

修士論文概要

運動時の呼吸筋活動の増加が 活動肢および非活動肢の血流動態に及ぼす影響

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 後藤歌奈子

指導教員 片山 敬章

1. 緒言

運動時には、活動筋の代謝の増大に見合った呼吸・循環調節が緻密に行われる。呼吸系の主な働きは、肺での酸素の取り込みと二酸化炭素の排出であり、呼吸の深さや速さを変化させて換気量が調節される。循環系の主な役割は血液を介した組織への酸素運搬であり、運動時に増大する酸素需要に見合った血液が活動筋へ供給される。運動強度に伴う心拍出量の増加は、その循環調節の一つである。さらに、運動に直接関与しない内臓や非活動筋では末梢血管の収縮により血流が制限され、活動筋へ優先的に血流が配分される（血流再配分）。この運動時の血流配分調節に関与するメカニズムの一つとして骨格筋代謝受容器反射が挙げられる。これは、運動時に活動筋で生じた代謝産物の増加を骨格筋内の代謝受容器が感知し、その信号が延髄の循環中枢に送られると、血管運動神経活動が増加して末梢血管が収縮する反応である。近年、この筋代謝受容器反射が、四肢の骨格筋のみならず、呼吸運動を担っている呼吸筋の活動によっても誘発されることが明らかになってきている。実際に、中強度の自転車運動中に吸気抵抗を負荷して呼吸筋活動を増加させた先行研究では、血管運動神経活動の増加および血圧の上昇が報告されている。しかし、運動時の呼吸筋活動の増加が血流再配分にどのような影響を及ぼしているのかは明らかにされていない。

本研究の目的は、中強度運動時の呼吸筋活動の増加が、活動肢及び非活動肢の血流量に与える影響を明らかにすることとした。我々は、中強度運動中に呼吸筋活動が増加した場合、非活動肢の血流量が減少し、活動肢の血流量は維持されると仮説を立てた。

2. 方法

習慣的な運動を行っていない若年男性 7 名を対象者とした（平均±標準誤差；年齢 20.0 ± 0.8 歳、身長 170.7

± 1.4 cm、体重 61.0 ± 2.1 kg）。10 分間の動的な両膝（交互）伸展屈曲運動を 2 試行実施した。運動強度は最高酸素摂取量の 40% とした。両試行とも前半 5 分間は自然呼吸を行い、後半 5 分間は随意的に換気量を増大させた（呼吸数：40 回/分、一回換気量：安静時の 2 倍）。1 つの試行のみ、後半 5 分間に吸気抵抗を負荷して呼吸筋活動の増加を促した。吸気抵抗は、最大吸気口腔内圧の 40% を負荷した。運動中に、上腕動脈（非活動肢）及び大腿動脈（活動肢）の血流量を超音波診断装置により測定し、血圧を連続的に記録した。

3. 結果

平均血圧は両試行とも運動中に徐々に増加し、吸気抵抗の負荷によりさらなる増加がみられ、抵抗なしの試行と比べて有意に高値を示した（抵抗なし： 98.4 ± 2.0 mmHg、抵抗あり： 120.8 ± 2.0 mmHg）。

上腕動脈血流量は両試行とも運動開始直後に減少し、その後は徐々に増加した。吸気抵抗がない試行では時間の経過とともにさらに増加したが、吸気抵抗を負荷した試行では、抵抗負荷により再び減少した。抵抗負荷開始 2～5 分の血流量は、抵抗がない試行の血流量と比べて有意に低い値がみられた（抵抗なし： 121.5 ± 15.9 ml/分、抵抗あり： 95.6 ± 17.4 ml/分）。

大腿動脈血流量は運動開始直後に増加し、定常状態に至ってからは換気量の増加や吸気抵抗負荷による変化はみられず、2 試行間に血流量の違いは認められなかった。

4. 結論

中強度運動中の呼吸筋活動の増加により、非活動肢の血流は抑制されるが、活動肢の血流は維持された。これらの結果から、呼吸筋活動の増加が中強度運動時の血流再配分に影響を及ぼすことが示唆される。