

短報

前日のアルコール摂取が運動時における肝臓のグリコーゲン代謝に及ぼす影響

柄澤 拓也^{*1}、小池 温子^{*1}、原 虎之介^{*2}、川端 拓郎^{*2}、寺田 新^{*1,*2}

^{*1} 東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻 生命環境科学系、

^{*2} 東京大学 教養学部 統合自然科学科

【目的】

本研究では、前日のアルコール（エタノール）摂取が運動時の肝グリコーゲン代謝に及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】

ICRマウスに対し、20%エタノール溶液（エタノール量として2.0 g/kg体重）もしくは同容量の水のいずれかを1時間の間隔を空けて2回、経口投与した（それぞれEtOH群およびW群）。被験物投与の翌日、EtOH群とW群のマウスをそれぞれ半数に分け、一方は運動を行わず（運動前）に、もう一方は1時間の走行運動（20 m/分）を行わせた後に解剖し、肝グリコーゲン濃度を測定した。EtOH群とW群のそれぞれにおいて、運動前に解剖したマウスの肝グリコーゲン濃度の平均値から、運動後に解剖した各マウスの肝グリコーゲン濃度を差し引くことで、運動中の肝グリコーゲン分解量を算出した。また、被験物投与から1時間後と運動直前に採血を行い、血漿エタノール濃度を測定した。

【結果】

EtOH群の血漿エタノール濃度は、被験物の投与1時間後においてW群と比較して有意に高い値を示したものの（ $p < 0.001$ ）、翌日の運動前には検出されなかった。運動前の肝グリコーゲン濃度に有意な群間差は認められなかった一方、運動中の肝グリコーゲン分解量は、EtOH群でW群と比較して有意に高値を示した（ $p < 0.001$ ）。

【結論】

前日のアルコールの摂取は、運動中の肝グリコーゲン分解を高める可能性が示唆された。

キーワード：アルコール グリコーゲン 走行運動 マウス

I 緒言

健康の保持・増進やレクリエーションのために運動を実施する人が近年増えているが、その中には、習慣的に飲酒をしている人も多い。実際、これまでに行われた大規模な疫学的調査において、身体活動量とアルコールの摂取量の間には正の相関関係が認められている^{1), 2)}。

このように、運動を実施している人では、アルコールの摂取量が増える傾向にあることが明らかとなっているものの、アルコールの摂取が運動時の代謝機能に対して及ぼす影響についても知見が蓄積されつつある。例えば、運動直前のアルコール摂取は骨格筋のグリコーゲン代謝には大きな影響を及ぼさないという報

告があるものの³⁾、Juhlin-Dannfeltらの研究では、運動中のアルコールの投与によって肝臓における糖新生の基質の取り込みが低下し、運動中の肝グリコーゲンの分解が高まるという可能性が示唆されている⁴⁾。肝臓におけるグリコーゲンの枯渇は、血糖値の低下や疲労の発現と深く関わっていることから⁵⁾、アルコールの摂取によるこのような肝グリコーゲン代謝の変化は、運動を実施する人々において重要な問題であると考えられる。ただし、上述した先行研究で認められた結果は、あくまでも運動中にアルコールを投与した場合に観察されたものである。一般的にアルコールは運動中ではなく、前日の夜に摂取することの方が多く、そのようなタイミングでアルコールを摂取した場合においても、運動時の肝グリコーゲン分解が亢進するの

かは明らかでない。さらに、その侵襲性の高さから、ヒトを対象として運動時の肝グリコーゲン代謝を直接的に評価することは難しく、Juhlin-Dannfeltらの研究においても、安定同位体を用いて間接的に肝グリコーゲンの分解を推定するに留まっている⁴⁾。そこで、本研究では、前日のアルコール摂取が運動時の肝臓におけるグリコーゲン代謝に及ぼす影響を、実験動物（マウス）を対象として直接評価・検討することを目的とした。また、その際、運動中の主要なエネルギー基質である筋グリコーゲンの代謝への影響についても併せて検討することとした。

