

不同转速冠状动脉旋磨术对患者围术期并发症的影响

孟清玲, 邬绍原

安徽医科大学附属第二医院, 安徽合肥, 230036

摘要:目的: 探究冠状动脉严重钙化病变患者行冠状动脉内旋磨术中不同转速对患者围术期并发症的影响。方法: 回顾性分析因冠状动脉粥样硬化性心脏病行冠状动脉旋磨术的 357 例患者。依据术中旋磨转速差异将其分为低转速组 ($14 \times 10^4 \sim 15 \times 10^4 \text{r/min}$) 和高转速组 ($16 \times 10^4 \sim 22 \times 10^4 \text{r/min}$)。收集两组一般情况、冠状动脉影像特点等基线资料, 分析比较两组旋磨术中(包括低血压、血管痉挛、夹层、慢血流、血管穿孔、缓慢型心律失常、磨头嵌顿、旋磨导丝断裂)及围术期并发症(包括心力衰竭、急性支架内血栓形成及死亡)的发生情况。结果: 两组年龄、性别、合并疾病、肝肾功能、血糖、血脂等辅助检查差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。除低转速组最大旋磨头直径明显大于高转速组 ($P < 0.05$) 外, 其余影像学及手术资料均无统计学差异(均 $P > 0.05$)。与高转速组相比, 低转速组术中慢血流发生率明显下降, 冠脉痉挛发生率明显升高(均 $P < 0.05$)。两组围术期心力衰竭、急性支架内血栓形成及死亡事件发生率均无统计学差异(均 $P > 0.05$)。Logistic 回归分析结果显示, 高旋磨转速 ($16 \times 10^4 \sim 22 \times 10^4 \text{r/min}$) 是冠状动脉旋磨术中并发慢血流的危险因素 ($P = 0.038$)。结论: 严重冠状动脉钙化患者行冠状动脉旋磨术中使用高转速的慢血流发生率更高, 而使用低转速的冠脉痉挛发生率更高。

关键词: 冠状动脉旋磨; 旋磨转速; 围术期并发症

冠状动脉旋磨术(RA)利用差异切割的原理对钙化及纤维化斑块进行有效的祛除及修饰,从而起到增大管腔和利于支架传送、膨胀和贴壁的作用^[1]。旋磨转速一直是 RA 术者难以统一的热点问题。2015 年《欧洲专家旋磨术共识》^[2]推荐 $13.5 \times 10^4 \sim 18.0 \times 10^4 \text{r/min}$ 的转速范围。2017 年《冠状动脉旋磨中国专家共识》^[3]推荐 $13.5 \times 10^4 \sim 22.0 \times 10^4 \text{r/min}$ 。既往研究显示, RA 转速与术中血小板活化、血管热损伤及靶病变再狭窄相关^[4~7], 但目前相关研究相对较少, 且存在争议^[8]。本研究旨在了解不同旋磨转速对患者围术期并发症的影响。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2017 年 2 月至 2021 年 11 月在我院因冠状动脉造影提示中重度钙化病变行 RA 的患者 357 例, 根据术中旋磨转速差异分为低转速组 ($14 \times 10^4 \sim 15 \times 10^4 \text{r/min}$, $n = 221$) 和高转速组 ($16 \times 10^4 \sim 22 \times 10^4 \text{r/min}$, $n = 136$)。两组一般资料[包括性别、年龄、既往经皮冠状动脉介入(PCI)史、冠状动脉旁路移植术(CABG)史、高血压、糖尿

病、脑血管疾病、陈旧性心肌梗死、慢性肾功能不全、吸烟及心房颤动]均无统计学差异(均 $P > 0.05$)。见表 1。纳入标准:(1)无保护左主干病变;(2)开口病变;(3)严重心功能不全者;(4)弥漫病变(病变长度 $\geq 25 \text{mm}$);(5)成角病变($< 90^\circ$);(6)慢性完全闭塞病变;(7)有明显内膜撕裂的病变;(8)未膨胀的支架。排除标准:(1)旋磨导丝无法通过者;(2)缺失旋磨转速数据者;(3)明显富含血栓的病变;(4)桥血管病变;(5)严重螺旋性夹层。

