

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12640

研究課題名(和文)毛髪コルチゾールはコンディショニングの新指標となりうるか？

研究課題名(英文)Assessing hair cortisol as new biomarker for athletic conditioning

研究代表者

征矢 英昭(SOYA, Hideaki)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：50221346

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：厳しいトレーニングを行うアスリートの長期的ストレスはパフォーマンスや気分の低下といったオーバートレーニング(OT)につながりうる。しかし、OTを評価できる生理指標がなく予防することが困難だった。本研究では、長期的ストレスが評価できる毛髪コルチゾール濃度(HCC)に着目し、HCCがOTを予防する生理指標となるか検討した。女子駅伝選手を被験者とし、トレーニング負荷、HCC、酸素運搬能(ヘモグロビン濃度)を11ヶ月間1ヶ月ごとに測定した。その結果、HCCが高まった月の後にパフォーマンスと気分の低下がみられた。以上の結果から、HCCはOTSを予防する生理指標として有用であることを示唆する。

研究成果の概要(英文)：Overtraining is primarily related to chronic stress caused by sustained high load training and is often coupled with other stressors. However, a diagnostic tool that monitors chronic stress has yet to be developed. To address this issue, we focus on the hair cortisol concentrations (HCC) as a novel biomarker of chronic stress, and we investigate the effect of training on HCC a whole season in female runners and the relationships between HCC and oxygen transport ability. HCC, blood cortisol, hemoglobin concentrations (Hb) were measured once per month over a whole season together with recording training load. The HCC was measured in the most proximal 1cm of hair by using ELISA. The result showed that the significant effects of training load on HCC and the significant negative effect of HCC on Hb with ANCOVA. These results suggest that HCC may be a useful biomarker of chronic stress that caused by training, which may in turn be a possible diagnostic tool for detecting overtraining.

研究分野：運動生化学・スポーツ神経科学

キーワード：長期的ストレス 毛髪コルチゾール オーバートレーニング 慢性疲労 酸素運搬能

1. 研究開始当初の背景

いかなるアスリートにとってもその運動パフォーマンスを高めるには高強度トレーニングが不可欠である。しかし、それらはいずれも視床下部—下垂体—副腎皮質軸を介したストレス反応を惹起し、過剰なトレーニングや休養不足、病気などを契機に、免疫能の低下、抑鬱、食欲不振などオーバートレーニング (OT) 状態に陥る危険性を孕む。OT の指標として、Profile of Mood States (POMS) といった質問紙による心理指標が知られ、慢性的な疲労や抑うつ度がある程度評価できるが、それを裏付ける生理的指標は存在しない。OT を予防し、継続した競技生活トレーニング実施を実現するために、長期的ストレスの生理的評価が求められる。

その対処法として血液や尿あるいは唾液中のストレスホルモン (コルチゾールなど) のプロファイリングがあるが、いずれも一過性の運動効果や評価時のストレス状態しか反映されず、長期にわたるストレスの蓄積効果をみることはできなかった。近年、コルチゾールが毛髪の成長に応じて組織内に蓄積され、長期的なストレスを反映する可能性があり注目が集まっている。

2. 研究の目的

そこで本研究では、我々が確立した毛髪コルチゾールを抽出、測定する方法を用い、毛髪コルチゾールが、OT を診断する生理的指標となりうるかを明らかにすることを目的とする

3. 研究の方法

(1) 実験 1

女子陸上競技中長距離選手 9 名を対象とし、3ヶ月間の長期的ストレスを毛髪コルチゾール濃度で評価し、長期的ストレスが3ヶ月間のパフォーマンス変化や慢性疲労と関係するか横断的に検討した。実験期間は 2015 年 7 月から 10 月とし、パフォーマンスの指標である最大酸素摂取量、酸素運搬能の指標である血液中ヘモグロビン濃度、慢性疲労に関連した血液中 AST、ALT (肝機能)、CK (筋機能)、気分の指標である POMS を 7 月と 10 月の 2 回測定した (図 1)。7 月と 10 月に毛髪を採取し、実験期間のストレスを反映する根元から 3cm の部分を解析に用いた (図 2)。



