

## 2. 運動内容と運動療法の効果

東宏一郎\*, 堀澤葉里\*, 田畑尚吾\*, 長野雅史\*  
新庄琢磨\*, 岩本 潤\*, 石田浩之\*, 松本秀男\*

運動療法は大きく、有酸素運動とレジスタンス運動に分けられる。両者は運動の目的が異なり、筋肉の質をあげるのか、筋肉の量をふやすのかである。その効果をごく大雑把にのべるならば、前者は筋肉の質（インスリン感受性）を改善させることによるメタボリックシンドローム（メタボ）解消であり、後者は筋肉量・筋力の改善によるロコモティブシンドローム（ロコモ）の予防・解消である。

両運動について2つのポイントに絞って概説する。

### ●1. 運動方法のオプション

有酸素運動については、強度・時間・頻度の積で表される運動によるエネルギー消費量が効果を規定する因子であるため<sup>1)</sup>、従来は、運動時間もしくは頻度を増やすことが強調されてきた。しかしながら、時間の制約により行えない場合も多く、また効果を持続的に得つづけるにはさらに大量に行う必要があった。最近、運動によるエネルギー消費量ではなく、運動強度に着目した高強度インターバル運動が注目されている。高強度インターバル運動は、最大の90%以上で行うため、数分間以上つづけられないため、短時間の運動を繰り返す（インターバル運動）のが特徴である。その結果、運動量としては、わずかにもかかわらず、従来の中強度強度の長時間運動と同等以上の心肺持久力およびインスリン抵抗性の改善効果が報告されている<sup>2)</sup>。少数での自験例でも、週2回、1回20分の高強度運動の継続により約20%の心肺持久力の向上を観察しており、時間効率性と効果

が高いと考えられる<sup>3)</sup>。

またこれとは反対に、運動強度や時間にかかわりなく、運動頻度を最大限にあげる、すなわちじっとしていない・こまめに体を動かすことも効果的であることがわかっている。特に中高齢者（55歳以上）では、まとまった運動を行っても、運動以外の身体活動量が減る結果、両者が相殺し総エネルギー消費量の増加が認められなかったとする報告や<sup>4)</sup>、意識して行ういわゆる運動とは対照的に無意識に行われる身体活動（生活活動）によるエネルギー消費（Non-exercise Activity Thermogenesis, NEAT）が過食時の体重増加を規定するとの報告があり<sup>5)</sup>、じっと座っている時間をなるべく減らすことも重要と考えられる。

レジスタンス運動については、筋肉に強いストレス・刺激を与えることが重要であるため、運動強度が最重要であり、最大強度の65%以上で行うことが従来推奨されてきた。しかし、最近では比較的低負荷でも疲労するまでまとめて行う（疲労困憊まで繰り返し行う）ことで筋肥大効果が期待できることがわかってきた<sup>6)</sup>。特に中高齢者を対象として過度の血圧上昇や運動器に配慮して指導する場合に有用なオプションとなる。

以上のように運動療法の手段・選択の幅は広く、これら多くの選択肢の中から個々の体力・合併症を考慮した上で、個々の希望する・楽しめる運動療法を提供することが、運動療法を継続させ、普及させるうえで重要と考えられる。

### ●2. 有酸素運動とレジスタンス運動の相違点と併用の有用性

両運動は、上述のように異なる目的で行うため、相違点も少なくない。筋肉への主な作用からその

\* 慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター

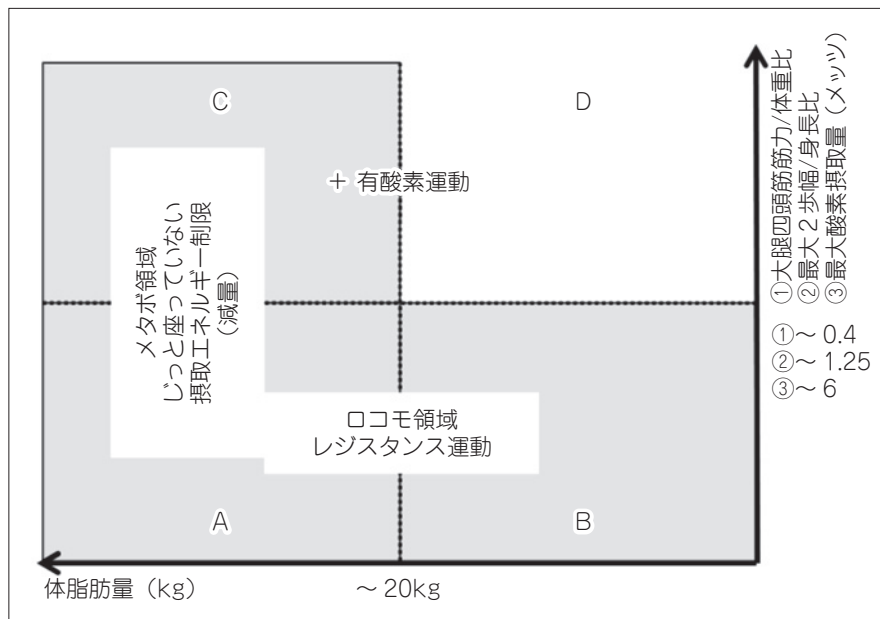


図1 体力(ロコモ)と体脂肪量(メタボ)からみた運動指導の進め方(私見)

