

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.05.030
网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250228.1242.002\(2025-02-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250228.1242.002(2025-02-28))

中老年患者冠状动脉介入术中有创血压与无创血压的 差异性比较研究

李小蓉,寿 丹,王国强,王旭开[△]
(重庆海吉亚医院心血管内科,重庆 401331)

[摘要] **目的** 本研究旨在探讨中老年患者在接受冠状动脉介入术过程中,通过测量桡动脉有创血压 (IBP)与肱动脉无创血压 (NIBP)结果间的相关性与差异性。**方法** 选取 2023 年 4 月至 2024 年 4 月在该院心 血管内科接受 IBP 和 NIBP 测量的 226 例中老年冠状动脉介入患者作为研究对象。记录患者 IBP 与 NIBP 测 量的收缩压 (SBP)和舒张压 (DBP),并分析 IBP 与 NIBP 测量血压的相关性及一致性。**结果** Pearson 相关性 分析发现,IBP 测量的 SBP 与 NIBP 测量的 SBP($r=0.755,P<0.001$)、IBP 测量的 DBP 与 NIBP 测量的 DBP ($r_s=0.803,P<0.001$)呈正相关。进一步分析 NIBP 与 IBP 测量血压的差值,发现 NIBP 测量的 SBP 与 IBP 测量的 SBP 差值为 (-21.19 ± 26.29) mmHg,95%一致性界限 (LoA)为 $-47.50\sim5.11$ mmHg;NIBP 测量的 DBP 与 IBP 测量的 DBP 差值为 (0.27 ± 14.38) mmHg,95% LoA 为 $-14.10\sim14.65$ mmHg。男性和女性患 者中 IBP 与 NIBP 测量的 SBP、DBP 均存在相关性,相关系数均 ≥0.73 ,差异有统计学意义($P<0.001$),年龄 <60 岁组和 ≥60 岁组患者的 IBP 与 NIBP 测量的 SBP、DBP 均存在相关性,相关系数均 ≥0.73 ,差异有统计学意 义($P<0.001$)。**结论** 在冠状动脉手术过程中,中老年患者的 IBP 测量的血压与 NIBP 测量的血压间呈正 相关。

[关键词] 中老年;冠状动脉手术;有创动脉血压;无创血压
[中图法分类号] R541 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)05-1212-06

A comparative study on the difference between invasive and non-invasive blood pressure during percutaneous coronary intervention in middle-aged and elderly patients

LI Xiaorong ,SHOU Dan ,WANG Guoqiang ,WANG Xukai[△]
(Department of Cardiovascular Medicine ,Chongqing Hygeia Hospital ,Chongqing 401331 ,China)

[Abstract] **Objective** This study aimed to explore the correlation and differences between invasive blood pressure (IBP) measured through the radial artery and non-invasive blood pressure (NIBP) measured through brachial artery in middle-aged and elderly patients undergoing percutaneous coronary intervention. **Methods** A total of 226 middle-aged and elderly percutaneous coronary intervention patients who underwent IBP and NIBP measurement in the Department of Cardiovascular Medicine of this hospital from April 2023 to April 2024 were selected as the research subjects. The systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) of IBP and NIBP were recorded, and the correlation and consistency of blood pressure values between IBP and NIBP were analyzed. **Results** Pearson correlation analysis showed that there was a positive correlation between SBP of IBP and SBP of NIBP ($r=0.755,P<0.001$) and between DBP of IBP and DBP of NIBP ($r_s=0.803,P<0.001$). Further analysis of the difference in blood pressure values measured by NIBP and IBP revealed that the difference between SBP of NIBP and SBP of IBP was (-21.19 ± 26.29) mmHg, with a 95% limit of agreement (LoA) of $-47.50-5.11$ mmHg; The difference between DBP of NIBP and DBP of IBP was (0.27 ± 14.38) mmHg, with a 95% LoA of $-14.10-14.65$ mmHg. There were correlations between SBP and DBP measured by IBP and NIBP, respectively, in both male and female patients, with correlation coefficients ≥0.73 , and the differences were statistically significant ($P<0.001$). There were correla-

[△] 通信作者, E-mail: wangxuk@163.com.

tions between SBP and DBP measured by IBP and NIBP, respectively, in both the age < 60 years group and age ≥ 60 years group, with correlation coefficients ≥ 0.73 , and the differences were statistically significant ($P < 0.001$). **Conclusion** During coronary artery surgery, there is a positive correlation of blood pressure values between IBP and NIBP in middle-aged and elderly patients.