II 方法

1. 実験動物および飼育条件

実験動物として、10週齢の雄性ICRマウス28匹（体重35～41 g）を日本クレア株式会社から購入した。マウスは、室温23±2℃、7時から19時を暗期に設定した飼育室において、専用ケージで5もしくは6匹ずつ飼育した。新たな飼育環境に慣れさせるために、本実験までに8日間の馴化飼育期間を設け、その間、すべてのマウスには固形飼料（CE-2、日本クレア株式会社）と水道水を自由摂取させた。なお、本研究は、東京大学大学院総合文化研究科・教養学部実験動物委員会の承認を得て行われた（承認番号：2021-4）。

2. 実験プロトコール

本実験において1時間の走行運動を実施できるように、その6日前から5日間、実験用トレッドミルを用いた走行運動を全てのマウスに行わせた。走行時間は、1日目は10分間、2から5日目は20分間とし、速度は20 m/分に設定した。

5日間の馴化走行が終了した翌日、マウスを個別ケージに移して、17時から18時まで1時間の絶食を行った。その後、マウスに対して20%エタノール溶液（エタノール量として2.0 g/kg体重、宝焼酎20度、宝酒造株式会社）もしくは同容量の水道水のいずれかを、1時間間隔で2回、ゾンデ針（株式会社夏日製作所）とシリンジ（テルモ株式会社）を用いて経口投与した（それぞれEtOH群およびW群）。被験物を投与した時間帯は運動前夜の飲酒を模したものであり、血中アルコール濃度の急激な上昇を避けるために2回に分けて投与した。1回目の被験物を投与した後、マウスに対しては固形飼料と水道水を自由に摂取させた。なお、アルコールの投与量ならびに用いたマウスの週齢などは、先行研究のものを参考に設定した^{6), 7)}。

被験物を投与した翌日の10時（2回目の被験物投与から15時間後）に、EtOH群とW群それぞれの半数のマウスに対して20 m/分の速度で1時間の走行運動を行わせ、運動終了直後にイソフルランによる完全麻酔

下で解剖を行った。尾部圧迫による反射がみられないことを確認した後に、速やかに肝臓および骨格筋（前脛骨筋）を摘出し、直ちに液体窒素で凍結した。なお、我々は、これまで主にマウスの前脛骨筋を対象としてグリコーゲン代謝の研究を行ってきており⁸⁾、そこで安定したデータが得られていたことから、本研究でも前脛骨筋を分析に用いた。肝臓および骨格筋サンプルは分析まで-80℃の超低温フリーザーにて保存した。各群の残りの半数のマウスは、1時間の走行運動開始前のグリコーゲン濃度を測定するために、運動させずに解剖し、同様の部位を摘出・保存した。

なお、運動直後に解剖するマウスに対しては、2回目の被験物投与から1時間後（血漿エタノール濃度がピークに達することを予備検討にて確認したタイミング）、および運動開始前、運動直後のタイミングで、ヘパリン処理したキャピラリー採血管（Thermo Fisher Scientific K.K.）を用いて尾静脈から採血を行った。採取した血液は10,000 rpmで10分間遠心分離することで血漿を得た。さらに、被験物の投与から解剖までの期間におけるマウスの摂餌量を測定し、そこに飼料1 g当たりのエネルギー量（340 kcal）を乗ずることでエネルギー摂取量を算出した。

3. 肝臓および骨格筋グリコーゲン濃度の測定

肝臓および骨格筋のグリコーゲン濃度は、Lowry and Passonneauの方法に基づいて分析した⁹⁾。また、EtOH群およびW群それぞれにおいて、運動を行わずに解剖したマウスのグリコーゲン濃度の平均値から、運動直後に解剖した各マウスのグリコーゲン濃度を差し引くことで、運動中のグリコーゲン分解量を推定した。

4. 血漿エタノール、グルコース、遊離脂肪酸濃度の測定

血漿エタノール濃度は、F-キットエタノール（株式会社J. K. インターナショナル）を用いて測定した。血漿グルコース濃度および遊離脂肪酸濃度は、それぞれグルコースCII-テストワコー、NEFA C-テストワコー（いずれも富士フイルム和光純薬株式会社）を用いて測定した。

5. 統計処理

本研究で得られたデータの統計処理には、Excel統計2015（株式会社社会情報サービス社）を使用した。データはすべて平均値±標準誤差で示した。肝臓および骨格筋のグリコーゲン濃度に対しては、時間（運動開始前および運動直後）と被験物（水およびエタノール溶液）の2要因による二元配置分散分析（対応なし）を行った。血漿エタノール、グルコース、遊離脂肪酸濃度に対しては、時間（2回目の被験物投与1時間後

