

事例・症例報告

第31回オリンピック競技大会（2016／リオデジャネイロ）および事前キャンプ中におけるU23サッカー男子日本代表チームを対象としたコンディション評価
～ External load および Internal load の双方を用いた検討～

Evaluation of physical condition for the 2016 Summer Olympics in Rio de Janeiro using both internal and external load in Under23 Japan National Football Team

中村大輔^{1),2)}, 中村真理子³⁾, 早川直樹⁴⁾
Daisuke Nakamura^{1),2)}, Mariko Nakamura³⁾, Naoki Hayakawa⁴⁾

Abstract: This study aimed to evaluate the physical conditions of the U23 Japan National Football Team during the 2016 Summer Olympics football tournament in Rio de Janeiro and before the preparation camp. Both internal factors (internal load: IL) and external factors (external load: EL) were evaluated during this period. IL was evaluated by resting heart rate, body weight, visual analog scale (including subjective fatigue quality of sleep, appetite, etc.), salivary cortisol levels, secretory immunoglobulin A (SIgA) levels, and EL was evaluated by GPS data during training and game in this period.

The results of this study showed that body weight, heart rate on awakening, and salivary IgA levels changed on the day of after a game, as well as increasing subjective fatigue scales. The GPS data showed that the physical load between players was different when they performed the same practice. However, despite of the decrease in EL, there was a case where physical condition evaluated by IL deteriorated. In conclusion, the combined evaluation of IL and EL may help determine training load and evaluate the conditions of elite soccer players during the pre-camp and following major football tournament.

Key words : conditioning, preparation camp, soccer

キーワード : コンディショニング, 事前キャンプ, サッカー

¹⁾立教大学, ²⁾株式会社ウェザーニューズ, ³⁾国立スポーツ科学センター, ⁴⁾V・ファーレン長崎

¹⁾Rikkyo University, ²⁾Weathernews Inc., ³⁾Japan Institute of Sports Sciences, ⁴⁾V-Varen Nagasaki

E-mail : daisuke.nakamura@ac.cyberhome.ne.jp

受付日 : 2019年8月30日

受理日 : 2019年11月28日

I 緒言

アスリートや選手が、大会や試合で最適なパフォーマンス発揮を行うためには、コンディショニングが重要である。コンディショニングとは、目的とする大会や試合に向けて心身の状態（コンディション）を調節していくことであり、コンディションの善し悪しが練習や試合でのパフォーマンス発揮に影響を与える⁸⁾。従って、パフォーマンス発揮の向上を目的としたコンディショニングにおいて、コンディション評価を的確に行うことは非常に重要である¹⁷⁾。コンディション評価では、トレーニングや試合時における生体へのトレーニング負荷を把握する必要がある。生体へのトレーニング負荷は内的要因（Internal load；IL）と外的要因（External load；EL）の2つにわけて考えることができる²⁷⁾。前者は、生理学的な指標を用いて評価され^{19,23)}、後者はGPS（Global Positioning System）などで得られた総移動距離や各速度区分での移動距離などで評価される¹⁵⁾。

相手の状況に応じて求められるプレーが変化するサッカーのような競技では、同じトレーニングを行った場合や同じ試合出場時間であっても、選手にかかる生理学的な負荷が異なる。一般にILの指標（心拍数や免疫系の指標）の変化は、運動強度や運動量と関連すると考えられている^{2,20,26)}。しかし大会前や試合前の数週間のコンディショニングでは、コンディションが低下する可能性のあるトレーニングは行わず、大会に向けてトレーニング強度を低下させる方法を用いることが多い^{4,24)}。従って、このような場合にはILを反映する指標だけでは選手やアスリートのコンディションの変化を察知できない可能性も十分に考えられる。その一方で、トレーニング量が減少しているにも関わらず、ILの指標にコンディションの変化が現れることもある²⁵⁾。これらのことから、コンディショニングにおいてILとELの双方の指標を用いてアスリートのコンディション管理に役立てることは有益だと考えられるが、これまでの研究においてエリートサッカー選手を対象に、夏季オリンピック前の準備期間および本大会中にお

けるILおよびELについて検証した報告はない。

そこで本研究は、リオデジャネイロ2016大会サッカー競技に参加する、U23サッカー日本代表チームを対象として、リオデジャネイロ2016大会前の事前キャンプ及び本大会中におけるILおよびELを評価し、選手のコンディションとの関連を検討することを目的とした。

II 方法

1. 対象

リオデジャネイロ2016大会サッカー競技に参加する、U23サッカー日本代表チーム17名（年齢； 22.8 ± 2.7 歳、身長； 177.1 ± 6.5 cm、体重； 71.8 ± 5.4 kg）（ゴールキーパー（以下、GK）2名、センターバック（以下、CB）3名、サイドバック（以下、SB）3名、ボランチ（以下、VO）4名、サイドミッドフィールダー（以下、SMF）3名、フォワード（以下、FW）2名を対象とした。実験の参加に際して、選手は実験内容に関する説明を受け、同意書に署名を行った。研究は国立スポーツ科学センターの倫理委員会により承認された。

