

短報

大学生トライアスロン選手におけるコンディショニングを目的としたゼリー飲料の継続摂取がレース時の自覚的パフォーマンスに及ぼす影響

相澤 汐里、小田 悠平、松本 恵

日本大学大学院文学研究科

【目的】

大学生トライアスロン選手に、コンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されたゼリー飲料を摂取させ、レース時の自覚的パフォーマンスに与える影響を評価することとした。

【方法】

A大学トライアスロン選手男女23名を対象に、ビタミンやミネラル、GABA、クエン酸、ユーグレナグラシリスを含有したゼリー飲料を摂取する試験食群、ゼリー飲料から糖質、たんぱく質、脂質以外の栄養素を省いた対照食を摂取するプラセボ食群の2群に、無作為に分けた。試験方法は、二重盲検プラセボ対照試験法を実施した。ゼリー飲料はレース前10日間とレース日に、練習またはレース後1時間以内に1個摂取した。レース後とその翌日に自覚的疲労度、体調、睡眠についての質問紙調査を実施した。さらにレース翌日に尿中の酸化ストレスを測定した。

【結果】

レース中の自覚的疲労度質問紙調査の結果、レース後半の疲労度で、試験食群がプラセボ食群と比較して低値傾向が見られ、集中力低下の程度で有意に低値を示した。

【結論】

大学生トライアスロン選手が、コンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されたゼリー飲料を、レース前10日間継続摂取した。その結果、レース中の集中力低下の程度の自覚症状が抑制され、レース後半の疲労度の自覚症状が軽減される傾向が見られた。

キーワード：トライアスロン コンディショニング スポーツフード ゼリー飲料

I 緒言

アスリートは日々、繰り返される厳しいトレーニングや試合に向けた緊張感などから心身ともに疲労を蓄積させていることが多い。アスリートが試合で最高のパフォーマンスを発揮するためには、疲労から十分回復し、体調を整える必要がある。アスリートの試合に向けたコンディショニングではトレーニング強度や体調に合わせて休養や身体のケア、食事で栄養摂取し、最高のパフォーマンスに備えることが重要である。とくに栄養摂取では、アスリートは3食の食事だけでは十分なエネルギー・各栄養素を補いきれない場合がある¹⁾。その場合はスポーツフードやサプリメントを用いた栄養素の補給も有効な手段の一つであると考えられるようになってきた^{1), 2)}。アスリートのサプレメン

ト使用に関する研究では、エリートアスリートの40～100%がサプリメントを使用しているとの報告がある^{1), 3)~6)}。また、アスリートが使用しているサプリメントの種類においてはビタミンやミネラルなどの必須成分や、プロテイン、アミノ酸などの筋力トレーニングと関係するような栄養素の補給を目的としたものが多い^{7)~9)}。一方で、トレーニングによる疲労は自律神経系の乱れ、炎症や酸化ストレス、免疫力の低下などを引き起こすと考えられている^{10)~13)}。そのため、疲労から回復し体調を整えることを目的とした場合、エネルギー補給のための糖質や、たんぱく質、必須成分の補給だけでなく、自律神経やストレス、免疫力への複合的なアプローチを考慮した栄養素の補給とバランスについても工夫が必要である。しかし、糖質・脂質・たんぱく質およびビタミン・ミネラル以外の栄養

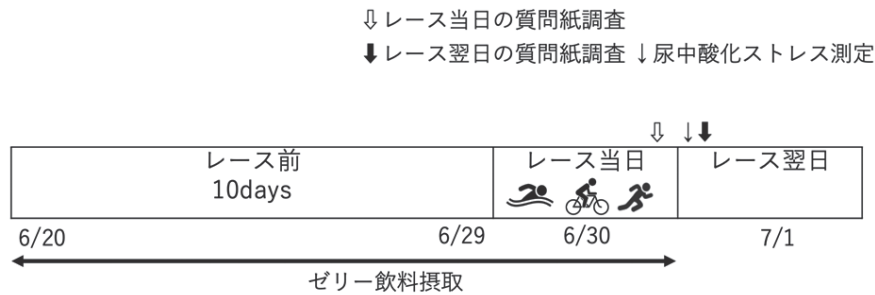


図1 試験スケジュール

レース前10日間は練習後、レース当日はレース直後にゼリー飲料を1個摂取した。

成分についてアスリートのコンディショニングに注目し、その効果を評価した研究は限定的である。

食品の中には、疲労回復や体調不良に対する改善効果に関係があると考えられ、その生理的効果についてスポーツ科学の分野でも、注目されている成分がいくつかある。 γ -アミノ酪酸 (Gamma-aminobutyric acid : GABA) は、中枢神経系において抑制性の神経伝達物質として作用することが知られており、血管拡張、交感神経抑制などによる血圧低下 (上昇抑制) 作用、精神安定作用、抗ストレス作用等の報告がある^{14)~18)}。クエン酸は、生体内のエネルギー代謝の中間代謝物であり、疲労回復効果や運動パフォーマンスの向上、グリコーゲン代謝に関与することが報告されている^{19)~21)}。ユーグレナグラシリスは59種類の栄養素を含有している微細藻類の一種であり、ユーグレナグラシリスに含有されている β -1, 3-グルカンの一種であるパラミロンは、細胞の酸化損傷を抑制することによって、日常生活の身体的疲労感および精神的疲労感の軽減や、疲労回復期の自律神経活動のバランスが改善した報告があり^{22)~24)}、体調管理を目的とした食品の素材として注目を集めている成分である。これらの成分は一般に健康食品として市販されているものが多いが、アスリートが実際の試合で使用した際の実証データや、食品として複数成分を同時に摂取した時の身体的・心理的ストレスについてはほとんど研究されていない。

