

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.02.013

## 旋磨联合切割球囊治疗冠状动脉重度钙化病变的可行性及安全性\*

李其勇, 李刚, 陶剑虹

(四川省医学科学院/四川省人民医院心内科, 成都 610072)

**[摘要]** **目的** 探讨旋磨联合切割球囊(CB)治疗冠状动脉重度钙化病变的疗效及安全性。**方法** 选取冠状动脉造影及血管内超声(IVUS)检查显示冠状动脉缺血相关血管重度狭窄且内膜重度钙化患者 32 例,根据治疗方法不同分为对照组(旋磨后选用普通半顺应性球囊进行预扩张,  $n=18$ )和 CB 组(旋磨联合 CB 治疗,  $n=14$ ),评估两组患者支架置入后即刻管腔获得及手术安全性。**结果** 两组患者旋磨前在钙化弧度、参考血管直径、最小管腔直径、最小管腔横截面积(CSA)、狭窄程度方面差异无统计学意义( $P>0.05$ )。介入治疗过程中两组患者选择的旋磨头直径、置入支架长度及非顺应性球囊后扩张比率等方面比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。支架置入后,CB 组最小管腔 CSA $[(6.04\pm 0.72)\text{mm}^2]$ 高于对照组 $[(5.43\pm 0.48)\text{mm}^2]$ , $P<0.05$ 、即刻管腔面积获得 $[(4.86\pm 0.63)\text{mm}^2]$ 也高于对照组 $[(3.91\pm 0.57)\text{mm}^2]$ , $P<0.05$ 。术后平均随访 13.2 个月,对照组仅有 1 例患者出现支架内再狭窄再次经皮冠状动脉介入治疗(PCI),未发生支架内血栓或急性心肌梗死;CB 组 1 例死于肺癌。**结论** 对冠状动脉重度钙化病变实施旋磨联合 CB 成形术,即刻管腔获得更加明显,安全性良好。

**[关键词]** 冠状血管;钙化;冠状动脉旋磨术;切割球囊;血管内超声**[中图分类号]** R541.4**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2019)02-0233-04

### Feasibility and safety of rotational atherectomy combined with cutting balloon angioplasty for severely calcified coronary lesions\*

LI Qiyong, LI Gang, TAO Jianhong

(Department of Cardiology, Sichuan Academy of Medical Science/Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu, Sichuan 610072, China)

**[Abstract]** **Objective** To assess the feasibility and safety of rotational atherectomy (RA) combined with cutting balloon (CB) angioplasty for severely calcified coronary lesions. **Methods** 32 patients with severely calcified lesions were apportioned to receive intensive plaque modification with RA and CB (the CB group,  $n=14$ ) or RA with conventional plain balloon (the control group,  $n=18$ ), evaluated the immediate endovascular access and surgical safety after stent implantation in both groups. **Results** The CB group and the control group were similar in baseline mean arcs of superficial calcium, and minimum lumen cross-sectional areas (CSAs). The mean minimum stent CSA after percutaneous coronary intervention (PCI) of the CB group  $[(6.04\pm 0.72)\text{mm}^2]$  was significantly larger than that of the control group  $[(5.43\pm 0.48)\text{mm}^2]$ ,  $P<0.05$ . Patients in the CB group achieved significantly larger acute CSA gain after PCI  $[(4.86\pm 0.63)\text{mm}^2]$  relative to the control group  $[(3.91\pm 0.57)\text{mm}^2]$ ,  $P<0.05$ . The groups were similar in rates of periprocedural complications. **Conclusion** Rotational atherectomy combined with cutting balloon angioplasty is safe and effective for patients with severely calcified coronary lesions.

