

大学ラグビー選手における合宿期間中の唾液分泌型免疫グロブリンAの変動

山内 亮平¹⁾ 清水 和弘²⁾ 古川 拓生¹⁾ 渡部 厚一¹⁾
 竹村 雅裕¹⁾ 赤間 高雄²⁾ 秋本 崇之³⁾ 河野 一郎¹⁾

ALTERATIONS OF SALIVARY SIgA DURING TRAINING CAMP IN COLLEGIATE RUGBY FOOTBALL PLAYERS

RYOHEI YAMAUCHI, KAZUHIRO SHIMIZU, TAKUO FURUKAWA,
 KOICHI WATANABE, MASAHIRO TAKEMURA, TAKAO AKAMA,
 TAKAYUKI AKIMOTO and ICHIRO KONO

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relation between alterations of salivary secretory immunoglobulin A (SIgA) and the occurrence of upper respiratory tract infections (URTI) in rugby football players.

We examined the relationship between the onset of URTI and the daily alterations of SIgA levels in 32 male collegiate rugby football players (20.5 ± 1.3 years) during summer training camp for 36 days.

Total of 6 in 32 subjects had the appearance of URTI symptoms (18%). SIgA secretion rate decreased significantly in the middle of training camp compared to the baseline ($P < 0.05$). Furthermore, SIgA secretion rate during the appearance of URTI ($13.7 \pm 1.1 \mu\text{g}/\text{min}$) were significantly lower than that without symptoms ($19.2 \pm 1.4 \mu\text{g}/\text{min}$, $P < 0.01$). These results suggest that serial monitoring of SIgA may be useful to assess the risk status of URTI affection in athletes.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2009, 58 : 131~142)

key word : saliva, SIgA, upper respiratory tract infection, rugby

I. 緒 言

アスリートは、高強度トレーニングを日常的に行っている。競技現場においては、この高強度トレーニングによってコンディションの低下が引き起こされることが問題とされている。特にアスリートのコンディションを低下させる要因の一つとして、上気道感染症 (upper respiratory tract infection : URTI) への罹患が挙げられる¹⁾。これまで運動と URTI 罹患との関係について、過度なトレーニングは免疫機能を低下させ、URTI の罹患リスクを増大させると考えられている^{2,3,4,5)}。従って、試合期

に向けて URTI の罹患リスクをモニタリングすることができれば、URTI 罹患の予防を考慮した有効なコンディショニングとして有用であると考えられる。

URTI の感染防御には口腔内局所免疫が重要な役割を果たしている⁶⁾。特に外部からの病原微生物の侵入に対する防御機構として、唾液中の分泌型免疫グロブリン A (Secretory Immunoglobulin A : SIgA) が挙げられる⁷⁾。唾液 SIgA は、口腔内局所免疫における主要なエフェクターであり、ウイルスや細菌などの病原体の粘膜下への侵入を防ぐ役割がある⁸⁾。従って SIgA レベルの低下は、病原体の侵入

¹⁾ 筑波大学大学院人間総合科学研究科
〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1 総合研究棟D

Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
Tennodai 1-1-1, Tsukuba city, Ibaraki pref. 305-8574, Japan

²⁾ 早稲田大学スポーツ科学学術院
〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島2-579-15

Faculty of Sport Sciences, Waseda University
Mikajima 2-579-15, Tokorozawa city, Saitama pref. 359-1192, Japan

³⁾ 東京大学大学院医学系研究科疾患生命工学センター
〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

Center for Disease Biology and Integrative Medicine, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo
Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

を容易にし, URTI の罹患を招く要因のひとつと考えられている³⁾. 多くの研究において, 唾液中 SIgA は運動に対するストレスマーカーとして用いられている. 高強度・長時間の持久性運動による一過性の低下や^{9,10,11,12)}, 継続的な高強度トレーニングによる安静時の SIgA レベルの低下が報告されている¹³⁾. しかし, 継続的な高強度トレーニングによって変動しないとする報告もある¹⁴⁾. また, 継続的な高強度トレーニングによる安静時 SIgA レベルの低下とともに URTI 症状の発症が認められたという報告がある^{3,4)}. しかし一方では, トレーニング期間中において SIgA の低下と URTI 罹患リスクとの間に有意な相関が認められなかったとする報告もある^{15,16)}. このように, 高強度運動が唾液中 SIgA の変動に及ぼす影響や, 高強度運動負荷による SIgA の変動と URTI 罹患リスクとの関連については未だ見解が一致していない.

これまでの先行研究では, 被験者の生活リズムの管理が不十分であったことや, 唾液採取の時間帯が統一されていなかったこと, また唾液採取のインターバルが 1~4 週間と非常に長かったことなどが結果に影響し, SIgA の変動を詳細に捉えることができなかったと考えられる. 継続的な高強度運動による SIgA の変動を正確に把握し, アスリートにおける URTI 罹患リスクのモニタリングの指標として SIgA を応用するためには合宿期間など, 長期間において生活リズム等を管理した上で SIgA の日毎の変動を把握することが必要である. しかしながら, アスリートの合宿期間を用いて日毎の唾液中 SIgA の変動を検討した研究はない. 唾液中 SIgA の日毎の変動について評価することは, アスリートの URTI 罹患リスクを考慮したトレーニングプログラムの策定の一基準となることが期待される. そこで本研究においては, 大学ラグビー選手を対象とし, 約 1 ヶ月間の夏期合宿期間における日毎の唾液中 SIgA の変動を調べることで, そして URTI 症状の有無や主観的な疲労状態について調査して SIgA の変動との関連性について検討し, コンディション指標としての SIgA の有用性を評価することを目的とした.

Ⅱ. 方 法

A. 被験者

関東大学対抗戦 A グループに所属する男子大学ラグビー選手 32 名 (height: 176.1 ± 6.9 cm, age: 20.5 ± 1.3 years, body mass: 81.7 ± 13.2 kg) を被験者とした. 被験者には本研究の目的および測定内容, 方法について十分に説明し, 同意を得た. なお, 本研究は筑波大学大学院人間総合科学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施した.

