

血压目标范围内时间在临床应用中的研究进展

帅文亮¹, 张航诚¹, 林子昕¹, 王再佳¹, 吴昊¹, 吴晨光¹, 董一飞^{1,2}

1. 南昌大学第二附属医院心血管内科, 江西 南昌 330006; 2. 分子医学江西省重点实验室, 南昌大学第二附属医院

高血压作为全球范围内主要慢性病之一, 长期以来一直是卫生领域关注的焦点, 因此, 监测血压尤为重要。在基于国际维拉帕米 SR/群多普利研究的事后分析^[1]中发现, 持续的血压控制在改善患者预后方面具有额外的优势, 治疗期间血压控制的一致性加强了降压治疗的保护作用, 随着血压控制比例的增加, 心血管风险也会随之急剧下降。因此, 建议医生对血压进行更加密集的监测, 而不仅仅是单次测量血压。血压目标范围内时间(time in target range, TTR)是反映高血压患者血压控制的良好指标, TTR 受多种因素影响, 包括个体生活方式、药物依从性、基础疾病情况等。在当前以个性化医疗为核心的发展背景下, 准确评估血压 TTR, 探讨其影响因素及调控策略对于优化高血压患者管理至关重要。本文旨在通过综合分析现有研究, 系统阐述血压 TTR 的相关理论和实践, 为高血压管理提供学术参考。

1 TTR 的概念

既往的非侵入性持续血压监测指标包括平均血压和血压变异性(blood pressure variability, BPV)等。然而, 这两种指标都有其明显的局限性, 平均血压无法将血压随时间波动的影响考虑在内, 而 BPV 仅能反映血压随时间的波动, 无法确定特定范围内的血压稳定性。例如, BPV 值低的患者其大部分血压测量值可能超出正常范围。2017年, Doumas 等^[2]提出了一种新的血压控制指标, 即 TTR, 并证实其与死亡率呈负相关。TTR 表示一定时间内血压达到目标范围的时间比例, 综合考虑了血压波动及血压达标时间, 是评估患者血压管理有效性的一个关键指标, 其反映了治疗措施对患者血压控制的实际效果, 《中国高血压防治指南(2024年修订版)》^[3]及 2023 年欧洲高血压指南^[4]也强调了 TTR 对血压控制的重要性。

2 TTR 的计算方法

目前研究及临床上常用的 TTR 计算方法有两种, 分别是 Rosendaal 线性插值法^[5]和百分比法。Rosendaal 线性插值法即将两次随访血压值之间的血压按线性拟合处理(图 1), 适用于测量间隔长、实际血压测量值少的情况, 也是目前大部分研究采用的主流方法^[6-7]。百分比法则是将血压处于目标范围内的次数除以总测量次数计算得出: $TTR(\%) = \text{血压在目标范围内的次数} / \text{血压测量总次数} \times 100\%$, 一般适用于血压测量频繁、测量间隔短的情况^[7]。两种方法各有优缺点, Rosendaal 线性插值法考虑了血压达到目标范围内的实际天数, 并且可以计算 TTR 特定的不良事件发生率, 但是计算繁琐, 受目标范围外极值的影响, 且可能做出不真实的假设, 建议定期规律测量以尽可能减少计算偏差。而百分比法计算简便, 但是通常需要更为频繁的血压测量。此外, 研究表明, 与百分比法相比, Rosendaal 线性插值法获得的 TTR 较低^[6], 原因尚不清楚, 可能是超出范围的血压极端值会降低使用该方法获得的 TTR。在研究中可以根据患者或实际情况来选择合适的测量方法。

