

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：34205

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11508

研究課題名(和文) 競技者のコンディショニング評価のための実践的低侵襲性評価方法の開発

研究課題名(英文) Development of practical minimally invasive assessment method for the evaluation of the conditioning of athlete

研究代表者

瀬屋 光男 (Neya, Mitsuo)

びわこ成蹊スポーツ大学・スポーツ学部・教授

研究者番号：30359640

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、スキンプロットティング(SB)法による局所筋の炎症マーカーの測定および総ヘモグロビン量(Hbmass)の測定により、競技者の全身性および局所性のコンディション評価を一体的に実施できる方法確立することを目的とした。成果として、SB法については、動物実験モデルを用いた結果から、炎症性マーカーの評価の実用性が確認できた。また、Hbmass測定ではピリオダイゼーションに伴うHbmassの変動をコンディショニングの指標として利用できることが確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで競技者に対して低侵襲的または非侵襲的にコンディションを評価することは困難であった。しかし、本研究により局所筋の炎症性マーカーをスキンプロットティング法により定量評価することが可能と確認することができた。また、ヘモグロビン量の測定によって全身性のコンディション変動を評価することができることが確認できた。侵襲性の問題を解決できることにより今後新たなリカバリー方法などの開発に寄与することができ、学術的意義が高いと考えられる。また多くの競技者のパフォーマンス向上にも寄与でき、社会的意義も高いと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to establish the method that enables the integrated evaluation of systemic and local conditions in athletes by measuring hemoglobin mass (Hbmass) and inflammatory markers in local muscles using the skin blotting (SB) method. As a result, the practicality of the SB method for the evaluation of inflammatory markers was confirmed from the results using animal experimental models. In addition, for the Hbmass measurement, it was confirmed that changes of Hbmass associated with periodization can be used as an indicator of conditioning.

研究分野：運動生理学

キーワード：ヘモグロビン量 スキンプロットティング コンディショニング 炎症性マーカー リカバリー

1. 研究開始当初の背景

競技パフォーマンス向上のため、様々なトレーニング方法やリハビリ処方、サプリメント摂取が検討されてきた。競技者やコーチはこれらを組み合わせて目標とする競技会で最高のパフォーマンスを発揮するためのコンディションを整える必要がある。一方で、疲労や怪我などによる傷害などコンディションには負の要因となることも避けられず、常に正負の要因を総合したコンディショニングの評価が不可欠である。しかし、従来のコンディショニング評価は血液検査(クレアチンキナーゼや $TNF\alpha$ など)や主観的疲労度の評価などによるところが大きく、侵襲性が低く、かつ定量性の高いコンディション評価の方法は極めて少なかった。

2. 研究の目的

これまでの背景からスキンプロット法による経皮的なタンパクの同定および定量の特性と、ヘモグロビン量(Hbmass)測定を用いて、低侵襲性のコンディション評価方法の開発が重要であると考えられる。そこで、本研究の目的は以下の通りとした。

- (1) 動物モデルを用いてスキンプロット法(SB)法による局所筋炎症マーカーの測定精度をより向上させること
- (2) サッカーなど全身持久力が必要で、かつ高強度の筋活動や筋損傷を伴う競技において、年間のピリオダイゼーションに基づく期毎の Hbmass の変動および SB 法による局所筋の炎症評価を行い、トレーニング量の変動との関連性を検討すること

そして最終的な目標として、これらの検討により、Hbmass 測定と SB 法による局所筋炎症マーカー評価が競技スポーツにおけるコンディションモニタリングにおける評価法として低侵襲的で精度の高いものであることを確認することであった。

3. 研究の方法

主として2つの研究を実施した。「現在開発中のスキンプロット法(SB)法による局所筋炎症マーカーの測定精度をより向上させること」を目的とした研究を研究1および「サッカーなど全身持久力が必要で、かつ高強度の筋活動や筋損傷を伴う競技において、年間のピリオダイゼーションに基づく期毎の総ヘモグロビン量(Hbmass)の変動評価を行い、トレーニング量の変動との関連性を検討すること」を目的とした研究を研究2とした。

<研究1の方法>

本研究では、筋サンプルとSB法の対応関係について検討するため、マウスによる動物実験を実施した。安静(CON)群とトレーニング(TRA)群に分け、TRA群には週3回、4週間のトレーニングを実施した。最終運動から24時間にメンブレン貼付および筋サンプルを採取した。メンブレンはSB法を用い、筋サンプルはELISA法によって局所筋の炎症性マーカーである腫瘍壊死因子($TNF-\alpha$)を定量した。

統計学的処理はCON群とTRA群の比較には独立したT検定を用いた。またSB法とELISA法の相互作用について Pearson の相関係数を用いた。それぞれの検定の有意水準は5%未満とした。