B. 測定方法

1. トレーニング内容

測定は, 大学ラグビー部の 2006 年夏期合宿期間の 36 日間 (7/25 - 9/1) を対象に行った. 練習合宿期 (8/4 - 8/18) のトレーニングは午前, 午後それぞれ約 2 時間ずつ行われ, 試合合宿期 (8/19 - 8/23) は他チームとの練習試合が中心に行われた. 各日のトレーニング内容, 時間については Figure 1 に示した.

2. 唾液採取

唾液採取は移動日を除き, 合宿開始前の通常期 (7/25: Baseline, 7/27), 合宿期間中 (8/4 - 16, 8/19 - 23), 合宿終了後 (8/29, 9/1) の全ての日程において運動や食事による影響を考慮するために, 起床後, 朝食前 (AM 6:30) に行った. 唾液の採取法については, 赤間ら¹⁷⁾の報告による方法を用いた. 最初に蒸留水約 30ml で口腔内を 30 秒間十分にゆすぎ, 吐き出させた. これを 3 回繰り返し, 続いて 5 分間の座位安静後, 口腔内の唾液を全て嚥下させ, サリベット (SALIVETTE, Sarstedt 社製) 内の滅菌綿を, 1 秒間に 1 回のペースで計 1 分間咀嚼することによって新たに分泌された唾液を綿に吸い取らせ, 採取した. 試料は採集後, 遠心分離 (3,000 rpm, 15 分間) して得られた唾液を分注し, 容量を測定後, 測定に使用するまで -80°C で保存した.

3. 唾液中 SIgA 濃度

唾液中 SIgA 濃度は, SIgA を特異的に検出する ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) 法により測定した¹⁸⁾. マイクロプレート上で

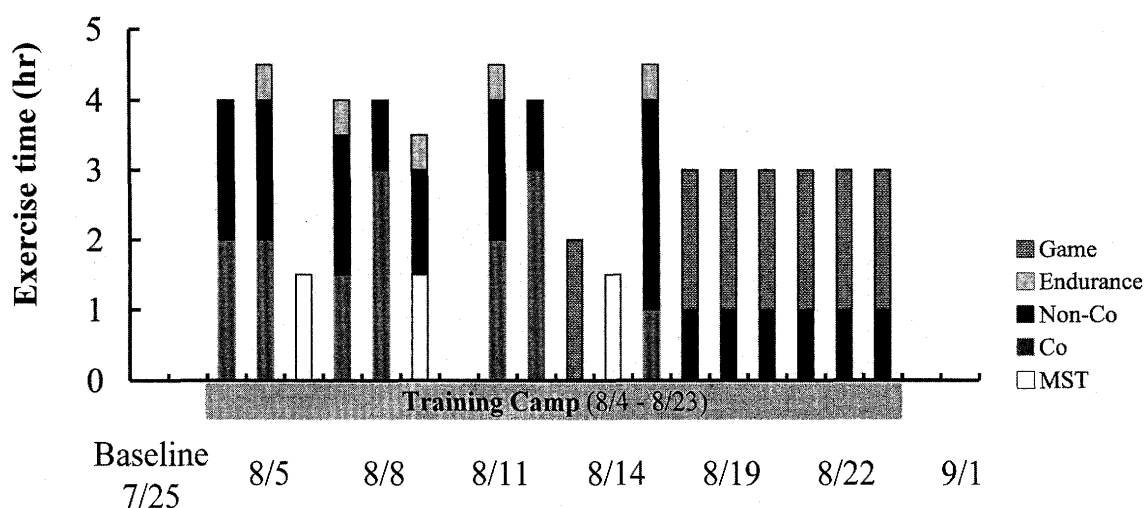


Figure 1. Time course of the experiment. Game: 80 min rugby game, Endurance: endurance training, Non-Co: practice without contact play, Co: practice including contact play, MST: muscle strength training. The exposure time to intensive exercise was shorter during the latter half of training camp, because there were more games and less intensive practice time.

(IMMULON-2 ; DYNEX Technologies 社製) で抗 Secretory Component 抗体 (LAB Vision NEO MARKERS 社) とペルオキシダーゼ標識抗ヒト IgA 抗体 (MBL 社) を用いて唾液中より SIgA を検出し, 基質反応液 (0.43 mg/ml o-phenyldiamine : WAKO 社製, 0.025 M citric acid, 0.05 M NaHPO₄, 0.03 % H₂O₂, pH 5.0) を加えて反応させた後, 4N H₂SO₄ を加え, 反応を停止させた. 490nm の吸光度を microplate reader (Bio Rad 社製) によって測定した.

4. SIgA 分泌速度

1 分間の唾液採取量を 1 分間の唾液分泌速度 (ml/min) とし, さらに唾液中 SIgA 濃度 (μ g/ml) から SIgA 分泌速度 (μ g/min) を算出した.

5. URTI 症状および主観的疲労感

URTI 症状の有無および主観的疲労感について, 唾液採取直後に質問紙を用いて調査を行った. 調査は全て唾液採取の直後に行った. 質問紙の項目は Figure 2 に示した. URTI 症状の質問については, Kostka ら¹⁹⁾ および Spence ら²⁰⁾ による報告を参考に, 競技現場において簡易的に評価する方法を用いた. URTI 症状に関連する項目 (悪寒, 熱感, 喉痛, 痰, 嘔吐感, 咳, 鼻水, 風邪の自覚症状) のうち, 2 つ以上の項目に該当し, その症状が 2 日以上続いたものを URTI 症状有りとした. URTI 症状に関連する該当項目については, 内科医の指示を得た. 主

名前 :

