

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：82632

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K21226

研究課題名（和文）唾液中ヒトヘルペスウイルスを指標としたアスリートの身体疲労評価法の確立

研究課題名（英文）Establishing an assessment for physical fatigue in athletes using salivary human herpesviruses

研究代表者

玉井 伸典（Tamai, Shinsuke）

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ科学・研究部・契約研究員

研究者番号：20963903

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：唾液中ヒトヘルペスウイルス（HHV）による身体疲労評価法をスポーツ現場で実用化することを目指し、唾液中HHVの効率的な測定方法の確立（課題1）と身体疲労に対する感度・特異度の検討（課題2）に取り組んだ。課題1では唾液採取3通りと核酸抽出2通りの計6通りを比較し、流涎法で唾液を採取し磁気ビーズ法で核酸を抽出する方法がHHV測定に最適と考えられた。課題2では高・中・低強度運動負荷ならびに暗算負荷、無負荷の5条件で介入し、唾液中HHV（特に6型）が運動負荷のみで上昇することが明らかとなった。以上より、唾液中HHVは妥当性の高い身体疲労の評価指標としてスポーツ現場でも実用化できる可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年我が国では過重労働による健康障害が増加傾向にあり、身体疲労はアスリートに限らず多くの国民に通じる社会問題となっている。この問題を解決するためには実用的かつ客観的な評価法の確立が求められ、どこでも簡単に採取できる唾液検体を応用する試みがなされているが、多くの唾液中バイオマーカーが精神疲労による影響も受けてしまうため身体疲労の評価に有用な指標がないことが課題であった。対して、唾液中HHV（特に6型）は身体疲労のみに反応するという画期的な特性を持つことが本研究により明らかとなった。従って、唾液中HHVを測定することで身体疲労の適切な評価・対処が可能となり、健康障害の予防に役立つと期待される。

研究成果の概要（英文）：In order to apply the assessment of physical fatigue using salivary human herpesviruses (HHV) to the sports field, this study aimed to 1) establish an efficient method for measuring salivary HHV, and 2) examine its sensitivity and specificity to physical fatigue. In research 1, a total of 6 patterns (three saliva collection methods and two DNA extraction methods) were compared. The pattern involving saliva collection by spitting method and DNA extraction using magnetic bead-based method was found to be suitable for measuring salivary HHV. In research 2, a crossover randomized controlled trial was conducted in five settings (high-, middle-, low-intensity exercise loads, mental arithmetic load, and no load). It revealed that salivary HHV (especially type 6) increased only under exercise loads. These findings suggest that salivary HHV may serve as a valid biomarker for assessing physical fatigue in the sports field.

研究分野：スポーツ医学

キーワード：アスリート 疲労 コンディション 評価 唾液 ヒトヘルペスウイルス

1. 研究開始当初の背景

アスリートがパフォーマンスを向上させるためにはトレーニングが不可欠であるが、トレーニングに伴う身体疲労はパフォーマンスの向上を阻害する主要因である。競技生活の中で身体疲労の適切なコンディショニングを図るためには、スポーツ現場でも実用的な客観的評価法の確立が求められる。

客観的評価法の確立に向けた取り組みは多分野にわたるが、生化学分野においては血液や尿などの検体が用いられ、特に唾液はスポーツ現場でも簡便かつ非侵襲的に採取できる実用性の高い検体として認められている。代表的な唾液中バイオマーカーとしてコルチゾールや分泌型免疫グロブリンAなどが挙げられるが、これらは運動強度の違いによって反応が異なることや、暗算のように単純な精神的ストレスによっても影響を受けることなどが知られており、身体疲労の評価指標としては妥当性が低いという問題点がある。

一方、近年では新たな評価指標として唾液中ヒトヘルペスウイルス6型および7型(HHV-6/7)に注目が集まっている。実際にアスリートや労働者を対象としたいくつかの先行研究によって大きな身体的ストレスが掛かる状況下で唾液中 HHV-6/7 が高値を示すことが報告されており^{1,2)}、身体疲労の評価指標として有用と期待される。しかし、スポーツ現場での実用化にあたっては、(1)大勢のアスリートに対して精度の高い測定結果を素早くフィードバックすることが求められるため測定効率を改善する必要があることや、(2)身体疲労の評価において妥当性の高い指標というにはまだエビデンスに乏しいことなどの課題が残されている。

