

クエン酸摂取が温熱ストレス下における長時間運動時の生理応答に及ぼす影響

熊谷 晟和 (秋田大学)

1. 目的

暑熱下での長時間運動時には深部体温が上昇する。これは運動パフォーマンス低下や熱中症発症の誘因になることから、その予防は暑熱対策として極めて重要である。クエン酸はレモン等の柑橘類に多く含まれ、摂取することで血中乳酸濃度が低下することがよく知られているが、血液の粘性を低下させる効果も認められている。暑熱下運動時にはこの血液粘性低下によって血流動態が改善し、熱放散反応である皮膚血流増加反応が高まり深部体温上昇が抑制されるかもしれない。すなわち、クエン酸摂取は暑熱下運動時に代謝だけでなく循環や体温の調節も同時に改善する可能性が考えられる。そこで本研究では、暑熱下運動を模した実験モデルを用い、クエン酸摂取が暑熱下長時間運動時の代謝、循環及び体温の応答に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

- 1) 対象者：運動習慣のある健常男性9名(22±5歳)
- 2) 実験手順：被験者は温水(43℃)を内部に循環させたスーツを着用した状態(温熱ストレス下)で、60分間(前後半各30分、間に休息10分)の一定負荷自転車運動を実施した。実験条件は、運動開始90分前に体重1kgあたり0.4gのクエン酸を摂取する条件とプラセボ(デンプン)を摂取する条件の2条件とした。運動強度は各被験者の最大酸素摂取量(事前に測定)の50%強度とした。
- 3) 測定項目及び解析方法：実験中の血中乳酸濃度、直腸温(深部体温の指標)、前腕部皮膚血流量(安静時の値を基準とした相対値)等を測定した。平均値の差の検定には二元配置分散分析を用い、事後検定にはBonferroniの多重比較法を用いた。

3. 結果と考察

血中乳酸濃度は運動時(15、30、45及び60分目)及び休息時においてクエン酸条件のほうがプラセボ条件より低い値を示した(図1)。この結果は常温下運動を用いた先行研究の結果を支持するものであり、暑熱下運動時においてもクエン酸摂取が血中乳酸濃度を低下させることを示唆する。また、直腸温は両条件とも運動時間の経過とともに上昇したが、運動20分目以降においてクエン酸条件のほうがプラセボ条件よりも低い値を示し(図2)、運動終了時点で

約0.3℃の差となった(38.5±0.3 vs. 38.8±0.4℃, $P < 0.05$)。このことから、暑熱下運動前にクエン酸を摂取することにより深部体温の上昇を抑制できることが示唆される。さらに、皮膚血流増加反応を条件間で比較した結果、運動中(20、25、55及び60分目)の前腕皮膚血流量はクエン酸条件のほうがプラセボ条件よりも高い値を示した(図2)。この結果は、クエン酸摂取が暑熱下運動時の皮膚血流増加反応を増大させることを示唆し、これに伴う熱放散促進が深部体温上昇の抑制に寄与したと考えられる。

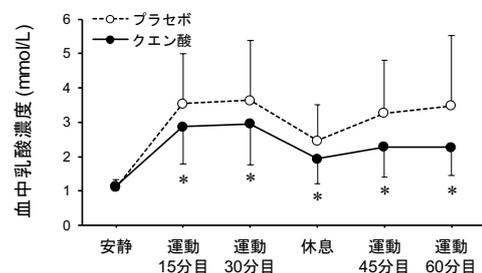


図1. 血中乳酸濃度の経時変化. * $P < 0.05$, vs. プラセボ

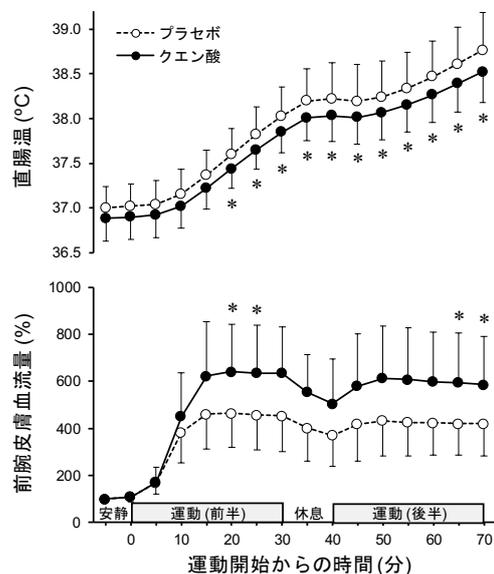


図2. 直腸温及び皮膚血流量の経時変化. * $P < 0.05$, vs. プラセボ

4. 結論

クエン酸摂取により温熱ストレス下での長時間運動時における血中乳酸濃度を低減できるとともに、皮膚血流増加反応の促進により深部体温の上昇を抑制できることが明らかとなった。このことから、クエン酸摂取は暑熱下運動時の熱中症予防やパフォーマンス改善のために有効である可能性が考えられる。