

老年高血压患者合并衰弱时的血压特征

惠嫣然¹, 黄丽君², 郑新璐¹, 余林波³, 肖华丽⁴, 宁晓梅⁵, 周鹏⁶, 逯金金⁷

1. 北京中医药大学第二临床医学院, 北京 100029; 2. 四川省骨科医院内科; 3. 遵义市中医院心病科;
4. 浙江大学医学院附属邵逸夫医院新疆兵团阿拉尔医院心内科; 5. 天津中医药大学研究生院;
6. 北京中医药大学东方医院科研处; 7. 北京中医药大学东方医院心内科

衰弱是指老年人生理储备功能下降, 导致机体易损性增加及抗应激能力减退的非特异性状态, 会使个体在受到应激原刺激时依赖性和/或死亡风险增加^[1]。高血压是老年人最常见疾病之一^[2], 是晕厥、跌倒、心血管事件的重要危险因素^[3-4], 合并衰弱时患者死亡率更高^[5], 死亡风险可增加一倍^[6]。同时, 衰弱的发生会削弱或抵消将血压控制在目标范围内所带来的获益^[7]。研究显示, 老年高血压患者出现衰弱时血压存在一定的特异性改变, 而纠正这种特异性改变衰弱状态也会得到改善^[8]。因此, 或许可利用血压改变特征早期识别衰弱, 或针对衰弱患者血压变化特征调整降压方案, 延缓甚至改善老年高血压患者衰弱状态的发生发展, 改善预后。本文将对老年高血压患者衰弱与血压的关系进行论述, 为临床提供参考。

1 血压数值变化

1.1 收缩压 收缩压水平与心血管预后及死亡相关^[9-11], 收缩压水平与衰弱同样有相关性^[12]。研究显示, 老年高血压合并衰弱患者收缩压可升高 10~20 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)^[13-14], 但也有研究显示, 在老年高血压患者中, 衰弱与非衰弱患者诊室血压没有差异^[15-18]。一项探究 60 岁以上人群血压与年龄和衰弱关系的研究发现, 对于衰弱的高血压患者来说, 收缩压与衰弱指数呈 U 形关系, 收缩压会随着衰弱程度的增加而下降, 直至衰弱指数达到 0.55 后, 收缩压急剧上升^[19]。目前针对老年高血压合并衰弱患者收缩压的研究相对较少, 许多研究样本量较小且缺少长期随访及亚组分析, 尚缺乏大规模的临床研究。

目前, 国内外高血压指南均强调动态血压监测在高血压诊疗中的重要性^[20-21]。动态血压可更准确地反映全天的血压水平和变化, 从而预测心脑血管事件并帮助调整降压方案。关于老年高血压合并衰弱患者的

动态血压变化, 现有的研究结论并不一致。一些研究未发现老年高血压合并衰弱患者 24 h、昼间及夜间平均血压水平的改变^[17,22-23]。也有研究发现衰弱与老年高血压患者清晨收缩压下降相关^[22]。Zhu 等^[24]的研究表明, 老年高血压患者的各时间段收缩压水平随着衰弱程度增加而升高, 各时间段舒张压水平则正相反。但 Liu 等^[25]发现了同样的舒张压变化而收缩压没有差异。有研究发现, 老年高血压合并衰弱患者血压的昼夜节律有消失的趋势^[26-27], 表现为白天收缩压降低和夜间收缩压升高。但目前的研究样本量较小, 结论需要大样本的临床研究加以证实。

1.2 舒张压 舒张压是心脏舒张、动脉血管弹性回缩时产生的压力^[28]。相较于收缩压, 舒张压偶尔会被轻视, 但有研究证实低舒张压可导致衰弱状态的加重^[29], 并影响全因死亡率^[25]和主要不良心血管事件^[30-31]的发生。研究显示, 对于老年高血压患者, 衰弱的发生会使舒张压升高^[13-14], 原因可能在于老年高血压患者出现衰弱时动脉僵硬程度增加^[32]。但 Zhu 等^[24]的研究表明, 老年高血压患者动态血压监测各时间段舒张压水平随着衰弱程度增加而降低, 与 Liu 等^[25]的研究结果一致。目前针对舒张压的研究相对较少, 后续应进一步深入研究。

