

**特集** 新型コロナウイルス感染症予防のための活動の自粛期間と再開期におけるトップアスリートへの影響  
——日本オリンピック委員会 (JOC) によるアンケート調査とハイパフォーマンススポーツセンター (HPSC) での事例

緊急事態宣言解除後の安全なトレーニング再開のための考慮事項—  
ハイパフォーマンススポーツセンターのトレーニング指導再開に向けた取組み 1  
Literature review and sample training programs for  
safe return to training after the state of emergency—  
Approaches to return to strength and conditioning session for  
high-performance athletes at the Japan High Performance Sport Center I

緒方博紀<sup>1)</sup>, 鈴木栄子<sup>1)</sup>, 山下大地<sup>1)</sup>, 大石益代<sup>1)</sup>, 田村尚之<sup>1)</sup>  
Hiroki Ogata<sup>1)</sup>, Eiko Suzuki<sup>1)</sup>, Daichi Yamashita<sup>1)</sup>, Masuyo Oishi<sup>1)</sup>, Naoyuki Tamura<sup>1)</sup>

**Abstract :** The COVID-19 pandemic has forced most athletes to be inactive, and they were unable to follow their normal training regimen. In Japan, there was the state of emergency from April to May in 2020, and all training facilities at the Japan High performance Sport Center were closed. The training gym's strength and conditioning coaches had to prepare for the re-opening of the gym. In an effort to support the return to training of the athletes, we had to consider possible risk factors and potential changes in the physical attributes following the periods of inactivity. We have developed our training programs by making the most of the limited available evidence.

Key words : detraining, safe return to training, designing strength and conditioning program

キーワード : デイトレーニング, 安全なトレーニング再開, トレーニングのプログラム  
デザイン

---

<sup>1)</sup>国立スポーツ科学センター

<sup>1)</sup> Japan Institute of Sports Sciences

E-mail : ogatahiroki@hotmail.co.jp

## I. 背景

新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、トップアスリートに限らず多くの世界中のアスリートは練習拠点やトレーニング場が使用できなくなった。国際オリンピック委員会 (IOC) 公式アスリート支援プログラムである Athlete365 の調査<sup>2)</sup>によると、トップアスリートおよびそのコーチの半数以上がトレーニング環境の確保が最も困難だったと述べている<sup>2)</sup>。各国の強化拠点でも施設の閉鎖や制限がなされた<sup>28),70)</sup>。

日本国内でも同様に、2020年4月の緊急事態宣言に伴い、ハイパフォーマンススポーツセンター (HPSC) が閉鎖に至った<sup>38)</sup>。HPSCは国立スポーツ科学センター (JISS) と味の素ナショナルトレーニングセンター (NTC) を含む東京都北区西が丘地区のエリアを指す。HPSCのトレーニング指導員は2001年のJISS開所当初よりオリンピック各競技団体からの要望を受け、主にHPSC内にあるトレーニング体育館にて強化指定選手の個別指導およびナショナルチームの団体指導を行っている。2015年以降はパラリンピック競技の選手の受け入れも開始し<sup>56)</sup>、2019年に新設されたNTCイーストのトレーニングジムの運営も行っている。しかし、緊急事態宣言により施設が閉鎖となったため、我々は直接指導をすることができず、メールやオンラインでの指導を余儀なくされた。

緊急事態宣言の解除に伴う施設運営の再開に向けた準備をし、トレーニング再開に向けて我々がすべきことは、前例が無い状況の中で選手が安心して安全に利用できる施設を運営することであり、HPSCの再開ガイドライン<sup>54)</sup>作成にも積極的に関与した。加えてトレーニング指導員としてアスリートにトレーニングプログラムを提供するために、あらゆる考慮事項を検討する必要があった。一般的な不活動に伴う身体の変化や傷害リスクの増加はもちろんのこと、その他の考え得るあらゆる考慮事項を検討した。例えば身体と心の両方に利益をもたらすとして定期的な身体活動を行うことが勧められている<sup>7),71)</sup>。一方では長時間の激し

い運動後には自己免疫と獲得免疫の両方が低下する懸念があることから<sup>69)</sup>、コロナ禍のスポーツ活動に関する情報が無い状況ではトレーニング強度の設定には注意を払う必要があった。

また、2020年度の最初の緊急事態宣言が解除された5月末は夏に向けて気温が上昇していく時期であったが、外出機会が減り、通常練習が制限されたために徐々に暑さに慣れる（自然な暑熱順化）ことができず、例年以上に熱中症のリスクが高まる懸念があった。身体にかかる生理的、環境的ストレスに身体が順応するまでには、約7～10日かかると言われていた<sup>51)</sup>。多くの非外傷性の死亡例はトレーニング再開後の最初の1週間に発生しているという事実を踏まえ<sup>57)</sup>、適切な条件で運動を実施し、環境的ストレスに耐えうる身体的準備（暑熱馴化など）は軽視できない。活動再開期におけるトレーニングでは、環境要因への順化も考慮しなければならない。

本稿ではHPSCトレーニング体育館のトレーニング指導員が中心となり、隣接するハイパフォーマンス・ジム (HPG) のトレーニング指導員や研究員の協力を得て、傷害のリスクを下げつつ安全に段階的なスポーツ活動を再開するために、収集した先行研究およびその考慮事項を踏まえたトレーニングのプログラムデザインについて紹介する。

なお、プログラムデザインは2020年5月までに集めた情報を基に作成したが、本稿では6月以降に公表された研究についても取り扱っている。

## II. 研究レビュー

### 1. トレーニングの中断に関する類似事例

トレーニングの減少や中止の結果として、トレーニングによって誘発された解剖学的、生理学的、およびパフォーマンスの適応が部分的または完全に失われることは、ディトレーニングと定義されている<sup>46)</sup>。1か月またはそれ以上のディトレーニング期間は、シーズン制スポーツや学生スポーツにおいてよくみられる。新入生の大学アスリートは、長期のディトレーニング期間だけでなく、

高校スポーツから大学スポーツへと負荷の要求が大きく変化するため、高い傷害の危険性を抱えている<sup>9)</sup>。大学スポーツではスポーツ傷害の発生が4～6月に最も多く、その多くが新入生の整形外科的問題であることが指摘されている<sup>72)</sup>。本格的に身体活動を再開して、急に活動量が増加する最初の4日間に重篤な怪我や事故の発生が多いことが報告されており、全米アスレティックトレーナーズ協会 (NATA)、全米ストレングス & コンディショニング協会 (NSCA) などをはじめとした医療およびスポーツ医学に関わる13の組織から、大学生アスリートの重篤な傷害と死亡事故防止のための推奨事項が発表されている<sup>57)</sup>。