ID番号 :

| 月 日 | |
|----------------------|---------|
| 身体症状 (○で囲む) | |
| 1・頭痛 | 2・下痢 |
| 3・腹痛 | 4・悪寒 |
| 5・熱感 | 6・喉痛 |
| 7・関節痛 | 8・鼻水 |
| 9・嘔吐感 | 10・睡眠障害 |
| 11・咳 | 12・痰 |
| 13・風邪の自覚症状 | |
| 疲労感 (○で囲む) | |
| 1・疲労感なし | |
| 2・疲労感ほぼ無し | |
| 3・普通 | |
| 4・やや疲労感あり | |
| 5・かなり疲労感あり | |
| 睡眠状況 (○で囲む) | |
| 1・快 (とてもよく眠れた) | |
| 2・やや快 (よく眠れた) | |
| 3・普通 (眠れた) | |
| 4・やや不快 (あまりよく眠れなかった) | |
| 5・不快 (全く眠れなかった) | |
| 食欲 (○で囲む) | |
| 1・食欲あり | |
| 2・普通 | |
| 3・やや食欲なし | |
| 4・食欲なし | |

Figure 2. The items in questionnaire of URTI and RPE (rating of perceived exertion).

観的疲労感については5段階で評価した(1:疲労感なし-5:かなり疲労感あり)¹⁶⁾。

6. 統計

各測定値は平均値±標準誤差で示した。合宿期間を通じての唾液分泌速度, SIgA濃度, SIgA分泌速度の各変化について一元配置分散分析を用い, 有意差が認められた場合にDunnett法を用いてpost-hoc検定を行った。また, URTIの症状が認められた被験者について, 症状を有した期間と有していなかった期間のSIgA分泌速度の差についてWilcoxon-Mann-Whitney検定を用いて比較した。いずれの場合も有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

A. 唾液分泌速度

全日程における唾液分泌速度の変動をFigure 3

に示す。唾液分泌速度は合宿開始から7, 8日目(0.88±0.07 ml/min, 0.85±0.08 ml/min)と12, 13日目(0.83±0.08, 0.84±0.08 ml/min), 16日目(0.87±0.08 ml/min)においてBaseline(1.22±0.09 ml/min)と比較して有意に低下した($p<0.05$)。

B. SIgA濃度

SIgA濃度の変動をFigure 4に示す。SIgA濃度は期間中を通し, いずれの日においてもBaseline(16.8±1.5 µg/ml)と比較して有意な差は認められなかった。

C. SIgA分泌速度

SIgA分泌速度の変動をFigure 5に示す。SIgA分泌速度は合宿開始から8日目(10.7±1.5 µg/min)と11, 12日目(10.3±1.3 µg/min, 10.4±1.2 µg/min)においてBaseline(19.7±1.9 µg/min)と比

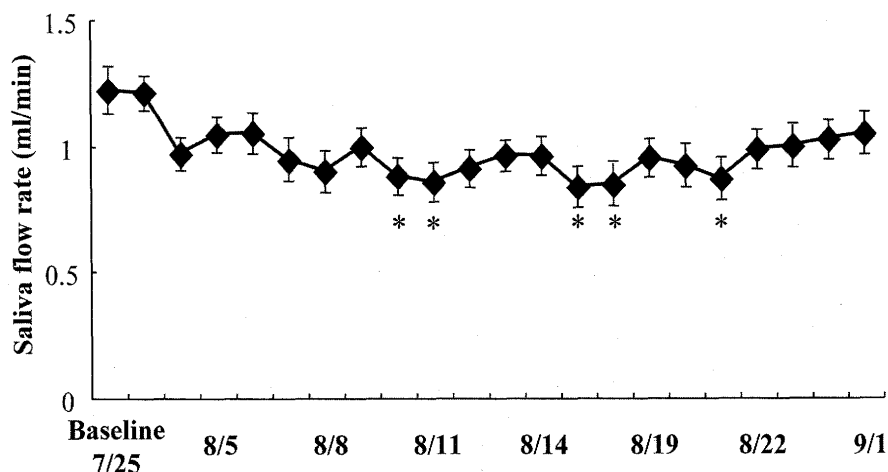


Figure 3. Changes in saliva flow rate during the experiment. Values are means±SE.

*: Rates significantly different from the baseline ($P<0.05$).

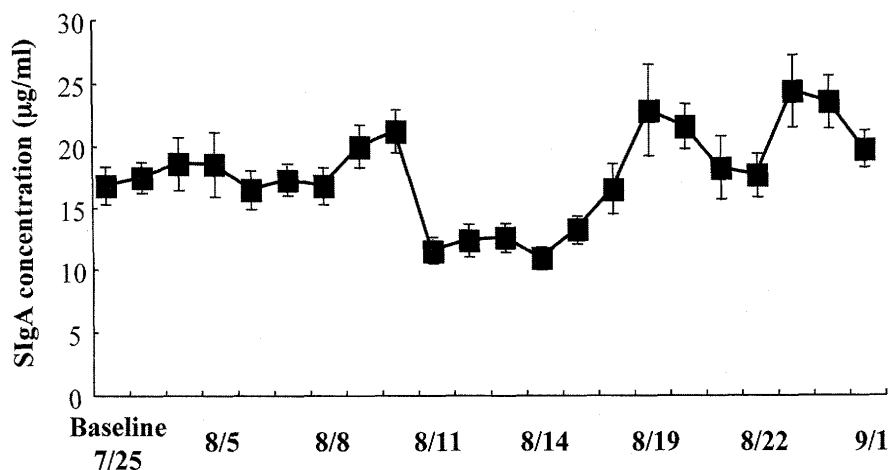


Figure 4. Changes in SIgA concentration during the experiment. Values are means±SE.