**[Key words]** coronary vessels; calcification; rotational atherectomy; cutting balloon; intravascular ultrasound

经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是目前冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)血管重建重要而有效的方法,然而对于冠状动脉重度钙化病变,通常球囊无法通过病变或球囊难以充分扩张、支架不能通过病变或不能充分释放导

致支架膨胀不全和贴壁不良,手术成功率低,并发症及支架内再狭窄发生率高<sup>[1-2]</sup>。对冠状动脉重度钙化病变支架置入前进行冠状动脉旋磨术(rotational atherectomy, RA)能改善支架的通过性和膨胀度,取得良好的即刻管腔获得<sup>[3-5]</sup>。然而旋磨时选择旋磨头

\* 基金项目:四川省卫生和计划生育委员会资助项目(140094);四川省科技厅科技支撑计划(2014SZ0004)。作者简介:李其勇(1975-),副主任医师,博士,主要从事冠状动脉介入基础与临床研究。

的尺寸与血管内径比不能超过 0.8, 因此对于较厚的浅表钙化环, 旋磨并不能彻底磨断钙化环, 无法获得理想的支架贴壁和膨胀度<sup>[6-7]</sup>。

切割球囊(cutting balloon, CB)能在高压扩张过程中利用其表面锋利的刀片纵行切开血管壁浅表的钙化环及纤维斑块。但 CB 外径大、僵硬, 对钙化病变的通过性差, 且对较厚的、钙化弧度大的钙化环切割效果不满意。本研究采用随机对照研究, 评估冠状动脉重度钙化病变采用旋磨联合 CB 处理的疗效及安全性, 现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2012 年 3 月到 2017 年 3 月本院冠状动脉造影显示缺血相关血管重度狭窄且怀疑存在重度钙化或介入治疗过程中预扩球囊不易通过病变或球囊扩张不良且无明显夹层患者 50 例入组, 患者均行血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)检查, 最终确定的重度钙化病变共 32 例, 其中男 27 例, 女 5 例; 年龄 50~83 岁, 平均(69.8±13.2)岁。不稳定性心绞痛 23 例、稳定性心绞痛 8 例, 急性非 ST 段抬高型心肌梗死 1 例。本研究冠状动脉重度狭窄病变定义为缺血相关血管狭窄大于 70%, 重度钙化病变定义为内膜面最大钙化弧度大于或等于 270°。排除标准: (1)靶病变为急性血栓病变、极度弯曲成角病变、严重内膜撕裂病变和冠状动脉桥血管病变; (2)有冠状动脉介入诊疗的其他禁忌证。所有患者分 CB 组 14 例和对照组 18 例, 均行 RA, CB 组旋磨后给予 CB 对病变进行预扩张, 对照组旋磨后选用普通半顺应性球囊进行预扩张。研究方案实施前经医院伦理委员会批准, 所有患者术前均签署手术知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 手术方法** 32 例患者均常规选择桡动脉入路和 6F 或 7F 指引导管, 旋磨头根据 IVUS 测定的参考血管直径(reference vessel diameter, RVD)选择 1.25、1.50、1.75 mm 直径的旋磨头。对照组旋磨处理后, 常规使用普通半顺应性球囊预扩张。CB 组旋磨后, 根据 RVD 选择直径 2.50、2.75、3.00 mm CB。支架置入后再次行 IVUS 检查, 如果发现支架贴壁不良或膨胀不全, 需再次使用非顺应性球囊对支架进行高压后扩张。

**1.2.2 IVUS 检查** 根据 IVUS 实时记录结果, 测量病变血管 RVD、最小管腔直径(minimum lumen diameter, MLD)、管腔横截面积(cross sectional area, CSA)、病变长度和最大钙化弧度。对于管腔直径小于 1.70 mm, 超声导管不能通过病变最窄处时, 最小 CSA 以超声导管所能到达的血管最远端计算。旋磨后根据 IVUS 测量的病变长度和 RVD 决定支架规格的选择, 支架置入后再次使用 IVUS 评估是否需要高

