

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.03.011

冬泳锻炼对中老年女性动脉血管弹性影响的研究*

朱小烽¹, 李泽鑫²

(1. 嘉兴学院师范学院, 浙江嘉兴 314200; 2. 上海体育学院运动科学学院, 上海 200438)

[摘要] **目的** 探讨冬泳对中老年动脉血管弹性和心血管机能的影响及其可能机制。**方法** 冬泳组为某冬泳协会女性会员 11 人, 开展每周 3 次, 每次 30 min 的冬泳; 其他锻炼组 27 人, 锻炼内容为骑自行车与快步走; 缺乏锻炼组 19 人。在试验(5 个月)前后分别对 3 组受试者的安静心率、血压及高密度脂蛋白胆固醇(HDL)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL)、血浆纤维蛋白原(Fg)进行测试, 应用无创臂踝动脉硬化测试仪测定脉搏波传导速度(PWV)并进行纵向对比分析。**结果** 冬泳组安静心率、血压及 PWV 与冬泳前相比明显降低($P < 0.05$); 冬泳组 PWV 改善效果与其他锻炼组和缺乏锻炼组比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 冬泳组 Fg 改善效果与其他锻炼组和缺乏锻炼组比较, 差异有统计学意义($P < 0.01$); 收缩压、舒张压与 Fg 呈正相关($r = 0.491, 0.494, P < 0.01$), PWV 与 Fg 呈正相关($r = 0.369, P < 0.05$)。**结论** 与其他锻炼相比, 长期的冬泳锻炼能更好地改善中老年女性的心血管功能、血脂成分。

[关键词] 游泳; 脂蛋白类, HDL; 脂蛋白类, LDL; 冬泳; 中老年女性; 心血管机能; 动脉血管弹性

[中图分类号] R874

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2017)03-0322-03

Effects of winter swimming training on arterial elasticity function of middle-aged and elderly females*

Zhu Xiaofeng¹, Li Zexing²

(1. Normal College of Jiaxing University, Jianxing, Zhejiang 314200, China; 2. Sports Science College, Shanghai University of Sports, Shanghai 200438, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effects of winter swimming training on arterial elasticity and cardiovascular functions of middle-aged and elderly females and possible mechanism. **Methods** The winter swimming group included 11 female members of a certain Winter Swimming Association, and conducted winter swimming for three times a week, 30mins each time; the other exercise group included 27 females, the exercise contents were riding bike and skelping; the exercise lack group included 19 females. The resting heart rate, blood pressure, PWV and HDL, LDL and Fg before and after experiment (5 months) in the subjects of 3 groups were tested and performed the longitudinal comparative analysis. **Results** Compared with those before winter swimming, the heart rate, blood pressure, and PWV after training in winter swimming group were decreased evidently ($P < 0.05$). Compared with other exercise group and exercise lack group, the PWV improvement effect in the winter swimming group had significant difference ($P < 0.05$); the Fg improvement effect had significant difference between the winter swimming group with the other exercise group and exercise lack group ($P < 0.01$); systolic pressure and diastolic pressure were positively correlated with Fg ($r = 0.491, 0.494, P < 0.01$), and PWV was positively correlated with Fg ($r = 0.369, P < 0.05$). **Conclusion** Compared with other exercise, long-term winter swimming training can better improve the cardiovascular function and blood lipid components of middle-aged and elderly females.

[Key words] swimming; lipoproteins, HDL; lipoproteins, LDL; winter swimming; middle-aged and old females; cardiovascular functions; artery elasticity

国内外大量研究表明, 间歇性的冷刺激, 特别是长期有规律的冬泳运动可以提高动脉血管弹性, 增强心血管系统机能^[1-4]。由于水温较低, 对人体的刺激明显, 因此产生了一系列温水游泳无法达到的锻炼效果。由于技术和其他原因, 通过无创方式反映冬泳对动脉血管功能影响的研究目前相对较少, 尤其是比较不同运动干预方式对中老年女性动脉血管弹性的效果分析还鲜有报道。本研究应用无创臂踝动脉硬化测试仪结合相关的血液指标来分析人体经过一段时间冬泳锻炼所产生的适应性变化, 并与非冬泳者进行比较, 探讨冬泳对中老年女性动脉血管弹性和心血管功能的影响及其可能机制, 为科学地开

