

文章编号 1006-8147(2017)05-0430-04

论著

# 经皮机械血栓清除术治疗下肢动脉狭窄伴血栓形成病变的近期疗效观察

李宏伟, 罗宇东, 范海伦, 冯舟, 朱杰昌, 张益伟, 胡凡果, 戴向晨

(天津医科大学总医院血管外科, 天津 300052)

**摘要** 目的:评价经皮机械血栓清除术(PMT)治疗下肢动脉狭窄伴血栓形成病变的有效性及安全性。方法:选取初始治疗应用减容治疗方法的下肢动脉狭窄伴血栓形成患者共102例。按减容方法不同,分为经皮机械血栓清除联合置管溶栓(PMT+CDT)组(27例)及单纯置管溶栓(CDT)组(75例)。减容治疗后视治疗结果给予经皮腔内血管成形术(PTA)+支架置入等后续处理。对比两组一般情况、术中情况(失血量、造影剂用量)、围手术期情况(尿激酶用量、介入次数、减容时间、减容相关并发症)、减容有效性、减容费用、踝肱指数(ABI)、术后6个月再狭窄等情况。结果:两组患者术前一般情况无统计学差异( $P>0.05$ );PMT+CDT组减容有效性显著高于CDT组( $P<0.05$ );同组内比较,两组术后1周及6个月ABI均显著高于术前( $P<0.05$ );两组间同时点比较,ABI无统计学差异( $P>0.05$ );两组在术后6个月再狭窄率方面无统计学差异( $P>0.05$ ),但在支架内再狭窄病例亚组中PMT+CDT组的6个月再狭窄率显著低于CDT组( $P<0.05$ );PMT+CDT组的造影剂用量、介入次数、尿激酶用量、减容时间以及减容相关并发症发生率显著低于CDT组( $P<0.05$ ),失血量、减容费用显著高于CDT组( $P<0.05$ )。结论:经皮机械血栓清除术有效、省时、安全,可作为下肢动脉狭窄伴血栓形成患者的首选初始治疗方法。

**关键词** 下肢动脉狭窄;血栓形成;经皮机械血栓清除术;置管溶栓术

中图分类号 R654.4

文献标志码 A

## Short-term result of percutaneous mechanical thrombectomy for treating artery stenosis disease accompanied with thrombosis of lower extremity

LI Hong-wei, LUO Yu-dong, FAN Hai-lun, FENG Zhou, ZHU Jie-chang, ZHANG Yi-wei, HU Fan-guo, DAI Xiang-chen

(Department of Vascular Surgery, General Hospital, Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China)

**Abstract Objective:** To evaluate the efficacy and safety of percutaneous mechanical thrombectomy (PMT) for treating artery stenosis disease accompanied with thrombosis of lower extremity. **Methods:** One hundred and two patients with artery stenosis disease accompanied with thrombosis of lower extremity were enrolled in this study, who were given debulking treatment as primary treatment. The patients were divided into 2 groups, PMT combined with catheter directed thrombolysis (PMT+CDT) group ( $n=27$ ) and catheter directed thrombolysis (CDT) group ( $n=75$ ). After that, the patients were treated with subsequent relative methods according to the result of the debulking treatment, including percutaneous transluminal angioplasty (PTA) and stent placement. The general conditions of individuals, intraoperative conditions (including blood loss of the operation, total dose of contrast media), perioperative conditions (including total dose of urokinase, period of debulking treatment, times of intervention, complications of debulking treatment), efficacy of debulking treatment, cost of debulking treatment, ankle-brachial index (ABI), rate of restenosis of six months post-operation were compared between two groups. **Results:** There were no statistically significant differences in general conditions between the two groups ( $P>0.05$ ). The efficacy of debulking treatment was significantly more effective in PMT+CDT group ( $P<0.05$ ). At the same time point of pre or post operation, there were no significant differences in ABI between 2 groups ( $P>0.05$ ). ABI for a week and six months post-operation were higher than ABI pre-operation in the same group ( $P<0.05$ ). There was no statistically significant difference in the rate of restenosis of six months post-operation. The rate of restenosis of six months post-operation in subgroup of in-stent restenosis was analyzed, which revealed that the rate of PMT+CDT group was significantly lower ( $P<0.05$ ). Compared with CDT group, times of intervention, total dose of contrast media, total dose of urokinase, time of debulking treatment, complications of debulking treatment were significantly decreased in PMT+CDT group ( $P<0.05$ ), but the cost of debulking treatment and blood loss in the operation were significantly higher ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** PMT+CDT, which is significantly effective, safe and time-saving, could be a preferred therapy in the primary treatment of arterial stenosis disease accompanied with thrombosis of lower extremity.