压后扩张。即刻获得的管腔直径 = 术后支架内 MLD - 术前 MLD; 即刻获得的管腔面积 = 术后支架内最小 CSA - 术前最小 CSA。

**1.2.3 药物准备** 所有受试者术前常规服用氯吡格雷或替格瑞洛、阿司匹林、他汀类降胆固醇药物等。如需行 PCI, 术中给予肝素 70~100 U/kg, 替罗非班是否使用及术后是否继续抗凝治疗由术者根据手术情况决定。PCI 术后阿司匹林 100 mg/d、氯吡格雷 75 mg/d 或替格瑞洛 180 mg/d 双联抗血小板治疗至少 1 年。

**1.2.4 临床随访** 观察手术成功率及并发症情况。患者的基线特征、手术数据、院内转归均由专职人员输入数据库。术后 2、4 周门诊随访, 以后每 3 个月 1 次通过门诊或电话完成临床随访, 术后 9~12 个月复查冠状动脉造影。记录 PCI 术后及门诊随访期间胸痛及主要不良心血管事件(major cardiac adverse events, MACEs)发生情况。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用 *t* 检验; 计数资料以频数或百分率表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患者基本情况比较** 32 例患者中合并高血压病 25 例、糖尿病 20 例、血脂异常 17 例, 吸烟 19 例, 慢性肾脏疾病 6 例, 左心室射血分数(LVEF)降低( $< 50\%$ )13 例。8 例患者有心肌梗死病史, 其中 5 例曾接受过 PCI 手术。对照组慢性肾脏疾病比例高于 CB 组 ( $P < 0.05$ ), 其余危险因素、年龄、性别、BMI 和既往病史等两组比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。32 例患者均经桡动脉选用 6F 或 7F 指引导管成功完成了 PCI 手术, 见表 1。

表 1 两组患者基线情况比较

项目	CB 组	对照组	<i>P</i>
一般情况			
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	67.3±12.5	71.7±14.1	0.285
男 [ <i>n</i> (%)]	12(85.7)	15(83.3)	0.815
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	25.7±7.2	26.8±5.8	0.214
临床诊断 [ <i>n</i> (%)]			
稳定性心绞痛	4(28.6)	4(22.2)	0.952
不稳定性心绞痛	10(71.4)	13(72.2)	0.840
急性心肌梗死	0(0)	1(5.6)	0.731
危险因素 [ <i>n</i> (%)]			
糖尿病	10(71.4)	10(55.6)	0.949
高血压	11(78.6)	14(77.8)	0.783
吸烟	8(57.1)	11(61.1)	0.721
高脂血症	7(50.0)	10(55.6)	0.628

续表 1 两组患者基线情况比较

项目	CB 组	对照组	P
慢性肾脏疾病	4(28.6)	2(11.1)	0.038
LVEF<50%	5(35.7)	8(44.4)	0.425
既往冠心病史[n(%)]			
陈旧性心肌梗死	3(21.4)	5(27.8)	0.673
PCI	2(14.3)	3(16.7)	0.782
冠状动脉旁路移植术(CABG)	0(0)	0(0)	0.927

**2.2 冠状动脉造影及介入治疗情况** 冠状动脉造影显示冠状动脉分叉病变 13 例,开口病变 2 例,慢性完全闭塞病变 1 例。IVUS 证实 32 例患者的 34 处病变有严重的内膜钙化,其中 18 例病变在左前降支,6 例病变在左回旋支,并且有 3 例波及左主干,7 例病变在右冠状动脉。19 例患者预扩张球囊无法通过病变、13 例患者球囊无法充分预扩张而接受旋磨。两组患者的病变部位、病变特征及介入治疗情况,见表 2。

