doi:10.11659/jjssx.12E020049

·临床研究·

腔内治疗应用于主动脉弓部病变患者的临床疗效

任明明,韩 振,冯 钢,黄 磊,吴永前,许志锋,欧阳春 (北京大学深圳医院心血管外科,广东 深圳 518000)

[摘 要] **目的** 探讨腔内治疗应用于主动脉弓部病变患者的临床效果。**方法** 选取80例主动脉弓部病变患者为研究对象,患者均采用主动脉腔内修复治疗。记录患者手术时间、术中出血量、呼吸机辅助时间、ICU时间、术后运动恢复时间、术后饮食恢复时间、住院时间等指标,记录患者手术效果。术中观察旁路人工血管或者覆膜支架的应用效果;术后随访36个月,通过CT血管造影(CTA)评价主动脉支架和烟囱支架表现、是否出现内漏、夹层假腔或者动脉瘤腔血管栓塞情况。记录患者治疗前后脑梗死、暂时性神经功能障碍、脊髓损伤、肺部感染、肾功能不全透析情况。评价患者治疗前后自我管理能力及生存质量。**结果** 所有患者手术均取得技术性成功,覆膜支架平均直径(34.5±2.5)mm;手术时间为(1.51±1.00)h,术中出血量为(150.54±90.01)mL,呼吸机辅助时间(23.01±1.58)h,ICU时间(74.30±6.71)h,术后运动恢复时间为(49.45±21.10)h,术后饮食恢复时间为(25.18±11.23)h,住院时间为(12.09±4.05)d;15例患者出现内漏,术后仅3例患者出现重度不良事件。治疗期间升主动脉造影表明主动脉覆膜支架位置固定精准;术后影像学检查显示,旁路人工血管和烟囱支架、覆膜支架在位良好,应用效果好。与治疗前比较,治疗后患者脑梗死、暂时性神经功能障碍、脊髓损伤、肺部感染、肾功能不全透析等症状均改善($P<0.05$)。与治疗前相比,治疗后患者自我管理能力及生活质量评分提高($P<0.05$)。**结论** 腔内治疗应用于主动脉弓部病变患者的临床疗效显著,可有效避免术后不良事件的发生,促进患者康复,提高生存质量。

[关键词] 腔内治疗;主动脉弓部病变;主动脉腔内修复术;烟囱技术;弓部动脉瘤;Stanford B型夹层;穿透性溃疡;主动脉食管瘘
[中图分类号] R654.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-12-11

Clinical effect of endovascular treatment in patients with aortic arch lesions

REN Ming-ming, HAN Zhen, FENG Gang, HUANG Lei, WU Yong-qian, XU Zhi-feng, OUYANG Chun (Department of Cardiovascular Surgery, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen Guangdong 518000, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical outcome of endovascular treatment in patients with aortic arch lesions. **Methods** A total of 80 patients with aortic arch lesions who were treated with aortic endovascular repair were selected. The operation time, intraoperative blood loss, ventilator assistance time, ICU time, postoperative exercise recovery time, postoperative diet recovery time, hospital stay were recorded, and the operation efficacy was recorded. The effect of bypass artificial blood vessel or covered stents during operation was observed; patients were followed up for 36 months after operation, the performance of aortic stent and chimney stent, whether to form endoleak, vascular embolism in aortic dissection false lumen or aneurysm lumen were evaluated through CT angiography (CTA). The cerebral infarction, temporary neurological dysfunction, spinal cord injury, lung infection, and renal insufficiency and dialysis before and after treatment were recorded. The self-management ability and the quality of life before and after treatment were evaluated. **Results** The operations for all patients were technically successful. The mean diameter of the covered stents was (34.5±2.5) mm; the operation time was (1.51±1.00) hours, the intraoperative blood loss was (150.54±90.01) mL, the ventilator assistance time was (23.01±1.58) hours, ICU time was

[基金项目] 广东省哲学社会科学"十二五"规划项目(2017B060500027)

