

長距離移動を伴うゼミナール合宿時のコンディション評価

The evaluation of physical condition during seminar camp including long-distance transportation

寺澤 惇¹, 清水和弘², 阿部絢子³, 野倉圭輔⁴, 鈴木智弓⁴, 赤間高雄²

Jun Terasawa¹, Kazuhiro Shimizu², Ayako Abe³,
Keisuke Nokura⁴, Tomomi Suzuki⁴, Takao Akama²

¹河合塾ライセンススクール,

²早稲田大学スポーツ科学学術院,

³財団法人日本アンチ・ドーピング機構,

⁴早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

¹Kawaijuku License School,

²Faculty of Sport Sciences, Waseda University,

³Japan Anti-Doping Agency,

⁴Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

キーワード: SIgA, ストレス, 長距離移動, 集団生活

Key words: SIgA, stress, long-distance transportation, communal life

抄 録

【目的】 唾液分泌型免疫グロブリン A (secretory immunoglobulin A: SIgA) を用いて, 長距離移動を伴うゼミナール合宿におけるコンディションを評価すること.

【方法】 3 日間のゼミナール合宿に参加した健康な成人男性 15 名および女性 4 名の計 19 名 (21.4 ± 1.2 歳) を対象とした. フェリーとバスによる東京から伊豆大島における長距離移動を行い, 1 日目に勉強会, 2 日目に登山を行い, 3 日目に再び長距離移動を行った. 3 日間毎朝, 勉強会后, 登山後および移動後の安静時に唾液を採取し, 唾液 SIgA を ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) 法を用いて測定した. また同時期に気分プロフィール検査 (Profile of Mood States: POMS) を行った.

【結果】 唾液中 SIgA 分泌速度については, 1 日目朝の移動前 (baseline1: B1) と比べて, 長距離移動後において有意に低下した ($p < 0.05$). 1 日目の勉強会后, 2 日目の登山後, 3 日目の長距離移動後において有意な変動は認められなかった. また, B1 の SIgA 分泌速度に比べて, 2 日目朝から 3 日目長距離移動後までの各ポイントにおいて低値を示したままであった ($p < 0.05$). POMS スコアにおいて, 緊張および活力のスコアは B1 に比べて 3 日目の移動後において有意に低値を示した ($p < 0.05$).

【結論】 長距離移動による急性ストレスは, 唾液 SIgA レベルを低下させ, また, 集団生活による短期間の継続的ストレスによって SIgA レベルが低下する可能性が示された.

スポーツ科学研究, 5, 163-171, 2008 年, 受付日:2008 年 5 月 8 日, 受理日:2008 年 9 月 10 日

連絡先: 赤間高雄 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 TEL/FAX: 04-2947-6721

E-mail: takao-akama@waseda.jp

I. 序論

遠征や合宿は、競技選手であれば誰しも必ず経験するものである。遠征や合宿の特色として、長距離移動や集団生活といったものがあげられる。長距離移動は、長時間の座位姿勢の維持、種々の環境変化によってコンディション(心身の状態)の不良を招くと考えられている(久木留と佐藤, 2005)。久木留と佐藤(2005)の報告によると、2002 年のアジア大会日本代表選手団を対象として、長時間移動中に不快な症状を感じた経験を持つ選手は全体の 47.5%に及び、さらにコンディションを崩した経験を持つ選手は全体の 26.8%を占め、そのうち試合に影響があった選手は 29.4%を占めたことを示している。従って、遠征や合宿の長距離移動が選手のコンディションに及ぼす影響は少なくないと考えられる。

我々は、日常より多くのストレスに曝されながら生活している。環境変化から由来する物理的ストレスや化学的ストレス、運動による生理的ストレス、病原菌より受ける生物学的ストレス、人間関係や精神的要因が原因となる心理社会的ストレスなどがあげられる。遠征時や合宿時においては、環境変化による物理的・化学的ストレスや集団生活による心理社会的ストレス、そして運動による生理的ストレスが関与すると考えられる。生体内において、神経系・内分泌系・免疫系は相互に伝達物質を共有し、密接に関連して内部環境の恒常性を維持している(Pierpaoli and Spector, 1988)。これら三系による生体の適応能力を上回る極端なストレスが引き起こされた場合、コンディションの低下が招かれると考えられている。Cohen et al.(1991)によると、心理的ストレスの程度に応じて上気道感染症の発症が高まることが示されており、さらにストレスや負の感情が免疫機能に影響を及ぼすことも示されている(Cohen and Herbert, 1996)。

