

12周瑜伽对健康青年女性 血压水平、血管内皮功能的影响

胡明, 洪长清

(湖北大学 体育学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 目的: 观察12周瑜伽对健康青年女性血压水平、血管内皮功能的影响。方法: 选取健康青年女性作为研究对象, 分为训练组和对照组, 每组12人, 训练组进行瑜伽训练, 3小时/天, 5天/周, 共12周; 对照组不进行任何体育活动。在训练前和训练12周后对两组进行血压相关指标(收缩压、舒张压、心率、脉压、平均动脉压); 血管内皮功能相关指标内皮素1(ET-1)、一氧化氮(NO)、内皮型一氧化氮合酶(eNOS)水平; 其他身体成分指标(体重、体脂、BMI、肌肉含量)检测。结果: 12周瑜伽训练后, 训练组舒张压水平显著下降($p < 0.05$); ET-1水平显著下降($p < 0.05$), NO、eNOS含量显著上升($p < 0.05$); 体脂百分比和BMI指数显著下降($p < 0.05$); 对照组各项指标均无显著性差异($p > 0.05$)。结论: 12周瑜伽训练可有效降低健康青年女性舒张压、ET-1水平, 提高NO、eNOS含量, 降低体脂百分比和BMI指数, 对健康青年女性血压水平、血管内皮功能有一定影响。

关键词: 瑜伽; 血压; 血管内皮功能

Effect of 12-Week Yoga on Blood Pressure Levels and Vascular Endothelial Function in Healthy Young Women

HU Ming, HONG Chang-qing

(School of Physical Education, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: Objective: To observe the effects of 12 weeks of yoga on blood pressure level and vascular endothelial function in healthy young women. Methods: Healthy young women were selected as the study subjects and divided into training groups, with 12 people in each control group, and the training group underwent yoga training for 3 hours/day and 5 days/week, a total of 12 weeks. The control group did not engage in any physical activity. Before training and after 12 weeks of training, factors related to blood pressure (systolic, diastolic, heart rate and pulse pressure) were performed; Vascular endothelial function related indexes (endothelin 1, nitric oxide, endothelial nitric oxide synthase) levels; Other body composition indicators (weight, body fat, BMI, muscle content) testing. Results: After 12 weeks of yoga training, the level of diastolic blood pressure decreased significantly ($p < 0.05$), the level of endothelin 1 decreased significantly ($p < 0.05$), the contents of NO and eNOS increased significantly ($p < 0.05$), the body fat percentage and BMI index decreased significantly ($p < 0.05$), as far as we can get that there was no obvious

difference in the matched group ($p>0.05$). Conclusion: 12 weeks of yoga training can effectively reduce diastolic blood pressure and ET1 levels, increase the content of NO and eNOS, reduce body fat percentage and BMI index in healthy young women, and have a certain effect on blood pressure level and vascular endothelial function in healthy young women.

Key words: Yoga; Blood pressure; Vascular endothelial function

瑜伽作为一种促进健康的方式在全世界范围内得到了广泛推崇, 它由体式练习 (Asana)、呼吸练习 (Pranayama) 和冥想 (Dhyana) 等部分组成。研究表明, 瑜伽可以在不同程度上改善神经内分泌系统、心血管系统、呼吸系统和血压水平, 增强免疫功能和调节心理状态^[1]。

近年来, 瑜伽被证明可以降低高血压患者的心率 (HR)^[2, 3] 和血压^[4]。学者研究发现, 心理减压干预对于降血压有较好的疗效, 瑜伽、冥想和情绪放松训练等对于降血压有一定的效果^[4, 5]。瑜伽作为心理减压措施的一种, 可以通过刺激迷走神经, 将自主神经的平衡转为以副交感神经为主^[7], 瑜伽呼吸诱导副交感神经张力增加, 从而增加 γ -氨基丁酸系统活动, 改善情绪和减轻焦虑^[8]。