[10] Kowal J, Ahmad MI, Li Y, et al. Prognostic significance of electrocardiographic right ventricular hypertrophy in the general population[J]. J Electrocardiol, 2019, 54: 49 - 53. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2019.03.008.
[11] Al-Naamani K, Hijal T, Nguyen V, et al. Predictive values of the electrocardiogram in diagnosing pulmonary hypertension[J]. Int J Cardiol, 2008, 127(2): 214 - 218. doi: 10.1016/j.ijcard.2007.06.005.
[12] Whitman IR, Patel VV, Soliman EZ, et al. Validity of the surface electrocardiogram criteria for right ventricular hypertrophy: the MESA-RV study (multi-ethnic study of atherosclerosis-right ventricle)[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 63(7): 672 - 681. doi: 10.1016/j.jacc.2013.08.1633.
[13] Richard A. Harrigan, Kevin Jones. ABC of clinical electrocardiography. Conditions affecting the right side of the heart[J]. BMJ, 2002, 324(7347): 1201 - 1204. doi: 10.1136/bmj.324.7347.1201.
[14] Nikus K, Pérez-Riera AR, Konttila K, et al. Electrocardiographic recognition of right ventricular hypertrophy[J]. J Electrocardiol, 2018, 51(1): 46 - 49. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2017.09.004.

(编辑:贺绍梅)

(74.30 ± 6.71) hours, he postoperative exercise recovery time was (49.45 ± 21.10) hours, the postoperative diet recovery time was (25.18 ± 11.23) hours, the hospital stay was (12.09 ± 4.05) days. There were 15 patients with endoleaks and only 3 patients with severe adverse events after operation. During the treatment, ascending aortography showed that the position of aortic covered stent was fixed accurately; the postoperative imaging examination showed that the bypass artificial blood vessel, chimmey stents and covered stents were in good position, with good application efficacy. After treatment, the symptoms of cerebral infarction, temporary neurological dysfunction, spinal cord injury, lung infection, renal insufficiency and dialysis were all alleviated compared with those before treatment ($P<0.05$). After treatment, the scores of patients' self-management and quality of life were significantly improved compared with those before treatment ($P<0.05$). **Conclusion** Endovascular treatment has a significant clinical effect in the treatment of patients with aortic arch lesions, which can effectively avoid the occurrence of postoperative adverse events, promote the recovery and improve the quality of life of patients.

Keywords: endovascular treatment; aortic arch lesions; endovascular aortic repair; chimney technique; aortic arch aneurysm; Stanford type B aortic dissections; penetrating aortic ulcer; aortoesophageal fistula

主动脉弓部处于主动脉与降主动脉间,表现为半弧形,属于头颈部与上肢血液供给的主要动脉[1]。主动脉弓部病变会对患者的生命安全造成极大威胁。临床中主动脉弓部病变主要分为弓部动脉瘤、弓部夹层、穿透性溃疡以及 Stanford B 型夹层逆行损伤弓部等[2]。现阶段对于主动脉弓部病变的治疗主要为重建附近血管功能,该类技术虽然治疗效果较好,但是术中安全性以及术后中远期疗效无法保障,而随着医疗技术的不断更新,安全、显效、微创以及快速恢复已经成为现代外科治疗的新理念[3-4]。主动脉腔内修复术(endovascular aortic repair, EVAR)经过多年的发展已逐步完善,其具有手术治疗安全系数较高、并发症少等特点,已成为现阶段 Stanford B 型夹层以及胸主动脉瘤的重要治疗方法[5-7]。但目前 EVAR 治疗主动脉弓部病变的中远期效果尚不明确[8]。因此,本研究选取我院收治的主动脉弓部病变患者为研究对象,探讨 EVAR 治疗主动脉弓部病变的中远期疗效。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2014 年 1 月至 2018 年 12 月于我院行 EVAR 的 80 例主动脉弓部病变患者临床资料,其中男 42 例,女 38 例;年龄 27 ~ 63 岁,平均(51.8 ± 8.2)岁;体质量为 45.8 ~ 88.5 kg,平均(68.5 ± 5.15)kg;疾病类型:主动脉弓部分支的 Stanford B 型主动脉夹层45 例,主动脉弓部真性动脉瘤 14 例,主动脉弓部假性动脉瘤 10 例,主动脉弓穿透性溃疡 6 例,主动脉食管瘘 5 例。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署手术知情同意书。纳入标准:①经胸部主动脉、腹部主动脉和颈部血管增强螺旋 CT 与三维重建确诊为 Stanford B 型主动脉夹层、主动脉弓部真性动脉瘤、主动脉弓部假性动脉瘤、主动脉弓穿透性溃疡、主动脉食管瘘,且行腔内修复术;②无精神障碍,可正常交流;③心肺功能指标异常,无法耐受开胸手术;④其他重要脏器无严重功能疾病。排除标准:①主动脉病变累及主动脉近端、主动脉弓上无名、左颈总、左锁骨下动脉,有远端脏器供血受限等主动脉腔内修复术禁忌证;②主动脉弓严重扭曲成角;③主动脉弓分支血管开口呈瘤样扩张;④升主动脉扩张,直径 >45 mm。

