

二十八烷醇对小鼠心肌及骨骼肌能量代谢的影响

霍君生 韩雅珊 石阶平

谢力勤 刘成林

(中国农业大学食品科学系,北京 100094)

(航天医学工程研究所)

摘要: 采用乳化二十八烷醇饲养小白鼠,并用组化染色方法检测了小鼠心肌及骨骼肌磷酸果糖激酶(PFK),琥珀酸脱氢酶(SDH)、辅酶 I-四氮唑还原酶(NADH-Tr)以及 ATP 酶的活性。结果表明二十八烷醇对心肌及骨骼肌中四种酶活性均有增进作用,其中 ATP 酶活性与对照比较均有显著性差异。骨骼肌中 I 型肌纤维中 SDH 与 II 型肌纤维中的 PFK 分别与对照差异显著。结果说明二十八烷醇具有促进小鼠心肌及骨骼肌能量代谢的作用。

关键词: 二十八烷醇; 腺苷三磷酸酶; 琥珀酸脱氢酶; 磷酸果糖激酶; 辅酶 I-四氮唑还原酶; 小白鼠

中图分类号: Q493.8; Q445; O623.223.41

Cureton^[1]等研究指出二十八烷醇具有增进运动机能、提高耐缺氧能力、增进心脏功能等多方面的生理作用。加藤茂明发现^[2,3]二十八烷醇具有增进 Wistar 鼠脂肪氧化分解的能力, Kato^[4]实验表明二十八烷醇可以促进大鼠肌糖元在运动过程中的消耗。本研究通过对二十八烷醇饲养小鼠的心肌及骨骼肌中的几种能量代谢中的关键酶进行研究,以期深入了解二十八烷醇的作用机理。

1 材料与方法

1.1 实验动物及处理 实验动物为昆明系雄性小白鼠(军事医学科学院提供),4 周龄,体重(20±2)g。40 只小白鼠经一周的实验室观察后按体重淘汰过轻或过重的小鼠后,随机分为处理组和对照组,每组 12 只。二十八烷醇(99.9%,Sigma 公司提供),经超声乳化后(0.01 mg·mL⁻¹)^[5],以饮水方式供给处理组小鼠,摄入量约为 2.5 mg·kg⁻¹,自由取食。对照组供给自来水并自由取食。20 d 后处死小鼠进行检测。

1.2 测定项目 采用组织化学研究方法。处死小鼠后立即取出心尖部工作肌及骨直肌在奥地利产冰冻切片机(Reichert-Jung 2700)进行冰冻切片。冷冻包埋液为 Tissue-Tek,然后进行组化染色。磷酸果糖激酶(PFK)采用硝基四唑蓝染色法,琥珀酸脱氢酶(SDH)采用 Pearson 法;辅酶 I-四氮唑还原酶(NADH-Tr)采用 Pearson 法;肌球蛋白腺苷三磷酸酶(ATPase)用碱性法^[6,7]。封片后,采用奥地利产 UNIVAR 显微分光光度计进行观察和光密度分析。酶活性由积分光密度(IOD)表示。对照为不染色的切片。

2 实验结果

2.1 二十八烷醇对小鼠心肌能量代谢的影响 处理组 PFK,SHD 和 NTR 活性较对照组有增加的趋势,但未达到统计上的显著差异。而处理组 ATP 酶活性则较对照组有明显增高

(*t* 检验 $P < 0.05$) (附表)。说明二十八烷醇具有促进糖代谢的倾向,并可增进 ATP 合成和利用。

附表 二十八烷醇对小鼠能量代谢中几种酶活性的影响 ($IOD \cdot 10^{-5}$)

Table Effects of octacosanol on activities of enzymes in muscular energy metabolism

项目 Item		PFK	SDH	NADH-Tr	ATPase
心肌	Treated	2.7±0.2	3.1±0.1	2.5±0.2	0.6±0.02*
Cardiac muscle	Control	2.2±0.1	2.8±0.1	2.3±0.1	0.4±0.04
股直肌 I 型肌纤维	Treated	3.2±0.3	2.5±0.3*	2.3±0.2	4.3±0.1*
Skeletal muscle fiber I	Control	2.8±0.3	1.8±0.2	2.0±0.2	3.1±0.2
股直肌 II 型肌纤维	Treated	1.5±0.2*	0.9±0.1	0.8±0.1	2.2±0.1*
Skeletal muscle fiber II	Control	0.8±0.2	0.7±0.1	0.7±0.1	1.3±0.2

