

# 休養がサラブレッドの馬体に及ぼす影響

競走馬総合研究所 運動科学研究室 研究役 向井 和隆

## はじめに

アスリートであるサラブレッドはレースへ向けて日々トレーニングに励みます。しかし、ガラスの脚を持つとも言われるサラブレッドは、骨折や屈腱炎などの運動器疾患に見舞われることが多く、長期間休養を余儀なくされ、その後ウォーキングマシンなどでのリハビリテーションを行うことがあります。また、特に大きな故障はない場合でも、精神的なリフレッシュやレースローテーションのためにトレーニングの強度を落とすこともあり、そのような場合は、トレーニング・センター周辺の牧場で騎乗トレーニングを継続していることが多くあります。このように競走馬はいろいろな形で休養を取ることがあるのですが、はたして休養すると、どのような能力がどの程度低下するものなのでしょうか。ところが、サラブレッドの休養に関する研究はそもそも少なく、実際の現場では様々な休養パターンが存在しているにも関わらず、それぞれの休養パターンによる能力低下の違いを比較しているものはありません。そこでわれわれは、完全に馬房で休養する群、リハビリテーションをイメージしてウォーキングマシンで1日1時間歩く群、ゆっくりのキャンターで調整する群の3つのパターンで休養を行った後に、パフォーマンス、呼吸循環能や酸素運搬能、

乳酸代謝などの能力はどの程度変化するのかを検証する実験をしました。

## 休養のメニューと測定項目

27頭のサラブレッド（雄14頭、雌11頭、去勢雄2頭；年齢 $3.5 \pm 0.3$ 歳；体重 $500 \pm 11$  kg）を18週間トレッドミルで十分にトレーニングし、以下の3群に分けて12週間休養させました（図1）。

1) キャンター（70%  $\dot{V}O_{2max}$  強度；傾斜6%で7.5 - 8.5 m/s）3分間/日、週5日（キャンター群）、2) ウォーキングマシン1時間/日、週5日（ウォーキング群）、3) 馬房内休養（馬房群）。

休養前後にトレッドミル漸増負荷試験を実施し（図2）、最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_{2max}$ ）、心拍数、血漿乳酸濃度、テスト走行時間（8 m/s以上の速度での走行時間）、血液ガスなどの測定を行い、得られたデータから  $V_{HRmax}$ （最大心拍数のときの速度）、 $V_{LA4}$ （乳酸濃度が4 mmol/lのときの速度）、1回拍出量を算出しました。また、トレッドミル漸増負荷試験の直前に中殿筋から筋サンプルを採取し、乳酸トランスポーター（MCT1, MCT4）の量を測定しました。

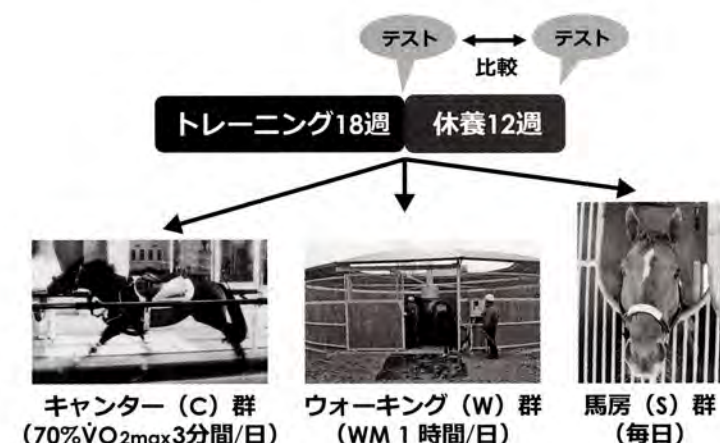
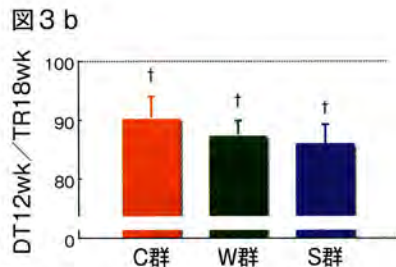
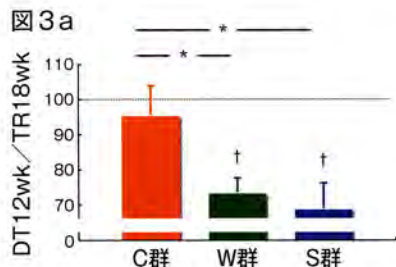