内皮功能障碍在心血管疾病中起着至关重要的作用。研究表明, 有氧运动能够通过增加血流灌注量、增大血管壁的剪切应力刺激血管内皮细胞生成一氧化氮 (NO), 并能提高 NO 的生物利用度, 提高血管舒张功能, 改善血管血流灌注水平, 提高血管机能, 对维持内皮功能稳定起着关键作用^[9, 10]。与传统的有氧运动相比, 瑜伽体式包含大量肌肉等长收缩和离心收缩动作, 结合瑜伽的呼吸配合, 可使机体心血管功能受到更大的影响^[11, 12]。本研究旨在探讨 12 周瑜伽训练对健康青年女性血管内皮功能的变化, 并探讨瑜伽改善血压及血管内皮功能的可能机制, 为瑜伽的推广提供科学依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

2023 年 1 月, 以湖北大学和武汉市元泉瑜伽学院的健康青年女性为招募对象, 通过广告招募、问卷调查等方法, 共有 24 名对象入选, 被分为“训练组”和“对照组”, 每组 12 人。纳入标准: (1) 年龄为 18 ~ 45 岁的女性; (2) 身体健康, 月经规律, 无身体器质性疾病; (3) 被试者于实验前三个月内均未进行规律运动; 没有服用任何会影响自身运动表现的药物。受试者基本情况见表 1, 统计学分析, 组间无显著性差异。

表 1 受试者 (研究对象) 基本情况

	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)
训练组	27.00 ± 4.21	161.9 ± 4.38	55.48 ± 6.94
对照组	23.72 ± 7.72	162.72 ± 2.41	53.53 ± 7.59

1.2 研究方法

1) 运动方法

训练组接受瑜伽训练, 前 4 周为瑜伽基本体式学习阶段, 后 8 周为整体训练阶段, 训练时长共计 12 周。具体包括: (1) 调息冥想: 根据瑜伽老师口令进行调整, 全程采用鼻息鼻呼的方式, 保持专注, 感受自我 (5 分钟调息部分加 10 分钟冥想部分)。(2) 体式练习: 主要体式包括前屈、后弯、扭转、倒立、平衡五大类, 以循序渐进的方式进行教学, 使学生全面掌握动作要领, 要求学生在练习中保持动作连贯, 配合呼吸 (整体练习体式时长为 60 分钟)。(3) 放松休息术: 由瑜伽老师口令指导, 消除学生生理上的疲劳, 缓解心理上的压力, 放松身心 (用时 15 分钟)。具体方法如下: 本实验中的瑜伽老师为元泉瑜伽学院专业瑜伽老师, 实验地点设于元泉瑜伽学院教室 1, 对照组不进行瑜伽训练, 且不参与任何体育活动。

2) 运动强度

运动强度以受试者每次课程的平均心率来划分, 每次课程中, 受试者右手腕佩戴小米手环, 用于检测心率, 最后取受试者心率的平均值。据统计, 每次课程受试者心率基本在 120 次/分 ~ 140 次/分之间, 本次实验课程强度为中强度的有氧运动。

3) 运动频率

每周运动 10 次, 周一至周五, 上午、下午各一次, 上午运动时间段为 8:00 ~ 9:30, 下午运动时间段为 14:00 ~ 15:30, 每次运动时间为 90 分钟, 持续 12 周。在运动过程中, 由专业老师进行指导, 如若练习过程中受试者出现不适, 将立刻停止训练。

1.3 测试指标

在瑜伽训练开始的前 1 天以及训练结束后的第 2 天, 我们安排受试者在晨起空腹状态下进行血压和血液指标

的测量。

1) 血压测试

受试者在安静环境下静坐休息至少 10 ~ 15 分钟, 取坐位, 露出右臂, 衣袖卷至肩部, 伸直肘部, 手掌向上, 利用电子血压计 (欧姆龙 u10L) 完成测试。测试收缩压、舒张压、安静心率, 重复测量三次取平均值。