* 与对照比较 $P < 0.05$

* Compared with control $P < 0.05$

2.2 二十八烷醇对小鼠骨骼肌能量代谢的影响 二十八烷醇对 I 型肌纤维中 PFK, SDH, NADH-Tr 及 ATPase 活性具有增高作用(附表),其中 SDH 及 ATP 酶活性与对照组显著差异,表明二十八烷醇具有促进小鼠骨骼肌 I 型肌纤维能量代谢的作用。I 型肌为红肌,含有丰富的线粒体,有氧分解作用较强,SDH 为三羧循环中的关键酶,其活性的增高有助于红肌细胞整体的葡萄糖有氧分解供能。

二十八烷醇对骨骼肌 I 型肌纤维四种酶活性的作用由表 1 示出。表明二十八烷醇与对 I 型肌纤维能量代谢的关键酶活性有促进作用,其中 PFK 及 ATP 酶与对照差异显著。I 型肌为白肌,糖元储蓄较多,PFK 活性提高可能提示该肌型酵解过程得到加强。

3 讨论

实验结果表明,二十八烷醇对小鼠心肌及骨骼肌的 PFK, SDH, NADH-Tr, ATP 酶活性均表现出促进作用,其中处理组 ATP 酶活性在心肌、骨骼肌 I 和 II 型肌纤维中的活性均显著高于对照组。因此可以认为二十八烷醇具有增进 ATP 酶活性促进 ATP 的利用的作用。ATP 酶受肌动蛋白的激活,催化 ATP 水解释放的能量,从而促使细丝沿粗丝滑动,形成肌肉的运动能力^[8]。肌动蛋白则受到肌细胞电活动中钙离子浓度变化的影响,因此肌细胞电活动与肌纤维收缩是由 ATP 来偶联的,ATP 酶活性增高必然会促进兴奋收缩的偶联,使肌肉运动能力提高。PFK 及 SDH 分别为无氧酵解及三羧循环中的关键酶,而 NADH-Tr 是催化 NADH 产生的关键酶,NADH 经呼吸链传递电子是形成 ATP 的主要途径^[9]。因此 PFK, SDH 及 NADH-Tr 活性反映了糖代谢中可释放能量的利用及积蓄能力,本实验中以上三种酶均有增高倾向。SDH 和 PFK 分别在 I 及 II 型肌纤维中呈现差异,可能与这两种肌纤维的运动分工不同有关。二十八烷醇有促进小鼠能量代谢的作用,与其对增进运动机能的实验结果是一致的。但二十八烷醇对能量代谢的调节机制尚应深入研究。

参 考 文 献

- 1 Cureton T. K. Effects of wheat germ oil on human in exercise. Charles Thomas Publisher, Illinois USA, 1972

- 2 加藤茂明. オクタコノルのラット对脂肪代谢にわよほす影响. 日本农艺化学会志, 1990, 65(3):589, 3Ea10
- 3 加藤茂明. オクタコノルのラット对脂肪代谢にわよほす影响. 日本农艺化学会志, 1991, 65(3):38, 2Ep2
- 4 Kato S, Karino K I, Hasegawa S et al. Octacosanol affects lipid metabolism in rats fed on a high fat diet. *British Journal of Nutrition*, 1995, 73:433~441
- 5 Laughlin R G, Munyon R L. Growth enhancement of plant by femtomole doses of colloiddaly dispersed triacontanol. *Science*, 1983, 219(3):1219~1221
- 6 Harvey B S. *Muscle pathology and histochemistry*. Chicago American Society of Clinical Pathologist Press, 1983
- 7 Dunowitz V R, Brooke M H. *Muscle biopsy; A modern approach*. Philadelphia W. B. Saunders Co, 1973
- 8 Audemard E, Bertarnd R, Bonet A et al. Pathway for the communication between the ATPase and actin sites in myosin. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 1988, 9:197~218
- 9 Philetman R M, Sillau A U. Oxidative capacity distribution in skeletal muscle fibers of the rats. *J Exp Biol*, 1994, 189:1~11

The Effects of Octacosanol on Energy Metabolism of Skeletal and Cardiac Muscle in Mice

Huo Junsheng Han Yashan Shi Jieping

(College of Agricultrual and food Engineerig, CAU, Beijing 100094)

Xie Liqin Liu Chenglin

(Institute of Space-Medical Engineering)

Abstract: Emulsified octacosanol was used to feed mice for 20 days. Phospho-Fructkinase (PFK), Succinate Dehydrogenase, NADH-tetrazolium reductase and ATPase were examined with histochemistry methods. Results of enzyme activities in both skeletal and cardiac muscles showed that ATPase activities were significantly different between treated and control groups. SDH in type I and PFK in tupe I muscle fiber of treated group also showed remarkable difference compared with that of control group. The results suggested that octacosanol improved energy metabolism in both skeletal and cardiac muscles.

Key words: octacosanol; ATPase; succinate dehydrogenase; phospho-fructokinase; NADH-tetrazolium reductase; mice