1.2 方法

1.2.1 术前影像学评估 术前应用 CT 血管造影(computerized tomographic angiography, CTA)技术对患者主动脉弓部情况进行检查。按照影像资料结果评估患者主动脉弓部病变程度,评估内容主要为夹层第一创口损伤位置,主动脉弓部分支受侵袭情况,真假腔和腹腔分支血管血液供给状况,动脉瘤体积、范围、改变程度以及附壁血栓水平,穿透性溃疡的位置、体积,入路动脉内径水平、改变程度、粥样斑块,颅脑部位血液供给情况(包括颈动脉、椎基底动脉以及 Willis 环等状况);准确测量患者第一创口损伤位置或者动脉瘤近端到左锁骨下动脉、左颈总动脉或者无名动脉开口后部边缘的长度和主动脉瘤直径,为手术方案的制订以及覆膜支架的选取提供精准的参考数据[9]。

1.2.2 手术方法 根据患者情况,62 例行气管插管复合静脉麻醉,18 例行硬膜外复合静脉麻醉。按照术前拟定的手术方案,26 例患者经 CTA 评估为主动脉弓闭塞性病变,先接受解剖外旁路手术,其中左颈总动脉—左椎动脉 2 例,右颈总动脉—左颈总动脉 11 例,右颈总动脉—左颈总动脉—左锁骨下动脉 2 例,升主动脉—无名动脉—左颈总动脉 5 例,升主动脉—无名动脉 6 例。

所有患者均在介入导管手术室内进行腔内修复

术。入路动脉均选取股动脉,穿刺或切开右侧/左侧腹股沟,采用 Seldinger 穿刺法,通过股动脉传入泥鳅导丝,置入 5F 猪尾造影导管进行升主动脉造影,再次确定主动脉弓部病变情况和旁路人工血运情况,将泥鳅导丝撤出后于升主动脉置入 260 cm 的 Lunderquist 导丝,覆膜支架传导系统采用肝素盐水将气体排放后,沿 Lunderquist 导丝将覆膜支架传导系统推送至主动脉弓部,透视下准确锁定释放位置,并释放覆膜支架。44 例患者第一创口损伤位置或者动脉瘤近端到左锁骨下动脉开口后部边缘长度短于 15 mm,其中32 例Ⅰ期直接覆盖左锁骨下动脉;2 例行左颈总动脉—左椎动脉旁路手术后覆盖左锁骨下动脉;4 例出现主动脉弓小弯侧的穿透性溃疡,应用覆膜支架近端开槽手段保留左锁骨下动脉;2 例采用烟囱技术重建左锁骨下动脉(图 1)。21 例患者病变近端距离左颈总动脉开口边缘长度短于 15 mm,其中 12 例行解剖外旁路手术后覆盖左颈总动脉和左锁骨下动脉;7 例采用烟囱技术重建左颈总动脉。12 例患者病变累及全部头臂动脉,均在行解剖外旁路手术后覆盖无名动脉、左颈总动脉以及左锁骨下动脉。覆膜支架放置后,再次通过升主动脉造影明确支架位置、是否出现内漏及旁路人工血管和支架应用效果。

1.2.3 术后处理 手术结束后,所有患者均转移至 ICU。重点关注患者服用药物对血压的控制效果,观察患者精神意识、四肢肌力、感官效果以及上肢血压指标、脉搏频次、皮肤颜色以及温度等指标,观察患者两侧下肢动脉搏动情况。接受全身麻醉的患者彻底清醒后,若能够自主呼吸,病症无明显波动后,移除气管插管设备;实行杂交和烟囱治疗的患者若出血量低于 15% 总血量,便可进行适当抗凝治疗[10]。



