

• 临床研究 Clinical research •

Azurion 全能型大平板造影系统的 3D 路图技术与普通路图在介入治疗颅内动脉瘤的价值对比

李茂港, 刘翰文, 李 锋, 谢凌海

【摘要】 目的 对比 Azurion 全能型大平板造影系统的 3D 路图技术与普通路图在介入治疗颅内动脉瘤的价值。**方法** 选择 2021 年 2 月至 2023 年 5 月在赣州市立医院神经外科就诊的颅内动脉瘤患者 148 例,其中采用 3D 实时路图治疗的 73 例为研究组,采用普通路图治疗的 75 例为对照组。对比两组手术相关指标、栓塞致密程度、图像质量、血清学指标、生活质量,随访 6 个月,对比两组术后复发率与预后。**结果** 研究组微导管一次塑形到位率高于对照组($P < 0.05$),研究组术中破裂出血率比对照组低($P < 0.05$)。研究组手术时间比对照组短($P < 0.05$),研究组对比剂使用量、机器射线量低于对照组($P < 0.05$)。研究组 Raymond 分级分布优于对照组($P < 0.05$)。研究组图像质量优良率高于对照组($P < 0.05$)。研究组治疗前后基质金属蛋白酶 9(MMP-9)、神经元特异性烯醇化酶(NSE)的差值比对照组高($P < 0.05$)。研究组治疗前后物质生活、社会功能、心理健康、躯体健康评分的差值比对照组高($P < 0.05$)。研究组术后复发率比对照组低($P < 0.05$)。两组格拉斯哥预后量表(GOS)评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 相比于普通路图,基于 Azurion 全能型大平板造影系统的 3D 路图技术应用于颅内动脉瘤介入治疗中效果确切,可缩短手术时间,减少对比剂的使用,降低术中破血出血与术后复发风险,调节血清 NSE、MMP-9 表达,提高患者生活质量,且预后良好。

【关键词】 大平板造影系统;3D 路图技术;颅内动脉瘤;介入栓塞;预后

中图分类号:R739.41 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2024)-11-1203-06

3D road map technology based on Azurion comprehensive large plate imaging system versus common road map in interventional treatment of intracranial aneurysms LI Maogang, LIU Hanwen, LI Feng, XIE Linghai. Department of Neurosurgery, Ganzhou Municipal Hospital, Ganzhou, Jiangxi Province 341000, China

Corresponding author: LI Maogang, E-mail: limaoang81@163.com

【Abstract】 Objective To compare the application value of Azurion comprehensive large plate imaging system based on 3D road map technology and conventional road map in interventional treatment of intracranial aneurysms. **Methods** A total of 73 patients with intracranial aneurysms, who received treatment at the Department of Neurosurgery of Ganzhou Municipal Hospital of China from February 2021 to May 2023, were enrolled in this study. The patients were divided into study group($n = 73$, under the guidance of 3D real-time road map) and control group($n = 75$, under the guidance of conventional road map). The surgery-related indicators, embolization density, image quality, serological indicators, and quality of life were compared between the two groups. The patients were followed up for 6 months. The recurrence rate and prognosis were compared between the two groups. **Results** Compared with the control group, in the study group the accurate location rate of microcatheter with single catheterization manipulation was higher($P < 0.05$), the incidence of intraoperative rupture bleeding was lower($P < 0.05$), the time spent for operation was shorter($P < 0.05$), and the amount of the contrast agent used and the machine radiation dose were lower($P < 0.05$). The Raymond grade distribution in the study group was better than that in the control group($P < 0.05$). The excellent rate of image quality in the study

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.11.009

基金项目: 江西省卫生健康委科技计划项目(SKJP220210552)

作者单位: 341000 江西赣州 赣州市立医院神经外科

通信作者: 李茂港 E-mail: limaoang81@163.com

group was higher than that in the control group ($P < 0.05$). The differences of matrix metalloproteinase 9 (MMP-9) and neuron-specific enolase (NSE) before and after treatment in the study group were higher than those in the control group (both $P < 0.05$). The differences of material well-being life, social function, mental health and physical health scores before and after treatment in the study group were higher than those in the control group (all $P < 0.05$). The postoperative recurrence rate in the study group was lower than that in the control group ($P < 0.05$). No statistically significant difference in Glasgow prognostic Scale (GOS) score existed between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Compared with the conventional road map, the use of Azurion comprehensive large plate imaging system based on 3D road map technology has a definite and excellent effect in the interventional treatment of intracranial aneurysms, which can shorten the operation time, reduce the used dose of contrast agent, decrease the risk of intraoperative rupture with bleeding and postoperative recurrence, regulate the expression of serum NSE and MMP-9, improve the quality of life of patients, and ensure a satisfactory prognosis.

