

耐力训练对大鼠骨骼肌比较基因组学鉴定蛋白-58, 脂滴包被蛋白基因表达的影响*

莫伟彬^{1,2} 王艳琼¹ 杨永亮¹ 彭峰林¹

摘要

目的:研究不同强度耐力训练对大鼠骨骼肌比较基因组学鉴定蛋白-58(CGI-58)基因和脂滴包被蛋白(perilipin)基因的表达,分析其变化规律,为运动时维持机体能量的动态平衡和代谢健康提供理论依据。

方法:选用SD雄性大鼠48只,随机分为4组,每组12只,即安静对照组(N组);低强度耐力组(L组);中等强度耐力组(M组);大强度耐力组(H组)。运动负荷采用Bedford设定的大鼠运动强度等级,大鼠在跑台上进行不同坡度的递增负荷耐力训练;5周耐力训练结束后,宰杀大鼠。通过逆转录聚合酶链式反应(RT-PCR)测定腓肠肌、比目鱼肌CGI-58基因和perilipin基因表达。

结果:在腓肠肌组织中,CGI-58基因的表达随着运动强度的增加出现上升的趋势,其中在H组CGI-58表达达到最大并且高于U组($P<0.01$),其次是M组和L组。在比目鱼肌组织中,各组大鼠CGI-58基因的表达为:L组、M组和H组的表达都高于N组,其中在M组时表达最强并且高于U组和H组($P<0.05$)。在相同训练方式下,H组腓肠肌CGI-58 mRNA表达高于比目鱼肌($P<0.01$)。在腓肠肌组织中,perilipin基因的表达随着运动强度的增加出现上升的趋势,在H组表达达到最大并且高于U组和L组($P<0.01$),其次是M组。在比目鱼肌组织中,L组、M组和H组的perilipin基因表达都高于N组,在M组和H组均高于N组($P<0.05$)。腓肠肌和比目鱼肌在相同训练方式下,两种肌肉perilipin mRNA表达差异也不明显($P>0.05$)。

结论:5周不同强度的耐力训练可以诱发大鼠骨骼肌CGI-58基因和perilipin基因发生差异表达,表明CGI-58基因和perilipin基因在不同强度的耐力训练下参与了不同程度的脂肪水解调控。

关键词 耐力训练;骨骼肌;比较基因组学鉴定蛋白-58 mRNA;脂滴包被蛋白mRNA

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2013)-12-1097-07

Effects of endurance training on comparative gene identification-58, perilipin gene expression in skeletal muscles of rats/MO Weibin, WANG Yanqiong, YANG Yongliang, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2013, 28(12): 1097—1103

Abstract

Objective: To research the effects of endurance training with different intensity on expressions of comparative gene identification-58 (CGI-58) and perilipin in skeletal muscles of rats, and analyze the variation and provide a theoretical basis for maintaining energy homeostasis and metabolism during exercise.

Method: Forty-eight SD male rats were randomly divided into four groups, each consisting of 12 rats: the quiet control group (N), low intensity endurance training group (L), moderate-intensity endurance training group (M) and high intensity endurance training group (H). According to Bedford's exercise intensity level, the rats were trained by incremental endurance load of different slopes on a treadmill. The rats were sacrificed after 5-week endurance training, and the expressions of CGI-58 mRNA and perilipin mRNA in gastrocnemius and so-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.12.004

*基金项目:国家自然科学基金资助项目(31060146);广西药用资源化学与药物分子工程教育部重点实验室开放课题(CMEMR2012-B04)

1 广西师范大学体育学院,广西桂林,541004; 2 药用资源化学与药物分子工程教育部重点实验室

作者简介:莫伟彬,男,实验师; 收稿日期:2012-12-12

leus muscles were tested by reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR).

Result: In gastrocnemius muscles, the expression of CGI-58 mRNA exhibited increasing trend with the increasing intensity exercise, in H group it reached the maximum and was higher than that in U group($P<0.01$), and followed by M and L groups. In soleus muscles, the expressions of CGI-58 mRNA in L, M and H groups were higher than that in N group, in M group it reached the maximum, and exhibited significant differences compared with N and H groups ($P<0.05$). In the same intensity training, the expression of CGI-58 mRNA in gastrocnemius muscles was higher than that in soleus muscles in H group($P<0.01$). In gastrocnemius muscle, the expressions of perilipin mRNA exhibited increasing trend with the increasing intensity exercise, in H group it reached maximum and showed extremely significant differences compared with N and L groups($P<0.01$), followed by the expression in M group. In soleus muscle, the expressions of perilipin mRNA in L, M and H groups were higher than that in N group, and exhibited significant differences in M and H groups($P<0.05$),vs U group. In the same intensity training, the expressions of perilipin mRNA in gastrocnemius muscle and soleus muscle showed no significant difference ($P>0.05$).