展冬泳锻炼提供理论和试验依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 冬泳组: 为上海市某冬泳协会会员(坚持冬泳锻炼 3 年以上, 每周锻炼不少于 3 次, 每次锻炼不少于 30 min), 且健康、无心血管疾病女性 11 人, 年龄(56.82 ± 7.26)岁。其他锻炼组: 上海市某社区其他运动项目女性锻炼者 27 人(参加锻炼 3 年以上, 每周锻炼不少于 3 次, 每次锻炼不少于 30 min), 年龄(58.85 ± 4.99)岁; 运动项目包括有氧自行车与快步走, 有氧自行车锻炼强度为 9~10 km/h, 快步走为 120~140 步/分钟。缺乏锻炼组: 上海市某区缺乏体育活动锻炼的女

* 基金项目: 浙江省国民体质与健身技术研究重点实验室资助(2011F10052-14[2016]); 嘉兴学院平湖校区第一批科研创新团队资助项目。
作者简介: 朱小烽(1982-), 讲师, 博士, 主要从事运动、慢病与能量代谢方面研究。

性 19 人(参加锻炼少于 3 年,每周锻炼少于 3 次,每次锻炼少于 30 min),年龄(56.00±7.14)岁。在告知了本次研究目的及具体的试验步骤后,研究对象均自愿参加。受试者基本情况见表 1。

1.2 方法

1.2.1 主要试验仪器 无创臂踝动脉硬化测试仪(BP-203RPEII<VP1000>,日本欧姆龙科林公司);体成分测试仪(GE Healthcare Lunar Prodigy,美国通用电器公司);MD-1800 全自动生化分析仪(美国麦森公司)。

1.2.2 主要测试指标及方法

1.2.2.1 动脉血管弹性测试方法 受试者自然平躺于测试床上,心电图电极夹在两只手腕上,测量心音的麦克风放在胸骨的左边缘,箍带缠在两只上臂和两个足踝上。由测试者操控电脑完成测试。计算公式:脉搏波传导速度(PWV)=ΔL(两探测器间的距离差)/Δt(传导时间差)。测试地点:上海市体育科学研究所。

1.2.2.2 血液指标 在受试者清晨、空腹状态下,抽肘静脉血液 5 mL,进行相关指标测定。血液指标包括高密度脂蛋白胆固醇(HDL)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL)和血浆纤维蛋白原(Fg)。

1.2.3 试验方案 在冬泳周期前(10 月)和冬泳周期后(次年 3 月)对 3 组进行测试指标的采集。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 软件包进行处理,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,试验前后比较采用配对样本 *t* 检验,3 组间差异用单因素方差分析,两个变量之间的关系采用双变量相关性分析,检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 冬泳组心血管功能的变化 冬泳组安静心率、收缩压、舒张压、PWV 冬泳后与冬泳前相比,明显降低($P<0.05$);冬泳组安静心率的改善效果好于其他两组,与缺乏锻炼组比较差异有统计学意义($P<0.05$);PWV 的改善效果好于其他两组,与其他两组比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

2.2 冬泳组血脂的变化 冬泳组 HDL、LDL 冬泳后与冬泳前相比,明显改善($P<0.05$);Fg 冬泳后与冬泳前,差异有统计学意义($P<0.01$)。冬泳组与其他锻炼组和缺乏锻炼组比较,HDL 指标改善差异有统计学意义($P<0.05$);与其他锻炼组和缺乏锻炼组相比较 Fg 指标改善更明显($P<0.01$),见表 3。

2.3 心血管机能指标与血液指标相关性 冬泳组收缩压、舒张压、PWV 与 HDL 呈负相关($r=-0.441,-0.415,-0.410,P<0.05$);与 LDL 没有相关性;收缩压、舒张压与 Fg 呈正相关($r=0.491,0.494,P<0.01$),PWV 与 Fg 呈正相关($r=0.369,P<0.05$),见表 4。

