

## • 心脏介入 Cardiac intervention •

# 冠状动脉造影及介入治疗术中动脉压力波形异常的原因及对策

王晋举, 吴亚峰, 李绍满, 余莉萍

**【摘要】** 目的 探讨冠状动脉造影(CAG)及介入治疗(PCI)过程中异常动脉压力波形的原因。方法 纳入 2023 年 9 月至 2024 年 3 月于南京市第一医院接受 CAG 和 PCI 的 760 例患者,对收集的异常动脉压力波形从形态特征和原因 2 方面进行分析。结果 共记录到 848 次异常波形,根据形态分类为 8 种。最常见的 3 种为嵌顿波 193 次(22.76%)、非典型波 179 次(21.11%)和衰减波 132 次(15.57%)。异常波形发生的原因分为 5 类,技术操作因素 445 次(52.49%)、血管因素 214 次(25.23%)、患者个体因素 101 次(11.91%)居前 3 位。其中,冠状动脉开口病变、痉挛在具体的异常原因中占比最多为 183 起(21.57%)。结论 准确识别异常波形对预防 CAG 和 PCI 中的并发症至关重要,技术操作因素是主要原因。

**【关键词】** 冠状动脉造影;冠状动脉介入治疗;动脉压力波形;压力阻尼;预测

中图分类号:R543.5 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-008-0828-06

**Causes and countermeasures of abnormal arterial pressure waveforms occurring during coronary angiography and percutaneous coronary intervention** WANG Jinju, WU Yafeng, LI Shaoman, SHE Liping. Catheter Room, Department of Cardiology, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu Province 210000, China

Corresponding author: SHE Liping, E-mail: sheliping80@163.com

**【Abstract】** **Objective** To discuss the causes of abnormal arterial pressure waveforms occurring during coronary angiography (CAG) and percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** A total of 760 patients, who received CAG and PCI at Nanjing Municipal First Hospital of China from September 2023 to March 2024, were enrolled in this study. The abnormal arterial pressure waveforms were collected, and their morphological features and causes were analyzed. **Results** A total of 848 abnormal waveforms were recorded, and based on the morphology these abnormal waveforms were classified into 8 types. Three most commonly-seen abnormal waveforms were nested waveform (22.76%,  $n = 193$ ), atypical waveform (21.11%,  $n = 179$ ) and attenuated waveform (15.57%,  $n = 132$ ). The causes of the abnormal waveforms could be classified into 5 categories. The top three reasons were technical operation factors ( $n = 445$ , 52.49%), vascular factors ( $n = 214$ , 25.23%), and individual factors of the patient ( $n = 101$ , 11.91%). In the specific abnormal reasons, the ostial lesions and spasm of the coronary arteries accounted for the largest proportion ( $n = 183$ , 21.57%). **Conclusion** Accurate identification of abnormal waveforms is essential for the prevention of complications in performing CAG and PCI procedure. The technical operation factors are the main causes for the occurrence of abnormal waveform.

**【Key words】** coronary angiography; percutaneous coronary intervention; arterial pressure waveform; pressure damping; prediction

冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)和 经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2025.08.005

基金项目: 南京市卫生科技发展专项资金项目计划(YKK22120)

作者单位: 210000 江苏南京 南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)心血管内科导管室

通信作者: 余莉萍 E-mail: sheliping80@163.com

intervention, PCI) 已广泛用于冠状动脉疾病的诊断和治疗<sup>[1]</sup>。我国每年冠脉介入手术量已超过 100 万例,术中早期识别和预防并发症可提高患者生存率并降低医疗成本<sup>[2]</sup>。有创动脉血压监测能及时准确地反映主动脉及冠脉内压力变化,而冠状动脉造影时导管尖端的动脉压力波形监测是保障手术安全的关键<sup>[3-4]</sup>。术中由于导管操作不当、血管病变程度或患者病情变化等多重因素的影响,会使压力波形出现不同形态的异常(称为压力衰减或心室化),这通常预示潜在的病情变化或严重并发症,如冠状动脉夹层或恶性心律失常等<sup>[5]</sup>。研究表明,导管相关夹层是冠脉介入治疗患者死亡的主要原因<sup>[6]</sup>。因此,识别冠脉介入术中异常动脉压力波形对于避免导管相关的严重后果至关重要,而这依赖介入团队的专业能力和临床经验。心导管室护士是“心脏团队”的重要支柱<sup>[7]</sup>。冠脉介入术中的动脉压力波形监测是心导管室护士病情观察的重要部分。现有研究对异常压力波形仅分为压力室化和压力衰减两类,但这一分类存在局限性,未涵盖观察到的所有异常波形<sup>[8]</sup>。本研究对 CAG 和 PCI 术中观察到的异常压力波形进行详细分类和原因分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

