



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.004
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.004
Chinese Journal of General Surgery, 2022, 31(6):728-734.

· 专题研究 ·

Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗动脉型胸廓出口综合征的疗效分析

周密, 蒋鹏, 贾伟, 张蕴鑫, 程志远, 田轩, 李金勇, 刘笑, 田晨阳, 刘建龙

(北京积水潭医院 血管外科, 北京 100035)

摘要

背景与目的: 胸廓出口减压术, 锁骨下动脉重建术被认为是治疗动脉型胸廓出口综合征 (TOS) 的标准术式, 需要根据动脉受压的位置选择不同的手术入路, 手术疗效确切, 通常情况下术后患肢的长期功能预后满意。然而上述手术难度大, 术者学习曲线长, 手术创伤大, 出血及神经损伤等并发症多, 患者术后恢复慢。近年来, 腔内技术的进步和血管耗材的创新使得相当一部分血管狭窄性病变可以通过介入手术的方式进行有效治疗, 腔内治疗具有创伤小、并发症少、患者恢复快、可反复操作等优点。既往应用血管腔内技术治疗动脉型TOS的报道极少, 因此, 本研究探讨 Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗动脉型TOS的初期临床疗效, 以期对动脉型TOS提供新的可靠的治疗途径。

方法: 回顾性分析北京积水潭医院自2019年1月—2021年12月期间采用 Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗的6例动脉型TOS患者的临床资料, 统计手术成功率、手术时间、住院时间、术中出血量、手术并发症以及术后3个月的动脉通畅率、靶血管再干预率, 比较术前与术后颈-臂症状评分、McGill疼痛评分, 桡动脉搏动情况。

结果: 6例患者, 手术成功率为100%, 平均手术时间为 (52.3 ± 18.7) min, 平均住院时间为 (5.7 ± 1.6) d, 术中平均出血量 (31.5 ± 20.7) mL, 无手术相关并发症, 术后3个月的动脉通畅率为100%, 术后3个月的靶血管再干预率为16.67%, 患者术后的颈-臂症状评分均较术前明显降低 $(59.3 \pm 17.3$ vs. 83.1 ± 11.2 , $P < 0.05$), 但术后 McGill 疼痛评分与术前差异无统计学意义 $(45.3 \pm 12.5$ vs. 51.9 ± 9.2 , $P > 0.05$), 术后患者的桡动脉搏动较术前明显改善 $(P < 0.05)$ 。

结论: Rotarex 机械性减容联合药涂球囊是治疗动脉型TOS的一种微创、安全、有效的方法, 具有良好的近期疗效, 但是需要严格控制腔内介入手术的适应证, 仔细筛选应用该种手术方式治疗动脉型TOS的患者, 同时需要严密随访, 中远期疗效仍有待于进一步地探究。

关键词

胸廓出口综合征; 血栓切除术; 血管成形术; 血管内操作

中图分类号: R654.3

Efficacy analysis of Rotarex mechanical debulking combined with drug-coated balloon dilatation for arterial thoracic outlet syndrome

ZHOU Mi, JIANG Peng, JIA Wei, ZHANG Yunxin, CHENG Zhiyuan, TIAN Xuan, LI Jinyong, LIU Xiao, TIAN Chenyang, LIU Jianlong

(Department of Vascular Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China)

收稿日期: 2022-05-06; 修订日期: 2022-06-03。

作者简介: 周密, 北京积水潭医院主治医师, 主要从事下肢深静脉血栓、下肢动脉硬化闭塞症诊治方面的研究。

通信作者: 刘建龙, Email: liujlvip@126.com

Abstract

Background and Aims: Thoracic outlet decompression with a subclavian artery bypass is considered to be the standard surgical procedure for arterial thoracic outlet syndrome (TOS), and it requires different surgical approaches for different locations of arterial compression. The efficacy of above surgery is reliable, and the long-term functional prognosis of the affected limb is usually satisfactory after surgery. However, above surgical procedure is technically difficult with a long learning curve, and will result in great trauma and many complications such as bleeding and nerve damage, as well as slow recovery of patients after the surgery. In recent years, the advancement of endovascular technology and the innovation of vascular devices have enabled a considerable number of vascular stenotic lesions to be effectively treated by interventional surgery. However, there are few previous reports on the use of endovascular techniques for the treatment of arterial TOS. Therefore, this study was to investigate the primary clinical efficacy of Rotarex mechanical debulking combined with drug-coated balloon (DCB) dilatation for arterial TOS, aiming to provide a new and reliable treatment approach for this condition.

