

· 医学循证 ·

高强度间歇训练对高血压患者干预效果的 Meta 分析

李冰雪¹, 张雪芳², 汤聪¹

【摘要】 目的 评价高强度间歇训练 (HIIT) 对高血压患者的干预效果。方法 计算机检索 PubMed、Web of Science、The Cochrane Library、EBSCO、万方数据知识服务平台、中国知网及维普网等数据库, 检索时间为建库至 2018 年 8 月, 筛选检索有关 HIIT 对高血压患者干预效果的随机对照试验。在药物治疗基础上, 对照组患者进行常规活动或中等强度运动, 试验组患者进行 HIIT。比较两组患者干预后收缩压、舒张压、最大摄氧量 ($VO_2\max$)、静息心率、体质指数 (BMI)。采用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。结果 最终纳入 6 篇文献, 其中英文文献 5 篇、中文文献 1 篇, 共包括 253 例患者。Meta 分析结果显示, 试验组患者干预后收缩压 [加权均数差 (WMD) = -4.58, 95%CI (-7.51, -1.65)]、舒张压 [WMD = -2.15, 95%CI (-3.98, -0.32)]、静息心率 [WMD = -3.24, 95%CI (-5.82, -0.65)] 低于对照组 ($P < 0.05$), $VO_2\max$ 高于对照组 [WMD = 3.24, 95%CI (1.23, 5.25), $P < 0.05$]; 两组患者干预后 BMI 比较, 差异无统计学意义 [WMD = -0.54, 95%CI (-1.87, 0.78), $P > 0.05$]。6 篇文献均未报道明显不良事件。纳入文献数量较少, 无法分析发表偏倚, 故不能排除发表偏倚的可能。结论 现有文献证据表明, HIIT 能有效提高 1~2 级或药物控制良好的高血压患者降压效果及 $VO_2\max$, 减慢静息心率, 增加心肺耐力, 但对 BMI 无明显影响。

【关键词】 高血压; 高强度间歇训练; 血压; 最大摄氧量; 静息心率; Meta 分析

【中图分类号】 R 544.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.01.006

李冰雪, 张雪芳, 汤聪. 高强度间歇训练对高血压患者干预效果的 Meta 分析 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27 (1): 25-29. [www.syxnf.net]

LI B X, ZHANG X F, TANG C. Intervention effect of high intensity interval training on hypertension patients: a Meta-analysis [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27 (1): 25-29.

Intervention Effect of High Intensity Interval Training on Hypertension Patients: a Meta-analysis LI Bingxue¹, ZHANG Xuefang², TANG Cong¹

1. School of Nursing, Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

2. Nanjing Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210001, China

Corresponding author: ZHANG Xuefang, E-mail: 1479929200@qq.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the intervention effect of high intensity interval training (HIIT) on hypertension patients. **Methods** Computer was used to research databases including PubMed, Web of Science, The Cochrane Library, EBSCO, Wanfang Data, CNKI and VIP from establishment to August 2018, to screen randomized controlled trial about intervention effect of HIIT on hypertension patients. Based on drug therapy, patients in control group received regular activity or moderate intensity exercises, while patients in test group received HIIT. SBP, DBP, $VO_2\max$, resting heart rate and BMI were compared between the two groups after intervention. RevMan 5.3 software was used to complete the Meta-analysis. **Results** A total of 6 literatures were enrolled (including 253 patients), thereinto 5 literatures were English, 1 literature was Chinese. Meta-analysis results showed that, SBP [WMD = -4.58, 95%CI (-7.51, -1.65)], DBP [WMD = -2.15, 95%CI (-3.98, -0.32)] and resting heart rate [WMD = -3.24, 95%CI (-5.82, -0.65)] in observation group were statistically significantly lower than those in control group after intervention ($P < 0.05$), while $VO_2\max$ in observation group was statistically significantly higher than that in control group after intervention [WMD = 3.24, 95%CI (1.23, 5.25), $P < 0.05$]; no statistically significant difference of BMI was found between the two groups after intervention [WMD = -0.54, 95%CI (-1.87, 0.78), $P > 0.05$]. No adverse event was reported in the 6 involved literatures. Publication bias can not be analyzed due to few number of involved literatures, thus publication bias can not be ruled out. **Conclusion** Existing literature evidence suggests that, HIIT

