

摘 要 为研究运动时间、采血时间对动物血乳酸浓度的影响,通过对动物的基础性研究,测得小鼠在不同游泳时间、不同运动强度下血乳酸的变化及不同取血时间对血乳酸测定值的影响。研究表明,小鼠在运动时随游泳时间延长及运动强度增大,血乳酸浓度逐渐升高,而后缓慢下降,随运动强度继续增大,血乳酸浓度继续升高,长时间运动后即刻取血,测得的血乳酸浓度显著高于运动后 15 min 取血($P<0.001$)。

关键词 乳酸盐类 血液化学分析 游泳 小鼠

国内外研究者在过去的研究中主要探讨了运动员在不同强度训练和耐力运动过程中血乳酸的变化。^[1]而对小鼠在不同运动强度时血乳酸的变化研究

负重组分组及取血时间	取 血 时 间			
	游泳前	游泳后即刻	游泳后15 min	游泳后50 min
30	✓		✓	✓
40	✓		✓	
60	✓	✓	✓	✓

1 材料与方法

1.1 实验动物

24±2 g 雌性昆明种小鼠,由中国军事医学科学院实验动物中心提供一级合格动物。

1.2 实验方法

1.2.1 小鼠游泳实验条件 200 只小鼠随机分为不负重游泳组和负重游泳组。负重组于每只小鼠尾部缚上为体重 2% 的铅丝在长、宽、高分别为 85 cm、50 cm、35 cm 的水槽中按规定时间游泳。

游泳时间 min	不负重组分组及取血时间			
	游泳前	游泳后即刻	游泳后15 min	游泳后50 min
5	✓		✓	
10	✓		✓	
20	✓		✓	
30	✓		✓	✓
40	✓		✓	
60	✓	✓	✓	✓
90	✓	✓	✓	✓

1.2.2 小鼠游泳分组及取血时间

除负重 2% 游泳 60 min 组为 20 只外,其余各组均为 15 只小鼠。

1.2.3 血乳酸浓度测定 应用血液乳酸测定的超微量改良法。^[2]

1.3 数据分析

本实验所获数据用配对计量资料比较的 t 检验来判断运动前后差异。

2 结果

2.1 游泳时间、运动强度与血乳酸变化

2.1.1 相同负重水平,游泳时间与血乳酸变化关系(见表 1,表 2)。

表 1 结果表明,小鼠在不负重游泳 5 min 和 10 min 的轻体力运动后,血乳酸浓度轻度升高,但运动前后无显著差异。随游泳时间延长(游 20、30、40min),运动后血乳酸浓度显著高于运动前($0.001<P<0.01$)。60 min 组与运动前比无显著差异,90 min 组比运动前显著升高。

表 2 结果显示,负重 2% 组在游泳 5 min 后,血乳

酸增加浓度达 1.2 mmol/L。实验中观察到小鼠刚一入水即游泳非常积极,活动剧烈。10 min 组游泳后血乳酸浓度与运动前差异无显著性,而 20、30、40、60 min 组游泳后血乳酸浓度显著高于运动前。

10	2.4±0.4	3.0±1.3 ⁽¹⁾	
20	2.4±1.3	3.4±1.0 ⁽²⁾	
30	2.8±0.5	3.7±0.8 ⁽²⁾	3.0±0.6
40	2.4±0.8	3.8±1.1 ⁽²⁾	
60	2.5±0.6	3.0±0.8 ⁽¹⁾	2.4±0.8
90	2.3±0.8	2.9±0.7 ⁽³⁾	2.6±0.3

注:与运动前比 (1) 0.01<P<0.05
(2) 0.001<P<0.01 (3)P<0.001

表 2 负重 2% 组运动时间与血乳酸变化 mmol/L			
游泳时间 min	血 乳 酸 浓 度		
	运动前	运动后 15 min	运动后 50 min
5	2.4±0.4	3.6±0.8 ⁽³⁾	
10	2.3±0.5	2.9±0.8 ⁽¹⁾	
20	2.4±3.0	3.0±0.6 ⁽²⁾	
30	2.8±0.5	4.2±0.5 ⁽³⁾	3.6±0.7
40	2.5±0.5	3.9±0.3 ⁽³⁾	
60	2.9±1.1	5.0±1.5 ⁽³⁾	4.4±0.6