Method: The clinical data of 6 patients with arterial TOS who underwent Rotarex mechanical debulking combined with DCB dilatation from January 2019 to December 2021 in Beijing Jishuitan Hospital were retrospectively analyzed. The surgical success rate, operative time, length of hospitalization, and surgical complications as well as the arterial patency rate and revascularization rate of the target lesion on postoperative 3 months were analyzed. The cervical brachial symptom and McGill pain questionnaire scores as well as the radial-artery pulses of the patients before and after operation were compared.

Results: In the 6 patients, the surgical success rate was 100%, the mean operative time was (52.3±18.7) min, mean length of hospitalization was (5.7±1.6) d, and mean intraoperative blood loss was (31.5±20.7) mL. There were no surgery-related complications. Three months after operation, the artery patency rate was 100%, and the revascularization rate of the target lesion was 16.67%. The postoperative cervical brachial symptom of the patients was significantly lower than that before operation (59.3±17.3 vs. 83.1±11.2, $P<0.05$), but the McGill pain questionnaire score of the patients showed no statistical difference with that before operation (45.3±12.5 vs. 51.9±9.2, $P>0.05$), and the postoperative radial-artery pulse of the patients was significantly improved compared with preoperative status ($P<0.05$).

Conclusion: Rotarex mechanical debulking combined with DCB dilatation is a minimally invasive, safe and effective method for the treatment of arterial TOS with a satisfactory short-term effect. However, the indications for endovascular surgery should be strictly controlled, and the TOS patients undergoing this procedure should be carefully selected, and meanwhile timely follow-up is also needed. The mid- and long-term efficacy of this treatment method remains to be further observed.

Key words

Thoracic Outlet Syndrome; Thrombectomy; Angioplasty; Endovascular Procedures

CLC number: R654.3

动脉型胸廓出口综合征(thoracic outlet syndrome, TOS)是TOS中最少见的一种类型,仅占全部TOS的约1%^[1-2]。造成锁骨下动脉及腋动脉受压的解剖学因素包括颈肋、锁骨异常、异常发育的第一肋骨,前斜角肌肥大和起止点变异,以及异常的韧带和束带。然而近期回顾性影像学分析发现在接受治疗的TOS病例中,骨异常的发生率仅为29%,而软组织性异常是造成动脉受压的

主要原因^[3]。

动脉型TOS的经典手术治疗包括胸廓出口减压、前、中斜角肌切除术,臂丛神经松解术,切除颈肋和第一肋骨,伴有动脉狭窄、闭塞或血栓形成的病变需要行动脉切开取栓、动脉旁路移植术。血管腔内技术的发展和介入耗材的创新为动脉狭窄、闭塞病变提供了新的治疗方式^[4],在下肢动脉闭塞性疾病的治疗中,应用Rotarex血栓旋切

装置对于新鲜、陈旧性血栓及增生内膜的减容效果确实，而药涂球囊可以明显抑制动脉内膜增生，因此，针对动脉型TOS，是否可以采用腔内介入的手术方式进行血栓减容，恢复上肢血运是一个值得探究的临床问题。北京积水潭医院血管外科2019年1月—2021年12月采用Rotarex机械性减容联合药涂球囊治疗动脉型TOS 6例，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

全组6例，男2例，女4例；年龄28~59岁，

平均(37.5±19.1)岁。6例均有临床症状，其中上肢自觉冷感6例，上肢活动不利4例，上肢酸胀疼痛3例；其中1例女性患者为双侧病变，其余均为单侧发病。动脉型TOS的诊断是基于特征性的临床表现及影像学检查^[5-6]。6例患者经激发实验(Wright试验、Roos试验、Adson试验、肋锁挤压试验)检查后确诊为TOS，患者术前头颈部彩超、CTA检查提示锁骨下动脉、腋动脉闭塞，锁骨下动脉或腋动脉受压(图1)。施行Rotarex机械性减容联合药涂球囊的6例动脉型TOS的患者的一般资料见表1。