プロスポーツにおいても同様の事例が報告されている。アメリカンフットボールの世界最高峰のリーグである National Football League (NFL) において、アキレス腱断裂の件数は通常1年あたり平均5件であるが、2011年に起きたロックアウトによってトレーニング施設の利用が禁止され、その後のトレーニングキャンプの最初の12日間に10件のアキレス腱断裂が発生し、プレシーズンの最初の2週間ではさらに2件が発生したと報告されている<sup>45)</sup>。

また、ドイツのプロサッカーリーグであるブンデスリーガでは、新型コロナウイルス感染症拡大によるロックダウン前と比較して、リーグ再開後に負傷率が3倍以上(1試合当たりの負傷率はロックダウン前0.27人に対し、ロックダウン後0.84人)となったと報告されている<sup>64)</sup>。負傷者のうち17%はリーグ再開後、最初の試合かその前に傷害を負っており、筋系の傷害が最も多くなっていた<sup>64)</sup>。また、リーグ再開以降に試合数が累積しても負傷率が増加していないことから、エリートレベルの競技再開に向けての準備が十分ではなかった可能性が指摘されている<sup>64)</sup>。

NFL やプロサッカーリーグの事例はアスリートが活動再開直後の期間に過度な運動負荷に曝されていたことを示唆している。活動自粛によって通常よりも負荷耐性が低下している状況から急激な運動負荷の増加(急性負荷のスパイク)が起き

ないように注意が必要である<sup>20)</sup>。さらに感染拡大防止措置によるデイトレーニングの程度は通常のオフシーズン期の比ではなく、ブラジルのプロサッカー選手の事例では、体力の低下度合いはオフシーズン(24日間程度)よりもコロナ禍での隔離(63日間)の方が大きかった<sup>24)</sup>。また傷害のリスクを下げつつ、元の体力レベルに戻すには、中断した期間よりも長い時間が必要であるとされている<sup>60)</sup>。

## 2. 短期(4週間未満)のデイトレーニング

2020年4月の緊急事態宣言は当初は約4週間とされていたため、4週間未満のデイトレーニングの影響をまとめた Mujika と Paddila の Leading Article (I)<sup>46)</sup> を参考にしていたが、緊急事態宣言の延長に伴い、より長期のデイトレーニングの影響についても考慮せざるを得なくなったため、同じく4週間以上のデイトレーニングについてまとめられた Mujika と Paddila の Leading Article (II)<sup>47)</sup> を参考にした。

また、短期の隔離(海外からの帰国や濃厚接触者の認定等)により、2週間程度の自宅待機を余儀なくされるケースがあるため、本稿でも同様に短期(4週間未満)と長期(4週間以上)のデイトレーニングの知見に分けて紹介する。2000年以前の研究をレビューした上記の文献に加え、2000年以降の研究を収集した。

最大酸素摂取量( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ )は、高度にトレーニングされた者でも短期(4週間未満)のデイトレーニングで4～14%減少することが示されており、高度にトレーニングされている者ほどトレーニング中断による低下が大きい<sup>46)</sup>。しかし、少量のトレーニングを継続した場合は維持される場合がある<sup>46)</sup>。アスリートの持久力パフォーマンスは、14日間のデイトレーニングによって急速に低下するが、ランニングエコノミーに変化は見られず、心肺機能の喪失がパフォーマンス低下の主な原因であることが示唆されている<sup>27)</sup>。また、トレーニングを中止してわずか数日後に、同強度の最大下運動でより高い血中乳酸濃度となること

が多く競技（競泳、自転車、アメリカンフットボール）で示されている<sup>46),48)</sup>。セミプロサッカー選手のYo-Yo IR2テストと反復スプリントテストのパフォーマンスは、トレーニング量を減らした週3回の高強度有酸素トレーニングでは低下しなかったが、2週間のディトレーニングの場合はパフォーマンスの回復に2週間以上を要していた<sup>32)</sup>。

筋力やパワーに関して、普段トレーニングを行っているアスリートは、ディトレーニングの2週間後にベンチプレス、スクワット、等尺性および等速性求心性膝伸展筋力、垂直跳びにおいて有意な変化はなかったが、等速性遠心性膝伸展筋力は減少（-12%）した<sup>26)</sup>。ウエイトリフティングのように高度なスキルが必要なアスリートでは、2週間のディトレーニングでもウエイトリフティング競技種目とその関連種目において挙上重量が大幅に減少（-5.1～-6.6%）する可能性があり、下半身の基礎的な多関節種目でも同様に筋力低下が示されている<sup>36)</sup>。競泳選手では4週間のディトレーニングで筋力を維持したが、スイムの特異的パワーの減少（-13.6%）が報告されている<sup>52)</sup>。筋力は最大4週間のディトレーニングでも維持されるが、アスリートの遠心性筋力と競技特異的なパワーは大幅に低下する可能性がある<sup>46),49)</sup>。

また、トレーニング歴のない健常者の報告では、6週間のトレーニングの後に3週間トレーニングを中断した場合、最大筋力及び筋断面積は低下するが、その後の6週間のトレーニングにより、トレーニングを継続していた群と同程度まで最大筋力及び筋断面積が増大する<sup>55)</sup>。3週間のディトレーニングと6週間のリトレーニングを繰り返すサイクルは、24週間後に継続的なレジスタンストレーニングを行った場合と同様の筋肥大をもたらすことが報告されている<sup>55)</sup>。

サッカー選手や活動的な男性を対象としたコンカレントトレーニング（筋力トレーニングと持久性トレーニングを組み合わせるトレーニング）によって得られたほとんどのトレーニング効果は、2～4週間のディトレーニングで元に戻る

ようである<sup>66)</sup>。有酸素トレーニングやレジスタンストレーニングの強度が高いほど、より大きな心肺機能や神経筋の適応が誘発されるが、筋力を向上させ、ディトレーニングによる筋力低下を最小限に抑えるためには、高強度のレジスタンストレーニングと低強度の有酸素トレーニングの組み合わせが有効だと考えられる<sup>66)</sup>。

