

大学剣道における試合前後のストレス反応の変化

久保あゆみ^{1,2)}, 今井七重¹⁾, 岩佐健太²⁾, 吉田貫司²⁾, ルー ジェニファー²⁾,
伊東 英³⁾, 今井 一²⁾

Stress responses of athletes before and after collegiate *kendo* matches

Ayumi KUBO^{1,2)}, Nanae IMAI¹⁾, Kenta IWASA²⁾, Kanji YOSHIDA²⁾, Jennifer LUE²⁾,
Suguru ITOH³⁾, Hajime IMAI²⁾

Abstract

Hypothesizing changes in stress responses, we compared both objective and subjective measures of stress before and after competition matches of nine (n=9) collegiate *kendo* team members and also compared their perceptions of stress. We saw a tendency of objective measures to increase post-match, including both values of salivary amylase activity, indicating sympathetic nervous activity, and acceleration plethysmography, indicating autonomic nerve function. We believe this was caused by rising sympathetic nervous activity in response to the physical and mental burdens of competition. We also divided the participants into two groups based on responses to a questionnaire about their everyday perception of stress. Group A (n=4), who reported they were quick to perceive stress, showed a significant increase in post-match values of both salivary amylase activity and autonomic nerve function, and these levels were higher than those of Group B (n=5), who reported they were slow to feel stress ($p<0.05$).

We therefore conclude that, even under the same conditions, for Group A members, the body may react more readily to stress stimuli, causing measures of both sympathetic nervous activity and autonomic nervous function to increase more readily.

Keywords: collegiate *kendo*, salivary amylase, acceleration plethysmography

キーワード：大学剣道，唾液アミラーゼ，加速度脈波

-
- 1) 中部学院大学看護リハビリテーション学部 1) Faculty of Nursing and Rehabilitation, Chubu Gakuin University
 - 2) 岐阜大学教育学部保健体育講座 2) Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gifu University
 - 3) 岐阜大学教育学部学校教育講座 3) Department of School Education, Faculty of Education, Gifu University

I. はじめに

ストレスという言葉は、それを耳にしない日はないほど私たちの生活に深く浸透し、根付いている。ではそもそもストレスとはどのようなものを指すのだろうか。1936年、ハンス・セリエはストレスを「各種のストレス刺激（ストレッサー）に対する生体の全身的・局所的な生体防御反応」と定義している。また、ストレッサーとは、ストレスを誘起するものと定義されている。ストレッサーは、ストレスを起こすすべてのものを指しており、生体の外的な環境要因だけでなく、生体内の精神・神経性の要因や化学性の濃度要因なども含まれ、人間では身体の異常だけでなく、心の異常がストレスを引き起こすことも多くある¹⁾。日常生活の中には実にさまざまなストレッサーが存在し、その結果生じるストレスもさまざまである。ストレスから過度な緊張状態が生じれば、パフォーマンスの低下や、重大な事故などにも結び付く可能性がある。しかしストレスの感じ方は人それぞれである。同じようなストレス状況下においても、ある人は極度のストレス状態を感じ、ある人はまったくストレスを感じないという場合もあり得る。ストレス状態を把握することは、効果的な指導をするためにも、選手自身が自分の状態をコントロールするためにも重要なことであるが、ストレスの感じ方はあくまで主観的なデータであり、客観的な指標を用いて評価していくことも必要であると考えられる。