选取 2023 年 9 月至 2024 年 3 月南京市第一医院接受 CAG 和 PCI 的患者 760 例。纳入标准:①年龄 $\geq 18$ 岁;②接受 CAG 或 PCI;③术中至少出现一次动脉压力波形异常。排除标准:①不完整或不稳定的压力波形监测数据;②同一患者出现两次及以上相同的异常波形。

### 1.2 成立研究小组

研究团队成员包括 4 名心导管室护士,4 名冠脉介入医师。护士负责观察并记录手术过程中的异常动脉压力波形,主要术者根据术中实时影像分析波形异常的原因。

### 1.3 数据收集

所有患者介入术中的动脉压力波形数据均由电子监护系统(四川锦江)自动记录并保存,每台手术开始前进行压力校准,以确保数据准确性。研究团队自行设计 CAG 和 PCI 动脉压力波形异常记录表,涵盖事件发生时间、介入医生年资、事件具体阶段、异常原因及波形。记录表预测试以确保数据准确性。数据收集结束后,对波形和异常原因进行分析。

### 1.4 波形分类与定义

研究小组在全面回顾文献的基础上,结合正常动脉压力波形的标准特征,制订了异常波形的标准化定义准则。每种波形的定义包括特征性形态和压力描述<sup>[9-10]</sup>。正常动脉压力波形的关键特征包括:①收缩压上升支:心室收缩期,血压迅速上升,曲线陡峭且平滑;②收缩峰值压:波形最高点,心室收缩压的最高压,为血压值的收缩压;③收缩压下降支:血压逐渐下降,通常较上升支较为平缓;④重搏波切迹:主动脉瓣关闭,标志着心室舒张期开始;⑤舒张期排空:心室舒张期血压逐渐下降;⑥舒张末压:波形最低点,心室舒张期的最低压,为血压值的舒张压。

### 1.5 质量控制

研究开始前统一培训小组成员,以熟悉研究流程和数据收集方法。每台手术开始前进行压力校准,确保结果准确性。由两名独立的研究人员核对收集的数据。

### 1.6 统计学方法

使用 SPSS 26.0 软件。以次数(%)表示异常动脉压力波形的发生和分布情况。使用 Python 中的 Matplotlib 库生成堆叠条形图。

## 2 结果

### 2.1 动脉压力波形异常的发生情况

760 例患者共出现 848 次异常动脉压力波形。其中,14:00~20:00 时间点动脉压力波形异常出现的次数最多(36.79%, 312)。介入医生年资大于 10 年,动脉压力波形异常出现的次数最少(9.55%, 81)。见图 1。

