

不同运动方式对代谢综合征患者干预效果的网状meta分析*

王子园¹ 郭成根¹ 谭雪峰¹ 孙璞^{2,3}

代谢综合征是一系列代谢紊乱病理状态的总称,包括肥胖、糖代谢异常、血脂紊乱等。调查显示,我国代谢综合征总体患病率为33.3%,其中糖代谢和脂肪代谢较为普遍,分别约占代谢综合征的42%和28%^[1]。代谢综合征患病率在世界范围内不同年龄段和种族群体中呈逐渐递增的趋势,据估计,世界上约有20%—25%的成年人患有代谢综合征,因而导致罹患心血管疾病或脑卒中的可能性是健康成年人的2倍^[2]。

运动是改善代谢综合征患者身体指标的有效方式。目前临床上有关运动干预代谢综合征患者的研究大多局限于单一干预方式的临床随机对照实验,且结果具有一定争议。以往也有学者通过meta分析对此进行研究,但分析结论存在差异,并且缺乏不同运动方式康复效果之间的比较。如许瀚、Lemes等^[1,3]研究证实抗阻运动仅有助于降低收缩压水平;而Liang等^[4]研究则表明抗阻运动是改善体脂、胆固醇的最有效方式。基于此,本研究旨在通过网状meta分析,得出全面的证据,为代谢综合征患者干预研究和实践提供更科学、有效的循证依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

1.1.1 纳入标准:根据PICOS原则确定纳入标准:①研究类

型:随机对照实验;②研究对象:代谢综合征患者;③干预措施:实验组接受有氧运动、抗阻运动、多成分运动和中医传统功法干预,对照组仅进行常规的药物疗法;④结局指标:身体质量指数、体脂率、腰围、甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、收缩压、舒张压、空腹血糖;⑤发表年份:2000年1月—2022年5月;⑥语言:中英文。

1.1.2 排除标准:①无法获取全文、提取有效数据的文献;②重复报告的文献;③没有基线结果的文献;④质量较低的文献。

1.2 检索方法

选用数据库包括:中国知网、万方、维普、PubMed、Web of Science等中英文数据库。中文检索词包括“代谢综合征/心血管综合征”“锻炼/身体活动/体育锻炼”“随机对照实验/意向性分析”等;英文检索词包括“metabolic syndromes/cardiovascular syndrome”“exercises/physical activity”“randomized controlled trial/intentional analysis”。以中国知网数据库为例,检索策略:主题=(“代谢综合征”OR“心血管综合征”)AND主题=(“身体活动”OR“体育锻炼”)AND主题=(“随机对照实验”OR“意向性分析”)。以Web of Science数据库为例,检索策略见表1。

1.3 文献筛选与数据提取

表1 WOS数据库的检索策略

步骤	检索式	文献数量
1	((TS=(Metabolic Syndromes)) OR TS=(Cardiovascular Syndrome)) OR TS=(Cardiometabolic Syndrome)	568,237
2	((TS=(Exercises)) OR TS=(Physical Activity)) OR TS=(Physical Exercise)	1,707,887
3	((TS=(Randomized controlled trial)) OR TS=(intentional analysis)) OR TS=(clinical trial)	1,738,426
4	#1 AND #2 AND #3	3,001

根据纳入与排除标准,由两名研究人员独立对文献进行筛选与信息的提取。提取文献内容包括:①基本信息;②样本量;③研究对象的基本资料;④干预方案;⑤结局指标。

1.4 文献质量评价

本研究根据Cochrane协作网偏倚风险评估方式进行文献质量评价,将结果分为A、B、C等级。本研究仅纳入质量为A、B等级的文献,以减少所得结果的偏倚风险。

1.5 统计学分析

本研究采用Stata13.0软件进行网络证据图和漏斗图的绘制,网络证据图中线条的粗细表示两个干预措施之间的研究数量,圆点表示样本量的大小。采用Revman5.4软件对纳入文献进行质量评价。通过ADDIS1.16.8软件对数据进行分析处理。采用潜在标尺缩减因子(PSRF)评估模型收敛性,若PSRF接近1,则说明具有很好的收敛性,表明一致性

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2024.10.018

*基金项目:北京市社会科学基金项目(20YTB012)