Conclusion: The 5-week endurance training of different intensity could induce different expressions of CGI-58 mRNA and perilipin mRNA in skeletal muscles of rats. It showed that both of CGI-58 mRNA and perilipin mRNA were involved in varying degrees of hydrolysis regulation in fat by different intensity endurance training.

Author's address Physical Education College of Guangxi Normal University, Guilin, 541004

Key word endurance training; skeletal muscle; comparative gene identification-58 mRNA;perilipin mRNA

脂肪是机体能量储存的一种主要方式,细胞内中性脂肪,比如甘油三酯(triglyceride, TG)和胆固醇酯(cholesterol ester, CE),主要以脂滴(lipid droplet, LD)的形式存在。脂滴是一类细胞结构,被磷脂单分子膜所包围,主要分布于多种组织细胞中,如脂肪细胞、肝细胞、肾上腺皮质和肌肉细胞等细胞脂类代谢的细胞器。它们不仅充当TG或CE的储存库,而且还发挥自己的细胞内脂质代谢作用^[1]。在临床领域,人们早就研究发现,脂滴功能失调会引起相关的疾病,如肥胖、炎症和动脉硬化等;另一方面,最近的研究显示,运动能够增加骨骼肌线粒体的密度,是由于脂滴的功能通过脂肪滴表面的蛋白质结合调控表达的。但目前已经发现的动物脂肪滴结合蛋白主要有比较基因组学鉴定蛋白(comparative gene identification-58, CGI-58)、脂滴包被蛋白(perilipin), ADRP、TIP47、53-12、p200、caveolin 和 vimentin 等,其中 perilipin、ADRP 和 TIP47 的 N 端有一个高度同源结构域 PAT-I,它们构成 PAT(perilipin、ADRP 和 TIP47)蛋白家族, PAT 家族的蛋白包被在脂肪滴表面,控制其他蛋白质或酶与脂肪滴的接触,调节脂肪滴的生成与降解,并且在脂肪细胞中脂滴的表面 CGI-58 与 perilipin 围脂滴蛋白相互作用^[2-3]。另外,细胞内肌内甘油三酯(intramyocellular tricylglycer-

ol, IMTG)在肌肉、心脏、肝脏等组织大量积累,导致 IMTG 代谢障碍,引起中性脂质贮积症(neutrallipid storage disease, NLSDs),造成了 CGI-58 基因突变,从而产生沙纳兰-道夫曼综合征(Chanarin-Dorfman syndrome, CDS)^[4-5]。目前,运动时 IMTG 水解供能逐渐成为运动医学研究的热点。这是因为 IMTG 在肌纤维中,是以脂肪小滴的形式存在。一般来说是靠近线粒体,它可以迅速水解、氧化,使肌肉活动得到供能。因此,研究不同耐力训练对大鼠骨骼肌 CGI-58 与 perilipin 基因表达的影响,将有助于丰富运动脂肪供能理论,为采用运动手段进行防治代谢综合征,提供科学依据和深入了解运动(训练)时 IMTG 供能在能量体系中的作用。

1 材料与方法

1.1 实验动物

SD 雄性大鼠 48 只,体重(180 ± 10)g。购自桂林医学院实验动物中心(SPF 级,许可证号:SCXK 桂 2007-0001)。常规饲养,饲养环境温度($20-26$)℃,湿度 $60\% \pm 5\%$,标准齿类动物维持饲料,自由进食和饮水。

1.2 动物分组及运动方案

大鼠随机分为 4 组,每组 12 只,即安静对照组

(N组)、低强度耐力组(L组)、中等强度耐力组(M组)、大强度耐力组(H组)。训练方式为不同坡度的递增负荷跑台耐力训练,训练模型按 Bedford 等^[6]报道的大鼠体重/摄氧量回归方程设计运动负荷,跑台(正华,ZH-PT,淮北正华生物仪器设备有限公司)运动训练共6周,适应性训练1周,正式训练5周,每周训练6d,训练时间在早上8:00—12:00;每周称重大鼠一次。