唾液中に存在する分泌型免疫グロブリン A (secretory immunoglobulin A:SIgA)は、病原体の粘膜

下への侵入を防ぐ役割があることから、気道感染の初期防御機構において中心的役割を果たすエフェクターである(Crawford et al., 1975)。唾液 SIgA は、心理的ストレスによって応答し、記憶力テストや暗算負荷によって一時的に増加することが示されている(Bosch et al., 2001;Willemsen et al., 2002)。さらに服役中の囚人は、SIgA レベルが低いことも報告されており(McClelland et al., 1982)、慢性的な心理的ストレスに対しても応答することが示されている。また一方で、唾液 SIgA は、高強度持久性運動による一時的な低下や(Mackinnon and Jenkins, 1993)、高強度運動トレーニングによる慢性的な低下(Tharp and Barnes, 1990;秋本ら, 1998)が報告されていることから、運動によるストレスを評価するマーカーとしても用いられている。遠征や合宿等における長距離移動を伴う集団生活は、物理的・化学的ストレスや心理社会的ストレスに曝される状況であり、競技選手のコンディションに影響すると考えられる。従って、心理的要因や運動によって変動する唾液 SIgA は、長距離移動を伴う合宿時のコンディション評価に有用な指標となる可能性が考えられる。唾液は非侵襲的に採取が可能であり、簡便に評価が可能である(Cook, 2002)。これまで、唾液 SIgA を用いて長距離移動および集団生活におけるコンディション評価を行った研究は無い。従って本研究では、唾液 SIgA を用いて長距離移動を伴う合宿時におけるコンディション評価を行うことを目的とした。

II. 方法

1. 対象

本研究では、伊豆大島にて行われた 3 日間のゼミナール合宿に参加した健康な成人男性 15 名、女性 4 名の計 19 名(21.4±1.2 歳)を対象とした。なお、全ての対象者に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て実施した。