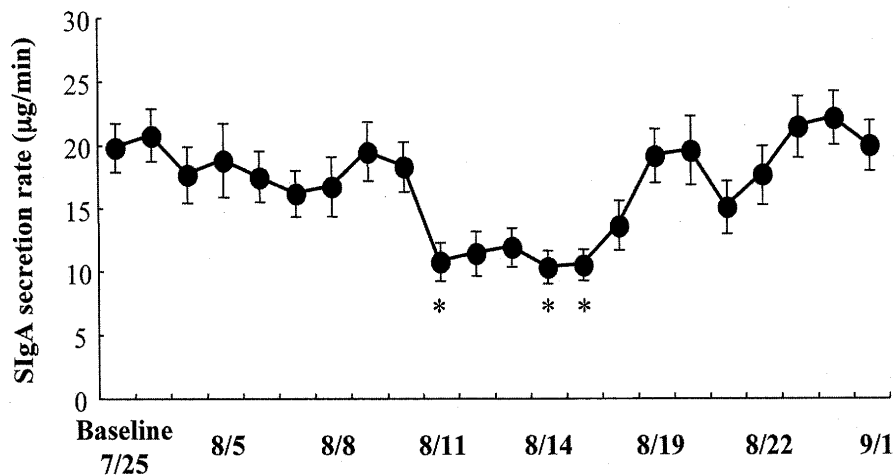


Figure 5. Changes in SIgA secretion rate during the experiment. Values are means \pm SE. *: Rates significantly different from the baseline ($P < 0.05$). The SIgA secretion rate significantly decreased in the middle of training camp, because of the prolonged intense exercise.

較して有意に低下した ($p < 0.05$). また, 9, 10 日目 ($11.4 \pm 1.7 \mu\text{g/min}$, $11.9 \pm 1.5 \mu\text{g/min}$) においては, Baseline と比較して有意差は認められなかったものの, 低下傾向を示した ($p = 0.06$, $p = 0.09$).

D. URTI 症状と SIgA 分泌速度

32 名中 6 名の被験者 (18%) で URTI 症状が認められた. URTI の症状が認められた被験者について, 症状を有した期間と有していなかった期間における SIgA 分泌速度の差を Figure 6 に示す. URTI 症状を有した期間の SIgA 分泌速度 ($13.7 \pm 1.1 \mu\text{g/min}$) は症状を有していなかった期間 ($19.2 \pm 1.4 \mu\text{g/min}$) と比較して, 有意に低値を示した ($p < 0.05$).

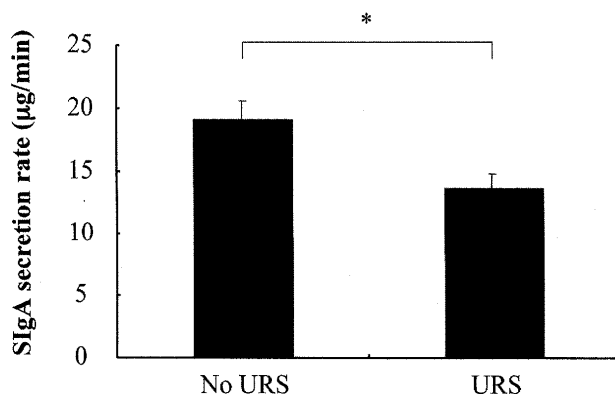


Figure 6. Differences in SIgA secretion rate in relation to the appearance of URTI symptoms. Values are means \pm SE. *: Significant difference between the two measurements ($P < 0.05$).

E. 主観的疲労感

合宿期間中の主観的疲労感の変動を Figure 9 に示す. 主観的疲労感は合宿開始から 2, 3, 6, 9, 10, 19 日目 (4.1, 4.2, 4.1, 4.1, 4.1, 4.2) において Baseline (3.3) と比較して有意に増加した ($p < 0.05$).

F. 事例的検討

頻繁に URTI 症状を有した被験者 1 名について, 合宿期間中の SIgA の変動と URTI 症状を有した期間を Figure 10 に示す. また, 同被験者の URTI 症状を有した期間の SIgA 分泌速度 ($13.5 \pm 1.3 \mu\text{g/min}$) は, 症状を有していなかった期間 ($16.2 \pm 1.6 \mu\text{g/min}$) と比較して有意差は認められなかったものの, 低下する傾向を示した ($p = 0.06$, Figure 11).

IV. 考 察

本研究では, 男子大学生ラグビー選手を対象として, 約 1 ヶ月間の合宿における日毎の唾液中 SIgA の変動について検討した. 期間中の継続的な高強度運動は, 練習合宿期後半において安静時の唾液中 SIgA 分泌速度を低下させ, さらに合宿終了後には合宿前の水準に回復することが明らかとなった. また, 合宿期間中に URTI 症状が認められた選手は 32 名中 6 名 (18%) であり, URTI 症状を有した期間の SIgA 分泌速度は, 症状を有していなかった期間と比較して低値を示した. これらの結果から, 日毎

のSIgAの変動について検討することは、URTI罹患リスクをモニタリングするために有用であると考えられる。

唾液は、非侵襲的かつ簡便に採取が可能であるという利点がある。しかしながら、唾液中の指標は日常的な運動習慣や摂取栄養素、心理社会的ストレス等などの影響を受けやすいため^{2,21,22,23)}、採取時の条件を一定に保つことが重要である¹⁷⁾。唾液SIgAもまた高強度運動や労働、学科試験および気温の変動などから受けるストレスによって低下し^{9,21,24,25)}、炭水化物やグルタミンなどの摂取栄養素によって増加するなど、様々な因子によって変動することが報告されている^{22,26,27)}。また、SIgAの変動には日内変動があるという報告もある²⁸⁾。これまでの先行研究において、高強度運動に対するSIgAの変動やURTIの発症に関する見解は一致していない^{3,4,13,14,15,16,29)}。その理由として、被験者の生活管理が十分でなかったために個人によってトレーニングの時間帯以外の運動や食事などの生活習慣が異なったこと、またSIgAの変動に影響を及ぼす因子を適切に考慮していなかったことが考えられる。本研究では合宿期間を対象として、全被験者が毎朝起床直後の朝食前に唾液採取を実施したため、日内変動、運動および食事による摂取栄養素などの影響を最小限にすることができたと考えられる。