正式训练前进行一周的适应性运动,跑台坡度为零度,速度控制在15m/min,每天运动15min,接着进行5周耐力性跑台运动训练,其具体运动训练方案如下:

①L组:第一周运动速度为7.4m/min,每天运动45min;第二周运动速度为7.6m/min,每天运动50min;第三周运动速度为7.8m/min,每天运动55min;第四周运动速度为8.0m/min,每天运动60min;第五周运动速度8.2m/min,每天运动65min;坡度均为0°。

②M组:第一周运动速度为15m/min,每天运动45min;第二周运动速度为16m/min,每天运动50min;第三周运动速度为17m/min,每天运动55min;第四周运动速度为18m/min,每天运动60min;第五周运动速度为19.3m/min,每天运动65min;坡度均为5°。

③H组:第一周运动速度为25m/min,每天运动45min;第二周运动速度为26m/min,每天运动50min;第三周为27m/min,每天运动55min;第四周28m/min,每天运动60min;第五周为29m/min,每天运动65min;坡度均为10°。

1.3 动物宰杀与取材

5周运动结束后24h腹腔注射乌拉坦溶液(3mL/kg),在冰上迅速分离大鼠右侧腓肠肌和比目鱼肌。经预冷灭菌生理盐水清洗去可见的血液,用滤纸吸干,锡纸包裹、标记,迅速置于液氮中冷却,随后被转-80℃低温冰箱中保存待测。

1.4 CGI-58和Perilipin基因表达测试

用Trizol试剂(Total RNA Extractor,上海生工生物工程技术公司)提取大鼠腓肠肌和比目鱼肌总RNA,提取后取5μl RNA加入95μl DEPC水中,经紫外分光光度计OD260/OD280比值,比值≥1.80,以

OD260值计算RNA的浓度;同时取10μl RNA进行Agarose凝胶电泳实验,观察28S、18S和5S的完整性。

RT-PCR引物设计依据GeneBank中大鼠的CGI-58 mRNA序列、Perilipin mRNA序列以及β-Actin mRNA序列设计,经blast进行特异性确定。最后由上海生工生物工程技术服务有限公司合成引物。

CGI-58 mRNA:

上游引物5'-CTTTGACCTATTGGGCTTTG-3'

下游引物5'-CCACCCGTAAGGAATCGTC-3'

该引物扩增的片段长度为499 bp。

Perilipin mRNA:

上游引物5'-GGGCTGATCTGGCTTTGGG-3'

下游引物5'-GTGGGCAGGGCTGTTACCT-3'

该引物扩增的片段长度为463 bp。

β-Actin mRNA:

上游引物5'-TGGTGGCTATGGGTCAGAAGGACTC-3'

下游引物5'-CATGGCTGGGGTGTGAAGGCTCA-3'

该引物扩增的片段长度为266bp。

将提取的RNA逆转录(RT)成cDNA,方法参考Fermentas公司Revert Aid™ First Strand cDNA Synthesis Kit说明书。然后以cDNA为模板,以CGI-58和Perilipin引物分别进行PCR反应。PCR反应体系为:Dream Taq™ Green PCR Master Mix (2×) 12.5μl,上下游引物各0.5μl,Template DNA 1μl,Water, nuclease-free 10.5μl。PCR扩增反应条件:94℃预变3min,94℃变性30s,58℃复性30s,72℃延伸3min,30个循环,最后72℃延伸5min。

产物在PCR仪反应结束后,取10μl PCR产物与1.5μl上样液(6×RNA loading buffer)混匀上孔,同时根据基因扩增产物片段的大小,加DNA marker在同一模板中,以确定扩增产物片段的大小,用1%的琼脂糖凝胶在85V电压下电泳75min检测(1×TBE缓冲液);电泳结束后在紫外灯下观察扩增效果,并用Wealtec凝胶成像系统扫描。

1.5 图像分析

用美国Wealtec公司生产的凝胶成像系统(Wealtec, Dolphin-Doc·Dolphin-ID)进行图像灰度扫描,检测电泳条带光密度,以β-actin为内参校正,以实现结果的半定量分析。各肌肉组织mRNA

