

· 基础研究 ·

运动对 1 型糖尿病大鼠心肌肌浆网钙调控蛋白表达的影响

江卫华 罗达亚 余乐涵 段荣 万福生

【摘要】 目的 观察运动对 1 型糖尿病大鼠心肌肌浆网钙调控蛋白表达的影响,并探讨其机制。**方法** 选用健康 Sprague-Dawley 大鼠,随机分为正常对照组、运动对照组、糖尿病组和糖尿病 + 运动组,每组 10 只。用腹腔注射链脲佐菌素 (55 mg/kg) 法复制糖尿病模型,糖尿病 + 运动组大鼠在糖尿病模型建成后第 4 天开始跑台运动,于运动第 4 周末心脏采血,制备血清。采用放射免疫法测定血清胰岛素水平,采用 RT-PCR 法检测肌浆网 Ca^{2+} -ATP 酶 (SERCA)、磷酸受纳蛋白 (PLB) 和 Ryanodine 受体-2 (RyR2) mRNA 的表达,采用 Western-blotting 法检测 SERCA2、PLB 蛋白的表达。**结果** 与正常对照组相比,糖尿病组血糖、糖化血清蛋白及低密度脂蛋白水平升高,胰岛素和高密度脂蛋白水平降低,心肌 SERCA2、PLB、RyR2 mRNA 和 SERCA2、PLB 蛋白表达差异无统计学意义;糖尿病 + 运动组血糖水平升高,胰岛素水平降低,心肌 SERCA2、PLB 和 RyR2 的 mRNA 表达水平提高, SERCA2、PLB 蛋白表达量增加,差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。与糖尿病组相比,糖尿病 + 运动组大鼠糖化血清蛋白及低密度脂蛋白水平显著降低 ($P < 0.01$), SERCA2、PLB、RyR2 mRNA 及 SERCA2、PLB 蛋白表达显著升高 ($P < 0.01$)。**结论** 运动对 1 型糖尿病大鼠心肌损伤有防治作用,其机制可能与运动上调 SERCA2、PLB 和 RyR2 的表达有关。

【关键词】 运动; 糖尿病; 钙调控蛋白; 肌浆网; 磷酸受纳蛋白; Ryanodine 受体-2

Effect of exercise on gene expression of calcium modulin in myocardial sarcoplasmic reticulum of diabetic rat

JIANG Wei-hua, LUO Da-ya, YU Le-han, DUAN Rong, WAN Fu-sheng. * Department of Biochemistry and Molecular Biology, Medical College of Nanchang University, Nanchang 330006, China

Corresponding author: WAN Fu-sheng, Email: wanfs01@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the effect of exercise on calcium modulin in myocardial sarcoplasmic reticulum of animal type 1 diabetes model in rat. **Methods** A total of 40 Sprague-Dawley rats were randomly divided into 4 groups: a normal control group, an exercise training group, a diabetes group and a diabetes plus exercise-training group. At the end of 4-week-exercise training after the establishment of the diabetes model by intraperitoneal injection of streptozotocin, the animals were sacrificed and the level of blood glucose, insulin, blood fat and glycosylated serum protein were tested. The gene expression of calcium modulin proteins was measured by reverse transcription-polymerase chain reaction, and the Western blotting technique was used to measure the protein of sarcoplasmic endoplasmic reticulum Ca^{2+} -ATPase (SERCA2) and phospholamban (PLB). **Results** The level of biochemical indicator of exercise group is not affected when comparing with that of the control group, but significantly changed in diabetic group ($P < 0.01$); The level of blood glucose, insulin, blood fat and glycosylated serum protein were ameliorated in diabetic rats in the exercise training group. No significant changes in mRNA level of SERCA2, PLB and ryanodine receptor type 2 (RYR2) were observed between control and diabetic group, the same to protein expression of SERCA2 and PLB. But expression of calcium modulin mRNA was significantly increased in exercise group and diabetic rats in the exercise training group comparing with that of the control and diabetic groups ($P < 0.01$), the same to protein expression of SERCA2 and PLB. **Conclusion** Exercise exerted good protective effects on the myocardial injury with 1 type diabetes rat, which might attribute to the upregulated expression of SERCA2, PLB and RYR2 in diabetic rat heart.

