

八段锦运动干预对 MS 患者同型半胱氨酸的影响

郑夏夏,林家仕

(集美大学体育学院,福建 厦门 361021)

摘要:研究不同水平同型半胱氨酸的代谢综合征(MS)患者在进行24周八段锦运动干预后血同、血脂、血压和血糖等危险因素改善效果,明确八段锦作为运动治疗手段对代谢综合征的干预作用。以90名代谢综合征患者为研究对象,按照患者同型半胱氨酸(Hcy)水平分为非HHcy组、轻度HHcy组和中度HHcy组,并以配对样本 t 检验对各组运动干预前后的数据做相关比较分析。结果表明:(1)对于MS患者,24周的八段锦运动干预,均不同程度改善该人群的Hcy水平和相关指标;(2)MS患者Hcy含量低于 $15\mu\text{mol/L}$ 时,FBG、TG、TC、HDL-C、LDL-C等指标均有显著性差异,Hcy含量大于 $15\mu\text{mol/L}$ 时,FBG、TG、TC指标无显著性差异。结论:(1)24周的八段锦运动干预可以使得MS患者Hcy水平显著改善,降低代谢综合征相关风险因素的影响,其中Hcy含量越低改善效果越显著;(2)同型半胱氨酸 $10\mu\text{mol/L}\sim 15\mu\text{mol/L}$ 是高风险临界值,关注MS患者的Hcy水平,及时控制同型半胱氨酸水平,对延缓和防控MS患者的病情进一步恶化及防止其他相关并发症的发生具有重要价值。

关键词:八段锦;代谢综合征;同型半胱氨酸;高同型半胱氨酸血症;运动干预

中图分类号:G 804.22

文献标识码:A

文章编号:1007-7413(2022)06-0062-08

Effect of Baduanjin Exercise Intervention on Homocysteine In MS Patients

ZHENG Xia-xia, LIN Jia-shi

(College of Physical Education, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Objective: To study and compare the improvement effect of Baduanjin Exercise Intervention on blood homocysteine, blood lipid, blood pressure, blood glucose and other risk factors of metabolic syndrome (MS) patients with different levels of homocysteine for 24 weeks, and to clarify the therapeutic effect of Baduanjin as a means of exercise therapy on metabolic syndrome. Methods: 90 patients with metabolic syndrome were divided into non HHcy group, mild HHcy group and moderate HHcy group according to the level of homocysteine (Hcy). The data before and after exercise intervention were compared and analyzed by paired sample t -test. The results showed that: after exercise intervention, there were significant differences in body weight, body mass index, HDL-C, LDL-C and Hcy of MS patients in each group ($P < 0.01$); There were significant differences in FBG, TC and TG between non HHcy and mild HHcy groups. Conclusion: 24 weeks exercise intervention can significantly improve the Hcy level of MS patients. When the Hcy level is higher than $15\mu\text{mol/L}$, the improvement of FBG, TC and TG was not obvious. Therefore, the changes of homocysteine in MS patients should be paid more attention to prevent the patients from getting worse and the related complications.

Key words: Baduanjin; metabolic syndrome; homocysteine; hyperhomocysteinemia; exercise intervention

目前,心血管疾病仍然是世界范围内危害人体健康的主要疾病。及早识别预防和治疗主要心血管危险因素无疑是亟待实现的首要目标,而代谢综合征和高同型半胱氨酸血症都是目前公认的心血管危险因素^[1]。同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)简称血同,

是一种含有硫醇的氨基酸,是必需氨基酸蛋氨酸代谢途径的中间产物^[2]。研究发现,Hcy水平为 $14.3\mu\text{mol/L}$ 或更高,全因死亡率为54%,心血管死亡率为52%^[3]。Hcy每增加 $5\mu\text{mol/L}$,心血管疾病患病风险增加约20%;Hcy每降低 $5\mu\text{mol/L}$ 脑卒中

收稿日期:2021-04-09

基金项目:福建省科技厅创新战略研究项目(2020R0068);教育部人文社科规划项目(20YJA890014)

作者简介:郑夏夏(1992—),女,福建福安人,在读研究生。研究方向:运动人体科学。

林家仕(1980—),男,福建连江人,教授,博士。研究方向:体力活动与运动健康风险评估。(通信作者)

风险降低24%,缺血性心脏病风险降低16%。^[4]多种因素可导致血同水平的蓄积,形成了高同型半胱氨酸血症(hyperhomocysteinemia, HHcy),简称高血同。高血同可反映机体甲基化状态的异常,损伤细胞、组织、器官,与高血糖、高血压一样,是判定健康风险的重要指标之一^[5]。代谢综合征(Metabolic syndrome, MS)是以一系列代谢紊乱为特征的疾病,包括腹型肥胖、高血压、高脂血症、高血糖和胰岛素抵抗等^[6]。研究表明高血同合并代谢综合征及各危险因素时糖尿病周围血管病变发生的风险会高于单一危险因素^[7]。