1 北京师范大学体育与运动学院,北京市,100875; 2 北京师范大学; 3 通讯作者
第一作者简介:王子园,女,硕士研究生; 收稿日期:2022-07-12

表2 纳入文献的基本特征

纳入研究	国家	例数	年龄(岁)	性别(M/F)	干预方式	干预时间			结局指标
						时长	周频次	周期	
Kukkonen, 2005 ^[5]	芬兰	90	35—50	90/0	有氧运动/抗阻运动	/	2	6m	BMI、HDL、LDL、SBP、DBP
郭文萃, 2005 ^[6]	中国	293	70.25±6.83 69.96±6.24	/	传统功法/有氧运动	60min/次 30min/次	3	36m	BMI、HDL、LDL、TC、TG、SBP、DBP、FBG
Meyer, 2006 ^[7]	德国	96	14.2±1.9	47/49	有氧运动	60—90min/次	3	6m	BMI、FAT%、HDL、LDL、TC
Villareal, 2006 ^[8]	美国	27	60±5	9/18	有氧运动	90min/次	3	26w	WC、HDL、TG、SBP、DBP
Khatri, 2007 ^[9]	印度	101	53.97±11.22	/	传统功法	/	/	3m	WC、SBP、DBP
王绪山, 2007 ^[10]	中国	96	27—68	58/38	有氧运动	30—60min/次	5	12m	WC、HDL、TG、SBP、DBP、FBG
梁英, 2007 ^[11]	中国	60	55.35±7.26	31/29	有氧运动	30min/次	3—5	3m	BMI、HDL、LDL、TC、TG、SBP、DBP、FBG
Okura, 2007 ^[12]	日本	59	49±9	0/59	有氧运动	45min/次	3	14w	BMI、HDL、LDL、TC、SBP、DBP
Eui-Geum Oh, 2007 ^[13]	韩国	29	64.6±10.2	0/29	有氧运动	60min/次	3	4w	BMI、WC、HDL、LDL、TG、SBP、DBP
Irving, 2009 ^[14]	美国	34	49±2	10/24	有氧运动	60min/次	5	4m	BMI、FAT%、WC、HDL、TG、SBP、DBP
郭汉, 2009 ^[15]	中国	77	55.35±7.26	/	有氧运动	40—50min/次	4—5	4m	HDL、TC、TG、SBP、DBP、FBG
Stensvold, 2010 ^[16]	挪威	43	50.2±9.5	26/17	有氧运动/抗阻运动	40—50min/次	3	3m	BMI、WC、HDL、TC、TG、SBP、DBP
Seo, 2011 ^[17]	美国	20	39.8±5.3	0/20	抗阻运动	60min/次	3	3m	FAT%、HDL、TG、SBP、DBP
Jorge, 2011 ^[18]	巴西	36	52.09±8.71 54.10±8.94	14/22	有氧运动/抗阻运动	60min/次	3	3m	BMI、TG、SBP、DBP、FBG
Ho, 2012 ^[19]	澳大利亚	64	53±1.35	10/54	有氧运动/抗阻运动	30min/次	5	3m	BMI、FAT%、WC、HDL、LDL、TC、TG
Nanri, 2012 ^[20]	日本	107	53.7±6.1	107/0	有氧运动	/	/	6m	BMI、WC、HDL、TC、TG、SBP、DBP
Andersen, 2012 ^[21]	挪威	150	35.7±6.1	150/0	有氧运动	60min/次	2	5m	WC、HDL、LDL、TC、SBP、DBP
邹忠, 2013 ^[22]	中国	200	57.42±6.67	80/120	传统功法	30—60min/次	7	6m	BMI、HDL、LDL、TC、TG、FBG
马将, 2013 ^[23]	中国	40	47.33±3.99	40/0	抗阻运动	60min/次	3	2m	HDL、LDL、TG
Manchanda, 2013 ^[24]	印度	100	62.43±12.49	/	传统功法	60min/次	5	12m	BMI、WC、HDL、LDL、TC、TG、SBP、DBP
Soares, 2014 ^[25]	巴西	33	50.8±13.7	/	有氧运动	30min/次	3	3m	HDL、TC
张萍, 2014 ^[26]	中国	36	60.4±4.2	0/36	有氧运动/抗阻运动	40min/次	3	3m	HDL、LDL、TG、FBG
Lee, 2015 ^[27]	韩国	27	68.01±2.88	0/27	有氧运动	50min/次	5	2m	BMI、FAT%
孙红梅, 2015 ^[28]	中国	30	40—50	30/0	传统功法	40—50min/次	5	6m	WC、HDL、LDL、TC、TG、SBP、DBP、FBG
Monteiro, 2015 ^[29]	巴西	34	11.00±1.02	18/16	有氧运动	50min/次	3	26w	BMI、WC、HDL、LDL、TG
Siu, 2015 ^[30]	中国	182	56.3±8.8	47/135	传统功法	60min/次	3	12m	WC、SBP、DBP
张崇龙, 2016 ^[31]	中国	26	54.61±3.05	0/26	有氧运动	60min/次	5	3m	FAT%、WC、HDL、LDL、TC、TG、SBP、DBP、FBG
王亚莎, 2017 ^[32]	中国	380	50.52±12.82	227/153	有氧运动	60min/次	7	12m	BMI、WC、HDL、LDL、TC、TG、SBP、DBP、FBG
Tomeleri, 2017 ^[33]	巴西	53	72.1±6.3	0/53	抗阻运动	30—60min/次	3	3m	WC、HDL、TC、SBP、DBP
Kim, 2018 ^[34]	韩国	35	73.2±4.9	0/35	抗阻运动	70min/次	3	6w	BMI、FAT%、WC
Roberson, 2018 ^[35]	美国	30	69±8	8/22	有氧运动/抗阻运动	/	3	3m	WC、HDL、TG、SBP、DBP
Jang, 2019 ^[36]	韩国	24	55.46±3.77	0/24	有氧运动/抗阻运动	50min/次	4	2m	BMI、FAT%、WC
王晓东, 2021 ^[37]	中国	60	57.87±10.68	23/37	有氧运动	40min/次	5	3m	BMI、WC、HDL、TG、SBP、DBP、FBG
Doke, 2021 ^[38]	日本	112	56.7±10.3	/	有氧运动	/	/	3m	BMI、FAT%、WC、HDL、LDL、TG、SBP、DBP
Siu, 2021 ^[39]	美国	543	62.2±6.6 62.6±6.2	120/423	抗阻运动/传统功法	60min/次	3	3m	BMI、WC、HDL、TC、SBP、DBP