【Key words】 large plate imaging system; 3D road map technology; intracranial aneurysm; interventional embolization; prognosis

颅内动脉瘤破裂出血的致残率及病死率极高,第 1 次动脉瘤破裂出血的病死率为 35%,动脉瘤 2 次破裂出血的病死率高达 60%~80%^[1-2]。幸存的患者往往有严重的后遗症,如躯体功能障碍等神经精神功能损伤,降低患者的生活质量。因此早期诊断颅内动脉瘤并接受相关治疗对于延长患者生存时间及降低动脉瘤再次破裂出血风险意义重大。DSA 能够明确动脉瘤的位置、形状等,常用于诊断颅内动脉瘤^[3-5]。研究表明,普通路图引导下的介入栓塞术无法对手术细节予以展示^[6-7]。近年来,随着医学影像设备的快速发展,根据医学三维可视化软件重建颅内血管,将脑血管的三维模型用于 3D 路图^[8-9]。通过实时 3D 路图分析脑血管的解剖结构和分支情况,有助于手术方案的制定^[10-11]。但是基于 Azurion 全能型大平板造影系统的 3D 路图技术应用于颅内动脉瘤介入治疗中效果尚不清楚。本研究比较了 3D 路图与普通路图引导下行介入栓塞术的临床效果。

1 材料与方法

1.1 临床资料

选择 2021 年 2 月至 2023 年 5 月在赣州市立医院神经外科就诊的颅内动脉瘤患者 148 例,其中采用 3D 实时路图治疗的 73 例为研究组,采用普通路图治疗的 75 例为对照组。纳入标准:①临床诊断为颅内动脉瘤^[12];②均行介入栓塞治疗;③Hun-Hess 分级 I~IV 级;④年龄 ≥ 18 岁;⑤均签署知情同意书。排除标准:①严重心肺疾病;②伴有其他脑血管疾病,如脑血管畸形、烟雾病等;③自身免疫系统疾

病、既往有介入治疗史;④头部软组织感染;⑤合并恶性肿瘤;⑥严重营养不良、心力衰竭;⑦凝血功能障碍,既往有颅内出血史、颅脑创伤者;⑧认知功能严重障碍;⑨妊娠期或哺乳期女性。本研究已经院内医学伦理委员会批准。

1.2 治疗方法

研究组接受 3D 实时路图治疗。采用 Azurion 全能型大平板造影系统进行三维数据采集。全身麻醉后,选择右侧股动脉为穿刺点,采用 Seldinger 法穿刺,置入 6 F 动脉鞘。行 DSA 正侧位造影,了解动脉瘤位置。将 5 F 造影管置入动脉瘤靶血管,将 DSA 模式调整为旋转模式,正位及透视下使投射视野中心与兴趣区中心垂直,设置 3D DSA 模式,曝光扫描。动脉造影机由右侧位向左侧位旋转 180°。蒙片采集完成后,将动脉造影机由右侧位向左侧位旋转 180°,注入碘海醇对比剂并获取造影片。最后,将图像信息上传至工作站,通过 3D 软件实施三维立体重建,明确动脉瘤栓塞的工作角度,完成 3D 路径图的制作。于 3D 路径引导下,0.014 英寸微导丝引导,将经塑形微导管超选进入动脉瘤,对动脉瘤进行弹簧圈栓塞。若单纯弹簧圈栓塞困难,可采用球囊或支架或双导管辅助栓塞。若术中动脉瘤破裂出血,采用弹簧圈快速栓塞破裂口,随后致密填塞瘤腔。脑血栓形成时,接受超选择性脑动脉内溶栓,若术中导管不能栓塞或到位困难,改用开颅夹闭治疗。对于血管痉挛者,接受超选择性脑动脉注入罂粟或球囊扩张血管治疗。手术中使用微导管治疗时,首先观察 3D-DSA 造影图像,然后塑形微导管以适应具体的治疗需要。将微导管熏蒸 25 s,有助于微导管达到所需形状。最后,用生理盐水冷却微导管,完

