

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.18.010

低能量平衡膳食联合有氧运动对单纯性肥胖儿童体脂代谢、胰岛素抵抗及氧化应激反应的影响*

古丽加娜提·阿布拉克木¹ 王敏因¹ 何艳红¹ 阿曼古丽·卡德尔¹热娜·买买提^{1Δ} 李蓉蓉²

(1 新疆医科大学第一附属医院儿童保健科 新疆 乌鲁木齐 830000;

2 新疆医科大学第一附属医院临床营养科 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要 目的:观察单纯性肥胖儿童经有氧运动、低能量平衡膳食联合干预后,机体体脂代谢、胰岛素抵抗及氧化应激反应的变化。**方法:**选择2019年8月~2021年7月期间新疆医科大学第一附属医院接收的单纯性肥胖儿童93例,将纳入的患儿根据随机数字表法分为对照组和研究组,各为46例和47例。对照组患儿接受低能量平衡膳食干预,研究组患儿接受低能量平衡膳食联合有氧运动干预。对比两组体脂代谢、胰岛素抵抗、血脂及氧化应激反应相关指标变化情况。**结果:**研究组干预12周后体质指数(BMI)、甘油三酯(TG)、体脂含量、总胆固醇(TC)、体脂率、腰臀比、空腹胰岛素(FINS)、低密度脂蛋白(LDL-C)、空腹血糖(FPG)、蛋白质羰基(PC)、C肽、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、丙二醛(MDA)低于对照组($P<0.05$)。研究组干预12周后高密度脂蛋白(HDL-C)、超氧化物歧化酶(SOD)高于对照组($P<0.05$)。**结论:**低能量平衡膳食联合有氧运动可促进单纯性肥胖儿童体脂代谢改善,减轻胰岛素抵抗及氧化应激反应,效果确切。

关键词:低能量平衡膳食;有氧运动;单纯性肥胖;体脂代谢;胰岛素抵抗;氧化应激

中图分类号:R723.14 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2022)18-3459-04

Effects of Low Energy Balanced Diet Combined with Aerobic Exercise on Body Fat Metabolism, Insulin Resistance and Oxidative Stress Response in Simple Obese Children*

Gulijianati·abulakemu¹, WANG Min-nan¹, HE Yan-hong¹, Amanguli·kader¹, Rena·maimaiti^{1Δ}, LI Rong-rong²

(1 Department of Child Healthcare, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830000, China;

2 Department of Clinical Nutrition, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830000, China)

ABSTRACT Objective: To observe the changes of body fat metabolism, insulin resistance and oxidative stress response in simple obese children after aerobic exercise and low energy balanced diet. **Methods:** 93 cases of simple obese children who were received in The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from August 2019 to July 2021 were selected. The included children were divided into control group and study group by random number table method, 46 cases and 47 cases respectively. The children in the control group received low energy balanced diet intervention, the children in the study group received the intervention of low energy balanced diet combined with aerobic exercise. The changes of body fat metabolism, insulin resistance, blood lipid and oxidative stress response were compared between the two groups. **Results:** 12 weeks after intervention, the body mass index (BMI), triglyceride (TG), body fat content, total cholesterol (TC), body fat rate, waist hip ratio, fasting insulin (FINS), low density lipoprotein (LDL-C), fasting plasma glucose (FPG), protein carbonyl (PC), C-peptide, insulin resistance index (HOMA-IR), malondialdehyde (MDA) in the study group were lower than those in the control group ($P<0.05$). 12 weeks after intervention, high density lipoprotein (HDL-C) and superoxide dismutase (SOD) in the study group were higher than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** Low energy balanced diet combined with aerobic exercise can promote the improvement of body fat metabolism in simple obese children, and reduce insulin resistance and oxidative stress, and with exact effect.