ストレスの客観的な指標としては、従来、コルチゾールやノルアドレナリンなどの物質がストレスマーカーとして使用されているが、これらのストレスマーカーは採尿や採血などによる方法が一般的であり、特に採血は侵襲的な検査であるため身体的負担も大きく、その行為自体が被験者にとってストレッサーとなる可能性も大きい。また、刺激を受けてからホルモンが分泌され血液中のデータとして反映されるまでに少なくとも20～30分の時間を要するとされ、ストレスの即時評価は難しいとされている²⁾。そこで、より簡便に短時間でストレスの即時評価ができる方法として、近年、唾液アミラーゼ活性値を用いた方法が研究されている。唾液アミラーゼはそもそも唾液中に存在する消化酵素であるが、その分泌は主に交感神経の支配を受けており、交感神経の興奮により唾液アミラーゼの活性が増大することが明らかにされている³⁾。唾液アミラーゼの分泌は、通常、副腎髄質を経由して分泌される経路のほかに、直接神経作用による制御システムも存在する。この直接神経作用により唾液アミラーゼ分泌が亢進される場合には、応答時間が1～数分と短く、ホルモン作用に比べて格段にレスポンスが速いとされている⁴⁾。さらに唾液の採取は侵襲性もないため、簡易・迅速にストレス反応を測定できる指標として注目されている。

ストレスの客観的指標として、脳波や心拍変動などの生体信号変化をとらえる生理学的評価法もあるが、短時間・非侵襲的という点で注目されているのが加速度脈波を用いた方法である。そもそも脈波とは、動脈の内圧変化によって生じる経時的な血管伝導波のことを指している。脈波は、血中のヘモグロビンに特異的な吸光率をもつ光を指先にあて、反射した光の波形を見ることで読み取ることができる。しかしここで得られる波形は基線が不明瞭で波形が安定せずデータとして用いるのが困難であるため、これを2回微分し波形を明瞭

にしたものが加速度脈波である。加速度脈波の波高やパターンから血管の弾性や血液の心拍出量を知ることができるとされており、主に血管年齢を出したり、動脈硬化の指標として用いられている⁵⁾。また、高田ら⁶⁾は、自律神経活動の指標として使われている心電図のR-R間隔と、加速度脈波のa-a間隔がほぼ一致することから、加速度脈波で自律神経機能を評価できると示唆している。この波形を周波数解析して得られる低周波領域 (Low Frequency, LF) は交感神経と副交感神経の両方の活動性を反映し、高周波領域 (High Frequency, HF) は副交感神経機能の指標となるとされている。そして LF/HF の比から自律神経バランスを評価できるとされており、ストレスや疲労を測定する指標として、さまざまな研究で取り入れられている。

本研究では、肉体的・精神的両方のストレスがあることが予想される剣道の場面を取り上げ、試合前後におけるストレスの反応を主観的・客観的評価により比較し、また、ストレスの感じ方によってストレス反応に差が生じるのかについても検討することを目的とした。

II. 研究方法

A. 対象

G 大学に在学する男子剣道部員を対象に事前に研究の説明を行い、本測定に同意が得られた者とした。測定は 16 名実施したが、本研究においては大会に出場した選手 9 名のみを対象として分析を行った。なお 9 名は 2 つの調査場面（東海地区国立対抗体育大会、東海学生剣道優勝大会）ともに出場している同一の 9 名である。年齢は 18 歳～23 歳 (20.1±0.5 歳) であった。

B. 調査項目・方法

1. 唾液アミラーゼ活性値

唾液アミラーゼモニター（ニプロ社製 CM2.1）を用いて測定した。

測定用チップを舌下に 30 秒挿入してもらい、その後唾液アミラーゼモニターにて測定を実施した。水分摂取を制限することは脱水症を誘発する危険性が高いため、測定前の水分摂取については制限を実施しなかった。試合ごとに 2 群間と前後の比較を行った。

2. 自律神経機能評価値

加速度脈波測定システム（ユメディカ社製 アルテット C）を用いて測定した。

測定は 2 分間安静座位にて実施した。運動後は安静時間を設定せず、運動終了直後から測定を行った。試合ごとに 2 群間と前後の比較を行った。

3. ストレスの感じ方の自覚

ストレスの感じ方についてアンケート調査を行った。アンケート用紙を渡し、被験者自身に記入してもらった。「普段からストレスを感じやすいですか」という質問内容について、「4 とても感じやすい, 3 やや感じやすい, 2 やや感じにくい, 1 感じにくい」の4段階で回答を得た。普段のストレスの感じ方で「とても感じやすい」と「やや感じやすい」と回答した被験者を「ストレスを感じやすい (A) 群」, 「やや感じにくい」と「感じにくい」と回答した被験者を「ストレスを感じにくい (B) 群」とし、出場選手を対象に2群間の比較も行った。