成微导管的塑形工作。

对照组接受普通路图治疗。采用西门子 Artis 平板造影系统。全身麻醉后, Seldinger 法穿刺。将 6 F 动脉鞘置入, 使用 5 F 造影管进行脑血管造影, 以了解动脉瘤的大小和位置, 选择适当的工作角度, 制作普通路图, 普通路图引导下, 选择合适的弹簧圈栓塞动脉瘤。其余操作同研究组。术中微导管塑形方法: 观察 2D-DSA 造影图像, 塑形微导管, 其余操作同研究组。两组术中均全程肝素化。

1.3 观察指标

1.3.1 手术相关指标 记录微导管一次塑形到位率、手术时间、对比剂使用量、术中破裂出血率、机器射线量。

1.3.2 栓塞致密程度 动脉瘤栓塞结束后, 采用载瘤动脉造影, 不完全闭塞, 动脉瘤瘤腔与瘤颈部位有对比剂显影出现记为 Raymond III 级; 次全闭塞, 动脉瘤瘤颈位置有对比剂显影出现记为 Raymond II 级; 完全闭塞, 动脉瘤瘤腔与瘤颈部位无对比剂显影出现记为 Raymond I 级^[13]。

1.3.3 图像质量^[14] 伪影明显, 兴趣区显示不完整, 图像模糊, 无法引导介入栓塞治疗, 造影片与蒙片为重叠记为差; 造影片与蒙片不完全重叠, 基本符合介入治疗的引导需求, 图像较为清晰, 伪影较少记为良; 轮廓清晰, 减影彻底, 图像清晰度高, 无伪影, 对比明显记为优。

1.3.4 血清学指标 酶联免疫吸附法检测神经元特异性烯醇化酶(NSE)、基质金属蛋白酶 9(MMP-9), 由上海康朗生物科技有限公司提供试剂盒。

1.3.5 生活质量 生活质量分别于治疗前后通过生活质量综合评定问卷(GQOL-74)^[15]进行评估, 每

项分值越低(0~100 分)代表患者生活质量越差, 其包含社会功能、物质生活、心理健康以及躯体健康。

1.3.6 预后分析 术后随访 6 个月, 以门诊复查等形式进行随访, 每 2 个月随访 1 次, 记录患者复发率与格拉斯哥预后量表(GOS)^[16]评分, GOS 评分 0~5 分, 分值越高代表患者预后越好。

1.4 统计学处理

应用 SPSS 23.0 软件对数据进行处理。计数资料以例数(%)表示, 比较采用 χ^2 检验; 正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 比较采用 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料对比

两组一般资料对比差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$), 见表 1。

2.2 两组手术相关指标对比

研究组微导管一次塑形到位率高于对照组, 而手术时间、机器射线量、对比剂使用量、术中破裂出血率均低于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 见表 2。

2.3 两组栓塞致密程度对比

研究组 Raymond 分级优于对照组, 差异有统计学意义($Z = 8.451, P = 0.015$), 见表 3。

2.4 两组图像质量对比

研究组图像质量优良率高于对照组, 差异有统计学意义($\chi^2 = 5.302, P = 0.021$), 见表 4。

2.5 两组血清学指标对比

对照组治疗前后 NSE、MMP-9 的差值分别为 $(5.13 \pm 0.89) \mu\text{g/L}$ 、 $(6.25 \pm 1.59) \text{ ng/mL}$, 研究组分别为 $(8.52 \pm 1.45) \mu\text{g/L}$ 、 $(10.86 \pm 2.63) \text{ ng/mL}$,

表 1 两组一般资料对比

组别	例数 (<i>n</i>)	年龄 (岁)	性别(<i>n</i>)		动脉瘤部位(<i>n</i>)					动脉瘤直径 (mm, $\bar{x} \pm s$)	Hun-Hess 分级(<i>n</i>)	
			男性	女性	大脑后动脉	大脑中动脉	大脑前动脉	后交通动脉	前交通动脉		I ~ II 级	III ~ IV 级
对照组	73	58.4 ± 9.3	32	41	8	16	18	14	17	5.21 ± 1.35	55	18
研究组	75	56.1 ± 9.8	38	37	12	18	15	10	20	5.59 ± 1.41	51	24
t/χ^2 值		1.427	0.693	2.074	1.674	0.981						
P 值		0.156	0.405	0.722	0.096	0.322						

