

大学柔道選手を対象とした 合宿期間中における体重減少と免疫機能の変動

Effects of weight loss on immune function
in judo athletes during training camp

平岡拓晃*¹, 花岡裕吉*², 清水和弘*³
岡田弘隆*⁴, 増地克之*⁴, 渡部厚一*⁴

キー・ワード : salivary secretory immunoglobulin A, judo, dehydration
唾液分泌型免疫グロブリン A, 柔道, 脱水

【要旨】 【目的】唾液分泌型免疫グロブリン A (SIgA) を用いて合宿期間中に体重減少がみられた選手のコンディションを検討すること。

【方法】大学柔道選手 14 名を対象として、合宿期間中に体重減少のみられた 7 名 (体重減少群) と体重減少のみられなかった 7 名 (コントロール群) に分類し、体重計測、心理状態、主観的疲労感、脱水症状の調査、唾液 SIgA 分泌量を測定した。

【結果】合宿期間中に体重減少のみられた体重減少群は SIgA 分泌量の変化率において有意な低下が認められた。また合宿終了後に心理的変化がみられた。

【結論】短期間での 2% の体重減少は、唾液 SIgA の低下を引き起こしコンディションが低下する可能性が示された。

背景

アスリートはパフォーマンスの向上を目的に高強度トレーニングを行っている。しかし、高強度トレーニングの繰り返しは疲労を蓄積させ、アスリートが目的としているパフォーマンスを低下させることが懸念されている¹⁾。疲労は、集中力や筋力の低下²⁻⁴⁾、さらには免疫機能の低下⁵⁾に関与すると考えられており、これらがコンディションを低下させる恐れがある。

唾液分泌型免疫グロブリン A (Secretory Immunoglobulin A : SIgA) は、病原体が体内に侵入することを防ぐ初期防衛に関わっている抗ウイルス・抗菌タンパクである。先行研究において、一

過性の高強度運動⁶⁾ や高強度運動の繰り返し⁷⁾ によって SIgA が低下することが報告されている。そのため、先行研究において SIgA 分泌の変動はコンディション評価の客観的な指標として用いられている⁸⁻¹¹⁾。また、唾液を試料とすることで血液と比べると非侵襲的に採取できることから、アスリートにとってストレスが少なく、免疫機能を指標としたコンディション状態を評価することができる。

スポーツに関する体重減少には柔道やレスリングのような階級別競技が大会に向けて計画的に行う体重減少と無計画・無意識に発生するものがある。前者は、一般的に減量と呼ばれており、大会前に行う急速減量は生体へのストレスが多いことが知られ、これまでに多く研究されている¹¹⁻¹⁵⁾。一方で、後者には、スポーツ活動による発汗が大きな原因となり大会中や練習中に起きることでパフォーマンスを低下させることが知られている¹⁶⁻¹⁸⁾。さらにアスリートだけでなく高齢者や子

*1 筑波大学大学院人間総合科学研究科

*2 筑波大学スポーツ Research & Development コア

*3 国立スポーツ科学センター

*4 筑波大学人間総合科学研究科

供を含めた熱中症の原因の一つとなるためスポーツ界に限らない重要な問題である。しかし、計画的でない体重減少と唾液 SIgA についての関係を調べた研究は少ない¹⁹⁾。そのため、本研究では唾液 SIgA を用いて合宿期間中に体重減少がみられた選手のコンディションを検討することを目的とした。

■ 方法

1. 対象

本研究では、T 大学に所属する柔道選手 14 名（男性 8 名，女性 6 名）を対象とし，合宿期間中に 2% 以上の体重減少がみられた 7 名（男性 4 名，女性 3 名）を体重減少群とし，残りの体重減少のみられなかった 7 名（男性 4 名，女性 3 名）をコントロール群とした（表 1）。日本体育協会²⁰⁾ および全米スポーツ医学会²¹⁾ は，運動時に 2% 以上の体重減少がみられたものを脱水状態とし，スポーツ活動に支障が出ることを指摘している。そのため，本研究では 2% 以上の体重減少がスポーツ活動に

おいての基準になると考え，体重減少群とした。なお，減量中の選手は含まれていない。全ての対象者には事前に実験の主旨や手順を説明し，実験に関しての同意を得た。本研究は「筑波大学体育系研究倫理委員会」の承認（体 27-41）を得て実施した。

