

剣道夏季強化合宿におけるCoQ10摂取の影響

—ヒト血清アルブミンの酸化・還元状態, 加速度脈波, 唾液アミラーゼ活性の面から—

Effects of coenzyme Q₁₀ on oxidation state of serum albumin, acceleration plethysmography, salivary amylase activity during *kendo* summer training camp

今井 一¹⁾, 上田寛子¹⁾, 今井七重²⁾, 久保あゆみ²⁾

福富真智子¹⁾³⁾, 福富 悌³⁾, ルー・ジェニファー¹⁾

Hajime IMAI¹⁾, Hiroko UEDA¹⁾, Nanae IMAI²⁾, Ayumi KUBO²⁾,
Machiko FUKUTOMI¹⁾³⁾, Osamu FUKUTOMI³⁾ and Jennifer LUE¹⁾

- 1) 岐阜大学教育学部保健体育講座
Department Health and Physical Education, Faculty of Education, Gifu University
- 2) 中部学院大学
Chubu Gakuin University
- 3) 福富医院
Fukutomi Children's Clinic

Abstract

We investigated the effects of CoQ₁₀ on the oxidation state of serum albumin, acceleration plethysmography (APG) signals, and salivary amylase activity of participants in a university *kendo* summer training camp. 14 male team members (mean age = 20.6 ± 1.2 years) were divided evenly into a control group and an experimental group. Starting one week prior to the camp, the experimental group ingested CoQ₁₀ after every meal for a total of 300mg/day, increased to 900mg/day during camp.

Albumin oxidation state, pulse wave form, and salivary amylase activity were measured three times—one week before camp, just before the start of camp, and after the camp ended. Serum albumin oxidation state was significantly higher after camp than before camp, but there was no significant difference between groups. APG analysis revealed a slight increasing trend in the ratio of low to high frequency wave form components (LF/HF) in both groups; however, LF/HF was significantly lower ($p < 0.05$) in the experimental group compared to the control group just before the start of camp. In the first two measurements, salivary amylase activity was somewhat lower in the experimental group than the control group. For both groups, salivary amylase activity increased significantly in the measurement after training camp.

In conclusion, although we found no distinct differences between groups in serum albumin oxidation state, we cannot rule out effects of CoQ₁₀ on pulse wave form and salivary amylase activity and therefore look forward to further investigation.

キーワード：還元型コエンザイムQ10, ヒト血清アルブミン, 酸化還元状態, 加速度脈波, 唾液アミラーゼ活性

Key words : reduced CoQ₁₀, human serum albumin(HSA), redox state, acceleration plethysmography, salivary amylase activity

I. 序論

コエンザイムQ10 (以下, CoQ10) は, このアンチエイジングの分野で注目される抗酸化物質の一つである。現在, 老化促進を抑制するには, 活性酸素・フリーラジカルの生成, 消去, 修復のバランスが重要である¹⁾が, CoQ10が抗酸化物質として注目される理由には, 自らが抗酸化物質として脂質の酸化防御に働く一方で, ビタミンEの抗酸化力を強化する作用があるということが挙げられる。ビタミンEは自らが酸化されることで効力を発揮するが, 酸化するとビタミンEラジカルとなり, ラジカルが増加すると今度は生体の酸化を進めてしまう。しかし, CoQ10が存在するとラジカルを還元して再び抗酸化力のあるビタミンEに戻すため, CoQ10は生体の酸化防御において重要な物質である²⁾。

ヒト血清アルブミン (human serum albumin; HSA) は肝臓で合成される単純タンパク質で, その総量の約40%は血液中に存在し, 総血清タンパク質の約50%を占めている³⁾。HSAは構造上の特徴として分子内に反応性の高いSH基を1個有する。このSH基にいかなる物質をも結合していないアルブミンを還元型アルブミン (human mercapt albumin; HMA) といい, このSH基が他の物質と共有結合したものを酸化型アルブミン (human nonmercapt albumin; HNA) という。ヒト血清アルブミン (HSA) は還元型アルブミン (HMA) と酸化型アルブミン (HNA) の混合物で, その酸化還元状態は生体の酸化ストレスを表す1つの指標となっている⁴⁾。これまでヒト血清アルブミン (HSA) を還元型アルブミン (HMA) と酸化型アルブミン (HNA) とに分離観測できる特殊なカラムを用いた高速液体クロマトグラフィー (high-performance liquid chromatography, HPLC) 分析において, 大学男子剣道部員を対象に数日間にわたり繰り返し行われる激しい運動トレーニング (強化合宿) により還元型アルブミン (HMA) の割合が有意に減少すること⁴⁾, ブラジル産プロポリスを摂取することによりその減少が有意に緩和される (抗酸化作用がある) こと⁵⁾などを報告している。