1.2 手术方法

采用 Rotablator 冠状动脉旋磨系统(波士顿科学公司, 美国)。根据患者冠脉病变特点及外周血管入路条件选择经桡动脉、肱动脉或股动脉路径。使用 6F 或 7F 指引导管, 微导管辅助下交换 0.009 英寸(1 英寸=2.54cm)旋磨导丝至靶血管远段。旋磨头/参考血管直径的比值为 0.5~0.6, 必要情况下递进换用大直径磨头。旋磨操作每次进行 10~20s(原则上不超过 30s), 每次操作间隔 60s。旋磨后根据病变情况进行球囊扩张和支架置入操作。

1.3 随访终点

观察记录两组术中并发症（包括低血压、血管痉挛、夹层、慢血流、血管穿孔、缓慢型心律失常、磨头嵌顿、旋磨导丝断裂）及围术期并发症（包括心力衰竭、急性支架内血栓形成及死亡）的发生情况。术中低血压定义为血压低于90/60mmHg或较原血压降低超过20%。血管痉挛定义为术中造影见心外膜下冠状动脉发生一过性收缩，引起血管部分或完全闭塞。夹层定义为造影见真假两腔分离。慢血流定义为造影剂注入并通过冠状动脉的过程中发生灌注延迟现象。血管穿孔定义为造影剂经冠状动脉撕裂处泄露至血管外。缓慢型心律失常包括显著窦性心动过缓（心率 <40 次/min）、窦性停搏II度及以上房室传导阻滞。磨头嵌顿定义为磨头转速快速下降、磨头停顿并无法移动。旋磨导丝断裂定义为术中造影见旋磨导丝头段结构分离。

1.4 统计学分析

采用SPSS21.0软件进行独立样本t检验、秩和检验、 χ^2 检验或Fisher确切概率法。

2 结果

2.1 两组辅助检查、影像学及手术资料比较

两组SCAD及UA患者无统计学差异（ $P>0.05$ ），见表1。

两组辅助检查[包括肝、肾功能、血脂及左室射血分数(LVEF)]差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ）。除低转速组术中最大旋磨头直径明显大于高转速组（ $P=0.001$ ），两组其余影像学及手术资料均无统计学差异（均 $P>0.05$ ）。见表2。

2.2 两组围术期并发症比较

两组出现血管痉挛、并发慢血流的比例差异具有统计学意义（ $P<0.05$ ）。两组均无旋磨导丝断裂事件发生。仅低转速组有1例旋磨头嵌顿，组间差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。两组围术期心力衰竭、急性支架内血栓及死亡事件发生率等均无统计学差异（均 $P>0.05$ ）。见表3。

2.3 两组多变量 Logistic 回归分析

分析以低转速组为参考类别，选择通常影响心血管临床结果的变量如年龄、性别、心脑血管疾病史等来作为回归模型。模型1中高转速组相对于低转速组，发生慢血流的风险明显增加（ $P=0.049$ ）。模型2中高转速组发生慢血流的风险进一步增加（ $P=0.046$ ）。模型3中上述相关性依然显著（ $P=0.038$ ）。见表4。以旋磨转速作为连续变量，Logistic回归模型在调整了既往心脑血管病史、糖尿病病史及冠心病类型后，旋磨转速每增加 1×10^4 r/min，术中发生慢血流事件风险增加28%（OR=1.283, 95%CI:1.088~1.514, $P=0.03$ ）。见图1。

表1 两组一般资料比较 [n(%)]