C. 調査場面

場面1：東海地区国立対抗体育大会（以下、国立対抗）

平成29(2017)年7月8日にM県立体育館にて測定を実施した。同大会は被験者らと技術的にほぼ同レベルの大学が多く参加する公式戦である。試合の対象は団体戦とした。団体戦開始前と、団体戦の最終戦直後に、唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値を測定し記録した。なお団体戦開始前の測定時間は、開会式の時間等の都合上、試合開始の約1時間前とした。

場面2：東海学生剣道優勝大会（以下、東海大会）

平成29(2017)年9月18日にA県Iスポーツセンターにて測定を実施した。同大会は、全日本学生剣道優勝大会出場の予選を兼ねた公式戦（I部リーグ、16大学）であり、被験者らよりも技術的にレベルの高い大学も多く参加している。試合の対象は団体戦とした。団体戦開始前と、団体戦の最終戦直後に、唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値を測定し記録した。なお団体戦開始前の測定時間は、開会式の時間等の都合上、試合開始の約1時間半前とした。

D. 倫理的配慮

事前に研究目的・方法の説明会を実施し、研究協力への同意は自由意志であること、本測定が大会の選手選考に影響することはないこと、全体の傾向のみ公表し個人が特定できる形で示されることはないこと、測定開始後もいつでも中止可能であることを説明した。同意書への署名にて同意・承諾を得た。未成年者は本人の署名に加え、親権者の署名にて同意・承諾を得た。

E. 統計処理

対応のある2群の比較にはWilcoxonの符号付順位検定を行い、対応のない2群の比較にはMann-WhitneyのU検定を行った。統計にはStat View Ver.5.0を用い、有意水準は5%とした。数値は平均値±標準誤差で示した。

Ⅲ. 結果

A. 試合結果

1. 国立対抗

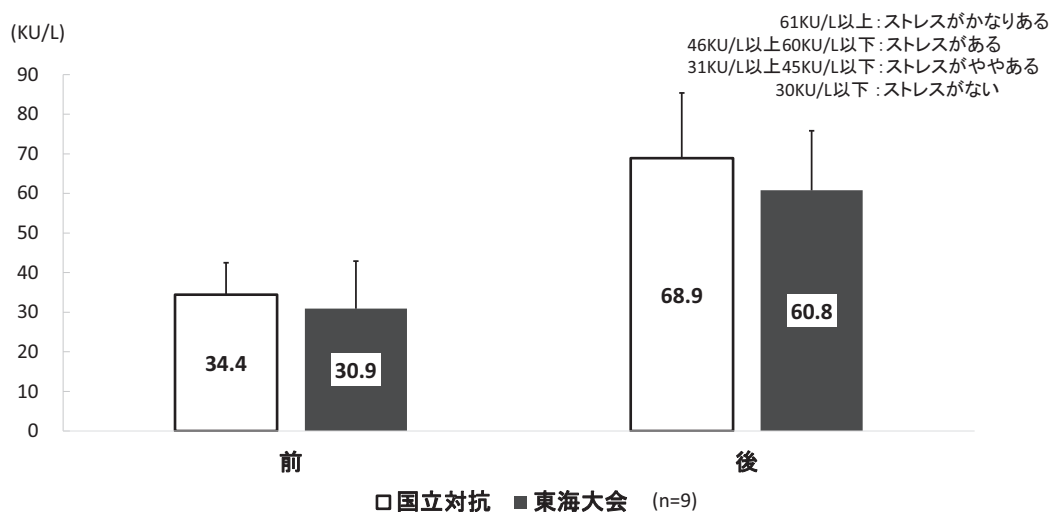
団体戦はリーグ戦で 3 試合, 決勝トーナメントで 2 試合の計 5 試合実施され, 結果は優勝であった。