2) 血液测试

早晨空腹状态下, 使用 EDTA 的 5ml 抗凝管, 采肘前静脉血, 3000 转的条件下离心 15 分钟, 取上层血清, -80°C 冷冻保存使用。ET-1 采用酶联免疫法测定, 由武汉华美生物工程有限公司进行检测; NO 采用硝酸还原酶法测定, 内皮型 eNOS 采用酶联免疫法测定, 由南京建成生物工程研究所进行检测。

3) 身体成分测试

为保证数据准确性, 所有受试者在测试时不能佩戴较重的物品或饰物、双臂离身。受试者需要脱掉袜子,

保持安静, 不说话, 不移动身体。采用身体成分仪 (GAIA KIKOFMS, 韩国) 进行测定。

1.4 统计学分析

试验数值用 SPSS27.0 进行分析, 以平均数 \pm 标准差 ($\bar{X} \pm \text{SD}$) 显示, 在相同的时间内, 用独立样本 T 检验分析了不同组别的统计学差异, 而在相同组别内, 用配对样本 T 检验分析了训练前后的统计学差异。实验结果中的 $p < 0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果

2.1 12 周瑜伽训练对健康青年女性血压水平的影响

由表 2 可知, 训练组和对照组血压各项指标在训练前无显著性差异 ($p > 0.05$), 其中训练组在 12 周瑜伽训练后舒张压水平显著下降 ($p < 0.05$), 收缩压、心率、脉压、平均动脉压都有下降的趋势, 但无显著性差异 ($p > 0.05$); 所参与对照的组各项血压指标无显著性变化 ($p > 0.05$)。

表 2 12 周瑜伽训练对健康青年女性血压水平的变化

变量	对照组		训练组		对照组与训练组比	
	训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后
收缩压 SBP (mmHg)	111.22 \pm 7.98	108.22 \pm 7.44	108.81 \pm 10.25	101.90 \pm 8.68	$P > 0.05$	$P > 0.05$
舒张压 DBP (mmHg)	69.66 \pm 6.67	68.77 \pm 8.33	75.54 \pm 8.53	68.81 \pm 4.99*	$P > 0.05$	$P > 0.05$
心率 HR (bpm)	80.44 \pm 5.87	76.77 \pm 5.47	82.63 \pm 7.07	76.09 \pm 10.03	$P > 0.05$	$P > 0.05$
脉压 PP (mmHg)	41.55 \pm 8.90	39.44 \pm 9.07	33.27 \pm 5.25	33.09 \pm 7.25	$P > 0.05$	$P > 0.05$
平均动脉压 MAP (mmHg)	83.51 \pm 5.76	81.92 \pm 6.81	86.63 \pm 8.80	79.84 \pm 5.48	$P > 0.05$	$P > 0.05$

注: * $P < 0.05$, 与训练前比较。

2.2 12 周瑜伽训练对健康青年女性血清中 ET-1、NO、eNOS 水平的影响

由表 3 可知, 训练组和对照组在训练前 ET-1、NO、eNOS 水平无显著性差异 ($p > 0.05$), 12 周训练后,

训练组 ET-1 水平显著下降 ($p < 0.05$), NO、eNOS 水平显著上升 ($p < 0.05$); 对照组 ET-1、NO、eNOS 水平均没有显著性变化 ($p > 0.05$)。

表 3 12 周瑜伽训练前后健康青年女性血清中 ET-1、NO、eNOS 水平的变化

变量	对照组		训练组		对照组与训练组比	
	训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后
内皮素 1ET-1 (pg/ml)	41.85 \pm 19.69	35.25 \pm 17.27	39.33 \pm 8.76	29.50 \pm 8.75*	$P > 0.05$	$P > 0.05$
一氧化氮 NO ($\mu\text{mol/L}$)	70.16 \pm 26.00	71.12 \pm 30.18	79.28 \pm 11.06	92.99 \pm 11.73*	$P > 0.05$	$P > 0.05$
一氧化氮合酶 eNOS ($\mu\text{mol/L}$)	16.97 \pm 0.60	17.12 \pm 0.89	16.98 \pm 0.64	17.72 \pm 0.66*	$P > 0.05$	$P > 0.05$