【Key words】 Exercise; Diabetes; Calcium modulin; Sarcoplasmic reticulum; Phospholamban; Ryanodine receptor type 2

大量研究表明,体育锻炼能降低心脑血管病的发

生率和死亡率,对心脑血管病能起到积极的防治作用^[1]。现普遍认为,联合应用运动疗法、药物疗法与饮食疗法治疗心血管疾病,才会取得更好的效果^[2]。研究表明细胞内 Ca^{2+} 超载是糖尿病心功能降低的重要原因之一,长期中等强度的运动训练不但能有效降

作者单位:330006 南昌,南昌大学医学院生物化学与分子生物学教研室(江卫华、罗达亚、余乐涵、万福生);江西省儿童医院检验科(江卫华、段荣)

通讯作者:万福生,Email: wanfs01@163.com

低血糖水平,还能减少各种糖尿病并发症的危险因素,对预防糖尿病并发症的发生及其发展起重要作用^[3,4]。关于运动对心肌细胞内 Ca^{2+} 通道的基因及蛋白表达影响的研究少见报道。本实验以 1 型糖尿病大鼠为模型,观察运动对糖尿病大鼠心肌细胞肌质网/内质网 Ca^{2+} -ATP 酶(sarco/endoplasmic reticulum Ca^{2+} -ATP ase, SERCA)、磷酸受纳蛋白(phopholamban, PLB)和 Ryanodine 受体-2(ryanodine receptor type 2, RyR2)表达的影响,探讨运动对糖尿病大鼠心肌细胞损害的防治作用及其分子机制。

材料与方法

一、主要试剂

链脲佐菌素(streptozotocin, STZ)购自 Sigma 公司;糖化血清蛋白试剂盒、血糖检测试剂盒、血脂检测试剂盒均购自浙江东鸥生物工程有限公司;胰岛素放免试剂盒购自山东潍坊三维生物工程集团有限公司;Trizol reagent 购自北京鼎国生物技术有限责任公司;逆转录试剂盒购自 Promega 公司;2 × Taq PCR Master Mix 购自北京博大泰克生物技术有限公司;抗 β -actin 兔抗大鼠多克隆抗体(Actin I-19, sc-1616-R)购自北京中衫金桥生物技术有限公司;小鼠抗磷酸受纳蛋白单克隆抗体(ab 2863)、小鼠抗肌质网/内质网 Ca^{2+} -ATP 酶单克隆抗体(ab 2861)均购自美国 ABC 公司。

二、实验动物

8 周龄 Sprague-Dawley (SD) 大鼠 40 只,雌雄不拘,由南昌大学医学院实验动物科学部提供,体重 180 ~ 190 g,饲养温度 20 ~ 25℃,每日光照时间 10 h 以上,常规饲料喂养。

三、动物分组及糖尿病模型的建立

选取 40 只大鼠,随机分为正常对照组、运动对照组、糖尿病组和糖尿病 + 运动组,每组 10 只大鼠。

复制糖尿病模型前,大鼠禁食 1 d,但不禁水。糖尿病组和糖尿病 + 运动组大鼠均腹腔注射链脲佐菌素(55 mg/kg 体重),复制糖尿病模型;正常对照组和运动对照组大鼠腹腔注射等体积柠檬酸缓冲溶液。各组大鼠常规饲养观察,弃去其间死亡大鼠(死亡 1 只,已补足数量)。注射后第 4 天测定大鼠血糖和尿糖水平,血糖在 16.7 mmol/L 以上者为糖尿病大鼠。

