

# 運動後のラットの食欲及び肝臓と骨格筋グリコーゲン再補充に対する運動中の酢酸摂取または摂食中の環境温度の影響

207M21 家治 慶子  
指導教員 岡村 浩嗣

キーワード: 食欲、グリコーゲン、運動、環境温度、酢酸

## 【緒言】

運動時は安静時に比べ多くのエネルギーが必要となり、エネルギー源として筋肉や肝臓に含まれるグリコーゲンを消費する。運動により枯渇したグリコーゲンの回復のために運動後早期に栄養補給することが推奨されているが、運動後早期はしばしば食欲が低下しているために十分な食事を摂ることができない。

酢酸は酢の主要成分であり、疲労回復作用があるといわれている。また、クエン酸の様に糖質と一緒に酢酸を摂取するとグリコーゲン再補充が促進されることが報告されている。

摂食量は高温環境下よりも低温環境下で増加することが知られており、運動後の摂食量は、高温環境下の運動後と比較して低温環境下の運動後で促進されるという報告もある。

そこで本研究では、運動中の酢酸摂取及び運動後の摂食時の環境温度が、自発的摂食量と肝臓及び骨格筋のグリコーゲン回復に及ぼす影響を、ラットを用いて検討した。

## 【方法】

4 週齢の SD 系雄ラット 49 匹を対象とし、8:00-20:00 を暗期とする 12 時間の明暗サイクル下で個別飼育した。1 週間の予備飼育終了後、8:00-9:00、20:00-21:00 の 2 食制に馴化させ、同時にトレッドミルでの走行運動にも馴化させ、速度 30 m/分で走行できるようにした。運動時の室温は 34°C とした。10 日間の馴化後、試験を開始した。

試験当日の 8:00 に体重を測定し平均体重が等しくなるように各群 6-8 匹の 7 群に分け、8:00-9:00 に給餌した後、N 群は運動開始前の 16:00 に屠殺解剖した。残りのラットは 16:00 から 1 セット目の運動を開始した。運動はトレッドミルを用いて速度 30 m/分で 30 分の運動を 4 セット行い、運動時の室温は 34°C とした。各セット間に 10 分間の休息を与え、休息時に水(W)、または 300 mg/100ml の酢酸溶液(A)を 1.5 ml ずつ、計 4.5 ml 摂取させた。

4 セット目の運動終了直後、W 群と A 群のラットを各 7 匹ずつ屠殺解剖した。残りのラットは高温環

境下(34°C)、あるいは常温環境下(23°C)で 1 時間自由に摂食させ、飲用水も自由に摂取させた。運動中に水を摂取し常温環境下で摂食した群を WM 群 ( $n = 6$ )、運動中に酢酸溶液を摂取し常温環境下で摂食した群を AM 群 ( $n = 7$ )、運動中に水を摂取し高温環境下で摂食した群を WH 群 ( $n = 7$ )、そして酢酸を摂取し高温環境下で摂食した群を AH 群 ( $n = 7$ )とした。その後、室温 23°C 条件下で 3 時間回復させ屠殺解剖した。採取した組織のグリコーゲン量、及び水分量を測定し、直腸温は、運動前、運動後、摂食後、及び回復後に測定した。

統計処理は一元配置分散分析で有意差が認められた場合に、Dannett 法を用いて N 群と他の 6 群との比較を行った。運動後摂食した 4 群に関しては二元配置分散分析を行った。危険率 5%未満を統計学的に有意とした。

## 【結果】

### ①摂食量、摂食中の飲水量

摂食量は、常温環境下で摂食した群が高温環境下で摂食した群よりも高値を示したが、運動中に投与した溶液による差は認められなかった (WM 6.0 g (SD 1.7), AM 3.8 (2.3), WH 1.7 (1.3), AH 1.6 (0.9),  $p < 0.001$ )。また摂食中の飲水量は群間に差はなかった (WM 7.7 g (SD 3.7), AM 5.0 (4.5), WH 6.5 (1.5), AH 6.9 (0.2))。

### ②血中グルコース濃度

運動中の血中グルコース濃度は運動前と比較して低値を示したが、摂食後に高値を示した。回復後には運動前と同程度まで低下したが群間に差はなかった。

### ③組織グリコーゲン量

肝グリコーゲン量は、運動直後に屠殺解剖した W と A で運動前に屠殺解剖した N よりも低値であり ( $p < 0.001$ )、摂食量が高値であった WM と AM では N と同程度まで回復した (N 43.9 mg/g (19.0), W 3.0 (3.3), A 1.7 (1.5), WM 39.7 (7.3), AM 26.8 (12.5), WH 16.3 (12.0), AH 15.2 (8.7))。腓腹筋のグリコーゲン量の結果は、肝グリコーゲンと同様であったが (N 3.3 mg/g (0.9), W 1.2 (0.8), A 1.4