图 1 Stanford B 型主动脉夹层烟囱技术重建左锁骨下动脉后矢状位 CT

1.3 观察指标

记录患者手术时间、术中出血量、呼吸机辅助时间、ICU 时间、术后运动恢复时间、术后饮食恢复时间、住院时间等指标。术后 2 周、3 个月、6 个月、12 个月以及每年进行 CTA 随访,观察患者主动脉支架和烟囱支架表现,是否存在Ⅰ~Ⅳ型的内漏,夹层假腔或者动脉瘤腔血管栓塞情况,旁路人工血管或者覆膜支架应用效果等。其中Ⅰ型内漏指支架型血管与自体血管无法贴合导致的内漏,是最为常见的类型;Ⅱ型内漏指支架型血管与人工血管部分破裂接口无法紧密贴合导致的内漏;Ⅲ型内漏指支架型血管与人工血管破裂接口无法紧密贴合导致的内漏;Ⅳ型内漏指支架型血管与人工血管大量破裂接口无法紧密贴合导致的内漏。记录患者治疗前后脑梗死、暂时性神经功能障碍、脊髓损伤、肺部感染、肾功能不全透析情况。治疗前及治疗后 2 周,采用自我护理能力测定量表[11]评估患者自我管理能力,评分越高表明患者自我管理能力越强;治疗前及治疗后 1 个月、3 个月、6 个月采用生存质量评分表[12]评估患者生存质量,评分越高表明患者生存质量越好。

1.4 统计学方法

使用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,符合正态分布的计量数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;不符合正态分布的计量数据以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较使用非参数检验;计数数据采用 χ^2 检验,$P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