组别	n	男性	年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	既往 PCI	既往 CABG	高血压	糖尿病	脑血管疾病
低转速组	221	138 (62.4)	71.46 \pm 8.54	90 (40.7)	1 (0.45)	165 (74.7)	92 (41.6)	63 (28.5)
高转速组	136	71 (52.2)	71.21 \pm 9.60	57 (41.9)	0 (0.00)	98 (72.1)	44 (32.4)	31 (22.8)
t 或 χ^2 /P 值		3.636/0.057	0.254/0.481	0.825/0.049	0.617/1.000	0.294/0.588	3.072/0.080	1.416/0.0234
组别	n	陈旧性心肌梗死	慢性肾功能不全	吸烟史	心房颤动	UA	SCAD	
低转速组	221	26 (11.8)	15 (6.8)	73 (33.0)	14 (6.3)	172 (77.8)	49 (22.2)	
高转速组	136	20 (14.7)	6 (4.4)	39 (28.7)	9 (6.6)	97 (71.3)	39 (28.7)	
χ^2 /P 值		0.649/0.421	0.858/0.354	0.742/0.389	0.011/0.916	1.918/0.166	1.918/0.166	

CABG:冠状动脉旁路移植术; UA:不稳定型心绞痛; SCAD:稳定型心绞痛

表2 两组辅助检查资料、病变影像学及手术资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	肌酐 (μ mol/L)	谷丙转氨酶 (IU/L)	血糖 (mmol/L)	血红蛋白 (g/L)	总胆固醇 (mmol/L)	三酰甘油 (mmol/L)	低密度脂蛋白 (mmol/L)	LVEF (%)
低转速组	221	90.01 \pm 85.91	29.61 \pm 21.70	7.46 \pm 3.61	124.06 \pm 16.56	3.81 \pm 0.99	1.39 \pm 0.68	1.96 \pm 0.76	58.19 \pm 12.59
高转速组	136	93.09 \pm 115.27	29.51 \pm 23.61	7.25 \pm 3.98	121.95 \pm 16.20	4.00 \pm 1.08	1.42 \pm 0.87	2.06 \pm 0.82	58.01 \pm 12.25
t 值		-0.288	0.040	0.529	1.179	-1.637	-0.336	-1.125	0.129
P 值		0.468	0.712	0.767	0.903	0.249	0.266	0.216	0.738

组别	n	旋磨靶血管 (n(%))			病变部位 (n(%))				分叉病变 (n(%))
		前降支	回旋支	右冠	开口	近段	中段	远段	
低转速组	221	177 (80.1)	11 (5.0)	33 (14.9)	54 (24.4)	205 (92.8)	193 (87.3)	83 (37.6)	11 (5.0)
高转速组	136	103 (75.7)	10 (7.4)	23 (16.9)	36 (26.5)	128 (94.1)	113 (83.1)	54 (39.7)	14 (10.3)
χ^2 值			1.222		0.185	0.247	1.237	0.164	3.654
P 值			0.543		0.667	0.619	0.266	0.685	0.056

组别	n	扭曲病变 (n(%))	CTO 病变 (n(%))	最大磨头直径 (mm)	支架数量 (枚)	支架平均直径 (mm)	总支架长度 (mm)	总病变长度 (mm)	IABP 植入 (n(%))
低转速组	221	11 (5.0)	24 (10.9)	1.48±0.12	2.74±0.94	2.97±0.32	79.56±28.21	76.39±27.00	28 (12.7)
高转速组	136	11 (8.1)	17 (12.5)	1.44±0.12	2.56±1.05	2.87±0.59	74.94±30.32	71.92±29.12	17 (12.5)
t 或 χ^2 值		1.409	0.223	3.014	1.714	2.015	1.459	1.474	0.002
P 值		0.235	0.637	0.001	0.238	0.063	0.726	0.743	0.963

CTO:慢性闭塞; IABP:主动脉球囊反搏

表 3 两组术中及并发症比较 (n(%))

