

唾液中 β ディフェンシンおよび SIgA を用いた柔道選手の減量時におけるコン ディション評価

Evaluation of the physical condition using beta defensin and secretory immunoglobulin A in saliva during weight loss in weight-class athletes

清水和弘*¹, 花岡裕吉*¹, 平岡拓晃*², 渡部厚一*²

キー・ワード : Weight loss, human beta defensin 2, secretory immunoglobulin A
減量, β ディフェンシン, 分泌型免疫グロブリン A

【要旨】 体重階級制競技における減量は激しい運動に加えて食事制限や脱水を伴い、著しいコンディション低下を招く。その一つとして、減量による免疫抑制が上気道感染リスクを高める可能性がある。本研究では、上気道感染の防御に働く唾液中の β ディフェンシン 2 (hBD2) および分泌型免疫グロブリン A (SIgA) について試合に向けた減量による影響を調べ、コンディション評価指標としての有用性を検討することを目的とした。男子大学柔道選手 14 名を対象とし、減量群 (WL 群; 7 名) もしくは減量なし群 (CON 群; 7 名) に分けた。WL 群は試合に向けて普段用いる方法で 3 週間減量を実施した。試合の 3 週前、2 週前、10 日前、1 週前、計量日の朝に身体組成、唾液 hBD2 および SIgA 分泌量、自覚症状について調べた。WL 群の体重は計量日に有意に低下した ($p < 0.05$)。唾液 SIgA および唾液 hBD2 分泌量について、WL 群では計量日において有意に低下し ($p < 0.05$)、CON 群では有意な変動は認められなかった。また WL 群は試合に近づくほど喉頭部痛、悪寒、倦怠感といった自覚症状が増加した。本研究では試合に向けた 3 週間の減量で唾液 hBD2 および SIgA の低下とともに喉頭部痛等の自覚症状が認められたことから、両者は減量時のコンディション評価指標として有用である可能性が示唆された。

緒 言

柔道等の体重階級制競技では試合前の計量がルールとして義務付けられている。出場する階級の規定体重は自身の通常の体重の 5-10% を下回ることが多く¹⁾、試合に向けた減量を行う選手は非常に多い。全日本レスリング選手権大会出場の男子 72% および女子 82% が 8 日間以内の短期間で過度の減量を実施していた報告もある²⁾。減量では食事および水分摂取の制限や発汗による脱水に加えて激しい運動が行われ、身体に過剰な負荷がかかる。実際、減量により筋力や無酸素性能力の低

下³⁾、内分泌系の不調¹⁾、免疫機能の低下^{4,5)}、心理状態の悪化¹⁾が報告されており、減量は心身の健康状態に悪影響を及ぼし、コンディションを著しく崩す可能性がある。減量中の主観的な体調不良や⁶⁾、上気道炎症状¹⁾も報告されており、減量時の適正なコンディション評価は非常に重要である。

抗菌ペプチドである β ディフェンシン (human beta defensin : hBD) は肺や気管等の粘膜上皮や唾液等の分泌液に認められ、hBD1 および hBD2、hBD3 の三種が同定され、細菌やウイルス等の広範囲の病原体に対して非特異的に抵抗性を示す。hBD2 はインフルエンザ A ウイルスや RS ウイルスの粘膜下への侵入を防ぐことで上気道感染の予防に働く。唾液中 hBD2 は高強度運動による一時的な低下や⁷⁾、継続的な高強度運動による安静時レ

*1 国立スポーツ科学センタースポーツ研究部

*2 筑波大学体育系

ベルの低下^{8,9)}を示すことがわかっている。

分泌型免疫グロブリン A (secretory immunoglobulin A : SIgA) は、ウイルスや細菌に対して特異的に反応し、粘膜下への侵入防御および病原体由来の毒素の中和等の役割を持つ。また SIgA の交差免疫性も示されており、過去に罹患したインフルエンザウイルスとは異なる変異インフルエンザウイルスに対しても防御効果を示す。唾液中の SIgA が低下すると上気道感染のリスクが高まることが示され¹⁰⁾、高強度運動による一時的な低下や¹¹⁾、高強度運動の継続による安静時レベルの低下が報告されており⁹⁾、運動に対するストレスマーカーとしても用いられている。

SIgA は運動による身体的ストレスや心理的ストレスに応答する一方で、hBD2 は身体的ストレスには応答するが心理的ストレスには応答しないことが示されている^{11,12)}。試合前に向けて行われる減量の期間は身体的・心理的ストレス両者がコンディションに影響する可能性がある。従って、hBD2 および SIgA のモニタリングにより、コンディションに影響するストレス種の判別に有用な情報を得ることができ、より効果的なコンディショニングにつながることを期待される。