### 3. 長期（4週間以上）のディトレーニング

$\dot{V}O_2 \max$  は、トレーニングを高度に積んでいるアスリートでは、長期的なディトレーニング中に6～20%減少する<sup>47)</sup>。また、最初の8週間は強化された $\dot{V}O_2 \max$  に比例して漸進的に減少するようである<sup>47),48)</sup>。トレーニング初心者は、長期のディトレーニングによってトレーニング前の値に戻ることが示されている<sup>47)</sup>。ディトレーニングによって乳酸閾値がより低い運動強度で生じるようになるが、トレーニングを受けていない者よりもまだ高い状態であった<sup>47)</sup>。競泳パフォーマンスは、シーズン後の移行期に低下することが示されており、サッカー選手の5週間のディトレーニングによって疲労までの運動時間が24%減少することが示されている<sup>47)</sup>。長期のディトレーニングによって持久力系アスリートの酸素摂取量は、最大運動時に有意に増加するようである<sup>47)</sup>。オリンピックボート競技金メダリストを対象とした事例研究では、大会の8週間前と比較して8週間のディトレーニング後には漸増ローイングテストの $\dot{V}O_2 \max$ （-8%）が低下し、血中乳酸値が2mmol/L、4mmol/Lとなる運動強度と $\dot{V}O_2 \max$ でのパワーも低下（それぞれ-27%、-22%、-20%）が示された<sup>22)</sup>。その後8週間のリトレーニングで急速な改善が見られたが、ほとんどのパラメーターで五輪前のレベルに近づくのに20週間を要しており、ディトレーニングよりもリトレーニングにより長い時間がかかっている<sup>22)</sup>。プロサッカー選手では、40日間週3回、最大心拍数（HRmax）の約65～75%の有酸素トレーニングを30分間実施したが、Yo-Yo IR1において相対距離やスプリントの最大速度などが有意に低下した<sup>12)</sup>。

筋力やパワーに関して、筋力トレーニングを行っているアスリートは、8～12週間のデイトレーニングで筋力が7～12%減少することが示されており、この筋力の減少は、筋断面積と筋量の減少に加えて、神経系の要因（筋活動の低下）に関係しているようである<sup>47)</sup>。健常者の場合、最近獲得した筋力向上の多くは、トレーニング停止後も、少なくとも12週間は維持される<sup>47)</sup>。活動的な男性では、16週間のトレーニング期間後の4週間のデイトレーニングは、上肢と下肢の最大筋力の低下よりも大きな筋パワーの低下が示された<sup>34)</sup>。エリートカヤック選手では5週間のデイトレーニングにおいてベンチプレスとプロンベンチプルの最大挙上重量（1RM）がトレーニング減少群で（-3.9%、-3.4%）、トレーニング中止群では（-8.9%、-7.8%）とより大きく減少し、筋パワーでも減少群（-9.0%、-6.7%）より中止群（-12.6%、-10.0%）でより大きく減少した<sup>21)</sup>。筋パワーはデイトレーニングの影響を受けやすく、最大筋力よりも急激に低下する可能性がある<sup>21)</sup>。ブラジルトップ棒高跳び選手のRate of force development（RFD）と5mスプリント能力は28日間のトレーニング中断で向上したが、ストレッチ-ショートニングサイクル（SSC）機能は低下しており、より長い距離（5～45m）ではSSC機能の低下に関連する傷害を避けるために、移行期であってもプライオメトリックトレーニングの頻度を維持することが重要であると考えられる<sup>40)</sup>。エリートハンドボール選手では7週間のデイトレーニングによってカウンタームーブメントジャンプの跳躍高は減少しないが、投球速度は大幅に低下した<sup>44)</sup>。

セミプロサッカー選手では、シーズン後の8週間に体脂肪率の増加、柔軟性の低下が報告されている<sup>8)</sup>。プロサッカー選手では5週間のデイトレーニングにより、除脂肪量が減少するが、デイトレーニング期間内の3週間の個別トレーニングに加え、5週間のリトレーニングを行うことで、除脂肪量は元のレベルまで戻すことが可能であり、2週間の完全オフは許容される<sup>67)</sup>。

12週間のデイトレーニング中に静的ストレッチ

チを実施することによって、筋量の減少が抑制されたとする報告があり、デイトレーニング中に実施するストレッチが筋量減少を防ぐ有効性を示唆している<sup>35)</sup>。

#### 4. トレーニング負荷と傷害に関する先行研究

特定の週のトレーニング負荷を急性負荷、過去4週のトレーニング負荷の平均値を慢性負荷とし、急性負荷と慢性負荷の比（ACWR: acute:chronic workload ratio）が0.8～1.3の範囲内にある場合（急性負荷が慢性負荷とほぼ等しい場合）、傷害リスクは比較的低いことが報告されている<sup>18),20)</sup>。ただし、ACWRが1.5以上の場合（急性負荷が慢性負荷よりもはるかに大きい場合）、傷害リスクが著しく増加する<sup>4),42)</sup>。また、低い慢性負荷と高いACWR (>1.4)<sup>10)</sup>、非常に高いACWR (>2.0)<sup>6)</sup>の組み合わせで傷害リスクが高くなることが報告されている。さらに、ランニングの減速動作の慢性負荷（累積回数）が低く、ACWRが高い(>2.3)と非接触性傷害のリスクが最大になることが示された<sup>6)</sup>。

一方、慢性負荷による積極的な身体的適応は、疲労の影響を最小限に抑え、傷害リスクを減少させる可能性がある<sup>29)</sup>。最近の研究でも慢性負荷に関係なく、トレーニング負荷の急増は傷害リスクの増加と関連するが、このリスクは慢性負荷が大きいほど減少している<sup>6),41)</sup>。これらは、オーバートレーニングとアンダートレーニングの両方に問題がある可能性を示唆している<sup>10),20)</sup>。活動再開時は慢性負荷が低い状態であり、急性負荷が高まりやすいことは容易に想像できる。アスリートがトレーニング不足の場合、競技で求められる負荷に対する準備が不十分となる。チーム競技では相対的に筋力の強いアスリートは、弱いアスリートよりもトレーニング負荷の急上昇（スパイク）に耐えることが示されており、相対的に筋力が弱い場合は注意を要する<sup>43)</sup>。

また、高い有酸素性能力も傷害リスクに対して保護効果があるようである<sup>42)</sup>。有酸素性能力が低い選手はシーズン中の傷害リスクが高く、競技

の生理的要求に耐えられるだけの身体的資質がない場合は傷害リスクが高まる可能性があることは重要な検討事項である<sup>42)</sup>。パフォーマンス向上を狙って戦略的に高負荷を一定期間用いる場合もあり、高負荷のトレーニングを常に忌避する必要はないが、特に活動再開期に当たっては、そのトレーニングの急性負荷に耐えうるかは考慮すべきである。また、傷害の既往歴や競技歴の長さも傷害リスクとの関連が指摘されており、アスリートの個人差や身体的特徴にも考慮が必要である<sup>10),20),42)</sup>。