**Key words** lower extremity artery stenosis disease; thrombosis; percutaneous mechanical thrombectomy; catheter directed thrombolysis

对于下肢动脉狭窄伴有血栓形成的患者,单纯

的血管成形或支架置入因受血栓的影响不能取得较高的远期通畅率。腔内减容技术使得介入疗效更加满意<sup>[1-2]</sup>。置管溶栓术(catheter directed thrombolysis,

作者简介 李宏伟(1987-),男,硕士在读,研究方向:血管外科;通信作者:戴向晨, E-mail: 13302165917@163.com。

CDT)作为传统减容方法,对于新发血栓效果良好,但是对于陈旧性血栓以及需要快速清除血栓者(不耐受长时间卧床、疼痛剧烈、出血倾向、肾功能不全等情况),其应用受到限制。本文旨在研究经皮机械血栓清除术(percutaneous mechanical thrombectomy, PMT)这一新型减容方法在治疗下肢动脉狭窄伴血栓形成病变中的有效性及安全性。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 2015年1月-2016年4月入住天津医科大学总医院血管外科初始治疗为减容治疗的下肢动脉狭窄伴血栓形成患者,术前通过彩色超声和CTA评估双髂总动脉至膝下三支动脉的血运情况,同时确定血栓形成部位。入选102例、102条肢体;其中主髂动脉病变32条,髂股动脉病变31条,股浅动脉病变17条,膝下动脉血管病变5条肢体,股浅动脉支架术后再狭窄17条。按减容方式不同,分为经皮机械血栓清除联合置管溶栓(PMT+CDT)组及单纯置管溶栓组(CDT)组,其中PMT+CDT组27例,27条肢体,包括主髂动脉7(25.9%)条,髂股动脉7(25.9%)条,股浅动脉3(11.2%)条,股浅动脉支架再狭窄8(29.6%)条,膝下动脉病变2(7.4%)条。按Rutherford临床分级:2级7(25.9%)条,3级11(40.7%)条,4级6(22.2%)条,5级3(11.2%)条,病变血管长度 $4\sim 35(18.5\pm 4.4)$ cm。CDT组75例,75条肢体,包括主髂动脉25(33.3%)条,髂股动脉24(32.0%)条,股浅动脉14(18.7%)条,股浅动脉支架再狭窄9(12.0%)条,膝下动脉病变3(4.0%)条,按Rutherford临床分级:2级20(26.7%)条,3级32(42.7%)条,4级14(18.7%)条,5级8(10.7%)条,6级1(1.2%)条,病变血管长度 $4.5\sim 32(19.5\pm 4.8)$ cm。所选术式均取得患者知情同意。

1.2 主要手术器械 UniFuse溶栓导管(上海微创,中国);Rotarex吸栓导管(Straub公司,瑞士);Angiojet吸栓导管(波士顿科学公司,美国);Everflex(Medtronic-Covidien公司,美国)、Lifestent(Bard公司,美国)、Smart(Cordis公司,美国)、Viabahn(Gore公司,美国);球囊(多种型号),导丝(多种型号)等。

### 1.3 减容手术方法

1.3.1 置管溶栓 采用Seldinger穿刺技术行左肱动脉穿刺26例,同侧股动脉顺行穿刺10例,对侧股动脉逆行穿刺66例,置入5F动脉鞘。用直径为0.035英寸的泥鳅导丝配合单弯造影管,Roadmap指引下,尝试将导丝通过有血栓形成病变段,后交换置入溶栓导管,固定溶栓导管行溶栓治疗。