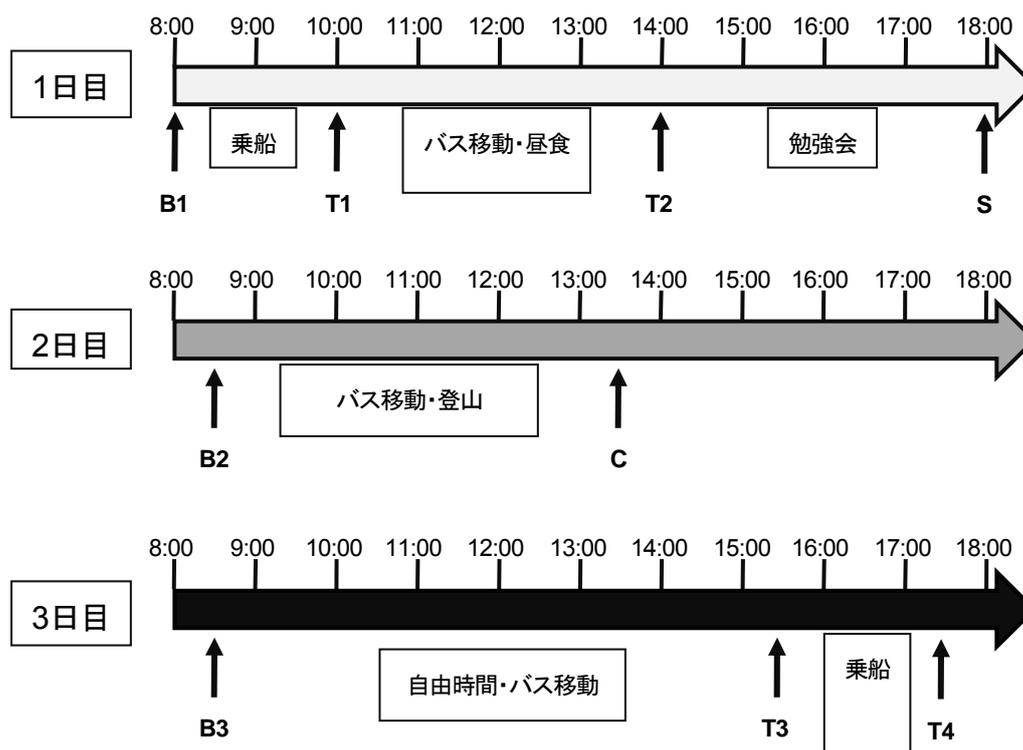


図1 合宿のスケジュール

2. 実験手順

実験の概要を図1に示す。3日間の合宿の行程は次の通り。1日目はフェリー(120km, 2時間)およびバス(20km, 30分間)による長距離移動を行い、その後各自が研究内容について発表する勉強会(4時間)を行った。2日目において、バスで移動して(30km, 1時間)三原山で登山(2時間)を行い、再びバスでホテルに戻った(30km, 1時間)。3日目は自由行動後にバス(20km, 30分間)およびフェリー(120km, 2時間)による長距離移動を行った。測定は、1日目の移動前(baseline1:B1)、フェリーによる移動後(transporter1:T1)、バスによる移動後(transporter2:T2)、勉強会後(study:S)、2日目の朝(baseline2:B2)、移動および登山後(climbing:C)、3日目朝(baseline3:B3)、自由行動・バス移動後(transporter3:T3)およびフェリーによる移動後(transporter4:T4)において実施した。

3. 測定項目

3-1. 唾液採取

唾液採取は、先行研究(赤間ら, 1995)に従って実施した。対象者は座位安静の状態、蒸留水を用いて口腔内を30秒間×3回すすぎ、5分間座位姿勢にて安静をとった。その後、滅菌綿(SALIVETTE, SERSTED社, ドイツ)を60秒間に60回咀嚼し、分泌された唾液を滅菌綿に吸収させ、3,000 rpmで5分間遠心して滅菌綿から分離させることで唾液を回収した。唾液サンプルは、容量を測定した後に -50°C で凍結保存した。

3-2. SIgA測定

唾液SIgA濃度は、先行研究(赤間ら, 1995)に従い、Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)法によって測定した。SIgA分泌速度(1分間あたりのSIgA分泌量; $\mu\text{g}/\text{min}$)は、唾液分泌速度(1分間あたりの唾液分泌量; ml/min)とSIgA濃度($\mu\text{g}/\text{ml}$)の積より算出した。

唾液分泌速度
(ml/min)

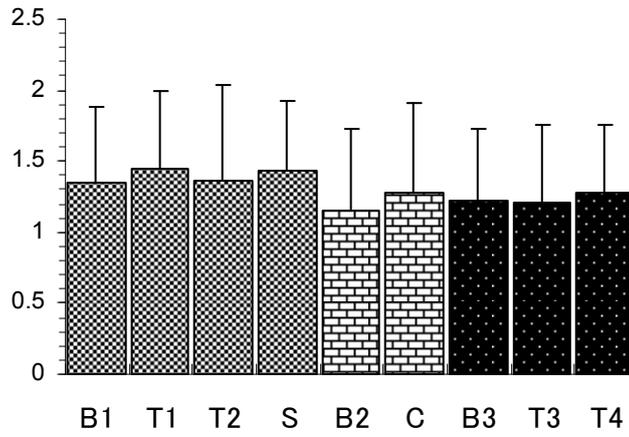


図 2. 合宿中の唾液分泌速度の変動
平均値±標準偏差

SlgA濃度
($\mu\text{g/ml}$)