2. 実験手順

測定は，5 日間の合宿期間中と合宿 1 日後の合計 6 回（7 月 27 日から 8 日 1 日の 6 日間）実施した。合宿期間中，対象者は同様のトレーニングを行った（図 1）。なお，食事は合宿宿舎から食事が提供され，水分の摂取は制限せず，各自にまかせ自由飲水とした。合宿期間中の気温は，1 日目平均気温 22.9 度，2 日目平均気温 21.0 度，3 日目平均気温 21.3 度，4 日目平均気温 21.6 度，5 日目平均気温 22.5 度，6 日目平均気温 22.9 度であった。

3. 測定項目

① 身体組成

身体組成は身長，体重，体脂肪率，筋肉量，体水分量を測定した。体脂肪率，筋肉量および体水

表 1 対象者の身体プロフィール

| | コントロール群 (7) | 体重減少群 (7) | |
|--------------------------|-------------|-----------|-----|
| 身長 (cm) | 170.2±5.3 | 169.4±4.4 | n.s |
| 年齢 (歳) | 20.1±0.5 | 20.9±0.3 | n.s |
| 体重 (kg) | 82.0±11.7 | 85.5±10.1 | n.s |
| BMI (kg/m ²) | 28.0±2.9 | 29.3±2.7 | n.s |
| 体脂肪率 (%) | 24.1±2.7 | 27.1±3.2 | n.s |
| 筋肉量 (kg) | 58.0±6.8 | 57.6±5.1 | n.s |
| 体水分率 (%) | 55.4±1.4 | 53.2±2.0 | n.s |

平均値±標準誤差

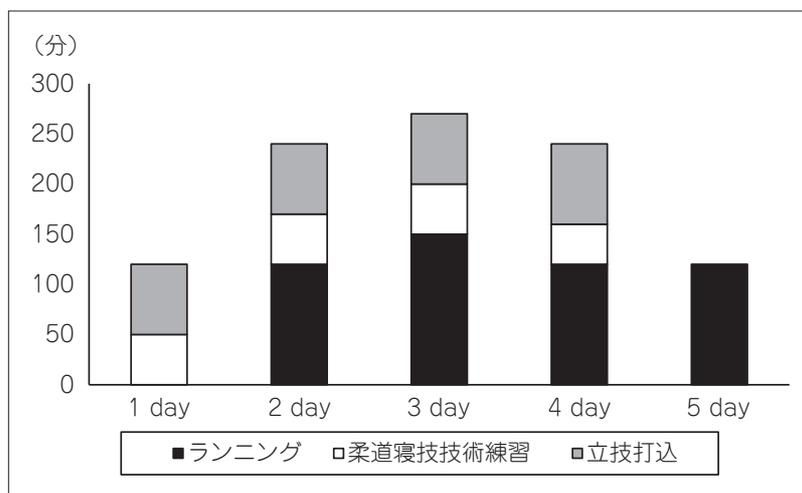


図 1 合宿期間中のトレーニング内容と時間

分量の測定には、多周波インピーダンス機器（体組成計 インナースキャン 50V BC-622：タニタ社）を測定し、そこから Body Mass Index (kg/m²) を算出した。

②唾液採取及び解析方法

唾液採取方法は、Hanaoka et al.⁶⁾ と同様の方法を用いて毎朝7時～7時30分の間に実施した。座位姿勢の状態、1回あたり30mlのミネラルウォーターで30秒間計3回口腔内を十分にすすいだ。5分間の座位安静後、滅菌綿(SALIVETTE：SARSTEDT社)を含み、1秒間に1回の頻度で計60回咀嚼させ、唾液を採取した。SIgA濃度はEnzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)法を用いて測定した。SIgA濃度(μg/ml)と唾液量(ml/min)の積を、SIgA分泌量(μg/min)として示した。

③脱水症状アンケート

合宿期間中の脱水症状の調査に関しては、公認スポーツ指導者育成テキスト²²⁾とスポーツ指導者のためのスポーツ医学²³⁾を参考に1.口渇感、2.吐

き気、3.集中力の低下、4.めまい、5.脱力感・倦怠感の5項目について合宿期間中において、症状の有無を調べ、発生件数として示した。

④主観的疲労度アンケート

合宿期間中の主観的疲労度の調査に関しては、5段階評価(1：疲労感なし、2：少し疲労感あり、3：まあまあ疲労感あり、4：かなりの疲労感あり、5：非常に疲労感あり)を行った。

⑤Profile of mood states (POMS)