1.3 脉压 脉压是指收缩压和舒张压之间的差值, 与动脉弹性有关。动脉弹性下降是老年患者血管的常见病理变化, 可使脉压增大^[28]。衰弱可使老年高血压患者脉压进一步增大^[25-26]。Mogi^[33]发现, 脉压与握力呈负相关, 而握力是衰弱的重要评估标准之一。脉压与衰弱指数呈正相关^[34], 即脉压可随着衰弱指数的升高而升高。日本一项研究在 18 个与衰弱独立相关的参数中筛选出了步行速度和脉压两个指标, 并将脉压的分界点确立在 60 mmHg, 认为脉压 ≥ 60 mmHg 可作为衰弱的预测标准之一^[35]。而基线脉压水平与远期衰弱的发生无关^[36]。因此, 脉压有望作为衰弱的评估标准, 但还需临床研究证实其可靠性。

1.4 平均动脉压 平均动脉压是指一个心动周期中动脉血压的平均值, 正常成年人的平均动脉压为 70~

doi: 10.16439/j.issn.1673-7245.2024-0347

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81874385)

通信作者: 周鹏, E-mail: dfzhk@126.com;

逯金金, E-mail: lu2008jinjin@126.com

105 mmHg。平均动脉压能够反映心脏的功能以及外周大动脉的阻力情况。在中国高龄老人中,平均动脉压与死亡风险呈U形关系^[10],且在死亡前15年呈持续下降趋势^[37]。一项横断面调查显示,老年高血压合并衰弱患者平均动脉压低于衰弱前或非衰弱患者^[25]。同时,平均动脉压降低也会增加衰弱的概率,平均动脉压每降低1 mmHg,衰弱的可能性增加1.4%^[38]。但目前研究较少,后续需要更多临床研究加以证实。

2 血压变异性(blood pressure variability, BPV)

BPV能反映血压的波动情况,目前已经提出了几种变异性指标,其中标准差和变异系数是最常用的方法^[39]。BPV有短期BPV和长期BPV,短期BPV多通过24 h动态血压监测获得,能够反映昼夜血压变化的自主调节。长期BPV多来自门诊规律随访,能反映患者的动脉僵硬程度等^[40]。Woo等^[41]对1 156名平均年龄76岁的受访者进行连续12个月的血压测量,每周3次,并计算BPV,结果表明,衰弱患者表现出高BPV,而亚组分析显示该结论仅存在于女性中。一项中老年患者BPV研究显示,衰弱患者收缩压和舒张压的变异系数均明显升高^[42]。

动态血压监测可评估24 h内的BPV,但衰弱对老年高血压患者BPV影响的结论不一。有研究显示,不同衰弱程度的患者平均血压变异系数没有差异^[43]。叶明等^[44]则发现,衰弱表型与BPV存在类似的倒U形关系,衰弱前期患者BPV明显高于非衰弱及衰弱患者。一些研究发现,BPV与衰弱程度呈正相关,即随着衰弱程度的增加BPV增大,虽然各项研究强调的BPV指标不同,但均强调了BPV与衰弱的关系^[24,27,43]。一项纳入242例高血压患者的研究通过血压平均实际变异性、变异系数、标准差和加权标准差评估BPV的总体幅度,结果表明,衰弱患者BPV显著大于衰弱前和非衰弱患者,其中收缩压的变异性较大,特别是平均实际变异性、变异系数,校正协变量后发现24 h、夜间、白天收缩压的平均实际变异性、变异系数与衰弱独立相关^[45]。综上,收缩压的变异性较可能成为衰弱的独立危险因素,但仍需样本量更大的纵向研究来探讨二者之间的因果关系。

3 血压信息熵(blood pressure signal entropy)