図 1 実験 1 プロトコル

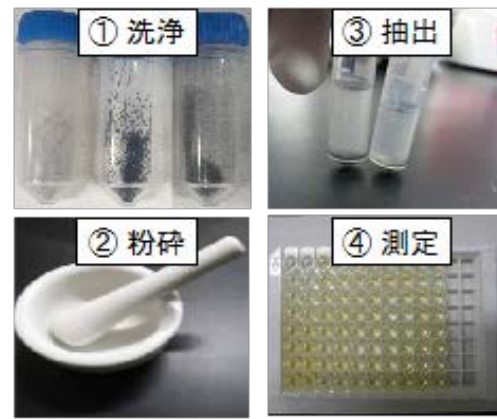


図 2 毛髪コルチゾール測定手順

採取した毛髪を根元から 3cm に切り分け、洗浄したのちに液体窒素下で粉碎する。その後、高温かつ長時間のメタノール抽出によってコルチゾールを抽出し、酵素免疫測定 (ELISA) 法によって定量する。

(2) 実験 2

女子陸上中長距離選手 6 名を対象とし、縦断的に 11 ヶ月間にわたりトレーニング (走行距離、トレーニング負荷) を記録するとともに、HCC (1ヶ月間のストレスを反映する根元から 1cm の部分)、持久性パフォーマンスに起因する酸素運搬能の指標 (ヘモグロビン濃度、赤血球数)、並びに気分 (POMS) を 1ヶ月ごとに測定した (図 3)。HCC に対するトレーニングの影響、さらに酸素運搬能や気分に対する HCC の影響は共分散分析を用いて検討した。

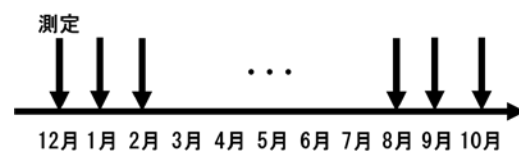


図 3 実験 2 プロトコル

4. 研究成果

(1) 実験 1

10 月の毛髪コルチゾールは 7 月と比べて高い傾向が示された ($p=0.051$)。パフォーマンスの指標である最大酸素摂取量、酸素運搬能の指標である血中ヘモグロビン濃度、慢性疲労に関連した血液中 AST、ALT、CK には変化は見られなかった。

毛髪コルチゾールと慢性疲労の指標である血液中の AST、ALT、CK との間で正の相関が見られた。毛髪コルチゾールとパフォーマンスの指標である最大酸素摂取量、酸素運搬能の指標である血液中ヘモグロビン、気分との間には相関関係がみられなかった。この結果から、長期的な強いストレスは筋機能や肝機能を低下させることで慢性疲労を招き、オーバートレーニングを引き起こす可能性

が示唆された。

(2) 実験2

測定期間において、毛髪コルチゾールは12月と比べて鍛錬期である8月に有意な増加がみられた。トレーニング負荷、酸素運搬能、気分には12月と比べて変化は見られなかった。

シーズンを通してうまくトレーニングができたと考えられる被験者Aと、OTでパフォーマンス低下を招いたと考えられる被験者Bの結果を示す。被験者Aはトレーニングが進むにつれてパフォーマンスの向上が見られ、鍛錬期後にシーズンベストのパフォーマンスを発揮した。毛髪コルチゾールはシーズンを通して大きな変化は見られなかった(図4)。一方、被験者Bは鍛錬期前にシーズンベストのパフォーマンスを発揮したものの、鍛錬期後にパフォーマンス低下が見られた。毛髪コルチゾールは鍛錬期に大きな増加が見られた(図5)。これらの結果から、鍛錬期のOTが長期的ストレスを高め、鍛錬期後のパフォーマンス低下に関与している可能性が考えられた。