2. 実験デザイン

リオデジャネイロ2016大会前の事前キャンプ（2016年7月19日～8月3日）およびリオデジャネイロ2016大会（8月4日～8月12日、第1戦（G1）；vs ナイジェリア（NYG）、第2戦（G2）；vs コロンビア（CLO）、第3戦（G3）；vs スウェーデン（SWE）においてILおよびELを反映するデータを収集した（表1）。ILを反映する指標として、起床時心拍数、起床時体重、VAS（Visual analog scale；VAS）、唾液中コルチゾールならびにSIgA（secretory immunoglobulin A；SIgA）濃度を用いた。起床時の心拍数、体重ならびにVASを用いたコンディションチェックは、毎日起床後にメディカルルームにておこなった。唾液検査のタイミングは表1に示す通りである。起床時の心拍数はSpo2計（パルスオキシメータPULSOX-Lite、コニカミノルタジャパン株式会社、東京、日本）を用いて、起床後ただちに仰臥位に

表 1. チームスケジュール

	AM	PM	唾液検査	場所
7月19日		トレーニング		千葉/日本
7月20日		トレーニング		千葉/日本
7月21日	移動			
7月22日		トレーニング		アラカジュ/ブラジル
7月23日	トレーニング	トレーニング		アラカジュ/ブラジル
7月24日		トレーニング		アラカジュ/ブラジル
7月25日	トレーニング	トレーニング		アラカジュ/ブラジル
7月26日		トレーニング	○	アラカジュ/ブラジル
7月27日		TRM		アラカジュ/ブラジル
7月28日	移動		○	ゴイアニア/ブラジル
7月29日		トレーニング	○	ゴイアニア/ブラジル
7月30日	VS TRM	ブラジル 移動		
7月31日	OFF		○	マナウス/ブラジル
8月1日	トレーニング	トレーニング		マナウス/ブラジル
8月2日	トレーニング	トレーニング	○	マナウス/ブラジル
8月3日		トレーニング	○	マナウス/ブラジル
8月4日	G1 VS	ナイジェリア		マナウス/ブラジル
8月5日		トレーニング	○	マナウス/ブラジル
8月6日		トレーニング	○	マナウス/ブラジル
8月7日	G2 VS	コロンビア		マナウス/ブラジル
8月8日	移動		○	サルバドール/ブラジル
8月9日		トレーニング	○	サルバドール/ブラジル
8月10日	G3 VS	スウェーデン		サルバドール/ブラジル

TRM: トレーニングマッチ

て30秒間測定を行った。VASの質問項目は、疲労感、睡眠の質、食事をしっかりとれているか、筋・関節の違和感・体調不良でのプレーへの影響、パフォーマンス、睡眠時間、夜中に尿で起きた回数とし、携帯型タブレット (iPad, Apple Inc, CA, USA) を用いて行い、選手が画面上に現れた線上をスライドさせた距離を計測した。計測された数値は専用のアプリケーションを経由して、メディカルスタッフにフィードバックされた。唾液中コルチゾールおよびSIgA濃度の測定は、ミネラルウォーターで口腔内のうがいをし座位安静の後、測定用スワブ (Oral Fluid Collector II, SOMA Bioscience Limited, Oxfordshire, UK) を口に含み唾液を染み込ませ、規定量 (0.5 ml) の唾液を採取した。唾液を採取したスワブを専用の緩衝液 (Oral Fluid Collector II, SOMA Bioscience Limited, Oxfordshire, UK) に入れ解析まで保存した。解析は簡易型測定器 (LFD Reader, SOMA Bioscience Limited, Oxfordshire, UK) を用いて行った。

ELを反映するトレーニング負荷の計測は、GPS (GPS センサ SPI HPU, GPSPORTS, Australia)

を用いて行い、トレーニング中の総移動距離ならびに21 km/h以上での移動距離を測定した。トレーニング開始時にGPSが規定数の衛星からデータを得られるようにトレーニング開始10分前にはGPSを屋外に置いた。GPSの装着は専用のベストを用いて行ない背部に固定して計測を行った。トレーニング終了後GPSを回収し、選手個人の総移動距離、21 km/h以上での移動距離を分析した。GKはGPS計測の対象外とした。また、リオデジャネイロ2016大会 (8月4日～8月12日) における試合時および試合間の休息日には、GPSを用いた計測は行わなかった。従って、GPSの計測はリオデジャネイロ2016大会前の事前キャンプ (2016年7月19日～8月3日) 期間中のトレーニングおよび練習試合の日を対象とした。

3. 統計

ILに関する指標について統計処理は行わず、各選手の個人内のコンディションの変化について評価を行った。

起床時体重の変化については、国内集合時の測定体重を基準値として評価した。基準値からの変動において1.5%～2.0%の低下を体重減少あり、2.1%以上の低下を“大きな体重減少あり”と評価した^{6,7,14)}。実際には、連戦に伴う体重の減少には脱水などとも関連があることから、コーチングスタッフには1.5%～2.0%の低下を“注意”、2.1%以上の低下を“要注意”としてフィードバックを行った。起床時心拍数も同様に、国内集合時または最初にチームに合流した際の心拍数を基準として、5～6拍の増加を“注意”、7拍以上の増加を“要注意”と評価した³⁾。VAS（疲労および睡眠）の評価基準はコーチングスタッフと相談の上決定し、全長10 cmの直線を用いて、6.1cm～7.0 cmを“注意”、7.1 cm以上を“要注意”として評価をおこなった。唾液中コルチゾール濃度は、同チームを対象とした我々の先行研究で得られたデータと基にして、20 nM以上を“要注意”と評価した²⁰⁾。SIgA濃度については、7月31日までの事前キャンプで得られた選手個々のSIgA濃度の平均±2SD（標準偏差）を求め、大会期間中の選手個々のSIgA濃度の変化の目安とした¹⁸⁾。毎朝のコンディション評価から得られた結果で“注意”または“要注意”と判断された選手の情報