図1 実験プログラム



図2 トレッドミル運動負荷試験の様子



※数値は、キャンター (C) 群、ウォーキング (W) 群、馬房 (S) 群のトレーニング18週間後 (TR18wk) の値を100としたときの、休養12週間後 (DT12wk) の相対値を示します。\* 各群間の有意差 ( $P<0.05$ )、† 休養前後の有意差 ( $P<0.05$ ) を示します。

図3 a: テスト走行時間 b: 最大酸素摂取量

休養後、テスト走行時間はW群およびS群で減少し、両群とC群との間に有意差を認めました。最大酸素摂取量はすべての群で減少し、3群間の差はありませんでした。

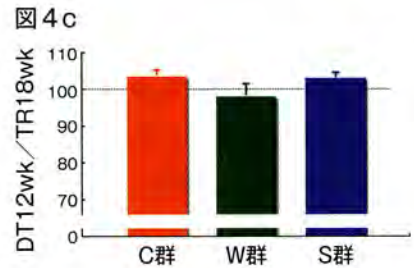
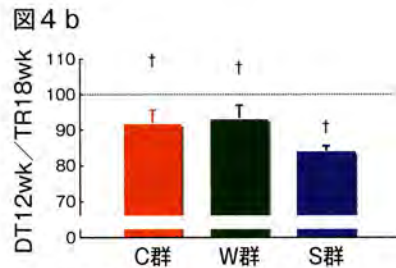
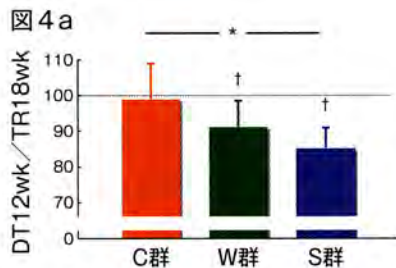


図4 a:  $V_{HRmax}$ , b: 1回拍出量 c: 動静脈酸素含量較差

休養後、 $V_{HRmax}$  はW群およびS群で減少し、S群とC群との間に有意差を認めました。1回拍出量はすべての群で減少し、動静脈酸素含量較差はすべての群で変化しませんでした。

## パフォーマンスと酸素摂取量

総合的なパフォーマンスの指標であるテスト走行時間は、12週間の休養後にキャンター群は変化しませんでした。ウォーキング群は26.3%、馬房群は33.1%減少しました (図3a)。また、全身持久力の指標である最大酸素摂取量の減少率は、馬房群で13.2%、ウォーキング群で12.4%、キャンター群で7.2%でした (図3b)。2歳馬を6ヵ月トレーニングした後、10週間放牧休養させたわれわれの先行研究においても最大酸素摂取量は8.0%減少しており、馬房群やウォーキング群はそれを上回る減少率をみせています。

## 心拍数と1回拍出量

心拍数の変化から算出した有酸素能力の指標である  $V_{HRmax}$  は、キャンター群では維持されましたが、ウォーキング群では8.0%、馬房群では13.4%低下しました (図4a)。トレーニングによって、走行速度と心拍数の関係が変化する理由としては、トレーニングに起因する心肥大が起きて、心臓の1回拍出量が増えることが挙げられます。逆にトレーニングをやめると1回拍出量が減ります。今回、1回拍出量はすべての群で低下しましたが

(キャンター群, 8.5%; ウォーキング群, 8.3%; 馬房群, 14.1%) (図4b)、なかでも馬房群の低下率は大きく、このことが  $V_{HRmax}$  の大幅な低下を招いたと考えられます。また、筋肉での酸素利用量を示す動静脈酸素含量較差は、どの群においても休養後の減少は見られませんでした (図4c)。これは、筋組織内へ酸素を運ぶ経路である毛細血管や酸素を使ってエネルギーを産生する場であるミトコンドリアが、休養後も減少していないことを示しています。それに対して、1回拍出量に関連が深い全身の血液量は、休養開始後比較的速やか (2~4週間以内) に減少することがヒトの研究で報告されており、サラブレッドにおいても同様のことが起きたことが考えられます。

## 乳酸代謝と乳酸トランスポーター

$V_{LA}$  はキャンター群では維持できましたが、他の2群では約15%低下しました (図5a)。乳酸自体は疲労を引き起こしたりするものではないのですが、トレーニング状態を評価する際には優れた指標です。トレーニングが進んで有酸素能力が向上し、筋肉内に蓄積した乳酸を酸化してエネルギー源として利用する能力が上がると、同じスピードで走ってもあまり血中乳酸濃度が上がらなく