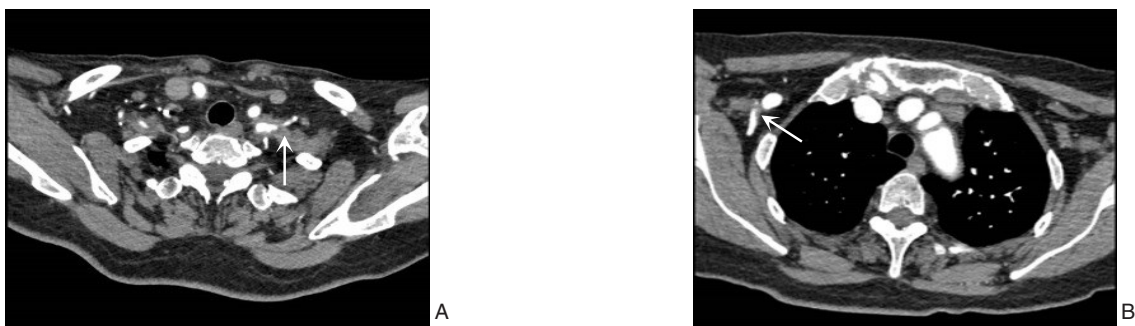


图1 影像学资料 A: 软组织压迫左锁骨下动脉致血管闭塞(白色箭头); B: 软组织压迫右腋动脉致血管闭塞(白色箭头)
Figure 1 Imaging data A: Vascular occlusion caused by soft tissue compression of left subclavian artery (white arrow); B: Vascular occlusion caused by soft tissue compression of the right axillary artery (white arrow)

表1 患者的临床资料

Table 1 Clinical data of the patients

序号	年龄(岁)	性别	动脉硬化高危因素	病变部位	临床症状	伴神	伴静	伴上肢	激发试验
						经型TOS	脉型TOS	急性缺血	
1	45	女	糖尿病,高血压	右侧锁骨下动脉	冷感,活动不利,疼痛酸胀	无	无	无	Roos试验(+),肋锁挤压试验(+)
2	49	女	糖尿病,高脂血症	右侧腋动脉	冷感,活动不利,酸胀疼痛	有	无	无	Wright试验(+),Roos试验(+)
3	37	男	吸烟史,高血压,高脂血症	左侧锁骨下动脉	冷感,酸胀疼痛	无	无	无	肋锁挤压试验(+),Adson试验(+)
4	42	女	糖尿病,高血压	右侧锁骨下动脉	冷感,活动不利	无	无	无	Roos试验(+)
5	52	男	吸烟史,高脂血症,高血压	左侧腋动脉	冷感,活动不利	无	无	无	Wright试验(+),Roos试验(+)
6	29	女	无	双侧锁骨下动脉	冷感,酸胀疼痛	无	无	无	肋锁挤压试验(+),Adson试验(+)

1.2 手术方法

所有患者均在局麻下完成手术，首选入路为右侧股动脉，1例患者采用右侧股动脉入路联合左侧腋动脉入路。手术过程：局麻满意后，常规穿

刺右侧股动脉置入6 F动脉鞘(Corids, 美国)，行主动脉弓上分支动脉基线造影，评估病变侧动脉狭窄情况及远端上肢血运基线评估，更换为8 F 70 cm动脉长鞘(Cook, 美国)于锁骨下动脉开

口,采用Treasure 12导丝(ASAHI,日本)配合TrailBlazer支持导管(Boston Scientific,美国)通过病变,置入8 F Rotarex (Straub Medical,瑞士)机械性血栓旋切装置行病变部位血管腔内减容治疗,后依次使用3、5、8 mm Mustang球囊扩张导管(Boston Scientific,美国)行病变血管逐级扩张、血管床准备,后置入8 mm Acotec药涂球囊导管(先

瑞达,北京)再次行病变部位动脉扩张。患者病变部位血管扩张后造影显示血流通畅,残余狭窄<30%,无限流性夹层形成,远端动脉无栓塞及无复流现象,颅内动脉未见栓塞。病变侧上肢外展过伸位造影显示受压部位动脉血流通畅,残余狭窄小于50% (图2)。术后患者口服阿司匹林100 mg/d,氯吡格雷75 mg/d。