Key words: Low energy balanced diet; Aerobic exercise; Simple obesity; Body fat metabolism; Insulin resistance; Oxidative stress

Chinese Library Classification(CLC): R723.14 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2022)18-3459-04

* 基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2017D01C365)

作者简介:古丽加娜提·阿布拉克木(1988-),女,硕士研究生,研究方向:儿童保健与预防,E-mail: tinana8808@126.com

Δ 通讯作者:热娜·买买提(1968-),女,博士研究生,主任医师,研究方向:儿童保健与预防,E-mail: krena95@126.com

(收稿日期:2022-03-19 接受日期:2022-04-15)

前言

单纯性肥胖是指体内脂肪堆积过多或脂肪分布异常,致使体重增加的一种慢性疾病^[1]。随着我国经济水平的提高,人们饮食结构、生活习惯发生了较大变化,儿童由于常摄入高热量食物,同时又缺乏运动,致使儿童单纯性肥胖发生率逐年上升^[2]。儿童单纯性肥胖若未能予以及时干预,可导致其呼吸和心血管功能造成一定的影响,生长发育受到影响^[3]。故采取合理的措施对单纯性肥胖儿童积极干预有着重要临床意义。低能量平衡膳食和有氧运动均是干预单纯性肥胖儿童常用的手段,但单一的控制饮食而不配合有氧运动,最终会影响身体健康^[4];而依靠有氧运动而不控制饮食,其减肥效果往往不理想^[5]。现临床中关于两者联用对单纯性肥胖儿童体脂代谢、胰岛素抵抗及氧化应激反应的影响的综合性报道几乎未见。本研究就此展开分析,以期对单纯性肥胖儿童短期快速减肥提供可靠的操作方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2019 年 8 月~2021 年 7 月期间新疆医科大学第一附属医院接收的单纯性肥胖儿童 93 例,纳入条件:(1)均符合《儿童单纯性肥胖症的诊断》的相关标准^[6];(2)7~14 周岁,经健康体检后,无不适宜锻炼的疾病;(3)患儿监护人签署相关知情同意书。排除条件:(1)精神或认知异常者;(2)急慢性疾病者;(3)继发性肥胖者;(4)中重度肾功能不全者;(5)存在内分泌或遗传性疾病者;(6)先天性机体障碍者。将纳入的患儿根据随机数字表法分为对照组和研究组,各为 46 例和 47 例。其中对照组年龄 7~14 岁,平均年龄(10.35±1.69)岁;女患儿 19 例,男患儿 27 例,体质指数(BMI)19~25 kg/m²,平均(21.67±0.84) kg/m²;病程 1~5 年,平均病程(2.88±0.64)年。研究组年龄 8~14 岁,平均年龄(10.76±1.35)岁;女患儿 18 例,男患儿 29 例,BMI 18~27 kg/m²,平均(21.05±0.79) kg/m²;病程 1~6 年,平均病程(2.82±0.53)年。两组患儿的一般资料组间对比无统计学差异($P>0.05$),均衡可比。研究方案获得新疆医科大学第一附属医院伦理学委员会批准进行。

1.2 方法

根据每位患儿的年龄、体质量、肥胖程度、健康危险和减肥迫切程度,计算出每日实际能量需要。早、中、晚三餐供能比分别为 35%、40%和 25%。饮食原则:能量摄入从每日 1600 kcal 开始,逐渐下降至每日 1400 kcal,控制能量摄入,合理选择食物做到营养平衡。研究组在此基础上进行有氧运动(包括单人跳绳、双人跳绳、韵律体操、往返跑等),运动时间为下午课后,运动心率控制在 140~160 次/min。每次运动 40 min,每周 4 次,总持续时间为 12 周。