四、运动方案

糖尿病 + 运动组大鼠在糖尿病模型复制成功后第 4 天开始跑台运动。运动方案为每周 5 次,跑台坡度为 10°,共运动 4 周;前 2 周跑台速度为 20 m/min,每次运动时间为 30 min,后 2 周跑台速度为 10 m/min,每次运动时间为 20 min。

五、取材方法

糖尿病 + 运动组大鼠在最后 1 次运动训练结束后禁食 12 h(不禁水),次日晨称重后麻醉,心脏采血 4 ~ 6 ml,分离血清, -4℃ 冰箱保存备用;摘取心脏,冰生理盐水漂洗,冰磷酸盐缓冲液(PBS)冲洗 2 次;去除心房,加液氮研磨成细粉后,一部分用于提取总 RNA,另一部分保存在 -70℃ 冰箱中备用。其余各组大鼠取材方法同上。

六、血生化指标的测定

取离心血清适量,用氧化酶法测定血糖水平,放射免疫法测定血清胰岛素水平,常规方法测定血脂及糖化血清蛋白水平。

七、心肌组织 SERCA2、PLB 和 RyR mRNA 表达的检测

取 100 mg 心肌组织,采用 Trizol 法提取心肌组织总 RNA,用紫外分光光度仪分析, A260/A280 比值均 > 1.8。取 5 μg 总 RNA 行逆转录。取逆转录后所得的 cDNA 产物 2 μl ,待测基因正、反义引物各 1 μl (10 $\mu\text{mol/L}$), 2 × Taq PCR Master Mix 12.5 μl ,去离子水 8.5 μl ,总反应体积为 25 μl 。94℃ 下预变性 5 min; 94℃ 下变性 40 s,退火 40 s,72℃ 下延伸 40 s;结束前在 72℃ 下延伸 10 min。各项指标退火温度和循环数分别为:SERCA2 为 65℃, 35 个循环;PLB 为 60℃, 30 个循环;RyR2 为 65℃, 35 个循环。

取 PCR 产物 5 μl ,经 1.5% 琼脂糖凝胶(含溴化乙锭 0.5 $\mu\text{g/ml}$)电泳,电泳缓冲液为三羟甲基氨基甲烷-乙酸缓冲液,电压为 40 V,时间 40 min,用紫外透射分析仪观察电泳结果并拍照。通过 Gen Genius 全自动数码凝胶图像分析系统分析各条带的光密度,以 β -actin 的表达量为对照,计算并比较各组大鼠心肌 SERCA2、PLB 和 RyR mRNA 的相对表达量。

以 β -actin 作为内参照,通过检索基因文库中大鼠心肌细胞 SERCA2、PLB 和 RyR 基因的 mRNA 序列进行引物设计(表 1),引物由上海生工生物工程技术有限公司合成。

表 1 钙调控蛋白和肌动蛋白的引物序列

基 因	引物序列	产物长度
β -actin		
(F)	GAGACCTTCAACACCCAGCC	312 bp
(R)	GGCCACTCTTGCTCGAAGTC	
SERCA2		
(F)	AAGCAGTTCATCGCTACCT	134 bp
(R)	AGCCCATCAGTCACCAAGTT	
PLB		
(F)	TACCTTACTCGCTCGGCTATT	141 bp
(R)	CAGAAGCATCACAATGATGCAT	
RyR2		
(F)	CCCGCTAAAGTGACCACCAG	430 bp
(R)	TTGCATCGCTGAAATCCAGT	

八、大鼠心肌组织 SERCA2、PLB 蛋白表达的检测

用 Western blotting 法检测 SERCA2、PLB 蛋白表达。取大鼠心肌组织,置于 1~2 ml 匀浆器中,用剪刀尽量将组织块剪碎,加 400 μ l 细胞裂解液(含蛋白酶抑制剂)进行匀浆;将匀浆液移至 1.5 ml 离心管中,4℃ 下离心(12 000 r/min)5 min;取上清,加入上样缓冲液 40 μ l 和 10 μ l 二巯苏糖醇(1 mol/L),混匀,煮沸 10 min 后上样,电泳。电泳结束后取凝胶,通过电转移方式将蛋白转移到硝酸纤维素膜上,丽春红 S 染色、标记、剪膜,在含 5% 脱脂奶粉的封闭液中(4℃)过夜,加一抗、二抗并在室温下孵育 2 h,去掉洗膜液,加入化学发光剂,室温下作用 2 min 后,曝光、显影并定影,X 光片扫描后选择 Chemi Imager 5500 软件进行半定量分析。