表1 被験物投与後の期間におけるエネルギー摂取量

	W	EtOH	p 値*
エネルギー摂取量 (kcal)	7.9 ± 0.6	7.2 ± 0.7	0.432
エネルギー摂取量 (被験物のエネルギー量を含む; kcal)	7.9 ± 0.6	8.3 ± 0.7	0.578

W：水投与群、EtOH：エタノール溶液投与群。

数値はすべて平均値±標準誤差で示した。n = 6-7。

*t 検定 (対応なし)

および運動開始前、もしくは運動開始前および運動直後)と被験物(水およびエタノール溶液)の2要因による二元配置分散分析(対応あり)を行った。二元配置分散分析において交互作用が認められた場合、Tukey-Kramer法による事後検定を行った。被験物投与後の期間におけるエネルギー摂取量と、運動中の肝臓および骨格筋のグリコーゲン分解量の群間比較には、Student のt検定(対応なし)を用いた。いずれも危険率5%未満をもって有意とした。

Ⅲ 結果

1. 2回目の被験物投与1時間後および運動開始前における血漿エタノール濃度

血漿エタノール濃度に対しては、交互作用が認められ ($p < 0.001$)、2回目の投与1時間後における血漿エタノール濃度は、EtOH群でW群と比較して有意に高い値を示した (2.1 ± 0.1 vs. 0.0 ± 0.0 g/L, $p < 0.001$)。一方、翌日の運動開始前においては、いずれの群からも血漿エタノールは検出されなかった。

2. 被験物の投与から解剖までの期間におけるエネルギー摂取量

被験物の投与から解剖までの期間における飼料からのエネルギー摂取量にW群とEtOH群の間で有意な差は認められなかった(表1)。また、飼料からのエネルギー摂取量に被験物からのエネルギー摂取量(EtOH群におけるエタノール溶液のエネルギー量)を加えても、両群間で有意な差は認められなかった。

3. 肝臓と骨格筋における運動前後のグリコーゲン濃度ならびに運動中のグリコーゲン分解量

肝臓および骨格筋のグリコーゲン濃度に対しては時間の主効果が認められ、運動開始前と比較して運動直後で有意に低い値を示したものの(図1AおよびB, $p < 0.001$)、交互作用および被験物の主効果は認められなかった。

一方、運動前後における肝臓および骨格筋のグリコーゲン濃度から、それぞれの組織における運動中のグリコーゲン分解量を算出したところ、骨格筋のグリ

コーゲン分解量には有意な群間差が認められなかったものの(図1D)、肝臓のグリコーゲン分解量はW群と比較してEtOH群で有意に高い値を示した(図1C, $p < 0.001$)。

4. 血漿グルコースおよび遊離脂肪酸濃度

血漿グルコースおよび遊離脂肪酸濃度に対して交互作用は認められなかったものの、時間の主効果が認められ、運動開始前に比べて運動直後では、血漿グルコース濃度は有意に低く、血漿遊離脂肪酸濃度は有意に高い値を示した(表2、それぞれ $p < 0.01$ 、 $p < 0.001$)。しかしながら、いずれの項目に対しても被験物の主効果は認められなかった。

Ⅳ 考察

本研究で得られた主な知見は、運動開始前の肝グリコーゲン濃度に影響を及ぼさない程度の前日のアルコール摂取であっても、運動中の肝グリコーゲン分解を増加させる、という点である。

本研究では、EtOH群に対して運動前夜の飲酒を想定して1時間間隔で2回、エタノール溶液を投与したところ、2回目の投与から1時間後の血漿エタノール濃度は、 2.1 ± 0.1 g/Lにまで上昇した。この程度まで血中エタノール濃度が高まった場合、ヒトでは酩酊状態に陥る(何度も同じことを話したり、千鳥足になったりする)ことが知られている¹⁰⁾。その一方で、マウスにおいては、同程度まで血中エタノール濃度が高まった場合、不安行動の減少といった、ヒトにおいてほろ酔い期に相当するような症状がみられることが報告されている⁶⁾。また、主観的な評価となるものの、本研究のEtOH群では、被験物の投与後に動作が緩慢になる様子が見受けられた。これらのことから、その程度はヒトと異なるものの、本研究のEtOH群のマウスでは、被験物の投与により十分にエタノール濃度が高まり、酔いが生じていたものと考えられる。