近年、短期間で行われる急速減量が心身に悪影響を及ぼすことから、数週間かけて徐々に体重を落とす緩慢な減量が勧められている。我々の先行研究では 1 週間の急速減量で唾液 SIgA の低下と上気道炎症状の出現が認められた⁴⁾。しかし、緩慢な減量の唾液 SIgA や上気道感染リスクへの影響は不明である。さらに唾液 hBD2 と減量の関係を検討した研究はない。そこで本研究では、体重階級制競技における試合に向けた 3 週間の減量が唾液 hBD2 および SIgA に及ぼす影響について調べ、コンディション評価指標としての有用性を検討することを目的とした。

対象および方法

対象者

大学体育会柔道部に所属する男子選手 14 名 (20.2±0.3 歳) を対象とした (全日本柔道連盟強化指定選手 2 名、全日本学生選手権出場者 6 名を含む)。被験者は研究期間中、1 週間あたり 16.5 時間のトレーニングを実施した。朝に 40 分間のランニング、夕方に立ち技 (打ち込み稽古 : 30 分間 ; 乱取り稽古 : 60 分間) および寝技 (打ち込み稽古 :

5 分間 ; 乱取り稽古 : 30 分間) の練習を行った。全ての対象者に事前に実験の主旨や手順を説明して実験参加の同意を得た。本研究は「独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センターにおける人間を対象とする研究実施要綱」に定められた研究倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号 : 019 号)。

実験手順

実際の試合に向けた減量の有無に応じて対象を減量実施群 (WL ; 7 名, 20.1±0.5 歳) および減量なしのコントロール群 (CON ; 7 名, 20.3±0.3 歳) に分けた。WL 群は試合に向けて各自が普段用いている方法で 3 週間かけて減量を実施した。測定は、減量開始前の試合 3 週前, 2 週前, 10 日前, 1 週前, 1 日前 (計量日) の朝 (7 : 00-8 : 00 AM) に実施した。

測定項目

身体的特徴

身長および身体組成を測定した。体重、体脂肪率、筋肉量および体水分率の測定には、多周波インピーダンス機器 (インナーキャン 50V ; 株式会社タニタ、東京) を用いた。得られた体重と身長から体格指数 (Body Mass Index : BMI) を算出した。

食事調査

試合 3 週前の測定日を初日とした 3 日間 (試合 3 週前) および計量日を 3 日目とした 3 日間の食事調査を行った。対象者は摂取した食事を全て写真に撮影した。写真をもとに管理栄養士がエネルギー、タンパク質、脂質、炭水化物について 1 日の平均摂取量を算出した。

唾液関連指標

唾液採取の方法は、先行研究^{4,7,9,11)}の方法を用いて実施した。座位姿勢にて蒸留水で 30 秒間計 3 回口腔内をゆすいだ。5 分間の座位安静後、無味の滅菌綿 (SALISOFT : SARSTEDT 社, Nümbrecht) 2 個を 1 秒間に 1 回の頻度で計 120 回咀嚼させ、唾液を採取した。採取後の唾液は解析まで凍結保存を行った (-40°C)。SIgA 濃度は先行研究^{4,9)}に従い、Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) 法を用いて測定した。hBD2 の濃度は市販の ELISA キット (β -Defensin 2, Human, ELISA Kit, Phoenix Pharma 社, Germany) を用いて測定した⁷⁻⁹⁾。SIgA 濃度 ($\mu\text{g/ml}$) もしくは hBD2 濃度 (ng/ml) と 2 分間あたりの唾液分泌量

表1 減量による身体組成の変動

		3週間前	2週間前	10日前	1週間前	計量日
身長 (cm)	WL	173.4±1.7				
	CON	172.4±4.1				
体重 (kg)	WL	76.1±2.9	75.9±3.0	74.5±3.0	74.3±3.1	73.1±3.0 ^{a, b}
	CON	86.3±8.5	86.3±8.4	85.2±8.1	86.2±8.4	85.2±8.2
Body mass index	WL	25.2±0.6	25.2±0.6	24.8±0.6	24.6±0.7	24.3±0.6 ^{a, b}
	CON	28.3±1.5	28.4±1.4	28.0±1.4	28.4±1.4	28.1±1.4
体脂肪率 (%)	WL	15.4±0.9*	14.5±1.2	13.5±1.3	13.5±1.2	14.3±1.4
	CON	21.2±2.3*	21.6±2.3	20.1±2.0	20.0±1.9	21.6±2.3
筋肉量 (kg)	WL	61.0±2.0	61.5±1.9	60.9±1.8	60.8±2.0	59.3±1.8 ^{a, b, c, d}
	CON	63.5±4.2	63.1±4.1	63.7±4.2	64.6±4.6	62.4±3.9 ^d
体水分率 (%)	WL	60.2±0.9*	62.2±1.4	62.0±1.4	62.4±1.4	60.1±1.2 ^{b, d}
	CON	55.1±1.7*	55.6±1.9	54.7±1.8	56.6±1.8	54.6±1.6 ^d