1.3.2 经皮机械血栓清除术 采用肱动脉或股动

脉通路,依据髂动脉、股动脉、腘动脉情况选用相应规格的吸栓导管。吸栓导管肝素化后,沿支撑导丝到达血栓或狭窄近心端,开动吸栓装置开始吸栓。Rotarex吸栓导管选用0.018英寸导丝系统,导管推进速度为:新鲜血栓1cm/s,陈旧性血栓1cm/3~4s;Angiojet吸栓导管选用0.014英寸导丝系统,导管的推进速度为:依据血栓情况而定,一般为2mm/s(经验值),最长抽吸时间为10min。机械吸栓结束后,视血栓残留情况决定是否置入溶栓导管溶解残存血栓。

### 1.4 治疗用药

1.4.1 基础用药 术中肝素化按100U/kg给予。术后静滴奥扎格雷注射液(100mg/次,2次/d)和前列地尔注射液(10 $\mu$ g/次,1次/d)至患者出院;按体质量皮下注射低分子肝素4000U或6000U(2次/d,连用7d);术后双抗1年:阿司匹林肠溶片(100mg/次,1次/d)、氯吡格雷片(75mg/次,1次/d);瑞舒伐他汀钙片3个月(10mg/次,每晚1次)。

1.4.2 溶栓用药 两组均采用尿激酶10万IU溶于50mol/L盐水,注射泵0.5h静脉给药。当 $1.5\text{g/L}>\text{FIB}\geq 1\text{g/L}$ ,1次/12h;当 $3.0\text{g/L}>\text{FIB}\geq 1.5\text{g/L}$ ,1次/6h;当 $4.5\text{g/L}>\text{FIB}\geq 3.0\text{g/L}$ ,1次/4h;当 $\text{FIB}\geq 4.5\text{g/L}$ ,1次/3h。间断期用2000IU肝素溶于500mL盐水静脉泵定速入液维持通路,同时监测患者纤维蛋白原水平及部分活化凝血酶时间(APTT)。

1.5 观察指标 血管原位开通成功:通过血栓清除技术使病变段血管血栓减少或消失,继而行PTA+支架置入处理使病变段血管血流恢复。减容有效:指在96h内,术中DSA显示狭窄或闭塞病变充分暴露,且原血栓存在段血管管腔减容大于70%。并发症:包括溶栓引起的出血,溶栓导管堵塞等引起的肢体缺血,导管感染,吸栓引起的溶血及穿刺点假性动脉瘤。再狭窄:术后6个月内超声检查支架或靶血管再发狭窄大于70%。其他观察指标包括术中失血量、介入次数、造影剂用量、减容治疗总时间、尿激酶用量、减容费用。

1.6 统计学分析 采用SPSS 19.00统计软件处理,所有计数资料以率表示,采用 $t$ 检验,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 一般资料比较 两组性别、年龄、体质指数、心脑血管危险因素比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );两组中各病变血管构成,病变长度及Rutherford临床分级比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表1。

表 1 两组患者一般资料比较

Tab 1 Comparison of general conditions in the two groups

分组	n	性别/n(%)		年龄/ 岁	心脑血管危险因素/n(%)				体质 指数 ( $\bar{x}\pm s$ )	病变血管构成/n(%)				病变血管 长度/cm ( $\bar{x}\pm s$ )	Rutherford 临床分级/n(%)					
		男	女		高血压	糖尿病	心律失常	吸烟		主髂动脉	股动脉	腓动脉	胫动脉		支架再狭窄	膝下动脉	2级	3级	4级	5级
PMT+CDT	27	14(51.9)	13(48.1)	69.3±9.0	13(48.2)	6(22.2)	4(14.8)	14(55.6)	26.4±2.4	7(25.9)	3(11.2)	8(29.6)	2(7.4)	18.5±4.4	7(25.9)	11(40.7)	6(22.2)	3(11.2)	0(0)	
CDT	75	38(50.7)	37(49.3)	68.7±8.3	40(53.3)	11(14.7)	15(20.0)	39(52.0)	26.3±2.5	25(33.3)	14(18.7)	9(12.0)	3(4.0)	19.5±4.8	20(26.7)	32(42.7)	14(18.7)	8(10.7)	1(1.2)	
P		0.45	0.45	0.75	0.41	0.27	0.38	0.41	0.91	0.32	0.37	0.27	0.07	0.43	0.35	0.43	0.48	0.45	0.38	0.30