表 2 两组患者病变部位、病变特征及介入治疗情况

项目	CB 组	对照组	P
病变部位[n(%)]			
左主干	2(14.3)	1(5.6)	0.528
左前降支	8(57.1)	10(55.6)	0.915
回旋支	2(14.3)	4(22.2)	0.625
右冠状动脉	4(28.6)	3(16.7)	0.893
分叉病变[n(%)]	5(35.7)	8(44.4)	0.745
开口病变[n(%)]	1(7.1)	1(5.6)	1.000
慢性完全闭塞病变[n(%)]	0(0)	1(5.6)	0.124
旋磨原因[n(%)]			
球囊无法通过病变	8(57.1)	11(61.1)	0.743
球囊无法充分扩张病变	6(42.9)	7(38.9)	0.885
旋磨头尺寸( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	1.48±0.14	1.46±1.21	0.915
旋磨头/RVD 比( $\bar{x}\pm s$ ,%)	0.55±0.11	0.53±0.09	0.888
每个病变支架总长度( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	38.5±9.7	35.8±11.6	0.763
非顺应性球囊后扩张[n(%)]	11(78.6)	15(83.3)	0.525

**2.3 介入治疗前后 IVUS 检查结果比较** RA 前两组在钙化弧度、RVD、MLD、最小 CSA、狭窄程度方面比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。RA 及支架置入后,两组 MLD、最小 CSA 均有显著增加,管腔残余狭窄均低于 20%,最小 CSA 均大于 5 mm<sup>2</sup>。其中 CB 组最小 CSA 和即刻管腔面积获得均高于对照组( $P<0.05$ ),见表 3。

表 3 两组介入治疗前后 IVUS 检查结果比较( $\bar{x}\pm s$ )

项目	CB 组	对照组	P
内膜钙化程度(°)	288.1±36.3	279.7±47.5	0.828
基线 IVUS 测量情况			
RVD(mm)	2.66±0.74	2.71±0.82	0.813

续表 3 两组介入治疗前后 IVUS 检查结果比较( $\bar{x}\pm s$ )

项目	CB 组	对照组	P
MLD(mm)	1.14±0.32	1.20±0.48	0.654
最小 CSA(mm <sup>2</sup> )	1.13±0.26	1.32±0.21	0.812
CSA 狭窄程度(%)	83.5±5.1	79.3±5.5	0.521
PCI 术后 IVUS 测量情况			
RVD(mm)	2.91±0.54	3.05±0.66	0.589
最小支架内 RVD(mm)	2.66±0.37	2.62±0.30	0.823
最小支架内血管 CSA(mm <sup>2</sup> )	6.04±0.72	5.43±0.48	0.025
CSA 残余狭窄(%)	12.5±3.6	14.2±4.3	0.418
即刻管腔获得(mm)	1.48±0.46	1.33±0.34	0.601
即刻 CSA 获得(mm <sup>2</sup> )	4.86±0.63	3.91±0.57	0.041

**2.4 手术成功率和随访结果** 两组患者的 RA 成功率均为 100%,手术期间,CB 组 1 例旋磨后出现冠状动脉夹层,对照组旋磨后球囊扩张后 3 例出现冠状动脉夹层,两组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),但两组均未发生明显的血肿,置入支架后夹层消失;两组各有 1 例旋磨后出现慢血流,经冠状动脉内注射硝酸普钠后改善,两组均未发生冠状动脉穿孔、支架脱载、急性心肌梗死和死亡等严重并发症。随访期间,CB 组 1 例患者因肺癌合并严重感染死亡,其余 31 例患者均完成了门诊或电话随访,平均随访时间 13.2 个月。31 例患者均按医嘱服药,依从性良好。24 例患者完成了术后冠状动脉造影复查,仅对照组有 1 例患者出现支架内再狭窄再次行 PCI,其余 30 例患者未发生支架内血栓或急性心肌梗死。两组手术成功率和随访期间 MACEs 发生率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

