

# 筋疲労

渡邊健朗・有賀健・長岡大輝

## 1: はじめに

私たちは、普段、激しい運動や作業の後に感じる筋疲労の原因物質が乳酸であることを聞き、興味を持った。そこで、本やインターネットを使い、次に示す事柄を調べた。

好気条件下において生物は好気呼吸を行い、エネルギーを作り出す。好気呼吸は大量の酸素が必要でグルコースが酸化され、水と二酸化炭素が生成される反応である。この反応により多量の ATP(エネルギーの通貨)が生成される。反応は3段階(解糖系・クエン酸回路・電子伝達系)に分けられ、細胞の基質、ミトコンドリアで行われる。一方、運動時など嫌気条件下では生物は嫌気呼吸を行いエネルギーを生成する。嫌気呼吸は動物の場合、酸素を用いずグルコースを分解しエネルギーを作る反応で、筋肉中で起こる。この反応でも ATP は生成されるが好気呼吸に比べ生成量は極少量で、乳酸が生成される。乳酸は疲労の原因物質で、これが蓄積されていくと生物は疲労を感じるようになる。つまり、私たちが運動や作業により疲労を感じるのはここで生成される乳酸が原因なのである。

乳酸が筋疲労に及ぼす影響と筋肉疲労の回復について研究した。

## 2: 実験について

実験 マウスを水槽(容積: 11655 cm<sup>3</sup>・水温20度)の中で泳がせ乳酸値を測定する

・目的 マウスが運動することにより疲労の原因物質である乳酸値 (mmol/l) の変動から筋肉疲労について考察する

・方法 マウスを泳がす前にあらかじめ乳酸値を測定しておく。

マウスのしっぽを持ち一定時間、一定温度でマウスをプールで泳がせる。

マウスの体についてた水をよく拭き取り、アルコールで消毒したカミソリを使ってマウスのしっぽを切り採血をする。

ラクテートプロ(乳酸測定値)で採血した血を使い運動後の乳酸値を測定する。

瞬間接着剤で傷をふさぐ。

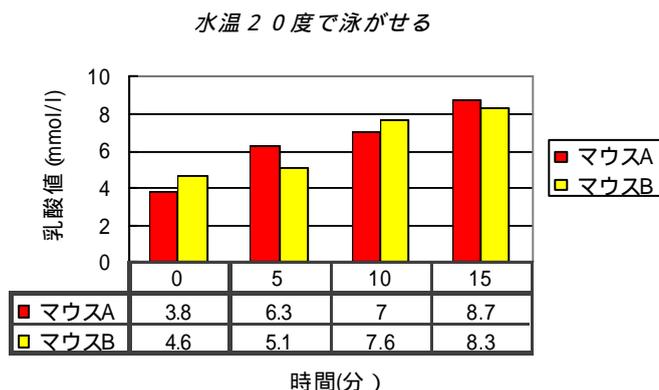
\* これらの作業をを繰り返す

・道具 水槽、ラクテートプロ(乳酸測定値)、アルコール(消毒用)、カミソリ、瞬間接着剤(止血用)、ストップウォッチ、ビニール手袋

・結果・考察



採血の様子



マウスを長い時間泳がせるにつれ2匹とも乳酸値は上昇していった。したがって、マウスが運動したことにより、疲労物質である乳酸の血中濃度が上昇していったと考えられる。私たちが本で調べたように、マウスが運動をすると乳酸が生成されることが確認できた。

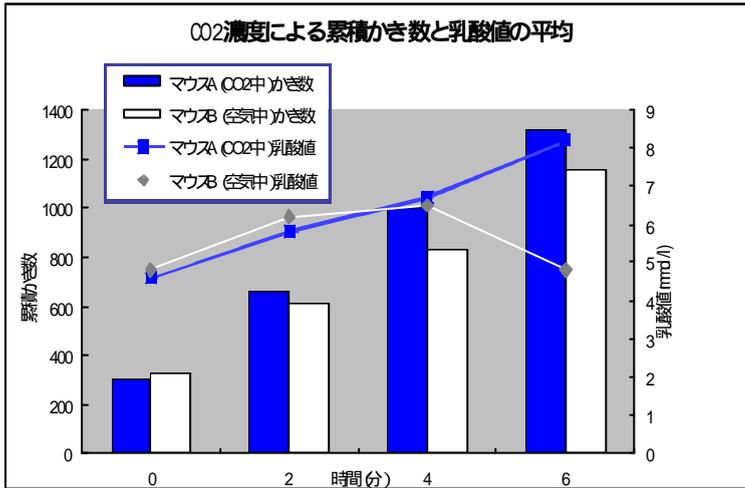
実験 水槽に CO<sub>2</sub> を入れて、水槽（容積 1 1 6 5 5 c m<sup>3</sup>・水温 35 度）の中でマウスを泳がせ乳酸値を測定する