九、统计学处理

所有实验数据均用($\bar{x} \pm s$)表示,应用 SPSS 13.0 版统计软件进行处理,采用方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、血糖、血脂、血清胰岛素和糖化血清蛋白水平的变化

与正常对照组相比,糖尿病组大鼠血糖、糖化血清蛋白、低密度脂蛋白和甘油三酯水平显著升高($P < 0.01$),高密度脂蛋白和胰岛素水平显著降低($P < 0.01$),总胆固醇变化不大($P > 0.05$);糖尿病 + 运动组大鼠血糖水平显著升高($P < 0.01$),胰岛素水平显著降低,血脂变化不大。与糖尿病组相比,糖尿病 + 运动组大鼠糖化血清蛋白、低密度脂蛋白和甘油三酯水平均显著降低($P < 0.01$),高密度脂蛋白水平显著升高($P < 0.01$),胰岛素和总胆固醇水平差异无统计学意义。见表 2 和表 3。提示运动能降低糖尿病大鼠的血糖水平,同时能调节血脂,对脂类代谢紊乱有一定的改善作用。

二、心肌组织 SERCA2、PLB 和 RyR2 mRNA 的表达

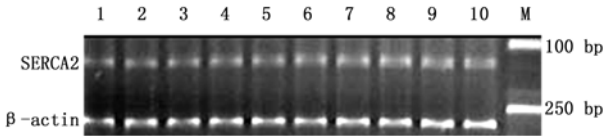
心肌 SERCA2、PLB 和 RyR 的 mRNA 表达见图 1~3,3 个基因的 cDNA 扩增条带位置与理论值相符。与正常对照组相比,运动对照组大鼠 SERCA2、PLB 和 RyR2 的 mRNA 表达分别有不同程度的升高

($P < 0.01$),糖尿病组 SERCA2、PLB 和 RyR2 的 mRNA 表达水平无显著变化($P > 0.05$);与糖尿病组相比,糖尿病 + 运动组大鼠心肌 SERCA2、PLB 和 RyR2 的 mRNA 表达显著升高($P < 0.01$),见表 4。结果表明运动可上调心肌细胞中 SERCA2、PLB 和 RyR2 mRNA 的表达。

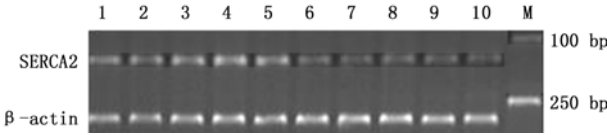
表 2 各组血糖、胰岛素和糖化血清蛋白水平的比较($\bar{x} \pm s$)

组 别	n	血糖 (mmol/L)	胰岛素 (mU/L)	糖化血清蛋白 (mmol/L)
正常对照组	10	5.220 $\pm$ 0.697	16.636 $\pm$ 0.647	1.180 $\pm$ 0.044
运动对照组	10	4.680 $\pm$ 0.426	15.122 $\pm$ 1.027	1.200 $\pm$ 0.070
糖尿病组	10	30.920 $\pm$ 3.031 ^{ab}	8.786 $\pm$ 0.858 ^{ab}	1.520 $\pm$ 0.192 ^{abc}
糖尿病 + 运动组	10	27.980 $\pm$ 6.562 ^{ab}	8.504 $\pm$ 0.858 ^{ab}	1.180 $\pm$ 0.130 ^c