运动疗法在心血管等疾病的治疗和预防中有着重要的地位。有氧运动通过降低低密度脂蛋白(LDL)、甘油三酯含量和提高高密度脂蛋白(HDL)含量来降低代谢性疾病的患病风险。同时运动会引起蛋白质和氨基酸的变化进一步证明运动可以改变同型半胱氨酸水平。随着运动疗法的进行,八段锦作为我国强身健体的保健功法,注重意识引导、呼吸与精神放松,并且强调意念结合、气血结合。具有长时间有氧方式和动静结合等运动特点,它既能强健体魄、调控情绪,又可促进慢病的康复^[8]。血糖、血压、血脂等代谢综合征独立危险因素均可通过积极的运动干预治疗而消除,然而鲜有运动干预实验关注代谢综合征患者的血同水平。只有全方面的评估,才能有效延缓或防止代谢综合征的患者发生其他病变的风险。因此本文根据MS患者的同型半胱氨酸(Hcy)水平将MS患者分为非HHcy组、轻度HHcy组、中度HHcy组,其中轻度HHcy组和中度HHcy组为同时患有代谢综合征和高同型半胱氨酸血症,通过24周的八段锦运动干预后对各组的血同、血压、血脂和血糖等代谢综合征危险因素进行分析比较,探讨同型半胱氨酸与血液生化指标等代谢综合征风险因素关系以及八段锦作为代谢综合征治疗的主要运动疗法的意义,为高血同合并代谢综合征的防治提供运动干预和治疗依据。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

选取2019年6月至2020年6月参加厦门市体医融合示范社区项目的代谢综合征患者90例,均符合2013年中华医学会糖尿病学分会(2013 Chinese Diabetes Society, CDS 2013)的诊断标准。符合以下3项及以上者即可诊断:(1)腹型肥胖:男性腰围 ≥ 90

cm,女性腰围 ≥ 85 cm;(2)高血糖:FPG ≥ 6.1 mmol/L或餐后2 h血糖 ≥ 7.8 mmol/L和/或已确诊为糖尿病并接受相应治疗者;(3)高血压:血压 $\geq 130/85$ mmHg和/或已确诊为高血压并接受相应治疗者;(4)空腹TG ≥ 1.70 mmol/L;(5)空腹HDL-C < 1.04 mmol/L。

剔除标准:期间未按规定坚持锻炼或同时参加其他运动者;运动干预期间因突发其他疾病或原有疾病加重等原因,中途停止接受运动干预者。

1.2 研究对象分组

本文分组参考高同型半胱氨酸血症专家诊疗共识^[5]将成人高血同(血同 $> 10\mu\text{mol/L}$)划分为轻度($10 \sim 15 \mu\text{mol/L}$)、中度($15 \sim 30\mu\text{mol/L}$)和重度($> 30 \mu\text{mol/L}$)。根据Hcy水平将研究对象分为三组:血浆Hcy含量 $\leq 10 \mu\text{mol/L}$ 为非HHcy组(无高同型半胱氨酸血症的代谢综合征患者);血浆Hcy含量 $10 \sim 15 \mu\text{mol/L}$ 为轻度HHcy组(轻度高同型半胱氨酸血症合并代谢综合征);血浆Hcy含量 $15 \sim 30 \mu\text{mol/L}$ 为中度HHcy组(中度高同型半胱氨酸血症合并代谢综合征),因重度高同型半胱氨酸血症患者运动风险过高不适宜进行运动干预,故不设定重度HHcy组(表1)。

表1 研究对象分组

组别	Hcy 含量	症状
非 HHcy	$\leq 10 \mu\text{mol/L}$	代谢综合征
轻度 HHcy	$10 \sim 15 \mu\text{mol/L}$	轻度高同型半胱氨酸血症 + 代谢综合征
中度 HHcy	$15 \sim 30 \mu\text{mol/L}$	中度高同型半胱氨酸血症 + 代谢综合征

1.3 研究方法

1.3.1 指标测量

在受试者干预前和干预后,分别对患者所有指标进行测量。基本情况调查:对受试者进行问卷调查,收集个人基本信息、个人嗜好、既往病史等。由专业的医务人员进行基本的病史询问,包括高血压、糖尿病、高脂血症和冠心病病史等。按照标准的体检方法测量身高、体重、体质量指数、腰围、臀围、血压等。

