

高地・低酸素環境曝露による総ヘモグロビン量とパフォーマンスの変化

禰屋 光男¹⁾

Changes of total hemoglobin mass and performance in response to exposure to altitude/hypoxia

Mitsuo NEYA

Key words : total hemoglobin mass, oxygen uptake, altitude, hypoxia

キーワード：総ヘモグロビン量，酸素摂取量，高地，低酸素

高地・低酸素環境を利用したトレーニングは今日では陸上中長距離種目や競泳などでは国際レベルの競技者から愛好家のレベルの競技者まで広く行われている。従来からの主たる目的は高地・低酸素環境に曝露されることで生じる増血刺激を利用し、総ヘモグロビン量 (Hbmass) を増大させ、有酸素性を向上させることである。最大酸素摂取量とHbmassとの間には一次の正の有意な相関が報告されており、Hbmassの増大は持久性運動パフォーマンスの向上に有効であると考えられる。

通常の持久性運動では運動習慣のない一般人では継続的な持久性運動により2か月で10%ほどのHbmassの増大が可能であるが、年間を通じてトレーニングを行っているエリート持久性競技者では年間のHbmassの変動は3%ほどである。そして怪我などでトレーニングを中止すればHbmassは10%ほど減少することも報告されており (Schumacher YO et al., 2008)、継続的なトレーニングはHbmassを維持するにすぎず、増大は難しい。そのため多くの持久性競技者が高地・低酸素トレーニングを利用してHbmassの増大をはかっている。低酸素刺激とHbmassの増大の機序やdose-responseの関係に関する研究は多く行われ、現在ではこれまでの複数の研究から低酸素環境へ100時間の曝露で1%程度のHbmassの増加という目安ができてきた。Hbmassの測定の測定誤差が2~3%あることから、実際にHbmassを測定して増大が認められると判断するには300時間程度の曝露が必要ということになる。この目安をもとに、現在では、一般的にヘモグロビン量の増大を目的とする場合の基準は、標高2200~2500m (または相当酸素濃度) で1日当たり12~14時間程度、3~4週間程度滞する

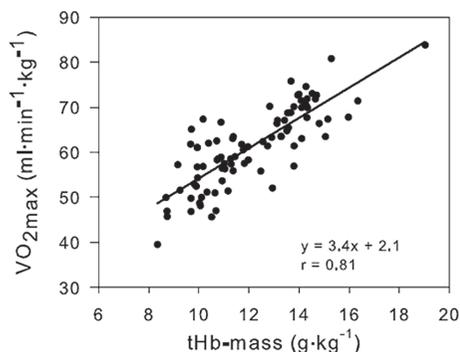


図1 最大酸素摂取量と総ヘモグロビン量の関係 (Schmidt and Prommer 2010から引用)

1) スポーツ学部

こと、とされている。この場合、残りの1日当たり10~12時間程度は平地であっても増血は生じるとされている。そして高地・低酸素トレーニングに関するもう一つの関心事は「Hbmassの増大はどれくらいの期間保持されるのか」ということであった。これについても複数の研究報告から低酸素刺激への曝露終了後15日間程度まで、ということが明らかになりつつある。これらを総合すると3週間程度の高地・低酸素トレーニングを実施して、その15日以内に大事な試合や競技会に出場すればHbmassが増大した状態を保持できることになる。しかし、大事な試合や競技会の前は様々な準備が必要であり、Hbmass増大だけに多くの時間を使えないことが多い。さらに、高地・低酸素環境は生理的ストレスの増大など負の要素も考慮する必要がある。これまで高地・低酸素トレーニングは大事な試合や競技会前にさらにパフォーマンスを上げる最後の仕上げのように利用されることが多かったが、パフォーマンスを低下させる競技者も多く、どの競技者が高地・低酸素環境に対応できるかを的確に予見できる方法も現在のところは見当たらない。そこで観点を改めて、オフシーズン後や怪我からの復帰時など、試合や競技会から時間的に余裕があり、トレーニング量がまだ多くない時期に導入することによってより早く持久性パフォーマンスを増大させ、トレーニングの質をより早く向上させるという利用の仕方がよりリスクも抑えられ、効果的ではないかと考えられる。

一方Hbmassの変化はタンパク合成の状況を反映してるともとらえることも可能であり、年間を通じてトレーニング時期の転換時に定期的に測定することでコンディションを評価する一つの指標としても利用できるのではないかと期待される。さらに増血を目的としたドーピングはいまでも大きな問題のひとつであり、一部のエリート競技者にはAthlete Biological Passport (ABP) が導入され、定期的なヘモグロビン濃度や赤血球量などが監視され、異常な値の動きを監視している。しかし、不正な方法でエリスロポエチンを摂取してHbmassを増大させてもABPに含まれる検査項目は変化せず、見つけ出すことが困難であることも報告されている。Hbmassは高地・低酸素トレーニングの効果を評価する指標であるだけでなく、コンディションの評価やドーピング行為による不正な増血の企てを見つけ出す手段としても期待できると考えられる。

引用文献

- 1) Hemoglobin mass in an elite endurance athlete before, during, and after injury-related immobility. *Clin J Sport Med.* 2008 Mar;18(2): 172-3.
Schumacher YO, Ahlgrim C, Ruthardt S and Pottgiesser T.
- 2) Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO₂max.
Schmidt W and Prommer N.
Exerc Sport Sci Rev. 2010 Apr;38(2):68-75.