本研究では、持久系アスリートである大学生トライアスロン選手を対象に、コンディショニングを目的とした栄養成分であるビタミンやミネラル、GABA、クエン酸、ユーグレナグラシリスが複合的に配合されたゼリー飲料の摂取によって、レース時における自覚的パフォーマンスに与える効果を評価することを目的とした。また、客観的指標である尿中酸化ストレス指標も合わせて測定することで、自覚的パフォーマンスと客観的指標の両面から評価することとした。従来の糖質・脂質・たんぱく質およびビタミン・ミネラルといっ

た必須成分のみが含まれているゼリー飲料より、必須成分以外の栄養成分が複合されていることによって、レース時における自覚的パフォーマンスに影響を与えるのではないかと考える。

II 方法

1. 対象者

A大学に所属し、週4日以上トレーニングを実施している大学生トライアスロン選手、男子20名、女子3名、計23名とした (年齢: 19.6 ± 1.2 歳)。対象者は無作為に2群に分けられ、GABA、クエン酸、ユーグレナグラシリスを含有したゼリー飲料を摂取する群を試験食群 (男子n = 9、女子n = 3、計n = 12)、糖質、たんぱく質、脂質の配合は同等にし、それ以外の栄養素を省いた対照食を摂取する群をプラセボ食群 (男子n = 11、計n = 11) とした。試験実施の研究者にはそれぞれのゼリー飲料の内容を試験終了まで開示せず、第三者が被験者リストを作成し、二重盲検プラセボ対照試験法で実施した。

2. 試験スケジュール

2019年6月30日 (日) に行われた関東学生トライアスロン選手権の前10日間と、レース当日、レース翌日1日の計12日を試験期間とした (図1)。ゼリー飲料は2019年6月20日から6月30日の計11日間、練習あるいはレース後1時間以内に1個摂取してもらい、ゼリー飲料以外のサプリメントや栄養補助食品の摂取は控えてもらった。また、6月30日のレース後とその翌日に主観的疲労度、体調、睡眠についての質問紙調査を実施し、レース翌日は採尿を行い、尿中酸化ストレスを測定した。

3. 試験食

試験食は、1個あたり180gで調製し、たんぱく質、脂質、炭水化物、各ビタミン、ミネラル、GABA、ク

表1 試験食とプラセボ食の栄養組成

		試験食	プラセボ食
エネルギー	(kcal)	160	160
たんぱく質	(g)	6.5	6.5
脂質	(g)	0.1	0.1
炭水化物	(g)	33.5	33.5
鉄	(mg)	3.6	0
カルシウム	(mg)	100	0
マグネシウム	(mg)	100	0
ビタミンA	(μ g)	100	0
ビタミンB ₁	(mg)	1.2	0
ビタミンB ₂	(mg)	1.2	0
ビタミンB ₆	(mg)	0.6	0
ビタミンC	(mg)	30	0
ビタミンD	(μ g)	25.0	0
ビタミンK	(μ g)	25	0
GABA	(mg)	28	0
クエン酸	(mg)	1,300	0
ユーグレナグラシリス	(mg)	500	0

試験食、プラセボ食ともに1個あたり180gのゼリー飲料であった。

エン酸、ユーグレナグラシリスを、それぞれ表1のように含むゼリー飲料を調製した。プラセボ食は、たんぱく質、脂質、炭水化物量は試験食と同等量配合し、その他のビタミン、ミネラル、GABA、クエン酸、ユーグレナグラシリスは除かれ、調味を似せたゼリー飲料を調製した(表1)。両ゼリー飲料ともにHACCAPに則った工場で調製され、品質管理項目検査の合格を確認した。

4. 調査項目

1) レース当日の質問紙調査

質問紙調査は、レース前10日間の①「上気道感染症に関する症状」については、レース前10日間について、各項目の症状の頻度を、1. なし、2. 1-2日間、3. 3-4日間、4. 5-6日間、5. 7日間以上とし5択の選択式の質問形とした(表2)。②「自覚的疲労度」に関してはChalder fatigue scale²⁵⁾を用いて、質問1-12は、“ない”0点、“あまりない”1点、“いつもより多い”2点、“非常に多い”3点で計算され、質問13は“いつもより良い”0点、“いつもと変わらない”1点、“いつもより悪い”2点、“いつもより非常に悪い”3点、質問14は“ない”0点、“あまりない”1点、“ある”2点、“たびたびある”3点と計算した(表3)。③「睡眠の質」に関してはピッツバーグ睡眠質問票日本版(Japanese version of PSQI; PSQI-J)²⁶⁾を参考に作成した質問紙を用いた。④「おなかの調子」は日本語版便秘評価尺度²⁷⁾を参考に作成した質問紙を用いて、最近の10日