受试者测定前日22时后禁食禁水,空腹10小时后于测试日清晨采集5ml静脉血,室温静置30min,3 000r/min离心10min后提取血清。采用贝克曼库尔特全自动生化分析仪(型号:AU680,US)检测Hcy含量、空腹血糖(Fasting blood glucose, FBG)含量及

血脂 4 项,即高密度脂蛋白胆固醇(High-Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(Low-Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)、总胆固醇(Total Cholesterol, TC)、甘油三酯(Triglyceride, TG)。检测过程严格按照临床检验的规范。

1.3.2 运动方案

受试者进行八段锦运动干预,全套功法分八式:双手托天理三焦;左右开弓似射雕;调理脾胃须单举;五劳七伤往后瞧;摇头摆尾去心火;双手攀足固肾腰;攒拳怒目增气力;背后七颠百病消;起势和收功。动作要领参照《中国传统保健体育与养生》^[9],并由集美大学体育学院武术教授进行动作指导。

身体活动指南(The American College of Sports Medicine, ACSM)^[10]界定:1~3 METs 为低强度体力活动,3~5.9 METs 为中等强度体力活动, ≥ 6 METs 为大强度体力活动。由《身体活动汇编》^[11]可知八段锦健身气功为 3 METs 的中等强度运动。受试者每周进行习练不少于 3 次,共计至少 150min 的中等强度的有氧运动推荐量进行练习,集中习练或个人锻炼,并且使用华为运动手环和健身日记本记录每日运动强度及训练量,疗程为 24 周。每周集中习练均有专职教练指导,专业医务人员进行实施监督,工作人

员采用 GT3X 能量检测仪、华为运动手环 3 系列和 Borg 评分量表实施监控运动强度,使得监控心率不超过目标心率。

1.4 数据统计分析

采用 SPSS26.0 统计软件进行统计学分析。对实验数据进行正态分布检验,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。按照 MS 患者的 Hcy 水平分组,组间连续变量的比较采用单因素方差分析方法,各组干预前后比较用配对样本 *t* 检验;应用 pearson 相关系数作线性相关分析。 $P < 0.05$ 表示具有统计学显著性意义, $P < 0.01$ 表示具有非常显著性意义。

2 研究结果

2.1 研究对象的基本情况

本研究共纳入 90 例代谢综合征患者,平均年龄为 51.82 ± 5.98 ,其中 69% 的患者为高血同合并代谢综合征患者。研究对象按照 Hcy 水平进行三分组统计可以看出,随着 Hcy 水平的升高,年龄越来越大($P = 0.046$)、BMI 指数越来越高($P < 0.001$),高密度脂蛋白越低($P < 0.01$),腰围越高($P = 0.001$),男性人数占比越高($P = 0.002$)(表 2)。

表 2 研究对象按同型半胱氨酸分级描述

Hcy 分组	年龄	体重指数	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	FBG(mmol/L)
非 HHcy(28 例)	51.00 \pm 5.86	22.54 \pm 2.45	118.07 \pm 16.95	74.32 \pm 12.49	6.07 \pm 1.46
轻度 HHcy(48 例)	51.31 \pm 6.17	25.16 \pm 2.52	124.83 \pm 15.85	78.50 \pm 11.90	6.35 \pm 2.43
中度 HHcy(14 例)	55.21 \pm 4.58	26.99 \pm 2.89	127.50 \pm 16.47	79.07 \pm 9.68	6.40 \pm 1.89
<i>P</i> 值	0.046	0.001	0.127	0.278	0.833

Hcy 分组	HDL-C(mmol/L)	LDL-C(mmol/L)	TG(mmol/L)	TC(mmol/L)	腰围(cm)
非 HHcy(28 例)	1.55 \pm 0.52	3.46 \pm 0.89	1.52 \pm 0.78	5.44 \pm 1.07	79.03 \pm 7.32
轻度 HHcy(48 例)	1.12 \pm 0.33	3.47 \pm 1.09	2.10 \pm 1.42	5.29 \pm 1.21	83.87 \pm 14.59
中度 HHcy(14 例)	1.11 \pm 0.21	3.54 \pm 1.16	1.75 \pm 0.83	5.20 \pm 1.20	94.55 \pm 12.16
<i>P</i> 值	0.001	0.977	0.111	0.785	0.001

Hcy 分组	同型半胱氨酸 ($\mu\text{mol/L}$)	性别 [例(%)]	
		男	女
非 HHcy(28 例)	8.54 \pm 1.01	7(25%)	21(75%)
轻度 HHcy(48 例)	12.29 \pm 1.44	27(56%)	21(44%)
中度 HHcy(14 例)	18.55 \pm 4.06	11(78.5%)	3(21%)
<i>P</i> 值	0.001	0.002	

