

## 審査の結果の要旨

竹井尚也

運動選手によるトレーニング方法の1つで、高所に行って行うトレーニング(高所トレーニング)は、1968年のメキシコ五輪が高所で行われたこともあって、その頃から導入が始まっている。1980年代くらいからは、定期的に高所に行ってトレーニングすることで効果を上げ、平地での競技会の成績を上げようとするのが、よく行われるようになった。そして近年は高所に行って滞在するのではなく、都市で通常の生活をしながら、人工的な低酸素環境でトレーニングする(低酸素トレーニング)もよく行われるようになってきた。本研究はこの人工的な低酸素トレーニングの効果について検討することが、まず第一の目的である。

高所や低酸素環境でのトレーニングは、文字通り酸素が通常よりも少ない環境で行うことから、酸素を摂取し運搬する能力を高めることを目的とするのが、通常であった。しかしそれには高所などでの低酸素環境に少なくとも数週間の滞在が必要となる。都市型の低酸素トレーニングは、通常の生活をしながらトレーニング時のみに低酸素環境に入るといったものである。この方法では高所トレーニングにおける効果の中心であった酸素摂取と運搬能力の向上は期待できない。しかし筋肉では、こうした都市型低酸素トレーニングでも効果があることが報告され始めている。ただし高所では運動がよりきつくなることもあって、トレーニングの強度が平地ほど維持できないこと、また人によってストレスが多すぎることでかえってトレーニング効果が上がらなかったり、逆に体調を崩すという可能性も考えられる。本研究では短距離走選手を対象に、短時間の高強度運動を繰り返すような、高強度インターバルトレーニングの中でも、比較的長時間の回復時間(5分)で数本高強度運動を繰り返す方法の生理的応答と効果について検討することを目的とした。

まず研究1では標高3000mの条件に相当する酸素濃度14.5%の条件もしくは通常酸素条件で、30秒の自転車こぎを4分30秒の休息を挟み3回行う運動を、大学陸上短距離選手に行わせた。その結果、低酸素環境で血中酸素飽和度は低下したが、30秒を3回の運動における最大パワーや総仕事量には通常酸素と差はみられなかった。したがって低酸素環境でも、休息時間を比較的長く取ることで、トレーニングの強度を維持しながらトレーニングができることが示された。

続いて研究2ではさらに研究1の内容をさらに進めて筋内の環境も含めて検討した。鍛錬された男性を対象として、14.5%の酸素条件もしくは通常酸素条件で、30秒の

自転車全力こぎを4分30秒の休息を挟んで4セット行わせた。その結果、血中酸素飽和度は低酸素条件で低下したが、筋での組織酸素飽和度指標は酸素条件による差がみられなかった。そしてきつさの感覚にも酸素条件の差がなかった。心拍数は低酸素条件の方が高く、呼吸循環系への負担は低酸素条件で高くなることが示された。また低酸素条件の繰り返し運動による発揮パワーの低下は、中枢性の要因ではなく、末梢の要因によると考えられることがわかった。これらの結果は、休み時間を十分取って繰り返すインターバル運動では、低酸素環境でも強度を落とすことなく実施でき、それによって筋肉だけでなく呼吸循環系にも、常酸素環境よりもトレーニング効果を期待できることがわかった。

最後に研究3では14.5%の酸素条件もしくは常酸素環境で、4分30秒の休息を挟んで30秒の自転車全力こぎを3回、週3回2週間計6回行うトレーニングの効果について検討した。その結果、トレーニングによって30秒全力こぎ運動の発揮パワーは向上したが、酸素条件による差は認められなかった。ただし高強度インターバルトレーニング時の血中乳酸濃度が、低酸素トレーニング後では低下する傾向が認められた。

以上の結果から、低酸素環境での休息時間を4分30秒と長く取った高強度インターバルトレーニングは、常酸素環境よりも血中酸素飽和度の低下や心拍数の増大が起こるが、筋での酸素飽和度や運動パフォーマンスは維持され、主観的きつさの上昇ももたらさないことがわかった。ただしこの方法でトレーニング効果を上げるには、運動時間や酸素濃度などに今後の検討の余地があることがわかった。

これらの知見は、低酸素環境でのトレーニングについて、効果的に行っていくための有効なものである。3つの原著論文として公表されている。

そこで審査委員の満場一致で博士(学術)を与えるにふさわしいと結論した。