1.3 观察指标

(1)体脂代谢:观察两组患儿干预前、干预 12 周后的 BMI、体脂含量、体脂率、腰臀比。其中体脂含量、体脂率采用 InBody S10 人体成分分析仪(上海涵飞医疗器械有限公司生产)测量获取。BMI=体质量(kg)/身高²(m²)。(2)实验室指标:干预前、干预 12 周后采集患儿空腹静脉血 6 mL,经 Selectra E 全自动生化分析仪(上海玉研科学仪器有限公司生产)检测患儿血清低密度脂蛋白(LDL-C)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)水平。采用美国 DPC 公司生产的 IM-MULITE 全自动化学发光免疫分析仪检测空腹胰岛素(FINS),取 Life Scan 公司生产的 Sure Step 型稳态血糖仪检测空腹血糖(FPG)水平,计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR),HOMA-IR=FP-G×FINS/22.5。采用酶联免疫吸附法检测血清 C 肽、蛋白质羧基(PC)水平,采用分光光度法检测血清丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)水平,检测过程所用的试剂盒购自武汉华美生物科技有限公司。

1.4 统计学方法

数据统计结果采用 SPSS 23.0 统计软件进行分析,计量资料包括体脂代谢指标、血脂指标等以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料包括一般资料中性别比例等以率(%)表示,行 χ^2 检验。检验标准设置为 $\alpha=0.05$,均为双侧检验。

2 结果

2.1 两组体脂代谢指标对比

干预前,两组 BMI、体脂含量、体脂率、腰臀比对比无统计学差异($P>0.05$)。干预 12 周后,两组 BMI、体脂含量、体脂率、腰臀比均较干预前下降,且研究组低于对照组($P<0.05$),见表 1。

表 1 两组体脂代谢指标对比($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of body fat metabolism indexes between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	BMI		Body fat content(kg)		Body fat rate(%)		Waist hip ratio	
	Before intervention	12 weeks after intervention	Before intervention	12 weeks after intervention	Before intervention	12 weeks after intervention	Before intervention	12 weeks after intervention
Control group (n=46)	21.67±0.84	19.31±0.73 ^a	21.56±2.65	19.01±1.74 ^a	44.37±4.12	41.98±3.87 ^a	1.09±0.16	0.89±0.15 ^a
Study group (n=47)	21.05±0.79	17.59±0.68 ^a	21.97±2.39	17.43±1.42 ^a	45.09±3.74	38.03±3.16 ^a	1.12±0.19	0.73±0.14 ^a
t	0.710	11.760	-0.784	4.802	-0.883	5.397	-0.823	5.319
P	0.480	0.000	0.235	0.000	0.380	0.000	0.413	0.000

Note: compared with different intervention time points in the group, ^a $P<0.05$.

2.2 两组血脂指标对比

干预前,两组 TC、TG、LDL-C、HDL-C 对比无统计学差异($P>0.05$)。干预 12 周后,两组 TC、TG、LDL-C 均较干预前下

降,HDL-C 较干预前升高,且研究组变化程度大于对照组($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组血脂指标对比($\bar{x} \pm s$, mmol/L)Table 2 Comparison of blood lipid indexes between the two groups($\bar{x} \pm s$, mmol/L)

Groups	TC		TG		LDL-C		HDL-C	
	Before	12 weeks after	Before	12 weeks after	Before	12 weeks after	Before	12 weeks after
	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention
Control group (n=46)	7.51± 0.86	5.93± 0.77 ^a	2.23± 0.24	1.88± 0.19 ^a	4.26± 0.47	2.98± 0.35 ^a	1.17± 0.18	1.38± 0.27 ^a
Study group (n=47)	7.43± 0.79	4.07± 0.62 ^a	2.19± 0.28	1.57± 0.22 ^a	4.31± 0.51	2.17± 0.29 ^a	1.15± 0.19	1.66± 0.28 ^a
t	0.467	12.844	0.739	7.266	-0.491	12.164	0.521	-4.907
P	0.641	0.000	0.462	0.000	0.627	0.000	0.604	0.000

Note: compared with different intervention time points in the group, ^a $P < 0.05$.