注: * $P < 0.05$, 与训练前比较。

2.3 12 周瑜伽训练前后健康青年女性身体成分水平的影响

由表 4 可知, 训练组和对照组在训练前体重、体脂、

BMI、肌肉含量水平无显著性差异 ($p > 0.05$), 12 周训练后, 训练组体脂百分比和 BMI 指数水平显著下降 ($p < 0.05$), 对照组各项指标水平均没有显著性变化 ($p > 0.05$)。

表 4 12 周瑜伽训练前后健康青年女性身体成分水平变化

变量	对照组		训练组	
	训练前	训练后	训练前	训练后
体重 (kg)	53.53 ± 7.59	53.32 ± 7.61	55.48 ± 6.94	52.00 ± 7.20
体脂 (%)	21.91 ± 4.92	21.31 ± 4.27	23.83 ± 2.08	21.61 ± 2.08*
肌肉含量 (kg)	38.92 ± 3.13	38.62 ± 3.37	38.89 ± 3.51	38.30 ± 3.65
BMI(kg/m ²)	20.65 ± 2.42	20.25 ± 2.45	21.21 ± 1.90	19.1 ± 1.75*

注: * $P < 0.05$, 与训练前比较。

3 分析与讨论

3.1 12 周瑜伽训练对健康青年女性血压水平的影响

随着人们年龄的增长, 机体对于血压的调节能力逐渐下降。高血压患者最常见的就是收缩压的升高以及脉压差的增大, 但是高龄的老年高血压患者经常伴随着各种并发症和危险因素, 其中主要表现为患者血管内皮功能的障碍, 大动脉血管弹性的下降, 从而导致增加了动脉僵硬度^[13]。此外, 高血压患者心脏需要承受的负荷过大, 极易发生左心室肥厚, 进而导致心功能受损, 高血压也是引起心脑血管疾病的一种重要危险因素^[15, 16]。因此降低收缩压、舒张压、缩小脉压差对减少心脑血管疾病有着重要的作用。

美国心脏协会指出, 包括冥想、瑜伽、生物反馈等在内的心理减压技术对高血压管理有一定疗效^[17]。冥想是一种通过训练自我意识和精神专注力来达到内心宁静、减少心理压力的方法, 在管理高血压过程中, 瑜伽、冥想、呼吸训练以及情绪管理认知行为治疗等心理减压措施发挥了积极作用, 且不良反应较小^[18]。其中, 瑜伽、冥想和呼吸放松训练都已被证明可以有效降低血压。不同类型的瑜伽训练 (如大强度的流瑜伽和以呼吸为主的冥想瑜伽) 对降低血压的效果也有所差异。Cramer 等人^[19]的一项随机对照试验显示, 在 12 周内, 以呼吸训练为主的瑜伽具有显著的降压效果; 而在 28 周长期随访后, 特定动作姿势的瑜伽表现出更显著的效果。因此, 不同类型的瑜伽训练对于降低血压具有不同程度的影响。赵小祺^[20]等学者将孕妇作为研究对象, 对其产检时的血压、心电图等指标进行分析, 从改善心血管功能状态角度分析, 结果显示瑜伽能增强孕妇的心肺功能, 促进血液循环, 减轻心肌缺氧, 降低孕妇高血压、心肌缺血和心律失常的发生率, 可以在一定程度上改善孕妇的心血管功能状态。

近年来, 瑜伽呼吸训练也被发现是一种有效的高血压干预措施^[21]。Cornelissen 等学者的研究发现, 定期进行体育锻炼和呼吸冥想可以改善高血压^[22]。瑜伽调息练习是一种独特而灵活的呼吸练习, 它不需要特定的设