表 2 两组手术相关指标对比

组别	例数(<i>n</i>)	微导管一次塑形 到位率[例(%)]	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	射线量 (Cy · cm ² , $\bar{x} \pm s$)	对比剂用量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	术中破裂出血率 [例(%)]
对照组	73	60(82.19)	53.45 ± 7.36	242.67 ± 30.53	76.25 ± 9.17	6(8.22)
研究组	75	75(100.00)	41.28 ± 5.34	172.04 ± 25.18	55.89 ± 7.41	1(1.33)
t/χ^2 值		14.642	11.537	15.372	14.876	3.893
P 值		0.031	<0.001	<0.001	<0.001	0.048

表 3 两组栓塞致密程度对比[例(%)]

组别	例数 (n)	Raymond 分级		
		I 级	II 级	III 级
对照组	73	48(65.75)	13(17.81)	12(16.44)
研究组	75	60(80.00)	13(17.33)	2(2.67)

表 4 两组图像质量对比

组别	例数 (n)	图像质量[例(%)]			优良率(%)
		优	良	差	
对照组	73	48(65.75)	8(10.96)	17(23.29)	76.71
研究组	75	58(77.33)	10(13.33)	7(9.33)	90.67

差异有统计学意义($t = 17.086、12.862$, 均 $P < 0.001$)。

2.6 两组生活质量对比

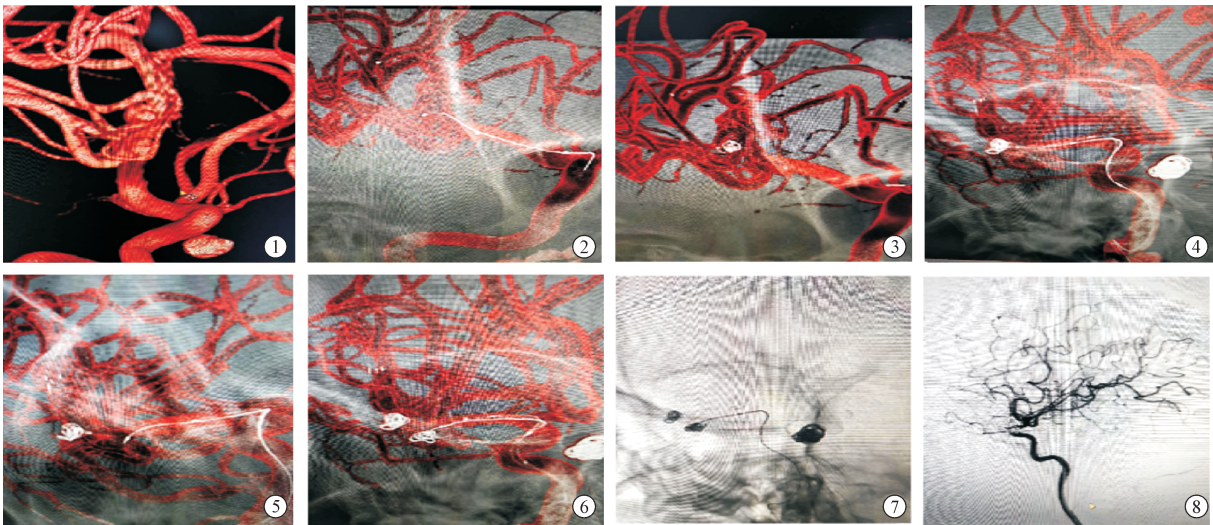
研究组治疗后社会功能、躯体健康、心理健康及物质生活评分均高于对照组。见表 5。

表 5 两组生活质量对比(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (n)	物质生活 评分	躯体健康 评分	社会功能 评分	心理健康 评分
对照组	73	8.19 ± 1.83	6.26 ± 1.47	7.35 ± 1.81	8.28 ± 1.72
研究组	75	15.06 ± 2.79	9.38 ± 1.92	10.14 ± 2.65	11.34 ± 2.86
t 值		17.662	11.078	7.460	7.861
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.7 两组预后对比

随访 6 个月,对照组 GOS 评分为(3.32 ± 0.42)分,研究组为(3.41 ± 0.47)分,差异无统计学意义($t = 1.227, P = 0.222$)。对照组术后复发 12 例(16.44%),研究组术后复发 4 例(5.33%),差异有统计学意义($\chi^2 = 4.731, P = 0.030$)。1 例 39 岁女性患者的 3D 路图见图 1。



