

## 剣道夏季強化合宿におけるCoQ10摂取による血圧等への影響

上田寛子<sup>1)</sup>・今井七重<sup>2)</sup>・福富真智子<sup>3)4)</sup>・福富 悌<sup>3)</sup>

ルー・ジェニファー<sup>4)</sup>・今井 一<sup>4)</sup>

The influence of CoQ10 on blood pressure during *kendo* summer training camp

Hiroko UEDA<sup>1)</sup>, Nanae IMAI<sup>2)</sup>, Machiko FUKUTOMI<sup>3)4)</sup>, Osamu FUKUTOMI<sup>3)</sup>,  
Jennifer LUE<sup>4)</sup> and Hajime IMAI<sup>4)</sup>

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

### Abstract

We examined the effects of CoQ10 intake on the blood pressure of young men by conducting a study of thirteen male collegiate *kendo* team members (age = 20.4±1.04 years) during *kendo* summer training camp, where they endure a short but intense term of repeated exercise loads. Seven of the participants were given reduced CoQ10 while the other six were given a placebo for 11 days, beginning one week before training camp and finishing the final day of training camp. Blood pressure was taken everyday in the morning after rising and in the evening before bedtime. A double blind test was utilized. Analysis before and after training camp showed a significant decrease in morning systolic blood pressure. While our results support the prospect that CoQ10 intake decreases blood pressure in young men, we stress the need for further exploration.

キーワード：剣道，還元型コエンザイムQ10，血圧，夏合宿，二重盲検法

**Key words** : *kendo*, reduced CoQ10, blood pressure, summer training camp, double blind test

### 1. 序論

CoQ10とは、我々の体内のほとんど全ての細胞に存在する物質であり、特にミトコンドリアに多く含まれている。その特徴には、(1) エネルギー産生に必要とされる、(2) エネルギー産生で発生した活性酸素を消去する優れた抗酸化能を持つ、の大きく2つが挙げられる。しかし、体内のCoQ10は20歳前後をピークに加齢や疾患、過度の運動や飲酒などによるストレスといった様々な要因によって減少し、これに伴って細胞のエネルギー産生力も低下していく。活発に動いている臓器ほど顕著にその影響が表れ、いちばん減少率が高いのは、ひとときも休むことなく体に血液を供給している心臓で、20歳代のピーク時に比べて、40歳代では30%、80歳代では50%以上のCoQ10が失われてしまう<sup>1)</sup>。これまで、そういった予備能力が低下した状態にあると考えられる高齢者及び疾患患者を対象としたCoQ10摂取に関する研究が多くなされてきた。

CoQ10摂取が高齢者のQOLに与える影響を検討した研究では、CoQ10 (100mg/日) を6ヶ月間摂取した結果、全てのQOL項目で点数の増加がみられ、特に「活力 (疲労感)」や「心の健康 (憂うつ

感)」の改善が報告されている<sup>2)</sup>。また、60歳以上の老年者高血圧患者にCoQ10 (90mg/日) を5ヵ月間投与した検討では、CoQ10は緩徐な降圧効果を有し、投与約2ヵ月目より明らかな降圧効果を発現し、5ヵ月目まで持続したと報告されている<sup>3)</sup>。高血圧治療におけるCoQ10の降圧効果および副作用に関するこれまでの研究をメタアナリシスした結果では、CoQ10に有意な降圧作用が認められ、副作用には重大・重篤なものは認められなかったと報告されている<sup>4,5)</sup>。しかし、対象者にはさまざまなバリエーションがあり、ほとんどの対象者は高血圧症患者あるいは本態性高血圧症であったが、収縮期高血圧、境界域高血圧、冠動脈疾患合併高血圧患者などと一様ではなく、年齢に関しても48~68歳と大きな幅が認められたことから、結果の解釈には注意を要するとしている<sup>4,5)</sup>。CoQ10の血圧に与える影響はII型糖尿病患者においても検討されており、CoQ10 (200mg/日) を12週間投与した結果、有意な血圧低下が報告されている<sup>6)</sup>。血圧とCoQ10との関連性は、37種の栄養補助食品と血圧との関連を調査した大規模なコホート研究によっても示されている<sup>7)</sup>が、前述のメタアナリシスのように対象や方法の違う研究を検討する必要があるほか、若年者の血圧に対する影響についても検討の余地がある。また、35年以上前から心不全における補助療法としての有用性に関する臨床研究も行われており、近年CoQ10の心不全治療における有用性に関する科学的エビデンスは着実に蓄積されており、今後大規模臨床研究試験による実証研究が進展することにより、心不全治療の一端を担うことも期待されている<sup>8)</sup>。

