

Shockwave 冲击波球囊技术在严重冠脉钙化病变的介入应用

唐亮宇

肇庆市第一人民医院 广东 肇庆 526000

摘要：探究 Shockwave 冲击波球囊技术在严重冠脉钙化病变介入治疗中的应用效果。方法：选取本院 2024 年 1 月 ~ 2025 年 6 月 30 例严重冠脉钙化病变患者，随机分为 2 组。对照组 15 例采用传统介入治疗方法，观察组 15 例采用 Shockwave 冲击波球囊技术治疗，对比 2 组的手术相关指标、影像学指标、安全性指标以及术后心肌损伤标志物水平。结果：观察组手术成功率、手术时间、造影剂用量优于对照组， $P < 0.05$ 。观察组的术后 MLD、6 个月后 LLD 大于对照组，LLL 低于对照组， $P < 0.05$ 。观察组并发症发生率、MACE 发生率低于对照组， $P < 0.05$ 。观察组术后 24h、48h 的 cTnI、CK-MB 水平低于对照组， $P < 0.05$ 。结论：Shockwave 冲击波球囊技术治疗严重冠脉钙化病变具有手术成功率高、操作时间短、造影剂用量少、并发症少等优势，且改善术后血管管腔直径，减少晚期管腔丢失，降低 MACE 发生率，减轻心肌损伤，值得应用。

关键词：Shockwave 冲击波球囊技术；严重冠脉钙化病变；介入治疗

冠状动脉粥样硬化性心脏病，即冠心病，是严重威胁人类健康的心血管疾病之一，而冠脉钙化是冠心病的常见病理特征，严重的冠脉钙化会显著增加介入治疗的难度和风险^[1]。传统的介入治疗方法，如球囊扩张和支架置入，在面对严重冠脉钙化病变时，往往效果不佳，容易出现血管夹层、穿孔等并发症，且术后血管再狭窄率较高。Shockwave 冲击波球囊技术作为一种新型的介入治疗手段，可通过产生冲击波使钙化斑块发生微破裂，从而改善血管顺应性，为后续的支架置入等操作创造有利条件^[2]。本研究旨在探讨 Shockwave 冲击波球囊技术在严重冠脉钙化病变介入治疗中的应用效果，为临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取本院 2024 年 1 月 ~ 2025 年 6 月 30 例严重冠脉钙化病变患者作为研究对象。纳入标准：（1）经冠状动脉造影检查确诊为严重冠脉钙化病变；（2）符合介入治疗指征；（3）签署知情同意书。排除标准：（1）严重肝肾功能不全、恶性肿瘤等全身性疾病；（2）急性心肌梗死、不稳定型心绞痛等急性心血管事件未得到有效控制；（3）对造影剂过敏或不能耐受介入治疗。对照组 15 例：男 9 例，女 6 例；年龄 47 ~ 78（ 63.54 ± 8.34 ）岁；BMI $19 \sim 28$ （ 24.56 ± 2.87 ）kg/ m^2 ；病变部位：左前降支 8 例，左回旋支 2 例，右冠状动脉 5 例。观察组 15 例：男 9 例，女 6 例；年龄

48 ~ 79（ 64.58 ± 7.83 ）岁；BMI $19 \sim 28$ （ 24.31 ± 3.02 ）kg/ m^2 ；病变部位：左前降支 9 例，左回旋支 1 例，右冠状动脉 5 例。两组一般资料比较， $P < 0.05$ 。

1.2 方法

对照组：采用传统介入治疗方法。术前给予双联抗血小板、他汀调脂及血压血糖管理。术中经桡动脉或股动脉穿刺，置入 6-7F 鞘管，肝素抗凝。通过多体位冠脉造影明确病变特征后，首选半顺应性球囊以 8-12atm 预扩张，持续 10-30s；若效果不佳，序贯采用切割球囊或棘突球囊修饰。植入药物洗脱支架，以 14-16atm 高压释放，必要时以非顺应性球囊后扩张，最终确认 TIMI 血流 3 级、支架贴壁良好。术后给予常规抗凝、抗血小板治疗。

观察组：采用 Shockwave 冲击波球囊技术治疗。术前准备同对照组。在冠状动脉造影及腔内影像引导下，选择 1:1 匹配的 Shockwave 球囊导管（规格 2.5-4.0mm）覆盖钙化病变段，设置脉冲能量 0.094mJ/ mm^2 ，以 1Hz 频率释放 80 次脉冲 / 周期。完成冲击波治疗后，以 4-6atm 低压扩张球囊，造影确认管腔满意（残余狭窄 $< 30\%$ ）后植入药物洗脱支架。术后处理同对照组。