熵是用于衡量系统有序化程度的一个度量,样本熵(SampEn)是一个衡量时间序列数据复杂性和规律性的统计方法,适用于心血管相关信息时间序列的研究。通过一段时间内所获得的多个血压构成的时间序列,可获得血压信息熵,用于衡量血压变化的有序化程度。因此,血压信息熵可衡量血压变化的复杂性和变

异性。熵值越小,血压变化复杂性越低;熵值越大,血压变化复杂性越高。可在MARLAB^[46]中使用免费代码对收缩压和舒张压数据进行熵分析。用于样本熵(SampEn)的算法较为复杂,具体公式如下^[47]:

$$B^m(r) = \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} B_i^m(r)$$

$$A^m(r) = \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} A_i^m(r)$$

$$\text{SampEn}(m, r, N) = -\ln\left(\frac{A^m(r)}{B^m(r)}\right)$$

对于一段由N个数据构成的时间序列 $\{X(1), X(2), \dots, X(N)\}$,模式维数为m,代表构建时间序列的窗口长度,r为相似容限, $B_i^m(r)$ 表示长度为m的模板向量的数量,代表 $X_m(i)$ 与 $X_m(j)$ 中距离 $\leq r$ (相似容限)的j的数目, $A_i^m(r)$ 表示长度为m+1的模板向量的数量, $B_m(r)$ 和 $A_m(r)$ 是两个序列在r匹配m以及m+1个点的概率,SampEn(m,r,N)则代表m个点的r(相似容限)内的两个序列在下一个点保持彼此相距r范围内的条件概率。

Silvin等^[48]分析了收缩压与舒张压的熵与衰弱的相关性,结果显示舒张压信息熵与衰弱独立相关,而收缩压信息熵未表现出与衰弱的相关性。而Knight等^[49]观察到舒张压信息熵和收缩压信息熵均与衰弱相关,或可将血压信息熵作为衰弱的新标志物。但同时也需要更多、样本量更大的研究以证实血压信号熵与衰弱的相关性并评估其临床价值与可操作性。

心动周期间血压(beat-to-beat blood pressure)可通过有创或无创的方法对逐搏的血压进行检测^[50-52],包括动脉内牛津法和Penaz法等,利用侵入性设备或红外线连续逐搏血压监测设备进行监测。心动周期间血压能跟踪血压的快速变化^[53],对血压的短暂变化做出正确分析^[54]。Jiang等^[55]利用心动周期间血压获得的结果计算血压信息熵,以衡量血压复杂性(blood pressure complexit),并采用中介分析(mediation analyses)探讨血压复杂性在动脉僵硬和衰弱之间的介导作用(动脉僵硬增加是老年人非常常见的血管改变,与衰弱密切相关^[32]),研究发现,衰弱组与非衰弱组心动周期间血压平均值无明显差异,而收缩压与舒张压信息熵随着衰弱程度的增加而降低,强调了血压复杂性在动脉僵硬和衰弱之间的介导作用,可作为老年人衰弱的观察指标。但目前相关研究较少,且心动周期间血压获得较为不便,临床较难推进。

4 血压控制情况

一项队列研究纳入8 884例高血压患者,以血压控制情况作为暴露因素,研究将血压控制不良定义为6~12月内诊室平均收缩压 ≥ 140 mmHg和/或舒张

压 ≥ 90 mmHg,探究血压控制情况与衰弱的关系。结果显示,血压控制不良与衰弱呈正相关,但这种关系在60岁以下受访者较为明显,当年龄 ≥ 75 岁时变得不显著。同时血压的控制可以显著降低衰弱的风险^[8]。根据上述研究结论,对于低龄老年高血压患者,积极控制血压,可以降低衰弱的发生风险。但该研究对于血压控制情况未进行亚组研究,仅根据血压控制情况界定标准进行分类,未能提供更加明确的血压控制目标,后续可能需要更多研究加以证实与补充。