以上のような医療的性格だけでなく、健康食品としての認知度が高いCoQ10であるが、サプリメントとして補給することにより肌のつやが出る、疲れにくくなる、風邪を引かなくなるなどの効果が実感でき、しかも安全な物質であることから、CoQ10は「100年に一度の素材」あるいは「アンチエイジングの切り札」とも呼ばれている<sup>9)</sup>。所属する研究室では、高齢者や疾患患者ではなく若年者へのCoQ10摂取の影響を検討するため、以前にも大学生男子剣道部員を対象に検討を行ってきた。合宿1週間前から合宿最終日までの11日間、CoQ10を600mg/日摂取した結果、合宿期間中に起床時の拡張期血圧に有意な低下がみられたことを報告している<sup>10)</sup>。そこで、今回は短期集中的に繰り返し運動負荷が与えられる夏季剣道強化合宿においてCoQ10摂取が若年者の血圧等に与える影響について摂取量を含め検討を行った。

## II. 研究方法

### A. 被験者 (表1)

男子大学生剣道部員13名を対象とした。また、学年・年齢・段位・剣道経験年数などを考慮し、A群 (n=7) とB群 (n=6) の2群に分けた。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。

表1 被験者の特性

	全体	A群 (CoQ10摂取)	B群 (プラセボ剤摂取)
学年 [年]	2.6±1.0	2.7±1.0	2.5±1.0
年齢 [歳]	20.4±1.0	20.6±1.0	20.2±1.2
身長 [cm]	173.6±6.2	172.1±5.8	175.3±6.8
体重 [kg]	69.8±10.6	66.4±8.7	73.7±12.0
経験年数 [年]	11.9±3.0	12.0±3.3	11.8±2.9
段位 [段]	2.8±0.4	2.7±0.5	2.8±0.4

全体:n=13, A群:n=7, B群:n=6 平均値±標準誤差

## B. 測定期間・CoQ10摂取量

対象とした剣道夏季強化合宿は2013年7月4日(午後)～7日の(午後)の4日間実施し、午前3回・午後4回の計7回の練習を行った。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。

また、合宿開始1週間前から合宿最終日の11日間、A群は還元型CoQ10(K社製)を毎食直後100mgずつ3回に分けて摂取し(以下、CoQ10群)、B群はプラセボ剤を摂取した(以下、プラセボ群)。CoQ10の摂取量については、300mg/日で剣道選手の酸化ストレス及び筋肉障害への効果<sup>11)</sup>やオリンピック候補選手のトレーニング効果の改善<sup>12)</sup>が報告されていることから摂取量300mg/日にて測定を行った。

## C. 測定項目と測定方法

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。被験者は合宿期間中、起床時及び就寝前の血圧と心拍数を自動血圧計(オムロンHEM-7200)を用い、安静座位にて測定を行った。その際、体重の測定も行った(体重計TANITA BC-K01-WH)。また、記録用紙に自覚的コンディションを5段階評価で記入した。起床時は「体調」、「疲労感」、「食欲」の3項目、就寝前は前記3項目と、練習時の状態やパフォーマンスについて評価する「身体的状態」、「技術的状态」、「精神的状态」の3項目を加えた6項目の評価を記入した。なお、本測定は二重盲検法にて実施した。

## D. 統計処理

統計処理にはStat View5.0を使用した。合宿前後の比較にはWilcoxonの符号付順位検定、2群の比較にはMann-WhitneyのU検定を用いた。有意水準は5%未満とした。なお、標本数の関係から、反復測定による分散分析(repeated measures ANOVA)は行わず、合宿前と合宿後の比較のみを行った。なお、「合宿前」のタイミングを起床時は1日目、就寝前は合宿開始の前日とした。「合宿後」のタイミングについては、合宿が終了した翌日には測定値や自覚的コンディションの評価が回復する傾向がみられる<sup>13)</sup>ため、起床時も就寝前も4日目(合宿最終日)とした。