**3 讨论**

本研究结果显示支架置入前两组病变血管 MLD、RVD 及最小 CSA 差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),支架置入后 CB 组最小支架面积及即刻管腔获得面积均明显高于对照组( $P<0.05$ ),提示在旋磨的基础上,联合 CB 处理重度钙化狭窄病变,能有更好的支架膨胀和管腔获得。支架膨胀不良与支架血栓及远期支架再狭窄密切相关<sup>[8-9]</sup>,SONODA 等<sup>[10]</sup>预测药物支架后支架内再狭窄的最小支架面积临界值为 5.5 mm<sup>2</sup>,本研究发现 CB 组支架置入后最小支架面积显著优于对照组,提示旋磨联合 CB 处理重度钙化病变远期支架内再狭窄及支架血栓的发生率可能更低。PALMER 等<sup>[11]</sup>报道了 1 例重度钙化病变旋磨后使用 CB 对钙化环进一步切割取得了良好的即刻管腔获得。FURUICHI 等<sup>[12]</sup>回顾性研究了 25 例重度钙化病变患者,结果显示旋磨联合 CB 组置入支架后最小支架直径和最小支架面积均优于普通球囊组,与本研究结果一致。遗憾的是,上述两项研究均未随访患者

的远期疗效及预后,且研究方案也仅限于个案报道或回顾性研究。本研究在 IVUS 指导下评估了冠状动脉重度钙化病变旋磨联合 CB 处理的疗效,并对其手术安全性及远期 MACEs 发生情况进行了随访。

冠状动脉内膜面重度钙化常常导致球囊和支架无法通过病变或不能充分扩张,手术成功率低、支架内血栓和远期再狭窄发生率高。旋磨可显著降低内膜撕裂、支架脱载发生率,改善支架的通过性和膨胀度,降低支架内血栓和远期再狭窄发生。然而,对于较厚的浅表钙化环,尤其是 RVD 较大者,旋磨常有一定的限制。由于选择的旋磨头尺寸与血管内径比不能超过 0.8,因此对于较厚的浅表钙化环和(或)较大的血管,旋磨虽然能对其表面的钙化结节进行打磨,改善支架对病变的通过性,但不能彻底磨断钙化环,难以获得理想的支架贴壁和膨胀度。

CB 表面有 3~4 组锋利的刀片,在球囊扩张过程中能纵行切开浅表的钙化环,同时也能切割管壁的纤维斑块使其断裂松解。对于轻中度钙化或斑块负荷较重的病变,CB 预扩张能改善支架置入后的即刻管腔获得,减少远期再狭窄的发生<sup>[13-14]</sup>。由于不像普通球囊那样钝性撕裂,CB 还能减少血管夹层及夹层扩大致壁内血肿的发生。本研究也显示旋磨后两组分别行 CB 或普通球囊扩张后对照组冠状动脉夹层发生率高于 CB 组 ( $P < 0.05$ )。但 CB 与普通球囊相比具有更大的外径和僵硬性,对钙化病变的通过性差,并且对较厚的、钙化弧度大的钙化环切割效果不满意。RA 恰恰能弥补 CB 的不足,由于 CB 直径选择范围广并且有特殊的纵行切割作用,对病变血管 RVD 较大或钙化环较厚而旋磨不充分的患者,联合应用 CB 或许能取得更好的效果。

旋磨和 CB 共同的严重并发症是冠状动脉穿孔,其发生率与旋磨头和 CB 的尺寸选择密切相关。IVUS 在 PCI 过程中可以指导旋磨头、CB、支架及后扩张球囊的选择,能显著减少血管穿孔等并发症,并能评估支架的贴壁和膨胀情况。VAQUERIZO 等<sup>[15]</sup>报道 145 例患者的 164 处病变使用旋磨和(或)CB 治疗钙化病变,进行了(15±11)个月的随访,最终靶病变血管重建仅仅 3.4%、支架血栓仅 2.1%,显示旋磨和(或)CB 均具有良好的安全性。本研究两组患者均在 IVUS 指导下完成旋磨并成功置入支架,未发生冠状动脉穿孔、支架脱载、急性心肌梗死和死亡等严重并发症。随访期间,两组患者 MACEs 发生无显著差异,与 VAQUERIZO 等<sup>[15]</sup>研究结果比较,本研究 MACEs 发生率更低,可能与样本量偏小有关。