自律神経機能評価値は, 加速度脈波測定システムを用いて測定する。従来心電図によって検査されてきたが, このシステムは持ち運びもでき, 測定部位が指先のため座位着衣のまま, 2分ほどで計測できる簡便なものである。システムは加速度脈波計及びコンピューターソフトで構成されており, 加速度脈波を測定すると, 心拍変動係数 (CV%) 及び周波数解析による交感神経機能を反映する低周波領域 (low frequency ; LF) と主に副交感神経機能を反映する高周波領域 (high frequency ; HF) のパワー値の比 (LF/HF) が自動算出される⁶⁾。自律神経機能評価値とはこのLF/HFのことであり, 交感神経機能と副交感神経機能のバランスを表している。したがって, 自律神経機能評価値 (LF/HF) の増大は交感神経機能の亢進を示し, 疲労の定量化⁷⁾やメンタルストレスの評価⁸⁾において有用であるという知見や, 学校現場で加速度脈波による自律神経機能評価値を用いることにより, 生徒の心身愁訴を客観的に評価できる可能性を示唆する報告⁹⁾もある。

唾液アミラーゼ活性値は, 本体とテストストリップ (使い捨て式) で構成される携帯式交感神経モニタを使用し, 計1分ほどで分析ができる。唾液アミラーゼは, 交感神経-副腎髄質系 (Sympathetic nervous-adrenal medullary system ; SAM system), すなわちノルエピネフリンの制御を受けているだけでなく, 直接神経作用による制御システムも存在する¹⁰⁾。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分~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。唾液アミラーゼ活性値は, 不快な刺激では上昇し, 快適な刺激では逆に低下することが報告されており, 快適と不快を判別できるといわれている¹⁰⁾。また, 主観的指標の1つであるPOMSとの関連性も示唆されている¹¹⁾。

そこで今回は, ヒト血清アルブミン (HSA) の酸化還元状態, 自律神経機能評価値 (LF/HF) 及び唾液アミラーゼ活性値の面から大学男子剣道部員を対象に剣道夏季強化合宿においてCoQ10摂取が酸化ストレス, 精神的ストレス, 疲労に与える影響について検討を行った。

II. 研究方法

A. 対象

剣道夏季強化合宿に参加したG大学剣道部員の中から本測定に同意した男子14名を被験者とした。事前に測定内容について十分な説明を行い、同意を得られた者のみを被験者とした。なお、本研究は岐阜大学医学研究等倫理審査委員会の承認を得ている。

対象とした剣道夏季強化合宿は2014年7月10日（午後）～13日の（午後）の4日間にわたり1日2回の練習を行い、午前2回・午後5回の計7回行った。午前の練習は約2時間行い、練習内容は基本技、応用技、打ち込み、追い込み、区分稽古、掛り稽古であった。午後の練習は約3時間行い、練習内容は試合稽古、打ち込み、追い込み、区分稽古、掛り稽古であった。

基本的には以上の練習時間と練習内容であったが、合宿3日目（12日）においては他校の練習参加のため練習時間を変更し、午前の練習は行わず午後から2回練習を行った。前半（約3時間）は試合稽古を中心に行い、後半（約2時間）は基本技、応用技、打ち込み、追い込み、区分稽古、掛り稽古を行った。前半と後半の練習間の休憩時間は2時間であった。

表1 被験者の特性

	全体	A群 (CoQ10摂取)	B群 (非摂取)
学年 [年]	3.1±1.1	3.3±0.4	3.0±0.4
年齢 [歳]	20.6±1.2	21.0±0.4	20.3±0.5
身長 [cm]	170.6±4.7	170.3±1.4	171.0±2.2
体重 [kg]	63.0±7.4	63.3±3.9	62.6±1.4
経験年数 [年]	13.3±2.6	12.9±1.2	13.7±0.6
段位 [段]	2.9±0.6	2.9±0.3	3.0±0.2