血压目标范围内时间(blood pressure time in target range, BP-TTR)是指在一定随访期内,血压水平在目标范围内的时间,一定程度上反映了血压的控制情况,与心血管预后相关^[56]。Zhu等^[57]基于收缩压干预试验结果,纳入4208例患者,分为衰弱组和非衰弱组,以心肌梗死、急性冠脉综合征、脑卒中等不良心血管事件作为主要终点,分析BP-TTR与预后的关系,发现低收缩压达标时间和低舒张压达标时间与不良心血管事件相关,同时与高舒张压达标时间相比,低舒张压达标时间表现出更高的衰弱指数,而在低舒张压达标时间患者中收缩压达标时间对主要结局的影响变得不明

显,该结论在一定程度上体现了舒张压管理的重要性。以上证实了BP-TTR对不良心血管事件危险分层的价值,因此在高血压患者合并衰弱的人群中,调整降压治疗方案应关注BP-TTR,尽量延长BP-TTR,以降低不良心血管事件的发生风险,降低死亡率。综上,临床应提高对老年高血压合并衰弱患者BP-TTR的重视。

5 总结

综上,老年高血压患者出现衰弱时血压存在一定的特异性改变,见表1。当老年高血压患者合并衰弱时降压治疗的获益可能消失,甚至带来更高的死亡率和更差的预后^[7]。因此,对于老年高血压患者来说,收缩压的控制水平可能需要更加宽松,而舒张压应得到更多关注,避免过低或过高。同时应更加关注血压达标时间,恢复血压的正常节律和变异性。脉压、BPV、平均动脉压、血压信息熵等有望作为衰弱的生物标志物,帮助识别、管理老年高血压患者,改善预后。但目前相关临床研究仍存在一定空白,后续需要更多研究加以完善补充。

表1 老年高血压患者合并衰弱时的血压特征

血压指标	变化	具体变化情况	不足之处
血压			
收缩压	升高	与非衰弱组相比,可升高10~20 mmHg ^[13]	样本量较小; 研究结果不一致
	无变化	衰弱与非衰弱患者诊室血压没有差异 ^[15-18]	
	U形关系	对于年龄 ≥ 60 岁高血压合并衰弱患者,收缩压可随衰弱程度增加而下降,直至衰弱指数达到0.55后,收缩压急剧上升 ^[19]	
舒张压	升高	老年高血压患者,衰弱的发生会使舒张压升高 ^[13-14]	
脉压	升高	衰弱可使老年高血压患者脉压进一步增大 ^[25-26,33]	
平均动脉压	降低	衰弱患者平均动脉压低于衰弱前或非衰弱患者 ^[25]	
动态血压			
清晨收缩压	下降	清晨收缩压下降 ^[23]	
平均收缩压	升高或无变化	各时间段收缩压水平随着衰弱程度增加而升高或无变化 ^[24-25]	
平均舒张压	降低	各时间段舒张压水平随着衰弱程度增加而降低 ^[24]	
昼夜节律	消失	表现为日间收缩压的降低和夜间收缩压的升高 ^[26-27]	
血压变异性	升高	衰弱患者血压变异性大于衰弱前和非衰弱患者,包括24h、夜间、日间收缩压变异系数、平均真实变异性 and 访视间血压变异性 ^[45]	
血压信息熵	升高	收缩压与舒张压复杂性随着衰弱程度的增加而降低 ^[51]	
血压控制情况	控制不良	衰弱呈现出血压控制不良的特点,该特点75岁后不显著 ^[8]	
血压目标范围内时间	降低	衰弱患者呈现收缩压和舒张压目标范围内时间降低 ^[53]	

参考文献

[1] 中华医学会老年医学分会. 老年患者衰弱评估与干预中国专家共识[J]. 中华老年医学杂志, 2017, 36(3): 251-256.
 [2] 中国老年医学学会高血压分会, 北京高血压防治协会, 国家老年疾病临床医学研究中心(中国人民解放军总医院), 等. 中国老年高血压管理指南 2023[J]. 中华高血压杂志, 2023, 31(6): 508-538.