2.3 两组血糖相关指标对比

干预前, 两组 FPG、FINS、C 肽、HONA-IR 对比无统计学差

异($P > 0.05$)。干预 12 周后, 两组 FPG、FINS、C 肽、HONA-IR 均较干预前下降, 且研究组低于对照组($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 两组血糖相关指标对比($\bar{x} \pm s$)Table 3 Comparison of blood glucose related indexes between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	FPG (mmol/L)		FINS (μ U/mL)		C-peptide (pmol/L)		HONA-IR	
	Before	12 weeks after	Before	12 weeks after	Before	12 weeks after	Before	12 weeks after
	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention
Control group (n=46)	6.32± 0.37	5.46± 0.41 ^a	12.68± 2.34	7.89± 1.29 ^a	981.83± 110.73	723.37± 86.34 ^a	3.56± 0.47	1.91± 0.28 ^a
Study group (n=47)	6.35± 0.48	4.83± 0.36 ^a	12.79± 2.73	5.18± 1.23 ^a	973.74± 96.28	539.12± 75.98 ^a	3.61± 0.39	1.11± 0.26 ^a
t	-0.337	7.879	-0.208	10.370	0.376	10.931	-0.559	14.282
P	0.737	0.000	0.735	0.000	0.708	0.000	0.578	0.000

Note: compared with different intervention time points in the group, ^a $P < 0.05$.

2.4 两组氧化应激相关指标对比

干预前, 两组 PC、SOD、MDA 对比无统计学差异($P > 0.05$)。

干预 12 周后, 两组 PC、MDA 均较干预前下降, SOD 较干预前升高, 且研究组的变化程度大于对照组($P < 0.05$), 见表 4。

表 4 两组氧化应激相关指标对比($\bar{x} \pm s$)Table 4 Comparison of indexes related to oxidative stress between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	PC (mg/mL)		SOD (μ g/mL)		MDA (mmol/L)	
	Before intervention	12 weeks after intervention	Before intervention	12 weeks after intervention	Before intervention	12 weeks after intervention
Control group (n=46)	82.46± 7.48	61.27± 5.33 ^a	462.43± 71.36	527.36± 58.36 ^a	6.38± 0.49	4.98± 0.36 ^a
Study group (n=47)	81.94± 8.33	43.46± 5.24 ^a	460.32± 60.23	569.55± 63.26 ^a	6.36± 0.35	3.74± 0.28 ^a
t	0.317	16.249	0.154	-3.341	0.227	18.564
P	0.752	0.000	0.878	0.001	0.821	0.000

Note: compared with different intervention time points in the group, ^a $P < 0.05$.

3 讨论

肥胖包括两种类型, 一类是继发性肥胖, 约占所有肥胖患者总数的 5%, 常由于遗传体质、外伤后服用药物、多种内分泌、代谢性疾病等引起, 这类继发性肥胖的主要治疗目标在于治疗原发疾病^[7-9]。另一类肥胖为单纯性肥胖, 占肥胖者的 95%, 这类

单纯性肥胖发病的主要原因为过度进食以及体力活动过少, 而导致全身脂肪组织过度增生^[10,11]。随着研究的深入, 不少报道还证实单纯性肥胖患者体内处于血脂异常、胰岛素抵抗状态, 随着单纯性肥胖患者体内脂肪的数目增多及体积增大, 血流逐渐供应不足, 进而影响机体的循环代谢, 易导致血脂紊乱和胰岛素抵抗^[12-14]。而血脂异常又可导致乳糜微粒积累, 刺激血管内

皮细胞产生活性氧,引起氧化应激^[15,16]。因此,减轻胰岛素抵抗,改善血脂异常和氧化应激也是治疗单纯性肥胖的主要目标之一。儿童期是人体生长发育的高峰期,此阶段儿童食欲大增,对多种食物的需求增加,但在摄入高热量的同时不少儿童也缺乏热量消耗运动,导致单纯性肥胖发生率逐年增加^[17-19]。