トレーニング負荷のモニタリングには様々な方法が利用できる<sup>19)</sup>。一般的には外的負荷（継続時間、速度、距離など）を用いることが多く、屋外スポーツではGPSを用いた情報収集が行われている。内的負荷のモニタリングとして心拍数が多く用いられているが、心拍数測定は持久性活動以外では有用ではなく、トレーニング中の正確な測定には心拍計が必要になる。より簡便に内部負荷をモニタリングするものとして自覚的運動強度(RPE)を用いたセッションRPE (s-RPE: セッション時間(分)×RPE)が利用できる<sup>11)</sup>。s-RPEは主観的なデータではあるが、傷害リスクに対しての感度が高いという報告があり<sup>17)</sup>、持久性活動以外の高強度運動の評価にも使用できることがs-RPEの利点である。

活動再開に当たっては、急性トレーニング負荷のスパイクを防ぎつつ、トレーニングによって徐々に慢性負荷を高め、負荷耐性の高い身体状態にすることを見据えてトレーニングを計画する必要がある<sup>6)</sup>。また、適切なリカバリー戦略を適用することも不可欠である。アスリートは活動自粛中のトレーニング不足による不安や焦りから、指導者が管理できる範囲外で自主的にトレーニング量を急激に増やしてしまう懸念があるため、指導者は十分にアスリートとコミュニケーションを取り、再開期のトレーニング負荷の調節について相互理解を得ることが不可欠である。

## 5. 免疫機能とコンディショニング

新型コロナウイルス感染症に対する免疫応答は不明な点が多いが、これまでのウイルス性上気道感染症対策の知見を参考にすると、激しい運動による免疫機能の低下は可能な限り避ける、もしくは免疫機能の低下後の回復を促進させることが重要だと考えられる。アスリートの免疫機能が低下しやすい原因として、高強度トレーニング、長距離移動、減量、月経異常などが挙げられる<sup>65)</sup>。免疫機能は高強度運動で低下し、長時間になるほど免疫機能の回復が遅くなる<sup>25)</sup>。高強度運動を毎日行うと免疫機能が徐々に低下し、その後一定期間、免疫機能が低下した状態が続くため<sup>1)</sup>、連日の高強度運動実施には注意が必要である。一方、試合に向けたトレーニング量の調整（テーパリング）によってトレーニング量が減少すると、免疫機能が改善することが報告されている<sup>58)</sup>。免疫機能維持のためにトレーニング強度やボリュームの増加を1週間あたり5～10%にし、過度に長いセッションよりも頻繁なスパイクセッションにすることや、毎晩の睡眠時間を少なくとも7時間とることなども推奨されている<sup>69)</sup>。また、疲労感がある程度免疫状態を反映しており、疲労感のモニタリングは免疫機能低下のサインを見つける手がかりとして利用できる<sup>53)</sup>。特に活動再開時は通常時と比べ、慢性負荷の減少によって相対的な疲労耐性の低下が起り得ることから、選手の疲労感を指導者間で共有することで免疫機能低下の対策を講じ、トレーニングの負荷調整に活用できると考えられる。

## 6. 暑熱順化

アスリートの暑熱順化には7～10日が必要であると言われている<sup>51)</sup>。2020年度の最初の緊急事態宣言下では効果的に暑熱順化が獲得できていない可能性があり、活動再開時には環境負荷要因に対する対策を講じる必要があった。また、多くの非外傷性死亡例は、活動再開後の最初の週に発生していることを踏まえると、この期間の脆弱性を認識し、適切な運動と暑熱順化の両方を実施す

ることが不可欠となる<sup>57)</sup>。

暑熱順化は暑熱環境に繰り返し曝されることで達成されるが、移行期間や活動再開時に暑熱順化が十分ではない状態では、運動強度が相対的に高くなり過剰な負荷となり得ることに注意が必要である<sup>30)</sup>。暑熱順化には1日60分以上のトレーニングによって体温を上げることが必要である<sup>62)</sup>。10日間の暑熱順化は、5日間より効果的に平均パワーを改善するとみられるが<sup>3)</sup>、有酸素性パフォーマンスの最適化には2週間かかるようである<sup>62)</sup>。暑熱順化の利点を最大化するためには2週間が必要だと考えられる。さらに、運動中や運動後に実践可能なリカバリー方法の詳細については本稿の範囲を超えているが、適切なりカバリー戦略を準備しておくことは、その後に続くトレーニングの質を確保するためにも重要である<sup>31),50),51),62)</sup>。

### Ⅲ. トレーニングのプログラムデザイン

#### 1. レジスタンストレーニングのプログラムデザイン

レジスタンストレーニングの再開に当たっては、大学ストレングス & コンディショニング協会 (CSCCa) と全米ストレングス & コンディショニング協会 (NSCA) によって発表された不活動後の移行期にトレーニングに安全に復帰するための合同総合ガイドライン<sup>9)</sup>で紹介された

50/30/20/10 ルールと FIT (Frequency、Intensity、Time) ルールを参考にモデルプログラムを作成した。これらのルールは、不活動期間後に起こる労作性横紋筋融解症 (ER) や労作性熱中症 (EHIs) および心臓血管系の事故のリスクを減らすことを目的としたものであり<sup>9)</sup>、緊急事態宣言明けのトレーニング再開に活用できると考えられた。HPSC の施設再開に向けて HPSC トレーニング体育館では全身 (表1~3)、上半身、下半身の3種類のモデルプログラムを3週間分作成した。これらのモデルプログラムは、施設再開時に HPSC 内のトレーニング施設に掲出し、希望者に配布した。

50/30/20/10 ルール<sup>9)</sup>はトレーニング開始1週目には通常の50%少ない量から始め、1週間ごとに30%、20%、10%ずつ少ない量とし、5週目以降に通常の負荷設定とするものである。不活動期間後の頻度は1週目には週3日、2週目でも週4回を超えないことが推奨されている<sup>9)</sup>。運動休息比は1週目を1:4とし、2週目以降は1:3かそれ以上とした<sup>9)</sup>。また、ウエイトトレーニングにおいては、FIT ルール<sup>9)</sup>に基づき頻度 (Frequency)、強度相対量 (IRV: Intensity relative volume = セット数×反復回数×%1RM) および休息时间 (Time of rest interval) を設定した。特定の筋群、運動の種類に対して IRV は11~30となることが推奨されている<sup>9)</sup>。クリーン、スナッチなどのウエイ