[3] Jang A. Postprandial hypotension as a risk factor for the development of new cardiovascular disease: a prospective cohort study with 36 month follow-up in community-dwelling elderly people[J]. J Clin Med, 2020, 9(2): 345.
 [4] Jenkins D, Sahye-Pudaruth S, Khodabandehlou K, et al. Systematic review and meta-analysis examining the relationship between

- postprandial hypotension, cardiovascular events, and all cause mortality[J]. *Am J Clin Nutr*, 2022, 116(3): 663-671.
- [5] Ma L, Zhang L, Sun F, et al. Frailty in Chinese older adults with hypertension: prevalence, associated factors, and prediction for long-term mortality[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2018, 20(11): 1595-1602.
- [6] Inoue T, Matsuoka M, Shinjo T, et al. Blood pressure, frailty status, and all-cause mortality in elderly hypertensives. The Nambu cohort study[J]. *Hypertens Res*, 2022, 45(1): 146-154.
- [7] Todd OM, Wilkinson C, Hale M, et al. Is the association between blood pressure and mortality in older adults different with frailty? A systematic review and meta-analysis[J]. *Age Ageing*, 2019, 48(5): 627-635.
- [8] Shen F, Chen J, Yang R, et al. Association between control status of blood pressure and frailty among middle-aged and older adults with hypertension in China: a longitudinal study[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(3): e056395.
- [9] Gao H, Wang K, Ahmadizar F, et al. Changes in late-life systolic blood pressure and all-cause mortality among oldest-old people in China: the Chinese longitudinal healthy longevity survey[J]. *BMC Geriatrics*, 2021, 21(1): 562.
- [10] Lv YB, Gao X, Yin ZX, et al. Revisiting the association of blood pressure with mortality in oldest old people in China: community based, longitudinal prospective study[J]. *BMJ*, 2018, 361: k2158.
- [11] Okumiya K, Matsubayashi K, Wada T, et al. A U-shaped association between home systolic blood pressure and four-year mortality in community-dwelling older men[J]. *J Am Geriatr Soc*, 1999, 47(12): 1415-1421.
- [12] Basile G, Catalano A, Mandraffino G, et al. Relationship between blood pressure and frailty in older hypertensive outpatients[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2017, 29(5): 1049-1053.
- [13] 王小婕, 虎青梅, 张燕, 等. 老年高血压患者发生衰弱的相关因素分析[J]. *宁夏医学杂志*, 2021, 43(12): 1117-1119.
- [14] 谢军. 老年高血压患者合并衰弱的影响因素及其预后研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2020.
- [15] Blauth FG, Vilar L, Pontes V, et al. The effect of frailty on the 24-hour blood pressure pattern in the very elderly[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2022, 24(1): 67-73.
- [16] Bastos-Barbosa RG, Ferrioli E, Coelho EB, et al. Association of frailty syndrome in the elderly with higher blood pressure and other cardiovascular risk factors[J]. *Am J Hypertens*, 2012, 25(11): 1156-1161.
- [17] Rivasi G, Ceolin L, Turrin G, et al. Prevalence and correlates of frailty in older hypertensive outpatients according to different tools: the HYPER-FRAIL pilot study[J]. *J Hypertens*, 2024, 42(1): 86-94.
- [18] 陈丽丽, 闻立伟. 老年高血压病人衰弱的危险因素及其与不良预后的关系[J]. *蚌埠医学院学报*, 2020, 45(10): 1403-1406.
- [19] Rockwood MR, Howlett SE. Blood pressure in relation to age and frailty[J]. *Can Geriatr J*, 2011, 14(1): 2-7.
- [20] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中国医疗保健国际交流促进会高血压病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2024年修订版)[J]. *中华高血压杂志(中英文)*, 2024, 32(7): 603-700.
