

2 調査・研究

強度の異なるウォームアップが酸素運搬に与える影響

日本中央競馬会 競走馬総合研究所 運動科学研究室 向井 和隆

ウォームアップの効果とは？

サラブレッドはレース前には返し馬という形でウォームアップをします。しかもその前にはパドックや装鞍所で数十分常歩をしており、現場ではウォームアップの重要性は十分認知されているように思います。しかし、サラブレッドの研究分野では意外なことにウォームアップに関する論文報告が少なく、詳細な強度の違いが与える影響についての情報はさらに少なくなります。ヒトのスポーツ分野では、より多くの研究が報告されており、ウォームアップをすることによって酸素運搬システムの立ち上がりが速くなることや、ある程度強い強度でウォームアップしないとあまり効果がないということも分かっています。ウマでもヒトと同様のことが起こっていると考えられるのですが、体のサイズや走り方、心臓や肺の機能、赤血球や筋肉の特徴など相違点も数多くあります。

そこで、サラブレッドのウォームアップはどのような強度を行うべきなのかを探るために、より効果的なウォームアップ強度を調べる実験を行いました。

ウォームアップは酸素摂取量を増やします

傾斜 10% のトレッドミル上でサラブレッド 11 頭に対して、1) ウォームアップなし、2) キャンターを 1 分間行う中強度ウォームアップ、3) ギャロップを 1 分間行う高強度ウォームアップという 3 種類のウォームアップをさせました。そして、その 10 分後に 2 分～2 分 30 秒でオールアウト（疲労困憊^{こんばい}）になる主運動を行い、主運動中の酸素摂取量・心拍数・血中乳酸濃度などにどのような変化が出てくるのか調べました。

その結果、酸素摂取量は主運動開始 30 秒まではウォームアップなし < 中強度 < 高強度の順で高値を示し、その後は高強度と中強度の差が小さくなっていきましたが、ウォームアップなしは常に他の 2 群より低値を示しました（図 1）。

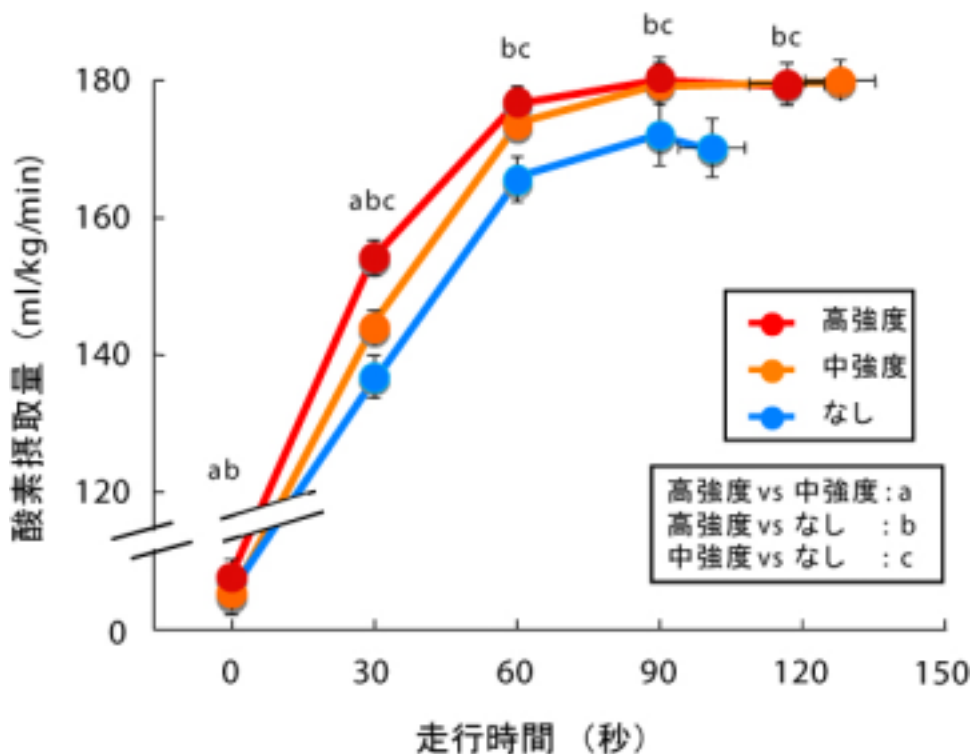


図 1

酸素摂取量が高いということは、それだけ酸素を使ってエネルギーを生み出していることを意味します。エネルギーを作るには酸素を使う有酸素的な方法と酸素を使わない無酸素的な方法があるのですが、有酸素の方が圧倒的に効率がよいことが知られていて、レースの際にはなるべく酸素を使って、走るエネルギーを生み出した方が有利になると考えられます。一見、「競馬のような1~3分程度の運動では瞬発力が重要だから、有酸素エネルギーはそこまで重要ではないのでは？」と誤ってしまいがちですが、シドニー大学の研究によって1600mレースに相当する運動では、およそ80%は有酸素エネルギーが利用されていることが分かっています。そのため、有酸素エネルギーをより多く生み出し、そのエネルギーをうまく利用していくことが重要になってくるのです。ウォームアップによって酸素摂取量が増えたということは有酸素エネルギーを多く利用できたということの意味します。