[Key words] elderly; coronary surgery; invasive arterial blood pressure; non-invasive blood pressure

血压作为关键的生命体征,对于及时发现患者病情变化至关重要^[1]。目前,血压监测技术主要分为有创血压(invasive blood pressure, IBP)测量与无创血压(noninvasive blood pressure, NIBP)测量两种^[2],在临床重症患者的救治中,IBP 与 NIBP 测量的血压存在明显差异。IBP 通过有创手段直接测量动脉内的压力,具体操作为将动脉导管插入动脉中,利用压力换能器将动脉内的压力信号转换为实时的压力波形曲线,并在监护仪上显示相应的血压数值^[3]。目前,IBP 测量技术已在心内介入导管室、重症监护室(intensive care unit, ICU)、急诊科广泛应用,并被视为血压测量的“金标准”,尽管如此,IBP 测量仍存在出血、血栓形成、感染等潜在风险^[4]。相对而言,NIBP 测量作为一种无创的血压测量方法,通常采用示波法进行^[5-6]。NIBP 测量对患者造成的伤害较小,但其准确性可能受到操作程序、仪器本身及患者肢体周径变异性等因素的影响,在危急重症患者中应用可能出现测量结果不准确的情况,这可能导致医生对患者血压的误判和临床决策的失误^[7-8]。关于 IBP 测量与 NIBP 测量数值间的差异性和一致性,目前尚存在争议,尚未形成统一的标准,其准确性和一致性仍需进一步深入研究^[9]。本研究拟通过分析中老年冠心病患者介入术中 IBP 与 NIBP 在收缩压(systolic blood pressure, SBP)和舒张压(diastolic blood pressure, DBP)测量结果的差异,探讨 IBP 与 NIBP 测量数值的一致性、差异性,以心血管介入术中 IBP 测量的数据为参照物,观察中老年冠心病患者 NIBP 的变异性及其与 IBP 的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 4 月至 2024 年 4 月在本院心血管内科行冠状动脉介入术治疗的 258 例中老年患者。纳入标准:(1)年龄 ≥ 45 岁;(2)接受 IBP 和 NIBP 测量;(3)接受冠状动脉造影检查。排除标准:(1)采用股动脉穿刺途径进行冠状动脉造影;(2)上肢存在异常情况(缺失或者畸形或者体重 > 90 kg);(3)大动脉炎或已经明确外周血管畸形,SBP 异常升高,脉压 < 5 mmHg,以及 IBP 与 NIBP 测量差异超过 15% 的数据。最终共有 226 例患者符合标准纳入研究,其中男 135 例(占 59.73%)、女 91 例(占 40.27%)。年龄 $\geq$

60 岁 139 例(占 61.50%), < 60 岁 87 例(占 38.50%)。本研究已通过本院伦理委员会审批(审批号:2023-0006),患者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 测量方法

全部患者均采取仰卧姿势,在静息状态下,同时进行右侧桡动脉 IBP 和左手臂肱动脉 NIBP 测量,记录其 SBP、DBP 数值。

1.2.2 NIBP 测量

使用迈瑞 iPM6 型心电监护仪进行血压测量时,选择合适尺寸的袖带(袖带宽度与患者上臂周长的比例应在 0.45~0.70),并将其均匀缠绕于患者左上臂,确保袖带位于右心房水平位置。在确保袖带松紧适宜后,方可启动监护仪进行测量。