表1. トレーニング再開1週目のレジスタンストレーニングのプログラム例

	エクササイズ	レスト(秒)	強度	セット数	反復回数
プライオメトリックス	ドロップスクワット	90		3	10
	片脚ドロップスクワット	90		2	左右5
ウエイトトレーニング	バックスクワット	240	60%1RM	3	10
	ルーマニアンデッドリフト	240	20RM	3	10
	ベンチプレス	240	60%1RM	3	10
	ラットプルダウン	240	20RM	3	10
	DBショルダープレス	240	20RM	3	10
	シットアップ	90	20RM	3	10
	バックエクステンション	90	20RM	3	10

表2. トレーニング再開2週目のレジスタンストレーニングのプログラム例

	エクササイズ	レスト(秒)	強度	セット数	反復回数
プライオメトリックス	ボックス・ジャンプ	120		3	10
	ボックス・プッシュオフ	120		2	左右5
ウェイトトレーニング	バックスクワット	120	70%1RM	4	8
	ルーマニアンデッドリフト	120	12RM	4	8
	ベンチプレス	120	70%1RM	4	8
	ラットプルダウン	120	12RM	4	8
	DBショルダープレス	120	12RM	4	8
	シットアップ	90	12RM	3	8
	バックエクステンション	90	12RM	3	8

表3. トレーニング再開3週目のレジスタンストレーニングのプログラム例

	エクササイズ	レスト(秒)	強度	セット数	反復回数
プライオメトリックス	デプスジャンプ	120		3	5
	ボックス・プッシュオフ	120		2	左右5
ウェイトトレーニング	バックスクワット	120	80%1RM	4	5
	ルーマニアンデッドリフト	90	8RM	4	5
	ベンチプレス	120	80%1RM	4	5
	ラットプルダウン	90	8RM	4	8
	DBショルダープレス	90	8RM	4	5
	シットアップ	90	12RM	3	10
	バックエクステンション	90	12RM	3	10

トリフティング種目については、IRV が最初の2週間は25単位を超えないようにし、1日の総トレーニング量（セット数×レップ数）は1週目に125レップ、2週目は150レップを超えない設定とすることが推奨されている<sup>9)</sup>。具体的な例は表4の通りである。

プライオメトリックトレーニングも同様に、50/30/20/10ルール<sup>9)</sup>を用いてボリューム設定を行っている。仮に上級者の1セッション当たりの目安である120～140回の接地回数<sup>59)</sup>を基準とした場合、1週目は70回、2週目は98回、3週目は112回、4週目は126回と設定できる。プライオメトリックトレーニングの経験が浅い場合や長期のデイトレーニングによって体重増加や筋力低下の可能性がある場合は、接地回数のボリューム

設定を変更する必要がある。運動休息比は前述のウェイトトレーニングと同様の設定が推奨されている。

しかし、50/30/20/10ルールや接地回数を基準としたボリューム設定では、プライオメトリック種目の強度が考慮されないため、プログラムデザインには注意が必要である。着地衝撃が少ないボックス・ジャンプ（ボックスへのジャンプアップ）より、デプスジャンプやバウンディングはより強度が高いことは明白である。実際の種目選択に当たっては接地回数だけではなく、種目の運動強度に影響する要因<sup>23),59),68)</sup>（表5）や実施者の体重（身体組成）や筋力を考慮することは必須となる。デイトレーニングによって除脂肪体重が低下し、体脂肪量が増加している場合には、体重当た

表4. IRVを基にしたウエイトトレーニングのプログラムデザインの例

	セット数	反復回数	%1RM	IRVユニット
パワークリーン	3	5	75%	11.3
バックスクワット	3	8	75%	18.0
ベンチプレス	3	8	75%	18.0
DBロウ	3	10	75%	21.9

IRV:セット数×反復回数×%1RM

表5. プライオメトリック種目の運動強度に影響するプログラムデザインの変数

	動作の種類	動作の方向	動作の動き出し	速度	高さ	距離
↑ 強度 ↓	ジャンプ (両脚離地、両脚着地)	リニア (垂直方向、水平方向)	NCM  CM	低	低	短
	バウンド (片脚離地、逆側の片脚着地)	ラテラル (垂直方向、水平方向)	CONT.  DC			
	ホップ (片脚離地、同側の片脚着地)	ローテーション (垂直方向、水平方向)	デプスジャンプ /ドロップジャンプ	高	高	長

NCM: Non-countermovement, CM: Countermovement, CONT.: Continuous, DC: Double contact

りの相対的な筋力低下が懸念される。よって個人差を考慮し、種目の強度を加味したうえでプログラムデザインを行う必要がある。

ディトレーニング状態であったアスリートには、トレーニングの許容量を決定するために、50/30/20/10 ルールやFIT ルールを用いて十分に慎重を期す必要があるが、緊急事態宣言中もある程度トレーニングを継続できており、中程度から高い慢性負荷のアスリートにとっては、トレーニング負荷を大きく増加 (>10%) させても十分に許容される可能性が高い<sup>20)</sup>。いずれのトレーニングにおいても各ルールをガイドラインとして利用し、アスリートのトレーニング状況を考慮して活用されるべきであろう。

## 2. エネルギー代謝系トレーニング(有酸素トレ

ニング) のプログラムデザイン

HPSC トレーニング体育館および HPG では、エネルギー代謝系トレーニングのプログラムデザインの際に血中乳酸濃度を用いた乳酸カーブテストをよく活用してきた。相対的な運動強度に対する血中乳酸濃度の上昇は、発生された乳酸をエネルギー源として再利用する能力に劣る可能性があることを示している。競技が短時間で終わる場合であっても、練習において繰り返し競技動作を反復することは多い。間欠的なパワー発揮が必要な競技やプレイ時間が短い競技においても十分なトレーニング量を積むためには、回復力としての有酸素能力が必要不可欠である<sup>33)</sup>。

乳酸を再利用する能力の向上は、筋グリコーゲンの節約によってトレーニング量の増加をもたらすものと期待される<sup>15),33)</sup>。慢性負荷が高い状態は負荷耐性が上がり、傷害リスクを下げるという観