基金项目: 南京市医学科技发展项目 (YKK16170)

1.210023 江苏省南京市, 南京中医药大学护理学院 2.210001 江苏省南京市, 南京中医药大学附属南京中医院

通信作者: 张雪芳, E-mail: 1479929200@qq.com

can effectively improve the antihypertensive effect, VO_2max and cardiorespiratory endurance in hypertension patients, slow down the resting heart rate, without obvious influence on BMI.

【 Key words 】 Hypertension; Highintensity interval training; Blood pressure; Maximal oxygen uptake; Resting heart rate; Meta-analysis

运动疗法指通过某些运动方式（主动或被动运动等）使患者获得全身或局部运动功能、感觉功能恢复的训练方法，属于物理疗法。目前，运动疗法已被推荐作为 1~2 级高血压患者的首选非药物治疗法，以期通过改变患者生活方式协助降压、减少药物使用剂量及控制危险因素^[1-2]。既往研究表明，采用中、低等强度持续运动降压有效、安全，已被广泛推荐用于预防和治疗高血压^[3]。《中国高血压患者教育指南》推荐，高血压患者应长期坚持规律运动，以增强运动产生的降压效果^[4]；但现实生活中大部分高血压患者由于时间原因或认知不足而无法长期规律进行锻炼^[5]。高强度间歇训练（high intensity interval training, HIIT）是以较短运动时长、高低运动强度交替为特点的一种运动方式^[6]。最新研究发现，与中等强度运动相比，HIIT 可更有效地降低高血压患者血压，改善患者心肺功能，减少心血管疾病危险因素^[7]；但也有研究表明，HIIT 可能会导致高血压病情加剧或引发心力衰竭等^[8]。本研究采用 Meta 分析方法，旨在评价 HIIT 对高血压患者的干预效果，为 HIIT 在高血压患者中的应用提供循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准

1.1.1 文献纳入标准 （1）研究类型：随机对照试验(randomized controlled trials, RCTs)；（2）研究对象：符合《国家基层高血压防治管理指南》^[9]中的高血压诊断标准，年龄≥18 岁；（3）干预措施：在药物治疗基础上，对照组患者进行常规活动或中等强度运动，试验组患者进行 HIIT；（4）结局指标：主要观察指标为干预后收缩压和舒张压，次要观察指标为干预后最大摄氧量（maximal oxygen uptake, VO_2max ）、静息心率、体质指数（body mass index, BMI）及安全性。

1.1.2 文献排除标准 （1）病例报告、文摘、综述、讲座、述评等；（2）数据不完整或无法获取全文文献；（3）重复文献。

1.2 检索策略 计算机检索 PubMed、Web of Science、The Cochrane Library、EBSCO、万方数据知识服务平台、中国知网及维普网等数据库，检索时间为建库至 2018 年 8 月。采用主题词与自由词结合方式，中文检索词：高强度间歇训练，间歇训练，高血压；英文检索词：HIIT, HIIE, high intensity interval training, high intensity interval exercise, high intensity intermittent exercise, high intensity intermittent training, hyperten*, blood pressure, BP。

1.3 文献筛选和数据提取 将初步检索到的文献题目导入 EndNote X8 软件，剔除重复文献后由 2 位研究者独立阅读文献题目、摘要及全文，如遇分歧则通过讨论协商或由第 3 位研究者仲裁；由 2 名研究者独立提取并核对数据，如遇分歧则通过讨论协商或由第 3 位研究者仲裁，提取内容包括第一作者、发表年份、研究对象、例数、年龄、干预措施、干预时间、结局指标。