注: d:天; w:周; m:月; /:不清楚; BMI: 身体质量指数; WC: 腰围; FAT%: 体脂率; TC: 总胆固醇; TG: 甘油三酯; HDL: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL: 低密度脂蛋白胆固醇; SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; FBG: 空腹血糖。

表3 身体成分网状meta分析结果

[MD(95%CI)]

A	0.22 (- 3.78, 4.23)	- 0.35 (- 4.63, 4.09)	1.28 (- 0.76, 3.51)
0.05 (- 1.72, 1.83)	B	- 0.54 (- 5.55, 4.61)	1.12 (- 2.26, 4.51)
0.80 (- 1.02, 2.60)	0.75 (- 1.39, 2.95)	C	1.63 (- 2.08, 5.37)
- 0.22 (- 1.11, 0.64)	- 0.28 (- 1.78, 1.22)	- 1.01 (- 2.65, 0.59)	D
A	0.00 (- 2.80, 3.24)	0.25 (- 1.71, 2.18)	0.40 (- 0.56, 1.42)
2.63 (- 0.76, 5.47)	B	0.25 (- 3.33, 3.29)	0.40 (- 2.63, 3.02)
-	-	-	0.15 (- 1.47, 1.89)
- 0.55 (- 2.60, 0.96)	- 3.16 (- 5.70, - 0.62)	-	D

注:左下依次为BMI/FAT%网状meta分析结果,右上依次为WC/血糖网状meta分析结果

表4 血脂网状meta分析结果

[MD(95%CI)]