## Ⅲ. 結果と考察

### A. WBGTについて

合宿期間の全7回の練習におけるWBGTの平均値(平均値±標準誤差)は $27.01 \pm 0.66^{\circ}\text{C}$ で「警戒域」であった。このうち「注意域」(WBGT $21 \sim 25^{\circ}\text{C}$ )が2回(初日午後、2日目午前)、「警戒域」(WBGT $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$ )が3回(2日目午後、3日目午前、最終日午前)、「嚴重警戒域」(WBGT $28 \sim 31^{\circ}\text{C}$ )が2回(3日目午後、最終日午後)であった。日本体育協会の熱中症予防のための運動指針<sup>14)</sup>によると、「注意域」以上では熱中症による死亡事故が発生する可能性があるため、熱中症の兆候に注意するとともに運動の合間の積極的な水分補給が必要であるとされており、WBGT $25^{\circ}\text{C}$ 以上では熱中症の危険が増すため積極的に休息をとり水分を補給し、激しい運動では30分おきくらいに休息をとる必要があるとされている。したがって、厳しい暑熱環境であり十分に熱中症の起こり得る環境であった。

### B. 血圧について(図1)

起床時においては、収縮期血圧(図1-A)でCoQ10群に合宿前後で有意( $p < 0.05$ )な低下がみられた。拡張期血圧(図1-C)には両群に合宿前後で有意な差はみられなかったが、合宿2日目においてプラセボ群に上昇傾向がみられた。就寝前においては、収縮期血圧(図1-B)及び拡張期血圧(図1-D)