は、午前中にメディカルスタッフおよびコンディショニングコーチで共有し議論した。ELの値は個人の積み上げグラフを作成し、総移動距離および21km/h以上での移動距離について検討を行った。また、測定期間中におけるポジション別による差異を検討するため、Kruskal Wallisの検定を行った。事後検定にはGames-Howell法を用いた。有意水準は5%未満とした。

Ⅲ 結果および考察

1. ILとコンディションとの関係

1) 起床時心拍数の変動とコンディションとの関係

起床時心拍数の変動の典型例を図1に示す。国内合宿の起床時心拍数から、A選手のベースの心拍数は37拍/分と設定した。A選手はグループリーグの各試合の翌朝（G1;NYG, G2;COL）において起床時心拍数がそれぞれベースの心拍数に対してNYG戦翌朝（8/5）に3拍/分（8.1%）、COL戦翌朝（8/8）に5拍/分（13.5%）増加した（図1）。菅原ら²¹⁾は持久性アスリートを対象とした研究において前日の走行距離（トレーニング負荷）と翌朝の起床時心拍数との間に正の相関関係があり、前日の走行距離が長いと翌朝の起床時心拍数

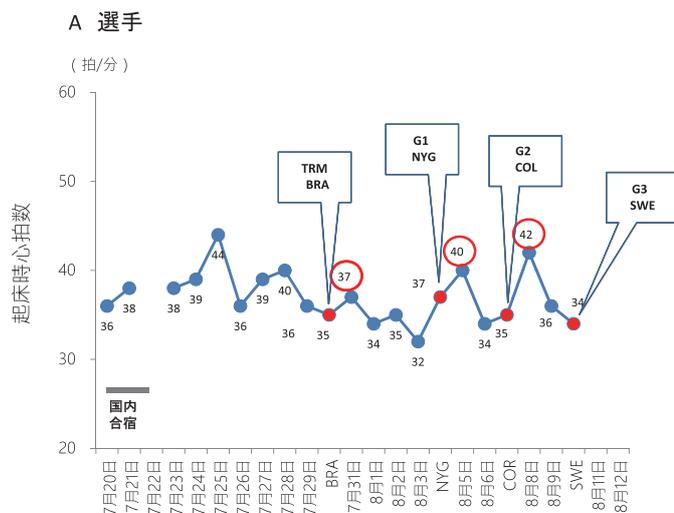


図1. 起床時心拍数の変動(A選手)

試合の翌日は起床時の心拍数が高くなる傾向が見られた。

TRM:親善試合,G:リオ五輪グループリーグ,BRA:ブラジル,NYG:ナイジェリア, COL:コロンビア,SWE:スウェーデン

が高値を示すことを報告している。つまり起床時心拍数は前日のトレーニングに伴う身体にかかる負荷や疲労等を反映していると考えられ、A選手でみられた試合翌朝の起床時心拍数の増加は前日の試合による影響が考えられる。

一方、2戦目(8/7)3戦目(8/10)当日の朝にはNYG戦およびCOL戦翌日の心拍数に比べ低下がみられた(図1)。大会期間中、試合翌日および翌々日には冷水浴の実施や軽負荷のリカバリトレーニングを実施した。心拍数を調整している心臓副交感神経系活動は過度のトレーニングにより抑制され、数日の休養によりその活動が回復することが示されており²⁾、A選手にとって各試合間2日間のリカバリーにおけるトレーニング強度の設定が適切であり、A選手の起床時心拍数の回復がみられたと考えられる。先行研究においても、起床時心拍数はサッカー選手の日々のトレーニング負荷のモニタリングに有用である可能性が報告されている¹⁰⁾が、一方で心拍数はその変動幅が小さく、精神的ストレスや環境など様々な要因によって変化することも指摘されており²²⁾、他のILの評価指標と組み合わせて用いることが望ましい。

2) 起床時体重とコンディションとの関係

本研究では国内合宿(海外チーム所属選手は、ブラジル合流時)の体重を基準値として、直前合宿および大会期間中の体重の変動とコンディションとの関係について検討を行った。その結果、直前合宿および大会期間中を通じて基準の値まで体重が戻らない選手が散見された。体重変動は短期的な視点ではトレーニングや試合による脱水の影響を反映すると考えられるが、より長期の視点では、栄養摂取状況や体脂肪率の減少なども関係する。本研究期間中には栄養摂取量の調査を行っておらず栄養摂取量が体重の増減に与える影響は不明であるが、体重の減少が運動能力に与える影響に関していくつか報告がされている。Kurakakeら¹²⁾は、柔道選手を対象に故意に体重を減少させた際の運動能力について検討を行い、体重の減少によって握力が有意に低下することや垂直跳びが低下傾向にあったことを報告している。本研究においても日本国内からブラジルへの長距離移動やトレーニングに伴い、D選手、E選手(図2)のように事前キャンプおよび大会期間中を通して体重の減少が確認され、基準値まで回復しない状態で本大会を迎えた選手が散見された。実際に、

