

論文要旨

研究の背景

サッカーやハンドボールなどのゴール型球技選手は、試合中にスプリントなどの高強度の運動を比較的
低強度の運動を挟みながら不規則に繰り返す。ゴール型球技選手の試合中における1回のスプリントの平
均時間は、2～5秒である (Mohr et al., 2003, Spencer et al., 2004)。ゴール型球技選手の試合中の動きは、
いわゆる間欠的短時間高強度運動である。ゴール型球技選手において、試合中に高強度運動のパフォー
マンスを低下させないことは、競技力向上において不可欠である。

間欠的短時間高強度運動とは、短時間高強度の主運動を、リカバリーを挟んで繰り返す運動である。主
運動のパフォーマンスを維持しながら繰り返すためには、リカバリー期において、主運動時にアデノシン
三リン酸の再合成に使用したクレアチンリン酸を素早く再合成することが重要である。クレアチンリン
酸の再合成量と筋の酸素化レベルとは、強い関連がある (Hamaoka et al., 1996) ことから、クレアチンリン
酸を素早く再合成するためには、筋の酸素化レベルを高い状態にすることが重要である。

主運動のパフォーマンスの維持に大きく影響するリカバリー期の条件を決定する要因は、主に2つあ
る。運動強度と持続時間である。さらに、運動強度は、大きく2つに分類される。主運動後に最大下の運
動を継続することで回復を図るアクティブリカバリー (active recovery、以下 AR) と主運動後に静止す
ることでエネルギー需要を減少させて回復を図るパッシブリカバリー (passive recovery、以下 PR) である。
間欠的高強度運動において、AR と PR がパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究によると、
主運動の時間が30秒以上で且つ、リカバリー時間が2分以上の条件では、ARの方がパフォーマンスが良
い (Mondero et al., 2000, Spierer et al., 2004)。一方で、主運動の時間が30秒以下で且つ、リカバリー時間が
21秒以下の条件では、PRの方がパフォーマンスが良い (Spencer et al., 2006, Spencer et al., 2008, Buchheit et
al., 2009)。

しかしながら、ゴール型球技選手の試合中の動きにみられる、間欠的短時間高強度運動において、AR
と PR がパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究は極めて少なく、わずか3つの研究しかない
(Spencer et al., 2006, Spencer et al., 2008, Buchheit et al., 2009)。3つの研究すべてにおいて、主運動の時間
は4秒に、リカバリー時間は、21秒に設定されて研究が行われている。また、3つの研究において、AR
の強度は1条件での研究 (Spencer et al., 2006; Buchheit et al., 2009) であり、2条件で検討しているものの、
その運動強度の幅が狭い条件での研究 (Spencer et al., 2008) である。

ゴール型球技選手の試合中において、主運動後のリカバリー時間やリカバリー期の運動強度は、状況に
よってさまざまに変化する。したがって、ゴール型球技選手が試合中に、高強度運動のパフォーマンスを
低下させないためには、リカバリー期の運動強度および、リカバリー時間の違いがパフォーマンスに及
ぼす影響について、詳細に明らかにする必要がある。

本研究の目的

本研究では、ゴール型球技選手の試合中の動きにみられる、間欠的短時間高強度運動において、パフォー
マンスを維持するために最適と考えられるリカバリー方法について、筋の酸素化レベルを指標として検討
し、ゴール型球技選手の競技力向上のための基礎資料を得ることを目的として、以下の2点について検討
した。

- ①：間欠的短時間高強度運動中のリカバリー期の運動強度の違いがパフォーマンスに及ぼす影響について明らかにする。
- ②：間欠的短時間高強度運動中のリカバリー時間の違いがパフォーマンスに及ぼす影響について明らかにする。

研究①間欠的短時間高強度運動におけるリカバリー期の運動強度の違いがパフォーマンスと筋の酸素化に及ぼす影響

目的

間欠的短時間高強度運動において、PR および複数の強度での AR がパフォーマンスと筋の酸素化に及ぼす影響を明らかにする。

方法

◎被検者：被検者は、健康な成人10名であった。

◎実験運動：被検者には、間欠的スプリントテストを行わせた。間欠的スプリントテストは、5秒間の全力自転車こぎ運動を25秒間のリカバリーを挟んで10回行う内容であった。リカバリー期の運動強度および方法は、PR、最大酸素摂取量の15%強度のAR、25%強度のAR、40%強度のARの4条件とした。

◎測定項目：パフォーマンスの指標については、各スプリント時のピークパワーとピークパワー減少率を求めた。ピークパワーは、各スプリント中の最も高いパワーを算出した。ピークパワー減少率は、以下に示す算出方法で求めた。

$$100 - \left[\left\{ \text{ピークパワーの合計} / \left(\text{ピークパワーの最も高い値} \times 10 \right) \right\} \times 100 \right] (\%)$$