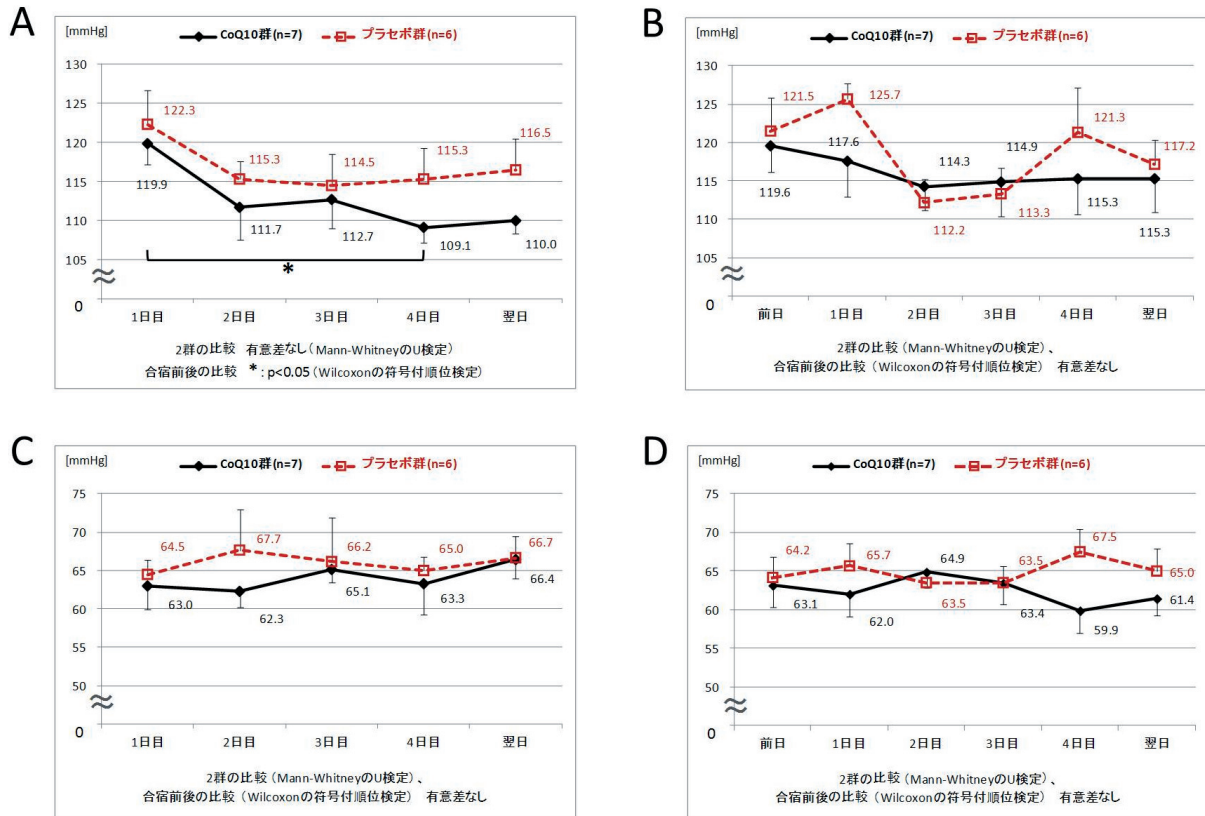


図1. 起床時の収縮期血圧 (A), 拡張期血圧 (C) と就寝前の収縮期血圧 (B), 拡張期血圧 (D) 値は平均値, エラーバーは標準誤差

ともに、両群に合宿前後で有意な差はみられなかったが、合宿2日目と合宿4日目(最終日)においてプラセボ群に上昇傾向がみられた。2群間の比較については全日程において有意な差はみられなかったものの、CoQ10群の方がプラセボ群よりも低い値で安定して推移する傾向にあり、かつ上昇が緩和される傾向がみられた。

先行研究<sup>10)</sup>では、合宿期間中起床時に血圧を測定した結果、拡張期血圧においてCoQ10群に低下がみられ、プラセボ群との間に有意な差があったことを示している。疲労の蓄積度が高まると拡張期血圧の値が増加するという報告<sup>15)</sup>もあることから、CoQ10群では疲労が緩和された可能性が示唆された。今回の測定では、起床時の拡張期血圧に低下はみられなかったため、先行研究<sup>10)</sup>のような疲労の緩和にまでは至らなかったと考えられる。しかし合宿後、起床時の収縮期血圧に有意な低下がみられたほか、就寝前の収縮期血圧、起床時及び就寝前の拡張期血圧においてもプラセボ群よりもCoQ10群の方が安定して推移する傾向がみられた。CoQ10摂取による収縮期血圧の低下やコントロールは、老年者高血圧患者<sup>3)</sup>や収縮期高血圧患者<sup>4)</sup>、II型糖尿病患者<sup>6)</sup>においても報告されていることから、今回の結果はCoQ10摂取による影響であると考えられる。今回、拡張期血圧ではなく収縮期血圧に有意な低下がみられたことには、被験者の食事を含む生活様式を厳密にコントロールすることは容易ではなく<sup>16)</sup>、さらにはCoQ10の摂取量や暑熱環境の違い、練習メニューなどの要因によってもCoQ10が影響する範囲が左右された可能性が考えられる。これらのことから、今回の測定では血圧への影響範囲が収縮期または拡張期という先行研究との差異がみられたものの、CoQ10摂取により若年者においても血圧が低下、または血圧の上昇を緩和することが示唆された。