<研究2の方法>

大学生男子サッカー選手9名を対象に試合期の3ヶ月間、有酸素性パフォーマンス評価指標としてHbmass評価を3回と最大酸素摂取量(VO_{2max})測定を2回実施し、変動を評価した。また日々のトレーニング負荷は対象者にGPSデバイスを装着させ、総走行距離および高速度走行距離を測定した。それぞれ試合の平均負荷を100%とし、日々の練習時のトレーニング負荷の割合(%TL)を週ごと(Weekly %TL)に平均を算出した。

統計学的処理はHbmassの変動には一元配置分散分析を用いた。 VO_{2max} の変動は対応のあるT検定を用いた。それぞれの検定の有意水準は5%未満とした。

4. 研究成果

<研究1の結果および考察>

SB法による $TNF-\alpha$ の評価では CON 群と TRA 群に有意な差は示さなかった($p=0.754$: 図1)。筋サンプルによる評価でも同様に、CON 群と TRA 群では有意な差は示さなかった($p=0.240$)。また、SB 法と筋サンプルには相関がみられなかった($p=0.752$)。

短期的な評価では運動後24時間後には、測定可能時点を経過していた可能性があり、従来の評価と比較すると、より早期に定量評価できる可能性が示唆された。

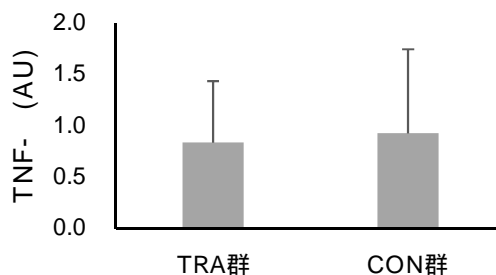


図1 SB法による $TNF-\alpha$ の定量

< 研究2の結果 >

3ヶ月間の試合期間では、Hbmassは有意な変動を示さなかった(図2)。またVO₂maxにおいても有意な変動を示さなかった(p=0.469)。さらに、HbmassとVO₂maxには有意な相関を示さなかった(p=0.324)。また、総走行距離のWeekly%TLは期間全体で58.8±9.4%であり、高速度走行距離は、33.5%±10.2%を示した。

VO₂maxの測定とサッカー競技で要求される運動様式が異なるためHbmassとVO₂maxには相関を示さなかった可能性が示唆された。また、試合期間のトレーニング負荷は比較的低値であり、有酸素性パフォーマンスの指標には影響しなかった可能性が示唆された。

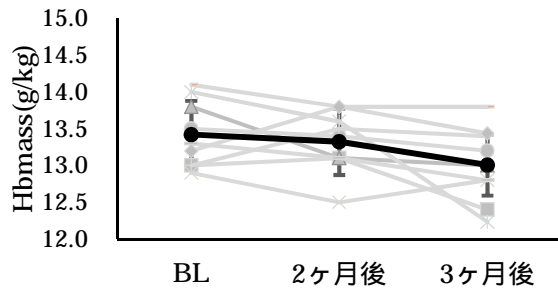


図2 3ヶ月間のHbmassの変動

主として実施した2つの研究の結果から、以下のような成果が得られたと考えられる。

SB法を用いて炎症マーカーのひとつであるTNF- α は定量できることが確認できた。さらに早期に評価できれば、日々のトレーニング負荷の評価や適切なリハビリ処方の実践が可能になると期待できる。

Hbmassは試合期においても複数回、高い精度で繰り返すことができたため実践的な評価方法であると考えられる。有酸素性パフォーマンスの向上には高強度運動が重要であり、本研究期間では高強度運動が不十分であったことが考えられた。そのため、今後は負荷が高まるオフシーズン中も評価を行い、対応関係について明らかにする必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 坂本 和太、禰屋 光男
2. 発表標題 サッカー競技における持久性運動能力の非侵襲的評価方法の検討
3. 学会等名 第76回日本体力医学会学会大会 日本体力医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本 和太、禰屋 光男、小松 猛
2. 発表標題 競技復帰後の競技パフォーマンスの変動について
3. 学会等名 第31回日本臨床スポーツ医学学会 日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本 和太、禰屋 光男
2. 発表標題 スキンプロット法による局所筋炎症マーカーの評価についての検討
3. 学会等名 第11回JSEIスプリングセミナー 日本運動免疫学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 禰屋 光男
2. 発表標題 競技スポーツにおけるコンディション評価のための低侵襲性・非侵襲性手法の開発（スキンプロット法による局所筋の炎症反応評価）
3. 学会等名 第11回JSEIスプリングセミナー 日本運動免疫学研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究 分担者	峰松 健夫 (Minematsu Takeo) (00398752)	東京大学・大学院医学系研究科(医学部)・特任准教授 (12601)	
研究 分担者	中田 研 (Nakata Ken) (00283747)	大阪大学・医学系研究科・教授 (14401)	

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
---------	---------