注:FBG:空腹血糖;TG:甘油三酯;TC:总胆固醇;HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇;LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇。

2.2 不同组别干预前后身体形态及血压变化分析

表3显示,八段锦运动干预24周后,非HHcy、轻度HHcy和轻度HHcy的代谢综合征患者体重、体重指数均有显著性下降($P < 0.05$)。各分组腰围和血压均有下降趋势,非HHcy组腰围和血压具有显著性

差异($P < 0.05$),轻度HHcy组和轻度HHcy的代谢综合征患者腰围和血压差异无统计学意义($P > 0.05$),由此可见八段锦运动对单纯的代谢综合征患者在身体形态变化和血压变化上较高血同合并代谢综合征患者效果明显。

表3 不同组别干预前后血压、身体形态指标变化情况一览表

指标(单位)	非 HHcy		轻度 HHcy		中度 HHcy	
	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
身高(cm)	161.07 ± 4.86	161.00 ± 4.93	165.57 ± 7.35	165.59 ± 7.35	171.25 ± 8.18	171.27 ± 8.23
体重(kg)	58.44 ± 6.79	57.95 ± 6.90**	69.33 ± 10.68	68.26 ± 10.72**	79.47 ± 12.26	78.11 ± 12.9**
体重指数	22.54 ± 6.90	22.37 ± 2.48*	25.16 ± 2.52	24.76 ± 2.55**	26.99 ± 2.89	26.52 ± 3.24**
腰围(cm)	79.04 ± 7.32	77.53 ± 6.89*	83.86 ± 14.59	84.42 ± 9.37	94.55 ± 12.17	93.96 ± 11.33
收缩压(mmHg)	118.07 ± 16.95	113.86 ± 13.69**	124.83 ± 15.85	123.31 ± 12.78	127.50 ± 16.47	123.40 ± 13.71*
舒张压(mmHg)	74.32 ± 12.49	70.94 ± 11.23	78.50 ± 11.90	79.21 ± 11.87	79.07 ± 9.67	86.93 ± 24.8

注: *表示各组运动干预后与干预前相比呈显著性差异, $P < 0.05$; **表示各组运动干预后与干预前相比呈非常显著性差异, $P < 0.01$ 。

2.3 不同组别运动干预前后生化指标变化分析

由表4可见,八段锦运动干预24周后,非HHcy、轻度HHcy和轻度HHcy的代谢综合征患者同型半胱氨酸含量分别平均下降了7.7%、5.5%和13.5%($P < 0.01$)。各组代谢综合征患者的TC、TG、LDL-C

和空腹血糖指标都出现了下降趋势,HDL-C也出现了改善趋势。非HHcy和轻度HHcy组干预前后血液指标均有显著性的统计学意义,而轻度HHcy的MS患者空腹血糖、TC和TG指标没有显著的统计学意义($P > 0.05$)。

表4 不同组别运动干预前后血糖、血脂和血同差值变化情况一览表

指标(单位)	非 HHcy		轻度 HHcy		中度 HHcy	
	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
FBG(mmol/l)	6.07 ± 1.46	5.81 ± 1.36*	6.35 ± 2.42	6.04 ± 2.08**	6.39 ± 1.89	6.23 ± 1.72
TG(mmol/l)	1.52 ± 0.78	1.29 ± 0.58**	2.11 ± 1.42	1.69 ± 0.94**	1.75 ± 0.83	1.67 ± 0.78
TC(mmol/l)	5.44 ± 1.07	5.14 ± 0.88**	5.29 ± 1.21	5.04 ± 1.24**	5.20 ± 1.20	5.17 ± 1.12
HDL-C(mmol/l)	1.55 ± 0.51	1.64 ± 0.53*	1.10 ± 10.33	1.21 ± 0.34**	1.11 ± 0.21	1.26 ± 0.23**
LDL-C(mmol/l)	3.46 ± 0.89	3.14 ± 0.69**	3.47 ± 1.10	3.14 ± 1.02**	3.54 ± 1.16	3.20 ± 1.00**
Hey(μmol/l)	8.53 ± 1.01	7.87 ± 1.12*	12.28 ± 1.44	11.6 ± 2.06**	18.56 ± 4.07	16.04 ± 4.03**