### C. 心拍数について (図2-A, B)

起床時 (図2-A) においては、両群に合宿前後で有意な差はみられなかったが、合宿2日目におい

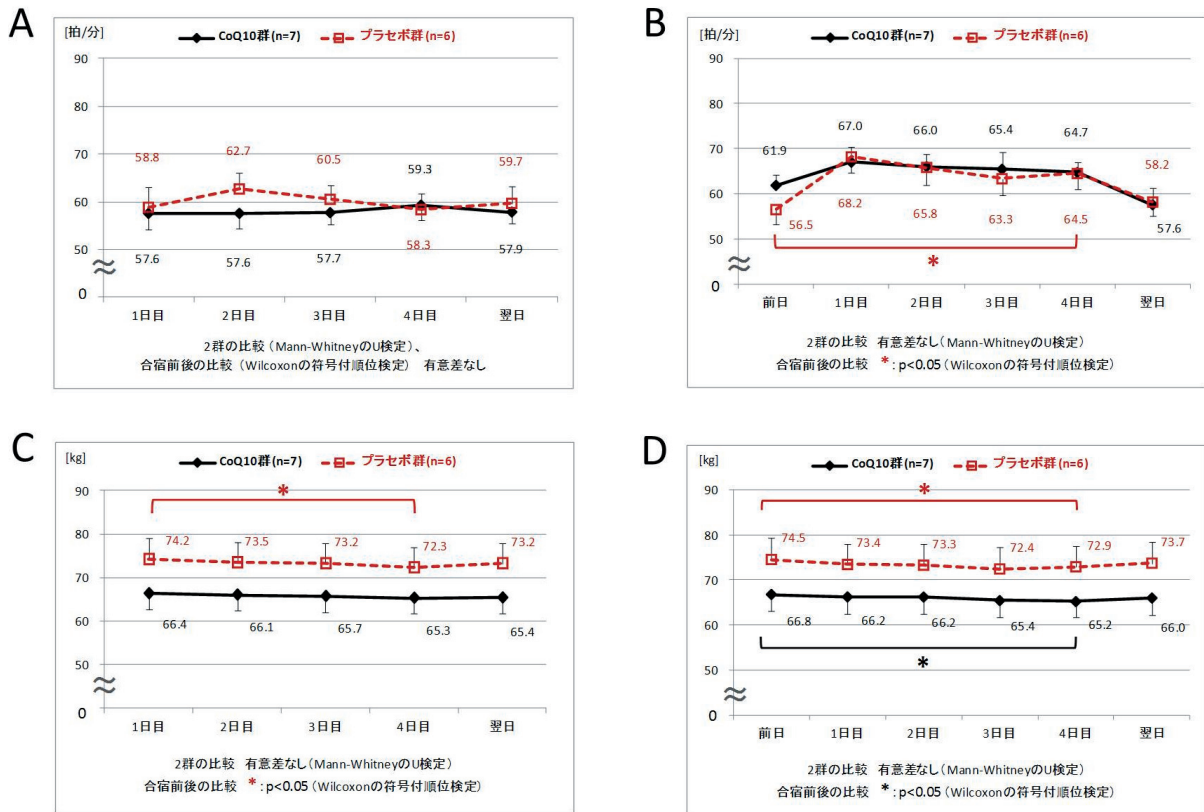


図2. 起床時の心拍数(A), 体重 (C) と就寝前の心拍数 (B), 体重 (D) 値は平均値, エラーバーは標準誤差

てプラセボ群に上昇傾向がみられた。就寝前 (図2-B) においては、プラセボ群に合宿前後で有意 ( $p<0.05$ ) な上昇がみられた。また、血圧と同じく2群間の比較については全日程において有意な差はみられなかったが、起床時にはCoQ10群の方がプラセボ群よりも低い値で推移する傾向がみられた。

就寝前の心拍数でプラセボ群に合宿前後での有意な上昇がみられ、起床時にはCoQ10群の方が低い値で推移する傾向がみられたことから、CoQ10群では心拍数の上昇も緩和された可能性が考えられる。

#### D. 体重について (図2-C, D)

起床時 (図2-C) においては、プラセボ群に合宿前後で有意 ( $p<0.05$ ) な減少がみられた。就寝前 (図2-D) においては、両群に合宿前後で有意 ( $p<0.05$ ) な減少がみられた。

起床時にはプラセボ群に合宿前後で有意な減少がみられたが、起床時及び就寝前で両群ともほぼ同じ傾向で推移しているため、暑熱環境下の練習で繰り返し運動負荷が与えられたことが影響したものと考えられる。

#### E. 自覚的コンディションについて (図3, 4)

起床時において「体調」、「疲労感」、「食欲」の3項目について5段階で評価し記入を行った結果、「体調」(図3-A) において両群に合宿前後で有意 ( $p<0.05$ ) な低下がみられた。また、「疲労感」(図3-C) においてはCoQ10群に合宿前後で有意 ( $p<0.05$ ) な低下がみられた。「食欲」(図3-E) においては両群に合宿前後で有意な差はみられなかった。就寝前においても起床時と同様に3項目について評価し記入した結果、「疲労感」(図3-D) においてCoQ10群に合宿前後で有意 ( $p<0.05$ ) な低下がみられた。「体調」(図3-B) と「食欲」(図3-F) においては両群に合宿前後で有意な差はみられなかつ