生理学的指標については、右脚外側広筋の酸素化ヘモグロビン量と脱酸素化ヘモグロビン量を求めた。生理学的指標の測定は、経皮的レーザー組織血液酸素モニタを用いて行った。間欠的スプリントテスト前の安静時の酸素化ヘモグロビン量と脱酸素化ヘモグロビン量を100%と定義して分析を行った。リカバリー期の酸素化ヘモグロビン量と脱酸素化ヘモグロビン量の変化量は、それぞれの被検者において、各リカバリー期の最も高い値から、最も低い値を減じて算出した。

結果

◎パフォーマンスの指標について：最大酸素摂取量の40%強度のARにおいて、ピークパワーは、PRと比較して有意に低かった (Fig. 1)。また、ピークパワー減少率は、最大酸素摂取量の40%強度のARがPRと比較して有意に高かった (Fig. 2)。

◎生理学的指標について：最大酸素摂取量の40%強度のARにおいて、酸素化ヘモグロビン量の変化量は、PRと比較して、有意に低かった (Fig. 3)。

小括

間欠的短時間高強度運動において、最大酸素摂取量の40%強度のARは、PRと比較して、パフォーマンスの減少が大きい。

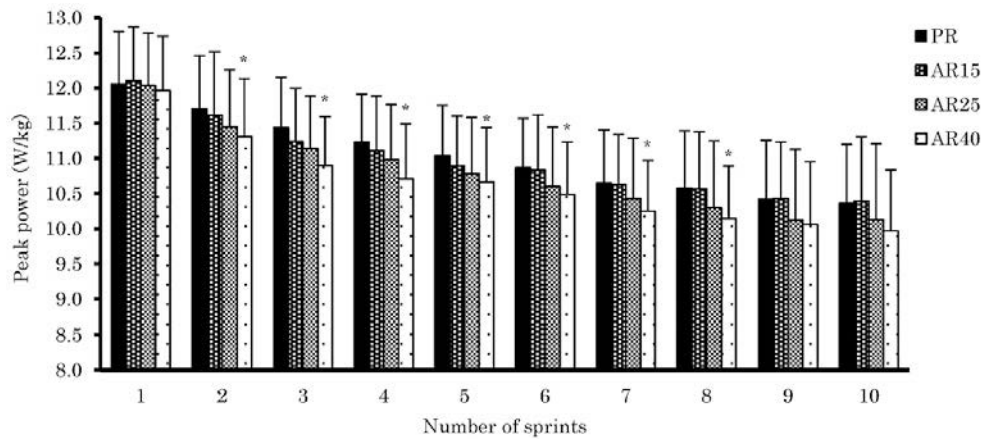


Fig. 1 Peak power values during the ten 5 s maximal sprints with 25 s of passive recovery (■) or active recovery (15% of $\dot{V}O_{2max}$: AR15 ▨, 25% of $\dot{V}O_{2max}$: AR25 ▩, 40% of $\dot{V}O_{2max}$: AR40 □) between sprints. Values are expressed as mean \pm SD (n = 10). * Significant difference vs. PR (P < 0.05).

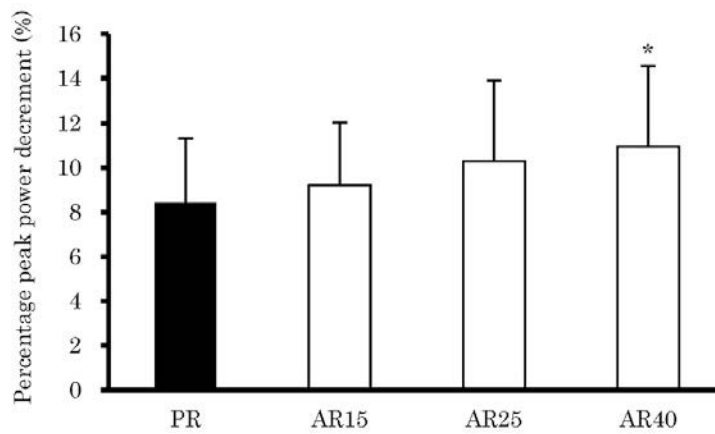


Fig. 2 Percentage peak power decrement during the ten 5 s maximal sprints with 25 s of passive recovery (PR) or active recovery (15% of $\dot{V}O_{2max}$: AR15, 25% of $\dot{V}O_{2max}$: AR25, 40% of $\dot{V}O_{2max}$: AR40) between sprints. Values are expressed as mean \pm SD (n = 10). * Significant difference vs. PR (P < 0.05).