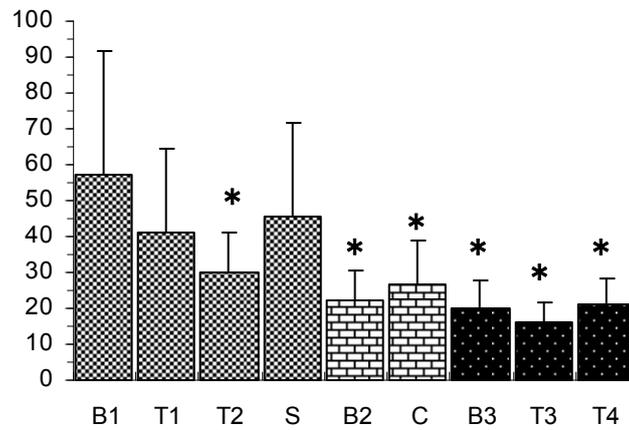


図 3. 合宿中の唾液中 SlgA 濃度の変動
平均値±標準偏差. * $p < 0.05$. vs. B1

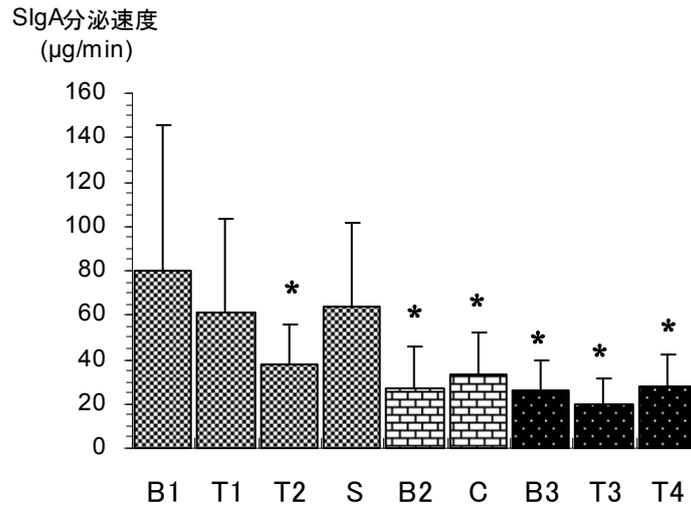


図 4. 合宿中の唾液中 SiGA 分泌速度の変動
 平均値±標準偏差. * $p < 0.05$ vs. B1

表 1. 合宿中の POMS スコアの変動

	POMSスコア					
	緊張	抑うつ	怒り	活力	疲労	混乱
B1	48.6 ± 8.1	47.3 ± 9.2	45.8 ± 9.2	52.0 ± 11.7	48.7 ± 8.6	51.2 ± 8.0
T1	43.6 ± 8.0	45.0 ± 7.1	40.9 ± 5.3	46.6 ± 12.8	46.3 ± 8.8	48.8 ± 7.3
T2	46.4 ± 11.8	44.9 ± 6.9	43.2 ± 7.0	42.8 ± 9.8	49.1 ± 6.5	49.0 ± 8.4
S	42.2 ± 9.7	44.8 ± 7.7	41.4 ± 6.0	40.2 ± 10.0 *	53.8 ± 7.9	49.8 ± 8.4
B2	39.6 ± 9.5	43.3 ± 5.7	40.4 ± 5.0	46.2 ± 10.7	42.1 ± 7.3	44.3 ± 5.8
C	38.9 ± 7.4 *	44.0 ± 7.9	40.8 ± 6.8	45.4 ± 10.7	49.6 ± 9.3	45.2 ± 7.6
B3	39.9 ± 7.8	42.6 ± 5.5	41.1 ± 6.0	44.2 ± 12.2	44.0 ± 9.5	46.2 ± 6.2
T3	39.7 ± 8.5	43.4 ± 6.5	40.5 ± 5.2	40.6 ± 10.8	46.8 ± 9.6	47.8 ± 7.2
T4	38.3 ± 6.4 *	43.6 ± 6.8	39.9 ± 4.6	38.3 ± 11.6 *	49.7 ± 9.5	47.6 ± 6.1

平均値±標準偏差. * $p < 0.05$ vs. B1.

3-3. 心理状態の評価

心理状態の評価は、日本語版 POMS 短縮版(Profile of Mood States; 金子書房, 東京)を用いて行った (McNair et al., 1971; 横山ら, 1990). 緊張, 抑うつ, 怒り, 活力, 疲労感, 情緒的混乱の気分尺度を T 得点化

して評価した.

4. 統計

全ての測定値は、平均値±標準偏差で示した. 測定値は、繰り返しのある一元配置分散分析を用いて解析

し, 有意水準は 5%未満とした. Post-hoc テストは, Turkey-Kramer 法の検定を用いて多重比較を行った.