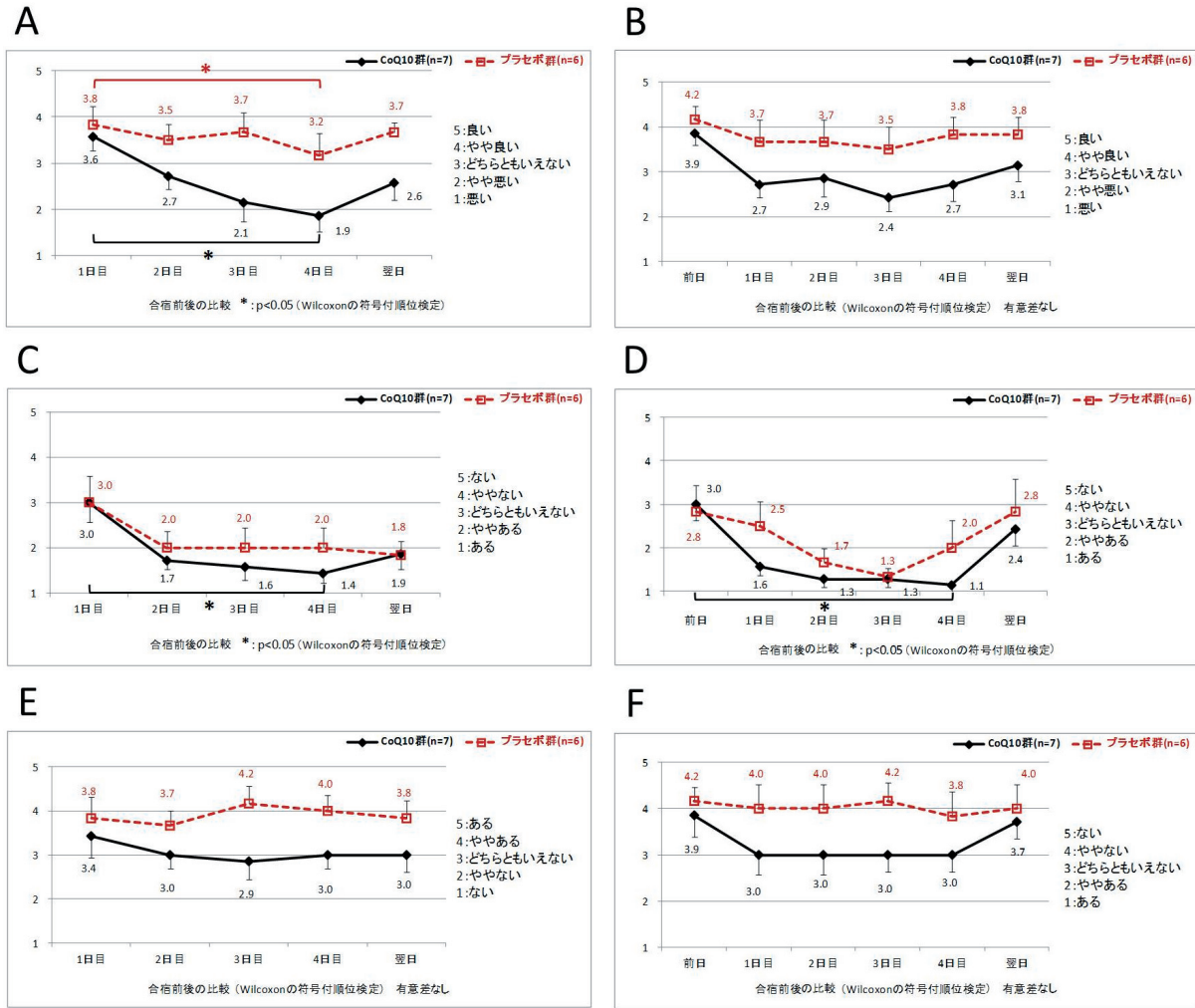


図3. 起床時の体調 (A), 疲労感 (C), 食欲 (E) と就寝前の体調 (B), 疲労感 (D), 食欲 (F) 値は平均値, エラーバーは標準誤差

た。また、練習時の状態やパフォーマンスを評価する「身体的状態」(図4-A), 「技術的状态」(図4-B), 「精神的状态」(図4-C)については、3項目全てにおいて両群に合宿前後で有意な差はみられなかった。なお、起床時及び就寝前に評価を行った3項目と、就寝前だけに評価を行った3項目の計6項目中、「技術的状态」を除く5項目においてCoQ10群の方が低い評価で推移する傾向にあった。

起床時の「体調」で両群に合宿前後で有意な低下がみられたこと、起床時及び就寝前の「疲労感」でCoQ10群のみ合宿前後で有意な低下がみられたこと、そしてほとんど全ての項目でCoQ10群の方が低い評価で推移する傾向にあったことから、CoQ10摂取が自覚的コンディションの維持には影響を与えなかったことが考えられる。また、前述したように起床時の拡張期血圧に低下がみられず、疲労の蓄積が考えられることから「体調」や「疲労感」の低下を説明できる。所属する研究室による研究<sup>17)</sup>では、合宿前後の比較においてプラセボ剤摂取群に起床時の「体調」と「疲労感」、就寝前のみ評価を行った「身体的な状態」に有意な低下がみられ、CoQ10摂取群にはそのような傾向がみられなかったことが報告されている。また、男子競泳選手を対象とした研究<sup>18)</sup>では、試合の6週間前から3週間の練習期間(強化合宿期間を含む)においてCoQ10を300mg/日摂取した結果、自覚的コンディションの全項目においてCoQ10摂取群の方がプラセボ剤摂取群に比べ高いスコアかつ安定したスコアを維持できた傾向にあり、CoQ10摂取により生体ダメージが軽減された(過酸化脂質, GOT, LDHの分析より)ことから説明できるとしている。研究結果ではないが、大学生ラグビー選手がCoQ10