A	0.18 (- 0.25, 0.59)	0.18 (- 0.28, 0.62)	0.28 (0.03, 0.53)
- 0.72 (- 1.83, 0.40)	B	0.01 (- 0.51, 0.50)	0.10 (- 0.24, 0.47)
0.26 (- 0.60, 1.24)	0.98 (- 0.27, 2.30)	C	0.10 (- 0.25, 0.47)
- 0.26 (- 0.73, 0.21)	0.47 (- 0.54, 1.46)	- 0.51 (- 1.37, 0.22)	D
A	0.39 (- 0.25, 1.03)	- 0.39 (- 1.10, 0.25)	0.21 (- 0.16, 0.61)
- 0.05 (- 0.16, 0.07)	B	- 0.78 (- 1.58, - 0.04)	- 0.18 (- 0.69, 0.35)
0.00 (- 0.12, 0.11)	0.05 (- 0.09, 0.17)	C	0.61 (0.08, 1.21)
0.04 (- 0.02, 0.11)	0.09 (- 0.00, 0.18)	0.04 (- 0.04, 0.14)	D

注:左下依次为TC/HDL网状meta分析结果,右上依次为TG/LDL网状meta分析结果

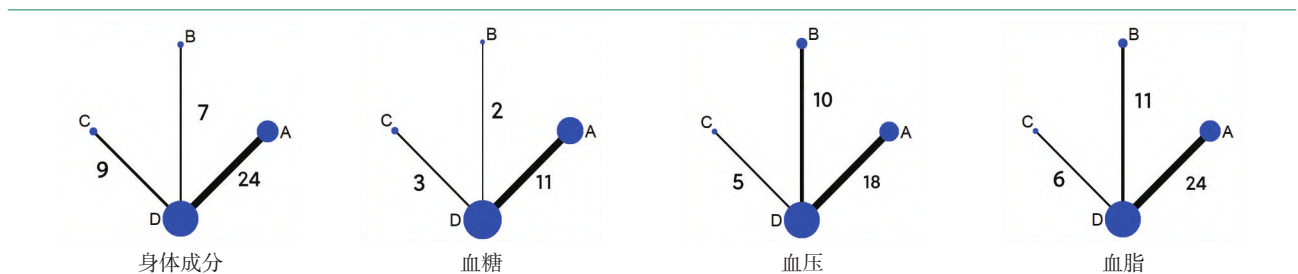
表5 血压网状meta分析结果

[MD(95%CI)]

A	3.23 (0.21, 6.54)	0.16 (- 3.48, 3.72)	4.27 (2.45, 6.17)
- 5.61 (- 9.65, - 1.69)	B	- 3.12 (- 7.25, 0.78)	1.03 (- 1.60, 3.48)
- 4.37 (- 8.83, 0.27)	1.24 (- 3.55, 6.46)	C	4.12 (1.03, 7.24)
- 7.36 (- 9.71, - 5.01)	- 1.78 (- 4.86, 1.52)	- 3.00 (- 7.05, 0.79)	D

