

Arterial blood pressure response to increased respiratory muscle work in the endurance athletes

(持久的ランナーにおける呼吸筋の活動増加に対する血圧応答)

大学院医学系研究科

修士課程医科学専攻 健康増進医学講座 健康運動科学分野

修士課程2年 伊藤 佑華

指導教員 石田 浩司

1. 緒言

運動時には、活動筋へ適切に血流供給を行うための循環調節が行われる。この循環調節メカニズムの一つに、代謝受容器反射がある。これは、筋収縮によって生じる代謝産物を骨格筋内にある受容器が感知し、筋交感神経活動を介して末梢血管の収縮と血圧上昇を引き起こすものである。これは活動筋へ血流を供給するうえで欠かせないメカニズムであるが、過度な末梢血管の収縮及び血圧上昇は、活動筋への血流制限による筋疲労の早期発現や運動パフォーマンスの低下につながると推測されている。近年では、この代謝受容器反射が、四肢の骨格筋のみならず呼吸筋の活動増加によっても起こることが明らかにされている。すなわち、ガス交換や換気量調節を行う呼吸筋の活動増加もまた、循環調節に影響を及ぼしている。

持久的ランナーでは、呼吸筋の持久力が高いことが報告されている。その要因の一つとして、日常的な運動トレーニングによる呼吸筋活動の増加により、呼吸筋での代謝産物の蓄積が低下していることが推察される。さらに、代謝産物の増加に対する受容器の感受性も低下している可能性がある。これらのことから、呼吸筋の活動増加による血圧上昇(代謝受容器反射)が、持久的ランナーで抑制されていることが仮説として考えられる。そこで本研究では、持久的ランナーと一般健常者で、自発的過換気によって呼吸筋の活動を増加させた際の循環応答を比較することを目的とした。

2. 方法

陸上長距離選手(ランナー)12人と、日常的に運動を行っていない一般健常者10人を被験者とした。まず、最

高酸素摂取量($\dot{V}O_{2peak}$)、肺機能検査[努力性肺活量、1秒量および1秒率、最大随意換気量(MVV_{12})、最大吸気口腔内圧、最大呼気口腔内圧]、横隔膜筋厚(T_{di})の測定を行った。その後、呼吸筋持久力テスト(respiratory muscle endurance test: RMET)を、自発的に換気量を漸増させる方法で実施した:ターゲット毎分換気量(\dot{V}_E)の初期値を、 MVV_{12} の30%とした。開始後3分ごとにターゲット \dot{V}_E を10% MVV_{12} ずつ増加させるように呼吸数を増やし、被験者がターゲット \dot{V}_E を維持できなくなった時点で終了とした。RMET中、心拍数(HR)と平均血圧(MBP)を連続的に測定した。

3. 結果

体重あたりの $\dot{V}O_{2peak}$ は、ランナーで一般健常者よりも有意に高かった(ランナー: $66.6 \pm 0.9 \text{ ml/kg/min}$ 、一般健常者: $45.9 \pm 1.3 \text{ ml/kg/min}$)。肺機能と T_{di} については、両群間で差は見られなかった。RMETの継続時間は、ランナーの方が一般健常者より有意に長かった(ランナー: $14.1 \pm 0.4 \text{ min}$ 、一般健常者: $11.2 \pm 0.9 \text{ min}$)。RMET中のHRは両群で上昇したが、ランナーと一般健常者の間には差が認められなかった。RMET中のMBPは、各群で有意に上昇し、群間ではランナーの方が一般健常者より有意に低い値を示した(ランナー: $100.2 \pm 2.4 \text{ mmHg}$ 、一般健常者: $109.1 \pm 3.0 \text{ mmHg}$ 、自発的過換気6分後)。

4. 結論

持久的ランナーにおいて、漸増的な自発的過換気時の血圧上昇が一般健常者より低いことが明らかとなった。この結果から、有酸素性の持久的トレーニングは、呼吸筋由来の代謝受容器反射を抑制することが示唆される。