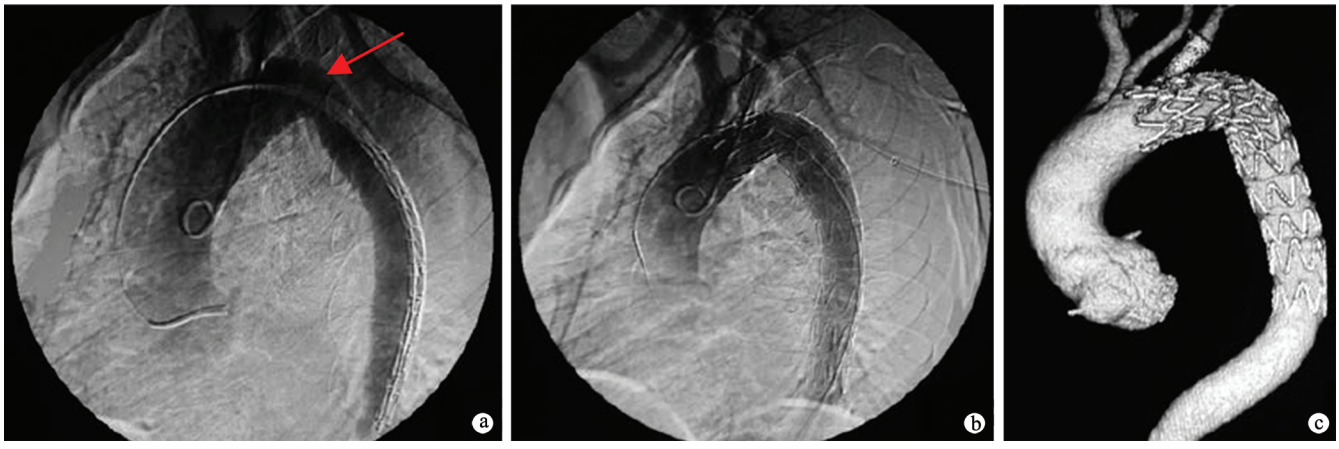
2 结果

2.1 手术效果

80 例患者均取得技术性成功,术后 3 例(3.75%)患者出现左顶枕叶大面积阻塞合并肺炎、肾功能不全,治疗后疾病进展未得到良好控制,自行出院;其余 77 例(96.25%)患者均未发生较为严重的并发症,病情进展均得到良好控制,痊愈出院。术中覆膜支架直径为 27~44 mm,平均(34.5 ± 2.5)mm;治疗期间升主动脉造影显示主动脉覆膜支架位置固定精准,术后影像学检查显示,旁路人工血管和烟囱支架、覆膜支架在位良好,应用效果好。手术时间为(1.51 ± 1.00)h,术中出血量为(150.54 ± 90.01)mL,呼吸机辅助时间(23.01 ± 1.58)h,ICU 时间(74.30 ± 6.71)h,术后运动恢复时间为(49.45 ± 21.10)h,术后饮食恢复时间为(25.18 ± 11.23)h,住院时间为(12.09 ± 4.05)d。

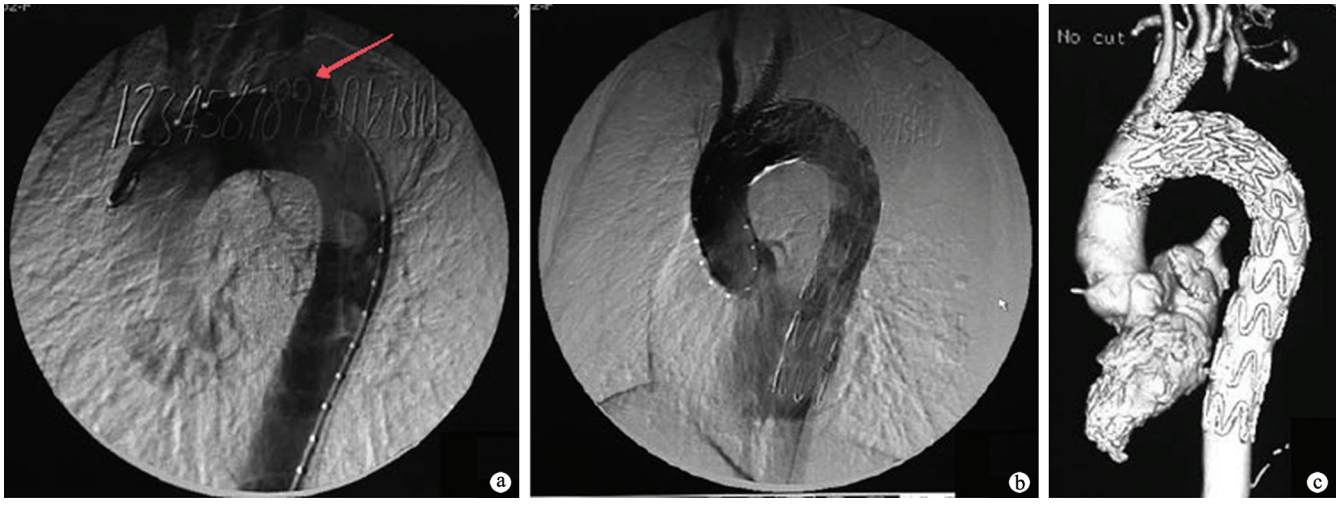
2.2 随访结果

由于3例患者疾病无法得到控制,因此本研究仅对其余77例患者进行随访,随访时间为36个月。77例患者术后生存质量均较好,其中6例患者进行锻炼后出现晕眩及左上肢肌力降低等左锁骨下动脉窃血综合征症状,未对其进行特殊治疗,30 d内症状显著缓解。51例患者随访时间超过12个月,其中预先接受解剖外旁路手术18例,单纯接受腔内修复术33例,患者均未发生神经系统或机体缺血性相关疾病,也未出现支架相关死亡情况。15例患者出现内漏症状,Ⅰ型9例,Ⅱ型6例;其中8例内漏数量较少,未进行处理;7例患者内漏数量较多,且全部为Ⅰ型,采用球囊扩张治疗后,内漏程度得到明显改善,3例为Ⅱ型,2例为Ⅲ型,2例为Ⅳ型。术后影像学检查显示,覆膜支架全部置于目标血管中,并且均能促进目标血管血液流动(图2、3)。



a:术前断裂较大,位于左锁骨下动脉远端,距左锁骨下动脉的距离小于2 cm(箭头所示主动脉支架及烟囱支架位置);b:中段已完全密封;c:术后3个月CTA提示烟囱支架和主动脉支架在位良好