低能量平衡膳食是通过不改变食物中脂肪、蛋白质、碳水化合物和脂肪比例的同时,而让肥胖者减少摄食量的一种膳食方案^[20]。具有以下诸多优势:合理分配蛋白质、脂肪、碳水化合物的能量比例,各营养素相对平衡,因为碳水化合物过低则会产生酮症,而脂肪过低无法保证必须脂肪酸和脂溶性维生素的需要;控制能量摄入,使之呈负平衡^[21,22]。低能量平衡膳食干预单纯性肥胖患者虽有一定效果,但过程痛苦,部分患者可能因难以坚持而影响干预效果。故不少患者常常在低能量平衡膳食干预的同时结合运动疗法。但有一点已取得了共识,即适度的运动能帮助患者减肥塑形,而过度或剧烈运动则会引起机体不适,引起反作用效果。有氧运动是指人体在氧气充分供应的情况下进行的体育锻炼,目前公认有氧运动是最有效的减肥方法之一^[23,24]。但其能否改善血脂异常,减轻胰岛素抵抗和氧化应激尚需进一步样本量论证分析。

本次研究结果显示,两组患儿血脂和体脂代谢均得到改善,且胰岛素抵抗明显减轻,低能量平衡膳食联合有氧运动干预的患儿改善效果更佳。分析其原因,可能与有氧运动的以下几个优点有关:运动与减肥有着密切的关系,运动可增加线粒体数量、体积、酶活性等,促进体脂分解,加速脂肪酸氧化功能,最终减少体蛋白丢失和增加合成^[25];同时运动可改善糖耐量,减少胰岛素的大量分泌,有利于机体正常氮平衡,体脂代谢逐渐恢复正常^[26]。既往的研究^[27]证实有氧运动能够提高机体脂类的代谢能力和动员脂肪进行脂解供能。同时,有氧运动可促使LDL-C降低,HDL-C升高,促进TG分解及转化,同时还可预防人体动脉粥样硬化。张静等^[28]学者的研究证实,有氧运动对高脂膳食诱导肥胖大鼠的血脂具有较好的调节作用。且李冰等人^[29]的临床报道也显示,长期有氧运动有利于改善肥胖青少年的血糖和血脂代谢。脂肪堆积造成糖脂代谢异常并发生氧化应激,本次研究发现低能量平衡膳食联合有氧运动干预可有效改善单纯性肥胖儿童的氧化应激反应,可能与其可较好的分解脂肪、促进糖脂代谢改善有关,进而减轻氧化应激反应^[30]。

综上所述,低能量平衡膳食联合有氧运动干预单纯性肥胖儿童,可改善其血脂和体脂代谢,减轻胰岛素抵抗及氧化应激反应,具有一定的临床应用价值。

参考文献(References)