間について、各項目の症状の頻度を、1. なし、2. 1-2日間、3. 3-4日間、4. 5-6日間、5. 7日間以上の5択とした(表4)。「レース中およびレース後の自覚的疲労度」に関しては、これまでの研究で使用してきたVisual Analogue Scale (VAS)を調整して用いて²⁸⁾、質問は10cmの水平な直線上に各項目の程度を、右端は各項目の症状が強くある状態、左端はほとんどない状態と規定し、程度を線上に印してもらい、その長さを測定し疲労の程度を数値化した(表5、表6)。これらの質問紙調査はすべてレース終了直後から2時間以内に調査した。

2) レース翌日の質問紙調査

起床時に心拍数の記録と、上記と同様の③ピッツバーグ睡眠質問票日本版を用いた「睡眠の質」に関して調査した。

3) 尿中酸化ストレス測定

レース翌日の起床時に各自で尿を採取してもらい、酸化度キット(株式会社ユーグレナ、ユーグレナ・マイヘルス 酸化度チェック)を用いて尿中の8-OHdG量の測定を実施した。検査キットは対象者自身が郵送し、検査結果は後日、対象者から共有してもらった。

4) 体組成測定

体組成は、インピーダンス法(Biospace、In Body570)を用いて、ゼリー飲料摂取開始前の2019年

表2 レース前10日間の上気道感染症に関する症状発症について

	試験食群	プラセボ食群	p-value	効果量 (r)
鼻水	1.4 ± 0.7	1.7 ± 1.1	0.668	0.09
鼻詰まり	1.4 ± 0.7	2.0 ± 1.1	0.199	0.27
くしゃみ	1.3 ± 0.5	1.3 ± 0.7	0.921	0.02
喉の痛み	1.2 ± 0.6	1.3 ± 0.7	0.668	0.09
せき	1.3 ± 0.6	1.7 ± 1.5	0.792	0.06
たん	1.3 ± 0.9	1.5 ± 1.3	0.644	0.10
声のかれ	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3	0.947	0.01
発熱	1	1	-	-
寒気	1.2 ± 0.4	1.4 ± 0.5	0.356	0.20
体のだるさ (倦怠感)	1.6 ± 1.0	1.4 ± 0.7	0.817	0.05
頭痛	1	1.1 ± 0.3	0.692	0.08
体の痛み (関節痛や筋肉痛など)	1.6 ± 0.8	1.5 ± 0.7	0.869	0.04
食欲	4.1 ± 1.6	4.3 ± 1.5	0.644	0.10

値は平均値±標準偏差を表す (試験食群 n = 12、プラセボ食群 n = 10)。p-value は試験食群 vs プラセボ食群で Mann-Whitney の U 検定の結果を示した。

6月11日から6月19日の期間中に各被験者とも1回測定を行なった。男子は身長172.1±4.1 cm、体重62.7±4.6 kg、体脂肪率10.9±4.7%、女子は身長158.0±4.1 cm、体重52.4±3.4 kg、体脂肪率20.0±0.9%であった。

5. 統計処理

得られたデータはすべて、統計処理ソフトIBM SPSS Statistics 27.0を用いて、平均値と標準偏差を算出し、統計処理を行なった。質問紙調査の結果は有効な回答が得られた22名、尿中酸化ストレス測定結果は尿サンプルが得られた15名を解析対象とし、データの正規性の有無をKolmogorov-Smirnov検定により確認した。正規性が見られなかった項目は、Mann-WhitneyのU検定を用いて分析した。統計処理結果はすべて、危険率5%未満で有意、10%未満で有意傾向とし、効果量は0.10を小、0.30を中、0.50を大とした。

6. 倫理的配慮

本試験は、日本大学文理学部倫理審査委員会の了承を得て、実施された。対象者には口頭及び文書にて試験説明を行い、被験者本人の自由意志による試験参加の同意を文書にて得た。研究の予想される危険、同意の拒否と撤回の自由について、文書と口頭で説明し、被験者が同意文書に自ら署名することで承諾とみなした。また、未成年者には保護者に十分な研究内容の説明を実施した後、同意を得られた対象者へのみ、試験に協力いただいた (承認番号01-12)。

III 結果

1. 上気道感染症に関する症状発症について

レース前10日間の上気道感染症の質問紙結果を表2に示した。試験食群とプラセボ食群を比較した結果、差異は認められず、試験期間中、上気道感染症を疑う症状を発症する被験者は見られなかった。

2. Chalder Fatigue Scaleを用いた自覚的疲労度

レース前10日間のChalder Fatigue Scaleによる自覚的疲労尺度の質問紙結果を表3に示した。試験食群とプラセボ食群を比較した結果、差異は認められなかった。