2. 研究の目的

唾液中 HHV-6/7 による身体疲労評価法をスポーツ現場で実用化するという最終目標に向け、本研究では2つの目的を設定した。

- (1)唾液中 HHV-6/7 の効率的な測定方法を確立すること
- (2)唾液中 HHV-6/7 の身体疲労に対する感度・特異度を明らかにすること

3. 研究の方法

(1)唾液中 HHV-6/7 の効率的な測定方法の確立

対象は健康成人30名(男性15名、女性15名)とした。5 mLの唾液を流涎法(唾液を直接容器に吐き出す方法)で採取し、3通りの処置(1.無処置、2.綿もしくは3.合成繊維のスワブに濾す)を施した後、2通りの方法(A.磁気ビーズ法またはB.シリカカラム法)で核酸を抽出して計6通りのDNAテンプレートを用意した。主要測定項目はDNA濃度やHHV-6/7の検出率、変動係数等とした。

また、測定者にとって効率的な方法が被測定者にとっても好ましい方法であるとは限らないことを鑑み、流涎法やスワブ法にて唾液を採取する際の主観的な負担度合い等も調査した。

(2)唾液中 HHV-6/7 の身体疲労に対する感度・特異度の検討

対象は運動習慣のない健康成人男性8名とした。デザインはランダム化クロスオーバー比較試験とし、各被験者が1週間以上の間隔をあけて5回実験に参加した。負荷条件は高・中・低強度運動負荷(予想最大心拍数の70%、50%、30%のバイクエルゴメーター運動)ならびに暗算負荷(内田クレペリン検査)、無負荷(安静座位)の5条件を設定し、15分間×2回(途中休憩5分間)実施した。測定は負荷直前、負荷中、負荷直後、30分後、60分後、120分後の6回実施し、主要測定項目である唾液中 HHV-6/7 のほか、身体的・精神的ストレスの程度を推測するために運動強度の指標としてよく用いられる心拍数や「きつさ」を問う主観的運動強度(RPE)等のデータも取得した。なお、意図していた通り、運動負荷によって強度依存的な身体的・精神的ストレスを、暗算負荷によって無負荷と同程度の身体的ストレスおよび中強度運動負荷よりも高い精神的ストレスを負荷することができたと考えられる(図1)。

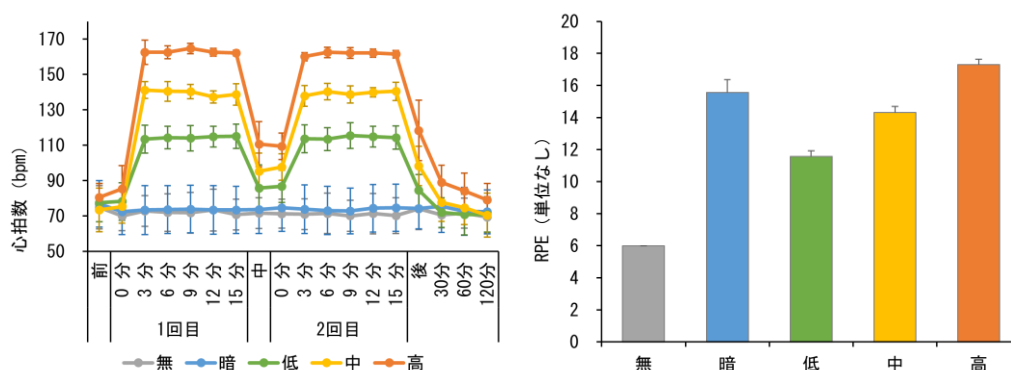


図1. 心拍数およびRPE

4. 研究成果

(1) 唾液中 HHV-6/7 の効率的な測定方法の確立

6 通りの中で無処置と磁気ビーズ法の組み合わせが最も DNA 濃度が高く、唾液中 HHV-6/7 の両方で 100%の検出率を示し、さらに測定の変動係数を表す変動係数についても最も小さく抑えられていた (図 2、表 1)。

また、唾液採取時の主観的な負担度合いについては、多くの対象者がスワブを用いることに比較的大きな負担を感じるという回答が得られた。従って、流涎法で唾液を採取し、磁気ビーズ法で核酸を抽出する方法が最も効率的に唾液中 HHV-6/7 を測定でき、被測定者にとっても負担の小さい方法であると考えられた。