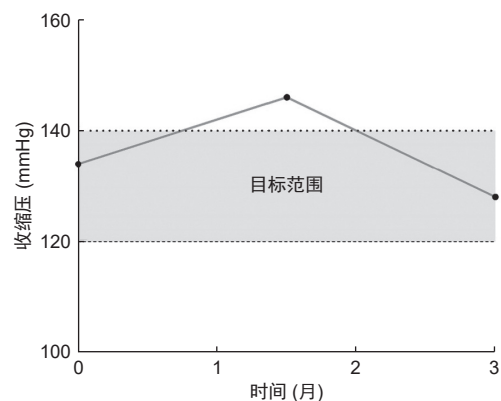


图 1 Rosendaal 线性插值法

3 TTR 的种类

鉴于收缩压对预后的影响和临床意义更大, TTR 通常采用收缩压计算。然而, 一项关于 TTR 在糖尿病患者预后价值的研究中同时评估了收缩压 TTR 和舒

doi: 10.16439/j.issn.1673-7245.2024-0397

基金项目: 国家自然科学基金(32260214); 江西省科技厅应用研究培育(临床医学领域)(20212BAG70030)

通信作者: 董一飞, E-mail: yf_dong66@126.com(帅文亮, 张航诚并列第一作者)

张压 TTR^[8], 结果发现在糖尿病患者中, 较高的舒张压和收缩压 TTR 与较低的主要不良心血管事件独立相关, 即使收缩压得到稳定控制, 保持舒张压在最佳目标范围内, 也能显著降低心肌梗死风险, 且收缩压 TTR 和舒张压 TTR 与预后之间的关系没有明显差异(交互作用 $P \geq 0.17$)。此外, Kakaletsis 等^[9]的研究也发现, 在既往无残疾的急性脑卒中患者中, 相较于收缩压 TTR, 舒张压 TTR 和平均动脉压 TTR 的改变与残疾或死亡的关联更加显著。

诊室血压计算 TTR 是目前应用较为广泛的方法, 而来自日本的研究发现, 家庭收缩压 TTR 与心脑血管事件发生率之间也存在关联, 家庭收缩压 TTR 每降低 10%, 总心血管事件风险就会增加 4%^[10]。这也突显了持续监测家庭血压和稳定降低家庭血压的必要性。除诊室血压和家庭血压外, 动态血压也可以被用于计算 TTR。更高的动态血压 TTR 与患者短期^[9]及长期^[11]不良预后均呈负相关。

4 TTR 的最佳界值

测量 TTR 的时间对其临床相关性有很大影响, 不同研究中的时间从极短期(24 h 动态血压监测)、短期(3~6 个月)到长期(数十年)不等。一项对收缩压干预试验(systolic blood pressure intervention trial, SPRINT)的事后分析^[12]显示, 在中程及长程 TTR 中, 3 个月的 TTR(初始 3 个月内每月测 1 次, 采用 Rosendaal 线性插值法计算得出)与主要不良心血管事件相关性最佳。这一结果强调了在降压治疗初期, 尤其是最初 3 个月内控制血压的重要性。而关于血压最佳目标范围, 该研究发现, 计算 TTR 时收缩压在 110~140 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 的范围可能对长期主要不良心血管事件发生率最有参考价值。此外, 该研究基于限制性立方样条图发现, 当 $TTR \leq 65\%$ 时, 随着 TTR 的增加, 其与长期主要不良心血管事件之间无明显关联, 而当 $TTR > 65\%$ 时, TTR 每增加 1 个标准差与主要不良心血管事件的减少独立相关。基于这些发现, 推断 $TTR > 65\%$ 可定义为“早期血压控制良好”。然而, 它在其他人群中的应用可能有限, 需进一步研究验证。

5 TTR 与患者预后的关联

TTR 作为一种评估血压控制效果的重要指标, 在过去的研究中主要聚焦于高血压患者。然而, 越来越多的证据表明, 即使未合并高血压, TTR 在其他特殊人群中的预后价值也至关重要。

5.1 TTR 与全因死亡率 血压是预测心血管风险和全因死亡的重要指标。Doumas 等^[2]对美国 15 个退伍军人管理部医疗中心的患者进行了为期 10 年的跟踪

调查, 将收缩压目标范围设置为 120~140 mmHg。结果显示, 收缩压 TTR 值越高, 高血压患者的死亡风险越低; 并且当收缩压 $TTR > 75\%$ 时, 能够给高血压患者带来更进一步的获益。