平均値±標準誤差。* : p<0.05 3週間前における群間差 ; ^a : p<0.05 vs. 3週間前 ; ^b : p<0.05 vs. 2週間前 ; ^c : p<0.05 vs. 10日前 ; ^d : p<0.05 vs. 1週間前。

(ml/2min) の積を, SIgA 分泌量 (μg/2min) もしくは hBD2 分泌量 (ng/2min) として示した。

心理状態

心理プロフィール検査 (profile of mood states : POMS) を用いて¹³⁾, 緊張—不安, 抑うつ—落胆, 怒り—敵意, 活力, 疲労感, 情緒的混乱, 総合的気分状態得点 (Total mood disturbance : TMD) の気分尺度について評価した。POMS は試合3週間前および2週間前, 1週間前, 計量日に行った。

自覚症状

上気道炎症状に関する項目は先行研究⁴⁾を参考とし, 調査用紙を用いて測定時の自覚症状について評価した。喉頭痛, 咳, 痰, 鼻水, 頭痛, 腹痛, 吐き気, 下痢, 発熱, 悪寒, 倦怠感の各症状の有無を試合3週間前および2週間前, 10日前, 1週間前, 計量日に調べ, 自覚症状の件数として示した。

統計処理

各測定値は平均値±標準誤差で示した。WL群およびCON群における全ての測定値は, 2元配置分散分析 (時間×群) を用いて解析した。Post-hoc test には Dunnett による検定を行った。全ての検討において有意水準は5%未満とした。また, 減量によるSIgA分泌量およびhBD2分泌量の変動の程度を解析するため, 効果量 (effect size : ES) を用いて試合3週間前と各測定ポイントを比較した。ESの指標であるr値の基準について0.10は小, 0.30は中, 0.50は大とみなされている¹⁴⁾。統計処理は, StatView software (HULKINKS, 東京) を用いて行った。

結果

身体的特徴

身体的特徴について表1に示した。体重に交互作用が認められ, 両群とも時間の主効果が認められた (p<0.05)。WL群の体重は, 試合3週間前および2週間前に比べて計量日に有意に低下した (p<0.05 ; -3.93±1.2%)。CON群の体重も時間の主効果が認められたが, 群内に統計的な差は認められなかった。体脂肪率に交互作用は認められなかったが, WL群で時間の主効果が認められた (p<0.05)。体脂肪率は両群とも群内に統計的な差は認められなかった。筋肉量および体水分率に交互作用は認められなかったが, 両群とも時間の主効果が認められた (p<0.05)。WL群において, 計量日の筋肉量は3週間前, 2週間前, 10日間, 1週間前に比べて有意に低く (p<0.05), 計量日の体水分率は2週間前および1週間前に比べて有意に低かった (p<0.05)。CON群の計量日の筋肉量および体水分率は1週間前に比べて有意に減少した (p<0.05)。

食事調査

試合3週間前および計量日の栄養摂取状況について表2に示した。全ての項目で交互作用が認められた (p<0.05)。エネルギー摂取量は両群ともに時間の主効果が認められた (p<0.05)。タンパク質および脂質の摂取量はWL群のみ, 炭水化物摂取量はCON群のみ時間の主効果が認められた (p<0.05)。WL群のエネルギーおよびタンパク質, 脂質の摂取量は, 計量日で有意に減少した (p<

表 2 測定期間中のエネルギー, タンパク質, 脂質, 炭水化物摂取量の変動

		3週間前	計量日
エネルギー (kcal/day)	WL	1,876 ± 86	1,115 ± 181 ^a
	CON	1,848 ± 101	2,112 ± 64 ^a
タンパク質 (g/day)	WL	79.2 ± 6.2	40.8 ± 6.9 ^a
	CON	68.1 ± 3.7	80.6 ± 3.2
脂質 (g/day)	WL	70.3 ± 7.7	36.0 ± 6.4 ^a
	CON	62.1 ± 8.2	67.0 ± 4.1
炭水化物 (g/day)	WL	240 ± 16	169 ± 23
	CON	269 ± 11	290 ± 12 ^a

平均値 ± 標準誤差. ^a: p < 0.05 vs. 3週間前.

