

低強度の有酸素性運動でも骨格筋量と筋力は増加するか？ -運動介入による検証-

研究期間 平成 29 年度

研究代表者名 飛奈卓郎

共同研究者名 永山千尋・中江悟司

I. 背景

平成 28 年度の国民健康・栄養調査の結果では、20 歳代から 50 歳代にかけての成人期で肥満者の割合が高く、40 歳代から 50 歳代においては約 30%以上が肥満に該当していることが報告されている。2000 年から始まった健康日本 21 では、内臓脂肪蓄積型の肥満として知られるメタボリックシンドロームの認知度を高めることが目標に掲げられ、2013 年からの健康日本 21 第二次では、メタボリックシンドロームの該当者及び予備軍の減少が掲げられている。さらに、健康日本 21 第二次の目標で新たに追加されたのが、ロコモティブシンドロームへの対応である。ロコモティブシンドロームとは骨・関節・骨格筋・神経といった運動器の障害により移動機能の低下を来した状態と定義されている。両者の背景には共通して身体活動不足があり、ロコモティブシンドロームとメタボリックシンドロームの両方を併発（Sarcopenic Obesity：骨格筋量の少ない肥満者）することもある。肥満改善のための食事制限は、効果的ではあるもののそれに伴って骨格筋量の減少を誘発することにもなり、ロコモティブシンドロームのリスクを高めることにもつながる。一次予防の観点から、単一の運動でロコモティブシンドロームとメタボリックシンドロームの両方を改善させることができれば、より効率的な健康づくりに貢献できる。

本研究では、メタボリックシンドロームとロコモティブシンドロームの両方を改善・予防する運動の提案を目指して、介入研究による検証を行った。

II. 方法

1. 対象者、介入と測定期間

本研究の対象者は男性 12 名（運動群 5 名と観察群 7 名）である。介入期間は 3 ヶ月とし、0 週目、6 週目、12 週目に以下の測定を行った。

(1) 身体組成と体水分量

身体密度法と生体インピーダンス法の 2 つの方法により身体組成の評価を行った。体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量は身体密度法（BodPod. COSMED Co., Ltd）を用いて測定した。また生体電気インピーダンス式の装置（HDS-2000 DUALSCAN, オムロン株式会社）を用いて内臓脂肪面積を測定した。骨格筋は水分を多量に含む組織であり、体水分量の評価は骨格筋量の指標になる。本研究では厳密に体水分量の評価をするため、重水希釈法を用いた。

腹部、大腿部、上腕背側部の筋厚と皮下脂肪厚は超音波画像診断装置（UF-760AG+, フクダ電子株式会社）を用いて測定を行った。全ての測定は同一の検者が行った。

(2) 最大運動負荷試験、下肢パワーの評価と運動トレーニング

自転車エルゴメータを用いた運動によって最大運動負荷試験を行い、最大酸素摂取量と換気閾値を測定した。この換気閾値を運動トレーニングの強度として、週当たり 180 分の運動を実施するように対象者へ指示をした。

下肢機能測定装置（S-13088, 竹井機器工業株式会社）を用いて、下肢パワーの測定を行った。フォースプレートの上に両足を置いてもらい、合図とともに可能な限り早く立ち上がってもらったテストを 3 回実施し、フォースプレートを踏む力を体重で除したものを下肢のパワーとして評価した。

III. 結果

本研究の対象者特性と介入による変化を表 1 に示した。運動群と観察群ともに日常

身体活動量とエネルギー摂取量に期間を通じて有意差を認めなかった。また運動群のトレーニング実施時間は 151 ± 23 分/週で達成率は 83.6%であった。

最大酸素摂取量は観察群と比べ運動群で有意に増加した。内臓脂肪面積は観察群では有意な変化がみられなかったのに対し、運動群では 0 週から 6 週にかけて有意に減少した。下肢機能は立ち上がりパワー値を外側広筋の筋厚で除し、外側広筋 1mm 当りの発揮パワー（Muscle Quality (MQ)）として評価したところ、統計的に有意ではないものの運動群では 12.70%の増加を認めた(表 2)。MQ の変化率の標準偏差が 37.19%と、観察群のそれ (17.66%) と比べて大きく、このばらつきが統計的有意な差をもたらすに至らなかった原因と考えられる。

IV まとめ

本研究は中年男性を対象に低強度の有酸素性運動が、メタボリックシンドローム(内臓脂肪蓄積型の肥満)の予防・改善と同時に、骨格筋の肥大や筋パワーの向上をもたらすのかを検証することを目的として介入研究を行った。この運動によって内臓脂肪の減少を認め、下肢筋量の増加は認めなかったものの、単位骨格筋当たりの下肢パワーが約 13%増加するとの結果を得た。骨格筋量の増加は筋パワーを規定する因子であることから、ロコモティブシンドロームの予防・改善のために骨格筋量の維持・増加を促すことが重要である。一方で、骨格筋量が増加しなくても発揮できる筋パワーが増加すれば Power weight ratio で評価した身体能力は向上したと判断できる。