5.2 TTR 与主要不良心血管事件 Fatani 等^[13]对 SPRINT 研究的事后分析发现, 尽管对平均血压或 BPV 进行了调整, 但 TTR 仍与主要不良心血管事件明显相关。在平均血压达到或低于目标值的患者中, TTR 仍与主要不良心血管事件相关, TTR 提高了平均血压的增量价值, 但将平均血压与 TTR 相加并不能提供额外的预后价值。这一结果具有直观意义, 因为如果在目标范围内的时间不长, 平均血压就不可能处于目标范围内。这表明收缩压 TTR 可独立预测主要不良心血管事件的风险。来自中国退伍军人的队列研究^[14]发现, TTR 每增加 1 个标准差, 主要不良心血管事件风险降低 25.4% ($HR=0.746$; 95% CI 0.666~0.834), 且独立于平均血压。

5.3 TTR 与认知功能 高血压是公认的认知功能下降的危险因素, 可能进一步导致痴呆。Huang 等^[15]对 SPRINT 进行的二次分析显示, TTR 每降低 1 个四分位数, 痴呆症、轻度认知障碍以及其综合结果的风险增加。此外, Li 等^[16]的研究也发现, TTR 每增加 1 个标准差 (31.5%), 患痴呆症的风险降低 14% ($HR=0.86$; 95% CI 0.76~0.98), 但是, 收缩压 TTR 与轻度认知障碍之间未发现明显的关联。由此可见, 长期将收缩压保持在目标范围内, 可能有利于痴呆症的预防。

5.4 TTR 与心力衰竭 Tian 等^[11]在开滦研究的基础上进行的前瞻性分析表明, 与收缩压 TTR 为 0~25% 的患者相比, TTR 为 75%~100% 的患者罹患心力衰竭的风险降低了 47% ($HR=0.53$; 95% CI 0.32~0.89)。此外, Chen 等^[17]的研究显示, 在高血压合并心力衰竭的患者中, TTR 最高四分位数与较低的心血管疾病死亡和心力衰竭住院风险相关。Huang 等^[18]的研究发现, 射血分数保留型心力衰竭患者(未全部合并高血压) TTR 每增加 1 个标准差 (38.3%) 与主要复合终点、死亡和心力衰竭住院风险降低相关。进一步亚组分析表明, 年轻人比老年人的相关性更强, 强调了早期血压干预的重要性。

5.5 TTR 与心房颤动 Wang 等^[19]对 SPRINT 进行的事后分析发现, 经多因素调整后, 收缩压 TTR 每增加 10%, 发生心房颤动的风险降低 7% ($HR=0.93$; 95% CI 0.88~0.97)。限制性立方样条曲线也描述了收缩压 TTR 与心房颤动事件之间的线性反比关系。

高血压还是心房颤动患者发生血栓栓塞事件的独立风险因素。Kim 等^[20]对心房颤动患者(9 505 人患高血压, 4 207 人未患高血压)的数据进行了回顾性分

析,发现较高的TTR与较低的缺血性脑卒中和体循环栓塞风险相关,且在严格控制收缩压(收缩压控制在130 mmHg以下的时间比例>94%)的患者和没有高血压的患者中观察到类似风险。此外,Kodani等^[21]的研究也发现收缩压TTR与心房颤动患者心血管疾病死亡相关。因此,在随访中持续严格地维持收缩压在130 mmHg以下且保持低变异性,可降低心房颤动患者发生缺血性脑卒中、体循环栓塞和死亡的风险。

5.6 TTR与缺血性心肌病 Fu等^[22]探讨了TTR在缺血性心肌病患者(未全部合并高血压)中的预后价值。结果表明,TTR每下降1个标准差(29.28%),全因死亡风险增加15%($HR=1.15$; 95% CI 1.04~1.26)。在心血管死亡、全因死亡和心血管再住院的复合终点中,以及在冠状动脉旁路移植术或药物治疗和不同基线收缩压的亚组分析中,也观察到了类似的结果。