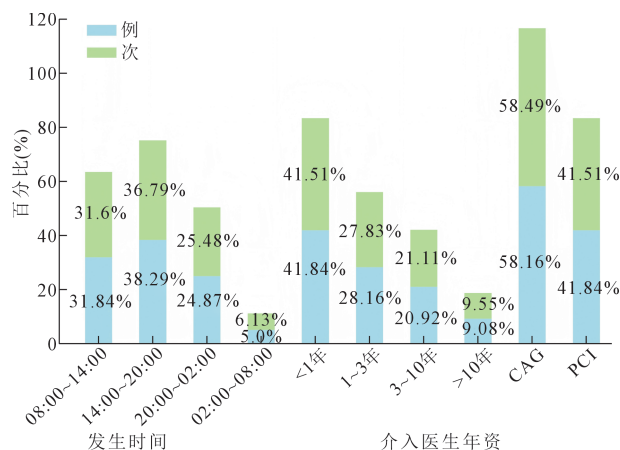


图 1 760 例患者动脉压力波形异常情况

### 2.2 动脉压力波形形态异常分类

本研究共定义了 8 种异常动脉压力波形,按发

生率排名前 3 的分别是嵌顿波 193 次(22.76%)、非典型波 179 次(21.11%)和衰减波 132 次(15.57%)。见表 1、图 2。

表 1 动脉压力波形形态异常分类

形态异常类型	曲线特点	例/次	占比(%)
嵌顿波	①波形振幅降低,低谷由锋利变为圆钝,可呈城墙样改变,收缩压和舒张压均明显低于正常	96(107)	12.63(12.62)
	②波形低谷由锋利变为圆钝,压差增大,舒张压下降程度大于收缩压,需与左心室化波鉴别	78(86)	10.26(10.14)
峰值下降波	波形形态正常,但收缩压和舒张压明显下降	69(76)	9.09(8.96)
衰减波	①压力突然下降,压差不变或减小,上升和下降斜率可无规则,部分波形形态可正常,而仅表现为压力数值的下降	95(102)	12.50(12.03)
	②压力突然近乎消失,收缩压和舒张压无法辨别或仅见轻微的波形起伏	23(30)	3.03(3.54)
锯齿波	波形尖端呈锯齿样改变	22(25)	2.89(2.95)
低平波	曲线平滑、圆润,重搏波消失,收缩压和舒张压趋近	61(66)	8.03(7.78)
左心室化波	连续高大的“墓碑样”、深“V”改变,重搏波消失,舒张压显著低于正常,通常伴有室性早搏出现	92(103)	12.10(12.15)
不规则波	①心房颤动:波形振幅大小不等、快慢不一,波峰高度不规则	37(43)	4.87(5.07)
	②室性早搏:早搏对应舒张期排空到舒张末压显著延长	28(31)	3.68(3.65)
非典型波	形态多变,但本质上仍是嵌顿波和衰减波的变体	159(179)	20.92(21.11)

### 2.3 动脉压力波形异常原因分类

动脉压力波形异常原因包括机械因素占6.01%(51次)、技术操作因素 52.49%(445次)、血管因素 25.24%(214次)、患者个体因素 11.91%(101次)和药物因素 4.36%(37次)。见表 2。

### 3 讨论

本研究基于动脉压力波的形态特征,系统分类并定义了 8 种异常压力波形,如峰值下降、波形低平等其具有显著的直观性和实用性,有助于医护人员迅速识别和初步判断潜在问题。然而,单一形态学分类的局限性在于不同原因可能导致相似的波形异常,如导管过深插入冠脉和冠脉开口病变均可能出现嵌顿波。因此,本研究进一步分析了异常波形的

具体原因,包括机械因素、技术操作因素、血管因素、患者个体因素和药物因素。这种基于原因的分类不仅深化了对异常波形机制的理解,也强化了护士在冠脉介入手术中的病情观察能力。这对于提高护士的预见性风险管理和介入护理质量具有重要意义<sup>[11]</sup>。

冠脉介入期间的异常压力波形,通常称之为衰减和心室化。心室化是一种相对较轻的压力阻尼,通常发生在导管尖端楔入狭窄的冠状动脉时<sup>[8]</sup>,其典型特征为舒张期压力急剧下降,而收缩期下降不明显。因其形态类似于左心室压力曲线,而被称为心室化。本研究将心室化波归类于嵌顿波,以区别于左心室化波。后者的收缩压与主动脉压相当,而舒张压则较低(<20 mmHg),可据此鉴别。本研究显示,嵌顿波共发生 193 起,占 22.76%,最常发生于导管尖端进入开口狭窄的冠状动脉或当冠脉管腔直径接近或略大于导管直径时<sup>[12]</sup>。