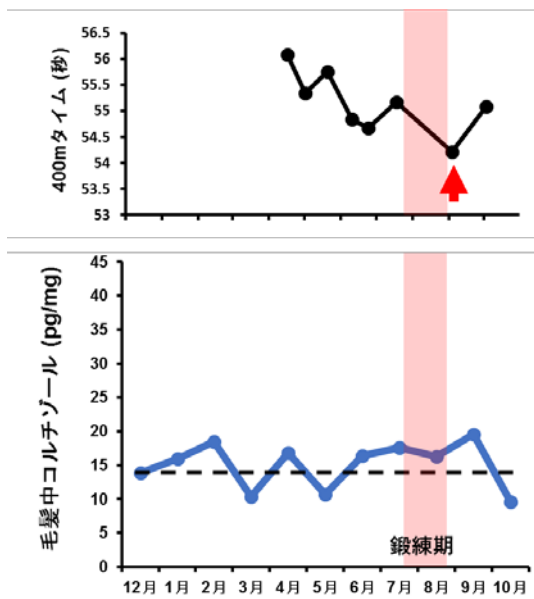


図4 被験者Aのパフォーマンスと毛髪コルチゾール

次に気分の変化について検討した。被験者Aはシーズンを通して高い活気を示し、抑うつ、疲労は低値を示した(図6)。一方被験者Bは鍛錬期前に高い活気を示していたのに対し、鍛錬期後に活気が低下し、抑うつや疲労が増加した(図7)。このことから、鍛錬期の高い毛髪コルチゾールは気分の低下も引き起している可能性が示唆された。