3. 睡眠

レース前10日間およびレース翌日の睡眠の質に対する質問紙結果は、試験食群とプラセボ食群を比較した結果、差異は認められなかった。

4. おなかの調子について

レース前10日間のおなかの調子に関する質問紙結果を表4に示した。試験食群とプラセボ食群を比較した結果、差異は認められなかった。

5. レース中の自覚的疲労度 (VAS)

VASによるレース中の自覚的疲労度の質問紙結果を表5に示した。レース後半の疲労度の項目において、試験食群がプラセボ食群と比較して低値を示す傾向が見られ (p = 0.081)、集中力低下の程度の項目にお

表3 対象者のChaleder Fatigue Scaleを用いた自覚的疲労度

		試験食群	プラセボ食群	p-value	効果量 (r)
1	疲労(疲れた感じ)のために困る	1.7 ± 0.7	1.6 ± 0.8	0.947	0.01
2	もっと休みたいと思う	1.8 ± 0.8	1.5 ± 0.7	0.621	0.11
3	眠くなったりぼーっとする	1.3 ± 1.0	1.4 ± 1.1	0.895	0.03
4	何かやり始めることに問題がある	0.8 ± 0.7	0.7 ± 0.7	0.692	0.08
5	やり始めは問題ないのに続けるうちに気力がなくなっている	0.9 ± 0.5	0.6 ± 0.7	0.249	0.25
6	活力がないと思う	1.1 ± 0.7	0.8 ± 0.8	0.391	0.18
7	筋力の低下を感じる	0.9 ± 0.7	0.9 ± 0.7	0.947	0.01
8	自分の体が弱々しいと感じる	0.9 ± 0.8	1.0 ± 0.8	0.817	0.05
9	なかなか集中できない	0.9 ± 0.8	1.1 ± 0.9	0.621	0.11
10	考えがうまくまとまらない	0.8 ± 0.9	1.3 ± 1.1	0.291	0.23
11	話そうとして適当な言葉が見つからない	1.0 ± 0.9	1.1 ± 1.0	0.895	0.03
12	話そうとして舌が回らなくなる	0.9 ± 0.7	0.9 ± 0.9	0.921	0.02
13	いつもと比べての記憶力	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.5	1.000	0
14	今までやってきたことに興味を失う	1.0 ± 1.0	1.1 ± 0.9	0.817	0.05
	合計点	15.1 ± 6.42	15.0 ± 8.49	0.869	0.04

値は平均値 ± 標準偏差を表す (試験食群 n = 12、プラセボ食群 n = 10)。p-value は試験食群 vs プラセボ食群で Mann-Whitney の U 検定の結果を示した。

いては、試験食群が有意に低値を示した (p = 0.038)。

6. レース終了後の体調および自覚的疲労度 (VAS)

VASによるレース終了後の自覚的疲労度の質問紙結果を表6に示した。鼻詰まりの項目において、試験食群がプラセボ食群と比較して低値を示す傾向が見られた (p = 0.086)。

7. レース翌日の尿中酸化ストレス指標

レース翌日に行った尿中酸化ストレス測定 (8-OHdG量) では、尿サンプルを得られた人数は、試験食群8名、プラセボ食群7名であった。試験食群 (6.7 ± 4.3 ng/mL) とプラセボ食群 (6.3 ± 5.7 ng/mL) を比較したところ、差異は認められなかった (p = 0.643)。

IV 考察

1. 睡眠の質に関する効果

睡眠の質に対して、ゼリー飲料の効果を見出すことはできなかった。睡眠に関する研究は、運動習慣のある人は運動習慣のない人と比較して睡眠が良好であるとされている²⁹⁾。一方で激しい運動を行っているアスリートは睡眠障害が認められることが報告されており^{30), 31)}、トライアスロン競技では睡眠障害が発生していることが予想された。そこで、本研究で用いたゼリー飲料に含有されているGABAによる睡眠改善効果が¹⁷⁾、トライアスロン選手に対して試合前後の睡眠の質を改善させると考えられた。しかし、本研究のトライアスロン選手ではレース前およびレース翌日に睡眠の質の低下が顕著には見られなかった。このことは睡眠の質を評価する期間が短期間であったことや運動強度との関係について評価できていなかったこと、

表4 レース前10日間のおなかの調子について

	試験食群	プラセボ食群	p-value	効果量 (r)
腹痛	1.3 ± 0.5	1.9 ± 1.3	0.235	0.25
便の状態 ^{*1}	2.5 ± 0.8	2.5 ± 0.7	0.895	0.03
おなかがゴロゴロする	1.1 ± 0.3	2.2 ± 2.1	0.187	0.28
おなかにガスがたまる	1.2 ± 0.4	1.9 ± 1.4	0.262	0.24

値は平均値 ± 標準偏差を表す (試験食群 n = 12, プラセボ食群 n = 10)。p-value は試験食群 vs プラセボ食群で Mann-Whitney の U 検定の結果を示した。^{*1} 1. 軟便・水溶状、2. やや軟便、3. バナナ状、4. カチカチ・コロコロ、5. 出ないの5択とした。