サラブレッドの酸素摂取量が増える要因としてはいくつか考えられ、今回の実験ではウォームアップ後に心拍数やヘマトクリット値（血液中の赤血球数の割合）が増加することや筋肉での酸素の取り込みが良くなることが分かりました（図2）。

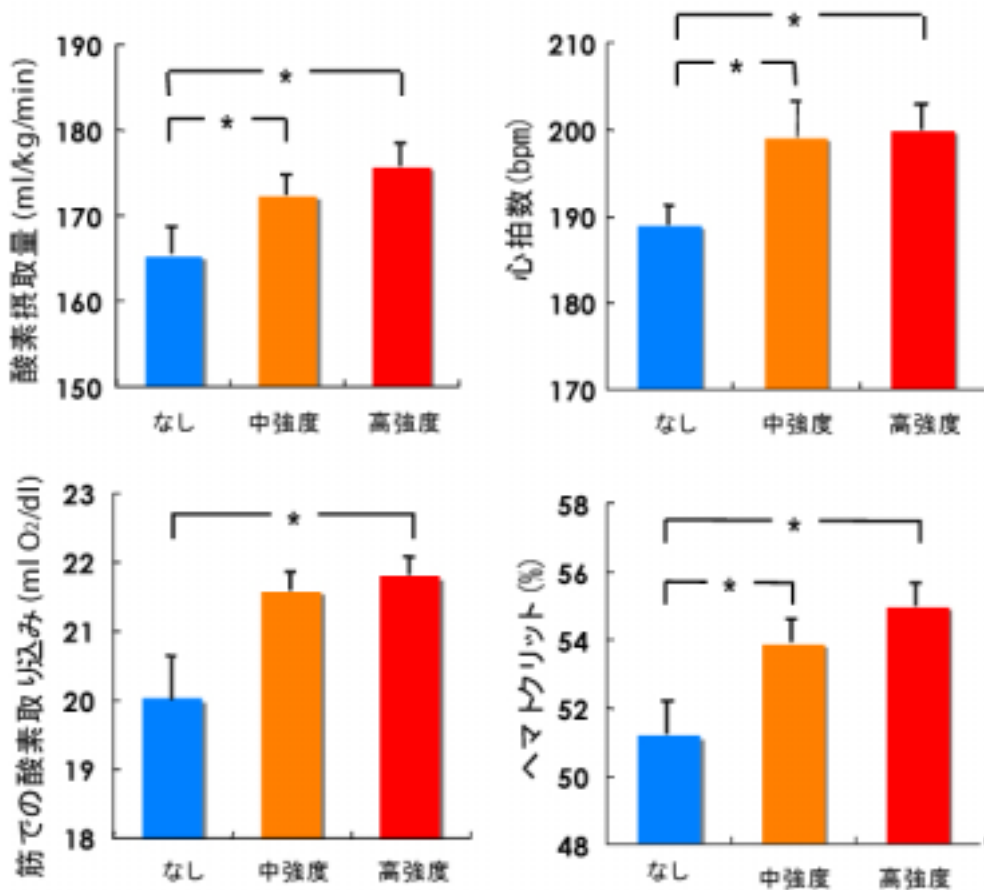


図2

つまり、ウォームアップをすると脾臓から大量に赤血球が血中に放出され、そして心拍数が増えると筋肉に送り込まれる血液が増え、さらに送り込まれた血液の酸素をより多く使うようになり、からだは変化しているということです。酸素の利用効率が良くなる原因としては、毛細血管が開いて筋肉中の血流量が増えたり、体温上昇によって酸素の解離曲線というものが変化して、酸素を必要としている筋肉へ多くの酸素が取り込まれることが関係しているのではないかと考えられています。まだ詳しくは分かっていないのですが、血中に乳酸が多く出るような強いウォームアップをすると、酸素を有効活用するようなスイッチのようなものが入るのではないかと考えられています。というのは、ヒトやネズミなどでの実験では、お風呂に入ったりして、運動なしで体温を上げた場合には、ふつうのウォームアップでみられたような酸素利用効率の変化が認められないことが多いからです。

今回の実験において、前述した酸素摂取量以外で中強度と高強度のウォームアップをした際に統計的に有意な差が認められた項目は、主運動初期における呼吸商、乳酸蓄積速度でした(図3)。