III. 結果

1. 唾液量および SIgA 分泌量

唾液分泌速度の変動を図 2 に示す. 合宿期間中において, 唾液分泌速度について有意な変動は認めなかった.

唾液 SIgA 濃度の変動を図 3 に示す. 1 日目の朝 (B1) に比べて, フェリー移動後 (T1) において統計的に有意ではないが低下傾向が示され, バス移動後 (T2) において有意に低値を示した ($p < 0.05$). さらに, 2 日目の朝 (B2) から 3 日目のフェリー移動後 (T4) にかけて, B1 と比較して有意に低値を示したままであった ($p < 0.05$).

唾液 SIgA 分泌速度の変動を図 4 に示す. SIgA 濃度の結果と同様に, 1 日目の朝 (B1) に比べて, フェリー移動後 (T1) より徐々に低下傾向にあり, バス移動後 (T2) において有意に低値を示した ($p < 0.05$). また, 2 日目の朝 (B2) から 3 日目のフェリー移動後 (T4) にかけて, B1 と比較して有意に低値を示したままであった ($p < 0.05$).

2. 心理状態

緊張のスコアは, 全体を通して徐々に低下傾向にあるが, 1 日目の朝 (B1) に比べて 2 日後の登山後 (C) および 3 日目の移動後 T3 において有意に低値を示した ($p < 0.05$; 表 1). 抑うつ (表 1), 怒り (表 1) および情緒的混乱 (表 1) のスコアに関して, 合宿中に有意な変動は示さなかった. 活力のスコアは, 全体を通して徐々に低下傾向にあるが, B1 に比べて 1 日目の勉強会后 (S) および 3 日目の移動後 (T3) において有意に低値を示した ($p < 0.05$; 表 1). 疲労感のスコアは, 各日とも朝に比べると移動や勉強会, 登山後において徐々に高まる傾向にあった.

IV. 考察

本研究では, 長距離移動を伴う合宿がコンディションに及ぼす影響について検討した. 長距離移動による急性ストレスは, 唾液 SIgA レベルを低下させ, 集団生活による短期間の継続的ストレスもまた唾液 SIgA レベルを低下させる可能性が示唆された. 従って, 長距離移動や集団生活は, コンディションを低下させる可能性が示唆されたことから, 長距離移動を伴う遠征時や合宿時における競技者のコンディショニングが必要である可能性が考えられた.

先行研究において, 心理的ストレスは唾液中 SIgA に影響を及ぼすことが報告されている (Bosch et al., 2001; Willemsen et al., 2002). さらに, 能動的なストレスと受動的なストレスに対する SIgA の反応は個人によって異なることが示されており, 能動的なストレス負荷後は SIgA が増加し, 受動的なストレス負荷後には低下することが報告されている (Bosch et al., 2001; Willemsen et al., 2002). 集団生活や長距離移動は, 環境変化や人間関係などによる外部からのストレスであり, 受動的なストレスであると考えられる. 今回の SIgA レベルの低下は, この受動的なストレスによる影響を受けたものと考えられる. また勉強会后において, SIgA レベルが回復していた. これは, 長距離移動状態からの開放と能動的な心理的ストレスによる影響が考えられる. 先行研究によると, 記憶力テストや暗算負荷による能動的な心理的ストレスにより SIgA レベルが高まることが示されている (Bosch et al., 2001; Willemsen et al., 2002). 本研究では, 2 日目の朝 (baseline2) 以降から合宿終了後まで唾液 SIgA レベルの低値状態が認められた. これは, 対象者が継続的なストレスを受けていたものと考えられる. 先行研究によると, 試験期間中の大学生や服役中の囚人は継続的なストレスを受け, SIgA レベルが低下することが示されている (Jemmott et al., 1983; McClelland et al., 1982). このように, 合宿の様な一日のうちの大半の時間を他人とともに行動することは, 少なからず心理社会的ストレスを受けるものと考えられ, 対象者は継続的なストレスを受けていた可能性が示唆される. また, 今回は合宿を利用したため, 2 日目や 3