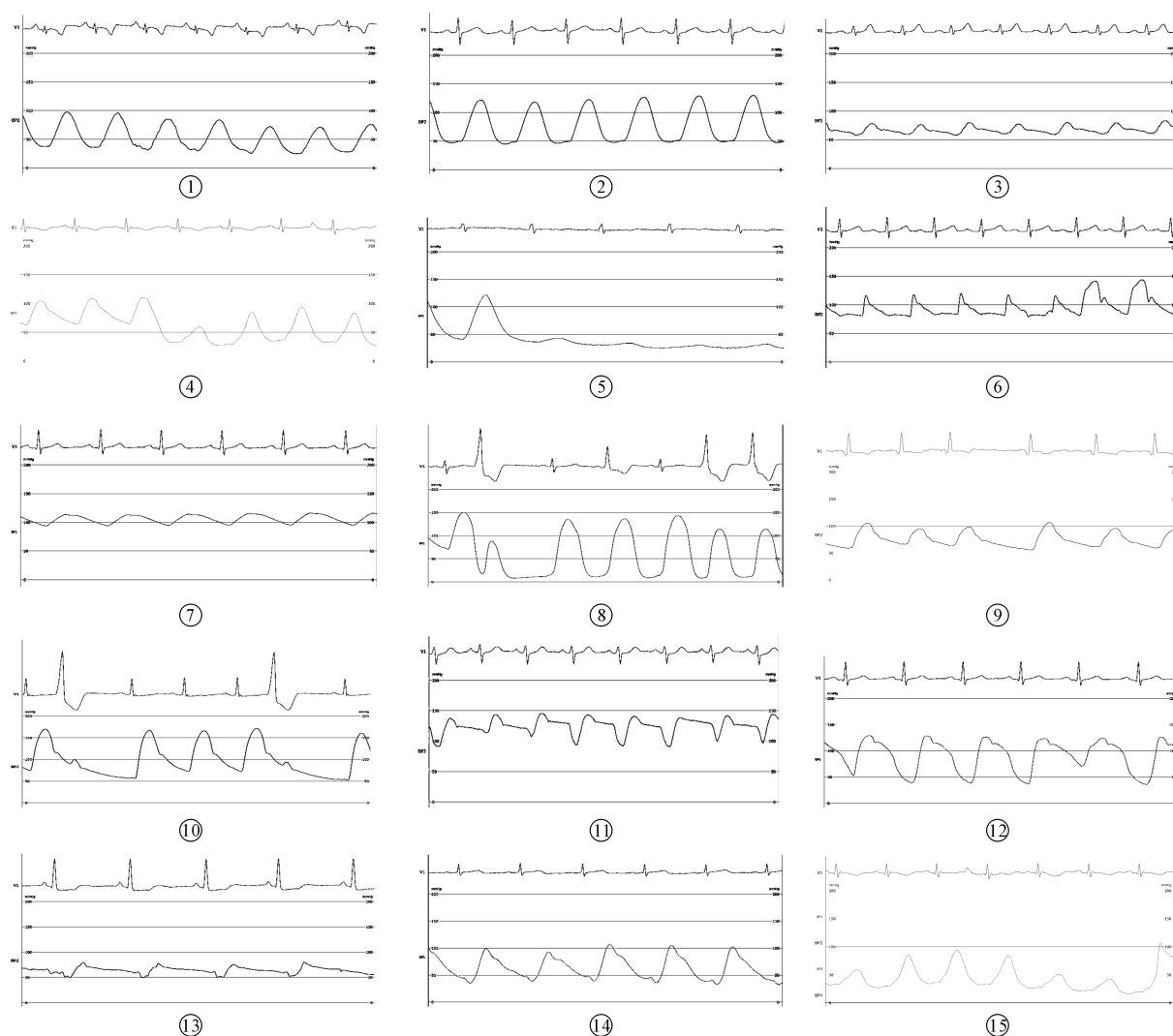
准确识别嵌顿波对于提高左主干和右冠状动脉开口狭窄患者造影时的安全性具有重要意义。Her 等<sup>[13]</sup>指出,冠状动脉开口病变引起的压力异常率约为 40.8%,而本研究为 21.57%,这可能与本研究中低年资的介入医生占比较高有关,技术操作因素在这一群体中更为突出。此外,对异常动脉压力波形的分类标准不同也是导致差异较大的重要原因。

压力衰减是指当导管置入冠状动脉开口时,冠脉压力突然下降,严重衰减时甚至无法分辨收缩期和舒张期波形<sup>[14]</sup>。其严重性往往大于压力嵌顿,若导管不迅速撤出,可能会发生心肌缺血、心律失常和胸痛。本研究中,压力衰减波共出现 132 次,占全部异常压力波形的 15.57%。常见于冠状动脉开口严重狭窄、导引导管开口贴壁等。