1.4 质量评价 由 2 位研究员按照 Cochrane 5.0.0 手册^[10]推荐的 RCTs 质量评价标准独立完成文献质量评价，内容包括随机分组是否正确、是否采用盲法、是否采用分配隐藏、是否对退出或失访进行分析、是否采用意向性分析、基线资料是否具有可比性。上述内容均为“是”则提示发生偏倚的可能性较低，文献质量等级为 A 级；部分内容为“是”则提示可能发生偏倚，文献质量等级为 B 级；全部内容为“否”则提示发生偏倚的可能性较高，文献质量等级为 C 级。

1.5 统计学方法 采用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。计量资料以加权均数差（weighted mean difference, WMD）及其 95%CI 进行描述，各文献间异质性检验采用 I^2 检验， $P \geq 0.10$ 、 $I^2 \leq 50\%$ 提示各文献间无统计学异质性，采用固定效应模型进行 Meta 分析； $P < 0.10$ 、 $I^2 \geq 50\%$ 提示各文献间有统计学异质性，需分析异质性来源，并采用随机效应模型进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果 初步检索文献 442 篇，根据文献纳入与排除标准最终纳入 6 篇文献^[11-16]，其中英文文献 5 篇、中文文献 1 篇，共包括 253 例患者。文献筛选流程见图 1，纳入文献的基本特征见表 1。

2.2 质量评价 6 篇文献均提及随机分组，3 篇文献^[11, 14-15]采用单盲，6 篇文献均未采用分配隐藏、无退出或失访，文献质量等级均为 B 级，见表 2。