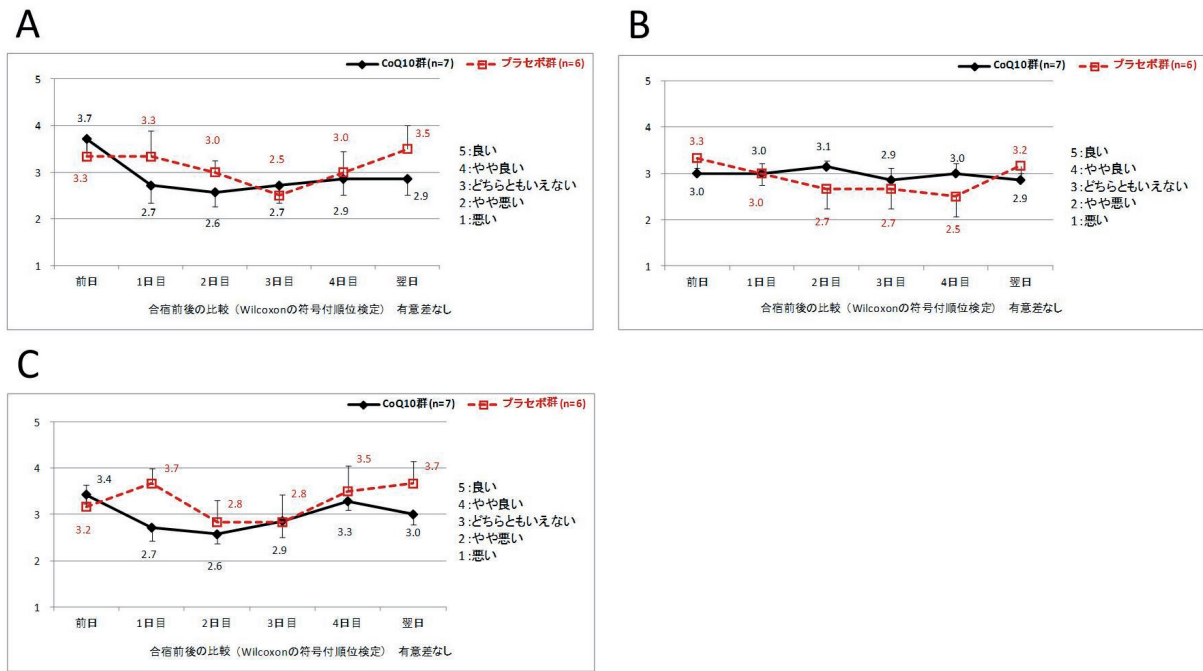


図4. 練習時の状態やパフォーマンスについて評価した身体的状態 (A), 技術的状态 (B), 精神的状态 (C) 値は平均値, エラーバーは標準誤差

を摂取したところ、疲労の軽減や目覚めの改善などを実感しているという声もある<sup>19)</sup>。

今回の測定では、このような従来いわれているCoQ10摂取の効果と違う結果であったが、自覚的コンディションはKonら<sup>11)</sup>やDietmarら<sup>12)</sup>の報告で用いられている客観的指標とは異なるものであり、あくまで主観的な指標であることに留意する必要がある。主観的な指標であるため両群の比較はできず、被験者の数や気質、暑熱環境、運動種目、練習メニューなどの諸条件によっても左右される。また、序論でも述べたように、加齢やストレスなどによって体内のCoQ10が減少し予備能力が低下した状態にある高齢者や疾患患者においてはCoQ10摂取による効果が発現しやすいが、体内のCoQ10保有率がピークである20歳前後の大学生においては既に高い抗酸化力が発揮されているため、CoQ10摂取の効果が発現しにくく実感が得られにくいことも考えられる。そのため今回の測定では、自覚的コンディションには従来の研究結果のようなCoQ10摂取の影響が表れるまでには至らなかったと考えられる。「食欲」については、起床時及び就寝前の両方で両群ともに合宿前後で有意な差はみられず、かつ合宿期間中ほとんどのタイミングで評価3 (どちらもいえない) 以上であったことから、他の項目に比べて比較的練習による影響を受けなかったと考えられる。また、練習時の状態やパフォーマンスについての評価である「身体的状態」、「技術的状态」、「精神的状态」において両群に合宿前後で有意な差がみられなかったことにも、練習に対する意欲や自分のパフォーマンスに対する評価基準の違いなど個人差が表れたのではないかと考えられる。今回の測定ではCoQ10摂取による若年者の自覚的コンディションへの影響はほとんどみられなかった。しかし、CoQ10摂取群の2名において「筋肉痛がこれまでの合宿と比べると緩和された」という感想がみられたことから、この事項を加えた検討も必要であろう。