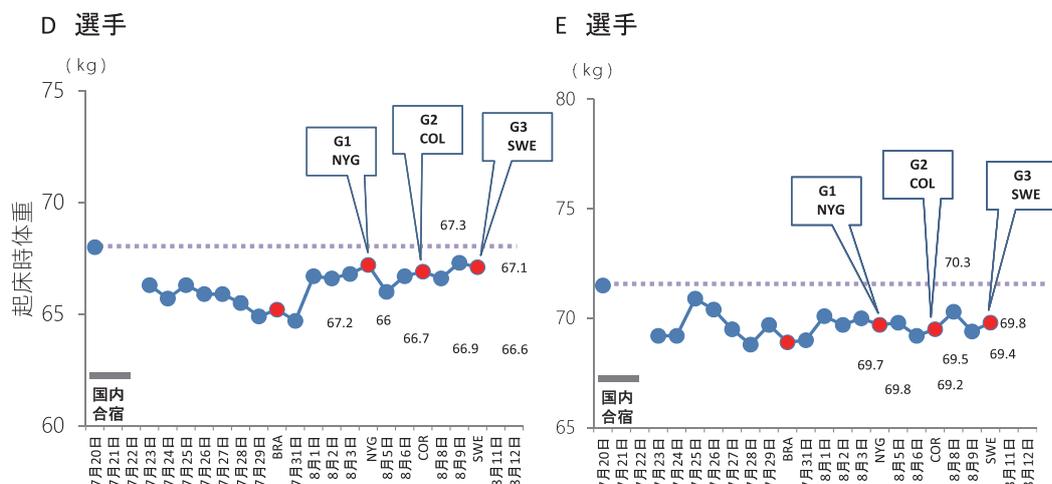


図2. 起床時体重の変動(D,E選手)

D,Eの両選手は期間を通して体重が低下し、G1時に下肢の痙攣がおきた

…:基準値,TRM:親善試合,G:リオ五輪グループリーグ,BRA:ブラジル,NYG:ナイジェリア,COL:コロンビア,SWE:スウェーデン

この両選手はオリンピック初戦（G1）において下肢の痙攣を訴えた。下肢の痙攣に関してはその要因を一つに特定することは難しいが、体重の減少による運動能力の低下が関係している可能性も否定はできない。また、本研究では試合前後における体重の変化は確認していないが、脱水による影響が下肢の痙攣に関係している可能性も考えられる。いずれにしても、今回の筋痙攣の発症を体重減少だけで説明することは難しいと考えられる。一方、本研究における体重の基準値は国内合宿時の値としたが、どのタイミングの値を基準値と設定するかによって、その後の日々の変動の解釈が異なる。体重減少による運動能力の低下が示唆されている点から考えると、今後オリンピックや国際大会において長距離移動や食生活の変化が予想される場合には、可能であれば栄養介入を行うことで、体重の減少を防ぐことができるかもしれない。

3) 唾液中コルチゾール濃度とコンディションとの関係

測定期間中、唾液中コルチゾールの濃度が大きく変動を示すことはなく、得られた値の多くは検出限界以下であった。このような結果となった背景として、まず長距離移動による時差の影響（-13

時間）が考えられる。一般的にコルチゾールは起床時に高値を示しその後低下する²¹⁾。今回のコルチゾール濃度の測定は現地時間の朝に行った。8時間以上時差のある場所に移動した際の検討ではベースラインまで回復に4日以上要したことが報告されている⁵⁾。日本とブラジルの間には約13時間の時差があるため、先行研究以上にベースラインに戻るまで時間を要した可能性も否定できない。しかし、なぜ測定結果の多くが検出限界以下であったかの原因を特定することはできなかったことから、コルチゾール濃度の変動と時差の影響に関してはさらなる検討が必要であると思われる。

4) 唾液中 SIgA 濃度の変動および自覚的コンディション、上気道感染症の発症との関係

本研究は、中村らの先行研究¹⁸⁾を参考にブラジル国内の最初の合宿地、アラカジュでの選手個々の SIgA レベルをもとに算出した平均値 ± 2SD の範囲を基準として評価し、その範囲を外れた際の変化について個々に SIgA 濃度と試合後の変動および SIgA 濃度とコンディション（自覚的疲労度）との関連について検討を行った。

F 選手（図3）は、アラカジュ直前合宿期間中の SIgA 濃度の数値が 100 ~ 200 μg/ml の範囲

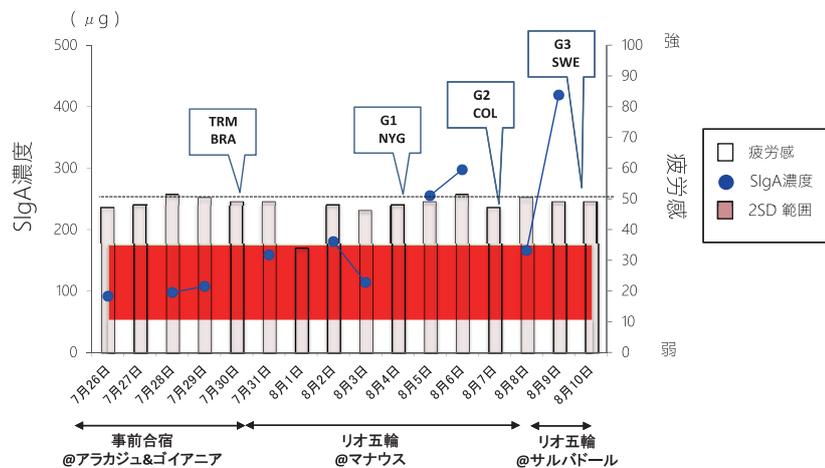


図3. 測定期間中におけるSIgA濃度の変化およびVAS(疲労度)の変化 (F選手)
 TRM:親善試合,G:リオ五輪グループリーグ,BRA:ブラジル,NYG:ナイジェリア,COL:コロンビア,SWE:スウェーデン.
 2SDはアラカジュ&ゴイアニア直前合宿のSIgA濃度の平均値から算出