本研究では、低強度の有酸素性運動が内臓脂肪を減少させると同時に、下肢の筋パワー発揮を向上させ、延いてはロコモティブシンドロームの予防に有効である可能性を示した。

表1 身体組成・安静時代謝・最大酸素摂取量のパラメーター

| | 運動群 (n = 5) | | | 観察群 (n = 7) | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0w | 6w | 12w | 0w | 6w | 12w |
| 体重 (kg) | 68.7 ± 14.8 | 68.4 ± 13.9 | 67.8 ± 13.8 | 81.4 ± 21.4 | 81.8 ± 21.9 | 81.5 ± 22.3 |
| BMI (kg/m ²) | 24.6 ± 3.7 | 24.6 ± 3.5 | 24.3 ± 3.5 | 27.7 ± 5.2 | 27.9 ± 5.3 | 27.7 ± 5.4 |
| 体脂肪量 (kg) | 17.8 ± 6.6 | 17.2 ± 5.8 | 16.5 ± 5.5 | 25.2 ± 1.1 | 24.8 ± 2.3 | 24.5 ± 1.0 |
| 体脂肪率 (%) | 25.3 ± 4.0 | 24.8 ± 3.7 | 23.9 ± 3.3 | 30.3 ± 5.2 | 29.4 ± 6.0 | 29.3 ± 5.0 |
| 除脂肪量 (kg) | 50.9 ± 8.6 | 51.2 ± 8.7 | 51.3 ± 8.6 | 56.1 ± 1.5 | 57.0 ± 0.9 | 57.1 ± 2.6 |
| 体密度 (kg/L) | 1.0399 ± 0.0096 | 1.0412 ± 0.0089 | 1.0432 ± 0.0078 | 1.0283 ± 0.0119 | 1.0304 ± 0.0139 | 1.0304 ± 0.0116 |
| 体水分量 (kg) | 35.3 ± 5.4 | 35.1 ± 4.9 | 34.7 ± 5.6 | 37.9 ± 9.5 | 38.1 ± 9.8 | 37.8 ± 9.9 |
| 細胞内水分量 (kg) | 23.7 ± 3.7 | 23.6 ± 3.7 | 23.5 ± 3.3 | 26.6 ± 5.3 | 26.6 ± 5.5 | 26.7 ± 5.5 |
| 細胞外水分量 (kg) | 14.0 ± 2.0 | 13.7 ± 1.9 | 13.5 ± 1.8 | 15.8 ± 3.4 | 15.7 ± 3.4 | 15.7 ± 3.6 |
| 内臓脂肪面積 (cm ²) | 80.6 ± 22.2 | 64.2 ± 0.4* | 69.0 ± 14.1 | 109. ± 43.9 | 99.9 ± 48.1 | 100. ± 47.9 |
| 安静時代謝量 (kcal/day) | 1378 ± 330 | 1405 ± 205 | 1267 ± 318 | 1621 ± 220 | 1631 ± 247 | 1529 ± 337 |
| 安静時代謝量/除脂肪量 (kcal/kg/day) | 25.9 ± 2.9 | 26.2 ± 2.0 | 23.7 ± 4.9 | 28.9 ± 4.1 | 28.6 ± 2.3 | 26.8 ± 2.4 |
| 最大酸素摂取量 (ml/min/kg) | 25.6 ± 4.4 | 29.1 ± 7.6 | 32.2 ± 7.5*# | 25.2 ± 4.2 | — | 24.7 ± 4.1 |

表2 形態・下肢機能の変化率

| (%) | 運動群 (n = 5) | | 観察群 (n = 7) | |
|----------------|-------------|---------|-------------|---------|
| 上腕周囲径 | 1.18 | ± 3.32 | 1.48 | ± 2.67 |
| 上腕皮下脂肪厚 | 12.98 | ± 18.14 | 14.03 | ± 12.93 |
| 腹部周囲径 | -2.18 | ± 2.13 | -0.96 | ± 3.58 |
| 腹部皮下脂肪厚 | -12.06 | ± 12.07 | 4.14 | ± 21.27 |
| 大腿部周囲径 | -2.94 | ± 4.84 | -0.60 | ± 2.50 |
| 大腿部皮下脂肪厚 | -0.03 | ± 1.48 | -0.20 | ± 1.33 |
| 大腿部筋厚 | -0.60 | ± 3.36 | -4.63 | ± 4.59 |
| 立ち上がりパワー値 | 10.00 | ± 32.30 | -9.20 | ± 8.03 |
| Muscle Quality | 12.70 | ± 37.19 | 2.10 | ± 17.66 |

データは平均値 ± 標準偏差で示した。 *p<0.05(Tukey-kramer) vs 0w #p<0.05(Mann-Whitney) vs 観察群