图2 Stanford B型主动脉夹层患者行主动脉腔内修复术



a:左锁骨下动脉参与主动脉弓瘤,距左颈总动脉的距离小于2 cm(箭头所示主动脉支架及烟囱支架位置);b:主动脉弓瘤术后完全封闭,没有明显的Ⅰ型内漏;c:术后3个月CTA提示烟囱支架和主动脉支架无阻塞、渗漏或泄漏

图3 主动脉瘤患者行主动脉腔内修复术

2.3 治疗前后患者症状改善情况

与治疗前相比,治疗后患者脑梗死、暂时性神经功能障碍、脊髓损伤、肺部感染、肾功能不全透析等症状均改善($P<0.05$),见表1。

2.4 治疗前后患者自我管理能力情况

与治疗前相比,治疗后患者自我管理能力各项指标均发生改变,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表2。

2.5 患者生存质量评价

与治疗前相比,治疗后患者健康情况、生理领域、心理领域、社会关系领域、环境领域、家庭领域、饮食领域各评分及生存质量总体评分均显著升高($P<0.05$),见表3。

表 1 患者治疗前后机体症状改善情况[n=80,例(%)]

时间点	脑梗死	暂时性神经功能障碍	脊髓损伤	肺部感染	肾功能不全透析
治疗前	17(21.25)	12(15.00)	13(16.25)	12(15.00)	19(23.75)
治疗后	5(6.25)	3(3.75)	4(5.00)	2(2.50)	5(6.25)
χ^2	7.553	5.760	4.223	7.872	10.613
P	0.005	0.018	0.035	0.005	0.003

表 2 患者治疗前后自我管理能力比较($\bar{x}\pm s$,n=80,分)

时间点	日常生活管理	症状管理	情绪管理	药物服从性管理
治疗前	11.02±2.16	8.63±3.00	12.08±3.15	6.30±3.50
治疗后	18.79±1.78	18.17±2.19	17.99±2.03	14.08±1.90
t	−24.830	−22.973	−14.106	−17.473
P	0.000	0.000	0.000	0.000

表 3 患者生存质量评分($\bar{x}\pm s$,分)

项目	治疗前	治疗后 1 个月	治疗后 3 个月	治疗后 6 个月	t	P
健康情况	4.31±1.12	6.69±1.03*	7.27±1.11*	7.81±0.77*	5.368	0.018
生理领域	13.75±2.31	21.17±1.36*	23.32±2.68*	25.93±2.19*	6.129	0.013
心理领域	15.93±2.10	20.85±2.00*	21.67±2.22*	24.39±2.16*	3.496	0.035
社会关系领域	8.99±1.16	11.15±1.04*	11.27±0.89*	11.39±0.93*	4.841	0.026
环境领域	18.74±3.48	26.75±2.51*	27.51±2.72*	28.31±2.68	4.127	0.028
家庭领域	2.69±0.78	3.71±0.62*	3.81±0.62*	4.13±0.60*	5.019	0.020
饮食领域	2.12±0.68	3.19±0.49*	3.43±0.62*	3.99±0.48*	6.726	0.010
生存质量总体评分	68.31±7.79	76.42±6.38*	82.14±5.16*	87.97±5.34*	5.938	0.014