唾液中SIgAは、口腔内局所免疫における主要なエフェクターであり、また高強度運動によって低下するとされている¹¹⁾。本研究において、安静時の唾液中SIgA分泌速度は、合宿開始直後から練習合宿期の後半まで徐々に低下し続けた。秋本らは、唾液中SIgAレベルは一過性の高強度運動によって低下し、運動から1日経過した後においても低値を維持したと報告している¹²⁾。また、SIgAの低下は高強度運動後10日においても継続しているが、回復する傾向が認められるとしている³⁰⁾。従って、練習合宿期における高強度運動の繰り返しによって、SIgAの回復が追いつかず、安静時のSIgAレベルの継続的な低下に影響したものと考えられる。一方で後半の試合合宿期においては、合宿前(Baseline)と比べて統計的有意差は認められなかった。この原因のひとつとして、練習合宿期と試合合宿期における運動強度の違いが挙げられる。練習合宿期におい

ては、午前と午後にそれぞれ約2時間のコンタクトプレーや持久性トレーニングを含む練習が行われ、試合合宿期においては午前もしくは午後に1試合と1時間のサインプレー等の確認練習が行われた。従って被験者全体の高強度運動の実施時間は練習合宿期の方が試合合宿期よりも長かった。また、Kochら³¹⁾によれば、大学ラグビー選手の試合の前後でSIgAは変化しないと報告されていることから、試合が中心であった試合合宿期の運動強度は練習合宿期よりも低かった可能性が示唆される。さらに、ポジション別による運動強度の差が全体のSIgAの変動に影響した可能性が考えられる。Deutschら³²⁾は、バックスの選手の試合中の運動強度は、フォワードの選手に比べて低かったことから、ポジションによって試合中の運動強度が異なることを示唆している。また、ポジション別の運動形態による影響について、フォワードの選手の筋損傷の程度がバックスの選手と比較して大きかったとする報告もある³³⁾。このように、ラグビーのポジションの違いによって試合中の運動強度に差が生じることが示されている。合宿期間におけるポジション別の運動強度の差について報告した研究はこれまでにないが、本研究において対象をフォワード(16名)およびバックス(16名)のポジションで2群化した結果、全合宿期間中を通して、両群のSIgAの変動に交互作用が認められた(Figure 7)。特に、試合合宿期間中におけるフォワード選手のSIgA分泌速度の平均値は、バックス選手と比較して有意に低かった(Figure 8)。従って、試合合宿期における全体の運動強度は練習合宿期間と比較して相対的に低くなり、SIgAの結果に影響した可能性が考えられる。また、試合中の選手交代などにより、出場時間が短くなったために十分な運動強度に達しなかった選手もいたことが結果に影響した可能性も考えられる。合宿終了後については、被験者全体のSIgAレベルはBaselineの水準に回復していた。合宿終了後2日間の休養の後、トレーニングは通常期の内容に戻り、唾液採取の前日(8/28, 8/31)はいずれも休養日であった。従って、合宿終了後の休養がSIgAレベルを回復させるのに充分であったと考えられる。以上から、安静時SIgAは長期間の継続的な高強度運動による影響に対してセンシティブに応答する可能性が示唆された。また、今回の様にポジション別に

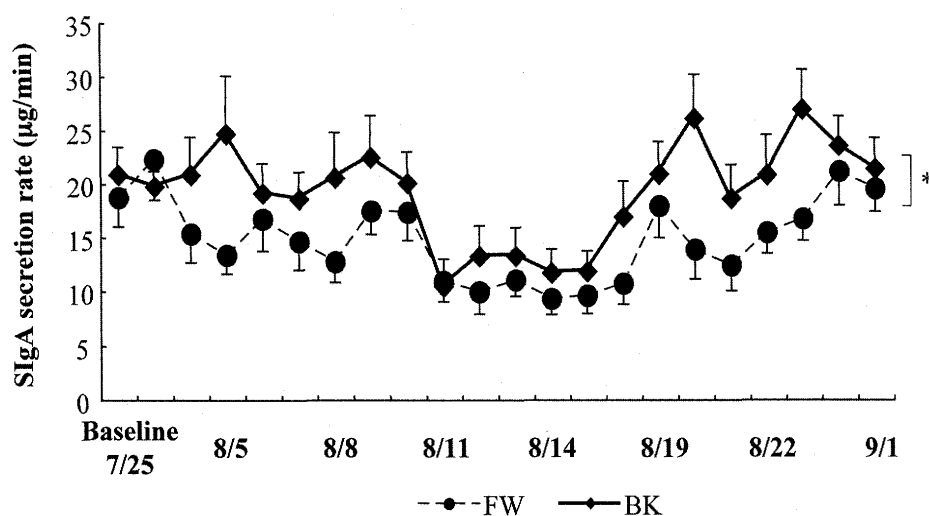


Figure 7. Changes in SIgA secretion rate during the experiment. Values are means \pm SE. *: Significantly different between both positions (forward and backs) ($P < 0.05$).

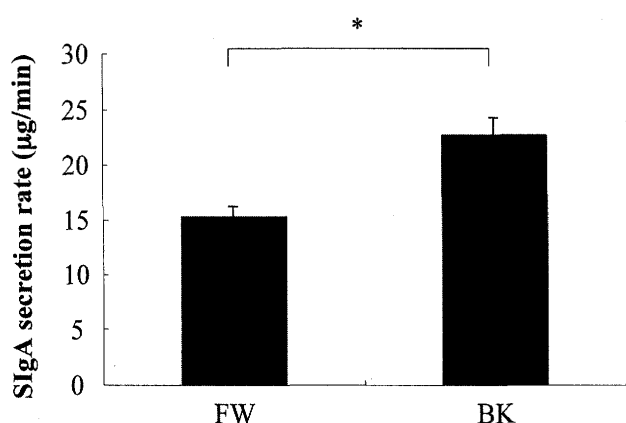


Figure 8. Differences in SIgA secretion rate between both positions. Values are means \pm SE. *: Significant difference between the two measurements ($P < 0.05$).