心理状態の調査に関しては、日本語版POMSを用いて緊張、抑うつ、怒り、活力、疲労感、情緒的混乱、Total mood Disturbance (TMD)を評価した^{24, 25)}。

4. 統計

各測定値は、平均値±標準誤差で示した。分析は、二元配置分散分析を行った後に、多重比較試験としてTukey-kramerを用いて行った。なお、有意水準は5%未満とした。

■ 結 果

1. 合宿期間中における体重と体水分量の変化率

合宿期間中における体重の変化率を図2に示す。その結果、両群間に有意差が認められた。また体重減少群において合宿初日と合宿4日目と5日目に体重の有意な減少がみられた。体水分量においては両群間に有意な差はみられなかった。

2. 唾液

合宿期間中の唾液量、SIgA濃度、SIgA分泌量を表2に示す。全ての項目において有意な変化はみられなかったが、SIgA分泌量の変化率では両群間に有意差が認められ、体重減少群においては、

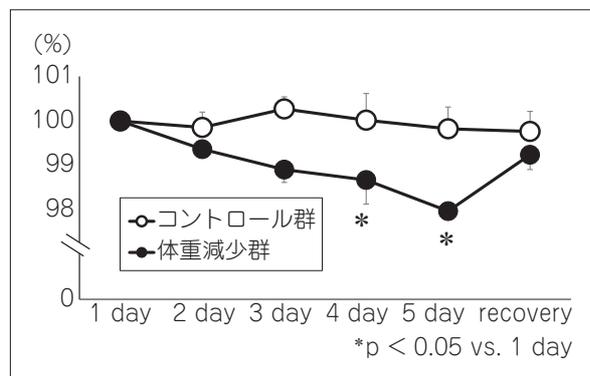


図2 合宿期間中における体重 (kg) の減少率

表2 合宿期間中における唾液マーカーの変動

| | 1 day | 2 day | 3 day | 4 day | 5 day | recovery |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 唾液量 (ml/min) | | | | | | |
| コントロール群 | 0.29±0.03 | 0.30±0.03 | 0.26±0.04 | 0.28±0.04 | 0.34±0.04 | 0.38±0.02 |
| 体重減少群 | 0.65±0.25 | 0.42±0.19 | 0.27±0.06 | 0.37±0.09 | 0.28±0.04 | 0.37±0.05 |
| SIgA 濃度 (μg/ml) | | | | | | |
| コントロール群 | 58.23±17.65 | 49.64±7.69 | 77.91±23.16 | 65.03±17.39 | 48.51±9.26 | 47.65±6.54 |
| 体重減少群 | 72.75±11.53 | 69.36±8.12 | 81.57±13.47 | 69.52±8.03 | 53.87±4.40 | 67.77±11.00 |
| SIgA 分泌量 (μg/min) | | | | | | |
| コントロール群 | 15.37±3.61 | 15.05±3.07 | 17.02±4.61 | 15.15±2.59 | 14.69±1.59 | 18.43±2.98 |
| 体重減少群 | 49.15±22.03 | 31.58±15.55 | 21.81±5.75 | 27.67±7.75 | 15.59±2.93 | 26.69±6.38 |