全体:n=14, A群:n=7, B群:n=7

全体: 平均値±標準偏差
A群・B群: 平均値±標準誤差

B. CoQ10の摂取

被験者を学年、年齢、身長、体重、段位、剣道経験年数等を考慮し、CoQ10摂取群（n=7）と非摂取群（n=7）の2群に分け測定を実施した（表1）。CoQ10摂取群は、合宿1週間前（7月3日）から合宿終了日（7月14日）までの11日間、K社製還元型CoQ10を摂取した。摂取量は、合宿1週間前（7月3日）から合宿開始前日（7月9日）までの7日間は毎食直後100mg摂取し、300mg/日とした。また、合宿開始日（7月10日）から合宿終了日（7月14日）までの4日間は毎食直後300mg摂取し、900mg/日とした。

CoQ10の高用量摂取の安全性は中高齢者や疾患患者において既に確認されている。吉川ら¹²⁾は、平均年齢39.3歳の健康人において900mg/日のCoQ10を4週間投与した結果、CoQ10摂取群で軟便/下痢、頭痛、腹痛などの症状が報告されたが、これらは一時的かつ軽微であり、1～2例の少数にのみであった。また、Shultsら¹³⁾は初期パーキンソン病患者において1200mg/日のCoQ10を16ヵ月投与した結果、パーキンソン病による脳機能低下を抑制されることを報告している。合宿中の4日間は900mg/日と高用量であったが、先行研究と比べ期間が非常に短く、実際に副作用を訴える被験者もいなかった。

C. 測定・調査項目と方法

1. WBGTの測定

練習中の暑熱環境を把握するため、WBGT (Wet-bulb Globe Temperature) 計 (京都電子工業社製 WBGT-101) を用いて練習中5分毎にWBGT (°C) を測定した。

2. ヒト血清アルブミン (HSA) の酸化・還元状態の測定

合宿1週間前の安静時、合宿1日目の練習前 (合宿前)、合宿最終日 (合宿後) の練習後の3回採血を行った。採血量は約3mlであった。採血後、血漿成分の加圧濾過までの処理を行い、分析まで-80°Cにて凍結保存した。HSAの分析は改良法¹⁴⁾により、次のように構成された高速液体クロマトグラフィー (HPLC) システムにより行った。

- ・HPLC用カラム: Shodex Asahipak ES-502N 7C (昭和電工社製) 1本; カラム温度, 35±0.5°C
- ・オートサンプラー: AS-8010 (東ソー社製); 注入量; 2 µl
- ・ポンプ: CCPM (東ソー社製); 流速; 1.0ml/min
- ・検出: UV6000LP (Thermo Separation Products Inc製, USA)
- ・溶出: エタノール直線勾配 (0→5%) 移動相: 0.05M酢酸ナトリウム-0.40M硫酸ナトリウム緩衝液 (pH4.85)

3. 自律神経評価値 (LF/HF) の測定

合宿1週間前の安静時、合宿1日目の練習前 (合宿前)、合宿最終日 (合宿後) の練習後の採血前に加速度脈波測定システム (ユメディカ社製 アルテットC) を用い安静座位、非利き手の示指にて2分間測定した。

4. 唾液アミラーゼ活性値の測定

合宿1週間前の安静時、合宿1日目の練習前、合宿最終日の練習後の採血前に唾液アミラーゼモニター (ニプロ社製 CM-2.1) を用い測定した。

D. 統計処理

統計にはStat View Ver. 5.0を用い、合宿前後の比較にはWilcoxon符号付順位検定を行い、CoQ10摂取群と非摂取群の2群の比較にはMann-Whitney U検定を行った。有意水準は5%とした。なお、今回は合宿1週間前を含めた3群間の比較は行わず、合宿前と合宿後の比較のみを行った。平均値は表1の被験者全体以外、全て平均値±標準誤差で示した。

