉瘤形成的病理机制。研究证明, 较大的动脉分叉顶角和不对称的动脉分叉结构可能与动脉瘤的形成有关^[15-16]。但是, 关于临床少见动脉瘤的形态学特点尚不清晰。本研究纳入 3 种少见脑动脉瘤, 对其动脉瘤形态学及动脉分叉特点做一分析。

有动物模型研究证明, 动脉瘤起始于一侧分支血管的血流加速区, 该区域伴有较高的剪切力^[17]。每个动脉分叉的两侧分支血管各有一个血流加速区, 动脉瘤起始于哪侧分支血管的血流加速区尚未清晰。本研究推测动脉瘤的朝向可能与动脉瘤的起始位点相关, 特别是 D 型动脉瘤, 因为该类型动脉瘤不经过主干血管中心线延长线而完全朝向一侧分支血管。本课题组前期报道了 4 种高发病率动脉瘤的朝向, 包括大脑前动脉-前交通动脉分叉、中动脉分叉、基底动脉分叉及颈内动脉-后交通动脉分

叉动脉瘤, 证明 100% 的 D 型动脉瘤朝向小外侧角, 88.2% 以上的 C 型动脉瘤朝向小外侧角^[3]。在本研究中, 所有 ACA-PA、ICA-AChA 及 VA-PICA 分叉 D 型动脉瘤朝向小外侧角, 大部分 ACA-PA 分叉 C 型动脉瘤朝向小外侧角, 与前期的报道一致^[18]。因此, 推测动脉瘤可能起始于小外侧角一侧分支血管的血流加速区。

在本研究中, ACA-PA 和 ICA-AChA 分叉动脉瘤患者的 S_2 和 φ_2 均显著小于 S_3 和 φ_3 , 而 T_2 显著大于 T_3 ; VA-PICA 分叉亦具有相似趋势, 但是由于样本量小, 差异无统计学意义。有研究报道了动脉分叉形态学参数, 如较大的分叉顶角角度和血管高曲度为脑动脉瘤形成的独立危险因素^[11, 16]。Pei 等^[1]证明动脉瘤的形态学参数和颅外颈动脉的曲度为颅内前循环动脉瘤破裂的危险因素。滕碧云等^[19]报道, 腹主动脉的曲度对腹主动脉瘤的破裂有预测作用。如果在动脉瘤介入治疗过程中优化支架植入位置, 调整动脉分叉角度及血管曲度趋于正常, 有望降低动脉瘤的术后复发率。

本研究的局限性: ①为单中心回顾性研究, 且纳入的样本量少; ②未进行血流动力学分析。在后续工作中将扩大样本数, 继续分析两侧分支血管的血流动力学应力是否具有不对称性。

[参考文献]

- [1] Pei Y, Xu Z, Liang G, et al. Risk factors of anterior circulation intracranial aneurysm rupture: extracranial carotid artery tortuosity and aneurysm morphologic parameters[J]. Front Neurol, 2021, 12: 693549.
- [2] 蒙宏亮, 李振均, 曾恒, 等. 支架辅助弹簧圈栓塞治疗急性期颅内破裂宽颈动脉瘤的安全性和有效性观察[J]. 中华神经医学杂志, 2021, 20: 584-589.
- [3] Hao W, Yang L, Cao X, et al. Cerebral arterial bifurcations harboring D type aneurysm are more asymmetrical than those with C type aneurysm[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30: 105972.
- [4] Song J, Zhu F, Qian Y, et al. Morphological and hemodynamic differences between aneurysmal middle cerebral artery bifurcation and contralateral nonaneurysmal anatomy[J]. Neurosurgery, 2017, 81: 779-786.
- [5] Tutuncu F, Schimansky S, Baharoglu MI, et al. Widening of the basilar bifurcation angle: association with presence of intracranial aneurysm, age, and female sex [J]. J Neurosurg, 2014, 121: 1401-1410.
- [6] Nagaraj A, Majmundar N, Jumah F, et al. Interhemispheric approach for clipping of a pericallosal artery aneurysm: 2-dimensional operative video[J]. World Neurosurg, 2022, 161: 90.
- [7] Andre A, Boch AL, Di Maria F, et al. Complication risk factors in