2.2 观察指标比较 CDT 治疗组血管开通成功率为 93.3%(70 条),5 条血管开通失败:1 条为股浅动脉全程病变、4 条为股浅动脉远端以下血管病变。其中 3 人行膝上截肢术,1 人保守治疗,1 人行股腘动脉搭桥术。所有患肢均行球囊扩张,有 54 条患肢行支架置入术。PMT+CDT 组血管开通成功率为 96.3%(26 条),失败 1 例,选用 Angiojet 吸栓导管,后行股腘动脉搭桥术。在开通的 26 条血管中 24 条选用 Rotarex 吸栓导管,2 条选用 Angiojet 吸栓导管。所有患肢行球囊扩张,有 23 条患肢行支架置入术,在支

架置入率方面两组比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

在减容有效性方面,PMT+CDT 组的减容有效率为 85.2%(23/27),CDT 组的减容有效率为 64.0%(48/75),在 CDT 组减容失败的病例中,有 6 例之后行 PMT 治疗,效果良好。PMT+CDT 组减容有效性显著高于 CDT 组( $P<0.05$ )(表 2)。

PMT+CDT 组的造影剂用量、介入次数、尿激酶用量、减容时间以及减容相关并发症发生率显著低于 CDT 组( $P<0.05$ ),失血量、减容费用显著高于 CDT 组( $P<0.05$ )(表 2)。

表 2 两组观察指标比较

Tab 2 Comparison of observation indexes in the two groups

分组	下肢数/条	介入次数/次	减容时间*/h	术中失血量/mL	造影剂用量/mL	减容有效率/n(%)	尿激酶用量/IU	减容费用*/万元
CDT 组	75	2.5±0.6	98.8±46.3	91.5±49.0	238.6±78.5	48(64.0)	184.0±102.8	1.7±1.2
PMT+CDT 组	27	1.9±0.7	62.3±59.9	129.7±93.8	165.3±61.0	23(85.2)	119.4±110.0	4.8±1.3
P		<0.01	0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.03	<0.01

\* 包括减容耗材、溶栓药物、造影观察及相关病房护理监护费用; \*指首次溶栓时间至末次结束时

在减容相关并发症方面,CDT 组 5 例血痰,10 例血尿,2 例结膜出血,1 例腹膜后血肿,1 例右股动脉穿刺点感染,上述患者给予相关对症处理,情况好转;3 例肱动脉穿刺点假性动脉瘤形成,予以外科缝合;1 例溶栓导管打折血栓形成,后行膝上截肢术。PMT+CDT 组 1 例皮下点状出血,停药处理,好转;1 例应用 Angiojet 吸栓导管后轻度溶血,观察,好转;1 例左肱动脉穿刺点假性动脉瘤形成,予以外科缝合。PMT+CDT 组的减容相关并发症发生率显著低于 CDT 组( $P<0.05$ ),见表 3。

表 3 两组围手术期并发症比较[n(%)]

Tab 3 Comparison of perioperative complications in the two groups [n(%)]

分组	n	并发症/n(%)					总例数
		出血	导管打折	感染	假性动脉瘤	溶血	
PMT+CDT 组	27	1(3.7)	0(0)	0(0)	1(3.7)	1(3.7)	3(14.3)
CDT 组	75	18(24.0)	1(1.3)	1(1.3)	3(4.0)	0(0)	23(30.7)
P		<0.05	0.29	0.29	0.30	0.30	<0.05