SIgA の変動を評価するなど、チームスポーツにおけるコンディショニングの指標としても有用であると考えられた。

唾液中 SIgA は、運動の他にも学科試験や労働、気分などに起因するストレスによっても変動すると考えられている^{21,23}。運動習慣のない学生を対象に、1ヶ月間の学業や臨床実習などによる日常生活のストレスと SIgA の変動について検討した結果、ストレスの増大とともに SIgA の低下が認められたと報告されている³⁴。このように、日常のストレス増加と SIgA の低下には負の相関があると示されている³⁵。またトップアスリートにおいても、長期間のトレーニングにより主観的疲労感が高まる際に SIgA が低下する傾向を示していることから、主観的疲労感の増加が SIgA の低下に影響を及ぼすと

考えられている³⁶。本研究においても SIgA が Baseline と比べて有意に低下する 2 日前 (8/9, 8/12) に主観的疲労感が高い値を示す傾向が認められた (Figure 9)。この見解は先行研究の結果と一致している^{34,36}。このことから、主観的疲労感と SIgA の変動のモニタリングがアスリートの身体的コンディションを把握する手段として有効である可能性が示唆された。

本研究では、URTI 症状が認められた 6 名の被験者の SIgA 分泌速度について検討した。URTI 症状を有した期間の値は、症状を有していなかった期間の値と比較して 35% 低値を示した (Figure 6)。先行研究によれば、SIgA 分泌速度の絶対値が 40 $\mu\text{g}/\text{min}$ 以下になると URTI の罹患リスクが増大すると報告されている⁴。しかしながら、SIgA の測定に使用する抗体や試薬等の違いが SIgA 濃度の絶対値に影響する可能性も考えられ、一概に絶対値で評価することは難しい。また他の報告では SIgA 分泌速度の絶対値および URTI 症状の発症時期には個人差があるとしている³⁷。これらのことから、URTI 罹患リスクは、SIgA 分泌速度の絶対値よりも、単一事例における Baseline に対する相対的な値の変動により評価の方が望ましいと考えられる。そこで本研究では、URTI 症状が頻繁に生じた 1 名の被験者 (期間中 3 回) について事例的に検討した。その結果、URTI 症状を有していた期間の SIgA 分泌速度は、症状を有していなかった期間と比べて低い傾向が認められた (Figure 10, Figure 11)。また主観的疲労

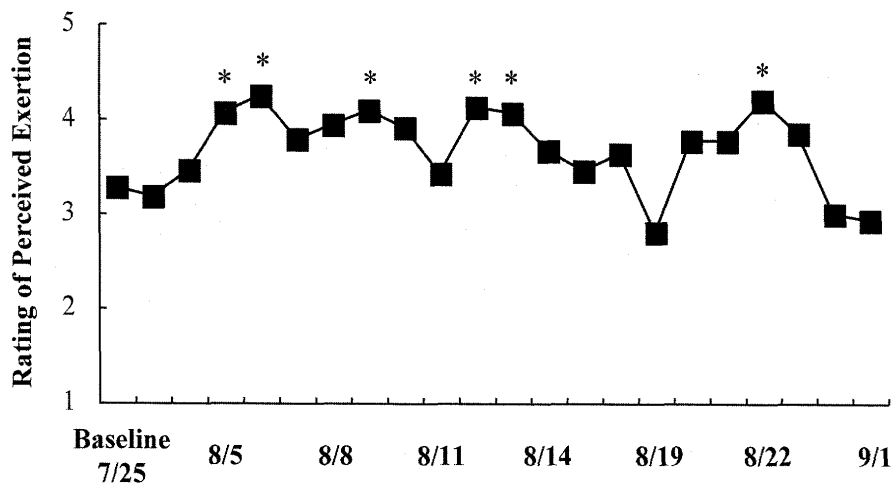


Figure 9. Changes in perceived exertion rate during the experiment. *: Rates significantly different from the baseline ($P < 0.05$).

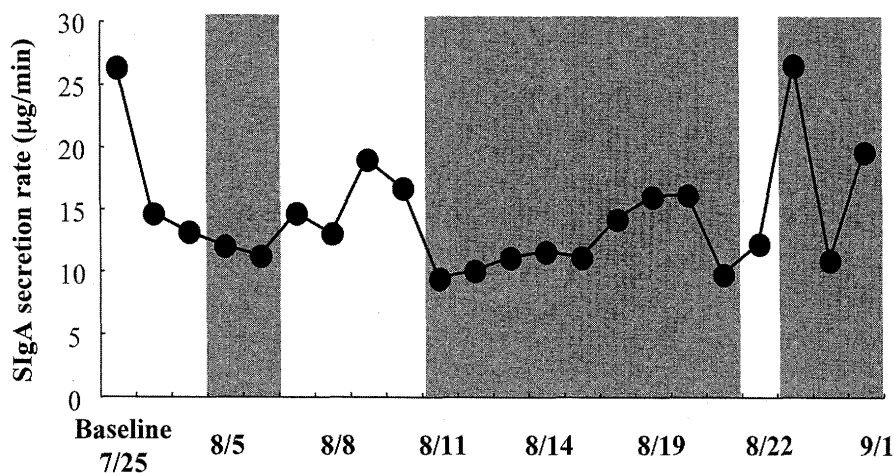


Figure 10. Changes in SIgA secretion rate in saliva of a participant who reported URTI as case report. Gray areas indicate the appearance period of URTI.

感についても合宿期間全体を通して継続的に高く、特に URTI 症状の発生前後で高くなる傾向が認められた (data not shown). トレーニングによる疲労が URTI 罹患の要因の一つであった可能性が考えられる. このことから、SIgA が低下している時は URTI 罹患リスクが高い可能性が考えられる.