表5 レース中の自覚的疲労度 (VAS)

	試験食群	プラセボ食群	p-value	効果量 (r)
体のキレの悪さ	4.4 ± 2.5	5.2 ± 2.6	0.510	0.14
体の重さ	5.5 ± 2.1	4.9 ± 1.5	0.717	0.08
レース後半の疲労度	5.3 ± 3.3	7.7 ± 1.8	0.081	0.37
緊張	5.8 ± 2.8	4.6 ± 2.4	0.391	0.18
集中力低下の程度	2.4 ± 2.3	4.5 ± 2.5	0.038	0.44
筋力的な疲労	6.5 ± 3.2	6.8 ± 2.6	0.817	0.05
心肺的な疲労	6.1 ± 3.2	6.4 ± 2.4	0.792	0.06

値は平均値 ± 標準偏差を表す (試験食群 n = 12, プラセボ食群 n = 10)。p-value は試験食群 vs プラセボ食群で Mann-Whitney の U 検定の結果を示した。

PSQIは自覚的な尺度であり客観的な測定はできなかったことなどから、睡眠に対して正確な評価ができていなかった可能性が考えられた。今後は、あらかじめ睡眠障害が明らかに認められている対象者に対して、運動強度やトレーニング頻度との関係について測定方法を工夫するとともに、長期間の評価、観察することで睡眠に対する効果を見る必要もあるだろう。

2. レース後半の疲労度とレース中の集中力低下の抑制効果

レース中の自覚的疲労度の質問紙結果では、レース後半の疲労度の項目において、試験食群がプラセボ食群と比較して低値を示す傾向が見られ、集中力低下の程度の項目においては、試験食群が有意に低値を示した。本研究で用いたコンディショニングを目的とした栄養成分のそれぞれの摂取効果は、GABAは26.4~70 mg/日の摂取で、摂取開始から2~4週間後から精神安定効果が出始めるとされている。その他、クエン酸は運動前に体重1 kgあたり0.3 g、運動後に体重1 kgあたり0.02 gあるいは0.4 g、パラミロンは350 mg/日で有効性が認められているが実験の摂取期間はまちまちである^{24), 32)~34)}。本試験の試験食中においてGABAは28 mg、クエン酸は1,300 mg(体重1 kgあたり約0.002 g)、パラミロンは125 mg (ユーグレナグラシリス500 mg中) 含まれていた。本試験における、それぞれの成分の試験食中含有量はこれまで単品で摂取した際の

有効性が報告されている摂取量よりも低用量であったり短期間の摂取であったが、レース当日まで継続的にこれらの成分を複合的に摂取していたため、低容量かつ短期間でもレース後半の疲労度の抑制や、心理的ストレスの軽減に繋がり、リラックスした状態で自分のパフォーマンスに集中できたのかもしれない。しかし、それぞれの成分の相乗効果や効果発揮に必要な容量や摂取期間についてはさらなる研究が必要である。

3. レース終了後の鼻詰まり低減効果

レース終了後の自覚的疲労度の質問紙結果では、鼻詰まりの項目において、試験食群がプラセボ食群と比較して低値を示す傾向が見られた。しかし、運動中の鼻詰まり発生の機序は分かっていない部分が多く、本研究で用いたゼリー飲料のうちどの成分に効果があったかについては本研究では明らかにできなかった。運動中の鼻詰まりの発現や栄養成分との相互作用について、今後さらなる研究が必要であるだろう。

4. 摂取群間における尿中酸化ストレス比較

レース翌日の尿中酸化ストレス測定では、試験食群とプラセボ食群で差異は認められなかった。酸化ストレスは疲労を生じさせ、パフォーマンス低下の要因として考えられている³⁵⁾。本研究においてレース翌日の試験食の酸化ストレスに対する影響は見られなかった

表6 レース終了後の体調および自覚的疲労度 (VAS)

	試験食群	プラセボ食群	p-value	効果量 (r)
疲労の蓄積度合	7.5 ± 1.8	7.4 ± 2.7	0.644	0.10
寒気	1.7 ± 2.0	2.6 ± 2.9	0.391	0.18
頭痛	0.2 ± 0.3	2.2 ± 3.2	0.210	0.27
喉の痛み	0.7 ± 1.8	1.7 ± 2.7	0.199	0.27
鼻水	0.7 ± 1.4	1.8 ± 2.6	0.187	0.28
鼻詰まり	0.7 ± 1.3	1.8 ± 2.3	0.086	0.37
脱力感	3.2 ± 3.4	4.6 ± 3.0	0.468	0.16
食欲	3.6 ± 3.1	4.4 ± 2.8	0.410	0.18
気分	2.8 ± 2.4	4.0 ± 2.6	0.291	0.23

値は平均値 ± 標準偏差を表す (試験食群 n = 12, プラセボ食群 n = 10)。p-value は試験食群 vs プラセボ食群で Mann-Whitney の U 検定の結果を示した。