术后 6 个月随访,PMT+CDT 组 26 例,CDT 组 70 例。同组内比较,ABI 术后 1 周及术后 6 个月显

著高于术前( $P<0.05$ ),术后 1 周与术后 6 个月差异无统计学( $P>0.05$ );组间同时点比较,ABI 术前、术后 1 周及术后 6 个月差异无统计学( $P>0.05$ )(表 4);PMT+CDT 组和 CDT 组的术后支架再狭窄率分别为 0%(0/26)和 7.1%(5/70),比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但在支架内再狭窄病例亚组中 PMT+CDT 组和 CDT 组的 6 个月再狭窄率分别为 0%(0/8)和 55.6%(5/9),比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),对 5 例支架再狭窄患者再次行介入治疗,效果满意。

表 4 ABI 术前、术后 1 周及术后 6 个月比较( $\bar{x}\pm s$ )Tab 4 Comparison of ABI pre-operation, a week and six months post-operation in the two groups( $\bar{x}\pm s$ )

组别	ABI			$P^x$	$P^y$
	术前	术后 1 周	术后 6 个月		
PMT+CDT 组	0.31±0.07	0.91±0.09	0.89±0.06	<0.05	0.35
CDT 组	0.29±0.08	0.89±0.13	0.86±0.19	<0.05	0.27
P	0.25	0.46	0.43		

$x^x$ :同组内术前与术后 1 周比较; $y^y$ :同组内术后 1 周与术后 6 个月比较

### 3 讨论

下肢缺血性病变是威胁人类健康的一类主要疾病<sup>[3-5]</sup>,目前腔内治疗已成为下肢缺血性疾病的首选治疗方式<sup>[6-7]</sup>,但对于伴有血栓形成的下肢动脉硬化性病变或伴有血栓形成的支架再狭窄患者,由于血栓的占位效应,单纯的 PTA+STENT 治疗已不能取得满意疗效<sup>[8-9]</sup>。文献报道置管溶栓技术联合多种介入治疗技术在治疗慢性下肢动脉硬化闭塞性病变更效果满意<sup>[10]</sup>。经皮机械血栓清除术是新兴的减容方法,可达到快速减容的效果,减少了单纯 CDT 的限制。本研究对比 PMT+CDT、CDT 两种减容方案的近期效果,旨在研究 PMT+CDT 是否能够成为临床减容治疗,并能够成为针对此类疾患的首选初始治疗方法。

对于较长段伴有血栓形成的下肢动脉硬化狭窄性或闭塞性病变更,其血栓一般含有陈旧血栓<sup>[11]</sup>,对于亚急性尤其是陈旧性血栓而言,单纯的置管溶栓效果并不确切,而经皮机械取栓技术则可以将其清除或者部分清除;与此同时对于破入动脉管腔的软斑块,也可以通过机械取栓技术予以处理,从而达到最大腔内减容效果。因此对于有些 CDT 处理不理想的血管腔内占位性病变(肿瘤除外),可尝试应用 PMT 处理,如本篇报道中在 CDT 组有 6 例首次减容失败的患者,后辅助应用 PMT 处理,结果减容容积超过 70%,最后只在动脉硬化狭窄部位置入支架。在本研究中,PMT+CDT 组的减容有效率为 85.2%(23/27),CDT 组的减容有效率为 64.0%(48/75),在减容有效性方面 PMT+CDT 组明显优于 CDT 组( $P<0.05$ )。表明经皮机械血栓清除辅助置管溶栓技术使减容效果更理想。

本研究中,在尿激酶用量及溶栓时间上 CDT 组均高于 PMT+CDT 组,两组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。单纯置管溶栓不适合病情急重、需迅速复通血流的病例,如慢性缺血的急性加重期。对于这类患者尽快恢复肢体运是保肢的关键,可先通过 PMT 清除血管管腔或支架内的大量血栓恢复血流,对于残存血栓辅以置管溶栓。与此同时 CDT 存在引起出血并发症的风险<sup>[12]</sup>,因此溶栓期间要严密检测 APTT 及纤维蛋白原的水平,将 APTT 控制在正常值的 2 倍左右,纤维蛋白原控制在 1.0~2.0 g/L<sup>[13]</sup>。本组病例的 CDT 组中,虽然 APTT 及纤维蛋白原在溶栓允许水平,但依然有 18(24.0%)例发生出血事件。而在 PMT+CDT 组仅有 1 例发生出血事件,其溶栓时间为 96 h,因此在保证疗效的同时,应尽量减少溶栓时间及尿激酶用量,在下肢动脉溶栓时,为避免