1.2.3 IBP 测量

桡动脉置管术前,对患者右上肢功能及桡动脉穿刺部位的皮肤状况进行评估^[10]。通过改良的 Allen's 试验对拟穿刺侧肢体进行功能测试,若测试结果呈阳性,则禁止在该肢体进行桡动脉穿刺置管。IBP 的测量:在右侧桡动脉搏动最明显处使用血管鞘组穿刺成功后,连接洛瑞 DPT-01 一次性有创压力传感器进行持续的 IBP 测量。患者保持平卧位并处于安静状态,将有创压力传感器置于心脏水平位置,进行校零。待监护仪显示的波形稳定后,开始记录读数^[11]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS24.0 及 Medcalc 软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,不满足正态分布的计量资料采用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,对 IBP 与 NIBP 测量的血压进行 Pearson 相关分析,应用 Bland-Altman 方法对数据的一致性进行了评估,并对年龄和性别因素进行了亚组分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 IBP 和 NIBP 的测量结果及相关性

NIBP 测量结果显示,SBP 为 (132.92 ± 1.11) mmHg, DBP 为 $77.3(70.00, 83.00)$ mmHg; IBP 测量结果显示,SBP 为 (154.12 ± 1.35) mmHg, DBP 为 $76.00(70.00, 83.00)$ mmHg。相关性分析表明,IBP 测量的 SBP 与 NIBP 测量的 SBP 呈正相关($r = 0.755, P < 0.001$),见图 1; IBP 测量的 DBP 与 NIBP

测量的 DBP 也呈正相关($r_s=0.803,P<0.001$),见图 2。

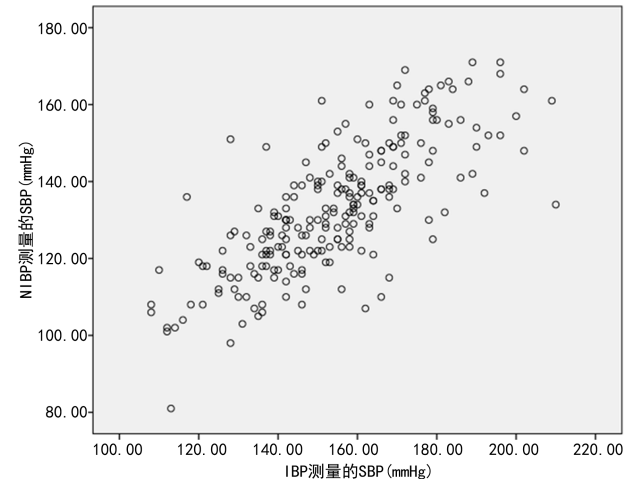


图 1 IBP 测量的 SBP 与 NIBP 测量的 SBP 间的相关性分析

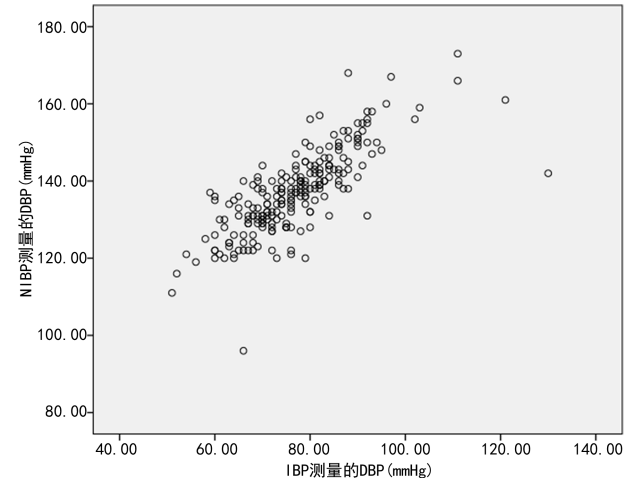


图 2 IBP 测量的 DBP 与 NIBP 测量的 DBP 间的相关性分析

2.2 IBP 和 NIBP 一致性的 Bland-Altman 分析
绘制的 Bland-Altman 图分析结果表明,NIBP 测量的 SBP 与 IBP 测量的 SBP 间的差值为(-21.19 ± 26.29) mmHg,95% 一致性界限 (limits of agreement,LoA)为 $-47.50\sim 5.11$ mmHg,一致性较好,