表 1 受试者基本情况

组别	n	年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	身高($\bar{x} \pm s$,m)	质量($\bar{x} \pm s$,kg)	BMI($\bar{x} \pm s$,kg/m ²)	体脂率($\bar{x} \pm s$,%)	锻炼年限($\bar{x} \pm s$,年)
缺乏锻炼组	19	56.00±7.14	1.58±0.04	58.95±5.97	23.61±6.22	29.14±5.52	
其他锻炼组	27	58.85±4.99	1.57±0.05	58.78±5.67	23.85±6.21	28.31±5.23	10.07±4.56
冬泳组	11	56.82±7.26	1.58±0.06	60.02±10.21	24.04±4.24	28.72±6.11	9.55±6.19

表 2 3 组在试验周期前后心血管功能指标变化的差异($\bar{x} \pm s$)

组别	n	安静心率(次/分钟)			收缩压(mm Hg)			舒张压(mm Hg)			PWV(cm/s)		
		试验前	试验后	P	试验前	试验后	P	试验前	试验后	P	试验前	试验后	P
缺乏锻炼组	19	69.36±5.56	69.25±10.34	0.042	126.34±11.45	128.34±9.88	0.072	72.66±8.34	74.29±8.95	0.077	1 532.06±87.39	1 582.68±92.89	0.000
其他锻炼组	27	68.77±7.89	67.51±6.12	0.092	128.12±17.21	126.86±13.54	0.061	76.44±9.12	74.01±8.67	0.057	1 488.03±195.89	1 484.03±194.56	0.027
冬泳组	11	69.45±8.26	63.82±10.20	0.011	128.64±16.31	123.18±12.56	0.028	75.73±9.82	72.18±6.93	0.042	1 547.14±291.32	1 432.09±260.45	0.002

表 3 冬泳组女性与其他锻炼组、缺乏锻炼组在冬泳周期前后血液指标变化的差异($\bar{x} \pm s$)

组别	n	HDL(mmol/L)			LDL(mmol/L)			Fg(g/L)		
		试验前	试验后	P	试验前	试验后	P	试验前	试验后	P
缺乏锻炼组	19	1.49±0.27	1.47±0.21	0.000	2.73±0.54	2.75±0.58	0.082	3.27±0.73	3.64±0.81	0.000
其他锻炼组	27	1.51±0.22	1.54±0.19	0.017	2.69±0.61	2.61±0.56	0.173	3.12±0.61	3.46±0.72	0.002
冬泳组	11	1.49±0.30	1.70±0.27	0.022	2.74±0.63	2.51±0.70	0.044	3.16±0.53	2.75±0.36	0.029

表 4 冬泳组心血管机能指标与血液指标相关性

指标	安静心率	收缩压	舒张压	PWV	HDL	LDL	Fg
安静心率	1.000	0.354	0.572 ^b	0.426 ^a	-0.288	0.122	0.316
收缩压		1.000	0.742 ^b	0.613 ^b	-0.441 ^a	0.219	0.491 ^b
舒张压			1.000	0.555 ^b	-0.415 ^a	0.076	0.494 ^b
PWV				1.000	-0.410 ^a	0.340	0.369 ^a

^a: $P<0.05$,^b: $P<0.01$ 。

3 讨 论

3.1 冬泳锻炼对心血管系统的影响 目前国内外大量试验研究探讨了冬泳对人体健康的促进作用及其机制,主要包括:冬泳对人体免疫系统、内分泌系统、心血管系统及体质等方面^[3-8]。长期的运动锻炼可以使机体各器官在形态、功能和调节能力等方面产生良好的适应性变化,从而提高机体的工作能力^[5-16]。在本研究中,冬泳组冬泳周期前后安静心率、血压、PWV 的降低值高于其他锻炼组和缺乏锻炼组。尤其是心率的改善效果与缺乏锻炼组比较差异有统计学意义($P < 0.05$),这与其他研究结果一致^[13]。提示冬泳锻炼相对于其他有氧运动而言,可能更利于改善人体心血管机能。心率是体现心脏功能的重要指标之一^[17-18]。冬泳锻炼通过游泳运动和冷刺激来影响人体的心脏功能和神经系统的调控,从而提高心脏功能,降低患心血管疾病的风险。血压作为心血管功能重要的指标之一,冬泳通过血管的收缩舒张运动,从而导致外周阻力的降低,加之心率的降低,使舒张压降低。又由于冬泳锻炼增强了动脉血管壁的扩张性和弹性,减小了脉压,故收缩压降低^[19-20]。