备或场所, 可以随时随地进行^[23]。这种训练包括调整呼吸速度、改变呼吸深浅、调节鼻孔大小以及采用口鼻同时吸气的技巧。其中, 交替鼻孔慢速呼吸法被证实具有显著的降压疗效。该方法中, 左鼻孔吸气、屏息、右鼻孔呼气, 然后右鼻孔吸气、屏息、左鼻孔呼气, 构成一个完整的循环。每个步骤持续 6 秒, 整个训练过程持续 30 分钟。研究表明, 交替鼻孔慢速呼吸法的降压效果优于快速呼吸法以及单纯的瑜伽或伸展动作。此外, 瑜伽中的呼吸冥想训练与药物治疗相较, 可能出现的副作用或不良反应较小, 且在降血压方面具有一定的疗效。尽管呼吸冥想训练不能完全替代药物治疗, 但它可以作为辅助疗法, 与药物治疗相结合, 共同降低高血压水平。综上所述, 现有研究证据表明瑜伽能有效改善不同人群的血压水平。

经过 12 周的瑜伽训练, 本研究发现训练组受试者的舒张压水平显著降低 ($p < 0.05$)。同时, 训练还有助于降低收缩压、心率、脉压和平均动脉压。这一结果表明, 瑜伽运动在抗高血压方面可能具有多种机制。其主要原因可能在于瑜伽运动中大量的呼吸练习和肌肉牵拉对能有效抑制与升压反应相关的因子有促进作用, 如降低血浆中的去甲肾上腺素水平和 5-羟色胺含量等激素, 这些激素与血管兴奋性紧密相关, 从而调节血管压力, 保持身体内部的动态平衡^[24]。

瑜伽训练有助于舒缓全身的紧张肌肉, 从而起到调节血管张力和平稳血压的作用^[25, 26]; 此外, 瑜伽的呼吸和冥想技巧有助于使受试者达到放松状态, 进而提高氧气供应并促进身体分解脂肪、糖和蛋白质。同时, 它还能减少外周血液循环的阻力, 并最终导致降低血压的效果。瑜伽的练习过程是一种极大的精神享受, 是一种至高的精神境界, 练习者心情放松、情绪稳定、心态平和, 这些均有助于调节血管紧张度, 从而平稳血压和降低心脏负担^[27, 28]。

同时, 脉压差的增大会造成动脉管壁弹性减低, 瑜伽练习有利于血液循环, 改善血管弹性, 从而减小脉压差, 与本研究结果一致。在练习期间, 由于在运动过程中肌

肉代谢的加速,血流加快,内皮细胞受的切应力增加,使得催化 NO 生成的酶 eNOS 表达与活动增强,从而导致了 NO 生产增多,从而改善内皮功能^[29]。这些变化不仅有利于维持血压稳定,还对整体心血管健康产生了积极的影响,并最终降低人体血压水平。

3.2 12 周瑜伽改善健康青年女性血管内皮功能的可能机制

ET-1 是迄今为止人体内最强效的收缩血管的物质,是一种内源性长效血管收缩调节因子,能有效反映其对心血管系统的调节作用。WANG JW 等人以慢性间歇性缺氧(CIH)大鼠为研究对象发现,由于慢性间歇性缺氧大鼠冠状血管中血浆 ET-1 水平和 ET 受体 A 的表达增加,可能诱发冠状动脉内皮损伤和内皮依赖性血管舒张功能障碍^[30]。有研究表明,当血浆 ET-1 水平出现增高现象时,内皮功能受损程度也同步增加,同样,动脉粥样硬化(atherosclerosis, AS)的病理状况也会相应加重。由此可见,血浆 ET-1 水平、血管内皮功能损伤程度、内皮功能障碍以及 AS 的严重程度之间呈正相关关系^[31]。