#### IV. 総括

CoQ10摂取群の起床時における収縮期血圧に合宿前後での有意 ( $p<0.05$ ) な低下がみられた。先行研究<sup>10)</sup>でも夏季剣道強化合宿においてCoQ10摂取群の拡張期血圧に有意 ( $p<0.05$ ) な低下がみられたことが報告されており、収縮期と拡張期の違いはあるものの同様な血圧低下が認められた。一方、自

覚的コンディションについては、起床時及び就寝前の「疲労感」でCoQ10摂取群に合宿前後での有意 ( $p<0.05$ ) な低下がみられたが、その他「体調」、「食欲」は両群同様な傾向を示し、練習時の状態やパフォーマンスを主観的に評価する項目に与える影響もほとんどみられなかった。

#### 謝辞

測定に協力していただきました岐阜大学剣道部の皆様、還元型CoQ10とプラセボ剤をご提供いただきました株式会社カネカ様に厚く御礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 吉川敏一, 辻智子 (編) : コンザイム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.
- 2) 栗原毅 他「還元型コエンザイムQ10 (カネカQH) の高齢者QOL改善」日本健康医学会雑誌 18(3), 96-97, 2009.
- 3) 佐藤磐男 他 : 「老年者高血圧におけるCoenzyme Q10 (Neuquion) の治療効果」薬理と治療 8(3), 1037-1045, 1980.
- 4) Rosenfeldt FL et al. Coenzyme Q10 in the treatment of hypertension : a meta-analysis of the clinical trials. *Journal of Human Hypertension*. 21, 297-306, 2007.
- 5) 三上洋 : 「コエンザイムQ10の降圧効果」血圧 14(8), 760-761, 2007.
- 6) Hodgson JM et al. Coenzyme Q10 improves blood pressure and glycaemic control : a controlled trial in subjects with type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*. 56, 1137-1142, 2002.
- 7) Catherine AM et al. The use of dietary supplements and their association with blood pressure in a large Midwestern cohort. *BMC Complementary and alternative Medicine*. 13(339), 2013.
- 8) 森下竜一 : 「心不全とコエンザイムQ10に関する最近の話題」*Anti-aging Science* 5(3), 269-275, 2013.
- 9) 青木晃 他 (編) : 「第3節 コエンザイムQ10の機能と応用」(著: 山本順寛) 『アンチエイジング・ヘルスフードー抗加齢・疾病予防・健康長寿延長への応用ー』株式会社サイエンスフォーラム 57-65, 2008.
- 10) Kazuha Kizaki et al. Effect of reduced coenzyme Q10 (ubiquinol) supplementation. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2014.
- 11) Kon M et al. Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *British Journal of Nutrition*. 100(4), 903-909, 2008.
- 12) Dietmar Aif et al. Ubiquinol supplementation enhances peak power production in athletes : a double-blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2013.
- 13) Imai H 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.
- 14) 川原貴 他 (編) : 「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」日本体育協会 2006.
- 15) 井上正岩 : 「疲労蓄積度の判定結果と肥満, 血圧との関連」産業衛生学雑誌 48(6), 230, 2006.
- 16) 野口範子 : 「運動に関連する酸化ストレスと抗酸化作用」日本運動生理学雑誌 10(1), 1-8, 2003.
- 17) 前田はるか : 「夏季剣道強化合宿におけるコエンザイムQ10摂取の影響」岐阜大学教育学部保健体育講座平成21年度卒業論文
- 18) 白木孝尚 : 「CoQ10摂取がエリート競泳選手のコンディションに与える影響」*体力科学* 54(6), 649, 2005.
- 19) 分子生理化学研究所 (発行) : 「コエンザイムQ10最前線」エージマネジメント新聞 31, 2014.