ことについて、競技特性と、尿採取のタイミングの問題があったかもしれない。持久系運動を長時間持続するマラソン競技では、尿中 8-OHdG は増加する報告³⁶⁾がある一方で、サイクリングとランニングの一過性の運動では尿中 8-OHdG は変化しないと報告³⁷⁾されている。トライアスロン競技の酸化ストレスに関する研究では、レース前後で酸化ストレスを測定している研究が多く、レース直後に酸化ストレスが増加する報告³⁸⁾や、運動24時間後には酸化ストレスが運動1時間前と同等の値に回復するという報告³⁹⁾がある。また、定期的にトレーニングを実施している運動選手や、運動習慣のある者は、活性酸素が生成されても抗酸化機能が強く、酸化ストレスに対する防御能や修復能が強い⁴⁰⁾ことが知られている。本研究の対象者は、日常的に運動を実施している者であり、酸化ストレス測定はレース翌日であったことから、レース翌日には酸化ストレスが回復してことや、測定がレース翌日のみでレース前との比較が実施できなかったことで、試験食群とプラセボ食群で酸化度に差異が見られなかった可能性が考えられる。今後は、レース直後に酸化ストレスを測定するといった実験方法についてさらなる検討が必要である。

5. 研究の限界点

本研究では、介入期間である12日間の食事調査や、サプリメントの摂取状況を把握しておらず、2群間で栄養素等摂取状況を比較できていなかった。レース前における糖質などの摂取量の違いは、レース中の主観的疲労度や集中力に大きく影響することが考えられる。そのため、本研究で用いたゼリー飲料のコンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されていたことがレース当日の自覚的パフォーマンスに影響を及ぼしたか明らかにするためには、介入期間中の食事やサプリメントの摂取状況の把握を実施する必要

があったと考えられる。

また、コンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されたゼリー飲料の摂取による、慢性的な自覚的疲労度に関する効果について、明らかな結果を見出すことはできなかった。本研究の対象者は、Chalder Fatigue Scale²⁵⁾の合計点が慢性的疲労状態を示すカットオフ値17点を下回っており、疲労状態が強くなかったと考えられる⁴¹⁾。これまでの我々の研究では、夏季暑熱下で練習中の女子ラクロス選手はChalder Fatigue Scaleが25点を超える慢性的な疲労状態であることや⁴²⁾、トライアスロン選手のピーキングトレーニング中は心理的ストレスが高い状態である²⁸⁾ことを観察してきた。しかし、本研究の実施期間はピーキングトレーニングが終了し、試合に向けてトレーニング量を調整する、テーパリング期間にあたり、対象者は試合に向けて調整が成功している状態での実証実験となったことが考えられる。疲労からの回復に着目して実験を設定する場合、対象者に対して高い疲労状態を実験的に設定することや、体調が悪い状態で摂取した場合と、体調を整えた状態で摂取した場合の効果と比較検討する必要があるだろう。

さらに、本研究ではレース後の質問紙調査や、レース翌日の尿中酸化ストレス測定とレース後のみ測定した項目での群間比較であった。そのため、ゼリー飲料の摂取開始前、あるいはレース前とレース後の比較を検討した方がコンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されたゼリー飲料の継続摂取の有効性をより明らかにすることができたと考えられる。

V 結論

本研究では、大学生トライアスロン選手を対象に、レース前10日間のコンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されたゼリー飲料の継続摂取の

有効性を調査したところ、質問紙調査による自覚的症状の結果より、プラセボ食群と比較して試験食群は、レース中の集中力低下の程度の項目は改善が見られ、レース後半の疲労度の項目は改善傾向が見られた。これは、ビタミンやミネラル、GABA、クエン酸、パラミロンの複合的な効果があった可能性がある。これらの成分のうち、それぞれがどのような身体的・心理的効果を発揮したのか、また各成分の相乗効果についてはさらなる研究が必要である。