運動の健康への効果は、運動によるエネルギー消費量(強度×時間×頻度)に規定されるため<sup>1)</sup> 有酸素運動が基本である。しかし、実際の指導においては、体力レベルが低下している場合に初めから有酸素運動を指導しても、日常生活活動と大差なく時間ばかりかかって効果がみられなかったり、運動器障害をひきおこすかもしれない。そしてメタボ改善や減量には結びつかないことも少なくない。そのため、①ロコモ診断基準に合致するような症例では、筋力・筋量向上のためのレジスタンス運動がまずすすめられる(A・Bの部分)。②加えて、減量が必要な場合には、じっと座っていない指導(Sit less, Stand more)が重要である(A・Cの部分)。その一方で、反対に体脂肪量が少なく筋力も低下しているような症例(Bの部分)では、減量はかえって筋肉量や骨量の低下をもたらす危険があり(Forbes GB, Ann N Y Acad Sci 2000 (904) 359-65)、ロコモリスクを高める。これらの症例に必要なのは摂取エネルギー制限や有酸素運動ではなく、筋量をふやすためのレジスタンス運動である。

最後に、運動によるエネルギー消費量でなく、運動強度(≥90%)を重視して行う高強度インターバル運動は、上記いずれの対象にも有用である可能性が示唆されており<sup>2)</sup>、運動指導のひとつのオプションとなりうる。

違いをみると、有酸素運動はエネルギー効率を高める経路(AMPK-PGC1 $\alpha$ -筋ミトコンドリア合成系)に、レジスタンス運動は筋肥大・筋力を高める経路(mTOR-筋蛋白合成系)にそれぞれ強く作用する<sup>7)</sup>。そのため、前者は、筋肉でのエネルギー消費をなるべく増やすようになるべく頻回に運動することが望ましい一方で、後者は、特定の筋肉へなるべく強いストレスをかける必要があるため、できるだけまとめて(疲労するまで)行うことが重要となる。また、エネルギー効率の観点からは筋肥大はマイナスに働くため、有酸素運動はむしろmTOR-筋蛋白合成系に抑制的に作用することもわかっている。そのためもし筋肥大のみが目的であるならばレジスタンス運動単独がおすすめされる。一例をあげると、非肥満の変形性膝関節

症患者に、たくさん歩くこと(有酸素運動)をすすめても、大腿四頭筋の筋力向上にはつながらず膝痛がむしろ悪化することも少なくない。運動の目的を明確にし、目的にあった運動方法を指導することも運動普及に重要と考えられる。

しかしながら、両運動がそれぞれ目的とする疾患であるメタボとロコモは、加齢に伴う活動量や活動強度の低下という共通の原因から発生している。そのため、特に中高齢者においてはメタボとロコモを併せ持っている場合が多く、筋肉の量と質の両者を高めることが最も効果的であり、各身体活動基準においても両者の併用が強くすすめられている<sup>1)</sup>。

これまで、メタボは代謝・内科領域の疾患として、ロコモは整形外科疾患として別々に扱われる

が多かった。しかし、個々人にあったオーダーメイドの運動療法を提案していくには、体力（どれくらい動けるか）や活動量（どれくらい動いているか）の評価はもちろん、メタボとロコモの両疾患のリスク・合併の有無をきちんと把握することが必要である。そうすることでより目的にあった・継続可能な指導が可能となると考えられる。

図 1 に運動指導のすすめ方の私案を示した。

最後に、上記オーダーメイドの運動療法を、真の運動普及につなげていくためには、「楽しいから運動したい」という段階にまでつなげていくシステム・環境づくりも欠かせないと考えている。

#### 文 献

- 1) Haskell, WL, Lee, IM, Pate, RR et al.: Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 116(9): 1081-1093, 2007.
- 2) Gibala, MJ, Little, JP, Macdonald, MJ et al.: Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 590(Pt 5): 1077-1084, 2012.
- 3) Osawa, Y, Azuma, K, Tabata, S et al.: Effects of 16-week high-intensity interval training using upper and lower body ergometers on aerobic fitness and morphological changes in healthy men: a preliminary study. *Open Access J Sports Med* 5: 257-265, 2014.
- 4) Westerterp, KR: Physical activity as determinant of daily energy expenditure. *Physiol Behav* 93(4-5): 1039-1043, 2008.
- 5) Levine, JA, Lanningham-Foster, LM, McCrady, SK et al.: Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science* 307(5709): 584-586, 2005.
- 6) Tanimoto, M, Ishii, N: Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *J Appl Physiol* (1985) 100(4): 1150-1157, 2006.
- 7) Hawley, JA: Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible? *Appl Physiol Nutr Metab* 34(3): 355-361, 2009.