Ⅲ. 結果と考察

A. WBGTについて

全7回の練習のうち1日目から3日目で「警戒域」(WBGT25~28°C)、4日目で「注意域」(WBGT21~25°C)を示し、合宿全体を通しての平均値は25.3±0.1°Cで「警戒域」であった。

B. ヒト血清アルブミン (HSA) の酸化還元状態について (図1, 2)

還元型アルブミン (HMA) の割合は、合宿1週間前はCoQ10摂取群81.3±1.4%、非摂取群79.6±0.9%、合宿前はCoQ10摂取群80.1±1.1%、非摂取群82.2±0.9%、合宿後はCoQ10摂取群72.7±1.1%、非摂取群72.2±0.8%であった。合宿後は合宿前に比べ両群ともに有意に (p<0.05) 減少したが、両群間に有意な差はみられなかった。合宿前を基準にした合宿後の割合はCoQ10摂取群90.8±1.4%、非摂取群87.9±1.2%とCoQ10摂取群の方が高い値を示したが両群間に有意な差はみられなかった。

合宿1週間前、合宿前、合宿後の還元型アルブミン (HMA) の割合は両群間に有意な差はみられず、両群において合宿後は合宿前に比べ有意 (p<0.05) に減少したことから、CoQ10摂取によって合宿後における還元型アルブミン (HMA) の割合の減少を緩和する傾向はみられなかった。予備的研

究でデータは示さないが、今回の測定の前年（2013年）に剣道夏季強化合宿を対象に合宿1週間前から合宿後まで、CoQ10摂取量300mg/日で二重盲検法にて実施したが結果は今回と同様であった。抗酸化物質の総合的な抗酸化作用を知るためには、水溶性及び脂溶性抗酸化因子による抗酸化作用をそれぞれ測定して総合的に判断する必要がある¹⁵⁾。CoQ10が抗酸化物質として脂質の酸化防御として働くことは認められており、ヒト血清アルブミン(HSA)の酸化還元状態は水溶性の抗酸化作用の指標であることからCoQ10は水溶性では抗酸化作用を示さないことが推測された。