- anterior choroidal artery aneurysm treatment[J]. Clin Neuroradiol, 2018,28:345-356.
- [8] 向 祥, 何朝晖. 脉络膜前动脉动脉瘤夹闭术后缺血并发症的相关研究进展[J]. 重庆医科大学学报, 2018, 43:1011-1014.
- [9] Fatehi M, Rizzuto MA, Prakash S, et al. Functional outcomes after treatment of posterior inferior cerebellar artery aneurysms[J]. Cureus, 2020, 12:e11746.
- [10] Parker LP, Powell JT, Kelsey LJ, et al. Morphology and hemodynamics in isolated common iliac artery aneurysms impacts proximal aortic remodeling[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2019, 39:1125-1136.
- [11] 杨 磊, 韩思勤, 郝伟丽, 等. 不对称的大脑中动脉分叉结构与动脉瘤形成的相关性分析 [J]. 中华神经医学杂志 2021, 20:578-583.
- [12] 张学敬, 郝伟丽, 杨松涛, 等. 分支血管异常增大的血流动力学应力促进前交通动脉瘤形成[J]. 介入放射学杂志, 2019,28: 625-629.
- [13] Chalouhi N, Hoh BL, Hasan D. Review of cerebral aneurysm formation, growth, and rupture[J]. Stroke, 2013,44:3613-3622.
- [14] Alnaes MS, Isaksen J, Mardal KA, et al. Computation of hemodynamics in the circle of Willis[J]. Stroke, 2007,38:2500-2505.
- [15] Sadatomo T, Yuki K, Migita K, et al. Differences between middle cerebral artery bifurcations with normal anatomy and those with aneurysms[J]. Neurosurg Rev, 2013,36:437-445.
- [16] Zhang X, Hao W, Han S, et al. Middle cerebral arterial bifurcation aneurysms are associated with bifurcation angle and high tortuosity[J]. J Neuroradiol, 2022,49:392-397.
- [17] Meng H, Wang Z, Hoi Y, et al. Complex hemodynamics at the apex of an arterial bifurcation induces vascular remodeling resembling cerebral aneurysm initiation[J]. Stroke, 2007,38:1924-1931.
- [18] Burlakoti A, Kumaratilake J, Taylor DJ, et al. Quantifying asymmetry of anterior cerebral arteries as a predictor of anterior communicating artery complex aneurysm[J]. BMJ Surg Interv Health Technol, 2020,2:e000059.
- [19] 滕碧云, 王 哲, 周治军, 等. 基于曲率的破裂腹主动脉瘤计算流体力学研究[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31:664-668.
- (收稿日期:2023-01-28)
(本文编辑:新 宇)

• 临床研究 Clinical research •

经动脉灌注化疗联合碘化油化疗栓塞治疗晚期结直肠癌

丁小龙, 王 帅, 马耀臻, 殷美攀, 刘 涛, 靳水玲, 李晓冰, 李春霞,
韩新巍, 吴 刚

【摘要】 目的 探讨经导管动脉灌注化疗(TAI)联合碘化油化疗栓塞治疗晚期结直肠癌(CRC)的安全性、可行性及有效性。**方法** 回顾性分析 2016 年 6 月至 2022 年 12 月郑州大学第一附属医院收治的 37 例接受 TAI 联合碘化油化疗栓塞治疗的晚期 CRC 患者临床资料。评价其疗效,记录无疾病进展生存期(PFS),观察有无严重并发症发生。**结果** 37 例患者共成功接受 55 次 TAI 和碘化油化疗栓塞治疗,均获得成功。碘化油乳剂使用剂量为 2.9 mL(0.8~10 mL)。无出血、肠穿孔等严重并发症发生。中位随访时间为 24 个月(3~48 个月),术后 1、3、6、12 个月客观缓解率(ORR)分别为 67.6%(25/37)、67.6%(25/37)、64.9%(24/37)、56.8%(21/37),疾病控制率(DCR)分别为 91.9%(34/37)、91.9%(34/37)、89.2%(33/37)、81.1%(30/37)。中位 PFS 为 16 个月(2~47 个月)。截至末次随访,22 例患者生存,15 例患者死于肿瘤终末期。**结论** 初步证明 TAI 联合碘化油化疗栓塞治疗晚期 CRC 安全有效,为晚期 CRC 患者提供了一种新治疗手段。

【关键词】 灌注化疗; 化疗栓塞; 碘化油; 结直肠癌; 介入放射学

中图分类号:R735.35 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2024)-02-0186-05

Transarterial infusion chemotherapy combined with lipiodol chemoembolization for the treatment of

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.02.016

基金项目:河南省中青年卫生健康科技创新领军人才培养项目(YXKC2020018)

作者单位:450052 河南郑州 郑州大学第一附属医院介入科(丁小龙、王 帅、马耀臻、殷美攀、李晓冰、李春霞、韩新巍、吴 刚),胃肠外科(刘 涛),肿瘤科(靳水玲)

通信作者:吴 刚 E-mail: wuganghenan2004@zzu.edu.cn