平均値±標準誤差

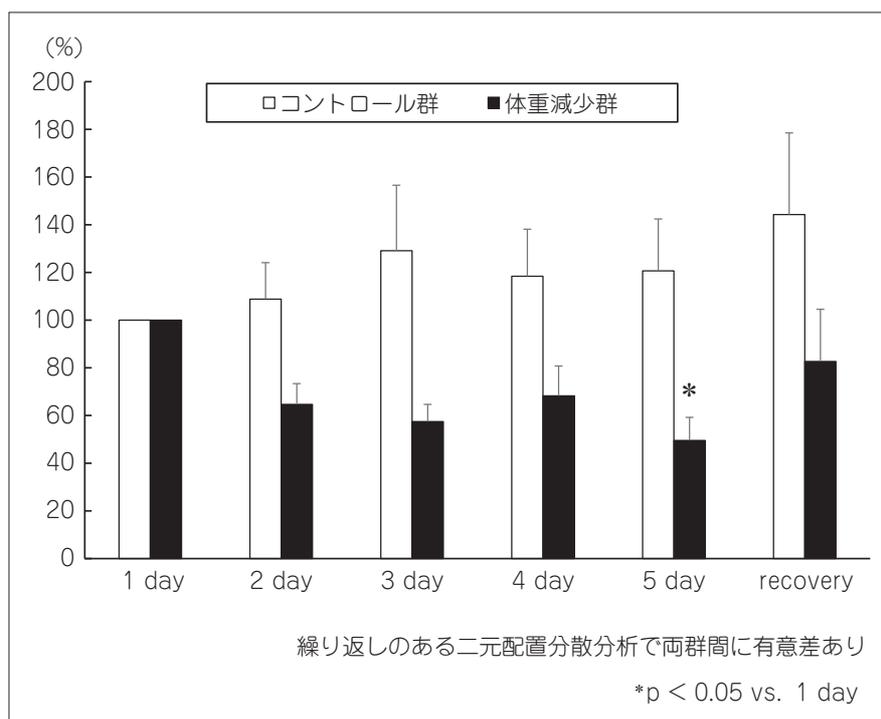


図3 合宿期間中における唾液 SIgA 分泌量 (µg/min) の変化率の変動

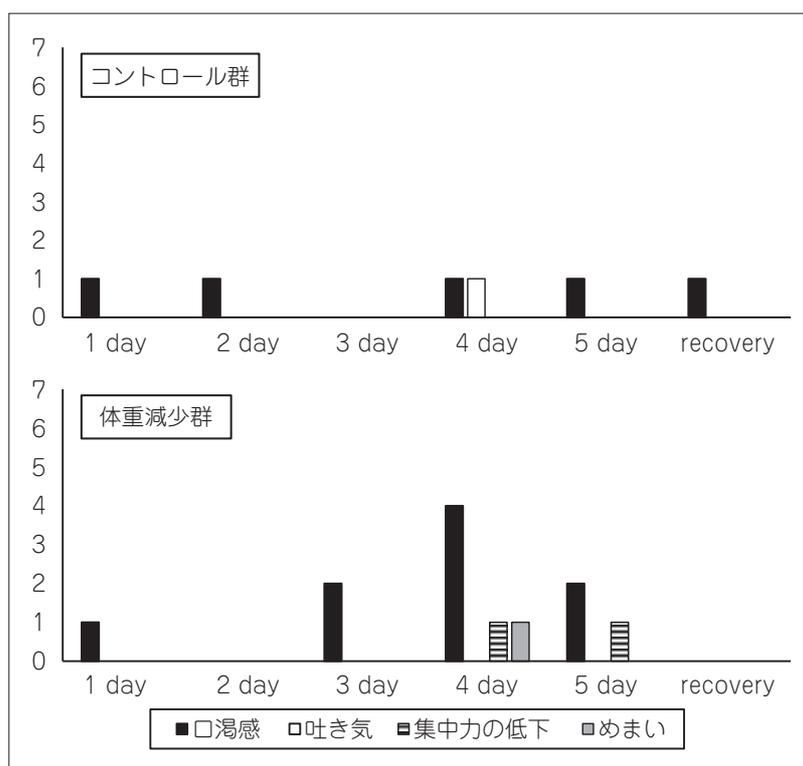


図4 合宿期間中における脱水症状の回答数

合宿初日と比べて合宿5日目に有意な低下がみられた (図3).