5.7 TTR与糖尿病 一项研究显示,在糖尿病合并高血压患者中,较高的TTR与主要不良心血管事件、脑卒中、心肌梗死、心力衰竭、心血管疾病死亡和全因死亡相关^[23]。进一步分析显示,TTR与主要不良心血管事件呈非线性相关,且这种相关性与基线收缩压、终点收缩压、平均收缩压或随访收缩压变异性无关。此外,Zhang等^[24]基于开滦研究,首次将收缩压TTR与空腹血糖TTR相结合,以探究其联合作用。结果发现在随访6.67年后,与收缩压TTR和空腹血糖TTR均低于25%的糖尿病患者相比,收缩压TTR和空腹血糖TTR均高于25%的患者患心血管疾病($HR=0.53$; 95% CI 0.57~0.78)和死亡($HR=0.59$; 95% CI 0.47~0.74)的风险最低。收缩压TTR每增加1个标准差,心血管疾病风险降低14%,死亡风险降低10%,且所有结果在针对空腹血糖TTR的分析中均得以保持。血压TTR可作为糖尿病合并高血压患者评估预后的一项重要测量指标。

5.8 TTR与慢性肾脏病 高血压也是慢性肾脏病和终末期肾病进展的主要风险因素。Buckley等^[25]的研究发现,在31 438人年的随访中,共发生了395例主要肾脏不良事件。与TTR为0%的参与者相比,TTR为100%的患者发生主要肾脏不良事件的风险降低了67%($HR=0.33$; 95% CI 0.20~0.57)。此外,限制性立方样条图显示TTR与肾脏风险之间呈现非线性关系,这表明适度控制收缩压就足以降低主要不良肾脏事件风险,但只有在非常高的控制水平上才能进一步降低其风险。

Park等^[26]研究发现,将主要结局定义为慢性肾功能衰竭进展,即肾小球滤过率从基线测量值下降50%或以上或开始肾脏替代治疗时,收缩压TTR每增加1个标准差,主要结局发生风险降低11%($HR=0.89$;

95% CI 0.82~0.97)。因此,收缩压TTR较高的患者其慢性肾脏病进展风险下降,强调了在较长时间内保持血压稳定对改善慢性肾脏病患者预后的重要性。

5.9 TTR与妊娠 妊娠期高血压疾病,尤其是子痫前期,是导致母胎不良结局的重要因素,其中慢性动脉高血压是一个主要风险因素。Espeche等^[27]在一项回顾性研究中,分析了166例妊娠合并慢性动脉高血压患者的数据,从妊娠第10周开始使用诊室血压和动态血压计算TTR。结果显示,28%的参与者发生了子痫前期。动态血压中的TTR是预测子痫前期风险的一个重要指标,与TTR为0%的人相比,最佳控制组(TTR为100%)子痫前期风险降低92%。此外,研究发现诊室血压和动态血压TTR之间一致性较低,强调了动态血压对准确监测妊娠期血压的重要性。

5.10 TTR与急性脑卒中 急性缺血性脑卒中急性期血压的管理和预后作用仍存在争议。一项前瞻性研究纳入228例急性脑卒中患者,结果发现,在既往无高血压的患者中,随着脑卒中严重程度的增加,舒张压和平均动脉压的TTR均降低。在175例既往无残疾的患者中,舒张压($HR=0.96$; 95% CI 0.95~0.99)和平均动脉压($HR=0.97$; 95% CI 0.96~0.99)的TTR增加与残疾或死亡风险降低相关。而收缩压维持在130~180 mmHg和110~160 mmHg时的TTR分别与死亡和残疾相关^[9]。