组别	n	术中							围术期		
		低血压	血管痉挛	夹层	慢血流	血管穿孔	缓慢型心律失常	磨头嵌顿	心力衰竭	急性支架内血栓	死亡
低转速组	221	6 (2.7)	35 (15.8)	21 (9.5)	43 (19.5)	5 (2.3)	6 (2.7)	1 (0.5)	76 (34.4)	1 (0.5)	4 (1.8)
高转速组	136	0 (0.0)	11 (8.1)	12 (8.8)	41 (30.1)	2 (1.5)	5 (3.7)	0 (0.0)	53 (39.0)	2 (1.5)	4 (2.9)
χ^2 值		3.755	4.504	0.046	5.347	0.017	0.261	0.617	0.766	1.047	0.492
P 值		0.087	0.034	0.830	0.021	0.896	0.610	1.000	0.382	0.560	0.486

表 4 围术期并发症与旋磨转速相关性分析

因素	组别	n	事件数 (n(%))	模型 1 ¹⁾		模型 2 ²⁾		模型 3 ³⁾	
				OR (95% CI)	P 值	OR (95% CI)	P 值	OR (95% CI)	P 值
血管痉挛	低转速组	221	35 (15.8)	参考值		参考值		参考值	
	高转速组	136	11 (8.1)	0.581 (0.274~1.230)	0.156	0.555 (0.259~1.189)	0.130	0.527 (0.241~1.152)	0.109
慢血流	低转速组	221	43 (19.5)	参考值		参考值		参考值	
	高转速组	136	41 (30.1)	1.673 (1.001~2.794)	0.049	1.695 (1.009~2.849)	0.046	1.769 (1.031~3.033)	0.038
心力衰竭	低转速组	221	76 (34.4)	参考值		参考值		参考值	
	高转速组	136	53 (39.0)	0.960 (0.803~1.591)	0.934	1.124 (0.667~1.894)	0.661	1.186 (0.694~2.027)	0.532
心血管死亡	低转速组	221	4 (1.8)	参考值		参考值		参考值	
	高转速组	136	4 (2.9)	1.365 (0.324~5.743)	0.671	1.890 (0.403~8.866)	0.420	2.308 (0.366~14.536)	0.373

1) 调整年龄、性别、既往心脑血管病及急性冠状动脉综合征 (ACS); 2) 调整总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白及 LVEF; 3) 调整潜在混杂因素 IABP 应用、分叉病变、支架平均直径、总病变长度

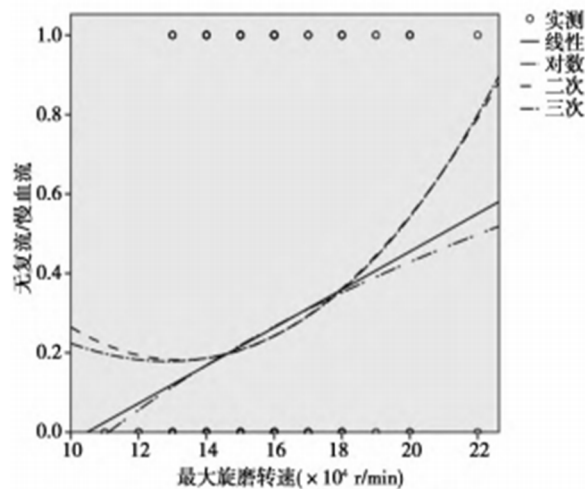


图 1 Logistic 回归曲线示旋磨转速与术中无复流/慢血流的关系

3 讨论

PCI 术是目前治疗冠心病最主要的方法之一。近年来随着 PCI 技术和器械的不断进步, 介入治疗多涉及更为复杂的病变中, 如冠状动脉钙化病变, 尤其是严重冠脉钙化病变, 或伴有分叉、成角、扭曲的钙化病变。上述病变给术者术中操作导丝通过病变及后续的球囊扩张、输送及植入支架带来明显的困难, 并增加了术中支架脱载、冠脉穿孔、支架内血栓等急性并发症的发生率^[9-10]。RA 在 1993 年被美国食品和药品监督管理局批准进入临床。其对钙化斑块进行有效的祛除及修饰, 大大提高了钙化病变介入治疗的成功率^[1]。然而,