PWV 的基本原理是:心动周期中左心室收缩将血液射入主动脉,扩张主动脉壁产生脉搏波,脉搏波以一定的速度沿着血管壁传播至整个动脉系统^[21-22]。PWV 是指动脉搏动在动脉血管中的传导速度,动脉血管壁的黏弹性、血管腔径与血管壁厚度、血液密度等是其主要影响因素。由于血管腔径、血管壁厚度、血液密度变化相对较小,因此 PWV 大小可以反映血管壁的弹性功能。PWV 越快,动脉血管壁硬化程度越严重。用 PWV 反映人体血管的弹性状态,方便、无创、经济、敏感性高、重复性好^[14]。在本研究中,冬泳组锻炼后身体的 PWV 与冬泳前相比明显降低。同时,冬泳组 PWV 锻炼后的改善与其他锻炼组比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。这在一定程度上也说明了通过一个阶段的冬泳锻炼可以降低脉搏波的传导速度,进而减缓动脉血管壁的僵硬化。

3.2 冬泳锻炼对血脂的影响 HDL 的主要功能是通过酶和受体的结合,将周围组织的胆固醇移至肝脏,经相应的受体途径进行分解代谢,同时抑制细胞结合和摄取 LDL,阻止胆固醇在动脉壁的沉积^[11,23-27]。本研究中,冬泳组锻炼周期前后 HDL 明显升高,这与 Zhu 等^[4]的研究结果相一致。LDL 的主要功能是将肝脏合成的内源性胆固醇转运至肝外组织,血清 LDL 水平越高,动脉粥样硬化的危险性越大^[28]。本研究也进一步显示了这一现象,经过一段时间的冬泳锻炼,LDL 明显降低。Fg 参与动脉粥样硬化的炎性反应,能够导致血浆黏度升高,血栓的形成,还能损伤内皮细胞,促进血管平滑肌细胞增殖。通过本研究发现,Fg 冬泳锻炼后降低。冬泳锻炼抑制 Fg 对动脉血管的影响,具体影响机制还需进一步研究证实。

3.3 心血管机能指标与血液指标的相关性分析 由于本试验旨在研究冬泳锻炼对中老年女性人群动脉血管弹性的影响,故选择冬泳组作为相关性研究的对象。从心血管机能指标与血液指标的相关性分析可以看出冬泳组收缩压、舒张压、PWV 与 HDL 呈负相关、但与 LDL 无相关性;PWV、收缩压、舒张压与 Fg 呈正相关。由于 PWV 可以无创地反映动脉血管弹性变化程度,还与血液指标相关性显著,所以用它来监控体育锻炼甚至是竞技运动中血管弹性的变化都有较强的实用价值和意义。

本研究设计和实施的过程还存在较多的缺陷,比如冬泳组

样本量较少,与其他组存在明显差别;运动分组的过程中,也没对各项目受试者心血管系统原本就存在的差异性进行比较;课题设计时,由于时间因素,未对受试者进行长期的跟踪,故无法知晓冬泳锻炼对动脉血管功能的影响是短期还是长期;此外,也未增设常温游泳对照组,因此无法确定动脉血管功能的改善是游泳运动所致。