表达的相对量就是以其PCR产物电泳光密度值与内参基因 β -actin 光密度值的比值(腓肠肌 CGI-58 与 β -actin 比值、比目鱼肌 CGI-58 与 β -actin 比值、腓肠肌 perilipin 与 β -actin 比值、比目鱼肌 Perilipin 与 β -actin 比值)来表示。

1.6 统计学分析

结果采用均数 $\pm$ 标准差表示, 各组数据用 SPSS 16.0 软件处理, 同一肌肉组织不同负荷耐力训练差异进行单因素方差分析(one-way ANOVA), 组内差异采用多重比较。不同肌肉组织基因表达差异通过配对 *t* 检验。显著性水平为 0.05, 非常显著水平为 0.01。

2 结果

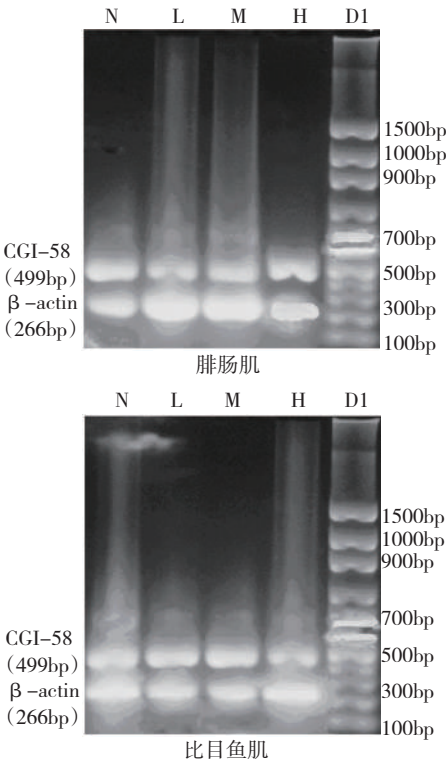
2.1 耐力训练对大鼠腓肠肌、比目鱼肌 CGI-58 mRNA 表达的变化

通过 RT-PCR 技术检测各组大鼠腓肠肌和比目鱼肌 CGI-58 mRNA 的表达情况, 其琼脂糖凝胶电泳结果图(图 1)。结果可见, 在 266 bp 和 499bp 处分别有 β -actin 条带和 CGI-58 mRNA 条带。经凝胶成像系统进行灰度扫描, 计算出各组不同肌肉组织 CGI-58 mRNA 表达的相对量。表 1 中, 在腓肠肌组织中, CGI-58 基因的表达随着运动强度的增加出现上升的趋势, 在 L 组 CGI-58 基因的表达高于安静组但无显著性差异($P>0.05$), M 组 CGI-58 基因的表达明显高于 N 组并且具显著性差异($P<0.05$), 在大强度耐力训练时, 腓肠肌 CGI-58 mRNA 表达达到最大, 与安静组比较具有极其显著性差异($P<0.01$), 与 L 组比较时也具有显著性差异($P<0.05$)。在比目鱼肌组织中, 各组大鼠 CGI-58 基因的表达为: 通过耐力训练后, L 组、M 组和 H 组的表达都高于 N 组, L 组与 N 组比较时具有显著性差异($P<0.05$), 但 H 组的表达均低于 L 组和 M 组($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 与 N 组比较无显著性差异($P>0.05$); 在 M 组时表达最强, 与 N 组和 H 组比较均具有显著性差异($P<0.05$)。在相同训练方式下, 最大强度训练时腓肠肌 CGI-58 mRNA 表达的高于比目鱼肌($P<0.01$), 见表 1。

2.2 耐力训练对大鼠腓肠肌、比目鱼肌 perilipin mRNA 表达的变化

通过 RT-PCR 技术检测各组大鼠腓肠肌和比目鱼肌 perilipin mRNA 的表达情况, 其琼脂糖凝胶电泳结果(图 2)。结果可见, 在 266 bp 和 463bp 处分别有 β -actin 条带和 perilipin mRNA 条带。经凝胶成像系统进行灰度扫描, 计算出各组不同肌肉组织 perilipin mRNA 表达的相对量。表 2 中, 在腓肠肌组织中, perilipin 基因的表达随着运动强度的增加出现上升的趋势, 在 L 组 perilipin 基因的表达高于 N 组但无显著性差异($P>0.05$), M 组 perilipin 基因的表达高于 N 组和 L 组并且具显著性差异($P<0.05$), 在大强度耐力训练时, 腓肠肌 perilipin 基因表达达到最大, 与 N 组和 L 组比较具有极其显著性差异($P<0.01$)。在比目鱼肌组织中, 各组大鼠 perilipin 基因的表达为: 通过耐力训练后, L 组、M 组和 H 组的表达都高于 N 组, L 组与 N 组比较时无显著性差异($P>0.05$), 在 M 组和 H 组均高于 N 组并且具有显著性差异($P<0.05$)。在相同训练方式下, 两种肌肉 perilipin mRNA 表达差异也不明显($P>0.05$), 见表 2。