点からも、トレーニング量を積むためには乳酸をエネルギーとして再利用する能力の向上は不可欠である。ただし、血中乳酸濃度が低い場合、解糖系の能力に劣っている可能性もあるため、競技によって選手のパワーやスピードに課題がある場合には、これらの強化を優先すべきであることに注意が必要である<sup>33)</sup>。

2020年度の最初の緊急事態宣言下やHPSCが実施した段階的準備プログラムにおいては、アスリートが取り組みやすいように心拍数や自覚的運動強度(Borg scale)を運動強度の指標として設定する方法を紹介した。HPSCトレーニング体育館およびHPGでは、乳酸カーブテストの結果から血中乳酸濃度が2.0mmol/L以下となる運動強度をベーストレーニングと呼び、有酸素能力向上のためのトレーニングの一つとして利用している。血中乳酸濃度が1.5～2.5mmol/Lとなる運動強度は75～85%HRmaxに相当する<sup>63)</sup>ことから、心拍計が利用可能な場合には、心拍数を基準にして強度設定の目安とすることができる。心拍計が利用できない場合でも、自覚的運動強度(Borg scale)を指標として「13 ややきつい」を超えない運動強度と設定できる。段階的準備プログラムにおいて具体的には、Eiraleらのレビュー<sup>13)</sup>を参考に、75%HRmax以下の運動強度で1日当たりの実施時間を1日30～60分(1回30分×2セッション、セッション間に休息を3時間以上とり、できれば2セッションに分ける)とし、ランニングまたはバイクでトレーニングを行うことを提案した。

#### IV. まとめ

活動再開期においてはレジスタンストレーニングとエネルギー供給系トレーニングのどちらも、50/30/20/10ルールやFITルールを参考にプログラムデザインに利用できるが、競技練習を含めた全体のトレーニング負荷やアスリートの個別のトレーニング状況や身体的特徴による個人差、環境への順化を考慮しプログラムをアレンジする必要がある。デイトレーニングから安全に通常のト

レーニング負荷に戻るためには、トレーニング指導者がアスリートや競技指導者と緊密に連携することは欠かせない。競技練習と体力トレーニングの総量を調整し、徐々に慢性負荷を高めて負荷耐性に強く、傷害の受傷リスクが低い状態にしておくことが重要であると考えられる。

トレーニング現場ではEvidence Based Practice (EBP) の概念が浸透しつつある<sup>14)</sup>。JISS内の支援活動でも当然EBPが求められており<sup>37)</sup>、科学的知見に基づいたトレーニング指導が我々の強みの一つである。今回の事象における考慮事項においても同一の事例があるはずもなく、関連事象においてもエビデンスレベルが高いものは少なく、事例報告を含めて網羅的に集めたものである。限られた情報の中で限られた期限までにプログラムをデザインし、多くの不確実性を心配しながらトレーニング指導をしなければならなかった。幸いトレーニング指導中の大きな傷害等はHPSC内で報告されていないが、一方で慎重すぎるプログラムによってアスリートの成長の速度を落としている可能性も否定できない。未知の事象に対する精神的な不安が選手の問題となっているが、選手をサポートする側の精神的な不安も同様に大きい<sup>2)</sup>。世界を舞台にするハイパフォーマンスアスリートに関する知見、特に傷害リスクの評価は実験室で再現できるものではなく、事例研究の強みである。一方、ランダム化比較試験は競技現場ではできないものではなく、より確実性の高い知見を得ることができる。どちらの知見もトレーニング指導員のプログラムをより安全にし、より効果的にしてくれるものであり、今後、デイトレーニング、リトレーニングに関する研究がより推進されることが求められ、またトレーニング介入の効果に関しても多くの報告が期待される。

#### 文献

- 1) 秋本崇之, 赤間高雄, 香田泰子, 和久貴洋, 林栄輔, 龍野美恵子, 杉浦弘, 天野和彦, 河野一郎. 高強度トレーニングによる安静時唾液中分泌型IgAの変動. 体力科学, 47, 245-252,

- 1998.
- 2) Athlete365. Athlete365 Survey Findings. <https://d2g8uwgn11fzhj.cloudfront.net/wp-content/uploads/2020/06/12121525/Athlete365-Key-Findings.pdf> (2021年1月12日)
  - 3) Benjamin CL, Sekiguchi Y, Fry LA, Casa DJ. Performance Changes Following Heat Acclimation and the Factors That Influence These Changes: Meta-Analysis and Meta-Regression. *Front Physiol*, 10: 1448, 2019.
  - 4) Blanch P, Gabbett TJ. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*, 50(8): 471-475, 2016.
  - 5) Bosquet L, Berryman N, Dupuy O, Mekary S, Arvisais D, Bherer L, Mujika I. Effect of training cessation on muscular performance: a meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*, 23(3): e140-149, 2013.
  - 6) Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Bruce-Low S, Li FX. Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *Br J of Sports Med*, 54: 731-738, 2020.
  - 7) Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, Carty C, Chaput JP, Chastin S, Chou R, Dempsey PC, DiPietro L, Ekelund U, Firth J, Friedenreich CM, Garcia L, Gichu M, Jago R, Katzmarzyk PT, Lambert E, Leitzmann M, Milton K, Ortega FB, Ranasinghe C, Stamatakis E, Tiedemann A, Troiano RP, van der Ploeg HP, Wari V, Willumsen JF. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, 54(24): 1451-1462, 2020.
  - 8) Caldwell BP, Peters DM. Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *J Strength Cond Res*, 23(5): 1370-1377, 2009.
  - 9) Caterisano A, Decker D, Snyder B, Feigenbaum M, Glass R, House P, Sharp C, Waller M, Witherspoon Z. CSCCa and NSCA Joint Consensus Guidelines for Transition Periods: Safe Return to Training Following Inactivity. *Strength Cond J*, 41(3): 1-23, 2019.
  - 10) Colby MJ, Dawson B, Peeling P, Heasman J, Rogalski B, Drew MK, Stares J, Zouhal H, Lester L. Multivariate modelling of subjective and objective monitoring data improve the detection of non-contact injury risk in elite Australian footballers. *J Sci Med Sport*, 20(12): 1068-1074, 2017.
  - 11) Coutts AJ, Cormack S. Monitoring the training response. In: Joyce D, Lewindon D. (Eds.) High-performance training for sports. *Human Kinetics*, pp. 75, 2014.
  - 12) de Albuquerque Freire, L., Tannure, M., Sampaio, M., Slimani, M., Znazen, H., Bragazzi, N.L., Aedo-Muñoz, E., Sobarzo Soto, D.A., Brito, C.J, Miarka, B. COVID-19-Related Restrictions and Quarantine COVID-19: Effects on Cardiovascular and Yo-Yo Test Performance in Professional Soccer Players. *Front Psychol*, 18; 11: 589543, 2020.
  - 13) Eirale C, Bisciotti G, Corsini A, Baudot C, Saillant G, Chalabi H. Medical recommendations for home-confined footballers' training during the COVID-19 pandemic: from evidence to practical application. *Biol Sport*, 37(2): 203-207, 2020.
  - 14) English KL, Amonette WE, Graham M, Spiering BA. What is "Evidence-Based" Strength and Conditioning? *Strength Cond J*, 34(3): 19-24, 2012.
  - 15) 榎木泰介. 血中乳酸濃度をどう活かすか～JISSの事例から～. 八田秀雄編, 乳酸をどう活かすか. 杏林書院, pp.51-63, 2008.
  - 16) Fondell E, Lagerros YT, Sundberg CJ, Lekander M, Bälter O, Rothman KJ, Bälter K. Physical