此外,本研究还发现了一些不完全符合典型定义的波形,这些波形虽然缺乏共性,但本质上仍属于衰减波或嵌顿波的范畴。此类波形的变异可能受多种因素影响,如导管操作手法、冠脉开口病变程度、导管与血管壁贴合情况等。鉴于这类波形的多样性和特异性,本研究将其统一归类为非典型波形。

在出现以上 3 类波形时,继续注射对比剂可能会导致心肌缺血、心室颤动或冠状动脉近端夹层形成。安全的做法通常是拔出并重新定位导管,或者在缓慢拔出导管的同时轻轻推注对比剂<sup>[8]</sup>。

本研究发现,因技术操作因素导致的动脉压力波形异常共 445 起,占 52.48%。研究表明,经验丰富的介入医生更能有效避免术中并发症<sup>[15]</sup>。相比之下,缺乏经验的术者更容易出现如误入左心室、冠



①②嵌顿波；③峰值下降波；④⑤衰减波；⑥锯齿波；⑦低平波；⑧左心室化波；⑨不规则波（心房颤动）；⑩不规则波（室性早搏）；⑪～⑮非典型波（部分）

图 2 异常动脉压力波形

脉开口过深插入等，从而出现异常波形。

冠状动脉开口夹层通常因操作不当所致，如导引导管与冠状动脉不同轴或紧贴血管壁时，导管尖端可能会对冠脉壁造成损伤，甚至导致血管急性闭塞<sup>[16]</sup>。本研究中，因导引导管不同轴、紧贴血管壁所导致的异常压力波形在技术操作因素中占比最高。此外，不当的导管深插操作可能诱发心肌缺血和冠脉夹层，在此之前压力会表现为不同程度的嵌顿或衰减。在此操作过程中，护士需密切观察患者血压和心电图变化，及时发现心肌缺血迹象，如患者的胸痛反应或心电图 ST 段变化等。

在 CAG 期间室颤动是一种少见但危险的并发症，往往由操作不当而引发<sup>[17]</sup>。导管误入右冠状圆锥支时，压力通常表现为嵌顿、衰减或锯齿状波形。若对比剂推注过快、过多，或推注时间过长，可能诱

发室颤<sup>[18]</sup>。本研究中共出现 42 次误入圆锥支的操作，压力波形异常改变后及时撤出导管，未发生严重后果。导管误入左心室可能刺激心室壁，致使心室出现不规则收缩，可能诱发室速甚至室颤，压力波形表现为连续高大的“墓碑样”、深“V”改变。在观察到室性早搏或室性心动过速时，应迅速撤出导管，以恢复正常的窦性节律。本研究中共出现 103 次误入左心室的操作，占有异常波形的 12.15%，但均被护士及时发现并提醒医生，有效避免了潜在的严重后果。值得注意的是，由心律失常引起的不规则波与术中操作无关，而是患者原有疾病所致，对此类波形保持密切观察即可，一般无需干预。但对于由急性心肌梗死引起的频发室性早搏需警惕可能进展为室颤的风险。

在冠脉介入术中，当采用桡动脉通路且存在解

表 2 动脉压力波形异常原因分类

异常原因	具体表现	例/次	占比(%)
机械因素	压力换能器故障 <sup>5)</sup>	2(2)	0.26(0.24)
	压力连接管盘曲折叠、漏液 <sup>5)</sup>	6(6)	0.79(0.70)
	压力连接管内有气泡、血液、造影剂 <sup>5)</sup>	39(43)	5.13(5.07)
技术操作因素	导引导管打折 <sup>3)</sup>	5(7)	0.66(0.83)
	导引导管内保留造影导丝 <sup>5)</sup>	5(5)	0.66(0.59)
	指引导管内、冠脉内器械过多 <sup>1),2),3),8)</sup>	92(98)	12.12(11.56)
	导引导管内有气泡、血栓等 <sup>1),3)</sup>	5(5)	0.66(0.59)
	导引导管深插入冠状动脉 <sup>1),3),8)</sup>	67(78)	8.82(9.20)
	导引导管误入分支小血管 <sup>1),3),4),8)</sup>	34(42)	4.47(4.95)
	导引导管误入左心室 <sup>6)</sup>	92(103)	12.11(12.15)
	导引导管不同轴、紧贴血管壁 <sup>1),3),4),8)</sup>	100(107)	13.16(12.62)
血管因素	冠状动脉开口病变、痉挛 <sup>1),3),8)</sup>	164(183)	21.58(21.57)
	冠状动脉开口解剖异常 <sup>1),3),4),8)</sup>	12(15)	1.58(1.77)
	冠状动脉慢血流、无复流 <sup>2)</sup>	14(16)	1.84(1.89)
患者个体因素	血容量不足 <sup>2)</sup>	3(3)	0.39(0.35)
	迷走神经反射 <sup>2)</sup>	13(14)	1.71(1.65)
	心律失常 <sup>7)</sup>	65(74)	8.55(8.73)
	桡动脉痉挛 <sup>5)</sup>	9(10)	1.18(1.18)
药物因素	含服硝酸甘油(NTG) <sup>2)</sup>	3(3)	0.39(0.35)
	冠状动脉内注射 NTG、三磷酸腺苷(ATP)等药物 <sup>2)</sup>	27(31)	3.55(3.66)
	静脉使用血管活性药 <sup>2)</sup>	3(3)	0.39(0.35)