3. 脱水症状

合宿期間中における自覚的脱水症状とその発生

件数を図4に示す。コントロール群は1名の対象者に脱水症状がみられた。一方で、体重減少群ではすべての対象者に脱水症状がみられ、合宿3,4日目に症状が多くみられた。

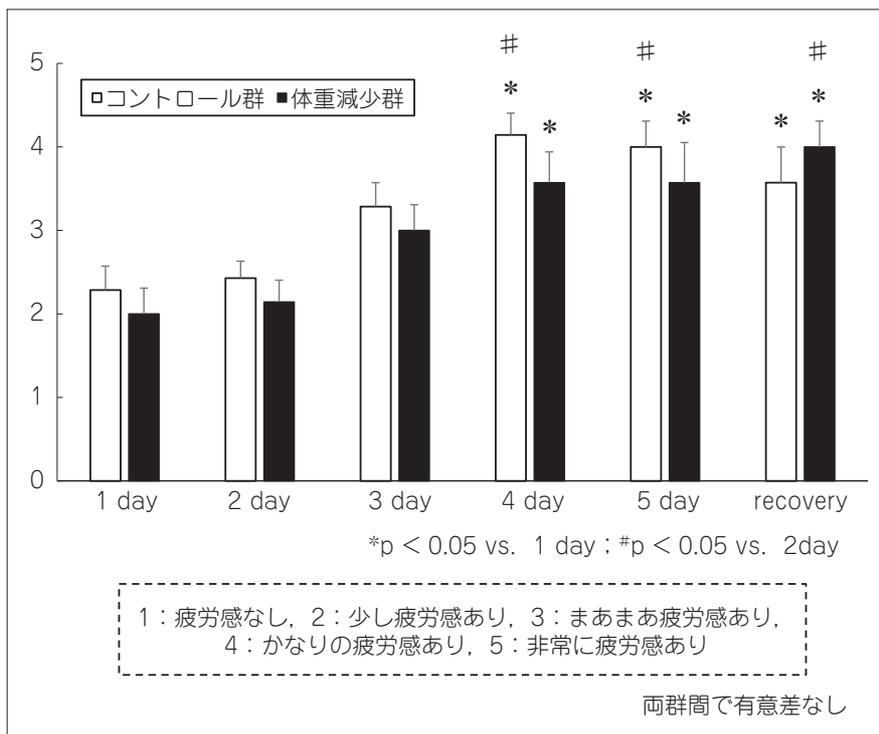


図5 合宿期間中における自覚的疲労感の変動

表3 合宿期間中のPOMSの変動

| | 1 day | recovery |
|-------------|----------|-----------|
| 緊張—不安 (T-A) | | |
| コントロール群 | 39.5±3.1 | 36.2±1.8 |
| 体重減少群 | 42.2±2.2 | 43.9±4.5 |
| 抑うつ—落込み (D) | | |
| コントロール群 | 43.8±3.7 | 40.7±1.9 |
| 体重減少群 | 45.3±3.1 | 45.6±3.6 |
| 怒り—敵意 (A-H) | | |
| コントロール群 | 41.2±1.7 | 44.7±2.5 |
| 体重減少群 | 40.0±1.6 | 43.4±4.1 |
| 活気 (V) | | |
| コントロール群 | 46.3±4.6 | 44.2±3.7 |
| 体重減少群 | 43.9±4.0 | 42.9±4.7 |
| 疲労 (F) | | |
| コントロール群 | 40.8±2.6 | 51.3±3.4* |
| 体重減少群 | 39.0±2.1 | 55.2±4.3* |
| 混乱 (C) | | |
| コントロール群 | 44.6±2.2 | 44.2±1.8 |
| 体重減少群 | 47.0±2.3 | 47.7±2.8 |
| 総合得点 (TMD) | | |
| コントロール群 | 16.3±5.2 | 12.3±4.3 |
| 体重減少群 | 9.9±4.4 | 19.4±6.7* |

平均値±標準誤差

4. 主観的疲労感

合宿期間中の主観的疲労感の結果を図5に示す。その結果、両群間に有意差は認められなかつ

た。主観的疲労感は両群共に合宿中に有意な増加がみられた。コントロール群は、合宿初日と比べて合宿4,5日目および合宿終了1日後と、合宿2日目と比べて合宿4,5日目に有意な増加がみられた。体重減少群においては、合宿初日と比べて合宿4,5日目および合宿終了1日後と、合宿2日目と比べて合宿終了1日後に有意な増加がみられた。

5. 心理状態

合宿前後のPOMSスコアの結果を表3に示す。緊張、抑うつ、怒り、活力、情緒的混乱の項目において合宿初日と合宿終了1日後では有意な変化はみられなかったが、疲労感、活気は両群ともに合宿初日と比べて合宿終了後に有意に高くなった。また、TMDはコントロール群にのみ合宿前と比べて合宿終了1日後に有意な増加がみられた。

■ 考 察

本研究では大学柔道選手を対象に合宿期間中における体重の変化に着目し、唾液中SiGA分泌の変動を調べることで柔道選手のコンディション状態の把握を試みた。そのため、合宿期間中に体重の減少がみられなかった群(コントロール群)と体重の減少がみられた群(体重減少群)に分類し、

それぞれの SIgA 分泌の変動を比較検討することとした。

本研究結果より、体重減少群においては、合宿初日と比較して合宿5日目に SIgA 分泌の変化率に有意な低下がみられた。一方で、体重を維持したコントロール群においては SIgA 分泌の低下はみられなかった。これまで多くの先行研究で継続的な高強度運動が安静時の SIgA 分泌を低下させることが報告されている^{7,8,10,26,27}。また、テコンドーやレスリングなどの試合に向けて計画的に体重減少を行う選手を対象とした先行研究では減量期間に安静時の SIgA 分泌が低下することが報告されている^{11,28}。Fortes MB²⁹は、温室で中等度負荷のペダリング運動によって3%まで体重減少を行う実験と体重減少を起こさない実験を実施し、体重減少がみられた実験では翌日の SIgA 分泌が29%低下し、体重減少を起こさない実験では SIgA 分泌の低下がみられなかったことを報告している。これらのことより、体重減少群においては継続的な高強度運動と体重減少によって合宿5日目に SIgA 分泌が有意に低下し、コントロール群は体重を維持することで合宿期間中において SIgA 分泌が低下しなかった可能性が示唆された。