注:与正常对照组比较,^a $P < 0.01$;与运动对照组比较,^b $P < 0.01$;与糖尿病组比较,^c $P < 0.01$

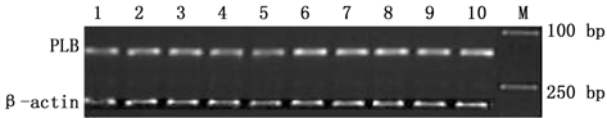


A 1~5 为正常对照组,6~10 为运动对照组

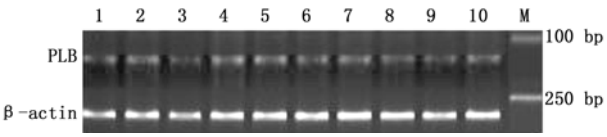


B 1~5 为糖尿病 + 运动组,6~10 为糖尿病组

图 1 大鼠心肌细胞 SERCA2 基因 mRNA 表达情况

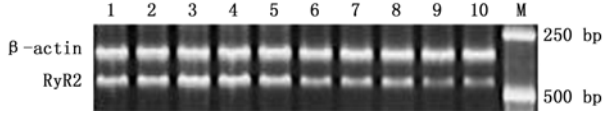


A 1~5 为正常对照组,6~10 为运动对照组



B 1~5 为糖尿病 + 运动组,6~10 为糖尿病组

图 2 大鼠心肌细胞 PLB 基因 mRNA 表达情况

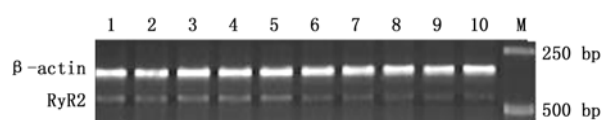


A 1~5 为正常对照组,6~10 为运动对照组

表 3 各组血脂水平的比较(mmL/L, $\bar{x} \pm s$)

组 别	n	高密度脂蛋白	低密度脂蛋白	总胆固醇	甘油三酯
正常对照组	10	1.646 $\pm$ 0.288	0.352 $\pm$ 0.040	2.072 $\pm$ 0.450	0.728 $\pm$ 0.140
运动对照组	10	1.790 $\pm$ 0.183	0.288 $\pm$ 0.039	2.058 $\pm$ 0.613	0.622 $\pm$ 0.135
糖尿病组	10	1.334 $\pm$ 0.416 ^{ab}	0.452 $\pm$ 0.129 ^{ab}	1.994 $\pm$ 0.474	1.198 $\pm$ 0.622 ^{ab}
糖尿病 + 运动组	10	1.624 $\pm$ 0.305 ^c	0.256 $\pm$ 0.034 ^c	1.584 $\pm$ 0.382	0.462 $\pm$ 0.099 ^c

注:与正常对照组比较,^a $P < 0.01$;与运动对照组比较,^b $P < 0.05$;与糖尿病组比较,^c $P < 0.01$



B 1~5 为糖尿病 + 运动组, 6~10 为糖尿病组

图 3 大鼠心肌细胞 RyR2 基因 mRNA 表达情况

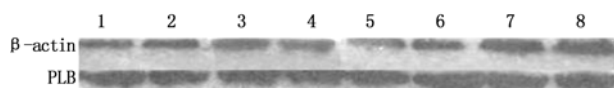
表 4 各组心肌组织 SERCA2、PLB 和 RyR2 mRNA 表达水平的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	SERCA2/ β-actin	PLB/ β-actin	RyR2/ β-actin
正常对照组	10	0.658 ± 0.032	0.450 ± 0.031	0.436 ± 0.016
运动对照组	10	1.685 ± 0.356 ^a	1.747 ± 0.048 ^a	0.855 ± 0.055 ^a
糖尿病组	10	0.650 ± 0.025 ^b	0.437 ± 0.006 ^b	0.443 ± 0.006 ^b
糖尿病 + 运动组	10	0.950 ± 0.017 ^{abc}	1.474 ± 0.017 ^{abc}	0.687 ± 0.036 ^{abc}