で推移していたが、本大会期間中（G1 翌日と翌々日および G2 の翌々日）の値は 2SD の範囲を大きく超える傾向がみられた。F 選手は G1 と G2 とともにフル出場していた。しかし、F 選手の自覚的な疲労感は試合翌日においても試合当日と同等であった。

G 選手の SIgA 濃度の変動を図 4 に示す。G 選手も F 選手と同様にアラカジュの直前合宿期間中には 150 ~ 300 μ g/ml の範囲で推移していた

が、本大会期間中の値は F 選手同様 2SD を大きく超えて変動した（G2 の翌日）。また、G 選手の G1 と G2 の試合翌日における VAS による疲労感は、各試合当日の値と比較して高値を示していた。

H 選手（図 5）の SIgA 濃度の変動を図に示す。H 選手の SIgA 濃度はアラカジュ合宿以降増加傾向にあり 2SD の値を超える日が散見された。G 選手は、G1 がフル出場、G2 は 28 分間の出場時間であった。H 選手においても試合翌日の疲労

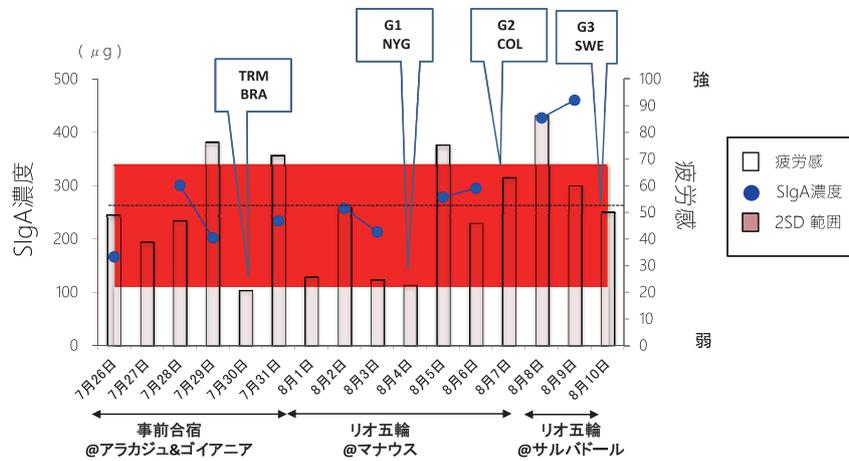


図4. 測定期間中におけるSIgA濃度の変化およびVAS(疲労度)の変化(G選手)

TRM:親善試合,G:リオ五輪グループリーグ,BRA:ブラジル,NYG:ナイジェリア,COL:コロンビア,SWE:スウェーデン.

2SDはアラカジュ&ゴイアニア直前合宿のSIgA濃度の平均値から算出

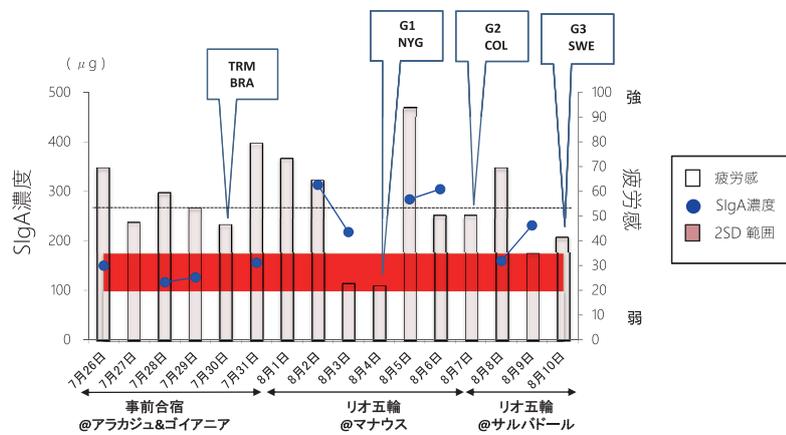


図5. 測定期間中におけるSIgA濃度の変化およびVAS(疲労度)の変化(H選手)

TRM:親善試合,G:リオ五輪グループリーグ,BRA:ブラジル,NYG:ナイジェリア,COL:コロンビア,SWE:スウェーデン.