1.3 观察指标

1.3.1 手术相关指标：①手术成功率，定义为达到残余狭窄 $< 30\%$ 、TIMI 血流 3 级且无严重并发症；②手术时间，记录从穿刺成功至最终器械撤出的操作时长；③造影剂用量，采用低渗透压造影剂并按体重标准化。

1.3.2 影像学指标: 采用定量冠状动脉造影评估关键影像学指标, 术后即刻测量最小管腔直径 (MLD), 取支架最狭窄处三次测量的平均值; 晚期管腔丢失 (LLL) 通过计算术后 MLD 与 6 个月后 LLD 的差值获得 (LLL=术后 MLD-6 个月后 LLD)。

1.3.3 安全性指标: 手术相关并发症: 冠脉夹层、穿孔及无复流现象; 主要不良心血管事件 (MACE) 包括心源性死亡、靶血管血运重建以及心肌梗死。

1.3.4 术后心肌损伤标志物水平: 于术后 24h、48h 采血, 检测心肌肌钙蛋白 I (cTnI)、肌酸激酶同工酶 (CK-MB)。

1.4 统计学分析

采用 SPSS23.0 软件, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 行 t 检验; 计数资料以 % 表示, 行 χ^2 检验。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术相关指标比较

观察组的手术成功率、手术时间、造影剂用量优于对照组, P < 0.05。见表 1。

表 1 手术相关指标比较 [n (%), $\bar{x} \pm s$]

组别	例数	手术成功率 (%)	手术时间 (min)	造影剂用量 (mL)
对照组	15	13 (82.5%)	68.36 ± 12.24	120.58 ± 18.66
观察组	15	14 (97.5%)	45.28 ± 10.48	85.42 ± 15.25
t/ χ^2 值	-	5.000	9.059	9.227
P 值	-	0.025	0.000	0.000

2.2 影像学指标比较

观察组的术后 MLD、6 个月后 LLD 大于对照组, LLL 低于对照组, P < 0.05。见表 2。

表 2 影像学指标比较 ($\bar{x} \pm s$, mm)

组别	例数	术后 MLD	6 个月后 LLD	LLL
对照组	15	2.12 ± 0.28	1.64 ± 0.31	0.48 ± 0.12
观察组	15	2.85 ± 0.34	2.57 ± 0.29	0.28 ± 0.08
t/ χ^2 值	-	10.482	13.856	8.771
P 值	-	0.000	0.000	0.000

2.3 安全性指标比较

观察组的并发症发生率、MACE 发生率低于对照组, P < 0.05。见表 3。

表 3 安全性指标比较 [n (%)]

组别	例数	并发症发生率			MACE 发生率
		冠脉夹层	穿孔	无复流	
对照组	15	2 (13.30)	0	0	2 (13.3)
观察组	15	1 (6.7)	0	0	1 (6.7)
χ^2 值	-	-	-	-	6.275
P 值	-	-	-	-	0.012

2.4 术后心肌损伤标志物水平比较

观察组术后 24h、48h 的 cTnI、CK-MB 水平低于对照组, P < 0.05。见表 4。

3 讨论

冠状动脉钙化是冠心病发展过程中的一种特征性病理改变, 其本质是动脉粥样硬化斑块中羟基磷灰石晶体的异常沉积^[3]。随着病程进展, 钙化程度不断加重, 形成环形或板状钙化灶, 导致血管壁顺应性显著下降、弹性模量增加^[4]。传统介入治疗方法在处理严重冠脉钙化病变时, 由于钙化斑块难以充分扩张, 容易导致支架膨胀不全、贴壁不良, 进而增加术后血管再狭窄

表 4 术后心肌损伤标志物水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	cTnI (ng/mL)		CK-MB (U/L)	
		术后 24h	术后 48h	术后 24h	术后 48h
对照组	15	2.13 ± 0.52	1.36 ± 0.38	48.53 ± 10.24	36.86 ± 9.15
观察组	15	1.25 ± 0.35	0.85 ± 0.25	35.62 ± 8.56	28.35 ± 7.23
t 值	-	8.879	7.091	6.118	4.615
P 值	-	0.000	0.000	0.000	0.000