6 TTR与预后相关的病理生理学机制

较高的血压TTR反映了特定时期内较低的BPV和控制较为平稳的血压。动物高血压模型的结果表明^[28],高BPV通过血管紧张素II系统介导的慢性炎症诱导心肌细胞肥大、心肌纤维化和左心室收缩力下降,这些病理生理改变,包括肾素-血管紧张素系统激活、炎症启动和心肌细胞凋亡,也是主要不良心血管事件和心房颤动^[29]发生的潜在机制。因此,不良心血管预后发生率的降低可能部分归因于控制血压所带来的心脏结构和电生理的逆向重塑。此外,关于较高的TTR改善心血管预后的机制,Lin等^[14]的研究也进行了探讨:首先,高TTR代表对血管壁更小的剪切力和撕裂力量,从而可减少动脉粥样硬化斑块的形成和破裂;其次,随着衰老过程的进行,血管弹性会因弹性蛋白的降解和随后胶原蛋白的积累而降低,由于衰老过程中动脉功能受损与动脉重塑有关,较高的TTR可能在减少动脉结构重塑方面发挥重要作用;第三,高TTR使得机械因素诱导的细胞内信号转导通路的激活减少,从而稳定细胞内功能;最后,调整BPV后TTR仍与预后相关,则可能表明血管壁承受压力增加导致的机械应力的时间长度至关重要^[30]。然而,造成低TTR的机制可能是推动疾病进展的重要因素,TTR

可能只是这些机制的一个临床表现。未来需要更进一步的研究来阐明 TTR 的病理生理学机制。

7 如何改善 TTR

随着移动技术的发展,可穿戴式无袖带设备目前可用于连续血压监测,以提供更多的血压读数和更详细的血压表现。然而,这种连续血压监测获得的 TTR 与诊室血压 TTR、家庭血压 TTR 以及动态血压 TTR 是否有同样的临床预后价值尚不知晓。但是,可穿戴式无袖带设备是一种非常适合测量 TTR 的工具,它可以实际、方便和大规模地测量 TTR,并长期收集大量的日常测量数据^[31]。因此,未来的研究应探讨通过智能血压测量设备计算得到的 TTR 与预后的相关性,并进一步探索借助智能医疗的血压 TTR 评估方法和量身定制的血压控制策略。此外,对住院患者来说,建议实施医生-药剂师合作护理模式。与标准护理相比,在有药剂师和医生共同参与的协作护理模式下,患者更有可能获得更高的血压 TTR^[32]。最后,有效的降压治疗必不可少。降压治疗是控制血压的关键措施,近期发表的《高血压患者高质量血压管理中国专家建议》^[33]指出,推荐高血压患者优选长效降压药,以实现 24 h 血压控制,从而减少 BPV,提高 TTR。除药物治疗外,高血压的介入治疗——去肾神经术,也被证实能够有效提高患者的 TTR,并降低主要不良心血管事件的发生^[34]。

8 总结与展望

本文深入探讨了血压 TTR 在高血压管理中的重要性和应用。通过综合分析现有文献和研究成果,总结了 TTR 对于血压控制和不同患者预后的影响,并提出了个性化的 TTR 策略。血压管理并非一蹴而就,而需从长计议。期待未来进一步的研究能够深入发现 TTR 的优化方式,包括注重舒张压达标和家庭血压、动态血压的监测,制定更加精准的目标和个体化的治疗方案等。结合最新的科技手段,为患者提供更全面、精准的健康管理服务,从而实现更好的治疗效果和预后。