2SDはアラカジュ&ゴイアニア直前合宿のSIgA濃度の平均値から算出

感が試合当日のそれと比較すると高値であった。

一般に、高強度運動の継続やマラソンなどの一過性の高強度運動後に SIgA レベル (SIgA 分泌速度) が低下^{1,13)}することはよく知られているが、この低下は唾液分泌速度によるものであり、運動翌日の SIgA 濃度自体は変化しない¹⁾か増加⁹⁾している。従って、SIgA 濃度を指標とした本研究の結果は先行研究と同様の傾向であったと言える。さらに言えば、試合に出場した選手の中で 2SD の範囲を超えて SIgA 濃度が大きく低下する選手は認められなかった。これらの結果や本研究の結果から、今後、アスリートのコンディション評価に SIgA レベルを用いる際には、その低下だけでなく増加にも着目する必要性が考えられた。

5) 唾液中 SIgA 濃度と上気道感染症の発症との関係

本研究期間中に 2 名の選手 (C 選手および B 選手) が発熱により体調を崩し、練習の参加を見送った日があった。C 選手は 7 月 24 日早朝に体調不良 (発熱、咽頭痛、下痢) を訴え、その後 29 日に練習に復帰した。また B 選手も同様に 7 月 27 日のトレーニングマッチ (TRM) 時に発熱症状を訴え、29 日に練習に復帰した。B 選手は症状発症前日の SIgA 濃度が国内での値と比較して低値を示していた (158.19 $\mu\text{g/ml}$ vs 83.59 $\mu\text{g/ml}$)。しかし、発症前の SIgA 濃度の測定を毎日行っていないことから、この 2 つの測定値のみで、症状の発症の可能性を論じることはできない。また、C 選手も同様に症状の発症前の SIgA 濃度の測定を行っていないことから不明である。

一般に、SIgA をはじめとした口腔局所内免疫能の低下は上気道感染症の発症リスクとの関連が示唆されている¹⁸⁾が、この SIgA レベル、特に SIgA 分泌速度の低下には唾液分泌量の低下も大きく関係する¹⁶⁾。この点から考えると、感染症のリスク把握のために競技現場において口腔内局所免疫能を用いるのであれば、SIgA 濃度のみならず唾液分泌量と合わせて評価することが望ましいと考えられた。

2. EL と選手のコンディション

本研究ではオリンピック大会期間中における試合時の EL は測定できていないため、ブラジル国内合宿開始 (7 月 22 日午後) から大会開始前 (8 月 1 日) までのトレーニングおよびトレーニングマッチ時における、各選手別の積算総移動距離およびポジション別の積算総移動距離 (図 6、図 7)、およびそれらを 21 km/h 以上で評価した際の移動距離の変化を図 8 および図 9 にそれぞれ示す。ポジション別の積算総移動距離はポジションによって統計的な差異は認められなかった (CB; 3692 \pm 1680 m, SB; 4250 \pm 1887 m, Vo; 4303 \pm 2074 m, SMF; 4136 \pm 2190 m, FW; 4136 \pm 1488 m, $p > 0.05$, 図 7) しかしながら、21 km/h 以上での移動距離では CB と比較して、SMF、SB および FW の選手における移動距離が有意に高値を示した ($p < 0.05$, 図 9)。合わせて VO と比較して SB の選手の移動距離が有意に高値を示した ($p < 0.05$, 図 9)。このような背景となった要因として、大会前のトレーニングの多くが試合を想定したトレーニングであったことが考えられ、イングランドの試合時における先行研究と同様の傾向を示した¹¹⁾。21 km/h 以上での移動距離 (図 8) が他の選手と比較して高い傾向にあった、SB_1、SB_2、SB_3、SMF_1 の中で、SMF_1 選手は大会期間中における VAS を用いた“筋・関節の違和感、体調不良でのプレーでの影響度”という項目の値の回答が、本大会前と比較して、大会期間中の朝に高値を示した。このような結果は試合に出場した結果であるとも解釈できるが、大会前までの高強度移動距離の蓄積 (図 9) が関係している可能性も完全には否定できない。

3. 選手のコンディションからみる IL と EL との関係性

本研究では大会期間中において起床時の心拍数、体重および唾液中 SIgA 濃度の変動することが確認された。これらの IL の指標は一般に、トレーニング強度影響を受ける^{1,13,20)}と考えられるため、このような変化はオリンピック本番での試

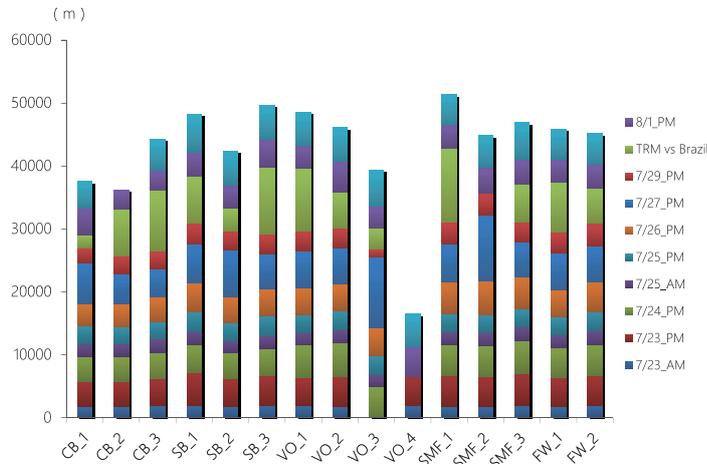


図6. 各選手別積算総移動距離

CB;センターバック,SB;サイドバック,VO;ボランチ,SMF;サイドミッドフィルダー,FW;フォワード

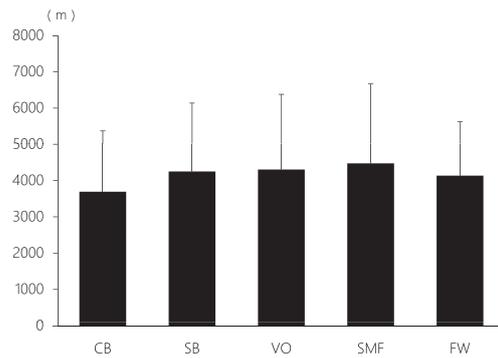


図7. 各ポジション別積算総移動距離

Data are mean \pm SD.