注: *表示各组运动干预后与干预前相比呈显著性差异, $P < 0.05$; **表示各组运动干预后与干预前相比呈非常显著性差异, $P < 0.01$ 。

2.4 运动干预前代谢综合征患者血浆同型半胱氨酸与体成分、血脂和血糖等风险因素的相关性

表5显示,运动干预前血浆同型半胱氨酸与BMI和

HDL-C呈显著相关,相关系数为0.370、-0.334,其在轻度HHcy组HDL-C也呈显著负相关,而与TC、TG、FBC、LDL-c和血压均无显著的相关性(表6,表7)。

表 5 不同组别运动干预前后血糖、血脂和血同差值情况一览表

指标(单位)	非 HHcy	轻度 HHcy	中度 HHCY
FBG(mmol/l)	0.26 ± 0.39	0.30 ± 0.58	0.17 ± 0.34
TG(mmol/l)	0.23 ± 0.33	0.41 ± 0.74	0.22 ± 0.54
TC(mmol/l)	0.30 ± 0.46	0.25 ± 0.54	0.32 ± 0.56
HDL - C(mmol/l)	-0.089 ± 0.18	-0.117 ± 0.134	-0.160 ± 0.221
LDL - C(mmol/l)	0.32 ± 0.58	0.33 ± 0.43	0.47 ± 0.69
Hcy(μmol/l)	0.67 ± 1.13	0.68 ± 2.01	2.52 ± 3.63 ^{###}

注: * 表示各组运动干预后与干预前相比呈显著性差异, $P < 0.05$; * * 表示各组运动干预后与干预前相比呈非常显著性差异, $P < 0.01$ 。

表 6 MS 患者血浆同型半胱氨酸与 MS 相关指标的相关性

项目	BMI	TC	TG	FBC	LDL - C	HDL - C
r 值	0.370*	-0.079	0.084	-0.013	-0.001	-0.334*
P 值	<0.010	0.458	0.432	0.913	0.992	0.001

注: * 表示各组运动干预后与干预前相比呈显著性差异, $P < 0.05$ 。

表 7 不同组别血浆同型半胱氨酸与 MS 风险因素的相关性

项目	非 HHcy		轻度 HHcy		中度 HHCY	
	r	P	r	P	r	P
BMI	-0.32	0.096	0.100	0.500	-0.334	0.244
腰围	-0.139	0.480	0.212	0.147	-0.280	0.333
FBC	-0.287	0.139	-0.084	0.568	-0.146	0.619
TC	0.013	0.946	-0.137	0.353	0.048	0.872
TG	-0.260	0.181	0.14	0.344	-0.010	0.973
HDL - C	-0.054	0.785	-0.314	0.030*	0.248	0.393
LDL - C	-0.053	0.787	-0.090	0.544	0.017	0.953
SBP	0.228	0.243	0.043	0.770	-0.041	0.890
DBP	-0.128	0.516	0.000	0.998	-0.119	0.686

注: * 表示各组运动干预后与干预前相比呈显著性差异, $P < 0.05$;

3 讨论

3.1 同型半胱氨酸水平和代谢综合征的影响

事实上,高同型半胱氨酸血症(HHcy)会降低一氧化氮的生物利用度和内皮功能障碍,有利于氧化应激,所有这些都增加个体对动脉粥样硬化和血栓形成过程的易感性。^[12]同型半胱氨酸因具有直接引起

血管内皮损害、促进氧化 LDL 形成、血小板集聚及血管平滑肌细胞增殖等作用而促发动脉粥样硬化的发生。^[13]冠心病、脑血管疾病及外周血管疾病的危险性随体内 Hcy 水平的升高而明显升高。同时,研究还发现糖尿病会导致患者体内 Hcy 水平升高,其可能与糖尿病患者因胰岛素缺乏而导致蛋白合成减少、Hcy 代谢相关的酶活性下降及合成 Hcy 的辅助因子减少等有关。^[6]目前国内外的研究已经证实了与无代谢综合征的慢病患者相比代谢综合征患者血浆同

型半胱氨酸水平明显升高。虽然在一项长达4.8年的随访实验中分析的受试者Hcy水平和代谢综合征水平的研究中没有直接发现Hcy水平和MS发生率之间的关联,但是发现了Hcy水平与高血压的关联,同时也表明代谢综合征会伴随着高同型半胱氨酸,特别是在肥胖的受试者中^[14]。本研究中对不同Hcy水平的代谢综合征患者进行分组后,随着Hcy水平的升高也发现受试者的年龄、BMI、腰围和男性的占比也越来越高。