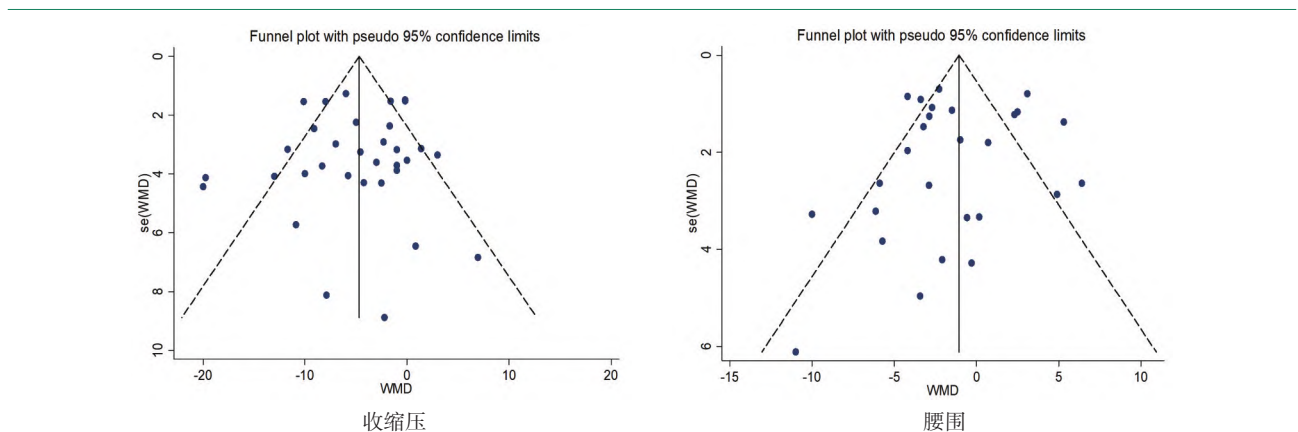
注:左下为SBP网状meta分析结果,右上为DBP网状meta分析结果

图3 网络证据图



注:A-有氧运动;B-抗阻运动;C-传统功法;D-常规护理

图4 校正比较漏斗图



3 讨论

3.1 有氧运动

有氧运动主要包括慢跑、骑行和健身操等形式,运动强度维持在中等水平,运动时间30—90min,运动频率3—5次/周。本研究结果显示,有氧运动是调节WC、TG、HDL、SBP、DBP和FBG的最佳干预方式,表明有氧运动是改善代谢综合征患者身体指标的有效康复疗法。Liang等^[4]研究系统综述了有氧运动对代谢综合征患者生理指标的干预效果,结果发现有氧运动可以长时间活化肌肉群,对身体成分、血脂和血糖有显著的改善作用。特别是与抗阻运动相比,在控制身体质量指数方面,有氧运动具有明显的优势。本研究所得结果与这一讨论相契合。有氧运动是长时间持续性的规律运动,对患者各项生理指标的变化具有积极作用。研究表明,有氧运动能够增强抗氧化酶和氧化损伤修复酶的活性,提高机体氧化应激水平,有力分解机体外周脂肪组织,促使肌肉组织内脂质含量发生明显变化。此外,有氧运动也通过骨骼肌释放白细胞介素6,提升腺苷酸活化蛋白激酶的活性,促进脂质代谢^[1]。

3.2 抗阻运动

本研究结果显示,抗阻运动是改善FAT%的最优干预方式,表明抗阻运动在一定程度上能有效调控代谢综合征患者的身体成分。罗曦娟等^[40]研究对糖尿病前期人群进行抗阻运动干预,结果发现与对照组相比,实验组的超重和肥胖率明显下降。据了解,在预防和治疗心血管疾病上,美国心脏联盟等机构认为抗阻运动是有效的康复治疗手段之一。究其原因,这可能是由于抗阻训练能够提升骨骼肌的质量,增加I型和II型肌纤维的数量和体积,有效改善骨骼肌的工作能力。此外相较于有氧运动来说,抗阻运动能够最大程度提高基础代谢率,加快机体代谢水平,并且运动肌群结合血流限制能够促使体脂率显著下降。

3.3 传统功法

在代谢综合征患者人群中,常采用的锻炼方式包括太极拳、易筋经和八段锦等^[4,8,11]。蔡治东等^[41]研究将传统功法作为单独的锻炼类别,探讨了不同运动对认知功能的影响。本研究结果显示,与有氧运动和抗阻运动相比,在BMI、TC、LDL方面,传统功法具有一定的优势,表明传统功法是改善身体成分和血脂的有效康复疗法。这一结果符合前人的研究结论。李宁等^[42]研究选取112例受试者,通过现代健身操和传统功法分别干预,结果发现传统健身方式在脂肪和身体成分等方面更有优势。特别是对于中老年患者而言,传统功法练习的节奏较为缓慢,运动强度相对较低,间歇时间短,持续时间长,能够提升患者的有氧代谢能力,消耗机体脂肪含量。其次,传统功法对器材设施、场地的要求低,并且结合了多种音乐和旋律,更符合中老年群体的兴趣爱好。

3.4 局限性

本研究具有一定的局限性,首先,在确定文献纳入标准时,未对干预对象的年龄、性别和病程进行划分,不同情况的受试者,运动疗法的治疗效果可能存在一定程度的差异;其次,本文检索发现多成分运动干预代谢综合征患者的研究较少,尽管如此,有研究发现多成分运动能显著降低受试者的收缩压和体脂率,未来应深入探讨单一运动和多成分运动的干预效果,为制定针对性的运动处方提供科学依据,同时也为代谢综合征患者的临床治疗提供循证依据。