表 3 減量による唾液関連指標の変動

		3週間前	2週間前	10日前	1週間前	計量日
唾液分泌量 (ml/2min)	WL	1.30 ± 0.28	1.33 ± 0.28	1.02 ± 0.33	0.76 ± 0.21	0.78 ± 0.30
	ES (r value)		0.08	0.41	0.79	0.58
	CON	0.82 ± 0.17	0.97 ± 0.16	0.93 ± 0.18	0.72 ± 0.13	0.83 ± 0.18
	ES (r value)		0.59	0.27	0.31	0.02
SIgA 濃度 (µg/ml)	WL	45.9 ± 4.1	52.3 ± 6.9	62.3 ± 7.4	58.7 ± 7.8	64.4 ± 10.9
	ES (r value)		0.36	0.65	0.73	0.67
	CON	54.3 ± 5.1	45.1 ± 1.7	53.1 ± 5.0	51.6 ± 4.4	63.4 ± 7.9
	ES (r value)		0.57	0.08	0.21	0.55
2分間あたりのSIgA分泌量 (µg/2min)	WL	59.8 ± 13.9	64.3 ± 12.4	53.8 ± 13.0	39.9 ± 6.6	36.7 ± 11.2 ^b
	ES (r value)		0.19	0.26	0.68	0.50
	CON	43.1 ± 9.9	43.5 ± 7.2	48.1 ± 8.9	36.3 ± 6.8	48.6 ± 9.3
	ES (r value)		0.03	0.29	0.47	0.16
hBD2 濃度 (ng/ml)	WL	11.1 ± 3.9	13.0 ± 5.0	11.5 ± 8.1	11.8 ± 6.3	13.5 ± 7.5
	ES (r value)		0.26	0.004	0.05	0.12
	CON	19.2 ± 5.5	15.1 ± 7.3	20.2 ± 11.5	20.8 ± 8.1	26.3 ± 10.0
	ES (r value)		0.34	0.05	0.09	0.48
2分間あたりのhBD2分泌量 (ng/2min)	WL	18.3 ± 8.1	19.6 ± 7.1	6.6 ± 2.4	8.5 ± 4.5	5.4 ± 1.8 ^b
	ES (r value)		0.12	0.60	0.53	0.61
	CON	13.7 ± 4.5	13.3 ± 5.7	13.6 ± 5.2	14.8 ± 7.7	16.2 ± 4.9
	ES (r value)		0.03	0.01	0.06	0.15

平均値 ± 標準誤差. ES : effect size (vs. 3週間前).

^b: p < 0.05 vs. 2週間前.

0.05). なお, WL 群の炭水化物摂取量は統計的に有意ではないが, 計量日で減少傾向が認められた (p=0.07). CON 群では, エネルギーおよび炭水化物の摂取量が計量日に有意に増加し (p<0.05), タンパク質摂取量は増加傾向を示した (p=0.08).

唾液関連指標

唾液分泌量の変動について表 3 に示した. 交互作用は認められなかった. WL 群の唾液分泌量に時間の主効果が認められ (p<0.05), CON 群では認められなかった. 唾液分泌量は両群とも群内の変動は認められなかった. ES は WL 群で試合 10 日前に 0.41, 1 週前に 0.79, 計量日に 0.58 の r 値が

認められ, CON 群 (試合 10 日前: 0.27; 1 週前: 0.31; 計量日: 0.02) に比べて唾液分泌量の低下の程度が大きかった.

唾液 SIgA 濃度の変動について表 3 に示した. 交互作用は認められなかった. また両群ともに時間の主効果は認められず, それぞれ群内の変動についても認められなかった.

2分間あたりの唾液 SIgA 分泌量の変動について表 3 および図 1 に示した. 交互作用は認められなかった. WL 群の唾液 SIgA 分泌量に時間の主効果が認められ (p<0.05), CON 群では認められなかった. WL 群の唾液 SIgA 分泌量は試合 2 週