*:与治疗前相比,P<0.05

3 讨论

在行腔内修复过程中,选取覆膜支架对左锁骨下动脉或者左颈总动脉进行阻隔,再沿左锁骨下动脉或左颈总动脉将相应覆膜支架置于主动脉支架和主动脉壁间,支架打开后,近心端高于主动脉支架覆膜区域 5~10 mm,远端进入左锁骨下动脉或左颈总动脉内,凭借烟囱支架的支持效果建立通道,进而重建左锁骨下动脉或左颈总动脉[13]。在使用腔内修复术治疗胸主动脉病变时,通常需选取超过 15 mm 的近端锚定区域,以确保获得良好的疗效[11]。有研究表示,在治疗主动脉弓部病变时,因主动脉弓部位置扭曲极为严重,近端锚定区域选取需超过 20 mm[12]。由于主动脉弓部病变毗邻或者累及分支血管,使得近端锚定区域不足,导致腔内修复术的应用受到阻碍[14]。因此,可通过行解剖外旁路手术重建主动脉弓,确保主动脉弓部主要分支血管正常运行,以保证足够的近端锚定区域。在临床治疗中应用较为普遍的解剖外旁路手术主要有同侧转流、对侧转流以及升主动脉转流[15]。同侧转流:左椎动脉或左颈总动脉—左锁骨下动脉;对侧转流:右颈总动脉—左颈总动脉、右颈总动脉—左颈总动脉—左锁骨下动脉;升主动脉转流:左颈总动脉、左锁骨下动脉、升主动脉—无名动脉。本研究共 26 例患者采用解剖外旁路手术,联合应用三种旁路手术方式对近端锚定区进行拓展,进而完成血管腔内修复术,且均取得了技术成功。

联合解剖外旁路手术可明显减轻体外循环受损程度,避免开胸治疗,但是该技术亦对固有的解剖学结构造成损伤,患者依然存在脑梗死、脑缺血等风险[16]。现阶段众多学者认为,病变累及左锁骨下动脉且右侧椎动脉、两侧颈动脉和 Willis 环无异常时,无需重建左锁骨下动脉,可直接行覆盖治疗,虽然部分患者有发生窃血综合征的风险,但通常较为轻微,术后初期常可缓解[17-19]。本研究随访期间 6 例患者出现左锁骨下动脉窃血综合征,未对其进行特殊治疗,病症均在 30 d 内显著缓解,与以上研究结果一致。虽然腔内修复术创口较小,但是由于操作较为困难,使内漏的风险增加,并且因不同患者的主动脉弓以及分支血管在解剖学中存在明显差别,使得解剖外旁路手术在临床中的应用受限,本研究 15 例患者有内漏形成,经治疗后内

漏程度均明显改善。

赵玉玺[20]的研究指出,采用腔内治疗术治疗主动脉弓部病变,可明显提高患者的生存质量,改善患者的预后,减轻患者的负担。本研究结果显示,与治疗前相比,治疗后患者自我管理能力评分均明显提高,且治疗后患者生存质量评分均显著上升,表明腔内治疗可提高患者的生存质量以及自我管理能力。原因可能与腔内修复术后患者承受疾病的折磨以及心理压力得到缓解,且随着时间的延长,未出现较为明显的不良事件,加快了机体及生活能力的恢复。

综上所述,腔内治疗应用于主动脉弓部病变患者伤口较小,可提高临床疗效,促进患者预后,提高生存质量。但本研究样本量较小,结论可能缺乏普适性;且主动脉弓部病变手术临床状况较为复杂,主动脉腔内修复术手术方式较为多样,选取的患者在术式应用方面存在差别,因此需扩大样本数量、统一术式,以进一步验证其疗效。

[参考文献]

[1] 哈力木拉提·木尔提扎,哈尔满·阿吉汉,赛力克·马高维亚,等. 杂交手术技术在复杂型 Stanford B 型主动脉夹层及其并发症治疗的临床研究[J]. 中国普外基础与临床杂志,2017,24(4):469 - 473. doi:10.7507/1007 - 9424.201608086.

[2] 刘元庆,盛国太,杨 明. 开窗支架移植物治疗累及主动脉弓部的主动脉夹层 2 例[J]. 介入放射学杂志,2017,26(4):302 - 304. doi:10.3969/j.issn.1008 - 794X.2017.04.004.

[3] Abdallah IB, Batti SE, Rjeili MA, et al. Mid-term results of scalloped thoracic stentgrafts to treat aortic lesions involving the arch[J]. Vasc Endovascular Surg, 2018, 53 (86): 191 - 195. doi: 10.1177/1538574417740056.

[4] Chen X, Zhang MQ, Wang XQ, et al. The flightin gene is necessary for the emission of vibrational signals in the rice brown planthopper (Nilaparvata lugens Stål)[J]. J Insect Physiol, 2018, 17(54): 248 - 250. doi:10.1016/j.jinsphys.2018.10.009.