同时高同型半胱氨酸和代谢综合征关键节点在于胰岛素抵抗,胰岛素抵抗影响着代谢综合征患者中的同型半胱氨酸水平。Framingham后代队列的研究^[15]发现,空腹胰岛素水平升高与空腹Hcy显著相关,即使调整了几个重要的混杂因素后也是如此。同时他也发现Hcy和代谢综合征的联系主要是由于BMI加强,肥胖会导致胰岛素抵抗,这是与高同型半胱氨酸血症相关的一个主要因素^[16]。我们的研究也发现,与非HHcy的代谢综合征患者相比,高血同合并代谢综合征患者BMI水平最高,HDL-C最低,同时通过相关线性分析出同型半胱氨酸水平与代谢综合征患者的BMI、HDL-C显著相关。

HHcy和代谢综合征共存时对人体健康的危害性更大,如Shasha Yu^[17]通过研究6 837名东北农村居民左心室肥厚(LVH)横断面数据后,发现HHcy单独与中国东北农村地区左室肥厚的风险增加有关。而HHcy和MS共存组与非HHcy和非MS组以及HHcy或MS单独组相比,对LVH的交互作用最大。结果表明,单独的HHcy和单独的MS都增加了东北农村普通人群患LVH的风险。HHcy和MS的结合导致左心室肥厚的风险最大。此外已有研究证实,以高同型半胱氨酸为特征的H型高血压中风的风险更高。Hana Moon^[18]通过研究19311名韩国成年人患慢性肾病(CKD)的影响后发现,HHcy和MS的结合增加了韩国成年人的CKD风险。在HHcy和MS各组分的组合中,HHcy和中心性肥胖并存对CKD的影响最大。Ji Yeon Kang^[19]的研究中发现根据同型半胱氨酸水平预测心血管疾病会受代谢综合征的影响。所以将同型半胱氨酸水平纳入一级预防临床筛查的可行性值得进一步研究。因此,在研究运动对代谢综合征患者影响的应该同时考虑同型半胱氨酸的影响。不仅要关注代谢综合征相关风险因素,还应认识到降低HHcy的重要性。

3.2 运动对代谢综合征和同型半胱氨酸的影响

有氧运动对预防和改善代谢综合征具有显著的作用,其可修正代谢综合征的炎症反应,并且在降血压和血脂的方面具有显著优势。但关于运动的持续时间和强度,可能会对Hcy水平产生不同的影响。不同强度的运动可以使体内Hcy水平升高或者降低,中等强度的运动使体内蛋氨酸水平下降、内源性蛋氨酸合成增加,从而减少同型半胱氨酸蓄积、降低其血浆浓度。Gelecek^[20]等人发现,24周的步行训练(步行速度6.4~7.0公里/小时,每次30分钟,每周3次)不会改变健康青年受试者的Hcy水平。Boreham^[21]等研究短时间爬楼梯训练对久坐不动年轻女性心肺功能、血脂和同型半胱氨酸的影响中发现,在每天2~9分钟(90步/分钟)的8周爬楼梯运动后,最大摄氧量(VO₂max)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)浓度产生显著性变化,而Hcy水平没有显著变化。DEMINICE^[22]等人对急性运动后血液同型半胱氨酸水平的研究中发现急性运动会增加血浆同型半胱氨酸浓度,多项研究假设,运动引起的蛋白质分解代谢增加是血浆同型半胱氨酸浓度升高的原因之一。因此,急性运动引起的Hcy升高不会导致高同型半胱氨酸血症,也不会增加患心血管疾病的风险。

目前有氧运动对Hcy的影响很难达成共识。一些研究结果表明,长期有氧运动和抗阻运动后Hcy水平降低。Vitor^[23]等人研究表明,与未携带艾滋病病毒的人相比,携带艾滋病病毒(PLHIV)的人体内同型半胱氨酸浓度和氧化应激水平升高。通过16周的联合训练计划(CTE)对PLHIV的氧化应激和同型半胱氨酸浓度的影响,CTE(CTE包括有氧和力量训练,为期16周,每周3次)能够降低升高的同型半胱氨酸浓度,增强PLHIV合并高同型半胱氨酸血症的氧化还原平衡,从而降低他们的心血管风险。Keyvan^[24]等人研究8周联合训练对久坐不动的健康中年男性某些心血管危险因素的影响中也发现了通过降低血浆IL-6和同型半胱氨酸水平,提高脂联素水平,联合有氧耐力运动训练可以改善中年健康受试者的心血管风险。一项Meta分析研究表明^[25],规律的阻力运动可以降低血浆Hcy浓度,这是由运动计划引起的骨骼肌周转增加,从而降低了蛋氨酸的利用率。根据循证医学,有氧运动可能比阻力运动更有利于高血压患者。^[26]研究发现,循环内皮祖细胞(EPC)被用作血管功能的生物标志物,同时衰老、糖尿病、高血压、高胆固醇血症和慢性疾病会对内皮祖细胞的数量和功能产生显著的负面影响。在CHOI JK^[27]的研究