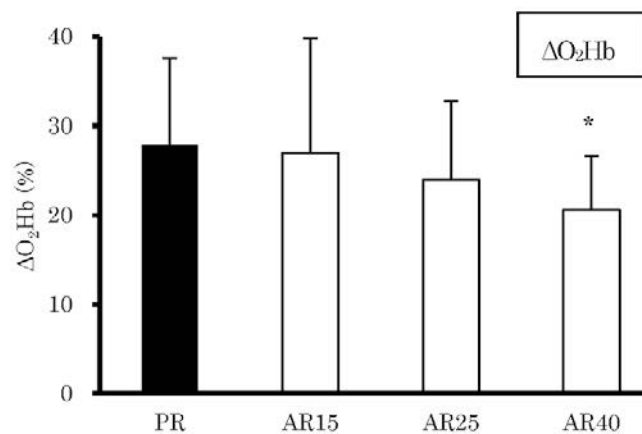


Fig. 3 Percentage of Δ oxyhemoglobin (ΔO_2Hb) during the ten 5 s maximal sprints with 25 s of passive recovery or active recovery (15% of $\dot{V}O_{2max}$: AR15, 25% of $\dot{V}O_{2max}$: AR25, 40% of $\dot{V}O_{2max}$: AR40) between sprints. Values are expressed as mean \pm SD (n = 10). * Significant difference vs. PR (P < 0.05).

研究②間欠的短時間高強度運動におけるリカバリー時間の違いがパフォーマンスと筋の酸素化に及ぼす影響

目的

間欠的短時間高強度運動において、PR と AR の時間がパフォーマンスと筋の酸素化に及ぼす影響を明らかにする。

方法

◎被検者：被検者は、健康な成人 8 名であった。

◎実験運動：被検者には、間欠的スプリントテストを行わせた。間欠的スプリントテストは、5 秒間の全力自転車こぎ運動をリカバリーを挟んで10回行う内容であった。リカバリー期の運動強度および方法は、PR と最大酸素摂取量の40% 強度の AR であり、それぞれについて、25秒、50秒、100秒のリカバリー時間の条件を設定した。

◎測定項目：研究①と同じとした。

結果

◎パフォーマンスの指標について：25秒、50秒のリカバリー時間条件において、ピークパワーは、PR が最大酸素摂取量の40% 強度の AR と比較して、有意に高く (Fig. 4)、ピークパワー減少率は、有意に低かった (Fig. 5)。一方で、100秒のリカバリー時間条件では、パフォーマンスの指標について、PR と最大酸素摂取量の40% 強度の AR との間に有意な差はなかった (Fig. 4、Fig. 5)。

◎生理学的指標について：25秒、50秒のリカバリー時間条件において、酸素化ヘモグロビン量の変化量は、最大酸素摂取量の40% 強度の AR が PR と比較して、有意に低かった (Fig. 6)。

小括

25秒、50秒のリカバリー時間では、PR の方が最大酸素摂取量の40% 強度の AR よりパフォーマンスが良い。100秒のリカバリー時間では、パフォーマンスはリカバリー方法に影響を受けない。