日目における移動時の唾液 SIgA の変動には集団生活による継続的なストレスが影響した可能性も考えられる。移動や集団生活は能動的ストレスに分類されるが、両ストレスの違いが唾液 SIgA 分泌に及ぼす影響については不明である。今後はストレス種の違いによる唾液 SIgA 分泌への影響についても検討することで、競技選手のコンディションの変動について、より詳細に評価できると考えられる。

本研究において、POMS の緊張のスコアは、1 日目の朝(B1)に比べて、3 日目のフェリー移動後(T4)において有意に低値を示した。緊張や不安は、合宿を継続して行うことによって徐々に軽減されていく可能性が考えられ、他者との集団生活に対する慣れや合宿終了による安堵感などが影響したものと考えられる。また活力のスコアは、合宿開始から徐々に低下傾向にあり、長距離移動による急性ストレスおよび集団生活による継続的ストレスの影響が反映されていると考えられる。

本研究において、2 日目に行った登山は生理的ストレスであったと考えられる。運動は生理的ストレスであり、SIgA 分泌に影響を及ぼすことが報告されている(秋本ら, 1998; Mackinnon et al., 1993; Tharp et al., 1990)。秋本ら(1998)によると、一過性の高強度持久運動によって唾液 SIgA レベルが低下することが示されている。本研究では、登山前後の SIgA 分泌について有意な変動は認められなかった。登山時の運動強度は計測していないため不明であるが、SIgA レベルが変化していないことから、高強度ではなかった可能性が考えられる。先行研究において、中等度強度の一過性運動では SIgA レベルが変動しないことが示されている(Allgrove et al., 2008)。POMS スコアについても、登山前後において有意な変動は認められなかったことから、登山が激しい運動ではなかった可能性が考えられる。従って、本研究における唾液 SIgA レベルの変動や心理的指標の変動は、長距離移動や他者との集団生活によって受けるストレスから由来していた可能性が考えられる。

免疫機能には、生理的ストレスや心理社会的ストレスの他にも化学的ストレスとして摂取栄養素が影響すると

考えられている(Scrimshaw and SanGiovanni, 1997)。唾液 SIgA の分泌に関して、栄養摂取状態やサプリメント摂取が影響することが示されているが(Cui et al., 2000; Oliver et al., 2007)、一時的な食事の影響については明確な見解は得られていない。また今回、1 日目と2 日目の夕食時にアルコールの摂取があった。しかし、我々が以前に行った先行研究において、アルコール摂取の前後で唾液中 SIgA 分泌に変動が認められなかったことから(後藤ら, 未発表)、今回の SIgA の変動は、移動や集団生活に由来するストレスの影響が大きい可能性が考えられる。

本研究における問題点として、移動や各イベントを行わないコントロール群が設定されていないことが挙げられる。先行研究において、唾液中 SIgA の分泌には日内変動があると報告されている(赤間ら, 1995; Hucklebridge et al., 1998)。赤間ら(1995)の報告では、早朝起床時において SIgA 分泌速度は高値を示し、起床 30 分後には低下して、それ以後は大きな変動を示さないことが述べられている。本研究では起床直後には測定しておらず、日内変動の影響は少なかったと考えられる。しかし今後は、コントロール群を設定し、移動や合宿が唾液 SIgA に及ぼす影響についてより明確に示すことが必要である。

競技選手における合宿や遠征時のコンディションには、長距離移動による環境的要因、共同生活による心理的要因および運動トレーニング量などが複合的に影響する。唾液 SIgA はこれらの因子による影響を受けることから、合宿時・遠征時のコンディション評価の指標として有用なストレスマーカーであると考えられる。従って、心理状態の評価に加えて SIgA レベルのモニタリングを行うことでコンディション評価を充実させることができると考えられる。今後は、これらの指標についてさらに様々なケースの合宿や遠征を利用した研究を行うことで、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。