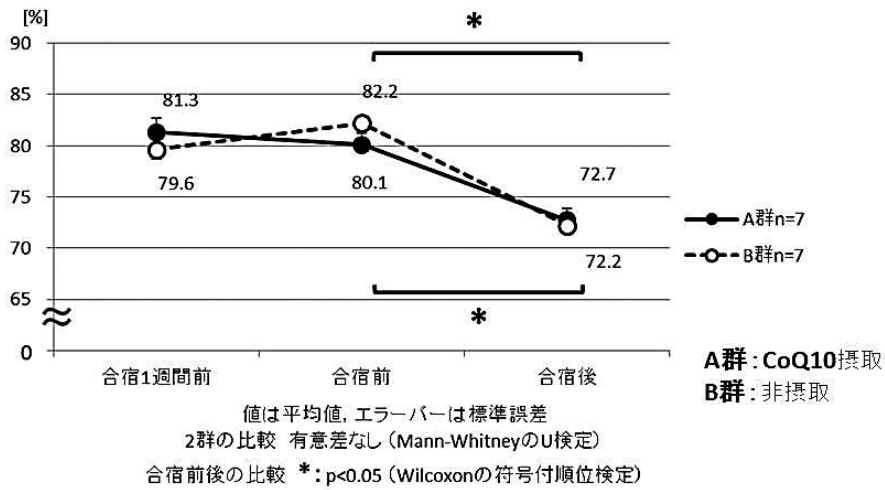


図1 還元型アルブミンの割合の変化

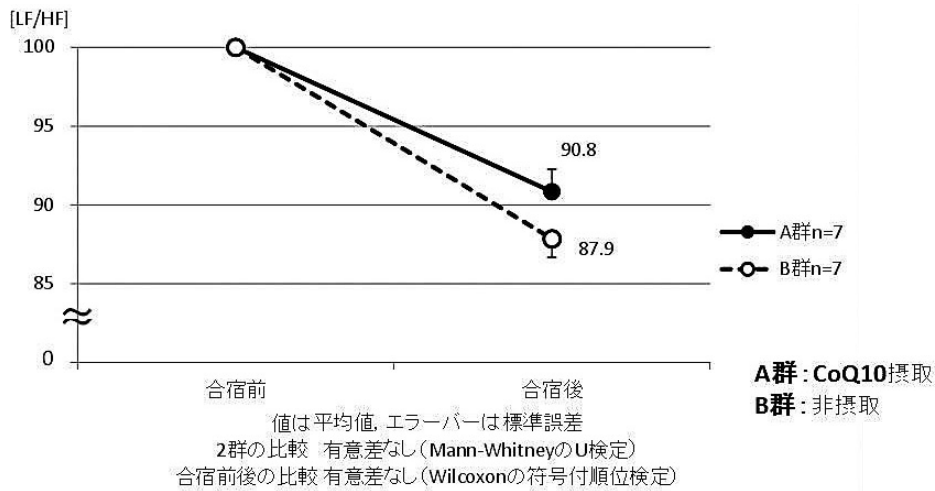


図2 合宿前を基準 (100%) とした合宿後の割合

C. 自律神経評価値 (LF/HF) について (図3)

合宿1週間前における自律神経評価値 (LF/HF) は、CoQ10摂取群は 2.2 ± 0.5 、非摂取群は 2.5 ± 0.5 であった。合宿前においては、CoQ10摂取群は 3.1 ± 0.7 、非摂取群は 0.7 ± 0.1 であった。合宿後においては、CoQ10摂取群は 4.1 ± 1.1 、非摂取群は 4.3 ± 1.5 であった。合宿前後の比較においては両群ともに有意な差はみられなかった。また、2群の比較においては、合宿前の値が非摂取群に対してCoQ10摂取群が有意 ($p < 0.05$) に高値を示した。

合宿前後の比較においては両群ともに有意な差はみられなかったが、2群の比較において合宿前の値が非摂取群に対してCoQ10摂取群が有意 ($p < 0.05$) に高値を示した。自律神経機能評価値 (LF/HF) は、交感神経機能を反映する低周波領域のパワー値 (LF) と主に副交感神経機能を反映

する高周波領域のパワー値（HF）の比であり、交感神経機能と副交感神経機能のバランス（自律神経機能のバランス）を評価する指標である。LFとHFの比であるため、LF/HFの上昇は交感神経活動が優位な状態、つまり、緊張・興奮状態を意味する。高田らの報告⁶⁾によると、非常に安静な状態ではLF/HFは2.0より小さく、日常の安静時では2.0～3.0程度となり、副交感神経活動が抑制または交感神経活動の興奮状態では、LF/HFが4.0以上の値になる。また、高田⁸⁾は精神科もしくは心療内科から診断書が提出され、休職を経て復職の過程にある人のメンタルストレス評価に加速度脈波の測定によるLF/HFを用い検討を行った。その結果、健常群におけるLF/HFは3.0以上が15.9%であったのに対して、強いストレスを慢性的に感じていると推察される復職後フォローアップ群においては60%以上であったことを報告しており、緊張状態におけるLF/HFは3.0以上という目安がストレス評価の指標として有用である可能性を示唆している。また、疲労に対して定量化の試みを検討した例もある。倉恒ら⁷⁾は、20～59歳の慢性疲労症候群患者を対象に自律神経機能評価を行った結果、LF/HFは各年代で疲労度が増す程上昇する傾向を認め、特に健常者群と重症群との比較では全年代において有意な上昇を認め、相対的交感神経機能の亢進を認めたと報告している。同様に、20～39歳の慢性疲労症候群患者を対象とした山口ら¹⁶⁾による検討においても、疲労の程度が増悪するに従い有意にLF/HFが上昇し、疲労の程度が増大するに従い相対的に交感神経機能が優位になっていたと報告されている。辰田ら¹⁷⁾は、女性外来を受診した就労者の疲労とストレスを調査した結果、頭痛や嘔吐、肩こりなどの自覚症状が多いとLF/HFが上昇し、相対的交感神経優位で緊張状態にあると考えられると報告している。女性外来における応用検討は錦織ら¹⁸⁾も行っており、気分障害群においてLF/HFが高値を示し、疾患と自律神経機能や、症例毎の臨床症状と自律神経機能は関連があると思われると報告している。