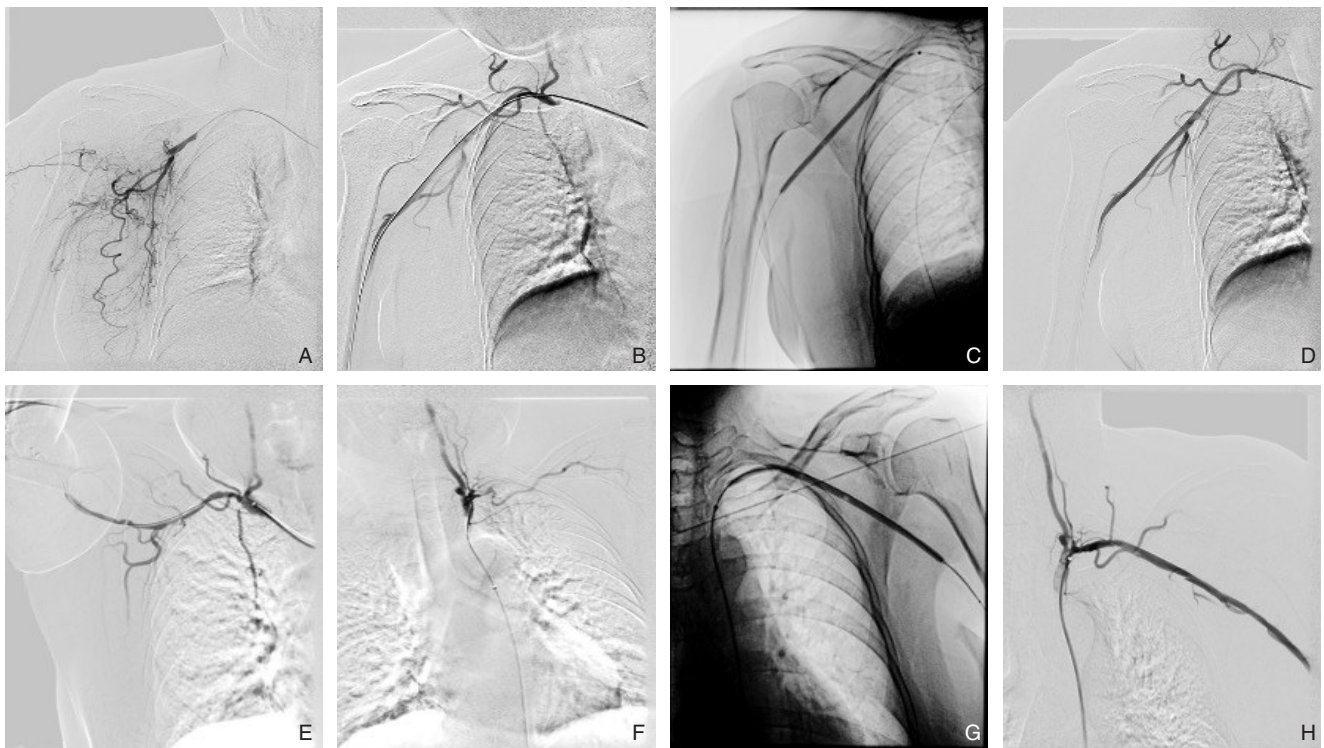


图2 术中照片 A: 右腋动脉病变患者基线造影; B: Rotarex机械性减容后造影; C-D: 右腋动脉行球囊扩张成形术及术后造影; E: 上肢外展过伸位造影; F: 左锁骨下动脉基线造影; G-H: 左锁骨下动脉及腋动脉行球囊扩张成形术及术后造影

Figure 2 Intraoperative images A: Baseline angiography of a patients with right axillary artery lesion; B: Angiography of the right axillary artery after Rotarex mechanical debulking; C-D: DCB dilatation of the right axillary artery and postoperative angiography; E: Radiography of the upper extremity in an abducted and extended position; F: Baseline angiography of a patients with left subclavian artery lesion; G-H: DCB dilatation of the left subclavian artery and postoperative angiography

1.3 围手术期观察指标

统计手术成功率、手术时间、住院时间、术中出血量、手术并发症,术前与术后患者的颈-臂症状评分(Cervical-Brachial Symptom Questionnaire, CBSQ) (0~120分:0分为无症状,120分为持续的严重的症状),该评分是基于肢体功能和临床症状进行评估,McGill疼痛评分(McGill Pain Questionnaire, scale 0-100) (0~100分)由疼痛部位、疼痛强度和疼痛语言描述3个部分构成,用于评估和量化患者特定类型的疼痛,桡动脉搏动情