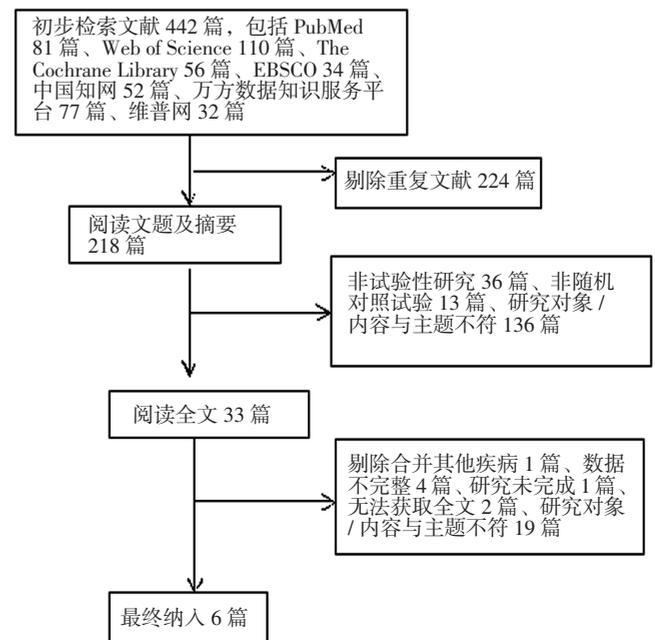


图 1 文献筛选流程
Figure 1 Literature screening process

表 1 纳入文献的基本特征
Table 1 Basic characteristics of the involved literatures

第一作者	发表年份(年)	研究对象	例数(试验组/对照组)	年龄(试验组/对照组,岁)	干预措施(试验组/对照组)	干预时间	结局指标
GOROSTEGI-ANDUAGA ^[11]	2018	1-2级高血压患者	42/40	54.7 ± 8.8/53.1 ± 8.1	HIIT ^a /常规活动	2次/周,共16周	干预后收缩压、舒张压、VO ₂ max、静息心率、BMI
IZADI ^[12]	2018	药物控制良好的高血压患者	15/15	60.87 ± 5.71(男)、64.57 ± 4.70(女) /60.87 ± 5.71(男)、64.57 ± 4.70(女)	HIIT ^d /常规活动	3次/周,共6周	干预后收缩压、舒张压、VO ₂ max、静息心率
JO ^[13]	2018	药物控制良好的高血压患者	7/7	51.00 ± 10.07/51.57 ± 6.27	HIIT ^e /中等强度运动	5次/周,共4周	干预后静息心率、BMI
MOLMEN-HANSEN ^[14]	2012	1-2级高血压患者	25/23	52.5 ± 7.4/51.3 ± 9.2	HIIT ^f /常规活动	3次/周,共12周	干预后收缩压、舒张压、VO ₂ max、静息心率
JURIO-IRIARTE ^[15]	2018	1-2级高血压患者	20/23	55.9 ± 8.5	HIIT ^f /常规活动	2次/周,共16周	干预后VO ₂ max
刘向辉 ^[16]	2018	药物控制良好的高血压患者	18/18	52.8 ± 11.6/53.9 ± 12.2	HIIT ^f /中等强度运动	3次/周,共16周	干预后收缩压、舒张压

注: VO₂max=最大摄氧量, BMI=体质指数; ^a为4组4 min高强度跑步机/自行车运动和6 min中等强度运动交替进行, ^b为10组3.5 min高强度骑自行车运动和1.5 min缓解期交替进行, ^c为5组3 min高强度快跑和3 min慢跑运动交替进行, ^d为4组4 min高强度和3 min中等强度自行车运动交替进行, ^e为4组4 min高强度跑步机运动和3 min中等强度步行交替进行, ^f为高强度平板跑步运动和平缓速度步行各1 min交替进行;文献[14]中试验组失访8例,对照组失访7例

表 2 纳入文献的质量评价
Table 2 Quality evaluation of the involved literatures

第一作者	随机分组	分配隐藏	盲法	对退出或失访进行分析	意向性分析	基线资料具有可比性	文献质量等级
GOROSTEGI-ANDUAGA ^[11]	仅提及随机分组	否	单盲	否	是	是	B级
IZADI ^[12]	区组随机化分组	否	否	否	否	是	B级
JO ^[13]	仅提及随机分组	否	否	否	是	是	B级
MOLMEN-HANSEN ^[14]	随机数字表法	否	单盲	否	是	是	B级
JURIO-IRIARTE ^[15]	仅提及随机分组	否	单盲	否	否	是	B级
刘向辉 ^[16]	仅提及随机分组	否	否	否	是	是	B级

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 干预后收缩压 4 篇文献^[11-12, 14, 16]报道了干预后收缩压,各文献间无统计学异质性($P=0.91, I^2=0$),采用固定效应模型进行 Meta 分析;结果显示,试验组患者干预后收缩压低于对照组,差异有统计学意义[WMD=-4.58, 95%CI(-7.51, -1.65), $P=0.002$, 见图 2]。

2.3.2 干预后舒张压 4 篇文献^[11-12, 14, 16]报道了干预后舒张压,各文献间无统计学异质性($P=0.72, I^2=0\%$),采用固定效应模型进行 Meta 分析;结果显示,试验组患者干预后舒张压低于对照组,差异有统计学意义[WMD=-2.15, 95%CI(-3.98, -0.32), $P=0.02$, 见图 3]。

2.3.3 干预后 VO₂max 4 篇文献^[11-12, 14-15]报道了干预后 VO₂max,各文献间无统计学异质性($P=0.36, I^2=7\%$),采用固定效应模型进行 Meta 分析;结果显示,试验组患者干预后 VO₂max 高于对照组,差异有统计学意义[WMD=3.24, 95%CI(1.23, 5.25), $P=0.002$, 见图 4]。

2.3.4 干预后静息心率 4 篇文献^[11-14]报道了干预后静息心率,各文献间无统计学异质性($P=0.66, I^2=0$),采用固定效应模型进行 Meta 分析;结果显示,试验组患者干预后静息心率低于对照组,差异有统计学意义[WMD=-3.24, 95%CI(-5.82, -0.65), $P=0.01$, 见图 5]。