今回、合宿後は合宿前と比べて有意な差は両群ともにみられなかったものの合宿後において両群ともにLF/HFが4.0以上に上昇し、相対的に交感神経機能の亢進が認められたことから、連日の練習により身体的、精神的ストレスや疲労が蓄積されていたと考えられる。また、CoQ10の摂取を始めた合宿1週間前には両群間に差はみられなかったが、合宿前の段階でCoQ10摂取群はLF/HFが3.1±0.7を示したのに対して非摂取群は0.7±0.1を示し、かつ両群に有意な差がみられた。このことから、CoQ10摂取群は合宿を前にしてやや緊張・興奮状態で精神的ストレスを感じていたにもかかわらず、非摂取群は非常に安静な状態で精神的ストレスを感じていなかったとも推察されるが、このことに関しては唾液アミラーゼ活性の結果と合わせて検討する。

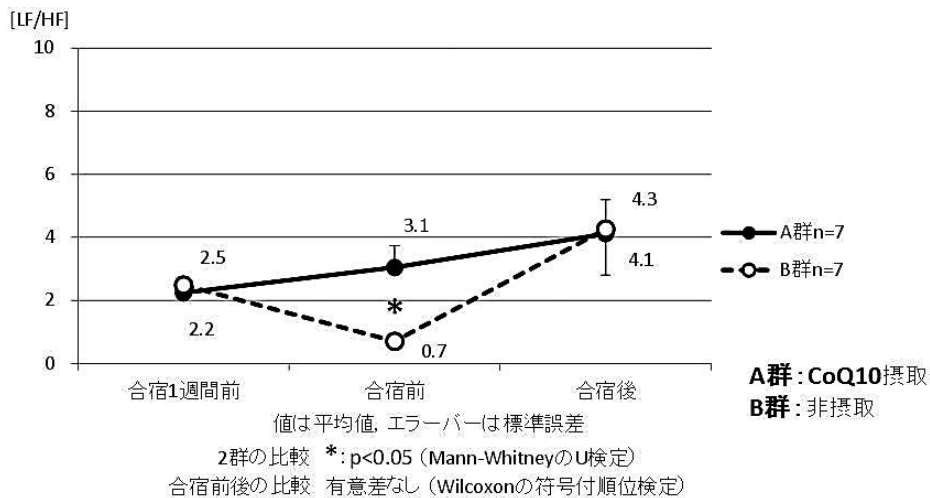


図3 自律神経機能評価値 (LF/HF) の変化

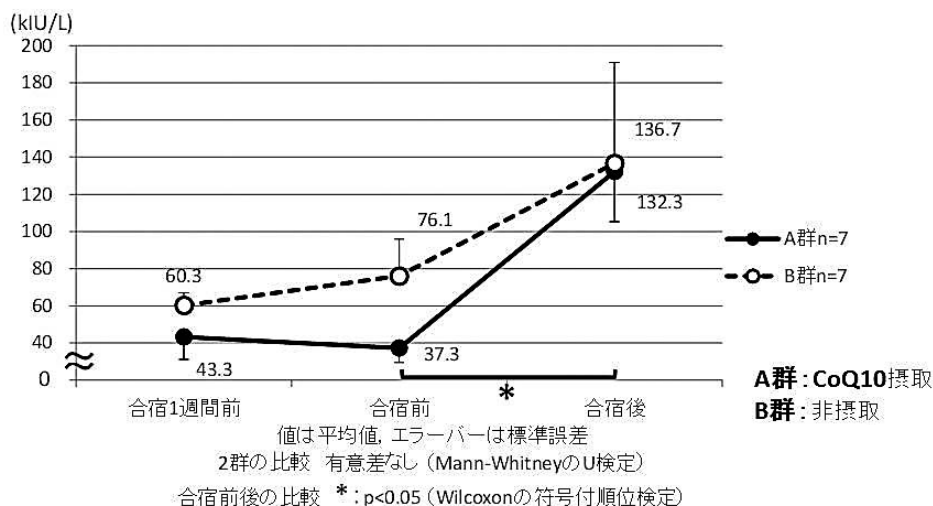


図4 唾液アミラーゼ活性値の変化

D. 唾液アミラーゼ活性値について (図4)

合宿1週間前における唾液アミラーゼ活性値は、CoQ10摂取群は43.3±12.1 kIU/L、非摂取群は60.3±6.7 kIU/Lであった。合宿前においては、CoQ10摂取群は37.3±7.7 kIU/L、非摂取群は76.1±19.7 kIU/Lであった。合宿後においては、CoQ10摂取群は132.3±27.0 kIU/L、非摂取群は136.7±54.3 kIU/Lであった。合宿前後の比較において、CoQ10摂取群に有意 (p<0.05) な上昇がみられた。また、2群の比較においては有意な差はみられなかった。