CB;センターバック,SB;サイドバック,VO;ボランチ,SMF;サイドミッドフィルダー,FW;フォワード

合における運動負荷、つまり EL による影響であると考えられる。しかしながら、本研究では実際の試合中における EL のモニタリングは行っていないため、これらの変動が EL の影響によるものかそれとは別の要因によるものなのかを特定することはできない。しかしながら、コンディションの変化は運動強度や量に依存することを考えると、本研究で得られた選手のコンディションの変化は EL の影響によってもたらされた可能性、つまり IL と EL との関係性を示唆する多くの先行研究^{1,13,20}を支持する結果であったと考えられる。

しかしその一方で、大会開始前までの 21 km/h

以上での移動距離が他の選手と比較して高い傾向にあった SMF_1 選手が、トレーニング量を低下させ大会初戦に向けたコンディショニングを行っていたにもかかわらず、大会当日の朝から“筋関節の違和感”の回答で高値を示した。仮に、“筋関節の違和感”が EL の増加によるものだと仮定すると、IL にも何らかの変化が現れる可能性が考えられることから、同選手の SIgA レベルの変動についても検討を行った。その結果、大会前までの期間（7月26日から7月30日）における SIgA レベルは、比較的安定した値で推移していた（平均 $137 \pm 19 \mu\text{g/ml}$ ）。この結果は、IL の

オリンピックに向けたコンディショニング

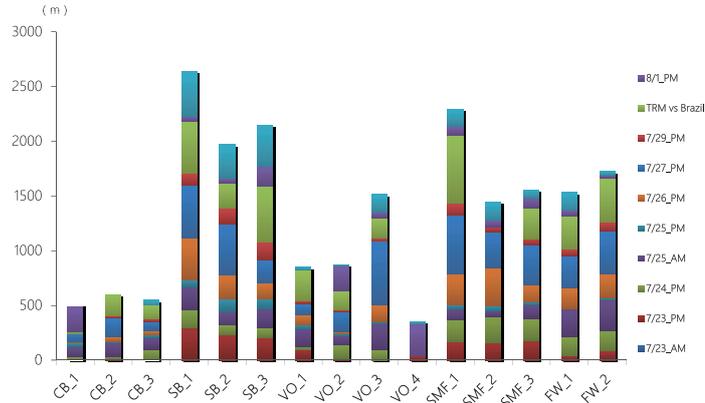


図8. 各選手別積算総移動距離(21km/h <)

CB;センターバック,SB;サイドバック,VO:ボランチ,SMF;サイドミッドフィルダー,FW;

フォワード

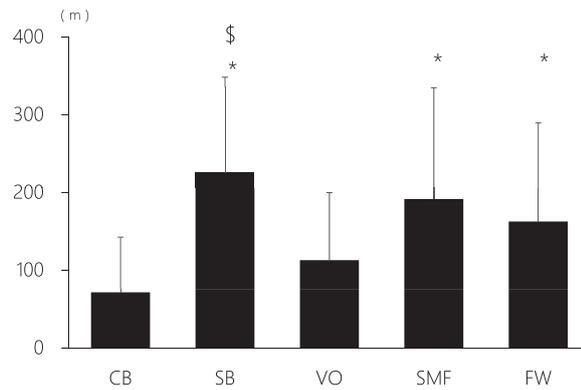


図9. 各ポジション別積算総移動距離(21km/h <)

Data are mean ± SD.

*; p < 0.05 compared with CB, \$; p < 0.05 compared with

VO.CB;センターバック,SB;サイドバック,VO:ボランチ,SMF;サイドミッド

フィルダー,FW;フォワード

変動では察知できない選手のコンディションの変化を、ELを用いてモニタリングすることで察知できる可能性を示しているとも考えられる。このようなことから、ILとELの双方を評価しコンディション評価に用いることでの確に選手の心身の状態を把握する一助となると考えられるが、さらにこの点を強調するためには具体的な症例を用いた更なる検討が必要であろう。

Ⅳ まとめ

本研究はリオデジャネイロ 2016 大会サッカー競技に参加する、U23 サッカー日本代表チームを

対象として、リオデジャネイロ 2016 大会前の事前キャンプ及び本大会中における IL および EL を評価し、選手のコンディションとの関連を検討することを目的とした。

今回の取り組みとリオ五輪における競技成績との関連を証明することは難しいが、IL と EL の双方の指標をモニタリングすることで、事前キャンプや大会期間中におけるトレーニング負荷の決定、コンディション評価などを行う際の一助となる可能性が示された。