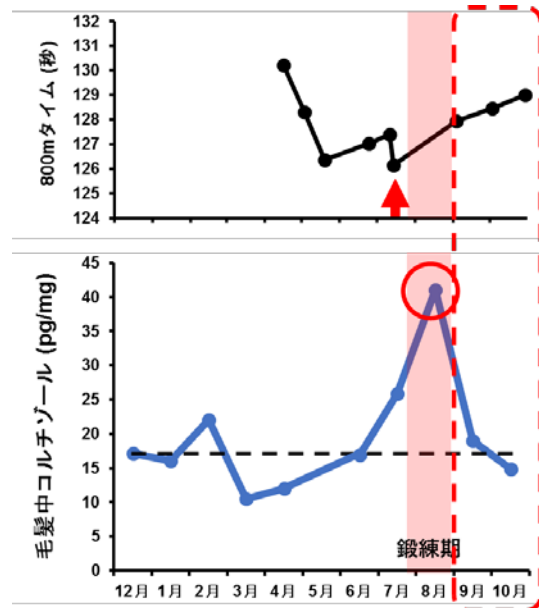


図5 被験者Bのパフォーマンスと毛髪コルチゾール

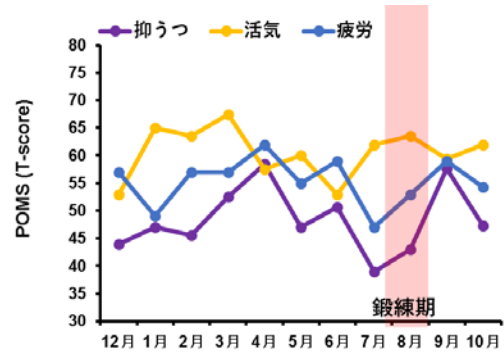


図6 被験者Aの気分の変化

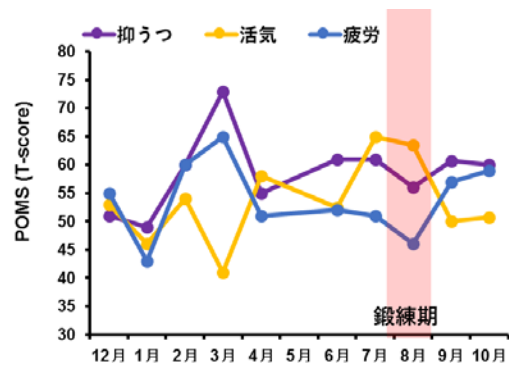


図7 被験者Bの気分の変化

実験1では毛髪コルチゾールとパフォーマンス、気分との間に相関関係が認められなかったのに対し、実験2では毛髪コルチゾールの高まった被験者Bにおいてパフォーマンスと気分の低下がみられた。毛髪コルチゾールが鍛錬期に高まっているのに対し、パフォーマンスと気分の低下は鍛錬期後に見られていることから、ストレスを受けた後にパフォーマンスや気分の低下といったOTの症状がみられる可能性がある。

以上の結果から、女子陸上中長距離選手において、HCC は長期的ストレス評価が可能であり、パフォーマンスや気分の低下といった OTS を予測する生理指標として有用である可能性が示唆された。今後、このような対象種目や被験者を増やし、事例研究を積み重ねることで、パフォーマンスや心身に影響を及ぼす HCC の危険値を明らかにし、トレーニング計画の改善や立案に寄与できる可能性がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 5 件)

- ① Bamba A, Ochi G, Soya H. Assessment of training in female runners using hair cortisol: a new biomarker for preventing overtraining. ヒューマン・ハイ・パフォーマンス 2017-意欲とパフォーマンス-, 2017 年 3 月 8 日, 筑波大学 (茨城県つくば市)
- ② Bamba A, Ochi G, Soya H. Assessment of training in female runners using hair cortisol: a new biomarker for preventing overtraining. ARIHHP Human High Performance International Forum 2017 “Sport Science for Olympic and Paralympic Games”, 2017 年 3 月 7 日, 筑波大学 (茨城県つくば市)
- ③ Bamba A, Ochi G, Soya H. Assessment of training in female runners using hair cortisol: a new biomarker for preventing overtraining. Global Initiative for Sports Neuroscience 2017 “Development of Exercise Prescription Enhancing Cognitive Functions”, 2017 年 2 月 27 日, 筑波大学 (茨城県つくば市)
- ④ 番場 愛, 岡本正洋, 越智元太, 榎本靖士, 岡崎和伸, 征矢英昭. 毛髪中コルチゾールを用いた高地トレーニングのモニタリング: 持久性適応を損なう慢性ストレス. 第 70 回日本体力医学会大会, 2015 年 9 月 19 日, 和歌山県民文化会館・ホテルアバローム紀の国 (和歌山県和歌山市)
- ⑤ Bamba A, Okamoto M, Ochi G, Hyodo K, Okazaki K, Enomoto Y, Soya H. The influence of acute stress at altitude training on performance in endurance athletes: with use of hair cortisol. 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2015 年 6 月 26 日, Malmo (Sweden)

[その他]

ホームページ等

筑波大学運動生化学征矢研究室

<http://soyalab.taiiku.tsukuba.ac.jp/index.html>

筑波大学体育系ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター

<https://www.arihhp.taiiku.tsukuba.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

征矢 英昭 (SOYA, Hideaki)

筑波大学、体育系、教授

研究者番号 : 50221346

(2)研究分担者

①榎本 靖士 (ENOMOTO, Yasushi)

筑波大学、体育系、准教授

研究者番号 : 90379058

②齋藤 剛 (SAITO, Tsuyoshi)

静岡福祉大学、子ども学部、教授

研究者番号 : 60413259

(3)連携研究者

①岡崎 和伸 (OKAZAKI, Kazunobu)

大阪市立大学、都市健康・スポーツ研究センター、准教授

研究者番号 : 70447754

②岡本 正洋 (OKAMOTO, Masahiro)

筑波大学、体育系、助教

研究者番号 : 30726617