注:与正常对照组比较,^a $P < 0.01$;与运动对照组比较,^b $P < 0.01$;与糖尿病组比较,^c $P < 0.01$

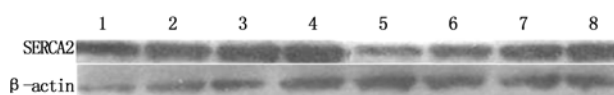
三、心肌细胞钙调控蛋白 SERCA2、PLB 蛋白的表达

与正常对照组相比,运动对照组大鼠 SERCA2 和 PLB 蛋白表达水平显著升高 ($P < 0.01$),糖尿病组大鼠 SERCA2 和 PLB 蛋白表达差异无统计学意义 ($P > 0.05$);与糖尿病组相比,糖尿病 + 运动组大鼠的 SERCA2 和 PLB 蛋白表达显著升高 ($P < 0.01$),见图 4,图 5 和表 5。结果表明运动能够上调心肌 SERCA2 和 PLB 蛋白的表达。



注:1,2 为正常对照组;3,4 为运动对照组;5,6 为糖尿病组;7,8 为糖尿病 + 运动组

图 4 大鼠心肌细胞 PLB 蛋白表达情况



注:1,2 为正常对照组;3,4 为运动对照组;5,6 为糖尿病组;7,8 为糖尿病 + 运动组

图 5 大鼠心肌细胞 SERCA2 蛋白表达情况

表 5 各组心肌细胞 SERCA2 和 PLB 蛋白表达水平的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	SERCA2/β-actin	PLB/β-actin
正常对照组	10	1.310 ± 0.064	1.279 ± 0.182
运动对照组	10	1.844 ± 0.068 ^a	1.791 ± 0.118 ^a
糖尿病组	10	1.298 ± 0.027 ^b	1.115 ± 0.114 ^b
糖尿病 + 运动组	10	1.516 ± 0.036 ^{abc}	1.551 ± 0.167 ^{abc}

注:与正常对照组比较,^a $P < 0.01$;与运动对照组比较,^b $P < 0.01$;与糖尿病组比较,^c $P < 0.05$

讨 论

目前认为,运动训练可改善 2 型糖尿病大鼠骨骼

肌细胞的胰岛素抵抗(主要指细胞膜上胰岛素受体对胰岛素的敏感性下降),增强骨骼肌细胞转运和利用葡萄糖的能力,改善周围组织的胰岛素抵抗,同时也使糖尿病大鼠肝细胞膜异常的胰岛素受体得到恢复,从而降低血糖水平^[5]。长时间运动一方面可使血浆胰岛素浓度降低,间接促进其它脂解激素的作用,防止出现低血糖^[6,7];另一方面,长期有氧运动可改善肌细胞的胰岛素抵抗,提高胰岛素受体的敏感性^[8,9]。运动训练对 1 型糖尿病大鼠的影响少有报道,本实验初步观察了运动对 1 型糖尿病大鼠的影响。结果显示,与正常对照组比较,糖尿病组大鼠血清胰岛素水平下降,血糖水平显著升高;与糖尿病组比较,糖尿病 + 运动组大鼠血糖水平显著下降,提示 4 周运动训练对 1 型糖尿病大鼠血糖水平有一定的下调作用。

目前,国内外关于运动对血浆总胆固醇影响的报道尚不一致。Parhofer 等^[10]认为,一次性的急性运动对血浆总胆固醇浓度的影响不大,而长期的体育锻炼或运动往往引起血浆总胆固醇降低,且不同运动方式(如有氧运动)、不同运动时间会影响血浆总胆固醇浓度。本实验结果显示,4 周运动后各组大鼠血浆总胆固醇水平差异无统计学意义,与 Tolfrey 等^[11]报道的结果相似。

