

B-8 中強度レジスタンストレーニングが中高年者の呼吸循環応答に及ぼす影響

山本 薫 (松本大学人間健康学部スポーツ健康学科)、山本弥生 (あいち健康の森健康科学総合センター)、
長谷川尋之 (松本大学人間健康学部健康栄養学科)、長岡拓海 (長野市民病院)

キーワード：呼吸筋力、動脈スティフネス、血圧、中高齢者、中強度レジスタンストレーニング

要旨：運動が呼吸循環器系に及ぼす影響として有酸素性運動の効果が報告される一方、筋力向上を目指すレジスタンス運動においては動脈硬化や呼吸機能の改善効果について明らかではない。そこで中高年者を対象に週1回8週間の中強度レジスタンストレーニング(RT)が動脈スティフネスおよび呼吸筋力に及ぼす影響を明らかにした。呼気・吸気筋力はRT後有意に向上した。血圧、baPWVは有意な変化は認めなかった。中強度8週間のRTは、中高年者の血圧や動脈伸展性を改悪せずに、呼吸筋力向上に有効であることが示唆された。

A. 目的

中高齢者男女を対象に行う週1回の中強度RTが動脈スティフネスおよび呼吸機能(呼吸筋力)に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

B. 方法

<対象者> 2019年度公開講座「筋力アップ講座」(10月~12月)参加者(公募、喫煙者は除外)のうち、トレーニングを完了した中高齢者14名、年齢 68 ± 8 歳(55~82歳)を対象とした。全ての対象者にはマシンRTにて得られる効果と予測される危険性等を口頭と書面にて説明し、参加の同意を得た。本研究は松本大学研究倫理委員会の承認を得て行った。

トレーニングに先立ち、身体組成(BI法)、血圧(オシロメトリック法)、心拍数、上腕-足首間脈波伝播速度(baPWV:フクダコーリン社製form3)、呼吸筋力(最大吸気圧:Pimax、最大呼気圧:PEmax、呼吸筋力測定器IOP-01(木幡計器製作所)を評価した。これらの測定は食後2時間以上経過した午後、室温を一定に保ち(22~25℃)静かな部屋で実施した。また、baPWVは、仰臥位にて10分間以上安静に保った後に測定した。呼吸筋力は、事前に3回練習し、3回測定して最高値を記録した。

<トレーニング方法>対象者は週1回8週間のトレーニングマシンを用いた運動講座に参加した。講座の初回は健康運動指導士が運動方法について説明と実技指導を行い、トレーニング方法

に慣れるようにした。トレーニング種目は①レッグエクステンション、②レッグカール、③スクワット、など9種目、強度は15回を繰り返しこなせる程度の重量(15RM)で10~15回、各1~2セット行った。対象者には呼吸を強く意識して2秒で挙上、5秒で下降トレーニング期間終了後、3日後以降5日以内に測定を実施した。各項目の測定値は平均値±標準偏差で示し、トレーニング前後の測定値の平均値の差の検定には対応のあるt検定を用いた。トレーニング終了後8週間後も含めた際の平均値の差の検定は一元配置分散分析を用いた。危険率は5%未満とした。解析ソフトはSPSS version27を使用した。

C. 結果

健常な中高齢男女を対象に、15RMの強度で、週に1回、8週間のマシンRTを行った際の期間前後の生理的指標の結果を表1に示した。体重、BMI、LBM(除脂肪体重)は介入後に有意に高値を示した($p < 0.01$)。血圧および動脈の柔軟性を表す脈波伝播速度は介入前後で有意な差は認められなかったが、血圧の変化率は収縮期 $-0.7 \pm 14.6\%$ 、拡張期 $-3.0 \pm 13.2\%$ であった。baPWVは、介入前の値から低下(軟化)7名、増加(硬化)7名で、変化率は $-2.3 \pm 8.7\%$ であった。一方、呼吸筋力を示す口腔内圧は介入前に比較して介入後で有意に高値を示した(呼気: $p < 0.05$, 吸気: $p < 0.01$)。変化率は呼気筋力 $9.0 \pm 16.9\%$ 、吸気筋力 $26.5 \pm 27.1\%$ で、吸気の変化率