参考文献

- [1] Mancia G, Messerli F, Bakris G, et al. Blood pressure control and improved cardiovascular outcomes in the international verapamil SR-trandolapril study[J]. *Hypertension*, 2007, 50(2): 299-305.
- [2] Doumas M, Tsioufis C, Fletcher R, et al. Time in therapeutic range, as a determinant of all-cause mortality in patients with hypertension[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(11): e007131.
- [3] 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.
- [4] Mancia G, Kreutz R, Brunström M, 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.
- [5] Rosendaal FR, Cannegieter SC, van der Meer FJ, et al. A method to determine the optimal intensity of oral anticoagulant therapy[J]. *Thromb Haemost*, 1993, 69(3): 236-239.
- [6] Schmitt L, Speckman J, Ansell J. Quality assessment of anticoagulation dose management: comparative evaluation of measures of time-in-therapeutic range[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2003, 15(3): 213-216.
- [7] Li W, Gnanenthiran SR, Schutte AE, et al. Blood pressure time at target and its prognostic value for cardiovascular outcomes: a scoping review[J]. *Hypertens Res*, 2024, 47(9): 2337-2350.
- [8] Cheng Y, Wang D, Yang Y, et al. Diastolic and systolic blood pressure time in target range as a cardiovascular risk marker in patients with type 2 diabetes: a post hoc analysis of ACCORD BP trial[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2023, 203: 110831.
- [9] Kakaletsis N, Ntaios G, Milionis H, et al. Time of blood pressure in target range in acute ischemic stroke[J]. *J Hypertens*, 2023, 41(2): 303-309.
- [10] Kario K, Tomitani N, Okawara Y, et al. Home systolic blood pressure time in therapeutic range and cardiovascular risk: the practitioner-based nationwide J-HOP study extended[J]. *Hypertens Res*, 2024, 47(1): 112-119.
- [11] Tian X, Zhang Y, Chen S, et al. Systolic blood pressure time in target range within 24 hours and incident heart failure: insights from the real-world setting[J]. *Hypertens Res*, 2025, 48(1): 223-232.
- [12] Li M, Zhao S, Yu S, et al. Association between systolic blood pressure time in target range indices and adverse cardiovascular outcomes[J]. *JACC Adv*, 2024, 3(11): 101350.
- [13] Fatani N, Dixon DL, Van Tassel BW, et al. Systolic blood pressure time in target range and cardiovascular outcomes in patients with hypertension[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(10): 1290-1299.
- [14] Lin Z, Xiao Z, Chen W, et al. Association of long-term time in target range for systolic blood pressure with cardiovascular risk in the elderly: a Chinese veteran cohort study[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2023, 30(10): 969-977.
- [15] Huang X, Deng S, Xie W, et al. Time in target range of systolic blood pressure and cognitive outcomes in patients with hypertension[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2024, 72(2): 423-432.
- [16] Li S, Jiang C, Wang Y, et al. Systolic blood pressure time in target range and cognitive outcomes: insights from the SPRINT MIND trial[J]. *Hypertension*, 2023, 80(8): 1628-1636.
- [17] Chen K, Li C, Cornelius V, et al. Prognostic value of time in blood pressure target range among patients with heart failure[J]. *JACC Heart Fail*, 2022, 10(6): 369-379.
- [18] Huang R, Lin Y, Liu M, et al. Time in target range for systolic blood pressure and cardiovascular outcomes in patients with heart failure with preserved ejection fraction[J]. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11(7): e022765.
- [19] Wang J, Jiang C, Li S, et al. Systolic blood pressure time in target range and incident atrial fibrillation in patients with hypertension: insights from the SPRINT trial[J]. *Hypertension*, 2023, 80(11): 2306-2314.
- [20] Kim M, Cho MS, Nam GB, et al. Controlled level and variability of