- [1] Chobot A, Górowska-Kowolik K, Sokołowska M, et al. Obesity and diabetes-Not only a simple link between two epidemics [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2018, 34(7): e3042
- [2] 储嘉慧, 郑雨潇, 余章斌, 等. 中国 0~7 岁儿童单纯性肥胖症流行病学 Meta 分析[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2013, 28(7): 506-509
- [3] Sagar R, Gupta T. Psychological Aspects of Obesity in Children and Adolescents[J]. *Indian J Pediatr*, 2018, 85(7): 554-559
- [4] 王宇, 姜明霞, 吴梦梦, 等. 慢性肾脏病肥胖患者低能量饮食对减重干预的 Meta 分析 [J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2014, 23(5): 422-425
- [5] 杨贤罡, 何文革, 史东林, 等. 低氧锻炼对超重和肥胖青年能量摄取、体成分和血脂代谢的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 2014, 33(7): 638-645
- [6] 张惠文, 林汉华. 儿童单纯性肥胖症的诊断[J]. *临床儿科杂志*, 2002, 20(7): 437-438
- [7] Zhong YM, Luo XC, Chen Y, et al. Acupuncture versus sham acupuncture for simple obesity: a systematic review and meta-analysis [J]. *Postgrad Med J*, 2020, 96(1134): 221-227
- [8] Ji M, Tang A, Zhang Y, et al. The Relationship between Obesity, Sleep and Physical Activity in Chinese Preschool Children[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2018, 15(3): 527
- [9] O'Sullivan BP, James L, Majure JM, et al. Obesity-related asthma in children: A role for vitamin D [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2021, 56(2): 354-361
- [10] Toaima NN, El-Owaidy RH, Zaki DL, et al. Infections in children with simple obesity: The relation to phagocytic function and serum leptin[J]. *J Infect Public Health*, 2019, 12(1): 57-61
- [11] Dayal D, Kumar TS. High Prevalence of Thyroid Dysfunction in Children with Simple Obesity[J]. *Indian Pediatr*, 2019, 56(4): 331
- [12] Lecka-Ambrozak A, Wysocka-Mincewicz M, Świercz A, et al. Comparison of Frequency and Severity of Sleep-Related Breathing Disorders in Children with Simple Obesity and Paediatric Patients with Prader-Willi Syndrome[J]. *J Pers Med*, 2021, 11(2): 141
- [13] Zhang YX, Chen J, Liu XH. Screening of central obesity among normal-weight children and adolescents in Shandong, China[J]. *Br J Nutr*, 2021, 126(6): 950-955
- [14] Baranowski T, Motil KJ. Simple Energy Balance or Microbiome for Childhood Obesity Prevention?[J]. *Nutrients*, 2021, 13(8): 2730
- [15] 曾燕, 胡玉娟, 周蕊, 等. 单纯性肥胖儿童血清 Hcy、visfatin、E-FABP 水平与糖脂代谢紊乱和炎症因子的相关性分析 [J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(4): 713-717
- [16] 陈雪莲, 马明艳, 陈祚, 等. 我国 35 岁以上不同类型肥胖人群血脂异常患病现状[J]. *中国心血管病研究*, 2021, 19(5): 435-439
- [17] Tsiros MD, Vincent HK, Getchell N, et al. Helping Children with Obesity "Move Well" To Move More: An Applied Clinical Review [J]. *Curr Sports Med Rep*, 2021, 20(7): 374-383
- [18] Nso-Roca AP, Cortés Castell E, Carratalá Marco F, et al. Insulin Resistance as a Diagnostic Criterion for Metabolically Healthy Obesity in Children[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2021, 73(1): 103-109
- [19] Su X, Gu D, Xu L, et al. PI3K/Akt pathway expression in children with different obesity degrees and its relationship with glucolipid metabolism and insulin resistance [J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(6): 6592-6598
- [20] 王晶, 褚庆文, 聂志文, 等. 低能量膳食对奥氮平所致体质量增加的男性精神分裂症患者糖脂代谢的影响 [J]. *临床精神医学杂志*, 2020, 30(3): 182-184
- [21] 杨冰, 马国斌. 低脂饮食和低碳水化合物饮食对糖尿病肥胖老年患者能量消耗和身体成分的影响比较 [J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41(20): 4372-4375
- [22] 龚彤, 陈国芳, 狄红杰, 等. 短期极低热量限制对超重/肥胖 2 型糖尿病患者肠道菌群的影响 [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2022, 38(2): 93-99
- [23] 尹利军, 杨亚南, 林小晶, 等. 雄激素及其受体在有氧运动改善肥胖及肥胖相关疾病症状和血糖血脂中的作用[J]. *中国运动医学杂志*, 2020, 39(7): 552-561