瑜伽包括了扭转、伸展、肌肉等长收缩,以及呼吸技巧和冥想。通过长期持续的练习,瑜伽可能对机体的血管功能产生积极的潜在影响,进而有助于预防代谢疾病和心血管疾病的发生^[32-34]。本研究结果显示,12 周瑜伽运动在降低 ET-1 水平上有显著性差异($P<0.05$),瑜伽运动能有效改善了受试者血清 ET-1 水平,本研究揭示了瑜伽运动对机体产生的适应性变化,特别是其对血管内皮功能的显著改善作用。本实验发现瑜伽运动可直接降低(ET-1)的含量,进而可以保护内皮细胞并修复受损的血管。这一发现为瑜伽的健康益处提供了新的科学依据。在机制层面,瑜伽运动可能通过调节受试者血液中的降压激素与升压激素水平来实现其保护作用。此外,瑜伽还可能降低体内氧自由基对血清 ET-1 的促进分泌作用,从而有效维持一氧化氮(NO)与 ET-1 之间的动态平衡。这种平衡对于保持机体内环境的稳定至关重要,它有助于降低血管的紧张程度,并最终促进血管内皮功能的改善。本研究的结果不仅增强了我们对瑜伽运动健康益处的理解,还为未来的研究提供了新的方向。通过深入探讨瑜伽运动对机体适应性变化的机制,我们有望为预防和治疗与血管内皮功能相关的疾病提供新的策略和方法。

NO 是血管功能的重要调节因子和维持内皮稳定的关键,内皮型 eNOS 诱导的 NO 生物利用率降低是血管内皮功能障碍的特征之一^[35]。研究结果显示,经过 12 周的

瑜伽训练,NO 和内皮型 eNOS 的含量显著升高($P<0.05$)。这可能是因为长期进行瑜伽运动能够有效增加血管的剪切应力,进而对血管功能产生积极的影响,这与其他学者的研究结果相一致。进一步证实了瑜伽运动对改善心血管健康的潜在作用。这些积极影响不仅可能帮助预防代谢疾病和心血管疾病,还可能对整体健康产生长远的正面效应。

瑜伽中的体位姿势和呼吸练习可能是促使内皮功能发生有利变化的关键因素。瑜伽练习分为五大体式:后弯、平衡、前屈、扭转、倒立。这些体位过程中血流量的增加可能诱导了剪切应力介导的内皮一氧化氮合酶活性的上调,可改善内皮功能。尽管存在一些固有的变化,但瑜伽姿势的两个主要组成部分是伸展和等长肌肉收缩,这两个部分都与内皮依赖性血管舒张的增强有关。在瑜伽的练习过程中,一侧的肌肉会主动收缩,而另一侧则进行伸展,这样的活动不仅能够促进主动肌的发展,还有助于减轻拮抗肌的张力,通过两侧肌肉的协同作用,可以有效恢复肌肉的弹性,促进血液流动。长期静力性的牵张练习,可使参与工作的肌肉得到牵张和放松,促使外周动脉扩张、抑制心肌收缩力、增大毛细血管通透性,以降低外周阻力、心输出量和循环血容量,从而影响血管内皮功能的变化。

3.3 12 周瑜伽改善健康青年女性身体成分的影响

长期坚持瑜伽运动,可以使脂肪代谢速度提高转换为肌肉与能量而消耗掉,进而使体重降低,起到减肥塑形的作用。另外,瑜伽练习过程中需要维持各种姿势,可以有效地锻炼身体柔韧性和平衡能力,提高身体稳定性和协调性,促进全身肌肉群的活跃,加速代谢,进一步达到减重的效果。总之,长期坚持瑜伽运动,可以帮助减重塑形,提高身体健康水平,加快新陈代谢。12 周的瑜伽训练中,训练者的基础代谢得到提升,运动能力有所增强,且长时间的瑜伽运动会加大机体对于能源的消耗,让更多的脂肪参与供能,从而降低机体脂肪含量,减轻体重,改善 BMI 水平,降低体脂率。