・目的 嫌気条件下で運動させると乳酸値がさらに上昇すると推測されるので、CO<sub>2</sub> 量が多く O<sub>2</sub> 量の少ない条件下でマウスを泳がせたときの乳酸値上昇を調べ、空気中の O<sub>2</sub> の及ぼす影響を調べる。

・方法 CO<sub>2</sub> ポンペを使い水槽中の CO<sub>2</sub> 濃度（5 ~ 10 %に）を上げマウスを泳がせる。（O<sub>2</sub> 濃度を下げる）

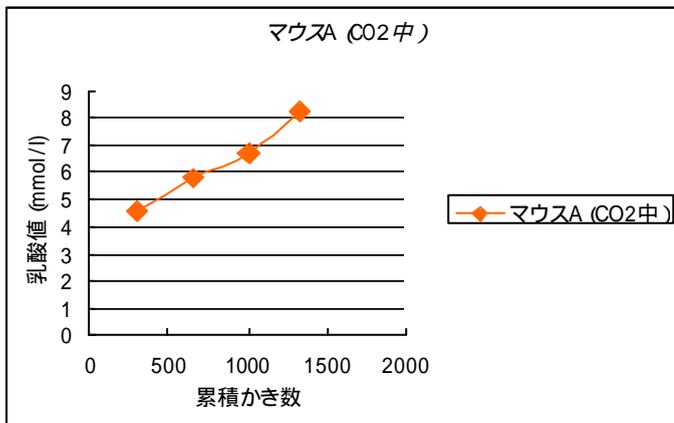
以下実験 と同じ（今回はマウスの運動量の指針にするため前足のこぎ数を数える）

・結果・考察

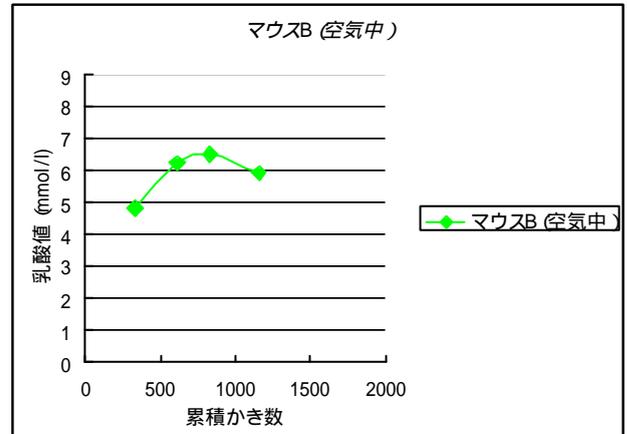


CO<sub>2</sub>中でマウスが泳ぐ様子

グラフ1



グラフ2



グラフ3

グラフ1より空気中で泳がせたマウスBのかき数は上昇しているが、4分ごろが極大値でその後は減少している。この極大値のY座標はどのマウスで測定してもおよそ7 mmol/lでほぼ共通値である。一方、CO<sub>2</sub>中で泳がせたマウスAはかき数が常に上昇している。乳酸値もそれに伴いほぼ一定の値ずつ上昇し、極大の共通値を越えている。しかし、グラフ1からのみの考察だとマウスの運動量がわかりにくい。したがってX軸に時間ではなく累積かき数をとったグラフ2、3を作成した。このグラフから考察すると、マウスBは累積かき数が1000前で乳酸値が減少するが、マウスAの乳酸値は上昇し続ける。このことから、マウスBはある程度泳ぐと乳酸値が減少し疲労が回復すると考えられるが、マウスAは疲労がたまり易く時間が経過しても疲労の回復の度合いが低いことが言える。よって、CO<sub>2</sub>中で泳がしても乳酸値の変化はほとんど見られず、回復度合いに違いが見られ、この結果は酸素濃度が低いことに影響を受けていると考えられる。ただ、マウスB