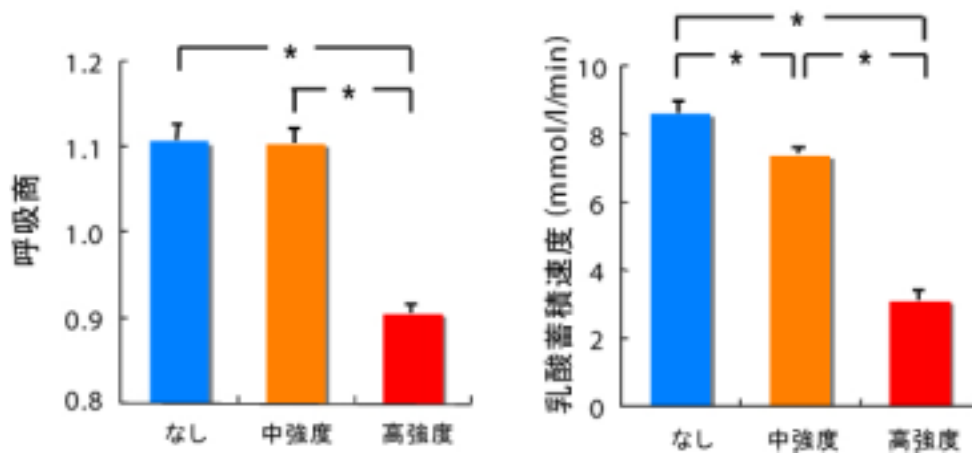


図3

いずれも高強度の方が中強度より有酸素エネルギーを多く利用し、さらにはウォームアップで溜まった乳酸を主運動中に利用していることを示唆するものでした。これは主運動を行う上でこの上ないアドバンテージといえます。このような結果を見ると高強度ウォームアップがいろいろな面で優れているように感じますが、パフォーマンスを示すと考えられる走行時間は、ウォームアップなしと比べると中強度ウォームアップだけが増加していました(図4)。今回の1分間の高強度ウォームアップは少し長すぎて疲労してしまうということかもしれません。そういう意味では高強度ウォームアップでは短時間で終わらせる必要がありそうです。

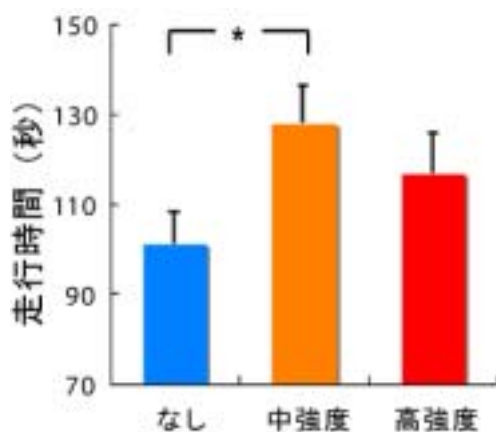


図4

競馬のときのウォームアップの様々な効用

それでは、実際の競馬ではどのようなウォームアップをしているのでしょうか？返し馬のキャンターは軽く流しているように見えますが、中山競馬場での模擬レースの際に心拍数を測定してみたところ、心拍数が200近くまで上がっており、強度としては比較的強いことが分かりました。しかし、走行距離は2~3ハロン程度と比較的短く、レースの際に疲労を残さないような設定となっており、ウォームアップとしては非常に理に適っており、関係者の試行錯誤と鋭い観察眼によって構築されたものと思われます。また、実際のレー

スにおけるウォームアップの微調整を考えると、長距離戦ではやや軽めにして疲労が残らない程度にとどめ、短距離戦ではやや強めにして酸素供給の改善を優先させるのが妥当だと思います。ただし、これはウマのフィジカル面からの考え方ですので、そこへ各馬のメンタル面を考慮してパフォーマンスを最大限に発揮できるようなウォームアップを考える必要があるのはいうまでもありません。地下馬道やパドックでテンションが上がりすぎてどうしようもないウマの場合は、メンタル面を最優先して二人引きでゲートまで行ったり、少しだけキャンターをして落ち着かせるなど工夫する必要があります。そのような状況は運動生理学的には不利といわざるを得ませんが、返し馬で暴走するよりはいいですし、興奮してアドレナリンが出ているような状態は酸素運搬能が上がるという報告もありますので、状況に応じて柔軟に対応することが重要と思われます。

今回は、ウォームアップがもたらす酸素運搬に対する効果を中心にしたパフォーマンスの向上について紹介しました。しかし、皆さんご存じのようにウォームアップには故障予防、精神面のコントロール、歩様のチェックなども期待されます。様々な要素を考慮して総合的に適切と思われるメニューを設定するわけですが、その際にこの研究結果が何らかのヒントとなれば幸いです。