2.3.5 干预后 BMI 2 篇文献^[11, 13]报道了干预后 BMI,各

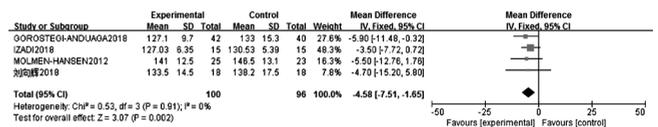


图 2 对照组和试验组患者干预后收缩压比较的森林图

Figure 2 Forest plot for comparison of SBP between control group and test group after intervention

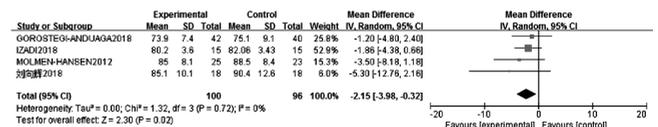


图 3 对照组和试验组患者干预后舒张压比较的森林图

Figure 3 Forest plot for comparison of DBP between control group and test group after intervention

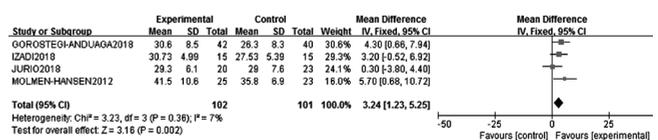


图 4 对照组和试验组患者干预后 VO₂max 比较的森林图

Figure 4 Forest plot for comparison of VO₂max between control group and test group after intervention

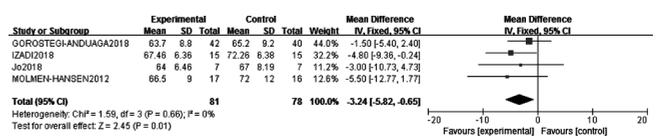


图 5 对照组和试验组患者干预后静息心率比较的森林图

Figure 5 Forest plot for comparison of resting heart rate between control group and test group after intervention

文献间无统计学异质性($P=0.46, I^2=0$),采用固定效应模型进行 Meta 分析;结果显示,两组患者干预后 BMI 比较,差异无统计学意义[WMD=-0.54, 95%CI(-1.87, 0.78), $P=0.42$, 见图 6]。

2.3.6 安全性 6 篇文献均提及干预期间有运动专家在旁监

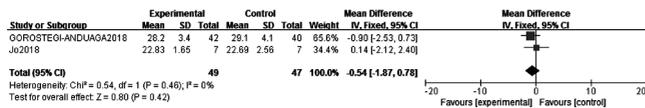


图6 对照组和试验组患者干预后 BMI 比较的森林图

Figure 6 Forest plot for comparison of BMI between control group and test group after intervention

督,且全程监护心率,未报道明显不良事件。

2.4 发表偏倚 纳入文献数量较少,无法评估发表偏倚,故不能排除发表偏倚的可能。

3 讨论

高血压是一种以动脉压升高为特征,可伴有心脏、血管、脑和肾脏等器官结构/功能性改变的全身性疾病。近年来随着人们生活方式改变及人口老龄化进程加剧,高血压发病率呈现逐年上升趋势。美国生理学家 KARPOVICH^[17] 在 1954 年首次提出“运动疗法”的概念,并引起广泛关注。运动疗法作为高血压患者的基础治疗手段,有利于扩张血管、改善血液循环、降低外周血管阻力,进而发挥降压作用;此外,适量运动还有助于减轻患者精神压力,改善患者情绪及神经内分泌功能,保持患者血管舒缩功能处于最佳状态^[18]。HIIT 是短时高强度(达到峰值心率的 80%~100%)运动与缓解期或较低强度运动交替进行的一种新兴运动方式,虽然运动强度较大,但间歇缓解期或较低强度运动可使患者避免运动中出现不适,使患者更易接受和坚持。近年研究表明,HIIT 对糖尿病、代谢综合征、心脏病患者干预效果较好^[19-20]。