本研究において症状を呈したのは 32 名中 6 名であったが、期間中において特に症状の頻度が高く (3 回)、顕著な傾向を示したのが 1 名のみであったために、この選手を単一事例検討方法の例として取り上げた. 6 名全体 (Figure 6) では URTI 症状を有した期間に SIgA が低下している傾向が認められた. しかしながら、その内 5 名については URTI 症状が認められたのが期間中において 1 回のみであったため、単一事例として URTI 症状と SIgA との関係を

十分に検討することができなかった. また、6 名の中には SIgA の低下が認められたにもかかわらず URTI 症状を伴わない事例もあった. URTI の防御機構には、SIgA による病原体の侵入防御の他に、二次機構としてマクロファージや好中球による病原体の貪食や natural killer (NK) 細胞による病原体の直接駆除などの細胞性免疫系による作用が働く. 特に NK 細胞活性や好中球活性は高強度運動後に上昇することが報告されている^{38,39)}. このことから、SIgA の低下による初期防御機構の低下が生じた場合でも、細胞性免疫などの二次的防御反応により症状が軽減・抑制される可能性が考えられる. 従って、今後単一事例検討を行う際には、SIgA の変動を中心として捉えるとともに他の URTI 症状抑制に関わる因子との関係について検討を行うことが課題とな

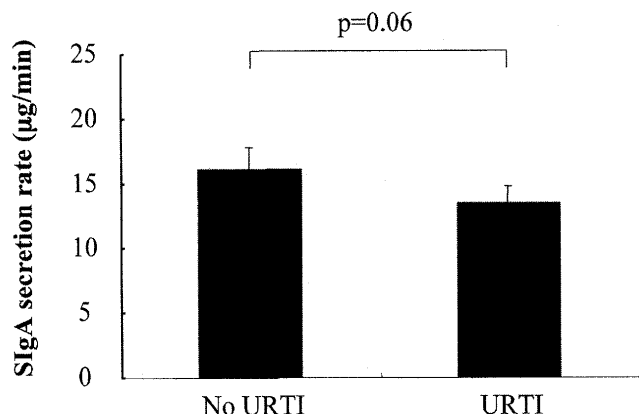


Figure 11. Differences in SIgA secretion rate in relation to the appearance of URTI symptoms. Values are means \pm SE.

る。

また、さらに多くの事例について唾液中 SIgA や主観的疲労度を用いて URTI 罹患との関係を日常的にモニタリングすることで、URT I の罹患リスクをより明確に示し、コンディション低下の予測や予防に有用な検討を行う必要がある。その結果を応用することで、唾液中 SIgA がアスリートの URTI 罹患リスクを簡便にモニタリングする指標の一つとして有効となる可能性がある。ただし唾液中 SIgA の測定には、唾液サンプルを保管する冷凍庫の確保が必要であることや、ELISA 法による測定は、およそ半日を要するため、現場において直ちにフィードバックを行うためにはいくつかの課題をクリアする必要がある。しかし現在、簡易型の SIgA 測定器の開発も進められており、唾液中 SIgA をコンディションの指標として今後実際に競技現場において実用化されることも非現実的ではない段階を迎えていると考えられる。

V. 結 語

本研究では、国内の大学トップのリーグに所属する男子大学生ラグビー選手を対象とし、合宿期間中の唾液中 SIgA の変動を詳細に検討した。その結果、SIgA 分泌速度は合宿中期において有意に低下することが明らかとなった。また唾液中 SIgA レベルと URTI 罹患との関係について検討を行った結果、URT I 症状の発症期間において SIgA 分泌速度の低下状態が認められた。これらのことから、アスリートにおいて唾液中 SIgA が URTI 罹患リスクの評価として有用な指標である可能性が示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多大なるご理解とご協力を賜りました筑波大学体育会ラグビー部の皆様、北海道網走郡津別町役場企画財政課の森井研児氏に深謝いたします。また本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号: 18650189) 並びに大塚製薬株式会社の共同研究費 (CFA18125) によって行われました。記して謝意を表します。

(受理日 平成20年10月29日)

参 考 文 献

- 1) Mackinnon LT. Immunity in athletes. *Int J Sports Med.* (1997), **18**, 62-68.
- 2) Nieman DC. Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc.* (1994), **26**, 128-139.
- 3) Gleeson M, McDonald WA, Pyne DB, Cripps AW, Francis JL, Fricker PA, Clancy RL. Salivary IgA levels and infection risk in elite swimmers. *Med Sci Sports Exerc.* (1999), **31**, 67-73.
- 4) Fahlman MM, Engels HJ. Mucosal IgA and URTI in American college football players: a year longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc.* (2005), **37**, 374-380.
- 5) Nieman DC, Henson DA, Dumke CL, Lind RH, Shooter LR, Gross SJ. Relationship between salivary IgA secretion and upper respiratory tract infection following a 160-km race. *J Sports Med Phys Fitness.* (2006), **46**, 158-162.
- 6) Gleeson M. Mucosal immunity and respiratory illness in elite athletes. *Int J Sports Med.* (2000), **21**, S33-43.
- 7) Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol.* (2007), **103**, 693-699.
- 8) Lamm ME, Nedrud JG, Kaetzel CS, Mazanec MB. IgA and mucosal defense. *APMIS.* (1995), **103**, 241-246.
- 9) Tomasi TB, Trudeau FB, Czerwinski D, Erredge S. Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. *J Clin Immunol.* (1982), **2**, 173-178.
- 10) Tharp GD, Barnes MW. Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* (1990), **60**, 61-64.
- 11) Mackinnon LT, Jenkins DG. Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training. *Med Sci Sports Exerc.* (1993), **25**, 678-683.
- 12) 秋本崇之, 赤間高雄, 杉浦弘一, 龍野美恵子, 香田泰子, 和久貴洋, 河野一郎, 持久性ランニングによる口腔局所免疫能の変動, 体力科学. (1998a), **47**, 53-62. Akimoto T, Akama T, Sugiura K, Tatsuno M, Koda Y, Waku T, Kono I. Alteration of local immunity in the oral cavity after endurance running. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* (1998a), **47**, 53-62. (in Japanese)
- 13) Gleeson M, McDonald WA, Cripps AW, Pyne DB,