中,志愿者在 28 天内每天进行长达 1 小时的常规有氧锻炼后,发现规律的有氧运动训练可以增加 EPC - CFU 的数量,降低同型半胱氨酸水平,从而降低患心血管疾病的风险。故而,有氧运动应是代谢综合征和高同型半胱氨酸血症的首选运动。

4 结论与建议

(1)通过 24 周的八段锦运动干预可以引起 MS 患者 Hcy 水平显著改善,降低代谢综合征相关风险因素的影响,其中 Hcy 含量越低改善效果越显著。

(2)就代谢综合征患者而言,在进行运动干预治疗时关注 MS 相关风险因素指标变化的同时,更应注重 Hcy 指标的变化。同型半胱氨酸 $10 \mu\text{mol/L} \sim 15 \mu\text{mol/L}$ 是高风险临界值,关注并及时控制 MS 患者的同型半胱氨酸水平,对延缓和防控 MS 患者的病情进一步恶化及防止其他相关并发症的发生具有重要价值。

参考文献

- [1] C. ,CATENA,G. Elevated Homocysteine Levels Are Associated with the Metabolic Syndrome and Cardiovascular Events in Hypertensive Patients[J]. American Journal of Hypertension, 2014, 28(7) : 50-943.
- [2] NYGRD O, VOLLSET SE, REFSUM H, et al. Total Plasma Homocysteine and Cardiovascular Risk Profile. the Hordaland Homocysteine Study[J]. Jama the Journal of the American Medical Association, 1995, 274(19) : 1526-1533.
- [3] SELHUB J, JACQUES PF, DALLAL G, et al. The Use of Blood Concentrations of Vitamins and Their Respective Functional Indicators to Define Folate and Vitamin B12 Status. [J]. Food & Nutrition Bulletin, 2008, 29(2) : 67-73.
- [4] HUMPHREY LL, FU R, ROGERS K, et al. Homocysteine Level and Coronary Heart Disease Incidence: a Systematic Review and Meta - analysis. [J]. Mayo Clinic Proceedings, 2008, 83(11) : 1203-1212.
- [5] 孔娟. 高同型半胱氨酸血症诊疗专家共识[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2020,7(3) : 283-288.
- [6] ESTEGHAMATI A, ZANDIEH A, KHALILZADEH O, et al. Clustering of Metabolic Syndrome Components in a Middle Eastern Diabetic and Non - diabetic Population[J]. Diabetology and Metabolic Syndrome, 2010, 2(1) : 36.
- [7] 刘畅,王英南,李桂芳,等. 高同型半胱氨酸血症合并代谢综合征对 2 型糖尿病周围血管病变的影响[J]. 河北医学, 2018,24(262) : 630-633.
- [8] 朱媛媛,郭海英. 八段锦在慢病康复中的应用及其机制探讨[J]. 按摩与康复医学,2019(10) : 64-66.
- [9] 虞定海,郭毅,林北生. 中国传统保健体育与养生[M]. 上海:上海科学技术出版社,2001 :421-424.
- [10] BUSHMAN BA. Physical Activity Guidelines for Americans [J]. Acsm's Health & Fitness Journal, 2019, 23(3) : 5-9.
- [11] 洪金涛,陈思同,刘阳.《身体活动汇编》(Compendium of Physical Activities):内容、应用与发展[J]. 上海体育学院学报, 2020, 44(9) : 53-63.
- [12] HOFMANN MA, LALLA E, YAN L, et al. Hofmann Ma, Lalla E, Lu Y, Gleason Mr, Wolf Bm, Tanji N, Et Al. Hyperhomocysteinemia Enhances Vascular Inflammation and Accelerates Atherosclerosis in a Murine Model[J]. Journal of Clinical Investigation, 2001, 10(7) :343-349. .
- [13] 顾炳权,王多宁. 血浆同型半胱氨酸水平及临床诊断意义[J]. 中国血液流变学杂志, 2004(14) : 630-634, 638.
- [14] XIAONA, WANG, PING, et al. The Association of Homocysteine with Metabolic Syndrome in a Community - dwelling Population: Homocysteine Might Be Concomitant with Metabolic Syndrome[J]. Plos One, 2014(8) :221-231.
- [15] MEIGS JB, JACQUES PF, SELHUB J, et al. Fasting Plasma Homocysteine Levels in the Insulin Resistance Syndrome: the Framingham Offspring Study. [J]. Diabetes Care, 2001, 24(8) : 1403.
- [16] YAKUB M, IQBAL MP, IQBAL R. Dietary Patterns Are Associated with Hyperhomocysteinemia in an Urban Pakistani Population [J]. Journal of Nutrition, 2010, 140 (7) : 1261-1266.
- [17] YU S, CHEN Y, YANG H, et al. Hyperhomocysteinemia Accompany with Metabolic Syndrome Increase the Risk of Left Ventricular Hypertrophy in Rural Chinese [J], 2019, 21 (3) :234-238.
- [18] HANA MOON. Hyperhomocysteinemia Concurrent with Metabolic Syndrome Is Independently Associated with Chronic Kidney Disease Among Community-dwelling Adults in an Urban Korean Population[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(18) :321-343.
- [19] KANG JY, PARK IK, LEE JY, et al. Use of Serum Homocysteine to Predict Cardiovascular Disease in Korean Men with Or Without Metabolic Syndrome[J]. Journal of Korean Medical Science, 2012, 27(5).
- [20] GELECEK N, TEOMAN N, OZDIRENC M, et al. Influences of Acute and Chronic Aerobic Exercise on the Plasma Homocysteine Level. [J]. Annals of Nutrition & Metabolism, 2007, 51(1) : 53-58.
- [21] BOREHAM, CA G. Training Effects of Short Bouts of Stair Climbing on Cardiorespiratory Fitness, Blood Lipids, and