参考文献

- [1] Martini J, Cabrales P, Tsai AG, et al. Mechanotransduction and the homeostatic significance of maintaining blood viscosity in hypotension, hypertension and haemorrhage [J]. *J Intern Med*, 2006, 259(4): 364-372.
- [2] 陈吉棣. 有氧运动、基因表达和慢性病[J]. *中国运动医学杂志*, 2002, 21(1): 61-65.
- [3] 江宇. 冬泳锻炼与人体健康[J]. *沈阳体育学院学报*, 2005, 24(5): 78-80.
- [4] Zhu WF, Hooker SP, Sun Y, et al. Associations of cardio-respiratory fitness with cardiovascular disease risk factors in middle-aged Chinese women: a cross-sectional study [J]. *BMC Womens Health*, 2014, 14(1): 1-8.
- [5] Teleglow A, Dabrowski Z, Marchewka A, et al. Effects of winter swimming and whole-body cryotherapy on the hematological and rheological properties of blood in regular winter swimmers and individuals exposed to whole-body cryotherapy[J]. *Medicina Sportiva*, 2014, 18(2): 52-57.
- [6] Morioka I, Izumi Y, Inoue M, et al. Effect of stone spa bathing and hot-spring bathing on pulse wave velocity in healthy, late middle-aged females [J]. *Nihon Eiseigaku Zasshi*, 2014, 69(69): 146-152.
- [7] 季丽萍, 冯照军, 曹志发. 冬泳对老年人血脂及脂质过氧化的影响[J]. *浙江体育科学*, 2003, 25(1): 22-23, 30.
- [8] 常青, 王禾, 赵泽霖. 冬泳锻炼对老年人血脂、血清炎症因子的影响[J]. *北京体育大学学报*, 2012, 35(6): 66-69.
- [9] Hemanussen M, Jensen F, Hirsch N, et al. Acute and chronic effects of winter swimming on LH, FSH, prolactin, growth hormone, TSH, cortisol, serum glucose and insulin[J]. *Arctic Med Res*, 1995, 54(1): 45-51.
- [10] Celestyna MK, Alina W, Micha S, et al. Effects of thermal stress on the activity of selected lysosomal enzymes in blood of experienced and novice winter swimmers [J]. *Scand J Clin Lab Inv*, 2012, 72(8): 635-641.
- [11] Teleglow A, Dabrowskia Z, Marchewka A, et al. The influence of winter swimming on the rheological properties of blood [J]. *Clin Hemorheol Micro*, 2014, 57(2): 119-127.
- [12] Zuo GX, Zhan MH, Jia XG, et al. Correlation between brachial-Ankle pulse wave velocity, carotid artery intima-media thickness, ankle-brachial index, and the severity of coronary lesions [J]. *Cell Biochem Biophys*, 2014, 67(7): 132-139.
- [13] Peter MN, Payam K, Stanleys F. Blood (下转第 328 页)

- [2] 洪良利,秦杰升,黄杰雄,等. NF- κ B p65、CyclinD1 在甲状腺乳头状癌组织中的表达及意义[J]. 海南医学, 2014(12):1853-1855.
- [3] 王丽,董军明,罗金芳,等. 甲状腺微小乳头状癌中 syndecan-1 和 EGFR 的表达[J]. 诊断病理学杂志, 2015, 22(4):221-224.
- [4] Kunavisarut T, Kak I, Macmillan C, et al. Immunohistochemical analysis based Ep-ICD subcellular localization index (ESLI) is a novel marker for metastatic papillary thyroid microcarcinoma[J]. BMC Cancer, 2012(12):523.
- [5] 司海燕,程晓明,孔凡立,等. ER α 、cyclinD1 在人甲状腺乳头状癌组织中的表达及意义[J]. 重庆医学, 2013, 42(6):674-677.
- [6] Liang S, Mu K, Wang Y, et al. CyclinD1, a prominent prognostic marker for endometrial diseases[J]. Diagn Pathol, 2013, 8(1):138.
- [7] 周正斌,周瑞,黄震,等. 生存素和 Caspase-3 蛋白在食管癌前病变及癌组织中的表达及意义[J]. 江苏大学学报(医学版), 2014, 24(4):342-345.
- [8] 苏丽娟,李敏,李媛,等. Pim-3、Bax 与 XIAP 在食管鳞癌中的表达及意义[J]. 内蒙古医科大学学报, 2015, 372(2):144-147.
- [9] Yamamoto K, Lee BJ, Li C, et al. Early B-cell-specific inactivation of ATM synergizes with ectopic CyclinD1 expression to promote pre-germinal center B-cell lymphomas in mice[J]. Leukemia, 2015, 29(6):1414-1424.
- [10] 张晓亮,胡向阳,杨懿,等. HER-2、CyclinD1 在甲状腺乳头状癌中的表达及意义[J]. 安徽医科大学学报, 2014, 49(7):958-961, 962.
- [11] 董明,魏辉,赵理智,等. p53、CyclinD1 和 Ki67 在双原发癌第二原发癌中的表达及其意义[J]. 现代肿瘤医学, 2015, 23(22):3339-3343.
- [12] 陈晶晶,陈炯. 柠檬酸和 EDTA 对 cyclinD1 和 TdT 抗原修复的应用比较[J]. 安徽医药, 2015, 9(10):1901-1904.
- [13] Liu W, Yin T, Ren J, et al. Activation of the EGFR/Akt/NF- κ B/cyclinD1 survival signaling pathway in human cholesteatoma epithelium[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2014, 271(2):265-273.
- [14] Vafaiyan Z, Gharaei R, Asadi J. The correlation between telomerase activity and Bax/Bcl-2 ratio in valproic acid-treated MCF-7 breast cancer cell line[J]. Iran J Basic Med Sci, 2015, 18(7):700-704.
- [15] Ryu B, Ahn BN, Kang KH, et al. Dioxinohydroeckol protects human keratinocyte cells from UVB-induced apoptosis modulated by related genes Bax/Bcl-2 and caspase pathway[J]. J Photochem Photobiol B, 2015(153):352-357.
- [16] 成克伦. c-IAP1 和 bax 蛋白在甲状腺癌中的表达与细胞凋亡[J]. 肿瘤防治研究, 2009, 36(10):855-857.
- [17] 葛建荣. 细胞凋亡与胃癌的发生发展[J]. 临床消化病杂志, 2003, 15(5):236-238.