- Clancy RL, Fricker PA. The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clin Exp Immunol.* (1995), **102**, 210-216.
- 14) Mackinnon LT, Hooper S. Mucosal (secretory) immune system responses to exercise of varying intensity and during overtraining. *Int J Sports Med.* (1994), **15**:179-183.
 - 15) Novas AM, Rowbottom DG, Jenkins DG. Tennis, incidence of URTI and salivary IgA. *Int J Sports Med.* (2003), **24**, 223-229.
 - 16) Nakamura D, Akimoto T, Suzuki S, Kono I. Daily changes of salivary secretory immunoglobulin A and appearance of upper respiratory symptoms during physical training. *J Sports Med Phys Fitness.* (2006), **46**, 152-157.
 - 17) 赤間高雄, 秋本崇之, スポーツ活動が口腔局所免疫能に与える影響—唾液採取法の検討—, 平成7年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No IX スポーツ活動が免疫に与える影響に関する研究—第2報—, (1995), 7-17.
 - 18) Akimoto T, Nakahori C, Aizawa K, Kimura F, Fukubayashi T, Kono I. Acupuncture and responses of immunologic and endocrine markers during competition. *Med Sci Sports Exerc.* (2003), **35**, 1296-1302.
 - 19) Kostka T, Berthouze SE, Lacour J, Bonnefoy M. The symptomatology of upper respiratory tract infections and exercise in elderly people. *Med Sci Sports Exerc.* (2000), **32**, 46-51.
 - 20) Spence L, Brown WJ, Pyne DB, Nissen MD, Sloots TP, McCormack JG, Locke AS, Fricker PA. Incidence, etiology, and symptomatology of upper respiratory illness in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc.* (2007), **39**, 577-586.
 - 21) Evans P, Bristow M, Hucklebridge F, Clow A, Walters N. The relationship between secretory immunity, mood and life-events. *Br J Clin Psychol.* (1993), **32**, 227-236.
 - 22) Krieger JW, Crowe M, Blank SE. Chronic glutamine supplementation increases nasal but not salivary IgA during 9 days of interval training. *J Appl Physiol.* (2004), **97**, 585-591.
 - 23) Reid MR, Drummond PD, Mackinnon LT. The effect of moderate aerobic exercise and relaxation on secretory immunoglobulin A. *Int J Sports Med.* (2001), **22**, 132-137.
 - 24) Carins J, Booth C. Salivary immunoglobulin-A as a marker of stress during strenuous physical training. *Aviat Space Environ Med.* (2002), **73**, 1203-1207.
 - 25) Bosch JA, de Geus EE, Ring C, Nieuw Amerongen AV, Stowell JR. Academic examinations and immunity: academic stress or examination stress? *Psychosom Med.* (2004), **66**, 625-626.
 - 26) Li TL, Gleeson M. The effects of carbohydrate supplementation during repeated bouts of prolonged exercise on saliva flow rate and immunoglobulin A. *J Sports Sci.* (2005), **23**, 713-722.
 - 27) Krzywkowski K, Petersen EW, Ostrowski K, Link-Amster H, Boza J, Halkjaer-Kristensen J, Pedersen BK. Effect of glutamine and protein supplementation on exercise-induced decreases in salivary IgA. *J Appl Physiol.* (2001), **91**, 832-838.
 - 28) Li TL, Gleeson M. The effect of single and repeated bouts of prolonged cycling and circadian variation on saliva flow rate, immunoglobulin A and alpha-amylase responses. *J Sports Sci.* (2004), **22**, 1015-1024.
 - 29) Tiollier E, Gomez-Merino D, Burnat P, Jouanin JC, Bourrilhon C, Filaire E, Guezennec CY, Chennaoui M. Intense training: mucosal immunity and incidence of respiratory infections. *Eur J Appl Physiol.* (2005), **93**, 421-428.
 - 30) 秋本崇之, 赤間高雄, 香田泰子, 和久貴洋, 林栄輔, 龍野美恵子, 杉浦弘一, 天野和彦, 河野一郎, 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 (1998b), **47**, 245-252. Akimoto T, Akama T, Koda Y, Waku T, Hayashi E, Tatsuno M, Sugiura K, Amano K, Kono I. Alteration of local immunity in the oral cavity after endurance running. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* (1998b), **47**, 245-252. (in Japanese)
 - 31) Koch AJ, Wherry AD, Petersen MC, Johnson JC, Stuart MK, Sexton WL. Salivary immunoglobulin A response to a collegiate rugby game. *J Strength Cond Res.* (2007), **21**, 86-90.
 - 32) Deutsch MU, Maw GJ, Jenkins D, Reaburn P. Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *J Sports Sci.* (1998), **16**, 561-570.
 - 33) Mashiko T, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K. Effects of exercise on the physical condition of college rugby players during summer training camp. *Br J Sports Med.* (2004) **38**:186-190.
 - 34) Ng V, Koh D, Mok B, Lim LP, Yang Y, Chia SE. Stressful life events of dental students and salivary immunoglobulin A. *Int J Immunopathol Pharmacol.* (2004), **17**, 49-56.
 - 35) Phillips AC, Carroll D, Evans P, Bosch JA, Clow A, Hucklebridge F, Der G. Stressful life events are associated with low secretion rates of immunoglobulin A in saliva in the middle aged and elderly. *Brain Behav Immun.* (2006), **20**, 191-197.
 - 36) 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**:1228-1236.
 - 37) Francis JL, Gleeson M, Pyne DB, Callister R, Clancy RL. Variation of salivary immunoglobulins in exercising and sedentary populations. *Med Sci Sports Exerc.* (2005), **37**, 571-578.
 - 38) Robson PJ, Blannin AK, Walsh NP, Castell LM, Gleeson M. Effects of exercise intensity, duration and recovery on in vitro neutrophil function in male

athletes. Int J Sports Med. (1999), **20**, 128-135.
39) Shephard RJ, Shek PN. Effects of exercise and train-

ing on natural killer cell counts and cytolytic activity:
a meta-analysis. Sports Med. (1999), **28**, 177-195.