- Homocysteine in Sedentary Young Women. [J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2005, 39(9): 590-593.
- [22] DEMINICE R, RIBEIRO DF, FRAJACOMO F. The Effects of Acute Exercise and Exercise Training on Plasma Homocysteine: a Meta-analysis[J]. *Plos One*, 2016, 11(3): 1-5.
- [23] OLIVEIRA VH, ROSA FT, WIECHMANN S, et al. Homocysteine-lowering Exercise Effect Is Greater in Hyperhomocysteinemic People Living with Hiv: a Randomized Clinical Trial[J]. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2019, 63(7) 121-124.
- [24] REZA S, HOSSEINI A, FATHEI M, et al. The Effect of Combination Exercise Training on Cardiovascular Risk Factors (adiponectin, Interleukin-6 and Homocysteine) in Sedentary Middle Aged Men[J], 2016, 52(9): 112-119.
- [25] SILVA A, MOTA M. Effects of Physical Activity and Training Programs on Plasma Homocysteine Levels: a Systematic Review[J]. *Amino Acids*, 2014, 46(8): 1795-1804.
- [26] B LSPA, B MDMA, B GIAA, et al. Assessing the Existing Professional Exercise Recommendations for Hypertension: a Review and Recommendations for Future Research Priorities [J]. *Mayo Clinic Proceedings*, 2015, 90(6): 801-812.
- [27] CHOI JK, MOON KM, JUNG SY, et al. Regular Exercise Training Increases the Number of Endothelial Progenitor Cells and Decreases Homocysteine Levels in Healthy Peripheral Blood[J]. *Korean Journal of Physiology & Pharmacology Official Journal of the Korean Physiological Society & the Korean Society of Pharmacology*, 2014, 18(2): 8-16.

[责任编辑 江国平]

(上接第61页)

- [9] PEÑA JAVIER, RODRÍGUEZ-GUERRA JORGE, BUSCÀ BERNAT. Which Skills and Factors Better Predict Winning and Losing in High-Level Men's Volleyball? [J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27(9): 2487-2493.
- [10] PEÑA J, CASALS MARTÍ. Game-Related Performance Factors in four European Men's Professional Volleyball Championships[J]. *Journal of Human Kinetics*, 2016, 53(1): 223-230.
- [11] 张文彤, 董伟. SPSS 统计分析高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [12] 陈及治. 体育院校通用教材——体育统计[M]. 北京: 人民体育出版社, 2002.
- [13] 赵西堂. 中国男子排球队与世界强队进攻时间特征的比较分析[J]. *中国体育科技*, 2011, 47(2): 32-36.
- [14] 卢建明. 新规则对排球一攻与防反的地位探讨[J]. *北京体育大学学报*, 2003(5): 719-720
- [15] 葛春林. 最新排球训练理论与实践[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2003.
- [16] 孔涛. 中国男排与世界强队一攻与防反得分能力特征研究[J]. *北京体育大学学报*, 2009(12): 148-149.
- [17] 马倩, 尹洪满. 世界高水平男排不同进攻战术打法运用效果的定量分析[J]. *山东体育科技*, 2011, 33(4): 4-7.
- [18] 张庆丰. 利用 Logistic 二次回归法提高判别分析效率[D]. 北京: 华北电力大学, 2007.

[责任编辑 江国平]