溶栓导管打折发生,需要患者平卧位,同时给予心电监护,致使病人活动受限,大大降低了治疗的舒适度,因此缩短治疗时间完全必要。在减容治疗期间并发症的发生率上,CDT 组显著高于 PMT+CDT 组( $P<0.05$ )。以上结果表明,PMT+CDT 治疗比单纯 CDT 更快速、更安全。

在介入次数及造影剂用量方面 PMT+CDT 组低于 CDT 组,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。PMT+CDT 组通过机械碎栓取栓,使管腔内减容更加彻底,可减少介入复查次数及造影剂用量。对于肾功能不全患者,造影剂对肾功能影响不容忽视。因此对于合并肾功能患者,经皮机械血栓清除技术更加适合。

支架内再狭窄是影响血管腔内治疗远期通畅率的首要问题,有文献报道<sup>[14]</sup>股腘动脉支架术后 1 年的再狭窄率为 40.0%~60.0%。对于支架再狭窄伴血栓形成的处理,第一步应行腔内减容,在腔内减容的程度及速度上,经皮机械取栓技术更具优势<sup>[12,15]</sup>。在本研究中,术后 6 个月随访,CDT 组再发狭窄 5 例,而 PMT+CDT 无再狭窄发生情况。由于样本例数的影响,虽然在再狭窄率方面的比较差异无统计学意义,但是 PMT+CDT 治疗显示出了良好的趋势。另外,CDT 组再发狭窄的 5 例病人均为入院之前接受过支架置入治疗患者,支架内第二次狭窄复发率为 55.6%(5/9),PMT+CDT 组内 8 例之前行支架置入患者未发生支架内第二次狭窄,这两个亚组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),这种差异可能与首次支架内血栓清除程度的多少有关,表明 PMT+CDT 治疗在支架内再狭窄方面的治疗效果显著优于单纯 CDT 治疗。

与 CDT 组相比,PMT+CDT 组在减容费用上较高,限制了对部分患者的使用,但随着人们生活水平的提高,这个问题会得到有效解决。对医疗机构而言,缩短患者治疗时间,势必提高床位的周转率,可以为更多的患者提供及时有效的治疗,增加了社会效益。

PMT+CDT 治疗长期疗效仍需进一步随访观察。从短期观察结果来看,经皮机械血栓清除辅助置管溶栓技术在治疗下肢动脉狭窄伴血栓形成的病人中减容效果满意、快速、安全,可作为下肢动脉狭窄伴有血栓形成病变的首选初始治疗方法。

#### 参考文献:

- [1] 李国剑,杨镛,杨国凯,等.置管溶栓联合多种腔内介入微创技术在下肢动脉硬化闭塞症中的疗效评价[J].中国普外基础与临床杂志,2015,22(9): 1068
- [2] Lichtenberg M. Percutaneous mechanical thrombectomy by means of rotational thrombectomy. Current study situation[J]. Medizinische