图 1 耐力训练对大鼠腓肠肌、比目鱼肌 CGI-58 mRNA 的表达



N: 安静对照组; L: 低强度耐力组; M: 中等强度耐力组; H: 大强度耐力组; D1: DNA Marker

图2 耐力训练对大鼠腓肠肌、比目鱼肌 Perilipin 的表达

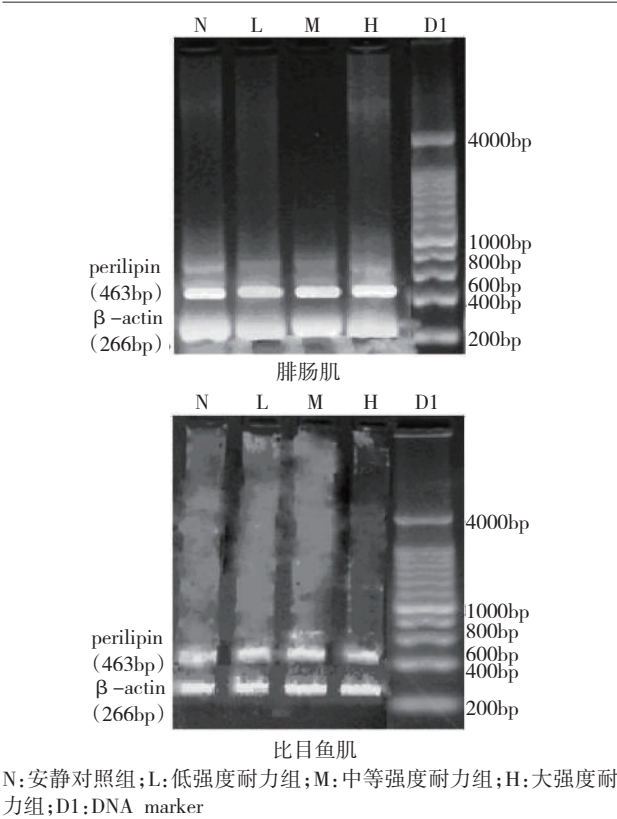


表1 不同强度耐力训练大鼠腓肠肌、比目鱼肌 CGI-58 mRNA 基因表达比值 ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数	腓肠肌 (CGI-58/ β -actin)	比目鱼肌 (CGI-58/ β -actin)
安静对照组	12	0.69 $\pm$ 0.10	0.62 $\pm$ 0.12
低强度耐力组	12	0.78 $\pm$ 0.18	0.80 $\pm$ 0.19 ^①
中等强度耐力组	12	0.95 $\pm$ 0.17 ^①	0.95 $\pm$ 0.14 ^②
大强度耐力组	12	1.01 $\pm$ 0.21 ^{②③⑤}	0.69 $\pm$ 0.16 ^{③④}

与安静对照组比较:① $P<0.05$,② $P<0.01$;与低强度耐力组比较:③ $P<0.05$;与中等强度耐力组比较:④ $P<0.01$;组内不同肌肉组织(腓肠肌、比目鱼肌)比较:⑤ $P<0.01$

表2 不同强度耐力训练大鼠腓肠肌、比目鱼肌 perilipin mRNA 基因表达比值 ($\bar{x} \pm s$)

组别	动物数	腓肠肌 (perilipin/ β -Actin)	比目鱼肌 (Perilipin/ β -Actin)
安静对照组	12	0.83 $\pm$ 0.16	0.76 $\pm$ 0.12
低强度耐力组	12	0.84 $\pm$ 0.13	0.89 $\pm$ 0.10
中等强度耐力组	12	0.95 $\pm$ 0.11 ^{①③}	0.97 $\pm$ 0.14 ^①
大强度耐力组	12	1.10 $\pm$ 0.14 ^{②④}	0.98 $\pm$ 0.16 ^①