合宿前後の比較において、CoQ10摂取群に有意 (p<0.05) な上昇がみられた。唾液アミラーゼ活性値は、不快な刺激では上昇し、快適な刺激では逆に低下することがわかっており、快適と不快を判別できる可能性が示唆されている¹⁰⁾。また、簡便性と随時性に優れ、測定による負荷も非常に小さいため、子どもから大人、医療現場からスポーツ現場まで様々な対象におけるストレス評価に用いることが可能である。後藤ら¹⁹⁾は、小児科外来を訪れた子どもがストレスを感じたと思われる場面で唾液アミラーゼ活性値を測定したところ、注射などの痛み刺激を伴う処置後に唾液アミラーゼ活性値が有意に上昇したが、唾液アミラーゼ活性は個体差の大きい反応であることが推察されたことを報告している。中野ら²⁰⁾は、スポーツ選手における体調管理の指標として唾液アミラーゼ活性値を用いた検討を行ったところ、主に長距離競技を行っている男性において自覚的体調及び自覚的疲労感と唾液アミラーゼ活性値との間に有意な相関があり、体調や疲労感が悪化すると唾液アミラーゼ活性値が上昇したこと、しかし、女性においては体調や疲労感と唾液アミラーゼ活性値との有意な相関はみられず、男女で反応が異なる可能性があることを報告していることから、男女の違いについても考慮する必要がある。

今回、合宿後において両群に唾液アミラーゼ活性値の上昇傾向がみられたことから、連日の練習によりストレスが増大し、合宿前よりも不快な状態であったことが推察される。また、CoQ10の摂取を始めた合宿1週間前には自律神経機能評価値 (LF/HF) 及び唾液アミラーゼ活性値に両群間の差はみられなかったが、合宿前において、自律神経機能評価値 (LF/HF) では、非摂取群よりCoQ10摂取群の方が有意 (p<0.05) に高値を示し、唾液アミラーゼ活性値では非摂取群に対してCoQ10摂取群が低値を示した。これはCoQ10摂取群が合宿前において非摂取群に比べて交感神経活動が亢進し、かつ唾液アミラーゼ活性値が快適な状態を示していることから、合宿に参加する直前としては安定的で好ましい状態であったと推測される。池田ら²¹⁾は、女子大学生バスケットボール部員を対象に150mg/日のCoQ10を約1ヶ月間摂取し、CoQ10が心理的要素に与える影響を検討した結果、感性測定におい

ては運動負荷前にプラセボ群より有意に快感情を示したとの報告もあることから、1週間のCoQ10摂取の影響とも考えられるので今後検討する必要がある。

IV. 総括

合宿1週間前、合宿前、合宿後の還元型アルブミン(HMA)の割合は両群(CoQ10摂取群と非摂取群)間に有意な差はみられず、合宿後は合宿前に比べ有意($p < 0.05$)に減少したことから、CoQ10摂取によって合宿後における還元型アルブミン(HMA)の割合の減少を緩和する傾向はみられなかった。CoQ10が抗酸化物質として認められていることから、要因として抗酸化物質の水溶性及び脂溶性抗酸化因子による抗酸化作用の違いが推測された。また、合宿前の自律神経評価値(LF/HF)、唾液アミラーゼ活性値の結果から1週間のCoQ10摂取が自律神経バランスと精神的ストレスに良い影響を与えた可能性が示唆されたので今後さらに検討したい。