(1.3), WM 3.0 (0.8), AM 2.4 (1.2), WH 1.9 (0.9), AH 1.9 (0.9)、ヒラメ筋では運動前と運動直後で差は認められなかった (N 0.9 mg/g (0.7), W 0.6 (0.7), A 0.4 (0.2), WM 4.9 (2.2), AM 3.5 (1.7), WH 1.4 (1.0), AH 1.9 (0.9))。回復期後のヒラメ筋グリコーゲン量は肝、及び腓腹筋グリコーゲン量と同様にグリコーゲンの再補充が認められた。摂食した4群の肝臓と骨格筋のグリコーゲン量は、常温環境下で摂食した群が高温環境下で摂食した群よりも高値を示したが ( $p < 0.001$ )、運動中に投与した溶液による差は認められなかった。

#### ④直腸温

運動前と比較して運動後で高値を示した。摂食後においては、常温環境下で摂食した群が高温環境下で摂食した群と比較して低値を示し ( $p < 0.001$ )、運動前の値と同程度であったが運動中に投与した溶液による差は認められなかった。回復後は、高温環境下で摂食した WH と AH も運動前の値まで低下した。

#### ⑤体重

運動前の体重には群間に差は見られなかった。運動前と比較して運動後で全ての群で脱水により4~5%の体重減少が見られた。その後、常温環境下で摂食した群は高温環境下で摂食した群よりも、体重の回復が良好であった。摂食後の体重は、運動後と比較して高値を示し、運動前と同程度まで回復した。

#### ⑥ヘマトクリット値

摂食後では群間に差は認められなかったが、回復後において高温環境下で摂食した群と比較して常温環境下で摂食した群で低値を示した ( $p = 0.01$ )。

#### ⑦組織水分量

肝臓の水分量は、運動直後に屠殺解剖した W と A で運動前に屠殺解剖した N よりも低値であり ( $p < 0.001$ )、WM は N と同程度まで回復した (N 5.564 g (0.477), W 4.665 (0.585), A 4.780 (0.355), WM 5.273 (0.419), AM 4.979 (0.202), WH 5.030 (0.389), AH 4.890 (0.291))。採取した骨格筋の水分量は群間に差はなかった。運動後に摂食した4群の肝臓及び骨格筋の水分量は、群間に差はなかった。

### 【考察】

常温環境下で摂食した群の摂食量が高温環境下で摂食した群の摂食量と比較して高値を示した

ことから、高温環境下での運動後に常温環境下で摂食することは、運動で低下した食欲を回復させることが示唆された。常温環境下で摂食した群では高温環境下で摂食した群と比較して、運動で上昇した直腸温が速やかに低下したことが摂食量の増加した一因だったことが推察される。

運動前に屠殺解剖した N のグリコーゲン量の値から、運動前に肝臓のグリコーゲンが枯渇した状態ではなかったことが示唆された。そして W、及び A のグリコーゲン量が低値であったことから本研究の運動プロトコルによりグリコーゲンが枯渇したことが認められた。また、グリコーゲン量は摂食量と同様に高温環境下で摂食した群と比較して、常温環境下で摂食した群で高値を示した。このことから常温環境下で摂食することにより、食欲が回復したことでグリコーゲン再補充が促進されたと推察される。

本研究では試験期間中の体重を測定し脱水状態を検討した。群間で差は認められなかったが、全ての群で運動後に運動前と比較して体重が減少しており 3~5% の脱水がおこっていた。

本研究では脱水状態に関して血液のヘマトクリット値からも検討した。通常脱水時にはヘマトクリット値は低値を示すが、本研究では運動前に比べ運動後で低値を示した。このことは組織から放出された水分と飲料によって供給された水分によって血液の水分量が増加したために、ヘマトクリット値を減少させた可能性が考えられる。この可能性は、肝臓の水分量が運動前と比較して運動後で低値であったことからも支持される。

肝臓の水分量が運動直後に屠殺解剖した W と A で運動前に屠殺解剖した N よりも低値であったことから運動により肝臓も脱水したと考えられる。摂食中の飲水量に差は認められなかったが、摂食量、飲水量ともに高値を示した WM では N と同程度まで組織水分量の回復が認められた。運動後に低下した食欲を回復させることは、体水分の回復にも影響していることが推察される。

### 【結論】

高温環境下での運動後に常温環境下で摂食することは、運動で低下した食欲を回復させグリコーゲンの再補充に有効なことが示唆された。一方、運動中の酢酸摂取にはこのような影響は認められなかった。