- fibrillation: the iHEART study protocol[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2016,16:152
- [8] Bajorek B, Lemay K S, Magin P, et al. Implementation and evaluation of a pharmacist-led hypertension management service in primary care: outcomes and methodological challenges[J]. *Pharm Pract (Granada)*, 2016,14(2):723
- [9] Schiffrin E L, Campbell N R, Feldman R D, et al. Hypertension in Canada: Past, Present, and Future[J]. *Ann Glob Health*, 2016,82(2): 288
- [10] Jo H E, Corte T J, Wort S J, et al. Year in review 2015: Interstitial lung disease, pulmonary vascular disease, pulmonary function, sleep and ventilation, cystic fibrosis and paediatric lung disease [J]. *Respirology*, 2016,21(3):556
- [11] Maher T M, Piper A, Song Y, et al. Year in review 2014: Interstitial lung disease, physiology, sleep and ventilation, acute respiratory distress syndrome, cystic fibrosis, bronchiectasis and rare lung disease[J]. *Respirology*, 2015, 20(5): 834
- [12] Wirth A, Wang S, Takefuji M, et al. Age-dependent blood pressure elevation is due to increased vascular smooth muscle tone mediated by G-protein signalling[J]. *Cardiovasc Res*, 2016,109(1):131
- [13] Potoka K P, Gladwin M T. Vasculopathy and pulmonary hypertension in sickle cell disease[J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2015, 308(4): 314
- [14] Stepniewska J, Gołembiewska E, Dotegowska B, et al. Oxidative stress and antioxidative enzyme activities in chronic kidney disease and different types of renal replacement therapy[J]. *Curr Protein Pept Sci*, 2015,16(3):243
- [15] Van Hemelrijck J, Levien L J, Veeckman L, et al. A safety and efficacy evaluation of hemoglobin-based oxygen carrier HBOC-201 in a randomized, multicenter red blood cell controlled trial in noncardiac surgery patients[J]. *Anesth Analg*, 2014, 119(4):766
- [16] Naeije R, Dedobbeleer C. Pulmonary hypertension and the right ventricle in hypoxia[J]. *Exp Physiol*, 2013,98(8):1247
- [17] Tan Q, Kerestes H, Percy M J, et al. Erythrocytosis and pulmonary hypertension in a mouse model of human HIF2A gain of function mutation[J]. *J Biol Chem*, 2013, 288(24):17134
- [18] Risbano M G, Kaniyas T, Triulzi D, et al. Effects of aged stored autologous red blood cells on human endothelial function[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015,192(10):1223

(2016-11-29 收稿)

(上接第 433 页)

- Klinik, 2010,105(10):705
- [3] Masaki H, Tabuchi A, Yunoki Y, et al. Collective therapy and therapeutic strategy for critical limb ischemia[J]. *Ann Vasc Dis*, 2013, 6(1):27
- [4] Yamada T, Onishi K, Hirata A, et al. Treatment strategy for critical limb ischemia in our hospital: approaches mainly under the leadership of the departments of cardiovascular internal medicine and plastic surgery[J]. *J Japan Soc Limb Salvage Podiatric Med*, 2012, 4(4):185
- [5] 田硕, 黄新天, 殷敏毅, 等. 下肢动脉粥样硬化闭塞症腔内治疗后再闭塞的原因分析及应对策略[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2013,5(2):83
- [6] 郑江华, 陈开, 陈志龙, 等. TASC-II C/DC/D 级髂动脉闭塞的腔内治疗[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2015,22(2):216
- [7] 李大林, 张鲲, 颜京强, 等. 股浅动脉闭塞 122 例治疗体会[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2015,22(2):230
- [8] Arbid J, Elias J. Endovascular techniques in limb salvage: infrapopliteal angioplasty[J]. *Methodist Debakey Cardiovasc J*, 2013,9(2):103
- [9] Johnston K W. Femoral and popliteal arteries: reanalysis of results of balloon angioplasty[J]. *Radiology*, 1992, 183(3):767
- [10] Dattilo P B, Casserly I P. Critical limb ischemia: endovascular strategies for limb salvage[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2011,54(1):47
- [11] 栗力. 下肢动脉硬化闭塞症术后再闭塞的腔内治疗[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2014,6(2):68
- [12] 包俊敏. 下肢动脉闭塞症腔内治疗后再狭窄的反思[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2010,02(2):71
- [13] 邢越, 朱峥嵘, 谭羽灿, 等. 腔内治疗股髂动脉硬化性闭塞症 58 例临床分析[J]. *中华普通外科学文献: 电子版*, 2016,10(1):68
- [14] Laird J R, Katzen B T, Scheinert D, et al. Nitinol stent implantation vs. balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral and proximal popliteal arteries of patients with claudication: Three-Year follow-up from the RESILIENT randomized trial[J]. *J Endovasc Ther*, 2012,19(1):1
- [15] Sixt S, Carpio Cancino O G, Treszl A, et al. Drug-coated balloon angioplasty after directional atherectomy improves outcome in restenotic femoropopliteal arteries[J]. *J Vasc Surg*, 2013,58(3):682

(2016-12-09 收稿)