4 总结

综上所述,研究表明:(1)12 周瑜伽训练可影响青年女性的血压水平,显著降低舒张压水平($p<0.05$);降低收缩压、心率、脉压和平均动脉压。(2)12 周瑜伽训练可影响青年女性血管内皮功能,可能是通过降低 ET-1,增加 NO 和 eNOS 的含量来实现。(3)12 周瑜伽训练可有显著降低青年女性体脂百分比和 BMI

指数 ($p < 0.05$)。此外,本研究的研究对象为健康青年女性,瑜伽对高血压患者或不同人群是否有效降低血压,是否降低 ET-1 水平或增加 NO 的含量,结果尚未可知。因此,未来研究可以针对不同类型的人群进行深入研究,探讨瑜伽降低血压水平和改善血管内皮功能的效应和机制,并为未来的健康促进和疾病预防提供有力支持。

参考文献

- [1] 陈士强. 瑜伽的生理心理功效研究进展 [J]. 中国运动医学杂志, 2012, 31 (8): 740-745.
- [2] Cramer H, Lauche R, Haller H, et al. Effects of yoga on cardiovascular disease risk factors: a systematic review and meta-analysis [J]. International journal of cardiology, 2014, 173 (2): 170-183.
- [3] Krishna B H, Pal P, Pal G K, et al. Effect of yoga therapy on heart rate, blood pressure and cardiac autonomic function in heart failure [J]. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 2014, 8 (1): 14.
- [4] Wolff M, Sundquist K, Larsson Lönn S, et al. Impact of yoga on blood pressure and quality of life in patients with hypertension—a controlled trial in primary care, matched for systolic blood pressure [J]. BMC cardiovascular disorders, 2013, 13: 1-9.
- [5] Wu Y, Johnson B T, Acabchuk R L, et al. Yoga as antihypertensive lifestyle therapy: a systematic review and meta-analysis [C] // Mayo Clinic Proceedings. Elsevier, 2019, 94 (3): 432-446.
- [6] Park S H, Han K S. Blood pressure response to meditation and yoga: a systematic review and meta-analysis [J]. The journal of alternative and complementary medicine, 2017, 23 (9): 685-695.
- [7] Innes K E, Bourguignon C, Taylor A G. Risk indices associated with the insulin resistance syndrome, cardiovascular disease, and possible protection with yoga: a systematic review [J]. The Journal of the American Board of Family Practice, 2005, 18 (6): 491-519.
- [8] Streeter C C, Gerbarg P L, Saper R B, et al. Effects of yoga on the autonomic nervous system, gamma-aminobutyric-acid, and allostasis in epilepsy, depression, and post-traumatic stress disorder [J]. Medical hypotheses, 2012, 78 (5): 571-579.
- [9] 朱欢, 高炳宏. 有氧运动对人体微血管反应性的作用及机制研究进展 [J]. 生命科学, 2020, 32 (8): 855-863.
- [10] 李苏宁, 陈祚, 王增武, 等. 我国老年人高血压现状分析 [J]. 中华高血压杂志, 2019, 27 (2): 140-148.
- [11] Kim S, Ju S. Elderly-customized hatha yoga effects on the vascular inflammation factors of elderly women [J]. J Phys Ther Sci. 2017, 29 (10): 1708-1711.
- [12] Stephens I. Medical Yoga Therapy [J]. Children (Basel), 2017, 4 (2): 12.
- [13] 潘颖, 赵彦, 马晓缓, 等. 血流限制伴小强度抗阻运动对低体重女性骨骼肌微循环、神经肌肉激活及主观疲劳的影响 [J]. 中国运动医学杂志, 2019, 38 (8): 677-684.
- [14] 高渊, 牟建军. 高血压合并左心室肥厚的危害及逆转的临床意义 [J]. 中华高血压杂志, 2016, 24 (10): 906-909.
- [15] 王少六. 高血压病的危害及防治 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2000 (3): 182-184.
- [16] 王艳霞, 刘海斌, 刘波, 等. 运动对动脉内皮功能的调控及血流剪切力的介导作用 [J]. 北京生物医学工程, 2017, 36 (6): 639-647.
- [17] Brook R D, Appel L J, Rubenfire M, et al. Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American Heart Association [J]. Hypertension, 2013, 61 (6): 1360-1383.
- [18] 张婷, 谢涛, 邓远嘉, 等. 心理减压措施对高血压患者血压影响的Meta分析 [J]. 中国预防医学杂志, 2021, 22 (11): 819-826.
- [19] Cramer H, Sellin C, Schumann D, et al. Yoga in arterial hypertension: A three-armed, randomized controlled trial [J]. Deutsches Ärzteblatt International, 2018, 115 (50): 833.
- [20] 赵小祺, 王春光, 宋玉霞, 等. 瑜伽训练对妊娠中、晚期孕妇心电图及血压的影响 [J]. 中国运动医学杂志, 2015, 34 (6): 529-533.
- [21] Cramer H, Sellin C, Schumann D, et al. Yoga in arterial hypertension: A three-armed, randomized controlled trial [J]. Deutsches Ärzteblatt International, 2018, 115 (50): 833.
- [22] Cornelissen V A, Smart N A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis [J].