2. 東海大会

団体戦予選はリーグ戦で 3 試合実施された。結果は決勝トーナメントには進出できず, 予選リーグで敗退した。

B. 唾液アミラーゼ活性値および自律神経機能評価値

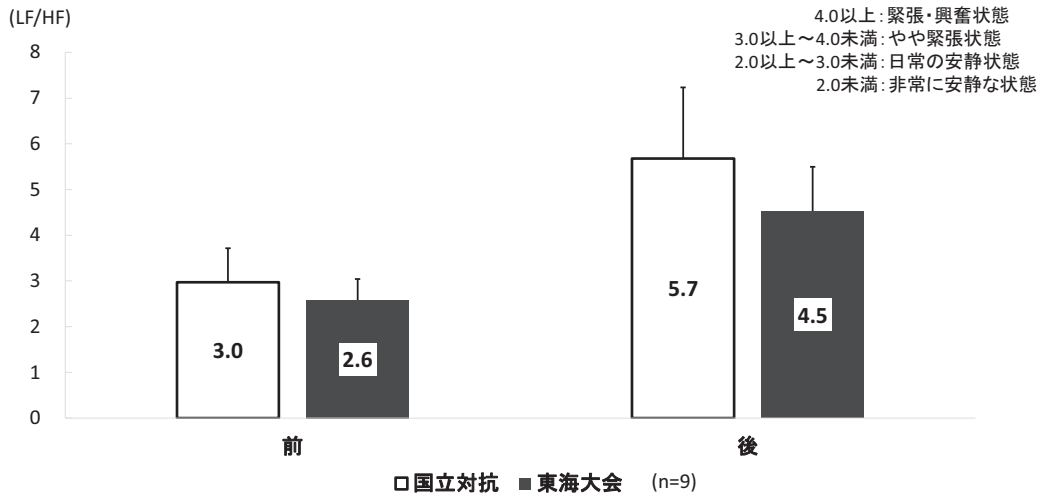
両大会において, 団体戦に 1 試合でも出場した選手を出場選手として (n=9), 試合前後のアミラーゼ活性値を比較した。(図 1) 国立対抗においては試合前 34.4±8.0 KU/L から試合後 68.9±16.5 KU/L, 東海大会においては試合前 30.9±12.0 KU/L から試合後 60.8±15.0 KU/L と, 試合後に両大会において上昇傾向にあったものの, 試合前後で有意差はみられなかった。また国立対抗と東海大会の 2 群間においても有意差はみられなかった。



値は平均値、エラーバーは標準誤差、試合前後の比較 有意差なし(Wilcoxonの符号付順位検定)
 国立対抗と東海大会の比較 有意差なし(Mann-WhitneyのU検定)

図1. 試合前後のアミラーゼ活性値 国立対抗と東海大会の比較

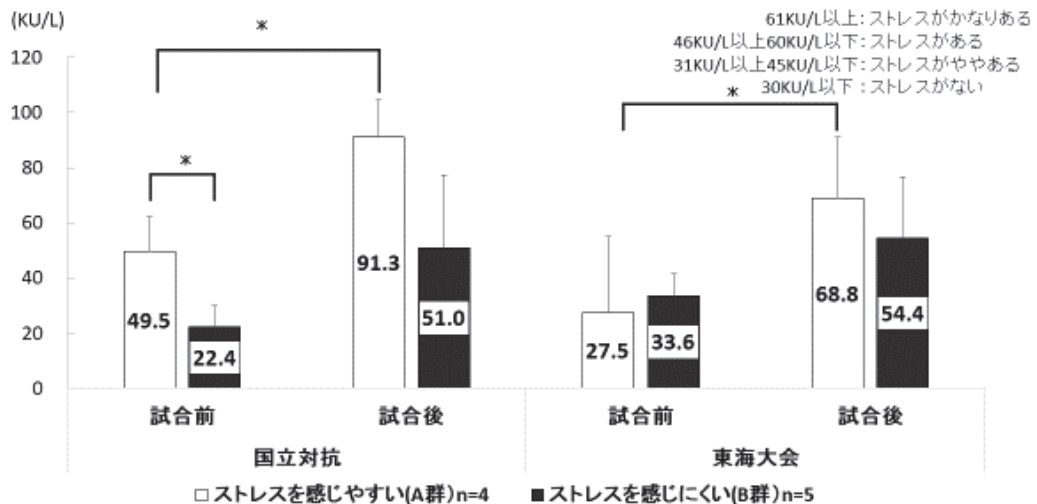
出場選手における試合前後の自律神経機能評価値(LF/HF)は, 国立対抗においては試合前 3.0±0.7 から試合後 5.7±1.6, 東海大会においては試合前 2.6±0.5 から試合後 4.5±1.0 と, 試合後に上昇傾向にあったものの, 有意差はみられなかった。(図 2)