见图 3;NIBP 测量的 DBP 与 IBP 测量的 DBP 间的差值为(0.27 ± 14.38) mmHg,95% LoA 为 $-14.10\sim 14.65$ mmHg,一致性较好,见图 4。

2.3 性别亚组一致性检验

将患者根据性别分组,结果显示,男性患者 SBP、DBP 的偏倚均值绝对值高于女性患者,在男性患者和女性患者中 IBP 与 NIBP 测量的 SBP 及 IBP 与 NIBP 测量的 DBP 均存在相关性,相关系数 ≥ 0.73 ,差异有统计学意义($P<0.001$),见表 1。

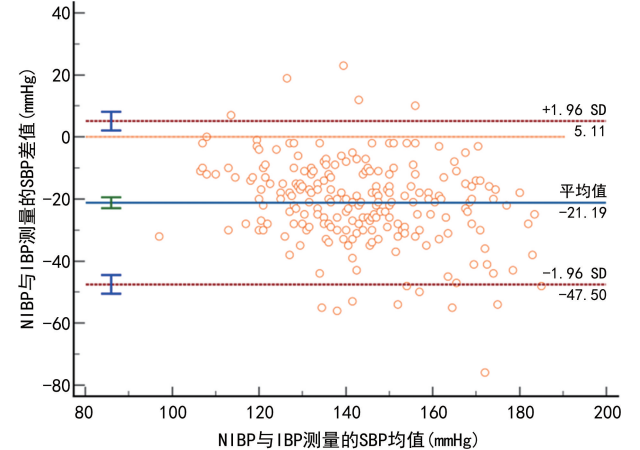


图 3 SBP Bland-Altman 分析

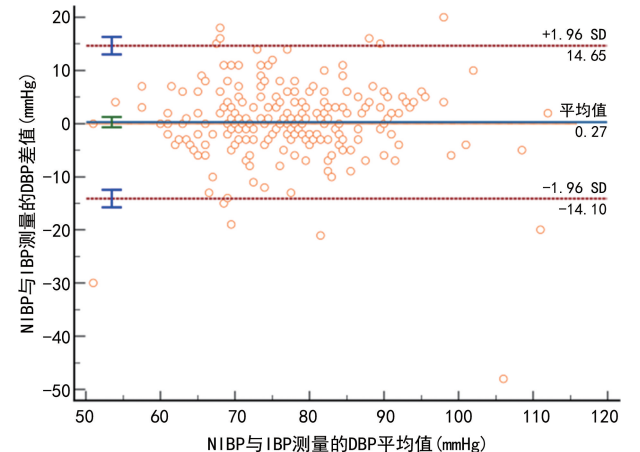


图 4 DBP Bland-Altman 分析

项目	男($n=135$)		女($n=91$)	
	SBP	DBP	SBP	DBP
偏倚均值	-21.80	0.42	-20.30	0.05
偏倚标准差	14.07	7.70	12.42	6.80
95%LoA	-49.37~5.77	-14.66~15.51	-44.65~4.06	-13.27~13.38
NIBP 均值	131.92	78.93	134.42	74.80
IBP 均值	153.72	78.51	154.71	74.75
r	0.734	0.806	0.789	0.792
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 年龄亚组一致性检验

将患者根据年龄分为<60岁组和≥60岁组,结果显示,<60岁组患者SBP偏倚均值绝对值略高

于≥60岁组。进一步分析发现IBP与NIBP测量的SBP、DBP在两个年龄组中均存在相关性,相关系数≥0.73,差异有统计学意义($P<0.001$),见表2。

表2 年龄亚组一致性检验(mmHg)

项目	<60岁($n=87$)		≥60岁($n=139$)	
	SBP	DBP	SBP	DBP
偏倚均值	-21.75	-0.61	-20.84	0.83
偏倚标准差	13.30	8.16	13.55	6.62
95%LoA	-47.69~4.45		-47.44~5.69	
NIBP均值	129.97	81.10	134.78	74.87
IBP均值	151.72	81.71	155.62	74.04
r	0.788	0.83	0.738	0.765
P	<0.001		<0.001	