先行研究において、エタノールが肝臓におけるグリコーゲンの分解を促進し、合成を抑制することや¹¹⁾、骨格筋におけるグリコーゲン合成を抑制することが報告されていた¹²⁾。したがって、本研究のEtOH群にお

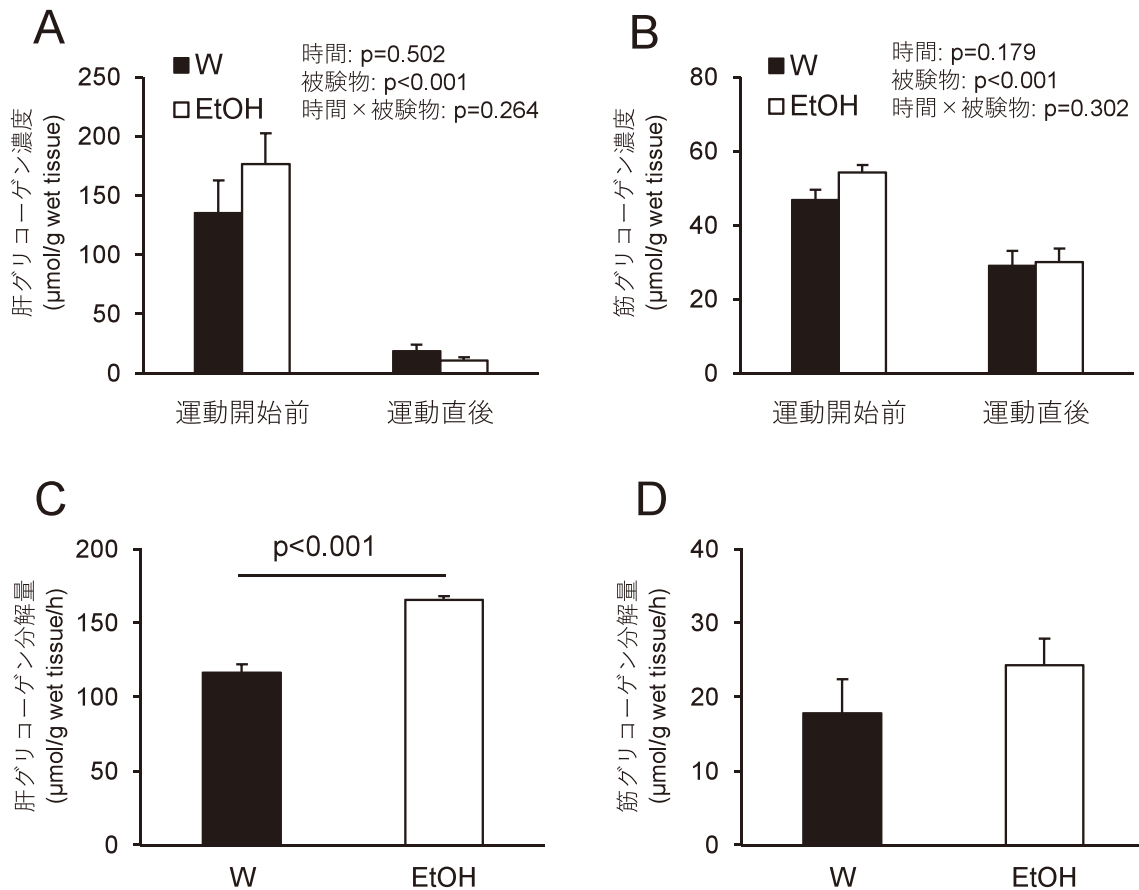


図1 運動前後の肝臓 (A) および骨格筋 (B) におけるグリコーゲン濃度とそれらの運動時における分解量 (CおよびD)

W：水投与群、EtOH：エタノール溶液投与群。

数値はすべて平均値±標準誤差で示した。n = 6-7。

運動前後のグリコーゲン濃度 (AおよびB) と運動時のグリコーゲン分解量 (CおよびD) の分析には、それぞれ二元配置分散分析 (対応あり) およびt検定 (対応なし) を用いた。