4 结论

三种运动方式可通过调节不同指标来改善患者身体成分;有氧运动和传统功法在改善血脂方面具有优势;有氧运动是改善血压和血糖水平的最有效方式。

参考文献

- [1] 许瀚,尹毅,赵燕.运动干预对成人代谢综合征患者心血管危险因素影响的Meta分析[J].中国体育科技,2020,56(5):59—70.
- [2] Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome: a new world wide definition A Consensus Statement from the International Diabetes Federation[J]. Diabet Med, 2006, 23(5): 469—480.
- [3] Lemes ÍR, Ferreira PH, Linares SN, et al. Resistance training reduces systolic blood pressure in metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Br J Sports Med, 2016, 50(23): 1438—1442.
- [4] Liang M, Pan Y, Zhong T, et al. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis[J]. Rev Cardiovasc Med, 2021, 22(4): 1523—1533.
- [5] Katriina T Kukkonen-Harjula, Patrik T Borg, Arja M Nonen, et al. Effects of a weight maintenance program with or without exercise on the metabolic syndrome: a randomized trial in obese men[J]. Preventive Medicine, 2005, 41(3): 784—790.
- [6] 郭文萃,谢伟,王丽宏.长期中低强度健身锻炼对老年代谢综合征危险因素影响的追踪观察[J].中国运动医学杂志,2005(4): 443—446.
- [7] Meyer AA, Kundt G, Lenschow U, et al. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program[J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 48(9): 1865—1870.
- [8] Villareal DT, Miller BV 3rd, Banks M, et al. Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults[J]. Am J Clin Nutr, 2006, 84(6): 1317—1323.
- [9] Khatri D, Mathur KC, Gahlot S, et al. Effects of yoga and meditation on clinical and biochemical parameters of metabolic syndrome[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2007, 78(3): e9—10.
- [10] 王绪山,徐祥英,倪子琴,等.代谢综合征患者生活方式干预的临床研究[J].中国康复医学杂志,2007(9):805—808.
- [11] 梁英,谢雄伟,刘艳芳,等.饮食控制联合有氧运动治疗代谢综