値は平均値、エラーバーは標準誤差、試合前後の比較 有意差なし(Wilcoxonの符号付順位検定)
 国立対抗と東海大会の比較 有意差なし(Mann-WhitneyのU検定)

図2. 試合前後の自律神経機能評価値 国立対抗と東海大会の比較

普段のストレスの感じ方で「ストレスを感じやすい(A)群(n=4)」、「ストレスを感じにくい(B)群(n=5)」の2群に分類し、2群間で比較を行った。(図3) 唾液アミラーゼ活性値は、国立対抗の試合前において、A群 49.5±12.6 KU/L、B群 22.4±7.5 KU/L と、A群が有意(p<0.05)に高値を示した。またA群は、国立対抗試合前 49.5±12.6 KU/L から試合後 91.3±13.5 KU/L、東海大会試合前 27.5±27.5 KU/L から試合後 68.8±22.2KU/L と、両大会において試合後に有意(p<0.05)に上昇していた。



値は平均値、エラーバーは標準誤差、前後の比較 *p<0.05(Wilcoxonの符号付順位検定)
 2群の比較 *p<0.05(Mann-WhitneyのU検定)

図3. ストレスの感じ方別にみた試合前後の唾液アミラーゼ活性値

試合前後の自律神経機能評価値(LF/HF)は、東海大会の試合後において A 群 7.0±1.3, B

群 2.5 ± 0.4 と、A 群が有意 ($p < 0.01$) に高値を示した。また A 群は、国立対抗試合前 2.2 ± 0.6 から試合後 5.5 ± 0.6 、東海大会試合前 2.2 ± 0.9 から試合後 7.0 ± 1.3 と、両大会において有意 ($p < 0.05$) に上昇していた。(図 4)