(收稿日期:2016-07-06 修回日期:2016-09-30)

(上接第 324 页)

- pressure and pulse wave velocity as metrics for evaluating pathologic ageing of the cardiovascular system[J]. Blood Pressure, 2014(23):17-30.
- [14] Lehmann ED, Hopkins KD, Gosling RG, et al. Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement[J]. Hypertension, 1996, 27(5):1188-1191.
- [15] Sramek P, Simeckova M, Jansky L, et al. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures[J]. Eur J Appl Physiol, 2000, 81(5):436-442.
- [16] Siems WG, Brenke R, Sammerburg O, et al. Improved antioxidative protection in winter swimmers[J]. QJM, 1999, 92(4):193-198.
- [17] Biondi B, Klein I. Hypothyroidism as a risk factor for cardiovascular disease[J]. Endocrine, 2004, 24(1):1-13.
- [18] Marczin N, Bundy RE, Hoare GS, et al. Redox regulation following cardiac ischemia and reperfusion[J]. Coron Artery Dis, 2003, 14(14):123-133.
- [19] 任爱华,王雁,朱利月. 运动锻炼对高血压患者血压和血管弹性的影响[J]. 心血管康复医学杂志, 2005, 14(3):201-202.
- [20] Galle J. Atherosclerosis and arteriitis: implications for therapy of cardiovascular disease[J]. Herz, 2004, 29(1):4-11.
- [21] Lombardi G, Ricci C, Banfi G. Effect of winter swimming on haematological parameters[J]. Biochem Med, 2011, 21(1):71-78.
- [22] 王禾,赵泽霖. 冬泳锻炼对老年人血脂、心功能的影响[J]. 沈阳体育学院学报, 2011, 23(30):69-71.
- [23] 宁冬梅. 脑动脉粥样硬化患者脂蛋白(a)与血脂相关指标的检测分析[J]. 井冈山医学学报, 2006, 13(2):42-43.
- [24] 党娜,黄秀珍,林诚,等. 运动训练改善高血压大鼠动脉压力反射功能[J]. 中华高血压杂志, 2015, 19(1):47-51.
- [25] 衣雪洁. 运动对胰岛素抵抗相关疾病的影响[J]. 沈阳体育学院学报, 2005, 17(2):8-11, 27.
- [26] Athanase B, Bernard W, Joesph I, et al. Influence of age, risk factors, and cardiovascular and renal disease on arterial stiffness: clinical applications[J]. Am J Hypertens, 2002(15):1101-1108.
- [27] Lee H, Park J, Choi I, et al. Enhanced functional and structural properties of high-density lipoproteins from runners and wrestlers compared to throwers and lifters[J]. BMB Rep, 2009, 42(9):605-610.
- [28] 张勇,杨锡让. 运动与脂蛋白代谢研究进展[J]. 天津体育学院学报, 1997, 12(3):3-8.

(收稿日期:2016-07-21 修回日期:2016-10-09)