いても、翌日の運動開始前における肝臓および骨格筋のグリコーゲン濃度が低下してしまう可能性も考えられた。しかしながら、EtOH群において、実際にそのような変化は認められなかった (図1 A、B)。先行研究と本研究におけるこれらの違いを説明する要因として、被験物投与からグリコーゲン測定までの間隔が挙げられる。Burkeらは、ヒトを対象とした研究において、グリコーゲン枯渇運動後に高糖質食とエタノールを摂取させた場合、高糖質食のみを摂取させた場合と比較して、8時間後の筋グリコーゲン濃度は低い傾向にあったものの、24時間後の筋グリコーゲン濃度は同等であったことを報告している¹³⁾。このことから、本研究においても被験物投与後の数時間においては、EtOH群でW群と比較して肝臓や骨格筋のグリコーゲン量が低下していたものの、その後、十分な間隔 (15時間) があったために、翌日の運動開始直前のグリコー

ゲン濃度には差が生じなかったという可能性が考えられる。

ラットを対象とした別の先行研究においては、エタノール溶液の投与により、エネルギー摂取量が減少することが報告されていたため¹⁴⁾、このことも、本研究のEtOH群においてグリコーゲン濃度の低下を引き起こす要因となる可能性が考えられたが、EtOH群とW群の間で被験物投与後の期間におけるエネルギー摂取量に有意な差は認められなかった。エタノールの投与によりエネルギー摂取量が減少することを報告している上述の研究では、エタノール溶液を経口ではなく、腹腔内に投与しており、投与後における血中エタノール濃度は、本研究よりも20%高い2.5 g/L程度にまで上昇していた。したがって、このような投与方法や血中エタノール濃度の差が、本研究と先行研究における被験物投与後のエネルギー摂取量の違いをもたらした

表2 運動前後の血漿グルコースおよび遊離脂肪酸濃度

	運動前		運動後		p 値*		
	W	EtOH	W	EtOH	時間	被験物	時間 × 被験物
グルコース (mg/dL)	132 ± 3	124 ± 5	111 ± 16	84 ± 12	0.016	0.394	0.133
遊離脂肪酸 (mEq/L)	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	< 0.001	0.582	0.867

W：水投与群、EtOH：エタノール溶液投与群。

数値はすべて平均値±標準誤差で示した。n = 6-7。

*二元配置分散分析（対応あり）

のかかもしれない。少なくとも、マウスの場合、本研究と同様に経口的にエタノールを摂取し、血中エタノール濃度の上昇が2.1 g/L程度までであれば、エネルギー摂取量に大きな影響が生じることはなく、運動開始前のグリコーゲン濃度が低下してしまう可能性も低いと考えられる。

運動開始前の肝グリコーゲン濃度に対して前日のエタノール投与の影響が認められなかったにもかかわらず、EtOH群における運動中の肝グリコーゲン分解量はW群と比較して有意に高値を示した（図1C）。このことは、前日のエタノール摂取が、安静時ではなく運動時のような代謝が高まる場面においてのみ、血中エタノール濃度の上昇以外の要因を介して、肝グリコーゲンの分解を高めた可能性を示唆している。その要因の候補の一つとして、肝グリコーゲンの分解を促進する作用を持つカテコールアミンが挙げられる。ヒトを対象とした先行研究では、エタノールを摂取することで、カテコールアミンの血中クリアランスが低下し、血中濃度が高まることが報告されている¹⁵⁾。このことから、本研究では、前日のエタノールの摂取によって生じたカテコールアミンの血中クリアランスの低下作用が運動時開始前においても部分的に残存しており、安静時のようにカテコールアミンの分泌が少ない場面では、その影響は小さいものの、運動時のようにカテコールアミンの分泌が急激に高まる場面では、その血中濃度の上昇が増強され、肝グリコーゲンの分解が高まったという可能性も考えられる。しかしながら、本研究では血漿サンプルが足りず、実際に血中カテコールアミン濃度の測定を行っていないため、今後、それらの点について検討を行う必要がある。また、先行研究においては、エタノールの摂取による血中カテコールアミン濃度の上昇には、エタノールの代謝物であるアセトアルデヒドが関わっている可能性が示唆されていることから¹⁶⁾、その血中濃度についても併せて検討する必要があるだろう。