利益相反

本研究で使用したコンディショニングを目的とした栄養成分が複合的に配合されたゼリー飲料は、株式会社ユーグレナより提供を受けた。

文 献

- 1) Garthe, I., Maughan, R.J. : Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 28, 126-138 (2018)
- 2) Maugan, R. J., Depiesse, F., Geyer, H. : The use of dietary supplements by athletes, *J. Sports. Sci.*, 25, 103-113 (2007)
- 3) Erdman, K.A., Fung, T.S., Reimer, R.A. : Influence of performance level on dietary supplementation in elite Canadian athletes, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 38, 349-356 (2006)
- 4) Heikkinen, A., Alaranta, A., Helenius I, et al. : Use of dietary supplements in Olympic athletes is decreasing: a follow-up study between 2002 and 2009, *J. Int. Soc. Sports. Nutr.*, 8, 1 (2011)
- 5) Lun, V., Erdman, K.A., Fung, T.S., et al. : Dietary supplementation practices in Canadian high-performance athletes, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 22, 31-37 (2012)
- 6) Shaw, G., Slater, G., Burke, L.M. : Supplement use of elite Australian swimmers, *Int. J. Sport, Nutr, Exerc, Metab.*, 26, 249-258 (2016)
- 7) Corrigan, B., Kazlauskas, R. : Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics (2000), *Clin. J. Sport. Med.*, 13, 33-40 (2003)
- 8) Tscholl, P, Alonso, J.M., Dollé, G., et al. : The use of drugs and nutritional supplements in top-level track and field athletes, *Am. J. Sports. Med.*, 38(1), 133-140 (2010)
- 9) Tsitsimpikou, C., Tsiokanos, A., Tsarouhas, K., et al. : Medication use by athletes at the Athens 2004 summer Olympic games, *Clin. J. Sport. Med.*, 19, 33-38 (2009)
- 10) 渡辺恭良 : 疲労の科学・脳科学と抗疲労製品の開発, *日本生物学的精神医学会誌*, 24, 200-210 (2013)
- 11) 和田正信, 坂本 誠, 杉山美奈子, 他 : 高強度運動における筋疲労の要因 : 無機リン酸, グリコーゲンおよび活性酸素種の影響, *体育学研究*, 51, 399-408 (2006)
- 12) 鈴木克彦 : 運動と免疫, *日本補完代替医療学会誌*, 1, 31-40 (2004)
- 13) Castell, L.M., Nieman, D.C., Bermon, S., et al. : Exercise-Induced Illness and Inflammation: Can Immunonutrition and Iron Help?, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 29, 181-188 (2018)
- 14) 吉川弥里, 田中牧子, 末丸克矢, 他 : GABA の血圧降下作用に対する系統的レビューおよびメタアナリシス, *就実大学薬学雑誌*, 7, 1-9 (2020)
- 15) Hefft, S., Kraushaar, U., Geiger, J.R.P., et al. : Presynaptic short-term depression is maintained during regulation of transmitter release at a GABAergic synapse in rat hippocampus, *J. Physiol.*, 539, 201-208 (2002)
- 16) Hayakawa K., Kimura M., Kamata K.: Mechanism underlying γ -aminobutyric acid-induced antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats, *Eur. J. Pharmacol.*, 438, 107-113 (2002)
- 17) 岡田忠司, 杉下朋子, 村上太郎, 他 : γ -アミノ酪酸蓄積脱脂コメ胚芽の経口投与における更年期障害および初老期精神障害に対する効果, *日本食品科学工学会*, 47, 596-603 (2000)
- 18) Takahashi, H., Tiba M., Ino M., et al. : THE EFFECT OF γ -AMINOBUIC ACID ON BLOOD PRESSURE, *Jpn. J. Physiol.*, 5, 334-339 (1955)
- 19) Kowalchuk, J.M., Maltais, S.A., Yamaji, K., et al. : The effect of citrate loading on exercise performance, acid-base balance and metabolism, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58, 858-864 (1989)
- 20) 中尾千登世, 押田芳治, 佐藤祐造 : 中等度運動回復期における水分補給の効果 - 純水, 糖, クエン酸, 食酢の比較 -, *デサントスポーツ科学*, 19, 59-68 (1998)
- 21) Oopik, V., Saaremetts, I., Medijainen, L., et al. : Effects of sodium citrate ingestion before exercise on endurance performance in well trained college runners, *Br. J. Sports. Med.*, 37, 485-489 (2004)
- 22) Sugiyama, A., Suzuki, K., Mitra, S., et al. : Hepatoprotective effects of paramylon, a beta-1, 3-D-glucan isolated from *Euglena gracilis* Z, on acute liver injury induced by carbon tetrachloride in rats, *J. Vet. Med. Sci.*, 71(7), 885-90 (2009)
- 23) Nakashima, A., Yasuda, K., Murata, A., et al. : Effects of *Euglena gracilis* Intake on Mood and Autonomic Activity under Mental Workload, and Subjective Sleep Quality: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial, *Nutrients*, 12, 3243 (2020)
- 24) Kawano, T., Naito, J., Nishioka, M., et al. : Effect of Food Containing Paramylon Derived from *Euglena gracilis* EOD-1 on Fatigue in Healthy Adults: A Ran-