注:与安静组比较:① $P<0.05$,② $P<0.01$;与低强度组比较:③ $P<0.05$,④ $P<0.01$

3 讨论

3.1 耐力训练对大鼠腓肠肌、比目鱼肌 CGI-58

mRNA 表达的影响

CGI-58 基因称为“ α/β 水解酶折叠”家族蛋白或水解酶域含蛋白 5(ABHD5),具有控制其他蛋白质或酶与脂肪滴的接触,能够起到调节中性脂质贮积症的脂肪水解,从而维持机体细胞的正常代谢。Shen 等^[7]对 12 周龄的野生雌性小鼠进行 4 个月高脂喂养和罗格列酮饲养后,对 ATGL 表达的影响研究后发现,高脂喂养组 CGI-58 的表达下降了 70%,ATGL 参与了脂解作用,罗格列酮组 ATGL 基因表达上升了 1.7 倍,CGI-58 的表达上升了 2.3 倍。研究显示,CGI-58 基因参与了启动 ATGL 介导的脂解作用,与 ATGL 的表达呈正相关。Ogasawara 等^[8]研究表明,3h 的急性运动导致雄性 Wistar 大鼠脂肪 CGI-58 和激素敏感性脂肪酶(HSL)表达发生变化,从而导致脂肪的分解。Ogasawara 等^[9]再对雄性 Wistar 大鼠进行 5 周的低强度训练研究发现,CGI-58 表达增强,脂肪组织中 ATGL 蛋白显著升高,表明脂肪细胞中 ATGL 水解酶的水解能力增加是在 CGI-58 的协同作用下起到很大的作用。Nielsen 等^[10]对 8 名健康男性(年龄 25—54.3 岁)在空腹和运动的状态下研究人体脂肪的代谢能力发现,72h 禁食和 1h 运动(65%最大摄氧量)后,人体脂肪中 ATGL mRNA 表达下降,而 CGI-58 mRNA 和 HSL mRNA 表达没有显著性变化,表明在空腹和短时间运动状态下 CGI-58 并没有受到循环的游离脂肪酸和抑制剂的影响。本研究发现,在腓肠肌组织中,CGI-58 基因的表达随着运动强度的增加出现上升的趋势,在 L 组 CGI-58 基因的表达高于 N 组($P>0.05$),M 组 CGI-58 基因的表达明显高于 N 组($P<0.05$),在大强度耐力训练时,腓肠肌 CGI-58 mRNA 表达达到最大,N 组和 L 组比较时也具有显著性差异($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。提示在耐力训练时,特别是长时间大强度耐力训练有利于 CGI-58 基因在腓肠肌脂肪组织中的水解。这可能是大鼠在大强度耐力运动时动员了机体的大部分能量储备、免疫储备以及其他储备,使机体处于高度应激状态和易感状态,机体自身得到了调整,致使 CGI-58 mRNA 信号途径参与骨骼肌对剧烈运动训练的脂肪水解的调控过程,也有可能是参与了启动 ATGL 介导的脂解作用。我们研究还发现,在比目鱼肌组织中,通过耐力训练后 CGI-58

基因的表达L组、M组和H组的表达都高于N组,L组与N组比较时具有显著性差异($P<0.05$),但H组的表达均低于L组和M组($P<0.05$ 或 $P<0.01$),在M组时表达最强,与N组和H组比较均具有显著性差异($P<0.05$)。提示在耐力训练时,中等强度训练能够有效地提高 CGI-58 基因在比目鱼肌脂肪组织中的水解,从而提高运动时机体所需要的能量。在相同训练方式下,在最大强度训练时腓肠肌 CGI-58 mRNA 表达高于比目鱼肌($P<0.01$)。提示以快、慢肌纤维为主的腓肠肌和比目鱼肌在大强度耐力训练时大鼠腓肠肌和比目鱼肌 CGI-58 在脂肪组织中的水解和调节脂肪滴的生成与降解存在差异性。由于目前运动对 CGI-58 基因表达调控的脂肪水解与各种代谢疾病在肌肉中的水解机制研究还少。还有待进一步深入研究。