V. まとめ

本研究では、長距離移動を伴うゼミナール合宿時の唾液 SIgA レベルと心理的指標の変動を調べることで、コンディション評価を行った。その結果、長距離移動による急性ストレスにより唾液 SIgA レベルは低下し、集団生活による短期間の継続的なストレスによっても唾液 SIgA レベルが低下した。従って、長距離移動を伴う合宿や遠征は、免疫機能の低下によるコンディションの低下を招く恐れが考えられた。また、心理状態の評価に加えて唾液 SIgA レベルをモニタリングすることは、遠征時や合宿時のコンディション評価に有用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、協力して頂いた被験者の方々に感謝申し上げます。また本研究の一部は、財団法人日本オリンピック委員会によるスポーツ科学基金(アクエリアス基金)の助成を受けて実施した。

文 献

- 赤間高雄, 秋本崇之, 河野一郎: スポーツ活動が口腔内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—. 7-17, 1995.
- 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. 体力科学. 47:245-252, 1998.
- Allgrove JE, Gomes E, Hough J, Gleeson M. Effects of exercise intensity on salivary antimicrobial proteins and markers of stress in active men. J. Sports Sci. 26: 653-661, 2008.
- Bosch JA, de Geus EJ, Kelder A, Veerman EC, Hoogstraten J, Amerongen AV. Differential effects of active versus passive coping on secretory immunity. Psychophysiology. 38: 836-846, 2001.
- Cohen S, Tyrrel DAJ, Smith AP. Psychological stress and susceptibility to the common cold. N. Engl. J. Med. 325: 606-612, 1991.
- Cohen S, Herbert TB. Health psychology : psychological factors and physical disease from the perspective of human psychoneuroimmunology. Ann. Rev. Psychology. 47: 113-142, 1996.
- Cook CJ. Rapid noninvasive measurement of hormones in transdermal exudates and saliva. Physiol. Behav. 75: 169-181, 2002.
- Crawford JM, Taubman MA, Smith DJ. Minor salivary glands as a major source of secretory immunoglobulin A in the human oral cavity. Science. 190: 1206-1209, 1975.
- Cui D, Moldoveanu Z, and Stephensen CB. High-level dietary vitamin A enhances T-helper type 2 cytokine production and secretory immunoglobulin A response to influenza A virus in BALB/c mice. J. Nutr. 130: 1132-1139, 2000.
- Hucklebridge F, Clow A, Evans P. The relationship between salivary secretory immunoglobulin A and cortisol: neuroendocrine response to awaking and the diurnal cycle. Int. J. Psychophysiol. 31: 69-76, 1998.
- Jemmott JB 3rd, Borysenko JZ, Borysenko M, McClelland DC, Chapman R, Meyer D, Benson H. Academic stress in soccer coaches increased salivary immunoglobulin A. Lancet. 25: 1400-1402, 1983.
- 久木留毅, 佐藤満. 一流競技者の長時間移動を伴う海外遠征時のコンディション変化について. 専修大学社会体育研究所報. 53: 41-51, 2005.
- Mackinnon LT, Jenkins DG. Decreased salivary immunoglobulins after intense interval exercise before and after training. Med. Sci. Sports Exerc. 25: 678-683, 1993.
- McClelland DC, Alexander C, Marks E. The need for power, stress, immune function and illness among male prisoners. J. Abnorm. Psychol. 91: 61-71, 1982.

- McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. Profile of Mood States. San Diego. Educational and Industrial Testing Service. 1971.
- Oliver SJ, Laing SJ, Wilson S, Bilzon JL, Walters R, Walsh NP. Salivary immunoglobulin A response at rest and after exercise following a 48 h period of fluid and/or energy restriction. *Br. J. Nutr.* 97: 1109-1116, 2007.
- Pierpaoli W, Spector NH. Neuroimmunomodulation: Interventions in aging and cancer. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 521: 1-361, 1988.
- Scrimshaw NS, SanGiovanni JP. Synergism of nutrition, infection, and immunity: an over view. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 464S-477S, 1997.
- Tharp G, Barnes M. Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 60: 61-64, 1990.
- Willemsen G, Carroll D, Ring C, Drayson M. Cellular and mucosal immune reactions to mental and cold stress: associations with gender and cardiovascular reactivity. *Psychophysiology*, 39: 222-228, 2002.
- 横山和仁, 荒記俊一, 川上憲人, 竹下達也. 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. *日本公衆衛生誌.* 37: 913-917, 1990.