本研究结果表明,对重度钙化病变实施旋磨联合 CB 成形术,可以显著增加支架置入后的最小管腔面积和即刻管腔获得面积。最小管腔面积是远期支架

内再狭窄的独立预测因素,但本研究中两组患者术后随访时 MACEs 发生率并无显著差异,可能与样本量有限和随访时间不够长有关。由于重度钙化病变行 PCI 治疗的样本量有限,因此远期效果及安全性尚待大规模多中心研究及长时间的随访进一步证实。

## 参考文献

- [1] ONUMA Y, TANIMOTO S, RUYGROK P, et al. Efficacy of everolimus eluting stent implantation in patients with calcified coronary culprit lesions: two-year angiographic and three-year clinical results from the SPIRIT II study[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 76(5): 634-642.
- [2] UETANI T, AMANO T. Current status of rotational atherectomy in the drug-eluting stent era[J]. *Circ J*, 2018, 82(4): 946-947.
- [3] TIAN W, LHERMUSIER T, MINHA S, et al. Rational use of rotational atherectomy in calcified lesions in the drug-eluting stent era: review of the evidence and current practice[J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2015, 16(2): 78-83.
- [4] ABDEL-WAHAB M, BAEV R, DIEKER P, et al. Long-term clinical outcome of rotational atherectomy followed by drug-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 81(2): 285-291.
- [5] ZIMARINO M, CORCOS T, BRAMUCCI E, et al. Rotational atherectomy: a "survivor" in the drug-eluting stent era[J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2012, 13(3): 185-192.
- [6] KATO R, ASHIKAGA T, SAKURAI K, et al. Influence of additional ballooning with a dual wire balloon after a rotational atherectomy to expand drug-eluting stent for calcified lesions[J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2012, 27(3): 155-160.
- [7] TANIGAWA J, BARLIS P, DI MARIO C. Heavily calcified coronary lesions preclude strut apposition despite high pressure balloon dilatation and rotational atherectomy: in-vivo demonstration with optical coherence tomography[J]. *Circ J*, 2008, 72(1): 157-160.
- [8] WATANABE Y, TAKAGI K, NAGANUMA T, et al. Independent predictors of in-stent restenosis after drug-eluting stent implantation for ostial right coronary artery lesions[J]. *Int J Cardiol*, 2017, 240: 108-113.
- [9] SEOL S H, KIM D I, HAN Y C, et al. Multiple sequential complications after sirolimus-eluting stent implantation: very late stent thrombosis, stent fracture, in-stent restenosis, and peri-stent aneurysm[J]. *Korean Circ J*, 2009, 39(10): 439-442.
- [10] SONODA S, MORINO Y, AKO J, et al. Impact of final stent dimensions on long-term results following sirolimus-eluting stent implantation: serial intravascular ultrasound analysis from the sirius trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2004, 43(11): 1959-1963.
- [11] PALMER N D, NAIR R K, RAMSDALE(下转第 240 页)

强微营养素检测及补充,以预防不良妊娠的发生。有趣的是,本次调查中发现中 LBW 平均血浆 Ca 水平最高,提示 Ca 不是影响本次调查中不良妊娠的主要原因,这可能是由于人们对 Ca 的重视程度较高有关。

综上所述,妊娠早期妇女由于饮食等原因,容易出现妊娠反应、挑食、厌食等不良现象,导致微营养素摄入不足,体内水平偏低,进而对新生儿宫内生长发育水平产生重要影响。因此需要注意孕期合理饮食及适当补充复合维生素,以防止出现微营养素缺乏,影响母婴健康。