カテコールアミンによって運動中の肝グリコーゲン分解が亢進するのであれば、同様に骨格筋においてもグリコーゲン分解が高まることが予想されたが、運動中の筋グリコーゲン分解量に対して前日のエタノール投与の影響はみられなかった（図1D）。ラット骨格

筋を対象とした先行研究では、速筋線維優位型の足底筋の場合、筋収縮刺激とカテコールアミンの添加を併用したとしても、筋収縮刺激のみを行った場合と比較して、筋グリコーゲン分解がさらに高まることはないことが報告されている¹⁷⁾。本研究で分析に用いた前脛骨筋は、足底筋と同様に速筋線維が優位であったため、筋収縮を伴う運動時において、カテコールアミンによるグリコーゲンの分解促進作用が認められなかったという可能性が考えられる。ただし、上述の先行研究では、遅筋線維優位型のヒラメ筋に対しては、速筋線維優位型の筋とは異なり、筋収縮刺激とカテコールアミンの併用によるグリコーゲン分解の促進作用が認められたことから、筋線維タイプが異なる骨格筋に対する前日のエタノール摂取の影響についても、今後検討していく必要があると考えられる。

EtOH群においては、W群と比較して、筋グリコーゲン分解量に変化が認められないままに、運動中の肝グリコーゲン分解量が有意に高値を示した。また、運動前後の血漿グルコース濃度においても有意な群間差はみられなかった。これらの結果から推測すると、EtOH群では、運動中に肝グリコーゲンの分解により生じたグルコースが骨格筋により多く取り込まれてエネルギー源として利用され、その代わりに脂質のエネルギー利用率が低下したという可能性が考えられる。ただし、本研究において脂質代謝に関連して測定した項目は、運動前後の血漿遊離脂肪酸濃度のみであり、その値に対してもエタノール摂取の影響は認められなかったことから、実際に上記の仮説を検証するうえでは、呼気ガス分析装置等を用いたエネルギー基質の酸化量の測定を同時に行う必要があると考えられる。

EtOH群における運動中の肝グリコーゲン分解量の増加は、たとえ運動前日におけるアルコールの摂取であっても、運動時の肝グリコーゲンの枯渇を早め、低血糖に陥るリスクを高めてしまう可能性があることを示唆している。本研究では、1時間という比較的短時間で、かつ低強度の運動を用いたために、肝グリコーゲンが枯渇せず、血漿グルコース濃度にも両群間で差が生じることがなかったと考えられる。今後の研究においては、さらに長時間の運動を行わせることで、前日におけるエタノールの摂取が、実際に低血糖や疲労