- systolic blood pressure on the risk of thromboembolic events in atrial fibrillation and hypertension[J]. *Am J Cardiol*, 2022, 180: 37-43.
- [21] Kodani E, Inoue H, Atarashi H, et al. Impact of systolic blood pressure time in target range on adverse events in patients with nonvalvular atrial fibrillation (from the J-RHYTHM Registry)[J]. *Am J Cardiol*, 2022, 180: 52-58.
- [22] Fu G, Zhou Z, Jian B, et al. Systolic blood pressure time in target range and long-term outcomes in patients with ischemic cardiomyopathy[J]. *Am Heart J*, 2023, 258: 177-185.
- [23] Chen K, Wu Z, Shi R, et al. Longer time in blood pressure target range improves cardiovascular outcomes among patients with type 2 diabetes: a secondary analysis of a randomized clinical trial[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2023, 198: 110600.
- [24] Zhang Y, Tian X, Xu Q, et al. Time in target range for systolic blood pressure and glucose with cardiovascular disease and all-cause mortality risks[J]. *Hypertens Res*, 2025, 48(1): 256-272.
- [25] Buckley LF, Baker WL, Van Tassel BW, et al. Systolic blood pressure time in target range and major adverse kidney and cardiovascular events[J]. *Hypertension*, 2023, 80(2): 305-313.
- [26] Park CH, Kim HW, Joo YS, et al. Findings from the KNOW-CKD study indicate that higher systolic blood pressure time in target range is associated with a lower risk of chronic kidney disease progression[J]. *Kidney Int*, 2024, 105(4): 835-843.
- [27] Espeche W, Minetto J, Leiva Sisniegues CE, et al. Time in therapeutic range and risk of preeclampsia in chronic hypertensive pregnant women[J]. *Hypertens Res*, 2024, 47(10): 2895-2901.
- [28] Kudo H, Kai H, Kajimoto H, et al. Exaggerated blood pressure variability superimposed on hypertension aggravates cardiac remodeling in rats via angiotensin II system-mediated chronic inflammation[J]. *Hypertension*, 2009, 54(4): 832-838.
- [29] Lip GYH, Fauchier L, Freedman SB, et al. Atrial fibrillation[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2016, 2: 16016.
- [30] Glodzik L, Tzourio C. Time in target blood pressure range and dementia[J]. *Hypertension*, 2023, 80(8): 1637-1639.
- [31] Sola J, Cortes M, Perruchoud D, et al. Guidance for the interpretation of continual cuffless blood pressure data for the diagnosis and management of hypertension[J]. *Front Med Technol*, 2022, 4: 899143.
- [32] Dixon DL, Baker WL, Buckley LF, et al. Effect of a physician/pharmacist collaborative care model on time in target range for systolic blood pressure: post hoc analysis of the CAPTION trial[J]. *Hypertension*, 2021, 78(4): 966-972.
- [33] 中国高血压联盟《高血压患者高质量血压管理中国专家建议》委员会. 高血压患者高质量血压管理中国专家建议[J]. *中华高血压杂志(中英文)*, 2024, 32(2): 104-111.
- [34] Mahfoud F, Mancia G, Schmieder RE, et al. Cardiovascular risk reduction after renal denervation according to time in therapeutic systolic blood pressure range[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 80(20): 1871-1880.

收稿日期: 2024-11-12 责任编辑: 张刘锋

• 简 讯 •

不同热量限制模式对血压和其他心血管危险因素的影响： 随机试验的系统评价和网络荟萃分析

Zhang H, Du J, Zhang M, Li T, Zhang P, Wang X, Sun Z. Effects of different caloric restriction patterns on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis of randomized trials. *Nutr Rev*, 2025, 83(4): 636-647.

所有类型的热量限制都可以预防心血管危险因素, 但最佳限制方式和最易受影响的指标尚未明确。本研究旨在通过网络荟萃分析横向比较不同热量限制方法的优缺点, 探讨其对各种心血管危险因素的差异化影响。数据来源: 检索 PubMed、Web of Science、Cochrane Library 和 Embase 数据库 2013 年 10 月至 2023 年 10 月发表的文献。数据提取: 纳入符合标准的随机对照试验, 研究对象需接受热量限制干预, 并检测收缩压、舒张压、体重指数(body mass index, BMI)和高密度脂蛋白胆固醇。数据分析: 13 208 篇文献中最终纳入 36 篇(0.27%), 由两名研究者独立完成文献筛选、数据提取及质量评估。结果: 隔日禁食法(alternate-day fast-

ing, ADF)可降低收缩压[4.88 (95%CI 2.06~7.15) mmHg; 1 mmHg=0.133 kPa]和舒张压[5.10 (95%CI 2.44~7.76) mmHg]。限时进食法仅降低收缩压[2.46 (95%CI 0.16~4.76) mmHg]。持续能量限制(continuous energy restriction, CER)可降低 BMI[1.11 (95%CI 0.16~2.06) kg/m²]和腰围[3.28 (95%CI 0.62~5.94) cm]。结论: 本荟萃分析证实 CER 和 ADF 对各种心血管危险因素具有预防作用, 其中 CER 更有利于改善肥胖指标, ADF 对血压调控效果更优。基于此荟萃分析, 建议单纯肥胖无血压异常者优先采用 CER 控制体重; 已出现血压异常或其他心血管风险因素者, 建议采用 ADF 进行早期防控。

袁源(译), 郑武洪(审校)