は呼気の約3倍を示した。呼気筋力は介入前の値から増加9名、低下5名、吸気筋力は14名全員が介入前の値から増加した。

表1. 8週間の介入(マシンRT)前後の絶対値、前後差、変化率(%) * p < 0.05 ** p < 0.01

	トレーニング開始前	運動トレーニング8週後	差	変化率(%)
体重 kg	59.3 ± 13.1	60.2 ± 13.4 **	1.0 ± 1.1	1.6 ± 1.7
BMI kg/m ²	22.2 ± 3.5	22.7 ± 3.5 **	0.5 ± 0.4	2.1 ± 1.8
除脂肪体重 kg	43.8 ± 8.1	44.8 ± 8.6 **	1.0 ± 0.8	2.3 ± 1.7
baPWV cm/sec	1591.3 ± 291.0	1540.0 ± 229.2	-51.2 ± 159.1	-2.3 ± 8.7
呼気筋力 cmH ₂ O	92.4 ± 34.7	102.8 ± 46.1 *	10.3 ± 16.7	9.0 ± 16.9
吸気筋力 cmH ₂ O	58.6 ± 19.4	70.8 ± 15.6 **	12.1 ± 10.1	26.5 ± 27.1
収縮期血圧 mmHg	130 ± 22	128 ± 23	-2.0 ± 20.0	-0.7 ± 14.6
拡張期血圧 mmHg	80 ± 12	77 ± 14	-2.5 ± 10.6	-3.0 ± 13.2
平均血圧 mmHg	101 ± 16	99 ± 18	-2.4 ± 15.4	-1.8 ± 14.9

D. 考察

2017年の信州公衆衛生学会において我々は、週1回8週間の低強度マシンRT介入は、中高齢者の動脈ステイフネスを変化させず、血圧は有意な高値が示したことを報告した。中高齢者にかかわらず筋力の維持・向上は人々の自立した生活にとって重要な要素であることから、本研究は負荷が定量可能なマシンRTが血圧の増加をもたらすことを防ぐための意図的な換気量増加を行い、併せて呼吸筋力への影響について検討した。

高強度で実施した報告とは異なり¹⁾、我々の報告同様、本研究ではbaPWVに介入前後で有意な変化は認められなかった。前報告で介入後に増加した血圧は、本研究で有意な変化は認められず、今回の意図的な呼吸(換気)量の増加がバルサルバ法(息こらえ)による胸腔内圧上昇や圧受容器反射、迷走神経反射の頻発を減じたと考えられる。

呼気と吸気筋力を示す口腔内圧は介入後に有意な高値を示した。最大吸気圧は25歳をピークに加齢とともに低下する²⁾が、加齢に伴う胸壁の硬化と運動に対する換気応答の鈍化により、呼

吸効率が低下し、肺の弾性収縮圧が低下することが原因とされる³⁾。今回のような運動時には斜角筋、胸鎖乳突筋等の吸息補助筋や腹直筋、内肋間筋等の呼息補助筋が動員されるが、運動強度増により代謝産物が増加し血管収縮を引き起こす。その結果、血圧上昇を引き起こすことが四肢の筋だけでなく呼吸筋でも起こるとされている³⁾。しかし、本研究の運動強度の程度では、代謝産物による血圧上昇を引き起こすには至らなかったことが考えられる。8週間でトレーニング重量は増加していったが、今後、筋力向上のための運動強度と血圧上昇を引き起こさない程度とのバランスをとることが望まれる。

E. まとめ

中高齢者が15RM強度のマシンRTを週1回、8週間実施することで血圧上昇なく呼吸筋力の向上が認められた。これには適切な強度と方法により実施したことが影響していると示唆される。

F. 利益相反

利益相反なし。

G. 文献

- 1) Miyachi M, Donato AJ, Yamamoto K et al.: Greater age-related reductions in central arterial compliance in resistance-trained men. *Hypertension* 41: 130-5, 2003.
- 2) Pessoa IMB S, Parreira VF . et al.: Reference value for maximal inspiratory pressure: A systematic review. *Can Respir J* 21: 43-50, 2014.
- 3) Dempsey J.A. et al.: Respiratory system determinants of peripheral fatigue and endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 40: 457-461, 2008.

(謝辞)

当該公開講座並びに本研究は松本大学地域力創造委員会公開講座開催助成(2019年度)、松本大学研究助成費(2019年度)の補助を得た。記して謝意を表す。