- domized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Parallel-Group Trial, *Nutrients*, 12, 1-15 (2020)
- 25) 花輪治子, 中野弘一, 筒井未春, 他: チャルダール疲労質問票日本語版の作成について, 第7回慢性疲労症候群研究, 2, 2-5 (2002)
- 26) Doi, Y., Minowa, M., Uchiyama, M., et al.: Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index PSQI-J in psychiatric disordered and control subjects, *Psychiatry. Res.*, 97, 165-172 (2000)
- 27) 深井喜代子, 杉田明子, 田中美穂: 日本語版便秘評価尺度の検討, 看護研究, 28, 201-208 (1995)
- 28) 松本 恵, 佐藤謙太郎, 榑 英彦, 他: トライアスロン選手の試合前後の唾液コルチゾール濃度と心理状態の変化, 桜門体育学研究, 52, 9-16 (2017)
- 29) Kim, K., Uchiyama, M., Okawa, M., et al.: An Epidemiological Study of Insomnia Among the Japanese General Population, *Sleep.*, 1, 41-47 (2000)
- 30) 小田史郎, 清野 彩, 森谷 梨: 大学生における夜間睡眠と運動習慣の関連についての実態調査, 体力科学, 50, 245-254 (2001)
- 31) Buguet, A., Cespuglio R., Radomski, M.W.: Sleep and stress in man: an approach through exercise and exposure to extreme environments, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 76, 553-561 (1998)
- 32) 三宅義明, 山本兼史, 長崎 大, 他: ヒトにおけるレモン果汁およびクエン酸摂取が運動後の血中乳酸濃度に及ぼす影響, 日本栄養食糧学会誌, 54, 1, 29-33 (2001)
- 33) 伊作良平, 藤枝賢晴, 有吉正博, 他: クエン酸の経口摂取が高強度・間欠的運動に及ぼす影響, 陸上競技研究, 64, 30-35 (2006)
- 34) 佐々木泰弘, 河野元信: ギャバ (GABA) の効能と有効摂取量に関する文献的考察, 美味技術研究会誌, 15, 32-37 (2010)
- 35) 和田正信, 坂本 誠, 杉山美奈子, 他: 高強度運動における筋疲労の要因: 無機リン酸, グリコーゲンおよび活性酸素種の影響酸化ストレスは疲労の原因, 体育学研究, 51, 399-408 (2006)
- 36) Tsai, K., Hsu, T.G., Hsu, K.M., et al.: Oxidative DNA damage in human peripheral leukocytes induced by massive aerobic exercise, *Free. Radic. Biol. Med.*, 31, 1465-1472 (2001)
- 37) Sumida, S., Okamura, K., Doi, M., et al.: No influence of a single bout of exercise on urinary excretion of 8-hydroxy-deoxyguanosine in humans, *Biochem. Mol. Biol. Int.*, 42, 601-609 (1997)
- 38) 都築孝允, 月岡恵惟, 田中智美, 他: トライアスロンのレースにおける酸化ストレスとパフォーマンスとの関連性, 順天堂スポーツ健康科学研究, 9, 138-144 (2019)
- 39) 富士泰世, 中村歩美, 白戸佑貴, 他: 運動負荷に伴う酸化ストレスマーカー 8-oxo-dG 及び炎症関連マーカー血清 MMPs の経時的変動~血清・唾液・尿検体の有用性の検討~, 保健科学研究, 7, 13-20 (2017)
- 40) Inoue, T., Mu, Z., Sumikawa, K., et al.: Effect of physical exercise on the content of 8-hydroxydeoxyguanosine in nuclear DNA prepared from human lymphocytes, *Jpn. J. Cancer. Res.*, 84, 720-725 (1993)
- 41) 平成 22 年度厚生労働科学研究障害者対策総合研究事業 (精神の障害 / 神経・筋疾患分野) 報告書: 自律神経異常を伴い慢性的な疲労を訴える患者に対する客観的な疲労診断確立と慢性疲労診断指針の作成, pp1-7 (2011), 東京
- 42) 伊藤雅栄, 梶田光里, 松本 恵: 乳酸菌を含むスポーツドリンクの継続摂取が大学女子ラクロス選手の夏季コンディショニングに及ぼす影響, *Strength and Conditioning Journal*, 28, 12-17 (2021)

(受付日: 2022年4月1日)
(採択日: 2023年2月6日)

Brief Report

Effect of subjective performance during racing on continuous intake of jelly drink for conditioning in university triathletes

Shiori AIZAWA, Yuhei KOTA, Megumi MATSUMOTO

Graduate School of Letters, Nihon University

ABSTRACT

【Aim】

We evaluated the effect of ingesting a jelly drink containing multiple nutritional supplements related to body conditioning on the subjective race performance of university student-triathletes.

【Methods】

The subjects were 23 male and female university student-triathletes. The subjects were divided into two groups: one group ingested a jelly drink (test drink group) containing γ -aminobutyric acid (GABA), citrate, and *Euglena gracilis*, and the other ingested a control jelly drink (placebo group) that did not contain any nutritional supplements. The two different jelly drinks had the same carbohydrate, protein, and fat contents. The study was performed using a double-blind, placebo-controlled trial method. One jelly drink was consumed each day for 10 days before the race and on the day of the race; the drink was consumed within 1 hour after the daily training or the race itself. A questionnaire survey on the degree of subjective fatigue, physical condition, and sleep was conducted immediately after the race and on the day after the race. A urine sample was collected on the day after the race, and the degree of oxidative stress was measured.

【Results】

Among the results for the subjective fatigue questionnaire, the “fatigue level during the latter half of the race” tended to be lower in the test drink group than in the placebo group, and the “degree of concentration loss” was significantly lower in the test drink group than in the placebo group.

【Conclusion】

This study showed that the test jelly drink (containing γ -aminobutyric acid, citrate, and *Euglena gracilis*) might attenuate subjective symptoms of concentration loss during triathlons. Subjective symptoms of fatigue during the latter half of the race also tended to be lower in triathletes who consumed the test jelly drink.

Keywords: Triathlete, Conditioning, Sports-foods, Jelly-drink