これまで、体重減少が SIgA の応答に及ぼすメカニズムは明らかとなっていない。SIgA の分泌過程は、IgA 産生 B 細胞から放出された二量体 IgA が、粘膜上皮細胞の基底膜側に発現する多量体免疫グロブリン受容体に結合し、同上皮細胞内輸送過程で分泌成分として SIgA を形成し、唾液腺導管を経て分泌されると考えられている。その分泌過程において、ヘルパー T 細胞 1 から放出されるインターフェロン (Interferon: IFN)- γ が、B 細胞の IgA 産生 B 細胞への分化を調節している²⁹。先行研究において、急速減量によってリンパ球の IFN- γ 生産を低下させることを報告しており³⁰、本研究においても体重減少による脱水が IFN- γ を含めたサイトカインの低下を引き起こし SIgA 調節系の機能低下を引き起こした可能性がある。さらに、体重減少群においては体重の減少とともに自覚的な脱水症状の増加と唾液量の低下がみられていることから、脱水状態にあった可能性があり、脱水による唾液量の低下が SIgA 分泌量の低下に影響した可能性がある。

本研究で指標としている SIgA は、病原体の粘

膜下への侵襲阻止や毒素の中和に機能する抗体であり、上気道感染症 (Upper respiratory tract infection, URTI) 等の予防を担う主要なエフェクターとして働いており、高強度運動の継続によって URTI 発症の罹患リスクが高くなると報告されている^{27,31~33}。また、先行研究より、合宿期間や継続的な高強度運動によってアスリートの唾液 SIgA が徐々に低下し URTI を発症することが報告されている^{7,27}。本研究では大学柔道選手を対象に合宿期間中における SIgA の変化を調べた。合宿期間は継続的な高強度運動と共同生活を行っている。本研究結果から選手の主観的な疲労は合宿期間中に増加しており、疲労による免疫機能の低下と共同生活によって感染症の罹患リスクが高まる可能性があった。本研究結果より SIgA 分泌の低下は体重減少群にみられ、コントロール群では SIgA 分泌の低下はみられなかった。本研究では上気道感染症状について調べていないため不明であるが、合宿期間中の体重減少によって SIgA 分泌が低下し URTI 発症のリスクが高まる可能性が示唆された。

本研究結果より、コントロール群・体重減少群の両群で合宿初日と比べて合宿4・5日目および合宿終了1日後に主観的疲労感が有意に高くなった。また合宿初日と合宿終了1日後に測定した心理的尺度を表す POMS の疲労の項目においても両群共に合宿初日と比べて合宿終了1日後に有意に疲労の項目が高くなった。このことより、主観的な疲労感は合宿期間中に両群共に高まったが、客観的な指標である SIgA 分泌は、体重減少群にのみ低下がみられた。さらに、ネガティブな気分状態を総合的に表す TMD 得点がコントロール群では合宿期間中に変化はみられなかったが、体重減少群においては合宿初日と比べて合宿終了1日後に有意に高くなった。先行研究では脱水が心理コンディションを低下させることが報告されており³⁴、Helms et al.³⁵は、減量によって POMS の指標において疲労の項目と TMD の項目が有意に増加したことを報告している。本研究においても体重減少群にのみ心理指標である TMD の高まりがみられた。本研究結果より、体重の維持ができたコントロール群はトレーニング合宿による疲労感はあるが SIgA を指標とした免疫機能および POMS を指標とした心理的コンディションは維持ができ、体重減少群においては身体的にも心理

的にもコンディションを維持することができなかった。

本研究では合宿期間中における柔道選手の体重減少と SIgA 分泌を評価した。本研究結果より、自由飲水であったが5日間で2%の体重減少がみられた対象者は有意な唾液 SIgA の低下がみられた。また、半日の回復期間では5日前とは SIgA の同程度の回復はみられず、心理状態も低下したままであった。一方で、合宿期間中に体重を維持できた対象者は唾液 SIgA の低下を抑制でき心理状態も維持することができた。これらのことより、合宿期間中のような重点的にトレーニングを行う場合は、体重が減少しないように水分摂取を喚起することで身体的にも精神的にもより良いコンディションが維持できることが示唆された。