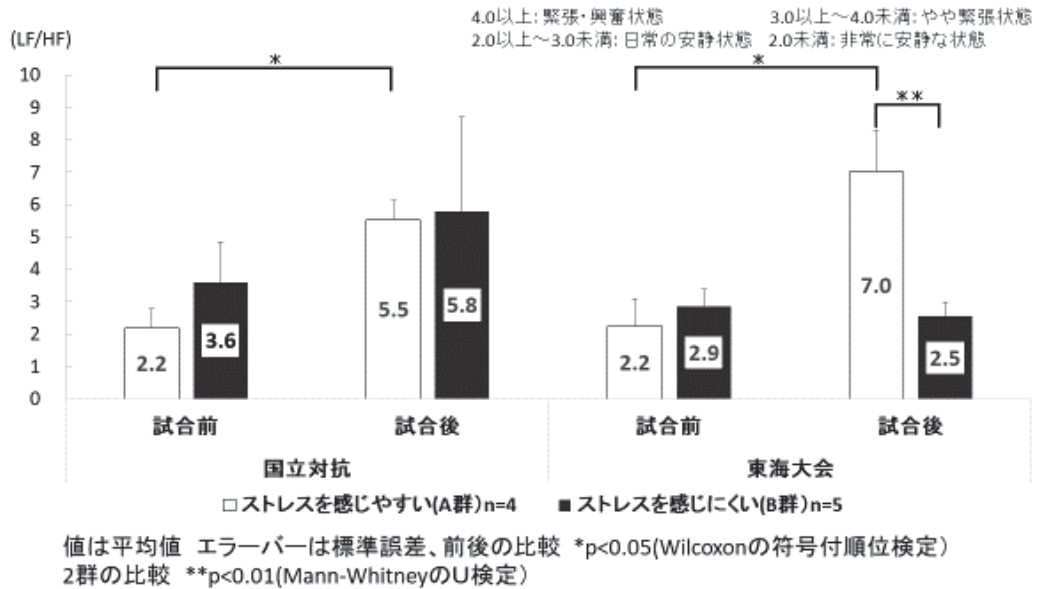


図4. ストレスの感じ別別にみた試合前後の自律神経機能評価値

IV. 考察

出場選手における試合前後のアミラーゼ活性値は、有意差はみられなかったが試合後に上昇する傾向がみられ、また自律神経機能評価値についても同様の傾向がみられた。唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値ともに交感神経活動の指標となるとされている^{4, 6)}ことから、これらの値が上昇するという事は、何らかの要因により交感神経活動が亢進している状態と推測された。

試合前には、精神的緊張から交感神経活動が亢進し、ストレス反応は高値となる事が予想されたが、結果は試合後のほうが高値となる傾向であった。試合後に高値となった要因として、一つ目に試合に出場したことによる肉体的負荷があげられる。試合で体を動かしたことにより交感神経活動が亢進し、唾液アミラーゼ活性値・自律神経機能評価値を上昇させたことが考えられた。

二つ目の要因として、精神的な負荷が考えられる。2つの大会の試合結果をみると、国立対抗は優勝、一方の東海大会はリーグ戦敗退という対照的ともいえる結果であったが、試合後のアミラーゼ活性値・自律神経機能評価値の上昇は、どちらの大会も同じような傾向にあった。先行文献によるとアミラーゼ活性値は不快な刺激で上昇する⁷⁾とされているが、国立対抗に関しては優勝しているため、不快な状態であったとは考えにくい。長野⁸⁾は、スピーチ課題をストレスラーとしたときのストレス反応について、活動的快感情の増大に伴い交感神経活動が亢進し、アミラーゼ活性が増大した可能性を指摘している。今回優勝後に不

快レベルまで上昇したのもそれと同じ要因が考えられる。以上のことから、試合に勝った、あるいは負けたことによる精神的な負荷から交換神経活動が亢進し、唾液アミラーゼ活性値および自律神経機能評価値を上昇させたことが考えられた。

このように、出場選手においては唾液アミラーゼ活性値・自律神経機能評価値ともに試合後に値が上昇する傾向が見られたが、ストレスの感じ方別で比較をすると、その上昇の仕方には差が生じていた。国立対抗試合前の唾液アミラーゼ活性値において、ストレスを感じやすい(A)群はストレスを感じにくい(B)群よりも有意に高値を示した。また東海大会試合後の自律神経機能評価値において、A群はB群よりも有意に高値を示した。そしてA群は両大会において、唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値ともに、試合後に有意に値が上昇していた。