本 Meta 分析结果显示,试验组患者干预后收缩压、舒张压低于对照组,提示 HIIT 能有效提高 1~2 级或药物控制良好的高血压患者降压效果,但目前其降压机制尚未明确。既往研究表明,HIIT 能有效改善高血压及高血压高危人群内皮依赖性舒张功能及动脉僵硬度,增强心血管功能^[21-22];此外,其还能通过增加动脉压力感受器敏感性、减少交感神经放电而降低血管阻力,进而发挥降压作用^[23]。VO₂max 是反映身体活动能力和心肺耐力的常用指标^[24]。王娟等^[25]进行的 Meta 分析结果显示,60%~79% 的 VO₂max 运动强度可明显改善 2 型糖尿病患者心肺耐力。静息心率是一种简单的测量指标,但静息心率加快会导致自主神经功能紊乱,进而增加肥胖、高血压、胰岛素功能紊乱、代谢综合征等的发生风险^[26]。本 Meta 分析结果显示,试验组患者干预后 VO₂max 高于对照组,静息心率低于对照组,提示 HIIT 可有效提高 1~2 级或药物控制良好的高血压患者 VO₂max,减慢静息心率,增加心肺耐力。本 Meta 分析结果还显示,两组患者干预后 BMI 间无统计学差异,提示 HIIT 不能降低 1~2 级或药物控制良好的高血压患者 BMI,分析其原因可能与样本量小及 BMI 受饮食、生活习惯、个体特征等多种因素影响有关,仍需进一步研究探讨。

现有文献证据表明,HIIT 能有效提高 1~2 级或药物控制良好的高血压患者降压效果及 VO₂max,减慢静息心率,增加心肺耐力,但对 BMI 无明显影响。本 Meta 分析存在以下局限:

(1) 纳入文献数量较少,仅检索中英文数据库,可能存在文献检索遗漏;(2) 纳入文献的方法学质量不高,可能影响研究结果;(3) 研究对象主要为中老年高血压患者,无法评价 HIIT 对青年高血压患者的干预效果。因此,本 Meta 分析结果

及结论仍需更多大样本量 RCTs 进一步证实。

参考文献

- [1] 郑丽维,陈庆月,陈丰,等.八段锦运动对老年 1 级高血压患者血管内皮功能的影响[J].中国康复医学杂志,2014,29(3):223-227.DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2014.03.006.
- [2] 余冰清.运动疗法治疗老年单纯收缩期高血压的研究进展[J].心血管病学进展,2017,38(6):710-714.DOI: 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2016.06.021.
- [3] PUGH C B, WALLER A E, MARSHALL S W. Physical activity and public health [J]. JAMA, 1995, 274 (7) : 533.
- [4] 吴兆苏,霍勇,王文,等.中国高血压患者教育指南(2014 年简明版节选二)[J].中国医学前沿杂志(电子版),2014,14(3):182-185.
- [5] 陆舒婷,张丽娟,张雪芳.初诊高血压病青年患者疾病认知体验的质性研究[J].护理学杂志,2017,32(21):34-36. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2017.21.034.
- [6] 杨京辉,汪亚群,楼青青,等.高强度间歇运动对糖尿病前期患者糖脂代谢的影响[J].中国康复医学杂志,2017,32(8):907-911,937.DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2017.08.010.
- [7] HOLLOWAY T M, BLOEMBERG D, DA SILVA M L, et al. High Intensity Interval and Endurance Training Have Opposing Effects on Markers of Heart Failure and Cardiac Remodeling in Hypertensive Rats [J]. PLoS One, 2015, 10 (3) : e0121138. DOI: 10.1371/journal.pone.0121138.
- [8] CORNELISSEN V A, VERHEYDEN B, AUBERT A E, et al. Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability [J]. J Hum Hypertens, 2010, 24 (3) : 175-182. DOI: 10.1038/jhh.2009.51.
- [9] 国家基本公共卫生服务项目基层高血压管理办公室,基层高血压管理专家委员会.国家基层高血压防治管理指南[J].中国循环杂志,2017,32(11):1041-1048. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2017.11.001.
- [10] Cochrane Handbook For Systematic Reviews Of Interventions Version 5.0.0 [EB/OL]. [2018-09-10]. <https://training.cochrane.org/handbook>.
- [11] GOROSTEGI-ANDUAGA I, CORRES P, MARTINEZAGUIRRE-BETOLAZA A, et al. Effects of different aerobic exercise programmes with nutritional intervention in sedentary adults with overweight/obesity and hypertension: EXERDIET-HTA study [J]. Eur J Prev Cardiol, 2018, 25 (4) : 343-353. DOI: 10.1177/2047487317749956.
- [12] IZADI M R, GHARDASHI A A, ASVADI F M, et al. High-intensity interval training lowers blood pressure and improves apelin and NOx plasma levels in older treated hypertensive individuals [J]. J Physiol Biochem, 2018, 74 (1) : 47-55. DOI: 10.1007/s13105-017-0602-0.
- [13] JO E A, CHO K I, LIM D S, et al. Effects of interval training on blood pressure and endothelial function in hypertensive patients [J]. IJASS, 2018, 30 (1) : 50-61. DOI: 10.24985/ijass.2018.30.1.50.