## 参考文献

- [1] SPENCER B H, VANDERLELIE J J, PERKINS A V. Essentiality of trace element micronutrition in human pregnancy; a systematic review [J]. *J Pregnancy Child Health*, 2015, 2: 157.
- [2] WESSELLS K R, OUÉDRAOGO C T, YOUNG R R, et al. Micronutrient status among pregnant women in zinder, niger and risk factors associated with deficiency [J]. *Nutrients*, 2017, 9(5): E430.
- [3] GUPTA P M, PERRINE C G, MEI Z, et al. Iron, anemia, and Iron deficiency anemia among young children in the United States [J]. *Nutrients*, 2016, 8(6): E330.
- [4] AGNOLI C, GRIONI S, KROGH V, et al. Plasma riboflavin and vitamin B-6, but not homocysteine, folate, or vitamin B-12, are inversely associated with breast cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition varese cohort [J]. *J Nutr*, 2016, 146(6): 1227-1234.
- [5] 徐凤英, 徐水芳, 刘德慧, 等. 微量元素与胎儿生长受限关系研究 [J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2015, 31(12): 1155-1157.
- [6] STEVENS G A, BENNETT J E, HENNOCCQ Q, et al.

Trends and mortality effects of vitamin a deficiency in children in 138 low-income and middle-income countries between 1991 and 2013; a pooled analysis of population-based surveys [J]. *Lancet Glob Health*, 2015, 3(9): e528-536.

- [7] RONNENBERG A G, GOLDMAN M B, CHEN D, et al. Preconception homocysteine and B vitamin status and birth outcomes in Chinese women [J]. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76(6): 1385-1391.
- [8] 李慕军, 冯启明. 孕妇妊娠不同时期的焦虑抑郁状况变化分析 [J]. *中国妇幼保健*, 2005, 20(10): 1193-1194.
- [9] AHMED F, AL-SUMAIE M A. Risk factors associated with anemia and Iron deficiency among Kuwaiti pregnant women [J]. *Int J Food Sci Nutr*, 2011, 62(6): 585-592.
- [10] YANG T, GU Y, WEI X P, et al. Periconceptional folic acid supplementation and vitamin B<sub>12</sub> status in a cohort of Chinese early pregnancy women with the risk of adverse pregnancy outcomes [J]. *J Clin Biochem Nutr*, 2017, 60(2): 136-142.
- [11] SMITH E R, SHANKAR A H, WU L S, et al. Modifiers of the effect of maternal multiple micronutrient supplementation on stillbirth, birth outcomes, and infant mortality; a meta-analysis of individual patient data from 17 randomised trials in low-income and middle-income countries [J]. *Lancet Glob Health*, 2017, 5(11): e1090-1100.
- [12] 滕晓晶, 余昊微, 沈涌海, 等. 杭州地区不同妊娠期孕妇微量元素检测分析 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2015, 25(18): 3130-3132.
- [13] NAMPIJJA M, APULE B, LULE S, et al. Effects of maternal worm infections and anthelmintic treatment during pregnancy on infant motor and neurocognitive functioning [J]. *J Int Neuropsychol Soc*, 2012, 18(6): 1019-1030.

(收稿日期: 2018-07-26 修回日期: 2018-09-09)

(上接第 236 页)

- D R. Treatment of calcified ostial disease by rotational atherectomy and adjunctive cutting balloon angioplasty prior to stent implantation [J]. *Int J Cardiovasc Intervent*, 2004, 6(3): 134-136.
- [12] FURUICHI S, TOBARU T, ASANO R, et al. Rotational atherectomy followed by cutting-balloon plaque modification for drug-eluting stent implantation in calcified coronary lesions [J]. *J Invasive Cardiol*, 2012, 24(5): 191-195.
- [13] TANG Z, BAI J, SU S P, et al. Cutting-balloon angioplasty before drug-eluting stent implantation for the treatment of severely calcified coronary lesions [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2014, 11(1): 44-49.

- [14] YUMOTO K, SASAKI H, AOKI H, et al. Successful treatment of spontaneous coronary artery dissection with cutting balloon angioplasty as evaluated with optical coherence tomography [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(7): 817-819.
- [15] VAQUERIZO B, SERRA A, MIRANDA F, et al. Aggressive plaque modification with rotational atherectomy and/or cutting balloon before drug-eluting stent implantation for the treatment of calcified coronary lesions [J]. *J Interv Cardiol*, 2010, 23(3): 240-248.

(收稿日期: 2018-09-22 修回日期: 2018-12-21)