本研究での指標である SIgA は様々なストレスに影響を受ける。特に高強度運動によって低下することが報告されている⁸⁻¹¹⁾。本研究では体重減少群及びコントロール群ともに同様のトレーニングを行っているが必ずしも同強度の運動負荷であったかは不明である。今後は心拍計を装着することや活動量計を装着するなどのトレーニング量を調べることでより詳細なデータが得られると考えられる。

まとめ

本研究では大学柔道選手を対象に、合宿期間中におけるコンディション状態を体重の変化に着目し、唾液 SIgA と心理状態を調べた。その結果、2%の体重減少による脱水状態が、唾液 SIgA 分泌量ならびに心理状態の低下を引き起こし、コンディションを崩す可能性が示唆された。

研究の限界

本研究で採取した SIgA を含めた唾液マーカーは個人差が大きいため変化率での比較を行った。今後は人数を増やして実験を行っていく必要がある。

謝 辞

本著はスポーツチャレンジ研究助成事業の一環として助成を受けている。本研究の実施にあたりご援助いただいた公益財団法人ヤマハ発動機スポーツ振興財団に深謝致します。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Halson, SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med.* 2014; 44: 139-147.
- 2) Pageaux, B, Lepers, R. Fatigue Induced by Physical and Mental Exertion Increases Perception of Effort and Impairs Subsequent Endurance Performance. *Front Physiol.* 2016; 7: 1-9.
- 3) Joyner, MJ, Coyle, EF. Endurance exercise performance the physiology of champions. *J Physiol.* 2008; 1: 35-44.
- 4) Nederhof, E, Lemmink, KA, Visscher, C et al. Psychomotor speed possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Med.* 2006; 36(10): 817-828.
- 5) Nielsen, B. The effect of dehydration on circulation and temperature regulation during exercise. *J Therm Bio.* 1984; 9: 107-112.
- 6) Hanaoka, Y, Shimizu, K, Watanabe, K et al. Effect of acupuncture stimulation on salivary human beta-defensin 2 after a single strenuous exercise in young male subjects. *Japanese Acupuncture and Moxibustion.* 2016; 12(1): 1-8.
- 7) Neville, V, Gleeson, M, Folland, JP. Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infections in elite professional athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40(7): 1228-1236.
- 8) 秋本崇之, 赤間高雄, 香田泰子ほか. 高強度トレーニングによる安静時唾液中分泌型 IgA の変動. *体力科学.* 1998; 47: 245-251.
- 9) Mackinnon, LT, Jenkins, DG. Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1993; 25: 678-683.
- 10) Tharp, GD, Barnes, MW. Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990; 60(1): 61-64.
- 11) 清水和弘, 相澤勝治, 鈴木なつ未ほか. 唾液中 SIgA を用いた全日本トップレスリング選手の急速減量時のコンディション評価. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2007; 15(3): 441-447.
- 12) 相澤勝治, 久木留毅, 徳山薫平ほか. 体重階級制競技における短期的急速減量時のコンディション評