- is associated with LVEF reduction in breast cancer patients treated with doxorubicin[J]. Cardiooncology, 2021, 7(1): 17
- [18] Bouwer NI, Liesting C, Kofflard MJM, et al. NT-proBNP correlates with LVEF decline in HER2-positive breast cancer patients treated with trastuzumab[J]. Cardiooncology, 2019, 28(5): 4
- [19] Gayed IW, Liu HH, Yusuf SW, et al. The prevalence of myocardial ischemia after concurrent chemoradiation therapy as detected by gated myocardial perfusion imaging in patients with esophageal cancer[J]. J Nucl Med, 2006, 47(11): 1756-1762
- [20] 张伟晓, 盛丹丹, 许小飞, 等. 18F-FDG 和 99mTc-MIBI 双核素心肌代谢 / 灌注显像及门控心肌灌注显像在糖尿病心肌损害早期诊断中的应用[J]. 实用医学杂志, 2016, 32(20): 3303-3306
- [21] 温鑫, 谢新立, 程兵, 等. 静息门控心肌灌注断层显像对慢性心力衰竭的预后价值评估[J]. 医学研究生学报, 2016, 29(3): 276-279
- [22] Hardenbergh PH, Munley MT, Bentel GC, et al. Cardiac perfusion changes in patients treated for breast cancer with radiation therapy and doxorubicin: preliminary results[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2001, 49(4): 1023-1028
- [23] Tzonevska A, Tzvetkov K, Atanasova M, et al. Myocardial scintigraphy, echocardiography and proBNP for early detection of myocardial cardiotoxicity in breast cancer patients after chemo-radiotherapy[J]. Hell J Nucl Med, 2011, 14(3): 269-273
- [24] 张飞飞, 王建锋, 邵晓梁, 等. 门控心肌灌注显像评价急性心肌梗死早期左心室舒张不同步及其影响因素的实验研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(3): 154-159
- [25] Omrani A, Rahimzadeh P, Aba A, et al. Evaluation of myocardial perfusion and function in patients with asymptomatic beta-thalassemia major using myocardial gated single-photon-emission computed tomography[J]. World J Nucl Med, 2020, 20(2): 145-149
- [26] Fu P, Wei LG, Hu J, et al. Clinical value of 99Tcm-MIBI gated myocardial perfusion imaging in evaluating sarcoglycanopathy [J]. Neurol Neurochir Pol, 2019, 53(4): 265-270
- [27] Zhang L, Liu Z, Hu KY, et al. Early myocardial damage assessment in dystrophinopathies using (99)Tc(m)-MIBI gated myocardial perfusion imaging[J]. Ther Clin Risk Manag, 2015, 10(11): 1819-1827
- [28] Zhang P, Hu X, Yue J, et al. Early detection of radiation-induced heart disease using (99m)Tc-MIBI SPECT gated myocardial perfusion imaging in patients with oesophageal cancer during radiotherapy [J]. Radiother Oncol, 2015, 115(2): 171-178
- [29] Sobic-Saranovic DP, Pavlovic SV, Artiko VM, et al. The diagnostic role of gated myocardial perfusion imaging and radionuclide ventriculography in severe congenital heart disease[J]. Hell J Nucl Med, 2011, 14(3): 284-290
- [30] Graner FP, Fischer M, Ilhan H, et al. Assessment of left ventricular function with gated myocardial perfusion SPECT and gated myocardial FDG PET in patients with left ventricular mechanical dyssynchrony[J]. Q J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 9(1): 1628-1630

(上接第 3462 页)

- [24] 常颖, 陈磊, 朱荣. 8 周有氧运动对单纯性肥胖患者运动后收缩压恢复、体成分和运动能力的影响[J]. 体育科学, 2013, 33(12): 65-70
- [25] 张磊, 严玉, 刘莹, 等. 8 周有氧运动改善肥胖诱导心肌纤维化过程中核因子 E₂ 相关因子 2 通路的作用[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(17): 2650-2656
- [26] 黄佳璇, 陈艳霞, 段炼, 等. 短时中等强度有氧运动改善成年早期肥胖者食物决策的功能性近红外成像研究 [J]. 中国体育科技, 2020, 56(11): 55-64
- [27] 郭艳花, 陈平. 有氧运动综合干预对肥胖儿童认知功能的积极影响: 1H-MRS 及事件相关电位研究的探索[J]. 中国体育科技, 2015, 51(4): 79-85
- [28] 张静, 沙继斌, 张林, 等. 有氧运动与多糖干预对肥胖大鼠的血脂调节及抗炎作用[J]. 沈阳体育学院学报, 2016, 35(2): 86-91
- [29] 李冰. 长期有氧运动对肥胖青少年血糖、血脂及体重的影响[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(4): 154-157, 162
- [30] 郑凯. 有氧运动对超重或肥胖儿童炎症因子、胰岛素抵抗及内皮功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(3): 193-197