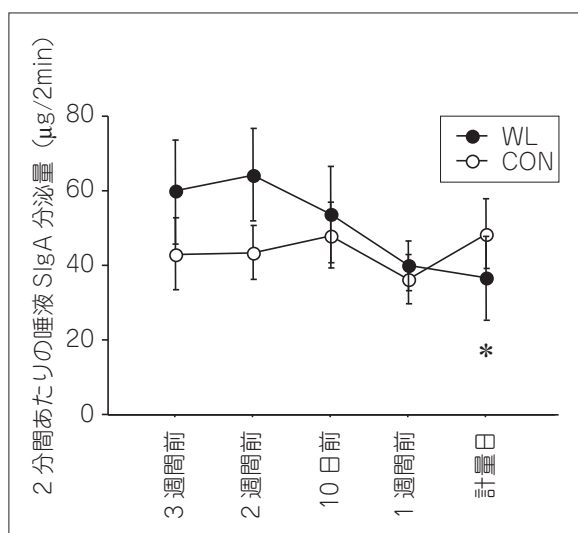


図1 減量による2分間あたりの唾液SIgA分泌量の変動
 平均値±標準誤差。* : $p < 0.05$ vs. 2週間前

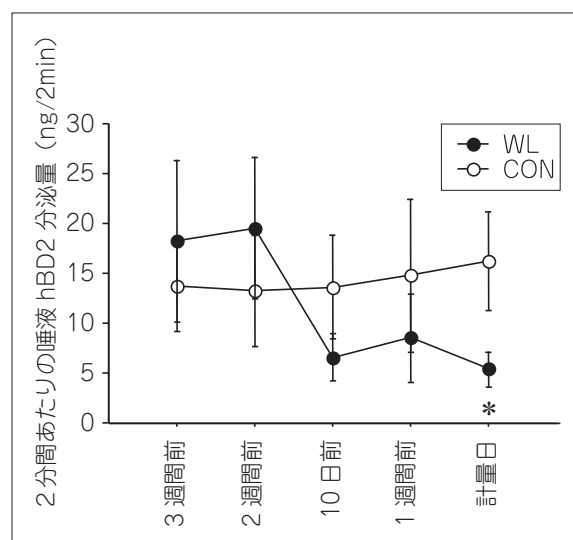


図2 減量による2分間あたりの唾液hBD2分泌量の変動
 平均値±標準誤差。* : $p < 0.05$ vs. 2週間前

前に比べて計量日に有意に低下した ($p < 0.05$). CON群の唾液SIgA分泌量に群内の変動は認められなかった. WL群のESは試合10日前に0.26, 1週前に0.68, 計量日に0.50のr値が認められ, 特に試合1週前と計量日に大幅な低下が認められた.

唾液hBD2濃度の変動について表3に示した. 交互作用は認められなかった. また両群とも時間の主効果は認められず, それぞれ群内の変動についても認められなかった.

2分間あたりの唾液hBD2分泌量の変動について表3および図2に示した. 交互作用は認められなかった. WL群の唾液hBD2分泌量に時間の主効果が認められ ($p < 0.05$), CON群では認められなかった. WL群の唾液hBD2分泌量は, 試合2週前に比べて計量日に有意に低下した ($p < 0.05$). CON群の唾液hBD2分泌量に群内の変動は認められなかった. WL群のESは, 試合10日前に0.60, 1週前に0.53, 計量日に0.61のr値が認められ, 試合10日前より大幅に低下し, 計量日まで低値が持続した.

心理状態

心理状態に関わる各項目について表4に示した. 各スコアにおいて交互作用および時間の主効果は認められなかった.

自覚症状

自覚症状について図3に示した. WL群では試合2週前に痰が1件, 10日前に鼻水および倦怠感

がそれぞれ1件, 1週前に喉頭痛および鼻水, 頭痛, 倦怠感がそれぞれ1件, 計量日に喉頭痛が3件, 頭痛が1件, 悪寒が2件, 倦怠感が4件であり, 計量日に近づくにつれて症状の発生件数が増加した. CON群では試合2週前に喉頭痛および咳, 悪寒がそれぞれ1件出現したがその後消失し, 試合10日前以降は認められなかった.

考察

本研究では柔道の試合に向けた3週間の減量が唾液中のSIgAおよびhBD2に及ぼす影響について検討した. その結果, 減量によって-3.93%の体重減少が生じ, SIgAおよびhBD2の低下とともに喉頭痛等の自覚症状が認められた. 体重階級制競技における3週間の減量はSIgAとhBD2が営む口腔免疫能を低下させ, 上気道感染リスクを高める可能性が示唆された.

本研究では実際の試合に向けた減量を実施したため, 減量方法は統一せず選手が通常行っている方法とした. 本研究の対象者は食事・水分摂取制限, サウナスーツを着用してのトレーニング, 半身浴, サウナを実施していた. これらの方法は, 減量の実態調査⁶⁾で報告されている方法と同様であり, 広く用いられている減量方法である.