- [21] Giuseppa M, Reinholdb K, Mattiasc B, et al. 2023 ESH guidelines for the management of arterial hypertension the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension: endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA)[J]. *J Hypertens*, 2023, 41(12): 1874-2071.
- [22] 吴泽兵. 衰弱对老年高血压患者血压波动和病毒感染的影响[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2017.
- [23] 吴泽兵, 张颖, 余其贵, 等. 衰弱与老年高血压患者清晨血压的相关性研究[C]//2017年安徽省医学会老年医学分会、安徽省医师协会老年医学医师分会学术年会论文集. 2017: 67-71.
- [24] Zhu Y, Chen X, Geng S, et al. Association between ambulatory blood pressure variability and frailty among older hypertensive patients[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2020, 22(9): 1703-1712.
- [25] Liu P, Zhang Y, Li Y, et al. Association of frailty with quality of life in older hypertensive adults: a cross-sectional study[J]. *Qual Life Res*, 2021, 30(8): 2245-2253.
- [26] 王涵. 老年高血压患者衰弱与动态血压及中医证型相关性的临床研究[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2020.
- [27] 王艺璇, 颜婉华, 宋琼. 衰弱高血压患者动态血压变化的研究[J]. *中国老年保健医学*, 2020, 18(5): 36-40.
- [28] 阳永扬. 西洋参对低舒张压的老年高血压血清相关炎症反应因子的影响[J]. *世界中医药*, 2015(10): 1503-1505, 1508.
- [29] Yuan Y, Lin S, Huang X, et al. The identification and prediction of frailty based on Bayesian network analysis in a community-dwelling older population[J]. *BMC Geriatrics*, 2022, 22(1): 847.
- [30] Odden MC, Peralta CA, Haan MN, et al. Rethinking the association of high blood pressure with mortality in elderly adults[J]. *Arc Inter Med*, 2012, 172(15): 1162-1168.
- [31] 曾丽娜. 衰弱老年人血压与不良事件间关系的系统评价和 Meta 分析[D]. 福州: 福建医科大学, 2019.
- [32] Orkaby AR, Lunetta KL, Sun FJ, et al. Cross-sectional association of frailty and arterial stiffness in community-dwelling older adults: the Framingham heart study[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2019, 74(3): 373-379.
- [33] Mogi M. Pulse pressure tells the story of sarcopenia[J]. *Hypertens Res*, 2024, 47(9): 2583-2585.
- [34] Sanders NA, Supiano MA, Lewis EF, et al. The frailty syndrome and outcomes in the TOPCAT trial[J]. *Eur J Heart Fail*, 2018, 20(11): 1570-1577.
- [35] Doba N, Tokuda Y, Goldstein NE, et al. A pilot trial to predict frailty syndrome: the Japanese health research volunteer study[J]. *Exp Gerontol*, 2012, 47(8): 638-643.
- [36] 吴冰, 胡亦新, 闫瑾, 等. 社区老年高血压患者基线血压水平对远期衰弱发生的影响[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2023, 22(6): 401-406.
- [37] Liu H, Wang Y, Zhang B, et al. Associations between long-term blood pressure trajectory and all-cause and CVD mortality among old people in China[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10: 1157327.
- [38] Fattori A, Santimaria MR, Alves RM, et al. Influence of blood pressure profile on frailty phenotype in community-dwelling elders in Brazil - FIBRA study[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2013, 56(2): 343-349.
- [39] Sheikh AB, Sobotka PA, Garg I, et al. Blood pressure variability in clinical practice: past, present and the future[J]. *J Am Heart Assoc*, 2023, 12(9): e029297.
- [40] Zhang Y, Bie L, Li M, et al. Visit-to-visit blood pressure variability is associated with arterial stiffness in Chinese adults: a prospective analysis[J]. *J Clin Hypertens(Greenwich)*, 2021, 23(4): 802-812.
- [41] Woo J, Yu R, Tsoi K, et al. Variability in repeated blood pressure measurements as a marker of frailty[J]. *J Nutr Health Aging*, 2018, 22(9): 1122-1127.
- [42] Choi JY, Chun S, Kim H, et al. Analysis of blood pressure and blood

pressure variability pattern among older patients in long-term care hospitals: an observational study analysing the Health-RESPECT (integrated care systems for elderly patients using ICT) dataset[J]. *Age Ageing*, 2022, 51(3): afac018.

