

乳酸は、長く疲労の原因物質と考えられていたが、2000年代には否定された。乳酸は速筋で作られ遅筋に供給されるエネルギー源でもある。記述の参考: Wikipedia ほかにネット検索資料

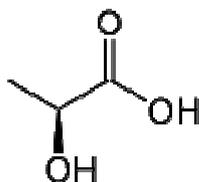
1 整理: 乳酸に関する正しい知識

- 運動により、筋肉の中で糖質が分解されエネルギーが作られ、そこで「乳酸」が生成される。この機構は、糖質は主に蓄積されている瞬発系の筋肉(速筋)で働く。
- 生成された乳酸は、持久系の筋肉(遅筋)の中で酸素を使ってエネルギーを生成するために使われる。
- 乳酸は筋肉だけでなく、脳の重要なエネルギー源。
- 乳酸増加は一過性で何もせずとも1時間で元に戻る。その後筋疲労は続く。乳酸は疲労の原因物質ではない。
- 血中乳酸の測定、LT(AT)の把握は、科学的トレーニングの指標の一つとして、なお価値が高い。ただしそれを「疲労度、疲労物質」の指標ではないことに注意しておこう。

2 体内の乳酸生成、乳酸回路、LT

乳酸(lactic acid)は、分子式 $C_3H_6O_3$ 、示性式 $CH_3CH(OH)COOH$ の有機化合物である。

乳酸は体内で糖を分解し、エネルギーを作り出すときにできる分解生成物である。



乳酸回路: 体内の乳酸は、肝臓でグルコースの再合成に利用され、血液により全身に運ばれる。この一連を、乳酸回路(lactic acid cycle)またはコリ回路(Cori cycle)という。

乳酸性閾値(…いきち, lactic acid threshold, LT): 無酸素性作業閾値(AT)とほぼ同義。酸素の供給不足の運動で、乳酸の代謝除去が追いつかず血中乳酸濃度が急速に増加を始めるような運動強度の転換点。

3 乳酸は長く「疲労物質」ととらえられていた

1929年に、英国のアーチボルド・ヒルらは、筋肉の動作機構を解明、1922年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。その後1929年には、カエルの実験で、疲労状態の筋肉に乳酸を発見し、乳酸の蓄積と、それによるアシドーシス(≒酸性化)が、収縮タンパクの機能を阻害、疲労を起こすと考えた。

この「乳酸＝疲労原因物質説」は、広く長く受け入れられ、定説となっていた。また1990年代には、血中乳酸の測定も比較的容易になったことから、スポーツ、トレーニング科学の現場でも、練習強度や疲労状態を計測する指標、疲労回復機能を表す指標として、(上級のトレーニングステージで)よく用いられてきた。

3 乳酸は疲労原因物質ではなかった!

しかし、次第に「筋肉疲労＝アシドーシス原因」説への反証が増えた。2001年、ニールセン(Nielsen)らは、カリウムイオン(K^+)を添加すると筋肉が疲労、そこに乳酸を添加すると回復、「定説とは逆の現象」を発見した。乳酸は疲労原因物質ではなかったのだ! 細胞外に蓄積したカリウムイオンが、筋疲労の鍵物質(のひとつ)だとつぎとめたのだ。そしてアシドーシスは、むしろ筋疲労を防ぐとわかり始めている。

2004年のサイエンス誌でも、乳酸＝疲労物質説が否定された。しかし2005年でも、タイトルが「乳酸ばかりが疲労の原因物質ではない」(八田秀雄、東大大学院・身体運動科学研究賞)などと、

遠慮がちである。2006年、国立の「長寿科学振興財団・健康長寿ネット」でさえ、以下のような記述があり、それは2015年でも見ることができる…

[疲労物質／疲労物質の代表的なものに「乳酸」があります

…運動することによって起こる疲労の原因に「疲労物質の蓄積」があげられます。疲労物質とは、運動中または運動後に血液や筋肉の中で増加して、肉体的疲労と関係ある物質の総称ですが、その代表的なものには、運動時の筋肉のエネルギー代謝に関係する「乳酸」があります。

「乳酸」〇乳酸が筋肉の収縮力を落とし、疲れを感じさせる

私たちがからだを動かすときに使う直接のエネルギーとなるのは「アデノシン三リン酸(ATP)」です。…そこで、筋肉や肝臓にあるグリコーゲン(ブドウ糖)を分解してATPを作り出しているのですが、酸素が十分に供給されない場合には、解糖系に依存するためにその代謝産物である乳酸が筋肉中にたまりやすくなります。筋肉中に乳酸がたまり、その濃度が一定の値を越えると、組織や血液が酸性に傾き、筋肉は収縮することができなくなります。やがて、筋肉が収縮する力が落ちて、疲れを感じるようになるのです。]

国立機関でさえこうなのだから… 2010年代もなお、乳酸＝疲労物質の[定説]がネット上で多くみられる。栄養・スポーツ関係でも乳酸＝疲労原因物質説のままの人が多いそうだ。

4 疲労原因／疲労回復

疲労と回復の身体機構は単純なものではない。徐々に解明が進んでいるが、いくつかのトピックスを列挙しておこう:

FFとFR: 疲労の研究成果として、FF(Fatigue Factor)と名づけられたたんぱく質や、FR(Fatigue Recover Factor)と呼ばれる疲労回復物質がある。総称として使われる傾向にある。

リン酸: 高強度の運動で、ATPやCPを分解して生成されるリン酸は、カルシウムと結合しやすく、それで筋収縮に必要なカルシウムの働きを悪くすると推定されている。

クエン酸: ATPの増産に効果があると推定されている。ただ、「乳酸を分解・除去するので疲労回復の効果がある」というのは間違い。クエン酸は、乳酸とは関係ない。

イミダゾールジペプチド: 活動量の多い鳥の胸肉、ササミ、回遊魚(マグロ、カツオなど)の赤身に含まれ、FRとして最近注目されているようだ。疲労回復に効果のあるFRを増やしやすくする。実際、効果があるのかもしれないが、何か新しいものが登場し流行するときは、とびつかず、ちょっと冷静に見守ったほうが良い。とくにこの分野では、関連のサプリメントが大々的に宣伝をしはじめたらちょっとブレーキを。

※余談: 訳知り顔の指導者が、よく勉強しているかどうかを推し量るには「乳酸」のことを尋ねてみると良い。「乳酸＝疲労物質」と説くようであれば、その指導者は勉強不足、用心したほうが良い。でも、それを知っているからと言って、すべてが正しい良い指導者とも限らないが…