3.2 耐力训练对大鼠腓肠肌、比目鱼肌 Perilipin mRNA 表达的影响

Perilipin 是一个在类固醇生成细胞和脂肪细胞中特异表达的磷蛋白,是定位于脂滴表面的高磷酸化的蛋白,它参与依赖环磷酸腺苷(cAMP)的脂解过程,调节脂肪滴内甘油三酯的降解和积聚^[11]。不但可以阻止脂肪酶接近脂滴降低基础状态下的脂解,而且还可以促进激素刺激的脂肪分解。Perilipin 表达调控可能与肥胖及其相关代谢疾病有关^[12]。Abidov 等^[13]随机选取多名安慰剂志愿者进行对照研究表明,经 aralox 治疗后非糖尿病肥胖女性在体重和脂肪重量方面都有所下降,血浆中甘油三酯的含量和脂肪细胞 Perilipin 含量也相应的减少,但 HSL 活性增加。Wang 等^[14]对过度肥胖患者研究发现,过度肥胖患者皮下脂肪组织 perilipin mRNA 表达水平比正常体重者较低,但比大网膜脂肪组织 perilipin mRNA 表达水平高,而蛋白水平无差异。Arvidsson 等^[15]也证实大网膜组织中 perilipin mRNA 水平比皮下脂肪明显降低,而蛋白质水平没有明显差异。

目前,运动(训练)与 Perilipin 之间的研究较少。Bansode 等^[16]对肥胖大鼠进行长时间的耐力训练发现,在大鼠机体内,脂解的过程中,perilipin 的表达降低,线粒体生成增加,过氧化物酶体增殖物激活受体- γ 辅助激活因子-1 α 和解偶联蛋白-2 都随着脂解的作用而表达增加。田吉明等^[17]研究发现,一

次性运动导致肥胖大鼠脂肪组织 perilipin 在运动后即刻短暂升高,随后大部分时间内 perilipin 是下调的。认为可能是由于运动导致 perilipin 被大量磷酸化而增加了 perilipin 降解作用,同时认为是运动抑制了 perilipin 的合成,从而提高了脂肪的脂解作用。本实验研究发现在腓肠肌组织中,perilipin 基因的表达随着运动强度的增加出现上升的趋势,在中等强度耐力训练组 perilipin 基因的表达高于N组和L组($P<0.05$),在大强度耐力训练时,腓肠肌 perilipin 基因表达达到最大,与N组和L组比较具有极其显著性差异($P<0.01$)。在比目鱼肌组织中,通过耐力训练后,L组、M组和H组的表达都高于N组,在M组和H组均高于N组($P<0.05$)。提示 perilipin 基因在不同耐力训练时都作出了应答,这可能与运动时 perilipin 磷酸化激活及向脂滴聚集有关,也有可能是运动引起 perilipin 被大量磷酸化,从而增加了 perilipin 蛋白酶体降解所致。本研究还发现在相同训练方式下两种肌肉 perilipin mRNA 表达差异也不明显($P>0.05$)。提示以快、慢肌纤维为主的腓肠肌和比目鱼肌在耐力训练方式引起大鼠腓肠肌和比目鱼肌 Perilipin 表达反应并无差异。这可能是 perilipin 基因在腓肠肌和比目鱼肌中的脂肪水解和调控的通路有相同之处。

综上所述,经过5周的不同强度耐力训练可以诱发大鼠骨骼肌 CGI-58 基因和 perilipin 基因表达发生差异性,并对这些差异性进行深入分析其在脂肪水解中所起的作用,为今后在运动训练中维持机体能量的动态平衡和代谢健康辅助手段提供了理论依据。

参考文献

- [1] Ippagunta S, Hadenfeldt TJ, Miner JL, et al. Dietary conjugated linoleic acid induces lipolysis in adipose tissue of coconut oil-fed mice but not soy oil-fed mice[J]. *Lipids*, 2011, 46(9): 821—830.
- [2] Langin D, Arner P. Importance of TNF α and neutral lipases in human adipose tissue lipolysis[J]. *Trends Endocrinol Metab*, 2006, 17(8): 314—320.
- [3] Yamaguchi T, Omatsu N, Matsushita S, et al. CGI-58 interacts with perilipin and is localized to lipid droplets: Possible involvement of CGI-58 mislocalization in Chanarin Dorfman syndrome[J]. *Biological Chemistry*, 2004, 279: 30490—30497.