况:搏动消失(-);隐约可扪及(+);显著减弱(++);轻度减弱(+++);正常(++++)。

1.4 随访

所有患者均通过门诊随访,随访时间为术后3个月,随访内容包括临床症状的改善,影像学检查包括头颈部彩超及上肢动脉彩超。

1.5 统计学处理

计数资料采用非参数的配对秩和检验进行分析,两组间的等级资料的比较采用Willcoxon秩和检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术情况

6例动脉型TOS患者行Rotarex机械性减容联合药涂球囊扩张治疗,手术成功率为100%,手术成功定义为:病变部位动脉血流通畅,无>30%的动脉残余狭窄,无限流性夹层形成,上肢无异位栓塞。其中5例为经股动脉入路,1例为经股动脉及腋动脉联合入路,手术时间为35~65 min,平均手术时间为(52.3±18.7) min,术中出血量为20~50 mL,平均手术出血量为(31.5±20.7) mL。

2.2 术后恢复情况

住院时间为4~7 d,平均住院时间为(5.7±1.6) d,无手术相关并发症的发生。术前患者的颈-臂症状评分为83.1±11.2,术后患者的颈-臂症状评分为59.3±17.3,差异有统计学意义($P<0.05$),术前患者的McGill疼痛评分为51.9±9.2,术后患者的McGill疼痛评分为45.3±12.5,差异无统计学意义($P>0.05$)。术前6例患者的患侧桡动脉搏动消失(-),术后有4例患者的患侧桡动脉搏动正常(++++) ,2例患者的患侧桡动脉搏动轻度减弱(+++) ,差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.3 术后随访情况

术后3个月的动脉通畅率为100% (通畅率定义为多普勒超声检测无>50%的再狭窄病例,统计后的通畅率),术后3个月的靶血管再干预率为16.67%,1例患者在随访过程中彩超提示锁骨下动脉狭窄<50%,患者出现症状反复,表现为上肢冷感,活动不利,后行胸廓出口减压术后症状缓解。

3 讨论

动脉型TOS^[7]在TOS中是最少见的类型,仅占所有TOS病例的1%~2%^[4, 8-10]。与神经型TOS不同,动脉型TOS的临床表现主要与动脉受压血栓形成、栓塞和动脉闭塞的病理过程相关^[11],表现为上肢动脉狭窄、动脉瘤和闭塞^[12-13]。经典的手术方式根据不同的受压部位采用不同的手术入路进行减压,包括:经腋路胸出口减压、经锁骨上入路胸出口减压、经后路胸出口减压^[14],再行动脉切开取栓,动脉搭桥重建上肢血运,但该类手术创伤大、出血多、并发症多^[15-17],切口部位瘢痕收缩可能导致神经血管束的受压从而出现症状的反复^[10, 18]。而腔

内技术的进步和介入耗材的创新为急性肢体缺血的患者重建肢体灌注和动脉重建提供了新的治疗方式,本研究旨在探索应用血管腔内技术治疗动脉型TOS的初期临床疗效。

首先,在动脉型TOS的诊断上需要仔细鉴别,动脉型TOS患者会表现出明显的冷感、上肢活动不利等动脉缺血的表现;神经型TOS患者除了表现出疼痛、麻木和感觉异常等表现外,部分患者在无骨发育异常、血栓栓塞或明显的锁骨下动脉病变的情况下也会出现间歇性手指感觉异常、变色和冷感,这是由于与慢性臂丛神经受压相关的交感神经介导的血管痉挛造成上肢的缺血表现,而不是真正的动脉型TOS^[19-20]。因此,需要辅助检查手段如彩色多普勒超声检查^[21]、CTA^[22]、MRA^[23]、DSA来对单纯动脉型TOS和神经型TOS进行鉴别^[1],同时在部分患者中,动脉型TOS和神经型TOS可能同时存在,患者的症状可能出现重叠的现象。另外动脉型TOS的典型表现:锁骨下动脉/腋动脉出现狭窄、闭塞、血栓形成需要与动脉硬化性的锁骨下动脉狭窄、血管炎性的锁骨下动脉狭窄相鉴别。动脉硬化性锁骨下动脉狭窄/闭塞常见于中老年患者,病变往往局限于锁骨下开口,极少出现累及椎动脉开口以远的锁骨下动脉及腋动脉。血管炎性的锁骨下动脉狭窄/闭塞往往伴有血沉和C反应蛋白的炎症指标的明显升高,常同时并发颈动脉狭窄/闭塞。而动脉型TOS往往累及椎动脉以远的锁骨下动脉和腋动脉,CTA可以观察到较明显的血管受压征象,各种激发试验(Wright试验、Roos试验、Adson试验、肋锁挤压试验等)^[24]也有助于鉴别动脉型TOS与动脉硬化性、血管炎性锁骨下动脉狭窄。在本组6例患者中,靶血管均位于椎动脉以远的锁骨下动脉及腋动脉,且患者的炎症指标均不支持血管炎性动脉病变,结合患者特征性的激发实验结果,因此排除动脉硬化性和炎性血管病变,明确动脉型TOS的诊断。