西条⁹⁾によると、ストレッサー(ストレス)は生体の恒常性(内部環境の恒常性)を乱す外乱であり、ストレッサーが生体に負荷されると最終的にその情報が視床下部に伝達され、視床下部は恒常性を回復するため自律神経系、内分泌系、および体性神経系を介してストレス反応を形成する。これらストレッサーのうち、空気中の酸素分圧低下や出血による血圧低下など、生体の内部環境に直接影響を与えるストレッサー(身体的ストレッサー)は、下位脳幹を介して直接視床下部に情報が伝達される。一方で、それ自体は内部環境に直接的な影響を与えないが将来的には影響があることを予告するストレッサー(高次処理依存的ストレッサー:猛獣の姿などの感覚情報)は、まず大脳皮質や視床で処理され、さらにその情報が大脳辺縁系に伝達される。大脳辺縁系、とくに扁桃体は、これら感覚情報が自己の生存(恒常性維持)にとって有益か有害かを評価する生物学的価値評価に中心的な役割を果たし、その結果を視床下部に送っている。扁桃体がどう評価するかによってストレッサーになるかどうかが決まってくるというわけである。このことからA群において、試合後有意に値が上昇していた理由として、一つは試合そのものによる肉体的・精神的負荷が考えられるが、もう一つはストレッサーの捉え方が考えられる。A群は、例えば対戦相手と対峙したときに、その姿を脅威、つまり高次処理依存的ストレッサーと捉えやすいのではないだろうか。また、高橋ら¹⁰⁾は、ストレス対処能力から被験者を高対処能力群と低対処能力群に分類し、唾液アミラーゼ活性値の変化量を求めている。そこから、低対処能力群は行動系のイベントからくる肉体的な疲労に対して反応しやすいことを指摘している。A群が一概にストレス低対処能力群にあてはまるとは言えないが、生体が刺激をストレスと捉えやすいことから、B群よりも肉体的な疲労に対して反応しやすい可能性も考えられた。これらのことから、A群は刺激に対して生体がストレスと捉えやすく、交感神経活動の指標となる唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値を上昇させやすい可能性があることが示唆された。しかし、一方で国立対抗において一番試合成績がよかった被験者はA群であり、ストレスの感じ方と試合におけるパフォーマンスの結果の関連性については、今後検討していきたい課題である。

V. 結論

出場選手において、唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値ともに試合後に上昇傾向にあり、その要因として試合を実施したことによる肉体的、精神的負荷による交感神経活動の亢進が考えられた。

アンケート調査結果から「ストレスを感じやすい群」と「ストレスを感じにくい群」の2群に分け検討した。「ストレスを感じやすい群」は、「ストレスを感じにくい群」と同じように負荷がかかった状況であるにも関わらず、交感神経活動の指標となる唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値が高くなる傾向にあった。このことから、「ストレスを感じやすい群」は同じようなストレス状況下でも生体がストレス刺激と捉えやすく、それが唾液アミラーゼ活性値、自律神経機能評価値を上昇させた可能性が考えられた。

謝辞

本研究に際して、測定に快く協力していただいた岐阜大学剣道部の皆様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 竹宮隆, 下光輝一: 運動とストレス科学, 日本運動生理学会 運動生理学シリーズ 4, 株式会社 杏林書院, 2003
- 2) 田中喜秀, 脇田慎一: ストレスと疲労のバイオマーカー, 日本薬理学雑誌, 137 巻 4 号, 185-188, 2011
- 3) Michael Edgar, Colin Dawes・Denis O'Mullane 編著, 渡部茂監訳: 唾液一歯と口腔の健康 原著第 4 版, 医歯薬出版株式会社, 7-15, 2014
- 4) 山口昌樹, 金森貴裕, 金丸正史他: 唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか, 医用電子と生体工学, 39 巻 3 号, 234-239, 2001
- 5) 高沢謙二, 黒須富士夫, 斎木徳祐他: 加速度脈波による血管年齢の推定, 動脈硬化, 26 巻 11-12 号, 313-319, 1999
- 6) 高田晴子: 動脈硬化と脈圧②加速度脈波と加齢, 血圧 9 巻 12 号, 29-34, 2002
- 7) 金丸正史, 金森貴裕, 山口昌樹他: 唾液アミラーゼ活性によるジェットコースターの感性評価, 電子情報通信学会技術研究報告: 信学技報, 103 巻 132 号, 1-6, 2003
- 8) 長野祐一郎: スピーチ課題が唾液アミラーゼ活性に与える効果, 文京学院大学人間学部研究紀要, Vol.10.No.1, 221-228, 2008
- 9) 西条寿夫, 堀悦郎, 小野 武年: ストレス反応の身体表出における大脳辺縁系— 視床下部の役割, 日本薬理学雑誌, 126 巻 3 号, 184-188, 2005
- 10) 高橋紳一郎, 中川卓也, 長谷川大他: 日常的なストレスマネジメントへ向けたストレス耐性別の短期ストレスに対する唾液アミラーゼ活性と主観評価の関係調査, 情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集, 2014 巻 1 号, 403-404, 2014