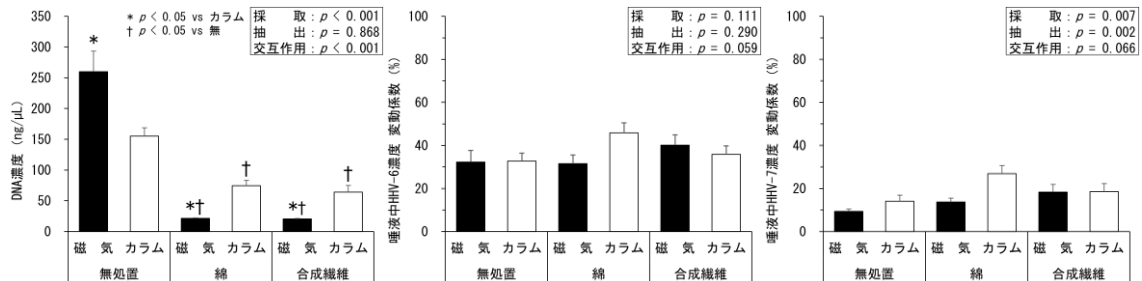


図 2. 唾液中 DNA 濃度および HHV-6/7 濃度の変動係数

表 1. 唾液中 HHV-6/7 の検出率

	無		綿		合成繊維	
	磁気	カラム	磁気	カラム	磁気	カラム
HHV-6	100% (30/30)	96.7% (29/30)	100% (30/30)	90.0% (27/30)	86.6% (26/30)	96.7% (29/30)
HHV-7	100% (30/30)	100% (30/30)	96.7% (29/30)	96.7% (29/30)	100% (30/30)	100% (30/30)

(2) 唾液中 HHV-6/7 の身体疲労に対する感度・特異度の検討

唾液中 HHV-6 濃度には負荷条件と時間の交互作用がみられ、全ての運動負荷条件で上昇したのに対し、暗算負荷と無負荷では変化がみられなかった (図 3)。従って唾液中 HHV-6 は身体疲労に対し感度・特異度の高い指標であると考えられ、これは従来の唾液中バイオマーカーにはない革新的な特徴といえる。一方、唾液中 HHV-7 には交互作用はみられなかった。この要因として、先行研究では唾液中 HHV-7 の方が比較的長期の疲労を反映する可能性が述べられていることから³⁾、本実験では追跡時間が不十分であったことが考えられる。

なお、本研究成果は第 20 回日本疲労学会総会・学術集会にて若手優秀演題賞を受賞した。

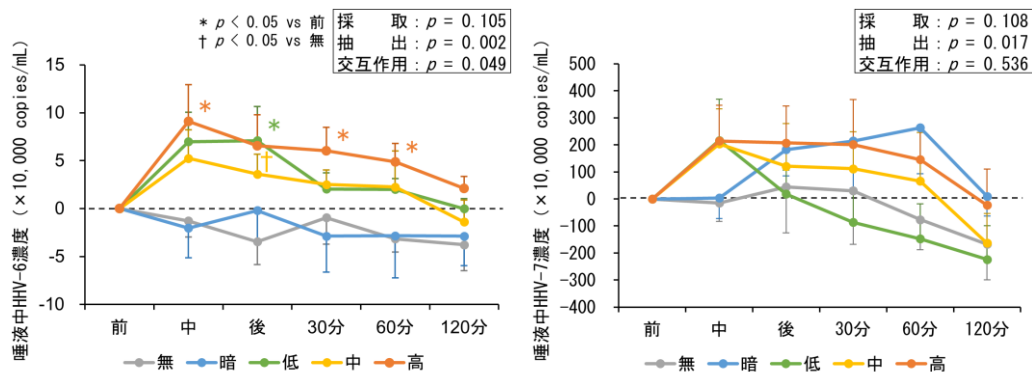


図 3. 唾液中 HHV-6/7 濃度

<参考文献>

- 1) Aoki R, Kobayashi N, Suzuki G, *et al.* Human herpesvirus 6 and 7 are biomarkers for fatigue, which distinguish between physiological fatigue and pathological fatigue. *Biochem Biophys Res Commun.* 2016;478(1):424-430.
- 2) Tamai S, Hiraoka H, Shimizu K, *et al.* Variabilities of salivary human herpesvirus 6/7 and cortisol levels during a three-day training camp in judo athletes. *J Phys Fitness Sports Med.* 2022;11(1):43-49.
- 3) 近藤一博. HHV-6 の潜伏感染・再活性化のバイオマーカーとしての有用性. *日本補完代替医療学会誌.* 2006;3(2):61-67.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 玉井伸典、清水和弘、曾根良太、星大輔、北原亜加利、菅澤威仁、竹越一博、渡部厚一
2. 発表標題 唾液中ヒトヘルペスウイルス6・7型によるアスリートの身体疲労評価の試み
3. 学会等名 第19回日本疲労学会総会・学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 玉井伸典、玉井清志、清水和弘
2. 発表標題 高・中・低強度運動負荷および暗算負荷が唾液中ヒトヘルペスウイルス6・7型濃度に及ぼす影響 - ランダム化クロスオーバー比較試験による検討 -
3. 学会等名 第20回日本疲労学会総会・学術集会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

第20回日本疲労学会総会・学術集会にて若手優秀演題賞を受賞。

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------