动脉型TOS是由于锁骨下动脉/腋动脉受压从而引起内膜增生、血栓形成进而造成上肢缺血。腔内介入治疗可有效地进行动脉内血栓减容,恢复上肢血运,为动脉型TOS提供了新的治疗可能^[4]。既往Pantoja等^[13]针对动脉型TOS治疗的研究发现与开放治疗组相比,血管腔内治疗组的手术时间更短,失血量更少,住院时间更短,治疗后血管的一期通畅率,辅助一期通畅率,二期通畅

率与开放组差异无统计学意义,患者的躯体疼痛评分和 QuickDASH (手臂、肩部和手部残疾)评分在术后均明显下降,在随访3年过程中表现出良好的临床疗效,这与本研究结果相似,表明腔内介入技术在动脉型 TOS 治疗中的优势。Maskanakis 等^[25]的系统综述共纳入 73 项研究,分析了不同临床适应证下在动脉型 TOS 患者中行锁骨下动脉支架置入,发现技术成功率为 80%~100%,再干预率为 9%。然而在动脉型 TOS 治疗中置入支架也存在相当多的问题,Meena 等^[26]分析了 7 例以动脉瘤为表现的动脉型 TOS 患者在置入锁骨下动脉支架后的临床疗效,发现腔内治疗可明显缩短手术时间,降低失血量,无手术相关并发症发生,但有 2 例患者在术后 3 年内因支架内血栓行导管溶栓治疗,有 1 例患者在术后第 2 年因支架内再狭窄需要行药涂球囊治疗,3 例患者再次手术治疗后均效果满意,证明了支架置入在动脉型 TOS 的有效性和安全性,但是仍然存在支架内血栓形成、支架内再狭窄的问题,需要长期的密切随访。笔者采用 Rotarex 血栓旋切装置联合药涂球囊治疗动脉型 TOS,主要考虑到动脉型 TOS 往往是由于机械性的压迫引起动脉的慢性损伤,从而引起动脉的内膜增生、血栓形成,因此采用 Rotarex 血栓旋切装置可最大程度上进行腔内减容,减轻血栓负荷,减少出现远端动脉异位栓塞和动脉弹性回缩的问题,既往文献^[27-29]曾经报道过动脉型 TOS 引起颅内动脉栓塞的严重并发症,在减容过程中,首先强调经血管真腔通过闭塞病变,在减容过程中采用从动脉近端向动脉远端顺血流的方向缓慢推送 Rotarex 装置,特别是病变靠近椎动脉开口的病变,同时在吸栓过程中尽量先完成近端动脉的血栓减容,与病变段远端动脉预留一定的位置,待完成近端动脉吸栓后再行远端动脉减容,可最大程度上减少异位栓塞的风险;另一方面,为预防动脉重塑过程中内膜增生、动脉再狭窄影响动脉远期通畅率的难题,采用药涂球囊对减容后的动脉进行处理。本组 6 例患者均施行 Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗,在随访 3 个月时动脉通畅率为 100%,同时患者的生活质量得到明显改善。但 1 例患者术后出现锁骨下动脉再狭窄,上肢症状反复,考虑为发育异常的第一肋骨造成的骨性压迫,后行胸廓减压术、球囊扩张成形术后症状完全缓解。因此

对于颈肋、第一肋骨发育异常等骨性压迫引起的动脉型 TOS 病变,需要先行胸廓出口减压术,再行腔内介入治疗开通闭塞的锁骨下动脉/腋动脉^[30],才能保证腔内介入治疗动脉型 TOS 的疗效。当然本研究也存在一定的不足,随访时间较短,针对本组病例,仍需仔细随访,统计分析腔内介入治疗动脉型 TOS 术后 6、12 个月的随访资料,以明确 Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗动脉型 TOS 的中远期疗效。