困憊状態に陥るまでの時間を早めてしまうのかという点を検証する必要があるだろう。

V 結論

前日のアルコール摂取は、運動開始前の肝グリコーゲン濃度に影響を及ぼさない量であったとしても、運動中の肝グリコーゲン分解を高める可能性が示唆された。

利益相反

本研究において申告すべき利益相反はない。

文 献

- 1) French, M.T., Popovici, I., Maclean, J.C.: Do alcohol consumers exercise more? findings from a national survey, *Am. J. Heal. Promot.*, 24, 2-10 (2009)
- 2) Piazza-Gardner, A.K., Barry, A.E.: Examining physical activity levels and alcohol consumption: Are people who drink more active?, *Am. J. Heal. Promot.*, 26, 95-104 (2012)
- 3) Smith, H. A., Hengist, A., Bonson, D. J., et al: Muscle glycogen utilization during exercise after ingestion of alcohol, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 53, 211-217, (2021)
- 4) Juhlin-Dannfelt, A., Ahlborg, G., Hagenfeldt, L.: Influence of ethanol on splanchnic and skeletal muscle substrate turnover during prolonged exercise in man, *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 2, 195-202 (1977)
- 5) Bosch, A.N., Dennis, S.C., Noakes, T.D.: Influence of carbohydrate ingestion on fuel substrate turnover and oxidation during prolonged exercise, *J. Appl. Physiol.*, 76, 2364-2372 (1994)
- 6) 伊豆英恵, 後藤邦康: マウスを用いた酒類飲用による酔いの評価, *日本醸造協会誌*, 10, 787-795 (2009)
- 7) Frye, G., Breese, G.: An evaluation of the locomotor stimulating action of ethanol in rats and mice, *Psychopharmacology*, 75, 372-379 (1981)
- 8) 稲井 真, 西村脩平, 浦島章吾, 他: 運動後の糖質・牛乳混合物の摂取がマウス骨格筋および肝臓におけるグリコーゲン回復に及ぼす影響, *日本スポーツ栄養研究誌*, 10, 38-47 (2017)
- 9) Lowry, O.H., Passonneau, J.V.: A flexible system of enzymatic analysis, pp.189-193 (1972) Academic Press, New York
- 10) 公益社団法人アルコール健康医学会: お酒と健康 飲酒の基礎知識, <http://www.arukenkyo.or.jp/health/base/index.html>, (2022年7月8日)
- 11) Mokuda, O., Tanaka, H., Hayashi, T., et al: Ethanol stimulates glycogenolysis and inhibits both glycogenesis via gluconeogenesis and from exogenous glucose in perfused rat liver, *Ann. Nutr. Metab.*, 48, 276-280 (2004)
- 12) Xu, D., Dhillon, A.S., Davey, C.G., et al: Alcohol and glucose metabolism in skeletal muscles in the rat, *Addict. Biol.*, 1, 71-83 (1996)
- 13) Burke, L.M., Collier, G.R., Broad, E.M., et al: Effect of alcohol intake on muscle glycogen storage after prolonged exercise, *J. Appl. Physiol.*, 95, 983-990 (2003)
- 14) Nelson, N.G., Suhaidi, F.A., DeAngelis, R.S., et al: Appetite and weight gain suppression effects of alcohol depend on the route and pattern of administration in Long Evans rats, *Pharmacol. Biochem. Behav.*, 150-151, 124-133 (2016)
- 15) Eisenhofer, G., Lambie, D.G., Johnson, R.H.: Effects of ethanol on plasma catecholamines and norepinephrine clearance, *Clin. Pharmacol. Ther.*, 34, 143-147 (1983)
- 16) Jauhonen, V.P., Hassinen, I.E.: Metabolic and hormonal changes during intravenous infusion of ethanol, acetaldehyde and acetate in normal and adrenalectomized rats, *Arch. Biochem. Biophys.*, 191, 358-366 (1978)
- 17) Richter, E.A., Ruderman, N.B., Gavras, H., et al: Muscle glycogenolysis during exercise: Dual control by epinephrine and contractions, *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 242, 25-32, (1982)

(受付日: 2022年4月26日)
(採択日: 2022年8月8日)

Brief Report

Effects of alcohol ingestion the night before exercise on liver glycogen utilization during exercise in mice

Takuya KARASAWA ^{*1}, Atsuko KOIKE ^{*1}, Toranosuke HARA ^{*2},
Takuro KAWABATA ^{*2}, Shin TERADA ^{*1,2}

^{*1}Department of Life Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

^{*2}Department of Integrated Sciences, College of Arts and Sciences, The University of Tokyo

ABSTRACT

[Aim]

This study investigated the effects of alcohol (ethanol) ingestion the night before exercise on liver glycogen utilization during exercise in mice.

[Methods]

ICR mice were orally administered a 20% ethanol solution (2.0 g/kg body weight as pure ethanol; EtOH group, n = 14) or isovolumic water (W group, n = 14) twice at an interval of 1 hour. The next day, half of the mice in each treatment group were subjected to a running exercise (20 m/min) for one hour. Immediately after the exercise, the liver was removed, and the glycogen concentration was measured. The other half of the mice in each treatment group were sacrificed without performing any exercise to obtain the resting liver glycogen concentration. The liver glycogen utilization during the exercise was calculated by subtracting the liver glycogen concentration in each mouse that had exercised from the corresponding mean value for the control mice in each treatment group. The plasma ethanol concentration was measured 1 hour after the second administration and immediately before the exercise.

[Results]

While the plasma ethanol concentration was significantly increased in the EtOH group at 1 hour after the second administration ($p < 0.001$), no ethanol was detected in the plasma of either group immediately before the exercise. Although the resting liver glycogen concentration was not different between the two groups, the liver glycogen utilization during the exercise was significantly higher in the EtOH group than in the W group ($p < 0.001$).

[Conclusion]

Our results suggest that alcohol ingestion the night before exercise enhances liver glycogen utilization during exercise, while having little effect on the resting liver glycogen concentration.

Keywords: alcohol, glycogen, exercise, mice