本研究では, 減量期間中のエネルギーおよびタンパク質, 脂質の摂取量の低下が認められた. タンパク質の摂取不良でSIgAやリンパ球, サイトカインが減少することが示されている¹⁵⁾. リンパ

表 4 減量による心理状態の変化

		3週間前	2週間前	1週間前	計量日
緊張—不安	WL	43.4±3.0	43.4±3.5	44.7±3.9	42.4±2.8
	CON	42.4±2.8	45.7±2.8	42.7±1.0	45.0±3.6
抑うつ—落胆	WL	44.5±3.5	43.8±2.6	43.8±2.9	45.6±4.2
	CON	43.1±2.3	47.6±4.6	45.2±3.1	49.6±4.7
怒り—敵意	WL	43.3±2.3	41.5±1.5	46.4±4.0	43.2±3.8
	CON	40.1±1.6	43.6±3.4	44.3±3.3	45.7±3.2
活力	WL	47.5±2.1	44.8±2.1	40.8±2.4	46.4±3.3
	CON	41.1±4.3	43.8±4.9	40.1±4.4	40.4±3.9
疲労感	WL	47.3±4.1	49.3±4.6	50.2±4.9	43.2±2.8
	CON	47.3±3.1	51.4±3.0	47.0±1.1	44.6±2.8
情緒的混乱	WL	48.1±3.3	45.2±2.3	49.7±3.1	45.7±3.4
	CON	46.0±2.5	50.1±3.3	48.5±2.0	50.9±4.1
総合的気分状態得点 (TMD)	WL	13.7±6.1	13.9±5.3	18.7±6.2	11.3±6.7
	CON	13.4±3.9	20.4±5.5	18.0±4.3	20.3±5.8

平均値±標準誤差.

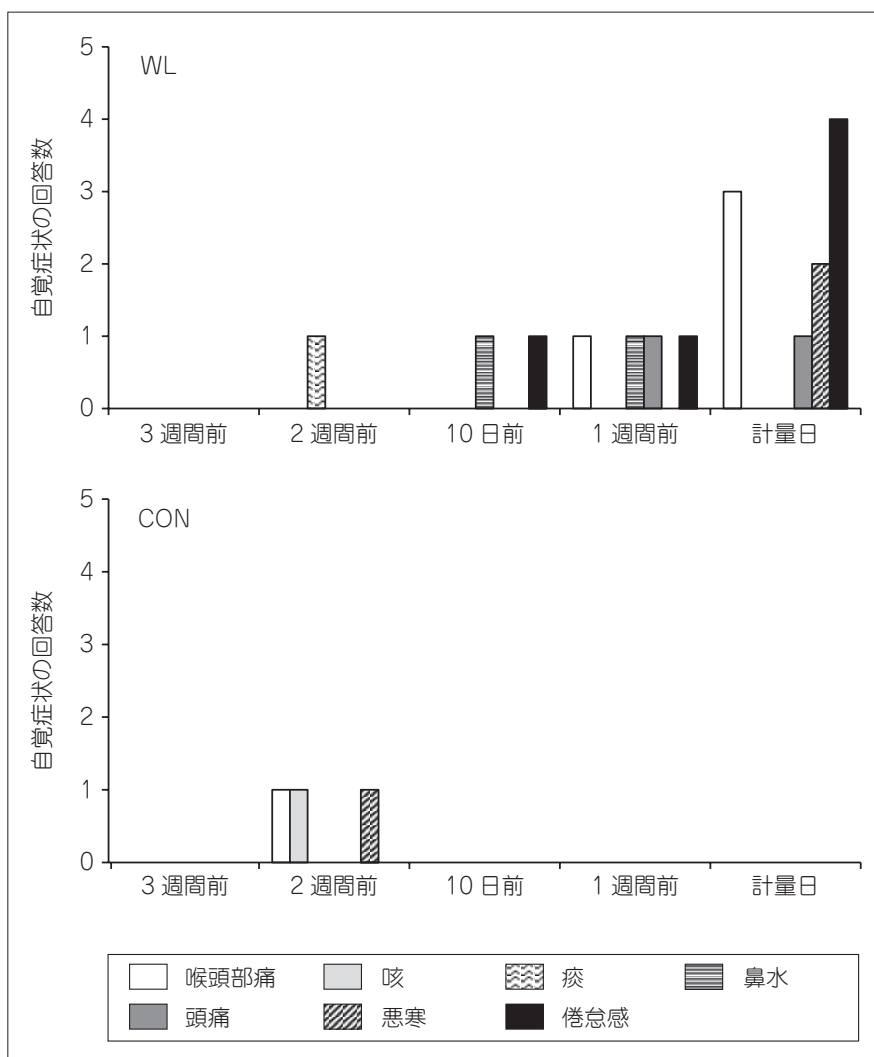


図 3 測定期間における自覚症状の回答数

球のヘルパー T (T-helper : Th) 細胞はサイトカインを分泌して SIgA および hBD2 の産生を調節する。我々の先行研究においてエネルギーやタンパク質、脂質の摂取量低下を伴う減量による Th 細胞機能の低下が示されている⁵⁾。タンパク質摂取の低下を伴う食事制限は Th 細胞の調節機能低下を招き、SIgA や hBD2 が営む口腔免疫能の低下につながる可能性がある。