[5] Yokoi Y, Azuma T, Niinami H. IF11. Initial experience of a precurved fenestrated/branched convertible endograft for aortic arch lesions[J]. J Vasc Surg, 2019, 69(6): 124 - 126. doi:10.1016/j.jvs.2019.04.012.

[6] Yusa H, Tanabe T, Hanzawa Y, et al. Successful thoracic endovascular aortic repair of aortic arch lesion with fenestrated endograft and branched technique[J]. Heart Lung Circ, 2019, 28(47): 147 - 149. doi:10.1016/j.hlc.2019.02.102.

[7] Chen SJ, Huang SC. Commentary: transposition with aortic arch obstruction: the lesions switched? [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 159(2): 600 - 601. doi:10.1016/j.jtcvs.2019.08.110.

[8] 周 楚, Tung On Yau, 乔彤. "原位开窗"技术重建主动脉弓上分支血管的 Meta 分析[J]. 中国血管外科杂志(电子版),2018,10(3):174 - 182. doi:10.3969/j.issn.1674 - 7429.2018.03.004.

[9] 陈 忠,杨耀国. 血管外科技术创新的意义与趋势[J]. 中国实用外科杂志,2018,38(12):1354 - 1360. doi:10.19538/j.cjps.issn1005 - 2208.2018.12.04.

[10] 陆清声. 分支支架技术在弓部分支血管重建中的应用及评价[J]. 中国实用外科杂志,2018,38(12):1369 - 1373. doi:10.19538/j.cjps.issn1005 - 2208.2018.12.07.

[11] 丁祥就,金 亮,姜剑军. 导丝引导下覆膜支架开窗治疗锚定区不足的主动脉弓部病变 3 例[J]. 中国现代普通外科进展,2019,22(1):79 - 80. doi:10.3969/j.issn.1009 - 9905.2019.01.024.

[12] 陆清声. 主动脉弓疾病腔内治疗体外开窗技巧[J]. 中国血管外科杂志(电子版),2019,11(2):83 - 85. doi:10.3969/j.issn.1674 - 7429.2019.02.002.

[13] 刘长建,刘 昭. 3D 打印技术引导预开窗治疗复杂主动脉弓部病变[J]. 中国实用外科杂志,2018,38(12):1381 - 1384. doi:10.19538/j.cjps.issn1005 - 2208.2018.12.10.

[14] 承文龙,原 野,卢辉俊. 杂交或腔内修复术治疗 B 型主动脉夹层合并迷走锁骨下动脉伴 Kommerell 憩室的疗效分析[J]. 中国普通外科杂志,2017,26(12):1541 - 1546. doi:10.3978/j.issn.1005 - 6947.2017.12.006.

[15] 范卫东,魏慧娜. 主动脉弓解剖分型新认识及对主动脉夹层腔内治疗的影响[J]. 河南大学学报(医学版),2018,37(2):125 - 127. doi:10.15991/j.cnki.41 - 1361/r.2018.02.013.

[16] 叶仕高,石俊杰,郑晓宇,等. "杂交"去分支联合覆膜支架腔内修复治疗主动脉弓部瘤的应用研究[J]. 微创医学,2018,13(4):424 - 425. doi:10.11864/j.issn.1673.2018.04.04.

[17] 马 磊,刘 纯,郭小梅,等. 3D 打印在复杂主动脉疾病个体化腔内治疗中的应用价值[J]. 放射学实践,2018,33(9):903 - 906. doi:10.13609/j.cnki.1000 - 0313.2018.09.005.

[18] 赵玉玺,冯家烜,周 建,等. 烟囱腔内修复术治疗主动脉弓部病变研究进展[J]. 介入放射学杂志,2018,27(9):896 - 900. doi:10.3969/j.issn.1008 - 794X.2018.09.020.

[19] 舒 畅,李 鑫. 主动脉弓部病变的微创化治疗[J]. 临床外科杂志,2018,26(11):807 - 809. doi:10.3969/j.issn.1005 - 6483.2018.11.003.

[20] 赵玉玺. 烟囱腔内隔绝术治疗主动脉弓部夹层的临床及生物力学研究[D]. 上海:中国人民解放军海军军医大学,2018.

(编辑:龙小芬)