近年来,腔内技术和介入耗材的发展使得越来越多的血管病变可以通过微创介入的方式进行有效地治疗。笔者采用 Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗动脉型 TOS 取得较好的初期临床效果,获得了满意的一期动脉通畅率,但是需要进行严格的病例筛选,控制该种手术方法的适应证。本组病例数量较少,随访时间较短,未来仍需纳入更多样本,延长随访时间,探究采用 Rotarex 机械性减容联合药涂球囊治疗动脉型 TOS 的中远期疗效。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Nguyen LL, Soo Hoo AJ. Evaluation and management of arterial thoracic outlet syndrome[J]. *Thorac Surg Clin*, 2021, 31(1):45-54. doi: 10.1016/j.thorsurg.2020.09.006.
- [2] Illig KA, Rodriguez-Zoppi E, Bland T, et al. The incidence of thoracic outlet syndrome[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 70: 263-272. doi: 10.1016/j.avsg.2020.07.029.
- [3] Weber AE, Criado E. Relevance of bone anomalies in patients with thoracic outlet syndrome[J]. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28(4):924-932. doi: 10.1016/j.avsg.2013.08.014.
- [4] Masocatto N O, Da-matta T, Prozzo T G, et al. Thoracic outlet syndrome: a narrative review [J]. *Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes*, 2019, 46(5): e20192243. doi: 10.1590/0100-6991e-20192243
- [5] Ohman JW, Thompson RW. Thoracic outlet syndrome in the overhead athlete: diagnosis and treatment recommendations[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2020, 13(4):457-471. doi: 10.1007/s12178-020-09643-x.
- [6] Hwang JS, Kim J, Kim S, et al. Diagnosis of neurogenic thoracic outlet syndrome based on the clinical status[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 76:454-462. doi: 10.1016/j.avsg.2021.03.051.
- [7] Illig KA, Donahue D, Duncan A, et al. Reporting standards of the Society for Vascular Surgery for thoracic outlet syndrome[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 64(3):e23-35. doi: 10.1016/j.jvs.2016.04.039.