本研究における減量は試合の3週間前より開始されている。3週間約-4%という体重減少は、1週間程の急速減量とは異なり、身体にかかる負荷は比較的軽いものと予想される。我々の先行研究において、-4.4%の体重減少が生じた1週間の急速減量で、唾液 SIgA の低下とともに体水分量の減少や活力の低下、疲労感の上昇を伴うことが示されている⁴⁾。本研究では心理指標の変動は認められなかったことから、3週間の緩慢な減量は心理状態の悪化を招かない減量方法であると考えられる。しかし、緩慢な減量であっても体重の減少が4%程度生じると口腔免疫能の低下と上気道感染リスクの上昇を招く可能性がある。従って、減量時のコンディションを評価する際は主観的な指標に加えて SIgA や hBD2 を用いることでより適正な評価ができると考える。さらに、病原体に対する反応性の違い (SIgA は特異的に反応し、hBD2 は非特異的に反応) もあることから両者を継続的にモニタリングすることで感染リスクをより詳細に評価できると考える。

本研究の限界および今後の課題として次のものが挙げられる。本研究では競技パフォーマンスに関するテストを実施しておらず、3週間の減量がパフォーマンスに及ぼす影響を明らかにできなかった。本研究では減量によって筋肉量の減少が認められており、筋力が低下した可能性が考えられる。今後は緩慢な減量のパフォーマンスへの影響についても免疫学的指標との関連を踏まえ検討する必要がある。また、本研究では WL 群において計量日の体水分率が試合2週間前および1週間前に比べて有意に低いことや、計量日において倦怠感や悪寒、頭痛といった脱水に関わる自覚症状が認められた。しかし、本研究では減量期間中の水分摂取量を調べていないことや自覚症状の原因が脱水とは特定できていない。我々の先行研究において、減量による唾液分泌量の低下⁴⁾や唾液浸透圧および血清浸透圧の上昇と口渇感の出現を報告

している¹⁶⁾。また、Mitchell et al.¹⁷⁾ は暑熱環境下 (38°C) における脱水が Th 細胞および細胞傷害性 T 細胞を減少させると報告している。従って、減量による免疫抑制の機序を明らかにするためには、水分摂取量を加えた脱水に関する評価を合わせて行う必要がある。さらに、本研究ではビタミン類の摂取量について解析を行っていない。ビタミン A 欠乏による唾液 SIgA の低下や¹⁸⁾、血中のビタミン D 濃度低下による SIgA¹⁹⁾ および hBD2²⁰⁾ の低下が報告されている。今後はビタミン類も含め、摂取栄養素の詳細と SIgA および hBD2 との関連を検討することで、減量による免疫抑制の機序や減量時の免疫抑制を防ぐための適正な栄養摂取の示唆につながる可能性がある。

結 語

本研究では柔道の試合に向けた3週間の減量によって心理状態の悪化は伴わなかったが唾液中 SIgA および hBD2 の減少とともに喉頭痛、悪寒、倦怠感といった自覚症状が認められた。従って緩慢な減量であっても免疫機能の低下が生じる可能性があり、唾液中の SIgA および hBD2 を継続的にモニタリングすることは減量中のアスリートのコンディション評価および感染予防に有用である可能性が示唆された。