在心肌细胞肌浆网中,参与钙转运的蛋白质主要包括 RyR、SERCA 和调节 SERCA 功能的 PLB。有研究者于 1970 年从兔骨骼肌肌浆网中部分纯化了 SERCA 蛋白^[12]。SERCA 基因属于一个多基因家族,包含 SERCA1、SERCA2 和 SERCA 三类基因,共有 5 个变异体;其中 SERCA2 编码 SERCA2a 和 SERCA2b 两个异构体,前者主要在心肌及慢肌纤维中表达,后者在平滑肌及非肌细胞中表达。有研究表明,糖尿病大鼠心肌肌浆网膜 SERCA (Ca^{2+} 泵) 活性降低, mRNA 表达降低^[13,14]。王安利等^[15]研究证实,老龄鼠经慢性耐力训练后,可增强其心肌肌浆网中 Ca^{2+} 的转运能力。我们的实验结果显示,与正常对照组相比,4 周运动后的运动对照组及糖尿病 + 运动组大鼠心肌 SERCA2 基因表达增高,表明 4 周运动对正常和糖尿病大鼠心肌 SERCA2 表达均有上调作用。本实验结果还显示,4 周时程运动对大鼠心肌 PLB 表达也有一定的上调作用。PLB 在接受磷酸基团后可活化 SERCA,增强 SERCA 摄取 Ca^{2+} 的活性,促进 Ca^{2+} 转运。因此,PLB 可以看作 SERCA 的一种活性调节蛋白。

RyR 为跨膜转运 Ca^{2+} 的调控蛋白,其单体是约 450 kD 的蛋白质,有 3 种不同类型,其中 RyR2(心肌型 RyR)主要表达于心脏。本实验结果显示,与正常对照组相比,运动对照组和糖尿病 + 运动组大鼠心肌 RyR2 mRNA 表达有显著升高,糖尿病组 RyR2 mRNA 表达无

显著改变,表明 4 周运动可提高正常和糖尿病大鼠心肌 RyR2 mRNA 表达。心肌 RyR 蛋白的主要功能是促进肌浆网中的 Ca^{2+} 释放到胞浆,引起心肌细胞收缩。RyR 蛋白的增多有利于细胞调控胞内钙平衡。当电压控制性钙通道开放,少量钙内流, Ca^{2+} 与 RyR 上的位点结合,从而触发肌浆网释放 Ca^{2+} 。这种正反馈是 RyR 系统触发 Ca^{2+} 释放的特征^[16]。

总之,4 周运动时程干预能上调正常和 1 型糖尿病大鼠心肌 SERCA2、PLB 和 RyR2 的表达,但上调作用的程度不完全相同。SERCA2、PLB 和 RyR2 是心肌细胞中肌质网/内质网调节胞质 Ca^{2+} 浓度的重要蛋白,在维持胞内的钙平衡、防止钙超载中起关键性作用。可见,运动训练可增强心肌细胞肌质网/内质网调节胞内 Ca^{2+} 浓度的能力,从而提高大鼠心脏的调节功能和适应能力^[17],提示中等强度的运动可改善机体糖代谢和脂代谢,增强心肌功能。