包括欧洲、日本及我国在内的各专家共识在旋磨转速上的推荐亦存在不同^[2, 3, 11, 12],若重复“推送-接触病变-回撤”操作数次后旋磨头仍无法完全通过狭窄处,此时可适当提高转速以方便磨头通过,最高转速不要超过 $22 \times 10^4 \text{r/min}$ ^[3]。然而,目前有关 RA 术中选择何种转速具有更好的有效性及安全性仍存在争议,相关的研究亦较少。

本研究结果表明,与低转速组相比,高转速组术中并发慢血流的比例明显升高。这可能与高旋磨转速易增加 RA 术中血小板活化及热损伤有关。既往研究显示,高旋磨转速在斑块和动脉内皮中产生热量,从而可能导致炎症因子被激活,触发凝血级联反应和血小板活化有关^[4, 5]。Williams 等^[6]发现,血小板活化程度与 RA 转速相关。Reisman 等^[7]研究显示,降低旋磨转速可降低血小板活化程度。此外,有研究表明,低转速旋磨术后 1 年的再狭窄率明显低于高转速组^[13]。然而,有研究给出了不一样的结论。Sakakura 等^[8]招募 100 例冠状动脉钙化患者并将其随机分配到高速旋磨组 ($19 \times 10^4 \text{r/min}$) 和低速旋磨组 ($14 \times 10^4 \text{r/min}$)。研究结果显示,与高速旋磨组相比,低转速旋磨并不能降低术中慢血流的发生率。郑泽等^[14]按旋磨转速的不同将 50 例患者随机分为两组:高速旋磨组 ($18 \times 10^4 \text{r/min}$)、低速旋磨组 ($14 \times 10^4 \text{r/min}$)。分析比较两组围术期及术后 30d 的心血管不良事件发生率,结果显示两组事件发生率并无统计学差异。需指出的是,上述两项研究在设计阶段即将患者纳入固定转速的组别中,而该种固定转速模式在临床介入工作开展中实用性较小。相比而言,本研究中旋磨的转速并不是单一固定值,更符合临床实际情况。且本研究中纳入人群特点与 Sakakura 等^[8]研究不尽一致,后者将 ACS 患者完全排除,而本研究纳入人群样本量更大,且包含 ACS 患者。而 ACS 尤其是 UA 患者并不是 RA 的绝对禁忌证^[3]。

本研究推测,术中发生血管痉挛可能与单位时间内低转速组旋磨头与管腔内钙化斑块接触时间较长,从而更易诱发血管痉挛有关。目前有关 RA 术中血管痉挛的文献较少,未来需要更多的

体内外研究证实。本研究结果与郑泽等^[14]研究结果一致。但本研究随访时间较短,并未能说明旋磨转速与患者长期预后的相关性。未来有待更大样本量的长程随访研究证实。

综上,RA 中采用不同旋磨转速患者围术期并发症存在差异。与高转速组相比,低转速组冠脉痉挛发生率较高,但慢血流发生率显著降低。本研究作为单中心回顾性研究,存在一定不足:样本量较小,随访时间较短,未使用腔内影像学技术获得即刻及晚期管腔面积等数据。未来需要更大样本量的临床随机对照研究进一步证实。

参考文献

- [1] Tomey MI, Kini AS, Sharma SK. Current status of rotational atherectomy[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014; 7(4): 345-53.
- [2] Barbato E, Carrié D, Dardas P, et al. European expert consensus on rotational atherectomy[J]. Euro Interv, 2015; 11 (1): 30-6.
- [3] 冠状动脉内旋磨术中国专家共识专家组.冠状动脉内旋磨术中国专家共识[J].中国介入心脏病学杂志, 2017;25(2):61-6.
- [4] Reisman M, Shuman BJ, Harms V. Analysis of heat generation during rotational atherectomy using different operational techniques[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1998; 44: 453-5.
- [5] Liu Y, Liu Y, Zheng Y, et al. Catheter thermal energy generation and temperature in rotational atherectomy[J]. Med Eng Phys, 2019; 70: 29-38.
- [6] Williams MS, Coller BS, Väänänen HJ, et al. Activation of platelets in platelet-rich plasma by rotablation is speed-dependent and can be inhibited by abciximab (c7E3 Fab; ReoPro) [J]. Circulation, 1998; 98 (8): 742-8.
- [7] Reisman M, Shuman BJ, Dillard D, et al. Analysis of low-speed rotational atherectomy for the reduction of platelet aggregation[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1998; 45: 208-14.
- [8] Sakakura K, Funayama H, Taniguchi Y, et al. The