今後、最適なパフォーマンス発揮を行うためのこのような取り組みに関する検討を重ねること

が、我が国のサッカーそのものの競技力向上につながると考えられる。

文献

- 1) 秋本崇之, 赤間高雄, 杉浦弘一, 龍野美恵子, 香田泰子, 和久貴洋, 河野一郎. 持久性ランニングによる口腔局所免疫能の変動. 体力科学, 47: 53-62, 1998.
- 2) Baumert M, Brechtel L, Lock J, Hermsdorf M, Wolff R, Baier V, and Voss A. Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. Clin J Sport Med, 16(5): 412-417, 2006.
- 3) Bosquet L, Merkari S, Arvisais D, and Aubert AE. Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. Br J Sports Med, 42(9): 709-714, 2008.
- 4) Bosquet L, Montpetit J, Arvisais D, and Mujika I. Effects of tapering on performance: a meta-analysis. Med Sci Sports Exerc, 39(8): 1358-1365, 2007.
- 5) Bullock N, Martin DT, Ross A, Rosemond D, and Marino FE. Effect of long haul travel on maximal sprint performance and diurnal variations in elite skeleton athletes. Br J Sports Med, 41(9): 569-573, 2007.
- 6) Cheuvront SN, Ely BR, Kenefick RW, and Sawka MN. Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers. Am J Clin Nutr, 92(3): 565-573, 2010.
- 7) Cheuvront SN and Sawka MN. Hydration assessment of athletes. Sports Science Exchange, 18(2): 1-12, 2005.
- 8) Daniels WL, Vogel JA, Sharp DS, Friman G, Wright JE, Beisel WR, and Knapik JJ. Effects of virus infection on physical performance in man. Mil Med, 150(1): 8-14, 1985.
- 9) Diment BC, Fortes MB, Greeves JP, Casey A, Costa RJ, Walters R, and Walsh NP. Effect of daily mixed nutritional supplementation on immune indices in soldiers undertaking an 8-week arduous training programme. Eur J Appl Physiol, 112(4): 1411-1418, 2012.
- 10) Djaoui L, Haddad M, Chamari K, and Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. Physiol Behav, 181: 86-94, 2017.
- 11) Gregson W, Drust B, Atkinson G, and Salvo VD. Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. Int J Sports Med, 31(4): 237-242, 2010.
- 12) Kurakake S, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K, Saito K, Yamamoto Y. Changes in physical characteristics, hematological parameters and nutrients and food intake during weight reduction in judoists. Environ Health Prev Med, Oct;3(3): 152-157, 1998.
- 13) Mackinnon LT, Ginn E, and Seymour GJ. Decreased salivary immunoglobulin A secretion rate after intense interval exercise in elite kayakers. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 67(2): 180-184, 1993.
- 14) McDermott BP, Anderson SA, Armstrong LE, Casa DJ, Cheuvront SN, Cooper L, Kenney WL, O'Connor FG, and Roberts WO. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for the physically active. J Athl Train, 52(9): 877-895, 2017.
- 15) McLellan CP, Lovell DI, and Gass GC. Biochemical and endocrine responses to impact and collision during elite Rugby League match play. J Strength Cond Res, 25(6): 1553-1562, 2011.
- 16) Nakamura D, Akimoto T, Suzuki S, and Kono I. Daily changes of salivary secretory immunoglobulin A and appearance of upper respiratory symptoms during physical training. J Sports Med Phys Fitness, 46(1): 152-157, 2006.
- 17) 中村大輔. ピリオダイゼーションに着目した

- サッカー選手のコンディションに関する検討. 筑波大学博士論文, 2013.
- 18) 中村大輔, 秋本崇之, 和久貴洋, 鈴木滋, 河野一郎. 大学サッカー選手における唾液中SIgAを用いた上気道感染症罹患リスク把握の試み. 日本臨床スポーツ医学会誌, 10(3): 445-450, 2002.
- 19) 中村大輔, 中村真理子, 早川直樹. U-23サッカー日本代表におけるコンディション評価の取り組み. トレーニング科学, 28(4): 153-160, 2017.
- 20) 中村真理子, 中村大輔, 大岩奈青, 早川直樹. エリートサッカー選手における唾液中コルチゾールを用いたコンディション評価の可能性. Journal of High Performance Sport, 4: 71-78, 2019.
- 21) Nater UM, Youngblood LS, Jones JF, Unger ER, Miller AH, Reeves WC, and Heim C. Alterations in diurnal salivary cortisol rhythm in a population-based sample of cases with chronic fatigue syndrome. Psychosom Med, 70(3): 298-305, 2008.
- 22) Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, Costes F, Busso T, Lacour JR, and Barthelemy JC. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. Med Sci Sports Exerc, 32(10): 1729-1736, 2000.
- 23) Rebelo A, Brito J, Seabra A, Oliveira J, Drust B, and Krustup P. A new tool to measure training load in soccer training and match play. Int J Sports Med, 33(4): 297-304, 2012.
- 24) Ronnestad BR, Hansen J, Vegge G, and Mujika I. Short-term performance peaking in an elite cross-country mountain biker. J Sports Sci, 35(14): 1392-1395, 2017.
- 25) Sinnott-O'Connor C, Comyns TM, Nevill AM, and Warrington GD. Salivary biomarkers and training load during training and competition in paralympic swimmers. Int J Sports Physiol Perform, 13(7): 839-843, 2018.
- 26) 菅原順, 濱田豊, 鍋倉賢治, 西嶋尚彦, 松田光生. 運動終了後の副交感神経活動の簡易評価法とコンディショニングにおける応用. 体力科学, 48: 467-476, 1999.
- 27) Thorpe RT, Atkinson G, Drust B, and Gregson W. Monitoring fatigue status in elite team-sport athletes: implications for practice. Int J Sports Physiol Perform, 12(Suppl 2): S227-S234, 2017.