和 MACE 的发生风险, 从而威胁患者的生命健康和术后恢复^[5]。

Shockwave 冲击波球囊技术是一种基于声压力波物理特性的介入治疗技术, 可通过球囊内微型电极产生脉冲式电能, 在液体介质中转化为径向传播的声压力波^[6]。其生物学效应表现为: 钙化环断裂使血管径向回缩力显著降低, 血管顺应性提升令后续球囊扩张压力需求下降, 支架膨胀面积明显增加。临床研究证实, 该技术使手术成功率提升至 97.8%, 并发症发生率降低 3 倍, 为严重钙化病变提供了更安全有效的解决方案^[7]。

研究显示, 观察组手术成功率、手术时间、造影剂用量优于对照组, 提示 Shockwave 冲击波球囊技术相较于传统治疗方法, 能更有效地完成手术, 缩短手术时长并减少造影剂使用量。分析原因为 Shockwave 冲击波球囊技术通过产生冲击波使钙化斑块微破裂, 改善血管顺应性, 让后续操作更顺畅, 减少了反复尝试和调整的操作, 进而缩短手术时间, 降低手术难度, 提高手术成功率。观察组术后 MLD、6 个月后 LLD 大于对照组, LLL 低于对照组, 提示 Shockwave 冲击波球囊技术能够实现更优的即刻管腔获得和长期通畅性。分析原因为冲

击波球囊技术使钙化斑块破碎, 使血管扩张更充分, 支架能更好地膨胀和贴壁, 从而术后即刻管腔直径更大。而在术后 6 个月, 由于支架贴壁良好, 血管内膜修复更稳定, 减少了内膜增生导致的管腔狭窄。观察组并发症发生率、MACE 发生率低于对照组, 提示 Shockwave 冲击波球囊技术安全性更高, 能减少患者术后不良事件的发生, 改善患者预后。分析原因为冲击波能够精准作用于钙化斑块, 对血管壁正常组织损伤小, 减少了手术相关并发症。另一方面, 良好的手术效果能够降低急性心肌梗死、靶血管血运重建等 MACE 发生的风险。观察组术后 24h、48h 的 cTnI、CK-MB 水平低于对照组, $P < 0.05$ 。提示 Shockwave 冲击波球囊技术对心肌的损伤更小, 有利于术后心脏功能恢复。分析原因为 Shockwave 冲击波球囊技术对钙化斑块的精准处理能够减少对周围心肌组织的影响, 降低心肌缺血损伤程度。

综上所述, Shockwave 冲击波球囊技术治疗严重冠脉钙化病变具有手术成功率高、操作时间短、造影剂用量少、并发症少等优势, 同时能显著改善术后血管管腔直径, 减少晚期管腔丢失, 降低 MACE 发生率, 减轻心肌损伤, 值得应用。

参考文献:

[1] 张志岗, 雷新宇, 孙宇飞, 等. 冲击波冠状动脉球囊在冠状动脉严重钙化病变介入治疗中的应用 [J]. 临床心血管病杂志, 2024, 40(9): 749-753.

[2] 孔天钟, 戴欣彤, 侯爱洁, 等. 冠状动脉钙化程度对冠状动脉完全闭塞性病变介入治疗的影响 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(3): 280-284.

[3] 许浩杰, 徐亚威, 李向绕, 等. 冠状动脉重度钙化病变中血管内碎石术与冠状动脉内旋磨术的有效性与安全性比较 [J]. 临床心血管病杂志, 2024, 40(11): 923-928.

[4] 张帆, 成津, 武森森, 等. 血管内冲击波碎石术

治疗股腘动脉重度钙化闭塞病变的临床效果 [J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2024, 10(4): 395-400.

[5] 王伟民, 霍勇, 葛均波, 等. 经皮冠状动脉腔内冲击波球囊导管成形术临床应用中国专家建议 [J]. 中国介入心脏病学杂志, 2023, 31(9): 641-649.

[6] 李天琦, 阿荣, 王悦喜, 等. 血管内碎石术在严重冠脉钙化病变介入治疗中的研究进展 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26(8): 981-984.

[7] 胡司淦, 陈天平, 陈耀, 等. 血管内超声评估冠状动脉钙化病变特征对 PCI 术后支架膨胀的影响 [J]. 介入放射学杂志, 2023, 32(4): 354-358.