- incidence of slow flow after rotational atherectomy of calcified coronary arteries : a randomized study of low speed versus high speed[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2017 ; 89 : 832-40.
- [9] 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) : 157-60.
- [10] Reimers B, von Birgelen C, van der Giessen WJ, et al. A word of caution on optimizing stent deployment in calcified lesions: acute coronary rupture with cardiac tamponade[J]. *Am Heart J*, 1996 ; 131 (1) : 192-4.
- [11] Sakakura K, Ito Y, Shibata Y, et al. Clinical expert consensus document on rotational atherectomy from the Japanese association of cardiovascular intervention and therapeutics [published correction appears in *Cardiovasc Interv Ther*. 2021 Jan 3][J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2021 ; 36(1) : 1-18.
- [12] Sharma SK, Tomey MI, Teirstein PS, et al. North American expert review of rotational atherectomy [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2019 ; 12 (5) : e007448.
- [13] Uetani T, Ishii H, Sakai S, et al. Beneficial effect of rotational atherectomy with low platform speed on late outcomes[J]. *Int J Cardiol*, 2004 ; 94(1) : 35-40.
- [14] 郑泽, 柳景华, 范谦, 等. 低转速和高转速旋磨治疗冠状动脉钙化病变的对比研究[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2018;26 (8) : 425-9.

(上接第 19 页)

- [12] 赵雪利,张德贤,王彦婷,等.NT-ProBNP、CRP 联合尿酸及超声心动图对冠心病合并心力衰竭的诊断[J]. *分子诊断与治疗杂志*,2022;14(1):49-53.
- [13] 顾公山,何进舟,冯俊,等.老年慢性心力衰竭患者血浆 NT-proBNP、cTnT 和 Mb 变化及其联合辅助诊断价值[J]. *分子诊断与治疗杂志*,2021;13(12):2065-8.
- [14] Gao Y ,Gao Y,Zhu R ,et al. Shenfu injection combined with furose- mide in the treatment of chronic heart failure in patients with coronary heart disease:a protocol of randomized controlled trial[J]. *Medicine* ,2021;100(3) :24-7.
- [15] 王麟,陈惠新,李小燕.慢性心力衰竭患者血清 TRPC1, sFRP5 和 NT-proBNP 水平与心功能及疾病严重程度的临床研究[J]. *现代检验医学杂志*,2021;36 (6):6-9,82.
- [16] Held C ,Hadziosmanovic N ,Hagstrom E ,et al. 2212Body mass index and its association to cardiovascular outcomes in patients with stable coronary heart disease- experiences from the STABILITY study[J]. *Eur Heart J* ,2019;39(1) :5-11.
- [17] Li Y ,Wu H ,Zhang B ,et al. Efficacy and safety of Linggui Zhugan decoction in the treatment of chronic heart failure with Yang deficiency :a protocol for systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine* ,2021;100(20) :26012.
- [18] Ru D , Yan Y , Li B , et al. BNP and NT-proBNP concentrations in paired cerebrospinal fluid and plasma samples of patients with traumatic brain injury[J]. *J Surg Res* ,2021;266(11) :353-60.
- [19] Tian C ,Gao L ,Zucker I. Hear brain communication by extracellular vesicles contributes to the sympatho-excitation in chronic heart failure by targeting Nrf2/ARE signaling[J]. *FASEB J* ,2021;35(1) :588-9.
- [20] 李岗峰,李刘文,刘璐.慢性心力衰竭患者血清内源性 Apela,NT-proBNP 及 CysC 水平与并发肾功能不全的相关性分析[J]. *现代检验医学杂志*,2022;37(3):167 -71.