①造影示右侧大脑中动脉多发动脉瘤;②3D 造影确定工作位后,微导丝把 SL-10 送至右侧大脑中动脉 2 处,予塑形微导管成猪尾巴并朝内;③Tiger 弹簧圈填塞瘤腔;④M2 瘤腔弹簧圈部分松动,行 Atlas 半释放,覆盖瘤颈防止弹簧圈逃逸;⑤3D 重新调整 M1 动脉瘤工作角度;⑥Atlas 支架半释放辅助 M1 分叉动脉瘤;⑦Atlas 支架全释放;⑧术后正侧位造影

图 1 1 例 49 岁女性患者的 3D 路图

3 讨论

颅内动脉瘤好发于老年女性,其发病机制尚无明确定论,可能与后天损伤、颅内动脉先天发育异常有关^[17-19]。颅内动脉瘤存在破裂风险,如果未得到及时治疗,一旦瘤体破裂,可能引发蛛网膜下腔出血,对脑干造成损伤,引发突然死亡。

目前,介入栓塞术是治疗颅内动脉瘤的重要措施。在介入治疗前,准确了解患者动脉瘤的大小、位置等对于制定精确的手术方案至关重要^[19]。DSA 图像清晰,具有高空间分辨率和灵敏度等优点,能够准确诊断颅内血管病变^[20]。过去,临床上通常采用二维 DSA 评估颅内动脉瘤,但二维图像无法展现立体,其临床应用受到限制。三维 DSA 提供了更全面的信息,使医生能够更好地评估病变情况,选择合适的治疗策略,并减少手术风险^[21-22]。本研究中,研究组图像质量优良率、微导管一次塑形到位率高于对照组,而手术时间、破裂出血率、机器射线量、对比剂使用量低于对照组,与胡鑫等^[23] 研究报道相似。3D 路图技术可以显著缩短透视时间,在介入栓塞过程中,该技术可联动三维血管影像、透视图像及机架投射位置,有助于减少机器射线量,节省手术时间,无论对于患者还是术者都能降低伤害^[24]。本研究中,研究组 Raymond 分级分布优于对照组,提示相比于普通路图,3D 路图技术可提高患者栓塞致密程度。通过 3D 路图,医生可以直观地看到栓塞与周围组织和结构的关系,包括其与邻近血管的距离、阻塞程度等信息,利于更精确地诊断与治疗方案的制定^[25]。本研究中,研究组治疗前后社会功能、躯体健

康、心理健康及物质生活评分的差值比对照组高,表明相比于普通路图,3D 路图技术可明显提高患者生活质量,与李亚捷等^[26]研究报道相符。研究表明,颅内动脉瘤发生后,供血区脑组织缺血缺氧性受损期间会影响大量酶、蛋白质的表达,其中 NSE、MMP-9 常用于评估缺血性损伤程度^[27]。MMP-9 广泛分布于各种脑损伤与炎症反应中,主要维持细胞外基质的动态平衡、重塑和降解^[28]。Liu 等^[29]研究认为,颅内动脉瘤患者因相关蛋白酶的匮乏,MMP 会被过度激活,降解动脉瘤壁细胞外基质,造成动脉瘤的破裂,MMP-9 水平越低,脑组织损伤越轻。当中枢神经系统出现缺血缺氧等神经损伤时,会损伤神经元细胞膜,造成大量 NSE 从细胞内向细胞间隙中释放,进入患者血液或脑脊液中,造成血清 NSE 水平异常升高,其水平高低与患者脑组织损伤程度呈正相关^[30]。本研究中,研究组治疗前后 NSE、MMP-9 的差值高于对照组,研究组术后复发率比对照组低,提示相比于普通路图,3D 路图技术有助于减轻颅内动脉瘤患者脑组织损伤。分析原因为:①空间定位精准:3D 路图技术能够提供高分辨率的立体影像,使医生能够更准确地定位动脉瘤及其周围重要结构,避免损伤正常组织,从而减少手术对脑组织的侵害;②实时导航:通过实时的三维影像导航,医生可以在手术中清楚地了解血管的走向和周围组织的情况,有助于更加安全地进行手术操作,降低损伤风险;③个性化治疗:3D 路图技术能够根据患者独特的解剖结构,为其量身定制手术方案,最大限度地保护周围正常组织,降低手术引起的脑损伤风险;④术前规划:医生可以利用 3D 路图技术进行术前规划,模拟手术操作过程并评估可能的风险,使手术更加精准、安全,减少对脑组织的不必要损伤。因此,3D 路图技术通过提供精准的空间定位、实时导航、个性化治疗和术前规划等方面的优势,有助于减轻颅内动脉瘤患者脑组织损伤^[23]。但本研究中两组 GOS 评分对比无明显差异,可能与本研究随访时间较短、样本量较小有关,另外颅内动脉瘤预后的影响因素较多。