- [4] Reilich P, Horvath R, Krause S, et al. The phenotypic spectrum of neutral lipid storage myopathy due to mutations in the PNPLA2 gene[J]. Journal of Neurology, 2011, 258(11): 1987—1997.
- [5] Caux F, Selma ZB, Laroche L, et al. CGI-58PABHD5 gene is mutated in Dorfman-Chanarin syndrome [J]. Am J Med Genet A, 2004, 129(2): 214.
- [6] Bedford TG, Tipton CM, Wilson NC, et al. Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures[J]. Journal of applied physiology, 1979, 47 (6): 1278—1283.
- [7] Shen WJ, Patel S, Yu Z, et al. Effects of rosiglitazone and high fat diet on lipase/esterase expression in adipose tissue [J]. Biochim Biophys Acta, 2007, 1771(2): 177—184.
- [8] Ogasawara J, Nomura S, Rahman N, et al. Hormone-sensitive lipase is critical mediators of acute exercise-induced regulation of lipolysis in rat adipocytes[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2010, 400: 134—139.
- [9] Ogasawara J, Sakura T, Kizaki T, et al. Higher Levels of ATGL Are Associated with Exercise-Induced Enhancement of Lipolysis in Rat Epididymal Adipocytes[J]. PLoS ONE, 2012, 7(7): e40876.
- [10] Nielsen TS, Vendelbo MH, Jessen N, et al. Fasting, But Not Exercise, Increases Adipose Triglyceride Lipase (ATGL) Protein and Reduces G(0)/G(1) Switch Gene 2(G0S2) Protein and mRNA Content in Human Adipose Tissue[J]. Journal Clin Endocrinol Metab, 2011, 96(8): E1293—E1297.
- [11] Bosma M, Minnaard R, Lauren ML, et al. The lipid droplet coat protein perilipin 5 also localizes to muscle mitochondria[J]. Histochem Cell Biol, 2012, 137(2): 205—216.
- [12] Li L, Yang G, Shi S, et al. The adipose triglyceride lipase, adiponectin and visfatin are downregulated by tumor necrosis factor-alpha (TNF-alpha) in vivo[J]. Cytokine, 2009, 45(1): 12—19.
- [13] Abidov MT, del Rio MJ, Ramazanov TZ, et al. Effects of Aralia mandshurica and Engelhardtia chrysolepis extracts on some parameters of lipid metabolism in women with nondiabetic obesity[J]. Bull Exp Biol Med, 2006, 141(3): 343—346.
- [14] Wang Y, Sullivan S, Trujillo M, et al. Perilipin expression in human adipose tissues: effects of severe obesity, gender, and depot[J]. Obes Res, 2003, 11(8): 930—936.
- [15] Arvidsson E, Blomqvist L, Ryden M. Depot-specific differences in perilipin mRNA but not protein expression in obesity[J]. J Intern Med, 2004, 255(5): 595—601.
- [16] Bansode RR, Huang W, Roy SK, et al. Protein Kinase C β deficiency increases fatty acid oxidation and reduces fat storage[J]. J Biol Chem, 2008, 283(1): 231—236.
- [17] 田吉明, 汪军, 张瑞林. 一次性运动对肥胖大鼠脂肪组织 HSL 和 Perilipin 基因表达及血脂的影响[J]. 中国体育科技, 2008, 44(3): 111—114.

中华医学会第十五次全国物理医学与康复学学术会议通知

中华医学会第十五次全国物理医学与康复学学术会议定于2014年6月19—23日在江西省南昌市滨江宾馆召开。本次会议的主题为“夯实康复基础,引领学科发展”。会议由中华医学会物理医学与康复学分会主办,南昌大学第二附属医院承办。会议将邀请国内外专家作专题讲座,内容既包括康复专业的基础理论、基本知识和基本技术,又涵盖本学科的发展前沿。会议期间还进行论文交流并评选优秀论文,举办康复仪器设备展览和新技术研讨会。

欢迎广大康复医学科、运动医学科、理疗科、骨伤科、骨科、神经内科、神经外科、老年医学科、儿科、疼痛科、中医科、针灸推拿科及其他相关学科的医生、治疗师、护士踊跃投稿,积极参会。欢迎康复医疗设备的生产者和经销商参会。会议官方网址为<http://www.capmr.org/2014/cn/>, 投稿、注册、招商、联系人等具体内容详见网站。

中华医学会学术会务部
中华医学会物理医学与康复学分会