- 合征的临床研究[J].中南大学学报(医学版),2007(4):671—674.
- [12] Okura Tomohiro, Nakata Yoshio, Ohkawara Kazunori, et al. Effects of aerobic exercise on metabolic syndrome improvement in response to weight reduction[J]. Obesity (Silver Spring, Md.),2007,15(10):2478—2484.
- [13] Eui-Geum Oh, Sa Saeng Hyun, Soo Hyun Kim, et al. A randomized controlled trial of therapeutic lifestyle modification in rural women with metabolic syndrome: a pilot study[J]. Metabolism,2007,57(2):255—261.
- [14] Irving BA, Weltman JY, Patrie JT, et al. Effects of exercise training intensity on nocturnal growth hormone secretion in obese adults with the metabolic syndrome[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2009,94(6):1979—1986.
- [15] 郭汉,高晓华.有氧健身操结合饮食控制改善代谢综合征患者胰岛素抵抗、血脂、血糖的实验研究[J].北京体育大学学报,2009,32(2):77—79+82.
- [16] Stensvold D, Tjønnå AE, Skaug EA, et al. Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome[J]. J Appl Physiol (1985), 2010, 108(4):804—810.
- [17] Seo DI, So WY, Ha S, et al. Effects of 12 weeks of combined exercise training on visfatin and metabolic syndrome factors in obese middle-aged women[J]. J Sports Sci Med, 2011,10(1):222—226.
- [18] Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Metabolism, 2011,60(9):1244—1252.
- [19] Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, et al. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial[J]. BMC Public Health, 2012, 12:704.
- [20] Nanri A, Tomita K, Matsushita Y, et al. Effect of six months lifestyle intervention in Japanese men with metabolic syndrome: randomized controlled trial[J]. J Occup Health, 2012,54(3):215—222.
- [21] Andersen Eivind, Høstmark Arne T, Anderssen Sigmund A. Effect of a physical activity intervention on the metabolic syndrome in Pakistani immigrant men: a randomized controlled trial[J]. Journal of Immigrant and Minority Health,2012,14(5):738—746.
- [22] 邹忠,施晓芬,张宏.易筋经干预代谢综合征100例临床研究[J].长春中医药大学学报,2013,29(3):398—399.
- [23] 马将,黄力平,黄洁,等.8周核心力量训练对中年男性出租车司机脂代谢的影响[J].中国康复医学杂志,2013,28(12):1131—1135.
- [24] Manchanda SC, Mehrotra UC, Makhija A, et al. Reversal of early atherosclerosis in metabolic syndrome by Yoga: a randomized controlled trial[J]. Journal of Yoga & Physical Therapy, 2013, 3(1):132.
- [25] Soares TS, Piovesan CH, Gustavo Ada S, et al. Alimentary habits, physical activity, and Framingham global risk score in metabolic syndrome[J]. Arq Bras Cardiol, 2014, 102(4):374—382.
- [26] 张萍,孙俊涛.器械运动和有氧运动对中老年妇女血脂代谢的影响[J].中国老年学杂志,2014,34(4):1083—1084.
- [27] Lee JS, Kim CG, Seo TB, et al. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women[J]. Aging Clin Exp Res, 2015,27(2):179—186.
- [28] 孙红梅.五禽戏干预中年男性代谢综合征的效果及生物学机制探讨[J].中国体育科技,2015(4):86—92.
- [29] Monteiro PA, Chen KY, Lira FS, et al. Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents[J]. Lipids Health Dis, 2015,14:153.
- [30] Siu PM, Yu AP, Benzie IF, et al. Effects of 1-year yoga on cardiovascular risk factors in middle-aged and older adults with metabolic syndrome: a randomized trial[J]. Diabetol Metab Syndr, 2015,7:40.
- [31] 张崇龙,赵刚.不同强度有氧运动对代谢综合征患者心血管危险因子的干预效果分析[J].沈阳体育学院学报,2016,35(5):68—74.
- [32] 王亚莎,肖箫,方涛,等.代谢综合征患者综合干预效果研究[J].中华疾病控制杂志,2017,21(8):784—788.
- [33] Tomeleri Crisieli M, Souza Mariana F, Burini Roberto C, et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: A randomized controlled trial[J]. Journal of Diabetes,2018,10(4):328—337.
- [34] Kim DI, Lee DH, Hong S, et al. Six weeks of combined aerobic and resistance exercise using outdoor exercise machines improves fitness, insulin resistance, and chemerin in the Korean elderly: A pilot randomized controlled trial[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2018,75:59—64.
- [35] Roberson KB, Potiaumpai M, Widdowson K, et al. Effects of high-velocity circuit resistance and treadmill training on cardiometabolic risk, blood markers, and quality of life in older adults[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2018,43(8):822—832.
- [36] Jang SH, Paik IY, Ryu JH, et al. Effects of aerobic and resistance exercises on circulating apelin-12 and apelin-36 concentrations in obese middle-aged women: a randomized controlled trial[J]. BMC Womens Health, 2019,19(1):23.
- [37] 王晓东,谢友红,孙兴国,等.个体化强度运动康复治疗代谢综合征的疗效分析[J].中国运动医学杂志,2021,40(3):181—185.
- [38] Doke Midori, Komagamine Yuriko, Kanazawa Manabu, et al. Effect of dental intervention on improvements in metabolic syndrome patients: a randomized controlled clinical trial[J]. BMC Oral Health,2021,21(1):4.
- [39] Siu PM, Yu AP, Chin EC, et al. Effects of Tai Chi or conventional exercise on central obesity in middle-aged and older adults: a three-group randomized controlled trial[J]. Ann Intern Med, 2021,174(8):1050—1057.
- [40] 罗曦娟.有氧和抗阻运动对糖尿病前期人群糖调节的影响及其机制探讨[D].北京:北京体育大学,2015.
- [41] 蔡治东,娄淑杰,陈爱国,等.体育锻炼延缓老年人认知衰退量效关系的专家共识[J].上海体育学院学报,2021,45(1):51—65+77.
- [42] 李宁.不同运动对预防中年女性代谢综合征作用研究[J].华南师范大学学报(自然科学版),2014,46(1):112—116.