- [14] MOLMEN-HANSEN H E, STOLEN T, TJONNA A E, et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2012, 19 (2): 151-160. DOI: 10.1177/1741826711400512.
- [15] JURIO-IRIARTE B, BRUBAKER P H, GOROSTEGI-ANDUAGA I, et al. Validity of the modified shuttle walk test to assess cardiorespiratory fitness after exercise intervention in overweight/obese adults with primary hypertension [J]. *Clin Exp Hypertens*, 2018, 14: 1-6. DOI: 10.1080/10641963.2018.1481423.
- [16] 刘向辉, 刘君玲. 高强度间歇运动对高血压患者 Tei 指数及 BNP 的影响 [J]. *邵阳学院学报(自然科学版)*, 2018, 15(2): 108-116.
- [17] KARPOVICH P V. Exercise in medicine: a review [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1968, 49 (2): 66-76.
- [18] LURBE E, TORRO I, RODRÍGUEZ C, et al. Birth weight influences blood pressure values and variability in children and adolescents [J]. *Hypertension*, 2001, 38 (3): 389-393.
- [19] BARTLETT J D, CLOSE G L, MACLAREN D P, et al. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence [J]. *J Sports Sci*, 2011, 29 (6): 547-553. DOI: 10.1080/02640414.2010.545427.
- [20] 王京京, 韩涵, 张海峰. 高强度间歇训练对青年肥胖女性腹部脂肪含量的影响 [J]. *中国运动医学杂志*, 2015, 34 (1): 15-20, 30.
- [21] GUIMARÃES G V, CIOLAC E G, CARVALHO V O, et al. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension [J]. *Hypertens Res*, 2010, 33 (6): 627-632. DOI: 10.1038/hr.2010.42.
- [22] LIU K, HO S, FILDES J, et al. High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters [J]. *Heart Lung Circ*, 2016, 25 (2): 166-174. DOI: 10.1016/j.hlc.2015.06.828.
- [23] BOUTCHER Y N, BOUTCHER S H. Exercise intensity and hypertension: what's new? [J]. *J Hum Hypertens*, 2017, 31 (3): 157-164. DOI: 10.1038/jhh.2016.62.
- [24] 王念辉, 洪平, 苏中军. 基于身高、体重及肺活量的大学一年级男生最大摄氧量推算方法研究 [J]. *中国运动医学杂志*, 2018, 37 (3): 202-207.
- [25] 王娟, 张献博, 王正珍. 规律运动对糖尿病患者心肺耐力的影响—Meta 分析 [J]. *北京体育大学学报*, 2013, 36 (3): 50-56.
- [26] 王盼盼, 李玉倩, 刘晓田, 等. 静息心率与 2 型糖尿病发病风险的 Meta 分析 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2017, 21 (3): 245-249. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2017.03.008.