注:与运动前比 (1) 0.01<P<0.05
(2) 0.001<P<0.01 (3)P<0.001

2.1.2 相同游泳时间运动强度与血乳酸变化关系

从表 1、表 2 看出,游泳时间相同,运动负荷大、运动强度大者,血乳酸浓度变化大。从图 1 可见,于运动后即刻取血,不负重游泳 90 min 组血乳酸浓度高于不负重游泳 60 min 组,负重 2% 游泳 60 min 组血乳酸浓度又显著高于不负重游泳 90 min 组。

2.2 运动强度与血乳酸清除率之间的关系

表 3 所示,相同游泳时间,不负重组血乳酸清除率高于负重组,随游泳时间延长血乳酸清除率下降。

2.3 取血时间与血乳酸浓度的关系

图 1 结果可见,长时间持续游泳后即刻取血,测得的血乳酸浓度显著高于运动后 15 min 后再取血(P

<0.001)。

表 3 运动强度与血乳酸清除率的关系 mmol/L min

游泳时间	清 除 率
------	-------

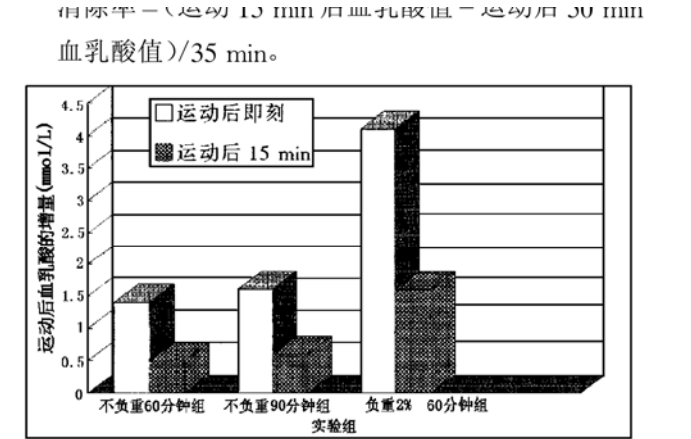


图 1 运动后不同取血时间血乳酸增量的比较

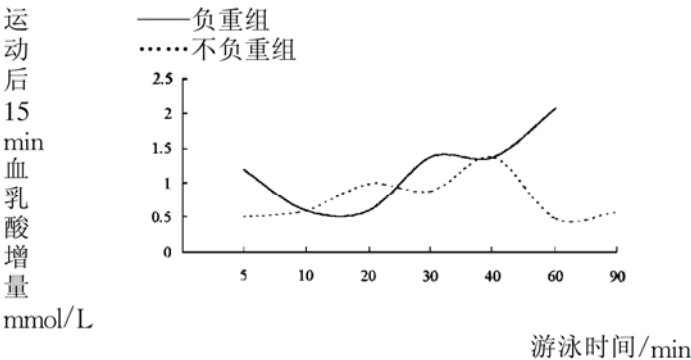


图 2 运动后血乳酸增量与游泳时间的关系

2.4 20 只负重 2% 游泳 60 min 小鼠,实验结束时有 2 只死亡,3 只濒死时捞起,测得血乳酸浓度变化虽较运动前升高,但升得不够高,不足以代表负重游泳 60 min 组运动后真正的血乳酸水平。

3 讨论

本实验结果表明,随游泳时间逐渐增加,运动强度增大,小鼠的血乳酸浓度逐渐增加,而后缓慢下降,随运动强度继续增大,血乳酸浓度再次升高。小鼠在这种运动后的血乳酸变化规律恰与人体血乳酸变化规律⁽³⁾相同。人体在轻体力运动后,肌细胞内能量消耗增多,无氧酵解产物—乳酸稍有上升,随心脏、毛细血管血流量的调整,肌细胞内又获充足氧气,有氧

[下接第 7 页]