- activity, stress, and self-reported upper respiratory tract infection. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2): 272-279, 2011.
- 17) Gabbett TJ. The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. *J Strength Cond Res*, 24(10): 2593-2603, 2010.
  - 18) Gabbett TJ. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J of Sports Med*, 50: 273-280, 2016.
  - 19) Gabbett TJ, Nassis GP, Oetter E, Pretorius J, Johnston N, Medina D, Rodas G, Myslinski T, Howells D, Beard A, Ryan A. The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *Br J Sports Med*, 51(20): 1451-1452, 2017.
  - 20) Gabbett TJ. Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *Br J Sports Med*, 54(1): 58-66, 2020.
  - 21) García-Pallarés J, Sánchez-Medina L, Pérez CE, Izquierdo-Gabarren M, Izquierdo M. Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. *Med Sci Sports Exerc*, 42(6): 1209-1214, 2010.
  - 22) Godfrey RJ, Ingham SA, Pedlar CR, Whyte GP. The detraining and retraining of an elite rower: a case study. *J Sci Med Sport*, 8(3): 314-320, 2005.
  - 23) Goodwin JE and Jeffreys I. Plyometric training: theory and practice. In: Jeffreys I, Moody J. (Eds) *Strength and conditioning for sports performance*. Routledge, pp.310-339, 2016.
  - 24) Grazioli R, Loturco I, Baroni BM, Oliveira GS, Saciura V, Vanoni E, Dias R, Veeck F, Pinto RS, Cadore EL. Coronavirus Disease-19 Quarantine Is More Detrimental Than Traditional Off-Season on Physical Conditioning of Professional Soccer Players. *J Strength Cond Res*, 34(12): 3316-3320, 2020.
  - 25) Gleeson M, Walsh NP; British Association of Sport and Exercise Sciences. The BASES expert statement on exercise, immunity, and infection. *J Sports Sci*, 30(3): 321-4, 2012.
  - 26) Hortobágyi T, Houmard JA, Stevenson JR, Fraser DD, Johns RA, Israel RG. The effects of detraining on power athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 25(8): 929-935, 1993.
  - 27) Houmard JA, Hortobágyi T, Johns RA, Bruno NJ, Nute CC, Shinebarger MH, Welborn JW. Effect of short-term training cessation on performance measures in distance runners. *Int J Sports Med*, 13(8): 572-576, 1992.
  - 28) Hughes D, Saw R, Perera NKP, Mooney M, Walleit A, Cooke J, Coatsworth N, Broderick C. The Australian Institute of Sport framework for rebooting sport in a COVID-19 environment. *J Sci Med Sport*, 23(7): 639-663, 2020.
  - 29) Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, Chapman P, Bailey D, Orchard JW. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med*, 48(8): 708-712, 2014.
  - 30) Ihsan M, Périard JD, Racinais S. Integrating Heat Training in the Rehabilitation Toolbox for the Injured Athlete. *Front Physiol*, 11; 10: 1488, 2019.
  - 31) Ihsan M, Périard JD, Racinais S. How to integrate recovery during heat acclimation. *Br J Sports Med*, 55(4): 185-186, 2021.
  - 32) Joo CH. The effects of short term detraining and retraining on physical fitness in elite soccer players. *PLoS One*, 10;13(5): e0196212, 2018.
  - 33) 伊藤穰. 血中乳酸濃度をどう活かすか〜スキー競技〜. 八田秀雄編, 乳酸をどう活かすか. 杏林書院, pp.119-122, 2008.
  - 34) Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo JJ, Ratamess NA, Kraemer WJ, Häkkinen K, Bonnbau H, Granados C, French DN, Gorostiaga EM. Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *J Strength*

- Cond Res, 21(3): 768-775, 2007.
- 35) 笠原政志, 山本利春, 川原貴. デイトレーニング中のストレッチングが筋量に及ぼす影響. 体力科学, 59(5): 541-548, 2010.
- 36) Kordi MR, Siahkohian M. A survey on the effect of detraining on elite national team weightlifters performance and body composition. Harakat, 7, 51-66, 2001.
- 37) 久木留毅. ハイパフォーマンススポーツにおける国立スポーツ科学センターの新たな取組み—アジア No.1 のハイパフォーマンススポーツ研究所を目指して—. 体育の科学, 69(8): 615-621, 2019.
- 38) 久木留毅. COVID-19 に関するハイパフォーマンススポーツセンターの動向 —国立スポーツ科学センターを中心とした取組— (早期公開版). 日本スポーツ栄養研究誌, 2020.
- 39) Londeree BR. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. Med Sci Sports Exerc, 29(6): 837-843, 1997.
- 40) Loturco I, Pereira LA, Kobal R, Martins H, Kitamura K, Cal Abad CC, Nakamura FY. Effects of detraining on neuromuscular performance in a selected group of elite women pole-vaulters: a case study. J Sports Med Phys Fitness, 57(4): 490-495, 2017.
- 41) Malone S, Roe M, Doran DA, Gabbett TJ, Collins K. High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. J Sci Med Sport, 20(3): 250-254, 2017.
- 42) Malone S, Roe M, Doran DA, Gabbett, TJ, Collins KD. Protection against spikes in workload with aerobic fitness and playing experience: the role of the acute:chronic workload ratio on injury risk in elite Gaelic football. Int J Sports Physiol Perform, 12: 393-401, 2017.
- 43) Malone S, Hughes B, Doran DA, Collins K, Gabbett TJ. Can the workload-injury relationship be moderated by improved strength, speed and repeated-sprint qualities? J Sci Med Sport, 22(1): 29-34, 2019.
- 44) Marques MC, González-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. J Strength Cond Res, 20(3): 563-571, 2006.
- 45) Myer GD, Faigenbaum AD, Cherny CE, Heidt RS, Hewett TE. Did the NFL lockout expose the achilles heel of competitive sports? J Orthop Sports Phys Ther, 41(10): 702-705, 2011.
- 46) Mujika, I, Padilla, S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. Sports Med, 30, 79-87, 2000.
- 47) Mujika, I, Padilla S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II: Long term insufficient training stimulus. Sports Med, 30, 145-154, 2000.
- 48) Mujika I, Padilla S. Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. Med Sci Sports Exerc, 33(3): 413-421, 2001.
- 49) Mujika I, Padilla S. Muscular characteristics of detraining in humans. Med Sci Sports Exerc, 33(8): 1297-1303, 2001.
- 50) 中村真理子, 内藤貴司, 星川雅子, 中村大輔, 林聡太郎. 競技者のための暑熱対策ガイドブック【実践編】. 独立行政法人日本スポーツ振興センター ハイパフォーマンスセンター 国立スポーツ科学センター, 2020.
- 51) 中村大輔, 中村真理子, 山中亮, 星川雅子. 競技者のための暑熱対策ガイドブック. 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, p.13, 2017.
- 52) Neuffer PD, Costill DL, Fielding RA, Flynn MG, Kirwan JP. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. Med Sci Sports Exerc, 19(5): 486-490, 1987.
- 53) Neville V, Gleeson M, Folland JP. Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infections in elite professional athletes. Med Sci Sports Exerc,