综上所述,相比于普通路图,基于 Azurion 全能型大平板造影系统的 3D 路图技术应用于颅内动脉瘤介入治疗效果确切,可缩短手术时间,减少对比剂的使用,降低术中破血出血与术后复发风险,调节血清 NSE、MMP-9 表达,提高患者生活质量。

【参考文献】

- [1] Shao L, Wang X, Yu Y, et al. Comparative analysis of the efficacy and accuracy of magnetic resonance imaging (MRI) and contrast-enhanced CT for residual and new lesions after transcatheter arterial chemoembolization (TACE) in patients with primary liver cancer[J]. *Transl Cancer Res*, 2021, 10: 3739-3747.
- [2] 肖都盼,陈立永,边旭朝. 数字减影血管造影监视下行电解可脱性弹簧圈栓塞治疗急性破裂性颅内动脉瘤疗效研究[J]. *创伤与急危重病医学*, 2021, 9: 343-344, 348.
- [3] Marbacher S, Gruter BE, Wanderer S, et al. Risk of intracranial aneurysm recurrence after microsurgical clipping based on 3D digital subtraction angiography[J]. *J Neurosurg*, 2023, 138: 717-723.
- [4] Marbacher S, Halter M, Vogt DR, et al. Value of 3-dimensional digital subtraction angiography for detection and classification of intracranial aneurysm remnants after clipping [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2021, 21: 63-72.
- [5] D'Argento F, Pedicelli A, Ciardi C, et al. Intra-and inter-observer variability in intracranial aneurysm segmentation: comparison between CT angiography (semi-automated segmentation software stroke VCAR) and digital subtraction angiography (3D rotational angiography) [J]. *Radiol Med*, 2021, 126: 484-493.
- [6] 杨彦晨,白 斌,程云章,等. 4D flow MRI 技术用于颅内动脉瘤进展[J]. *中国医学影像技术*, 2021, 37: 1098-1101.
- [7] Halter M, Wanderer S, Gruter B, et al. Interrater and intrarater agreement superior for three-dimensional digital subtraction angiography (3D-DSA) over 2D-DSA classification for detecting remnants after intracranial aneurysm clipping: a GRRAS reliability and agreement study[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2022, 164: 2173-2179.
- [8] Abe Y, Yuki I, Otani K, et al. Agreement of intracranial vessel diameters measured on 2D and 3D digital subtraction angiography using an automatic windowing algorithm[J]. *J Neuroradiol*, 2021, 48: 311-315.
- [9] Khan NR, Morcos JJ. In reply: commentary: value of 3-dimensional digital subtraction angiography for detection and classification of intracranial aneurysm remnants after clipping [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2021, 21: 407.
- [10] Ou C, Qian Y, Chong W, et al. A deep learning-based automatic system for intracranial aneurysms diagnosis on 3-dimensional digital subtraction angiographic images[J]. *Med Phys*, 2022, 49: 7038-7053.
- [11] Zhao H, Zhou Z, Wu F, et al. Self-supervised learning enables 3D digital subtraction angiography reconstruction from ultra-sparse 2D projection views: a multicenter study[J]. *Cell Rep Med*, 2022, 3: 100775.
- [12] 中国医师协会神经介入专业委员会,中国颅内动脉瘤计划研究组. 中国颅内破裂动脉瘤诊疗指南 2021[J]. *中国脑血管病杂志*, 2021, 18: 546-574.
- [13] 梁朝辉,张广宇,王立群,等. 新型机械可解脱弹簧圈在颅内破裂宽颈动脉瘤栓塞术中的初步应用[J]. *中国脑血管病杂志*, 2021, 18: 174-179, 216.
- [14] 杨 凯,王 滔,李 彬,等. 高分辨率 C 形臂 CT 在颅内动脉瘤 Pipeline Flex 植入术中的价值[J]. *介入放射学杂志*, 2021,