3 讨论

在心血管介入手术的精细操作中,血压的动态监测至关重要。医生和护理人员必须对IBP与NIBP之间的关系有深刻的理解,因为这直接关系到临床快速决策的准确性和患者的治疗结果。特别是在ICU这一特殊环境中,IBP测量技术的应用十分重要^[12]。在确保无技术性错误如导管的正确放置,避免气泡或血栓的形成,以及传感器位置的精确调整的情况下,IBP测量被公认为是ICU中血压测量的“金标准”^[13]。相较于NIBP测量,IBP测量能够提供更为即时和连续的血压数据,让医疗团队在患者出现任何血流动力学波动时迅速做出反应^[14]。此外,IBP测量在面对一些特殊患者群体(如肥胖患者、新生儿、烧伤患者)时,以及那些血流动力学不稳定或心律失常的患者时,其读数依然能够保持高度的可靠性^[15]。这种精确的测量方式为临床医生提供了宝贵的信息,使他们能够更加精准地评估患者的状况,从而制定出更为有效的治疗方案^[16-17]。在ICU中,医生和护理人员通过这种精确的监测,能够更好地理解患者的生理状态,及时调整治疗策略,从而提高患者的生存率和康复质量^[18-19]。

本研究发现,IBP测量的SBP与NIBP测量的SBP、IBP测量的DBP与NIBP测量的DBP间的相关系数分别为0.755、0.803($P<0.001$)。这一结果揭示了两种测量方法在临床应用中的潜在差异,以及它们在血压监测中的互补性。对于那些年轻且血流动力学稳定的患者,NIBP监测就能满足术者需求,从而辅助临床决策;而对于那些年老(年龄≥60岁)且血流动力学不稳定的患者,IBP的监测能够提供更为全面的血压状态视图,有助于医生做出更为精确的医疗决策^[20]。

本研究采用Bland-Altman图和95%LoA评估一致性,一致性分析有助于避免因细微的血压差异而引起的对心血管支持和治疗策略的不必要调整,从而确保患者接受最适宜的治疗方案^[21]。在临床实践中,医生需要综合考虑患者的个体差异、测量设备的特性及手术的具体情况,以实现

对血压状态的精准评估和管理^[22]。

将患者根据性别分组,结果显示,男性SBP、DBP的偏倚均值绝对值高于女性群体,这可能与不同性别在生理结构、激素水平及心血管系统调节机制上的差异有关。将患者根据年龄分为<60岁组和≥60岁组,结果显示,<60岁组患者SBP偏倚均值绝对值略高于≥60岁组。这可能与不同年龄段人群的生理机能差异有关,提示我们在血压管理上可能需要考虑性别和年龄因素的影响^[23]。进一步分析发现IBP与NIBP测量的SBP以及IBP与NIBP测量的DBP在两个年龄组中均存在相关性,相关系数均≥0.73,差异有统计学意义($P<0.001$)。这一发现对于临床实践具有重要意义,因为它证实了在特定条件下,NIBP测量可以作为IBP测量的有效替代方法^[24]。然而,研究同样揭示了NIBP在实际应用中存在一定的局限性,其测量效率相对较低,特别是在≥60岁的老年患者群体中。为了提高NIBP测量效率和准确性,本研究建议采取一系列针对NIBP测量的改进措施:(1)对医护人员进行专业培训,确保他们对血压测量的理论知识和操作技能有充分的掌握,并通过严格的考核,以确保只有具备相应资质的医护人员才能执行血压测量任务^[25]。(2)建议在临床实践中遵循标准化的血压记录方法,这不仅包括测量前的准备工作,还包括确保患者处于安静状态、选择合适的袖带周径尺寸、测量过程中的操作规范及测量后的数据记录和分析。

由于采用的是回顾性研究方法,因此容易受到偏倚和混杂因素的影响。此外,研究数据全部来源于单一中心,这可能引入了选择性偏差,限制了研究结果的普遍适用性。为了克服这些局限,未来的研究可考虑采用前瞻性试验设计,并在多个中心、多个部位进行大规模的研究,以进一步验证和细化 IBP 和 NIBP 血压监测在不同患者群体中的适用性和准确性,从而为临床实践提供更为科学和全面的指导。