1)嵌顿波;2)峰值下降波;3)衰减波;4)锯齿波;5)低平波;6)左心室化波;7)不规则波;8)非典型波

剖结构的扭曲时易发生导管扭结或打折,扭结处可能会对血管壁产生剪切力,进而引发血管夹层、破裂,甚至导管断裂的风险<sup>[19-20]</sup>。观察压力曲线衰减是预防导管打折的主要方法之一<sup>[21]</sup>。研究发现,当导管极度扭曲时,压力波形表现为振幅锐减,形成尖端锯齿样图形<sup>[22]</sup>。然而,本研究中导管打折时,压力曲线趋于零,并未观察到锯齿样波形,该波形见于导管误入小血管或紧贴血管壁的情况。在血管扭曲导管难以到位时,一旦观察到压力降低、消失或对比剂注入困难等异常现象,应考虑导管扭结的可能性,并中止操作,避免出现严重后果。

在 PCI 过程中,血压下降是一种常见现象。造成血压下降的原因中,不少是术中技术操作引起的假性低血压,即所观察到的血流动力学改变并不反映全身血压的真实情况<sup>[23]</sup>。因此,一旦检测到低血压,需立即进行综合评估,以区分是真实的血压下降还是技术操作误差所引起的假象。

血压下降时,压力波形通常表现为正常而压力峰值明显降低。本研究发现,冠脉内器械过多是最常见的假性低血压原因,及时完成操作并移除器械后,血压即可恢复正常。排除由技术因素导致的假性低血压后,真性低血压多见于迷走神经反射、冠脉急性血栓、慢血流、无复流或冠脉内注射硝酸甘油后引起的血管扩张等。此外,急性心肌梗死血流再灌注、血容量不足、心包填塞、对比剂过敏、导管压迫主

动脉瓣等也会导致低血压。对于真性低血压应根据具体原因针对性处理。迷走神经反射时给予升压药物,血容量不足应迅速补液,硝酸甘油引起的血压下降则需密切观察并适时给予升压支持。在冠脉慢血流、无复流和冠脉穿孔导致心包填塞的情况下,除了立即采取升压措施稳定血压,护理团队还需紧密配合医师迅速处理原发问题<sup>[22]</sup>。

有创血压监测系统不稳定,例如连接管、接头、冲洗装置和传感器使用不当也会改变动脉压力波形和数值<sup>[22]</sup>。压力连接管是连接从患者至压力传感器之间的水力学传递通道,术中因连接管内存在气体、血液或对比剂等杂质,或管路盘曲折叠,信号传递时间延长,压力波形显得不自然地光滑,重搏切迹减小或消失,从而形成圆润外观,压力数值均下降<sup>[24]</sup>。但此时患者无创血压维持正常,且心率和心电图均正常,说明此时的异常压力并非与冠脉有关。此时应重新冲洗压力连接管,顺直曲折的管路,并重新校零,有创血压及压力波形即可恢复正常。

本研究发现,动脉压力异常波形发生最多见的为嵌顿波、非典型波和衰减波,引起异常的主要原因为技术操作。提示护理管理者应定期组织培训,并制订应急预案和处理流程,以提升护理团队的专业能力和应急反应能力。尽管本研究提供了对冠状动脉介入期间动脉压力波形异常和原因的见解,但少见波形的识别仍需进一步研究探索。