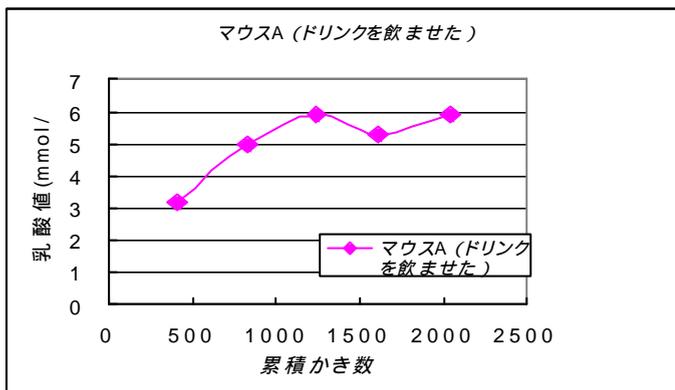
の乳酸値がなぜ低下かしたのか疑問が残った。

実験 実験の2週間前からマウスにスポーツ飲料を飲ませ、水槽（容積11655cm<sup>3</sup>、水温35度）の中で泳がせる

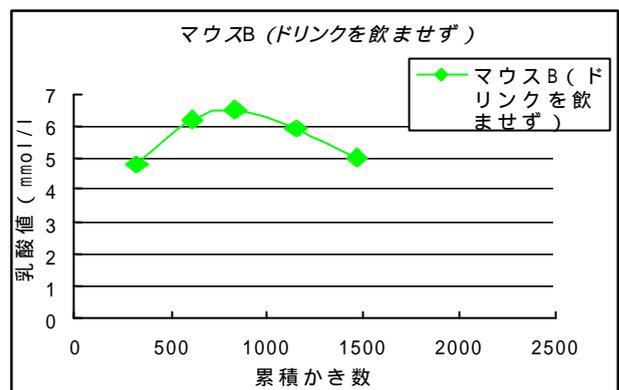
\*スポーツ飲料（アミノバリュー/大塚製薬）の構成材料

砂糖、果糖、オレンジ果汁、食塩、松樹皮抽出物、酸味料、アミノ酸（ロイシン、アルギニン、イソロイシン、バリン）塩化カリウム、乳酸カルシウム、ビタミンC、香料、炭酸マグネシウム、甘味料、カロチノイド色素

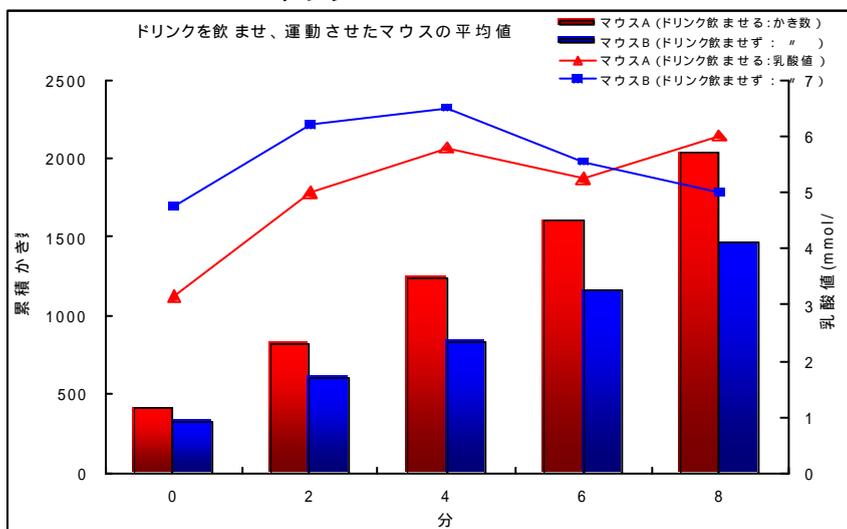
- ・目的 スポーツ飲料を飲ませて運動させることで乳酸値を通して筋疲労の回復について調べた。
- ・方法 2週間前からスポーツ飲料を飲ませておく（えさは与えた）  
以下実験と同じ（こぎ数測定）
- ・結果・考察



グラフ4



グラフ5



グラフ6

グラフ6より、マウスAは運動を始める前の乳酸値は、運動をしていない状態のマウスの標準乳酸値（4.8mmol/l）より低くなっている。運動前にすでにドリンクの影響が出ていると考えられる。また、マウスAは、マウスBより単位時間当たりの累積かき数が多く、それが持続している。つまり、速くかつ遠くへ泳ぐことができるので持久力が上がったといえる。実験と同じくマウスBは4分ごろ乳酸値上昇のピークが来る。その後ドリンクを飲ませたマウスAでは、4から6分の間では、乳酸値が下がっていて、その後2分間再びまた乳酸値が上昇している。しかし、ドリンクを飲ませていない標準の状態のマウスBはマウスAに比べて回復のスピードが遅くなっている。これは、呼吸基質補助因子が十分に体内に蓄積しているため呼吸反応が多く行われたためと考えられる。

グラフ4,5より、グラフが極大になるときのX座標がマウスBよりマウスAの方が大きい値になっている。よって、マウスAは回復期に入る前にたくさん運動できる。

3: 参考文献 生物図録（数研出版）生物図説（秀文堂）生化学（タカラ出版）マウス解剖イラストレイテッド（秀潤社）