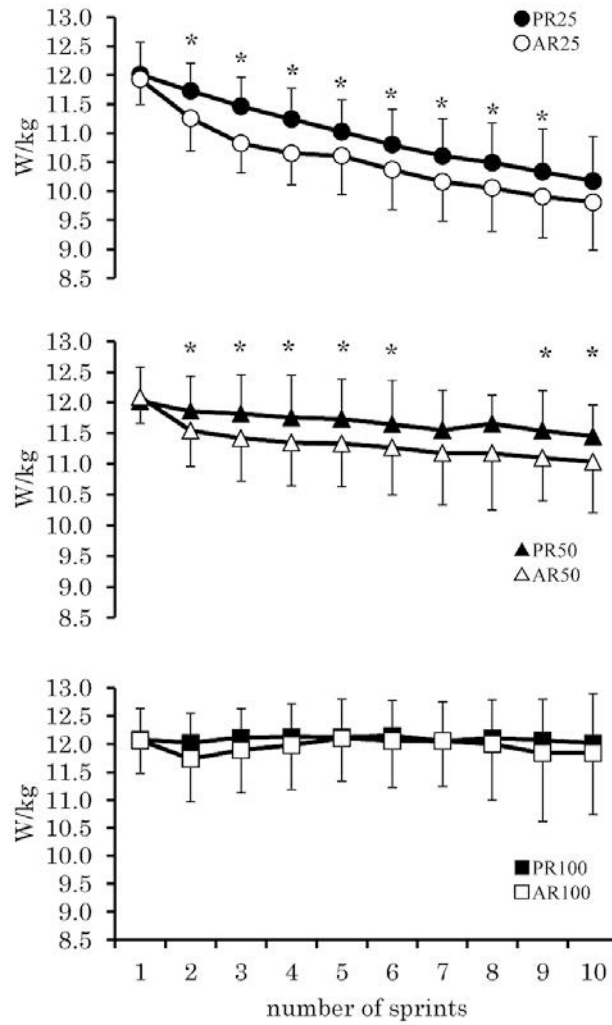


Fig. 4 Peak power values during the ten 5 s maximal sprints with 25 s (circle), 50 s (triangle), and 100 s (square) of passive recovery (PR: black) or active recovery (AR: white) between sprints. Values are expressed as mean \pm SD (n = 8). * Significant difference vs. AR (P < 0.05).

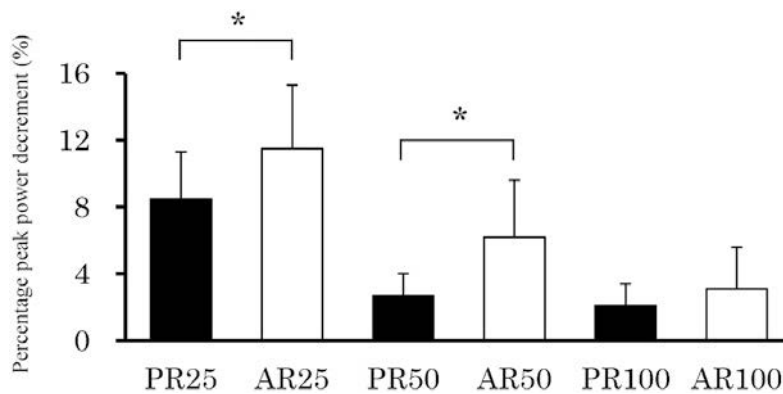


Fig. 5 Percentage peak power decrement during the ten 5 s maximal sprints with 25 s, 50 s, and 100 s of passive recovery (PR: ■) or active recovery (AR: □) between sprints. Values are expressed as mean \pm SD (n = 8). * Significant difference PR vs. AR (P < 0.05).

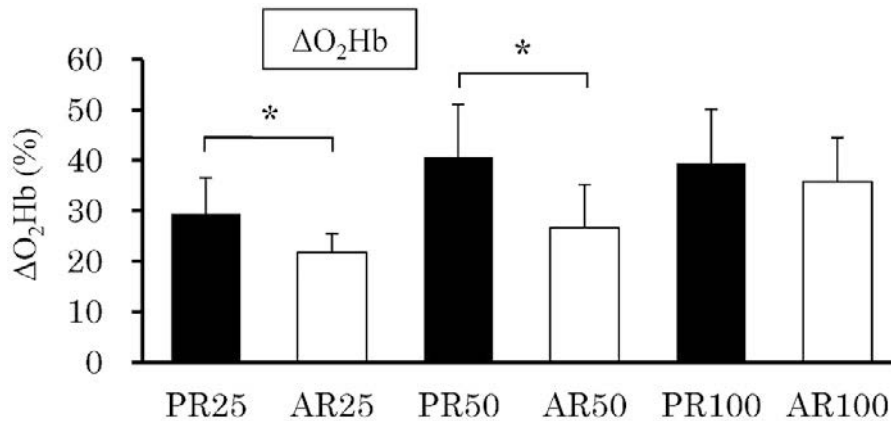


Fig. 6 Percentage of Δ oxyhemoglobin (Δ O₂Hb) during the ten 5 s maximal sprints with 25 s, 50 s, and 100 s of passive recovery (PR: ■) or active recovery (AR: □) between sprints. Values are expressed as mean \pm SD (n = 8). * Significant difference PR vs. AR (P < 0.05).

まとめ

間欠的短時間高強度運動において、リカバリー期の運動強度は、最大酸素摂取量の40%強度のARでは、PRと比較して、パフォーマンスの減少が大きいことを明らかにした。また、リカバリー時間については、リカバリー時間が25秒から100秒の間において、PRはARと比較してパフォーマンスの減少が大きくなることはないことを明らかにした。

以上の結果から、間欠的短時間高強度運動において、パフォーマンスを維持するためには、リカバリー期に静止することでエネルギー需要を減少させて回復を図ることが良いと考えられる。

体育学への貢献

ゴール型球技選手は、試合中に能動的に動ける局面では、高強度の動きの後は、意識的にPRを行うことで、パフォーマンスの低下を抑制できると考えられる。また、ゴール型球技の走練習において、インターバルトレーニングを行う際は、トレーニングの目的に応じて、リカバリー方法を選択し、トレーニングプログラムを作成することで、効率よくトレーニングを行うことができると考えられる。