综上所述,在冠状动脉术中 IBP 与 NIBP 测量的血压值呈正相关,且具有良好的 consistency。亚组分析中不同性别 IBP 与 NIBP 测量的血压一致性较好。对于冠状动脉术中血流动力学稳定的年轻患者,NIBP 监测可以作为一种有效的监测手段,为医生提供及时、准确的血压信息,从而辅助临床决策。然而,对于那些血流动力学不稳定且年龄较大(≥ 60 周岁)的患者,IBP 监测则更为可靠,能够更准确实时地反映其血压变化,为医生提供更为可靠的治疗依据。

参考文献

[1] ARAGHI A,BANDER J J,GUZMAN J A. Arterial blood pressure monitoring in overweight critically ill patients: invasive or noninvasive? [J]. Crit Care,2006,10(2):R64.

[2] KEVILLE M P,GELMANN D,HOLLIS G,et al. Arterial or cuff pressure: clinical predictors among patients in shock in a critical care resuscitation unit. [J] Am J Emerg Med,2021,46: 109-115.

[3] URTEAGA J,ELOLA A,ARAMENDI E,et al. Invasive arterial blood pressure delineator for cardiopulmonary resuscitation patients during pauses of chest compressions[J]. Biomed Signal Process Control,2024,2024:94106349.

[4] JAMIE P,DOMINIQUE G,EMILY E,et al. Invasive arterial blood pressure monitoring may aid in the medical management of hypertensive patients with acute aortic disease[J]. Am J Emerg Med,2022,59:85-93.

[5] PER B O,BJARNE H M,TORE S,et al. Mechanical active compression-decompression versus standard mechanical cardiopulmonary resuscitation:a randomised haemodynamic out-of-hospital cardiac arrest study[J]. Resuscitation, 2021,170:1-10.

[6] ALEXANDER S,MARCUS D,CORNELIA P,

et al. Invasively measured and estimated central blood pressure using the oscillometric algorithm antares in patients with and without obesity[J]. PLoS One,2023,18(12):e0294075.

[7] 安欣臻,冯雪辛,徐娜,等. WristAP 连续无创血压监测在颈动脉内膜剥脱术中的应用[J]. 北京医学,2019,41(8):740-742.

[8] BOTHE T L,MARTIN H,BORIS B,et al. Accuracy of cuff-less,continuous,and non-invasive blood pressure measurement in 24-h ABPM in children aged 5-17[J]. Blood Press,2023,32(1):2255704.

[9] PILZ N,PATZAK A,BOTHE T L. Continuous cuffless and non-invasive measurement of arterial blood pressure: concepts and future perspectives[J]. Blood Press,2022,31(1):254-269.

[10] MELHUSH M T,WHITE D L. Optimal wrist positioning for radial arterial cannulation in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. Am J Emerg Med,2016,34(12):2372-2378.

[11] MELHUSH T M,WHITE L D. Comparison of a pressure-sensing sheath and radial arterial line for intraoperative blood pressure monitoring in neurointerventional procedures[J]. Am J Emerg Med,2018,10(8):2372-2378.

[12] RILEY L E,CHEN G J,LATHAM H E. Comparison of noninvasive blood pressure monitoring with invasive arterial pressure monitoring in medical ICU patients with septic shock[J]. Blood Press Monit,2017,22(4):202-207.

[13] ENGELBRECHT-WIGGANS E,PALMER J,HOLLIS G,et al. Most patients with non-hypertensive diseases at a critical care resuscitation unit require arterial pressure monitoring:a prospective observational study [J]. World J Emerg Med,2023,14(3):173-178.

[14] REBESCO M R,PINKSTON M C,SMYRNIOS N A,et al. A comparison of non-invasive blood pressure measurement strategies with intra-arterial measurement[J]. Prehosp Disaster Med,2020,35(5):516-523.