参 考 文 献

- [1] 陈宗慧. 有氧运动对中老年人血糖、胰岛素及血脂的影响. 中国现代临床医学, 2005, 4: 22-23.
- [2] Cohn JN. Vascular wall function as risk marker for cardiovascular disease. J Hypertens, 1999, 7: 41-44.
- [3] 王许. 运动疗法对 2 型糖尿病的疗效分析. 中国民康医学, 2006, 18: 738-747.
- [4] 王正勇. 运动对 2 型糖尿病患者血糖、血脂、胰岛素水平的影响. 中国临床康复, 2003, 7: 1863-1865.
- [5] 潘新宇, 牛岭. 运动疗法干预 2 型糖尿病患者的血糖、血脂变化. 中国临床康复, 2005, 9: 12-13.
- [6] Pickup JC, Mattock MB. Activation of the innate immune system as predictor of cardiovascular mortality in type 2 diabetes mellitus. Diabetes, 2003, 20: 723-726.
- [7] Chu NV, Kong AP, Kim DD, et al. Differential effects of metformin and troglitazone on cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Diabetes Care, 2002, 25: 542-549.
- [8] Randall OS, Fescha HB, Illoh K, et al. Response of lipoprotein (a) levels to therapeutic life-style change in obese African-Americans. Atherosclerosis, 2004, 172: 155-160.
- [9] 陈丹, 毕会民, 毕欢. 运动对胰岛素抵抗大鼠骨骼肌中糖原合成酶激酶-3 表达的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 28: 153-157.
- [10] Parhofer KG, Barrett PHR, Demant T, et al. Acute effects of low density lipoprotein apheresis on metabolic parameters of apolipoprotein B. J Lipid Res, 2000, 41: 1596-1603.
- [11] Tolfrey K, Campbell IG, Batterham AM. Exercise training included alterations in prepubertal child's lipid-lipoprotein profile. Med Sci Sports Exerc, 1998, 30: 1684-1692.
- [12] Clarke DM, Loo TW, Maeleennan DH. Functional consequences of alterations to polar amino acids located in the mmsmembrane domain of the Ca^{2+} -ATPase of sarcoplasmic reticulum. J Biol Chem, 1990, 265: 6262-6267.
- [13] Berridge MJ, Bootman MD, Lipp P. Calcium—a life and death signal. Nature, 1998, 395: 645-648.
- [14] Hattori Y, Matsuda N, Kimura J, et al. Diminished function and expression of the cardiac $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ exchanger in diabetic rats; implication in Ca^{2+} overload. J Physiol, 2000, 527: 85-94.
- [15] 王安利, 池健, 相子春, 等. 对有氧运动(游泳)抗衰老作用的研究(二)——增龄小鼠心肌收缩蛋白 ATPase 活性、肌浆网 SRCa^{2+} -ATPase 活性的影响. 北京体育大学学报, 2001, 24: 477-480.
- [16] Kubalova Z, Terentyev D, Viatchenko-karpinski S, et al. Abnormal intrastore calcium signaling in chronic heart failure. Proc Natl Acad Sci, 2005, 102: 14104-14109.
- [17] 孙泊, 庄涛. 运动训练对大鼠内皮素含量及受体分型的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 28: 743-746.

(修回日期: 2008-02-19)

(本文编辑: 吴倩)

· 短篇论著 ·

体外射频透热疗法与超短波治疗慢性盆腔炎的疗效对比研究

傅照华 江容安

慢性盆腔炎多是由于急性炎症未经正规、有效、彻底治疗而使病程迁延所致。由于妇科炎症不同于其它内脏的炎症,大部分为逆行感染所致,且因女性内生殖器解剖关系特殊,比如盆腔内血管丰富、阴道开口于外界、周期性宫腔出血等可使病程长,易反复发作。形成慢性炎症后,常规抗生素治疗效果欠佳或无效,因此常采用全身与局部相结合的综合治疗措施^[1]。其中物理因子疗法作为无创性治疗手段,具有痛苦小、副作用少等优点,患者容易接受,可与药物治疗起到协同作用^[2]。我科近年来对慢性盆腔炎患者分别采用体外射频透热治疗与超

短波局部治疗,取得良好疗效,现报道如下。

一、资料与方法

(一) 临床资料

150 例病例来自 2002 年 8 月至 2007 年 8 月间在我院妇科就诊的患者,根据病史、症状、妇检、B 超检查确诊,临床表现为下腹部坠痛、胀痛、酸痛伴腰腿酸痛、白带增多、子宫附件压痛等,均符合慢性盆腔炎的诊断标准^[3]。根据采用的治疗方法不同,将患者随机分为体外射频透热治疗组(射频组)、超短波治疗组(超短波组)和单纯药物对照组(药物组),3 组患者一般情况及病情比较见表 1,经统计学分析,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。