- 40(7): 1228-1236, 2008.
- 54) 独立行政法人日本スポーツ振興センター ハイパフォーマンススポーツセンター. 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 対策としてのスポーツ活動再開ガイドライン (HPSC 版)  
<https://www.jpnsport.go.jp/hpsc/Portals/0/resources/hpsc/katudousaikaiguide.pdf>  
 (2021年1月12日)
- 55) Ogasawara R, Yasuda T, Ishii N, Abe T. Comparison of muscle hypertrophy following 6-month of continuous and periodic strength training. *Eur J Appl Physiol*, 113(4): 975-985, 2013.
- 56) 大石益代. 国立スポーツ科学センターにおけるパラリンピックアスリートへの医・科学支援および研究の取り組み. *J High Perform Sport*, 5:23-28, 2020.
- 57) Parsons JT, Anderson SA, Casa DJ, Hainline B. Preventing catastrophic injury and death in collegiate athletes: interassociation recommendations endorsed by 13 medical and sports medicine organisations. *Br J Sports Med*, 54(4): 208-215, 2020.
- 58) Papacosta, Elena, Gleeson, Michael, Nassis, George. Salivary hormones, IgA, and performance during intense training and tapering in judo athletes. *J Strength Cond Res*, 27(9): 2569-2580, 2013.
- 59) Potacth DH, Chu DA, Plyometric training. In: Baechle TR, Earle RW, (Eds.) *Essentials of strength training and conditioning*, 2nd ed. Human Kinetics, pp. 433-435, 2000.
- 60) Purdam C, Drew M, Raysmith B, Rice T, Mitchell J, Kelly T, Hughes D, Gore C, Gabbett TJ, Chapman D, Blanch P. Prescription of training load in relation to loading and unloading phases of training. Australian Institute of Sports, white paper, 2015.  
<https://rowingaustralia.com.au/wp-content/uploads/2015/02/AIS-whitepaper-on-load.pdf>  
 (2020年5月7日)
- 61) Racinais S, Périard JD, Karlsen A, Nybo L. Effect of heat and heat acclimatization on cycling time trial performance and pacing. *Med Sci Sports Exerc*. 47(3): 601-606, 2015.
- 62) Racinais S, Alonso JM, Coutts AJ, Flouris AD, Girard O, González-Alonso J, Hausswirth C, Jay O, Lee JK, Mitchell N, Nassis GP, Nybo L, Pluim BM, Roelands B, Sawka MN, Wingo J, Périard JD. Consensus Recommendations on Training and Competing in the Heat. *Sports Med*, 45(7): 925-938, 2015.
- 63) Seiler S, Training Intensity Distribution. In: Mujika I, (Eds.) *Endurance Training – Science and Practice*. pp.30-31, Human Kinetics, 2012.
- 64) Seshadri DR, Thom ML, Harlow ER, Drummond CK, Voos JE. Case Report: Return to Sport Following the COVID-19 Lockdown and Its Impact on Injury Rates in the German Soccer League. *Front Sports Act Living*, 3:604226, 2021.
- 65) 清水和弘. 感染症を防ぐ免疫コンディショニングガイド.  
[https://www.jpnsport.go.jp/hpsc/Portals/0/resources/hpsc/guidebook\\_HPSC3.pdf](https://www.jpnsport.go.jp/hpsc/Portals/0/resources/hpsc/guidebook_HPSC3.pdf) (2021年1月12日)
- 66) Sousa AC, Neiva HP, Izquierdo M, Cadore EL, Alves AR, Marinho DA. Concurrent Training and Detraining: brief Review on the Effect of Exercise Intensities. *Int J Sports Med*, 40(12): 747-755. 2019.
- 67) Suarez-Arrones L, Lara-Lopez P, Maldonado R, Torreno N, De Hoyo M, Nakamura FY, Di Salvo V, Mendez-Villanueva A. The effects of detraining and retraining periods on fat-mass and fat-free mass in elite male soccer players. *PeerJ*, 7: e7466. 2019.
- 68) Verstegen M, Williams P. *Every day is game day*. Penguin Publishing Group, 2014.
- 69) Walsh NP. Recommendations to maintain

- immune health in athletes. *Eur J Sport Sci*, 18(6): 820-831, 2018.
- 70) Wong AY, Ling SK, Louie LH, Law GY, So RC, Lee DC, Yau FC, Yung PS. Impact of the COVID-19 pandemic on sports and exercise. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*, 22: 39-44, 2020.
- 71) World Health Organization, #HealthyAtHome - Physical activity.  
<https://www.who.int/news-room/campaigns/connecting-the-world-to-combat-coronavirus/healthyathome/healthyathome---physical-activity> (2021年2月12日)
- 72) 山本利春. 体育系大学における整形外科的メデイカルチェック. *臨床スポーツ医学*, 13(10):1095-1104, 1996.