[15] SHAH S,KAUL A,KHANDARE J,et al. Comparison of invasive arterial blood pressure monitoring vs. non-invasive blood pressure

monitoring in preterm infants < 37 weeks in the neonatal intensive care unit; a prospective observational study[J]. *J Trop Pediatr*, 2021, 67(6):fmab109.

[16] JERNEJA S, JURIJ Ž, ATTILIO R, et al. Evaluation of agreement between invasive and non-invasive blood pressure measurement using the PetMAP™ device in rabbits[J]. *Front Vet Sci*, 2023, 2023, 101141480.

[17] HANSEN J, POHLMANN M, BECKMANN J H, et al. Comparison of oscillometric, non-invasive and invasive arterial pressure monitoring in patients undergoing laparoscopic bariatric surgery—a secondary analysis of a prospective observational study[J]. *BMC Anesthesiology*, 2022, 22(1):83.

[18] GIBSON E L, HENRIQUES S T, COSTA D M, et al. Comparison of invasive and noninvasive blood pressure measurements for assessing signal complexity and surgical risk in cardiac surgical patients[J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(6):1653-1660.

[19] SONDRE H, GADE K B, ALEXEY S, et al. Accuracy of non-invasive cuffless blood pressure in the intensive care unit: promises and challenges[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10:1154041.

[20] 王贵增,程自平,戚金威,等. 足部血压校零位置测定在冠心病介入手术中的应用研究[J]. *安徽医专学报*, 2023, 22(5):129-131, 134.

[21] KONSTANTINOS M, NIKOLAOS P, ELENI G, et al. Feasibility of non-invasive measurement of central blood pressure and arterial stiffness in shock[J]. *Eur J Clin Invest*, 2021, 51(9):e13587.

[22] BUTTERFIELD E D, PRICE J, BONSAÑO M, et al. Prehospital invasive arterial blood pressure monitoring in critically ill patients attended by a UK helicopter emergency medical service: a retrospective observational review of practice[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2024, 32(1):20.

[23] BING L, QIAO L, PENG Q. Comparison between invasive and non-invasive blood pressure in young, middle and old age[J]. *Blood Press*, 2016, 25(3):155-161.

[24] IZER J, WILSON R. Comparison of invasive and non-invasive blood pressure measurements in anesthetized female Dorset cross-bred lambs (*Ovis aries*)[J]. *Res Vet Sci*, 2020, 132:257-261.

[25] TOBIAS S, ODILE S, LECH J P, et al. Non invasive assessment of central venous pressure in heart failure: a systematic prospective comparison of echocardiography and Swan Ganz catheter[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2020, 36(10):1821-1829.

(收稿日期:2024-09-07 修回日期:2025-01-18)
(编辑:姚 雪)

(上接第 1211 页)

D Y, et al. Small peptide derived from SFRP5 suppresses melanogenesis by inhibiting Wnt activity[J]. *Curr Issues Mol Biol*, 2024, 46(6):5420-5435.

[29] LIU W, JI Y, CHU H, et al. SFRP5 mediates downregulation of the wnt5a/caveolin-1/JNK signaling pathway[J]. *J Endocrinol*, 2020, 247(3):263-272.

[30] YUAN Y, ZHU H, HUANG S, et al. SFRP5 partially inhibits the proliferation and migration of airway smooth muscle cells in children with asthma by regulating the Wnt/ β -catenin signaling pathway[J]. *Discov Med*, 2024, 36(181):323-331.

[31] 刘云云,吴蔚,方蕾,等. 分泌型卷曲相关蛋白 5 与慢阻肺急性加重期的相关性研究[J]. *基层医学论坛*, 2023, 27(31):4-6.

[32] 曹欢,袁家楠,赵梦宇,等. 血清分泌型卷曲相关蛋白 5 水平与糖尿病肾脏病患者的相关因素分析[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(10):978-983.

[33] 宋云熙,王东霞,王英,等. 血清 S1P、SFRP1、TIM4、SFRP5 与成人支气管哮喘急性发作期患者肺功能,气道炎症和治疗后再次急性复发的关系[J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(8):1519-1523.

(收稿日期:2024-08-20 修回日期:2025-01-19)
(编辑:袁皓伟)