- [8] Freischlag J, Orion K. Understanding thoracic outlet syndrome[J]. *Scientifica (Cairo)*, 2014, 2014:248163. doi: 10.1155/2014/248163.
- [9] DiLosa KL, Humphries MD. Epidemiology of thoracic outlet syndrome[J]. *Semin Vasc Surg*, 2021, 34(1):65–70. doi: 10.1053/j.semvasc Surg.2021.02.008.
- [10] Peek J, Vos CG, Ünlü Ç, et al. Outcome of surgical treatment for thoracic outlet syndrome: systematic review and meta-analysis[J]. *Ann Vasc Surg*, 2017, 40: 303–326. doi: 10.1016/j.avsg.2016.07.065.
- [11] Sudheer G, Naman G, Gupta A, et al. Thoracic outlet syndrome—an uncommon cause of acute upper-limb ischemia[J]. *Ultrasound Q*, 2022, 38(1):59–64. doi: 10.1097/RUQ.0000000000000594.
- [12] Vemuri C, McLaughlin LN, Abuirqeba AA, et al. Clinical presentation and management of arterial thoracic outlet syndrome[J]. *J Vasc Surg*, 2017, 65(5):1429–1439. doi: 10.1016/j.jvs.2016.11.039.
- [13] Pantoja JL, Rigberg DA, Gelabert HA. The evolving role of endovascular therapy in the management of arterial thoracic outlet syndrome[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(3):968–975. doi: 10.1016/j.jvs.2021.10.024.
- [14] Egan TJ, Daly M. Acute upper limb ischemia in the thoracic outlet syndrome: its correction by axillo-axillary bypass grafting[J]. *Angiology*, 1981, 32(9): 639–641. doi: 10.1177/000331978103200908.
- [15] Patton GM. Arterial thoracic outlet syndrome[J]. *Hand Clin*, 2004, 20(1):107–111. doi: 10.1016/s0749-0712(03)00086-6.
- [16] Desai Y, Robbs JV. Arterial complications of the thoracic outlet syndrome[J]. *Eur J Vasc Endovascular Surg*, 1995, 10(3):362–365. doi: 10.1016/S1078-5884(05)80058-9.
- [17] Cormier JM, Amrane M, Ward A, et al. Arterial complications of the thoracic outlet syndrome: fifty-five operative cases[J]. *J Vasc Surg*, 1989, 9(6):778–787.
- [18] Green RM, McNamara J, Ouriel K. Long-term follow-up after thoracic outlet decompression: an analysis of factors determining outcome[J]. *J Vasc Surg*, 1991, 14(6): 739–745. doi: 10.1067/mva.1991.33158.
- [19] Molina JE, D' Cunha J. The vascular component in neurogenic-arterial thoracic outlet syndrome[J]. *Int J Angiol*, 2011, 17(2):83–87. doi: 10.1055/s-0031-1278286.
- [20] Likes K, Rochlin DH, Call D, et al. Coexistence of arterial compression in patients with neurogenic thoracic outlet syndrome[J]. *JAMA Surg*, 2014, 149(12):1240–1243. doi: 10.1001/jamasurg.2014.280.
- [21] Demondion X, Vidal C, Herbinet P, et al. Ultrasonographic assessment of arterial cross-sectional area in the thoracic outlet on postural maneuvers measured with power Doppler ultrasonography in both asymptomatic and symptomatic populations[J]. *J Ultrasound Med*, 2006, 25(2): 217–224. doi: 10.7863/jum.2006.25.2.217.
- [22] Moriarty JM, Bandyk DF, Broderick DF, et al. ACR appropriateness criteria imaging in the diagnosis of thoracic outlet syndrome[J]. *J Am Coll Radiol*, 2015, 12(5):438–443. doi: 10.1016/j.jacr.2015.01.016.
- [23] Ersoy H, Steigner ML, Coyner KB, et al. Vascular thoracic outlet syndrome: protocol design and diagnostic value of contrast-enhanced 3D MR angiography and equilibrium phase imaging on 1.5- and 3-T MRI scanners[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2012, 198(5):1180–1187. doi: 10.2214/AJR.11.6417.
- [24] Watson LA, Pizzari T, Balster S. Thoracic outlet syndrome part 1: clinical manifestations, differentiation and treatment pathways[J]. *Man Ther*, 2009, 14(6):586–595. doi: 10.1016/j.math.2009.08.007.
- [25] Maskanakis A, Patelis N, Moris D, et al. Stenting of subclavian artery true and false aneurysms: a systematic review[J]. *Ann Vasc Surg*, 2018, 47: 291–304. doi: 10.1016/j.avsg.2017.08.013.
- [26] Archie MM, Gelabert HA. Endovascular reconstruction of subclavian artery aneurysms in patients with arterial thoracic outlet syndrome[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 57: 10–15. doi: 10.1016/j.avsg.2018.10.005.
- [27] Lee TS, Hines GL. Cerebral embolic stroke and arm ischemia in a teenager with arterial thoracic outlet syndrome: a case report[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2007, 41(3): 254–257. doi: 10.1177/1538574407299780.
- [28] Palmer OP, Weaver FA. Bilateral cervical ribs causing cerebellar stroke and arterial thoracic outlet syndrome: a case report and review of the literature[J]. *Ann Vasc Surg*, 2015, 29(4):840.e1–840.e4. doi: 10.1016/j.avsg.2014.12.008.
- [29] Fields WS, Lemak NA, Ben-Menachem Y. Thoracic outlet syndrome: review and reference to stroke in a major league pitcher[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1986, 146(4): 809–814. doi: 10.2214/ajr.146.4.809.
- [30] Ikeda N, Nakamura M, Hara H, et al. Combined endovascular and open surgical approach for the management of subclavian artery occlusion due to thoracic outlet syndrome[J]. *J Card Surg*, 2011, 26(3):309–312. doi: 10.1111/j.1540-8191.2011.01227.x.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式:周密,蒋鹏,贾伟,等. Rotarex 机械性减容联合药涂层球囊治疗动脉型胸廓出口综合症的疗效分析[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(6):728–734. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.004

Cite this article as: Zhou M, Jiang P, Jia W, et al. Efficacy analysis of Rotarex mechanical debulking combined with drug-coated balloon dilatation for arterial thoracic outlet syndrome[J]. *Chin J Gen Surg*, 2022, 31(6):728–734. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.06.004