- 価. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2006; 23(12): 1531-1536.
- 13) 小嶋新太, 山本洋祐, 田辺 勝ほか. 柔道選手の試合に向けての運動と食事制限が身体的, 心理コンディションに及ぼす影響について. 体力・栄養・免疫学雑誌. 2000; 10(2): 61-73.
- 14) 津谷亮祐, 梅田 孝, 中路重之ほか. 柔道選手における減量実施時の精神的ストレスの出現と身体組成, 栄養摂取, 状況の関連について—男女選手の特徴と違い—. 体力・栄養・免疫学雑誌. 2003; 13: 31-39.
- 15) Umeda, T, Nakaji, S, Sugawara, K et al. Gender differences in physical and psychological stress responses among college judoists undergoing weight reduction. *Environ Health Prev Med.* 1999; 4(3): 146-150.
- 16) Armstrong, LE, Hubbard, RW, Szlyk, PC et al. Voluntary dehydration and electrolyte losses during prolonged exercise in the heat. *Aviat Space Environ Med.* 1985; 56(8): 765-770.
- 17) Claremont, AD, Costill, DL, Fink, W et al. Heat tolerance following diuretic induced dehydration. *Med Sci Sports.* 1976; 8(4): 239-243.
- 18) Nielsen, B. The effect of dehydration on circulation and temperature regulation during exercise. *J Therm Biol.* 1984; 9: 107-112.
- 19) Guo, Y, Yang, X, Qi, Y et al. Long-term use of ceftriaxone sodium induced changes in gut microbiota and immune system. *Sci Rep.* 2017; 7: 43035.
- 20) 川原 貴. スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック. 平成 25 年度版改正. 東京: 日本体育協会; 42, 1994.
- 21) Sawka, MN, Burke, LM, Eichner, ER et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(2): 377-390.
- 22) 田口素子. 公認スポーツ指導者養成テキスト. 東京: 日本体育協会; 1. 112, 2015.
- 23) 小出清一, 福林 徹, 河野一郎. スポーツ指導者のためのスポーツ医学. 改訂第 2 版. 南江堂; 177, 2010.
- 24) McNair, DM, Lorr, M, Droppelman, LF. Profile of Mood States Manual. San Deigo, Calif: Educational and Industrial Testing Service; 1992.
- 25) 横山和仁, 荒記俊一, 川上憲人. POMS (感情プロフィール検査) 日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討. 日本公衛誌. 1990; 37: 913-918.
- 26) Otsuki, T, Shimizu, K, Iemitsu, M et al. Chlorella intake attenuates reduced salivary SIgA secretion in kendo training camp participants. *Nutr J.* 2012; 11: 103.
- 27) Yamauchi, R, Shimizu, K, Kimura, F et al. Virus activation and immune function during intense training in rugby football players. *Int J Sports Med.* 2011; 32(5): 393-398.
- 28) Tsai, ML, Ko, MH, Chang, CK et al. Impact of intense training and rapid weight changes on salivary parameters in elite female Taekwondo athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2011; 21(6): 758-764.
- 29) Fortes, MB, Diment, BC, Di Felice, U et al. Dehydration decreases saliva antimicrobial proteins important for mucosal immunity. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37(5): 850-859.
- 30) Imai, T, Seki, S, Dobashi, H et al. Effect of weight loss on T-cell receptor-mediated T-cell function in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(2): 245-250.
- 31) Fondell, E, Lagerros, YT, Sundberg, CJ et al. Physical activity stress and selfreported upper respiratory tract infection. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(2): 272-279.
- 32) Gleeson, M, Hall, ST, McDonald, WA et al. Salivary IgA subclasses and infection risk in elite swimmers. *Immunol Cell Biol.* 1999; 77(4): 351-355.
- 33) 中村大輔, 秋本崇之, 和久貴洋ほか. 大学サッカー選手における唾液中 SIgA を用いた上気道感染症罹患リスク把握の試み. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2002; 10(3): 445-450.
- 34) Maughan, RJ, Leiper, JB, Shirreffs, SM. Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat. *Br J Sports Med.* 1997; 31(3): 175-182.
- 35) Helms, ER, Zinn, C, Rowlands, DS et al. High-protein, low-fat, short-term diet results in less stress and fatigue than moderate-protein moderate-fat diet during weight loss in male weightlifters: a pilot study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015; 25(2): 163-170.

(受付: 2017 年 1 月 10 日, 受理: 2017 年 9 月 13 日)

Effects of weight loss on immune function in judo athletes during training camp

Hiraoka, H. ^{*1}, Hanaoka, Y. ^{*2}, Shimizu, K. ^{*3}
Okada, H. ^{*1}, Masuchi, K. ^{*1}, Watanabe, K. ^{*1}

^{*1} Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

^{*2} Sports Research & Development Core, University of Tsukuba

^{*3} Japan Institute of Sports Sciences

Key words: salivary secretory immunoglobulin A, judo, dehydration

[Abstract] The purpose of this study was to investigate the effects of weight loss in athletes during training camp based on salivary secretory immunoglobulin A (SIgA) as an index of immune function. Fourteen college judo athletes were recruited in this study, and were divided into two groups: weight loss group (n=7); and control group (n=7). We collected saliva samples from all subjects, measured their body weight, and obtained data on the profile of mood states (POMS), subjective fatigue and symptoms of dehydration. The rate of change in salivary SIgA secretion rate was found to be significantly decreased in the weight loss group during training camp. In addition, the total mood score in POMS showed a significant change in the weight loss group after training camp. These results suggest that 2% rapid weight loss may induce a decrease in salivary SIgA secretion and changes in the mental condition of judo athletes.