## [参考文献]

- [1] Wang C, Chen W, Yu M, et al. Comparison of acute kidney injury with radial *vs.* femoral access for patients undergoing coronary catheterization; an updated meta-analysis of 46,816 patients[J]. *Exp Ther Med*, 2020, 20:42.
- [2] 《中国心血管健康与疾病报告 2022》编写组.《中国心血管健康与疾病报告 2022》要点解读 [J]. *中国心血管杂志*, 2023, 28: 297-312.
- [3] Kern MJ. Interpretation of cardiac pathophysiology from pressure waveform analysis: coronary hemodynamics; I. Coronary catheter pressures [J]. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1992, 25:57-60.
- [4] Ay N. Pressure, Damping and Ventricularization Mini [J]. *Open J Cardiol Heart Dis*, 2018, 1:000518.
- [5] Howard JP, Cook CM, van de Hoef TP, et al. Artificial intelligence for aortic pressure waveform analysis during coronary angiography; machine learning for patient safety[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019, 12:2093-2101.
- [6] Klauedel J, Glaza M, Klauedel B, et al. Catheter-induced coronary artery and aortic dissections. A study of mechanisms, risk factors and propagation causes [J]. *Cardiol J*, 2024, 31: 398-408.
- [7] Deora S, Kalal N, Singh K. Nurses in cardiac catheterization laboratory; an important pillar of heart team [J]. *Heart and Mind*, 2022, 6:96-97.
- [8] Klein LW, Korpu D. Damped and ventricularized coronary pressure waveforms [J]. *J Invasive Cardiol*, 2017, 29:387-389.
- [9] Mark JB. 心血管监测图谱 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [10] Pinsky MR, Teboul JL, VINCEN JL. 血流动力学监测 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2021.
- [11] 黄郑丽, 王晓燕, 薛幼华, 等. 基于三维质量结构模型构建介入护理质量指标体系 [J]. *介入放射学杂志*, 2024, 33:785-789.
- [12] Pacold I, Hwang MH, Piao ZE, et al. The mechanism and significance of ventricularization of intracoronary pressure during coronary angiography [J]. *Am Heart J*, 1989, 118: 1160-1166.
- [13] Her AY, Ann SH, Singh GB, et al. Prediction of coronary atherosclerotic ostial lesion with a damping of the pressure tracing during diagnostic coronary angiography [J]. *Yonsei Med J*, 2016, 57:58-63.
- [14] Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, et al. Braunwald's heart disease e-book; a textbook of cardiovascular medicine [M]. Elsevier Health Sciences, 2011.
- [15] Kandan SR, Johnson TW. Management of percutaneous coronary intervention complications [J]. *Heart*, 2019, 105: 75-86.
- [16] 霍勇, 方唯一. 冠心病介入治疗培训教材 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [17] Chen J, Gao LJ, Chen JL, et al. Contemporary analysis of predictors and etiology of ventricular fibrillation during diagnostic coronary angiography [J]. *Clin Cardiol*, 2009, 32: 283-287.
- [18] 陈绍良, 吴永健. 心脏病学实践 2022 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
- [19] Roy S, Kabach M, Patel D, et al. Radial artery access complications: prevention, diagnosis and management [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2022, 40:163-171.
- [20] 刘学, 杨华, 王晓红, 等. 桡动脉入路猪尾导管辅助 6.5 F 指引导管和 6 F 指引导管治疗冠状动脉病变对比研究 [J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32:1174-1177.
- [21] 杨虹波, 曹嘉添, 张峰, 等. 经桡动脉路径行冠状动脉造影导管打折预防方法的对比分析 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2022, 30:585-589.
- [22] 侯桂华, 霍勇. 心血管介入治疗护理实用技术 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2017.
- [23] Brilakis E. Manual of percutaneous coronary interventions; a step-by-step approach [M]. Academic Press, 2020.
- [24] Lam S, Liu H, Jian Z, et al. Intraoperative invasive blood pressure monitoring and the potential pitfalls of invasively measured systolic blood pressure [J]. *Cureus*, 2021, 13:e17610.

(收稿日期: 2024-08-29)

(本文编辑: 新宇)