本研究の一部は、第58回東海学校保健学会(2015年9月、名古屋)において発表した。

謝辞

今回の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。本研究はJSPS科研費25350811の助成を受けたので、記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 吉川敏一, 市川寛: フリーラジカルと抗加齢医学, 日老医誌, 45, 149-151, 2008.
- 2) 吉川敏一, 辻智子(編): コエンザイムQ10(著: 山本 順寛), 『医療従事者のための【完全版】機能性食品ガイド』 講談社, 190-197, 2004.
- 3) Reters, T. Jr. All about Albumin: Academic Press, New York, 9-75, 1996.
- 4) Imai H, Hayashi T, Negawa T. et al. Strenuous exercise-induced change in redox state of human serum albumin during intensive kendo training: Jpn J Physiol, 52(2), 135-140, 2002.
- 5) Imai H, Era S, Hayashi T. et al. Effect of propolis supplementation on the redox state of human serum albumin during high-intensity kendo training: Adv Exerc Sports Physiol, 11(3), 109-113, 2005.
- 6) 高田晴子, 高田幹夫, 金山愛: 心拍変動周波数解析のLF成分・HF成分と心拍変動係数の意義—加速度脈波測定システムによる自律神経機能評価—, 総合健診, 32(6), 504-512, 2005.
- 7) 倉恒弘彦, 山口浩二, 笹部哲也 他: 慢性疲労症候群患者の自律神経機能評価『慢性疲労症候群の実態調査と客観的診断法の検証と普及』 厚生労働科学研究費補助金 平成23年度報告
<http://www.fuksi-kagk-u.ac.jp/guide/efforts/research/kuratsune/h23houkoku.html>
- 8) 高田幹夫: 加速度脈波測定システム(Artett)によるメンタルストレス評価: 復職後のフォローアップにおいて 産業衛生学雑誌, 48, 416, 2006.
- 9) 古田真司, 池原麗子, 長谷川佳奈 他: 高校生における心身愁訴と加速度脈波による自律神経機能評価値の関連, 愛知教育大学研究報告(教育科学編), 55, 47-51, 2006.
- 10) 山口昌樹: 唾液マーカーでストレスを測る, 日本薬理学雑誌, 129(2), 80-84, 2007.
- 11) 辻弘美, 川上正浩: アミラーゼ活性に基づく簡易ストレス測定器を用いたストレス測定と主観的ストレス反応測定との関連性の検討, 大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要, 6, 63-73, 2007.
- 12) 吉川和俊, 竹原功, 宮腰崇: ヒト健康人におけるコエンザイムQ10高用量摂取の安全性, 日本食品化学学会誌, 14(2), 76-81, 2007.
- 13) Shults CW, Oakes D, Kiburtz K. et al. Effects of coenzyme Q10 in early Parkinson disease: evidence of slowing of the functional decline. Arch Neurol, 59, 1541-1550, 2002.
- 14) 今井一, 林知也, 中村浩二 他: 高速液体クロマトグラフィーによるヒト血清アルブミンの酸化・還元状態

- の解析, 教育医学, 43(4), 421-431, 1998.
- 15) 宇佐美英治, 草野源次郎, 片寄貴則 他:天然物中の水溶性抗酸化因子及び脂溶性抗酸化因子による抗酸化作用の評価, 薬学雑誌, 124(11), 847-850, 2004.
 - 16) 山口浩二, 笹部哲也, 倉恒弘彦 他:加速度脈波を用いた疲労評価, 治療, 90(3), 537-547, 2008.
 - 17) 辰田仁美, 北野尚美, 星野寛美 他:女性外来における加速度脈波を用いた疲労測定, 日本職業・災害医学会誌, 61(3), 175-179, 2013.
 - 18) 錦織恭子, 佐々木尊光, 十川博 他:加速度脈波計アルテッドCの女性外来での応用の可能性, 心身医学, 48(6), 541, 2008.
 - 19) 後藤 敦子, 藤枝俊之, 樫本秀美 他:子どものストレス判定の指標としての唾液アミラーゼ測定, 外来小児科, 11(2), 202-205, 2008.
 - 20) 中野貴博, 鈴木岳:スポーツ選手における体調管理指標としての唾液中アミラーゼ活性値の可能性, 名古屋学院大学論集 (人文・自然科学篇), 46(1), 45-54, 2009.
 - 21) 池田早耶香, 豊田一成:還元型CoQ10が心理的要素に与える影響, 聖泉論叢, 17, 127-136, 2009.