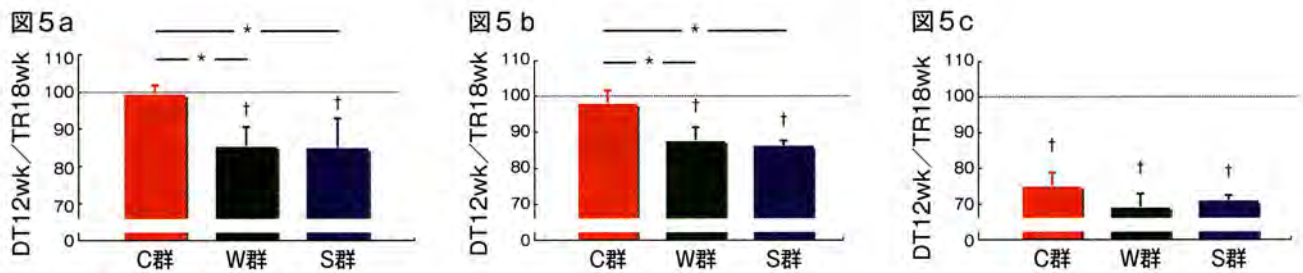


図5 a:V<sub>LA4</sub> b:MCT1 c:MCT4

休養後、V<sub>LA4</sub>およびMCT1はW群およびS群で減少し、両群とC群との間に有意差を認めました。MCT4はすべての群で減少し、3群間の差はありませんでした。

なり、結果的にV<sub>LA4</sub>は増加し、逆にトレーニングをやめるとV<sub>LA4</sub>は低下します。筋肉への乳酸の取り込みに関与するMCT1もV<sub>LA4</sub>と同様にキャンター群で維持されたのに対し、ウォーキング群および馬房群では約15%低下しました(図5b)。しかし、筋肉からの乳酸放出に関わるMCT4はすべての群で30%程度低下しました(図5c)。ヒトやマウスの研究から、持久的トレーニングをするとMCT1が増え、スプリントトレーニングをすると、MCT1とMCT4の両方が増えることが知られています。今回のキャンター群の運動強度は持久的トレーニングレベルであり、MCT4を維持するためにはさらに高強度のトレーニングが必要であることが明らかになりました。

## 再トレーニング

競走馬である以上、休養した後はレースへ向けて再トレーニングをしていくことになります。そのためには、休養前の状態に戻すには、どの程度期間がかかるのかはとても気になることです。今回の研究のように長期にわたる休養ではなく、発熱やフレグモーネなどで1週間ほど休むようなケースでも馬体を立て直すには、休んだ日数と同じだけかかるとも、3倍かかるとも言われます。その一方、レースの後にはサラブレッドの疲れを取るために、騎乗トレーニングを4~5日間しないこともよくあります。これらのことを説明する科学的な根拠はあるのでしょうか。残念ながら、今回は再トレーニングのデータは取っていませんので、その点については明確に述べることはできませんし、ヒトの研究においてもたくさんの報告があるわけでもありません。

しかし、私自身としては1度しっかりとしたトレーニングを経験していると、比較的速く元のトレーニング状

態に戻る感触を持っています。また最近、筋肉の研究ではそのことをサポートするデータが出てきています。筋核は過去にトレーニングしたことを記憶していて、再トレーニングの際には迅速に対応できることや長期間トレーニングを続けていくと、筋肥大のペースは減少していくが、3週間程度の休養であれば、筋肉の断面積は減少せず、再トレーニング時には、トレーニング初期と同様のペースで筋肥大が起こることが報告されています。これらのことから考えると、休養が短期間であれば筋肥大の面からはデメリットが少ないかもしれません。しかし、最大酸素摂取量や1回拍出量などの呼吸循環系の指標は軒並み低下しており、これらを休養前のレベルに戻すことに主眼を置いたトレーニングをする必要があります。

## まとめ

結論として、70%  $\dot{V}O_{2max}$  強度のキャンター運動を行っている場合、最大酸素摂取量、1回拍出量、MCT4量は減少しますが、テスト走行時間、V<sub>HRmax</sub>、V<sub>LA4</sub>やMCT1量といったいくつかの指標は維持できることが分かりました。しかし、ウォーキングのみでは馬房内休養と同様に、筋肉での酸素利用以外のほとんどの運動能力指標が低下してしまうことが明らかになりました。

実際の競走馬の現場では、個々の馬にそれぞれの休養理由があり、その休養理由やその馬の置かれた状況によって、数多くの休養プログラムが存在します。今回の研究だけでは、とてもそのすべてを網羅することはできませんが、この研究で得られた知見が、より適切なトレーニングプログラムの構築に貢献できることを心から願っています。