[43] 费美美. 西宁地区老年人血压变异与衰弱的相关性研究[D]. 西宁: 青海大学, 2022.

[44] 叶明, 李书国. 衰弱表型与老年患者血压的关系研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2017, 25(4): 36-38.

[45] Gu Y, Wan Y, Ren JH, et al. Analysis of systolic and diastolic blood pressure variability in frail, pre-frail, and non-frail elderly patients: the relationship between frailty syndrome and blood pressure variability in the elderly[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(8): e32874.

[46] Pincus SM, Gladstone IM, Ehrenkranz RA. A regularity statistic for medical data analysis[J]. *J Clin Monit*, 1991, 7(4): 335-345.

[47] Richman JS, Moorman JR. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2000, 278(6): H2039-2049.

[48] Silvin PK, Eoin D, Roman RO. Blood pressure signal entropy as a novel marker of physical frailty: results from the FRAIL matics clinical cohort[J]. *J Clin Med*, 2022, 12(1): 53.

[49] Knight SP, Newman L, O' Connor JD, et al. Associations between neuro cardiovascular signal entropy and physical frailty[J]. *Entropy*, 2020, 23(1): 4.

[50] Penáz J. Current photoelectric recording of blood flow through the finger[J]. *Cesk Fysiol*, 1975, 24(4): 349-352.

[51] Smith NT, Wesseling KH, de Wit B. Evaluation of two prototype devices producing noninvasive, pulsatile, calibrated blood pressure measurement from a finger[J]. *J Clin Monit*, 1985, 1(1): 17-29.

[52] Lakhil K, Martin M, Faiz S, et al. The CNAP™ finger cuff for noninvasive beat-to-beat monitoring of arterial blood pressure: an evaluation in intensive care unit patients and a comparison with 2 intermittent devices[J]. *Anesth Analg*, 2016, 123(5): 1126-1135.

[53] Parati G, Casadei R, Gropelli A, et al. Comparison of finger and intra-arterial blood pressure monitoring at rest and during laboratory testing[J]. *Hypertension*, 1989, 13(6 Pt 1): 647-655.

[54] Parati G, Ochoa JE, Lombardi C, et al. Assessment and interpretation of blood pressure variability in a clinical setting[J]. *Blood Press*, 2013, 22(6): 345-354.

[55] Jiang X, Cai Y, Wu X, et al. The multiscale dynamics of beat-to-beat blood pressure fluctuation mediated the relationship between frailty and arterial stiffness in older adults[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2022, 77(12): 2482-2488.

[56] 王艺璇. 中国高血压患者血压管理与达标时间对心血管预后影响的研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2023.

[57] Zhu JJ, Yang K, Liu WX. Systolic and diastolic blood pressure time in target range and cardiovascular outcomes in patients with hypertension and pre-frailty or frailty status[J]. *J Clin Hypertens*, 2024, 26(5): 514-524.

收稿日期: 2024-10-08 责任编辑: 张刘锋



• 预 告 •

“学术争鸣” 题目预告

- 何为运动性高血压、运动后低血压? 如何管理运动性高血压? [2025年8月1日]
- 何为精神压力相关高血压? 如何评估, 诊断及管理? [2025年9月1日]
- 如何选择适合进行去肾神经术的高血压人群? 去肾神经术能否带来心血管事件下降? [2025年10月1日]
- 高龄衰弱高血压患者, 起始降压阈值及控制目标值如何把握? [2025年11月1日]
- 如何有效预防青少年高血压? [2025年12月1日]
- 如何有效评估降压治疗依从性, 如何干预以改善依从性? [2026年1月1日]
- 是否到了探讨降压药减用时机和方法的时候? [2026年2月1日]
- 老年高血压伴认知障碍如何选择降压药? [2026年3月1日]
- 如何管理家庭聚集性高血压危险因素? [2026年4月1日]

注: 方括号内时间为截稿日期。参与本栏目讨论的稿件请发送到我刊邮箱(zhgxzyzz@vip.126.com)。