

〈2011年度大学院スポーツ健康科学研究科博士論文要約〉

Summaries of Doctor's Theses Completed in 2011

血流制限下の歩行トレーニングが中高齢女性の筋肥大に及ぼす効果とそのメカニズムに関する研究

The effects of walking with blood flow restriction on muscle size and strength
in elderly women and the mechanisms of muscle hypertrophy

博士後期課程2年 尾崎 隼朗
論文指導教員 内藤 久士 教授

【背景】

加齢に伴う最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) の低下が心臓血管系の疾病リスクを高めるのに加えて、骨格筋量の低下はインスリン抵抗性の増加や肥満などの発症リスクを上昇させる。従って、中高齢者にとって、 $\dot{V}O_2\max$ とともに骨格筋量の維持・改善に努めることは重要である。通常、骨格筋量の増大のためには高強度レジスタンストレーニングが必要とされる。しかし、高強度運動であるが故に、中高齢者では、必ずしも誰もが実施できるものではない。また、日本人のレジスタンストレーニングの実施率は非常に低い水準にとどまっており、特に女性の実施率は1割にも満たない。従って、特に中高齢女性において、より多くの者が実施しやすいトレーニング方法の開発が望まれる。

これに対して、低強度なレジスタンス運動であっても、血流制限を加えることで、筋肥大や筋力増加を引き起こすことが可能であることが報告されている。従って、国民に最も親しまれた歩行運動に血流制限を組み合わせることで、有酸素能だけでなく、同時に筋サイズや筋力も改善されることが期待されるが、この効果は未だ明らかではなく、また歩行運動と血流制限の組み合わせによって、筋肥大が引き起こされるメカニズムに関しては検討がなされていない。

【目的】

本研究では、(1)血流制限下の歩行トレーニングが、有酸素能を向上させる条件設定のもとで、中高齢女性の筋肥大を引き起こすことが可能であるか否かを明らかにすることを主な目的とした。さらに、その筋肥大効果を説明するために、(2)歩行中の血流制限が引き起こす筋肥大のメカニズムについて検討した。

【方法】

実験1: 18名の中高齢女性を血流制限歩行群 (BFR-Walk, 10名) と通常歩行群 (CON-Walk, 8名) に分け、20分間のトレッドミル歩行を週4回、10週間実施した。運動強度は、両群において、年齢から予想される心拍予備能 (HRR) を用い、45% HRR での通常歩行時に得られる速

度と傾斜に設定した。血流制限には専用のベルトを用い、大腿基部に160~200 mmHg の圧を加えた。

実験2: 中高齢女性7名を対象とし、20分間のトレッドミル歩行を血流制限歩行と通常歩行の2条件で実施した。血流制限には専用のベルトを用い、大腿基部に160~200 mmHg の圧を加えた。肘正中静脈から運動開始前、運動終了直後、運動終了15分後の計3回静脈血を採取した。

実験3: 健康な成人男性6名を対象とし、片方の脚に血流制限を加え (BFR-Leg)、他方の脚を血流制限なしのコントロール脚 (CON-Leg) として、55% $\dot{V}O_2\max$ の強度で20分間の歩行運動を実施した。血流制限には専用のベルトを用い、大腿基部に240 mmHg の圧を加えた。安静時と運動3時間後に外側広筋から筋を摘出した。

【結果】

実験1: BFR-Walk では大腿部筋横断面積、等尺性及び等速性最大筋力と生活機能テスト (Up&Go Test, Chair Stand Test) の結果に有意 ($p < 0.05$) な増加が認められた。一方、CON-Walk では筋サイズと筋力に変化はみられなかった。 $\dot{V}O_2\text{peak}$ は BFR-Walk, CON-Walk とともに有意 ($p < 0.05$) に増加した。

実験2: 血中乳酸濃度及び血清成長ホルモン濃度 (GH) は運動後に上昇がみられたものの、血流制限歩行条件と通常歩行条件との間に差は認められず、このGHの一過性の上昇の程度と実験1における筋肥大の程度との間に相関関係は認められなかった。

実験3: BFR-Leg では骨格筋肥大に関連する Erk1/2 と p38 のリン酸化が安静時と比較して、運動3時間後に有意 ($p < 0.05$) に増加した。しかし、CON-Leg では p38 には有意な変化が認められなかった。

【結論】

1) 血流制限下の歩行トレーニングは、中高齢女性の有酸素能と筋サイズ・筋力の増加を引き起こす。さらに、2) 血流制限によって引き起こされる筋肥大に MAPK シグナル伝達経路の活性化が貢献している可能性がある。