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) Brownell KD, Steen SN, Wilmore JH. Weight regulation practices in athletes: analysis of metabolic and health effects. *Med Sci Sports Exerc.* 1987; 19: 546-556.
- 2) 久木留毅, 相澤勝治, 中嶋耕平, 他. 全日本レスリング選手権大会出場選手における減量の実態. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2006; 14: 325-332.
- 3) Kurakake S, Umeda T, Nakaji S, et al. Changes in physical characteristics, hematological parameters and nutrients and food intake during weight reduction in judoists. *Environ Health Prev Med.* 1998; 3: 152-157.
- 4) 清水和弘, 相澤勝治, 鈴木なつ未, 他. 唾液 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: 441-447.
- 5) Shimizu K, Aizawa K, Suzuki N, et al. Influences of weight loss on monocytes and T-cell subpopulations in male judo athletes. *J Strength Cond Res*. 2011; 25: 1943-1950.
 - 6) 相澤勝治, 久木留毅, 増島 篤, 他. ジュニアレスリング選手における試合に向けた減量の実態. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2005; 13: 214-219.
 - 7) 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. *Jpn Acupunct Moxibustion*. 2016; 12: 1-8.
 - 8) Usui T, Yoshikawa T, Orita K, et al. Comparison of salivary antimicrobial peptides and upper respiratory tract infections in elite marathon runners and sedentary subjects. *J Phys Fit Sports Med*. 2012; 1: 175-181.
 - 9) Hanaoka Y, Shimizu K, Suzuki S, et al. Chronic effects of exercise training on resting salivary human beta defensin 2 in rugby athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2014; 46: 911-912.
 - 10) Gleeson M, McDonald WA, Pyne DB, et al. Salivary IgA levels and infection risk in elite swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31: 67-73.
 - 11) 花岡裕吉, 清水和弘, 曾根良太, 他. メンタルヘル스에役立つ唾液中タンパクを用いたメンタルヘルスおよびフィジカルストレスの新たな評価法の検討. 若手研究者のための健康科学研究助成成果報告書. 2015; 30: 33-38.
 - 12) Forte LF, Cortelli SC, Cortelli JR, et al. Psychological stress has no association with salivary levels of β -defensin 2 and β -defensin 3. *J Oral Pathol Med*. 2010; 39: 765-769.
 - 13) 横山和仁, 荒記俊一, 川上憲人, 他. 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. *日本公衆衛生雑誌*. 1990; 37: 913-918.
 - 14) Cohen J. A power primer. *Psychological Bulletin*. 1992; 112: 155-159.
 - 15) Scrimshaw NS, SanGiovanni JP. Synergism of nutrition, infection, and immunity: an overview. *Am J Nutr*. 1997; 66: 464S-477S.
 - 16) 平岡拓晃, 花岡裕吉, 清水和弘, 他. 減量を行う大学柔道選手を対象とした試合期における唾液量, 唾液タンパク濃度, 唾液浸透圧の変動. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2020; 28: 477-486.
 - 17) Mitchell JB, Dugas JP, McFarlin BK, et al. Effect of exercise, heat stress, and hydration on immune cell number and function. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34: 1941-1950.
 - 18) Gangopadhyay NN, Moldoveanu Z, Stephensen CB. Vitamin A deficiency has different effects on immunoglobulin A production and transport during influenza A infection in BALB/c mice. *J Nutr*. 1996; 126: 2960-2967.
 - 19) Ranchordas MK, Bannock L, Robinson SL. Case study: nutritional and lifestyle support to reduce infection incidence in an international standard premier league player. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2016; 26: 185-191.
 - 20) Bayirli BA, Öztürk A, Avci B. Serum vitamin D concentration is associated with antimicrobial peptide level in periodontal diseases. *Arch Oral Biol*. 2020; 117: 104827 doi: 10.1016/j.archoralbio.2020.104827.

(受付: 2020年12月8日, 受理: 2021年7月20日)

Evaluation of the physical condition using beta defensin and secretory immunoglobulin A in saliva during weight loss in weight-class athletes

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

^{*1} Department of Sport Research, Japan Institute of Sports Sciences

^{*2} Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

Key words: Weight loss, human beta defensin 2, secretory immunoglobulin A

[Abstract] The purpose of this study was to evaluate the physical condition, notably the immune function, of weight-class athletes during the period of weight loss before a competition, using salivary human beta defensin 2 (hBD2) and secretory immunoglobulin A (SIgA). Fourteen male university judo athletes (20.2 ± 0.3 years) were assigned to the weight loss group (WL, $n=7$) or the no-weight loss control group (CON, $n=7$). Athletes in the WL group completed the usual weight loss program during the 3 weeks preceding an actual competition. Saliva samples were obtained at 3, 2, $1\frac{1}{2}$ (10 days) and 1 week, as well as 1 day (day of weigh-in) before the competition. Subjects noted the appearance of subjective symptoms during the study period. As a result, body weight, and the secretion of hBD2 and SIgA were significantly decreased at weigh-in ($p<0.05$) in WL, while there were no significant changes in CON. Furthermore, the number of subjective symptoms such as sore throat, chills and tiredness gradually increased in the WL group. In conclusion, weight loss could impair oral immune function, particularly salivary hBD2 and SIgA; thereby enhancing athletes' susceptibility to URS. It is therefore a possibility that salivary hBD2 and SIgA may be used to assess the oral immune function and risk of infection during weight loss in athletes.