(收稿日期: 2018-10-05; 修回日期: 2019-01-16)

(本文编辑: 谢武英)

(上接第 24 页)

- [5] HALEY E C Jr, THOMPSON J L, GROTTA J C, et al. Phase II B/ III trial of tenecteplase in acute ischemic stroke: results of a prematurely terminated randomized clinical trial [J]. *Stroke*, 2010, 41 (4): 707-711. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.572040.
- [6] PARSONS M, SPRATT N, BIVARD A, et al. A randomized trial of tenecteplase versus alteplase for acute ischemic stroke [J]. *N Engl J Med*, 2012, 366 (12): 1099-1107. DOI: 10.1056/NEJMoa109842.
- [7] HUANG X Y, CHERIPELLI B K, LLOYD S M, et al. Alteplase versus tenecteplase for thrombolysis after ischemic stroke (ATTEST): a phase 2, randomised, open-label, blinded endpoint study [J]. *Lancet Neurol*, 2015, 14 (4): 368-376. DOI: 10.1016/S1474-4422 (15) 70017-7.
- [8] LOGALLO N, NOVOTNY V, ASSMUS J, et al. Tenecteplase versus alteplase for management of acute ischaemic stroke (NOR-TEST): a phase 3, randomised, open-label, blinded endpoint trial [J]. *Lancet Neurol*, 2017, 16 (10): 781-788. DOI: 10.1016/S1474-4422 (17) 30253-3.
- [9] 乔雨林, 向文强, 王磊, 等. 急性缺血性脑卒中患者使用替奈普酶和阿替普酶的溶栓研究 [J]. *脑与神经疾病杂志*, 2018, 26 (7): 444-450.
- [10] CAMPBELL B C V, MITCHELL P J, CHURILOV L, et al. Tenecteplase versus Alteplase before Thrombectomy for Ischemic Stroke [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378 (17): 1573-1582. DOI: 10.1056/NEJMoa1716405.
- [11] NEPAL G, KHAREL G, AHAMAD S T, et al. Tenecteplase versus Alteplase for the Management of Acute Ischemic Stroke in a Low-income Country—Nepal: Cost, Efficacy, and Safety [J]. *Cureus*, 2018, 10 (2): e2178. DOI: 10.7759/cureus.2178.
- [12] Assessment of the Safety and Efficacy of a New Thrombolytic (ASSENT-2) Investigators, VAN DE WERFF F, ADGEY J, et al. Single-bolus tenecteplase compared with front-loaded alteplase in acute myocardial infarction: the ASSENT-2 double-blind randomised trial [J]. *Lancet*, 1999, 354 (9180): 716-722.
- [13] 吴川杰, 宋海庆. 《2018 ASA/AHA 急性缺血性脑卒中患者早期管理指南》更新解读 [J]. *中国全科医学*, 2018, 21 (14): 1639-1644. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2018.00.150.
- [14] SPRATT N. Tenecteplase versus alteplase for stroke thrombolysis evaluation (TASTE) trial [EB/OL]. [2018-08-20]. <https://www.anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?id=363714>.
- [15] MUIR K. Alteplase-tenecteplase Trial Evaluation for Stroke Thrombolysis (ATTEST-2) [EB/OL]. [2018-08-21]. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02814409>.
- [16] CAMPBELL B C V. Determining the optimal dose of tenecteplase before endovascular therapy for ischaemic stroke (EXTEND-IA TNK Part 2) [EB/OL]. [2018-08-20]. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03340493>.

(收稿日期: 2018-09-23; 修回日期: 2019-01-15)

(本文编辑: 谢武英)