- Journal of the American heart association, 2013, 2 (1) : e004473.
- [23] Hagins M, Selfe T, Innes K. Effectiveness of yoga for hypertension: systematic review and meta-analysis [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013, 2013.
- [24] 许晓仪. 瑜伽运动对更年期女性身心状态影响的实证研究 [D]. 南京: 南京体育学院, 2022.
- [25] Krishna B H, Pal P, Pal G K, et al. Effect of yoga therapy on heart rate, blood pressure and cardiac autonomic function in heart failure [J]. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 2014, 8 (1) : 14.
- [26] Miles S C, Chun-Chung C, Hsin-Fu L, et al. Arterial blood pressure and cardiovascular responses to yoga practice [J]. Altern Ther Health Med, 2013, 19 (1) : 38-45.
- [27] Fazekas I. Edgar Cayce and the Yoga Sutras: Uniting Body, Mind and Spirit [M]. ARE Press, 2008.
- [28] E A B, Chin-Po Y P, Powell H K, et al. The effects of mindfulness-based yoga during pregnancy on maternal psychological and physical distress [J]. Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal nursing, 2009, 38 (3).
- [29] 文才新, 江超, 吴友良, 等. 广场舞与健步走对中老年女性心血管功能影响的对比 [J]. 河南师范大学学报 (自然科学版), 2020, 48 (1) : 109-117.
- [30] Wang J W, Li A Y, Guo Q H, et al. Endothelin-1 and ET receptors impair left ventricular function by mediated coronary arteries dysfunction in chronic intermittent hypoxia rats [J]. Physiological reports, 2017, 5 (1) : e13050.
- [31] Tkaczyk M, Czupryniak A, Owczarek D. et al. Markers of endothelial dysfunction in children with idiopathic nephrotic syndrome [J]. American Journal of Nephrology, 2008, 28 (2) : 197-202.
- [32] Kim S, Ju S. Elderly-customized hatha yoga effects on the vascular inflammation factors of elderly women [J]. Journal of physical therapy science, 2017, 29 (10) : 1708-1711.
- [33] Stephens I. Medical yoga therapy [J]. Children, 2017, 4 (2) : 12.
- [34] Hunter D S, Tarumi T, Dhindsa S M, et al. Hatha yoga and vascular function: Results from cross-sectional and interventional studies [J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2013, 17 (3).
- [35] 王贵平, 张庆, 万忠晓, 等. 瑜伽对健康女性青年炎症反应及血管内皮功能的急性影响 [J]. 中国运动医学杂志, 2020, 39 (10) : 764-771.