

# 高強度インターバルトレーニングが メタボリックシンドロームに及ぼす影響

## The Impact of High-Intensity Interval Training on Metabolic Syndrome

Greeley, Samuel J,<sup>1</sup> MS    Martinez, Nic,<sup>2</sup> BA    Campbell, Bill I,<sup>2</sup> PhD, CSCS

<sup>1</sup>Clearwater Christian College, Clearwater, Florida

<sup>2</sup>Exercise and Performance Nutrition Laboratory, University of South Florida, Tampa, Florida

### 要約

メタボリックシンドロームとは、心臓血管系疾患に特異的な危険因子の集積である。この危険因子に対処するために様々な運動方法が処方されてきた。近年、メタボリックシンドロームの効果的な改善には、運動強度がきわめて重要な役割を果たす可能性のあることが研究によって示唆された。そのため、少量で高強度のインターバルトレーニングがメタボリックシンドロームの運動処方として注目を浴びている。

### メタボリックシンドロームの疫学

メタボリックシンドローム(別名Xシンドロームまたは代謝異常症候群)は、若年死の強い予測因子としてアメリカ中にその名を知られている。例えばメタボリックシンドロームであると診断された人々は、そうでない人々と比べて冠状動脈疾患によって死亡する率が3倍にも上る(7)。またアメリカでは成人の27%がメタボリックシンドロームに該当し、疫病としての肥満とともに蔓延している(1,9)。診断基準に関しては組織や医師によって多少異なる。しかし一般的には、表1に挙げた5つの危険因子のうち3つを満たす場合、メタボリックシンドロームに該当する可能性が高いと考えられる。5つの危険因子の閾値は心臓血管系疾患(CVD)よりもやや低い。なぜならメタボリックシンドロームではこれらの因子が重積して発生するために、CVDの場合のように単独で発生するよりも危険性が高いからである(1)。

メタボリックシンドロームを診断す

る際に最も重要な基準となるのは、内臓脂肪型肥満とインスリン抵抗性という2つの危険因子である。そして、これらはどちらもCVDと2型糖尿病の主要危険因子でもある。したがってこの2つの危険因子が、1人のメタボリックシンドローム患者に同時に存在することはよくみられる。しかしメタボリックシンドロームを悪化させる他のすべての危険因子は、肥満とインスリン抵抗性とは無関係に、遺伝および環境によって獲得された諸因子の影響を受けるため、個々の患者における危険因子の発現は様々である(4)。

CVDはメタボリックシンドロームの一次臨床結果であると考えられている。しかし大多数のメタボリックシンドローム患者はすでにインスリン感受性が低下しており、そのために2型糖尿病のリスクが増大している(4)。また臨床診断された2型糖尿病の徴候や症状が顕性になると、CVDにかかる危険性が急激に高まる(4)。このインスリン感受性に関しては、若齢者の場合は

1回のエクササイズで数日間向上することが知られているが、中高齢者については複数回のエクササイズが必要であると考えられる。さらに人間の場合、インスリン感受性の重要な決定因子は、骨格筋におけるインスリン依存性のグルコースの取り込みとグリコーゲンの合成であり、これは、有酸素性運動実施者のほうが非活動的生活を送る人々よりも顕著に高いとみられる(6)。

主たる危険因子としては挙げられていないものの、非活動的なライフスタイルはメタボリックシンドロームの発現と悪化をもたらす根本原因のひとつである(4)。しかし、非活動性と活動性は互いに排他的な選択肢ではないことを心得ておく必要がある。つまり1日を通して考えると、1人の人間が非活動的でもあり活動的でもあることはありうる。例えば活動性が低く非活動性が高い人は、その逆の活動性が高く非活動性が低い人よりも肥満度が高いことが示されている(10)。したがって最終的には、個人の合計活動量(身体活動の頻度、強度、持続時間という形で表される)によって、「活動性が低く非活動性が高い」～「活動性が高く非活動性が低い」の間のどこに位置するかが決定される。

表1 NCEP-ATPIIIによるメタボリックシンドロームの診断基準(米国2001)

腹囲(内臓肥満)	
男性	>102cm(>40inch)
女性	>88cm(>35inch)
中性脂肪	≥150mg/dl
HDLc	
男性	<40mg/dl
女性	<50mg/dl
血圧	≥130m/85mmHg
空腹時血糖	≥110mg/dl

HDLc=高比重リポタンパクコレステロール

有酸素性能力と循環機能はどちらも死亡率の強い予測因子であり、メタボリックシンドローム患者においては双方とも損なわれていることが多い(5)。身体活動は有酸素性能力の向上を助けるとともに、メタボリックシンドローム関連危険因子を低下させることがすでに判明している(7)。また、中～高強度の連続的運動が総合的な健康状態に有益であることは一般に認められている。しかし、メタボリックシンドロームや関連する心臓血管系異常の予防と治療にとって、どのような運動処方最適であるかに関してはまだ同意が得られていない(1)。したがってメタボリックシンドロームの蔓延を食い止められる安価な方法が見つければ、患者にとってもアメリカ社会全体にとっても非常に大きな価値をもつだろう。

### 高強度インターバルトレーニング Wingate式高強度インターバルトレーニング

インターバルトレーニングは決して目新しい考えではない。しかし高強度インターバルトレーニング(HIT)が今、再び注目を集めているのは、健康面とパフォーマンス面の両方においてもプラスの適応を誘発する可能性があるためである。例えば初期の研究において利用されたWingate式プロトコルによるHITは、従来の有酸素性運動処方と比べて時間効率が非常に高く、その点で注目を集めている(3)。利

用されたHITの典型的モデルは特別仕様の自転車エルゴメータを用いて、自重の7.5%の負荷で30秒間の全力スプリントを4～6回行ない、その合間に無負荷による4分間のペダリングを挟むものであった。持久系トレーニング実施群と比較すると、トレーニング期間中(2～6週間)のトレーニング量ははるかに少なかったにもかかわらず、HIT実施群は、筋の酸化能、筋の緩衝能、エクササイズパフォーマンスにおいて同等の向上を示した(3)。

### 現場で使用可能なHITのモデル

高強度トレーニングの可能性は前述の実験結果が示すとおりであるが、Wingate式のインターバルトレーニングは耐性面で問題を生じる可能性があり、一般の場では利用しにくいと考えられた。そこでHITプロトコルの修正が行なわれ、Wingate式モデルよりも強度を低下させてインターバル時間が延長された。修正HITは実用性が高く、様々な疾患の患者に対して有益であることが実験によって示されている(3,8,9)。修正プロトコルでは、最大心拍数の90%を誘発する運動を60秒間10回行ない、合間に60秒間の休息時間を挟む(表2)。

運動強度は、メタボリックシンドローム関連の特異的危険因子の改善にとってきわめて重要である可能性がある。メタボリックシンドロームであると特異的に診断された患者を対象とし

表2 HITプログラム例

HITプログラム初心者の場合		
持続時間	60秒	60秒
レップ数	10	10
強度	きつい(最大心拍数の約90%)	かなり楽(無負荷で自転車をこぐ)

HIT=高強度インターバルトレーニング

た初期調査の結果によると、セッション1回あたりの総消費カロリーが同じとき、高強度のインターバルトレーニングは、中強度の連続的エクササイズよりもメタボリックシンドロームの危険因子の改善において効果的であった(9)。すなわち、HITは内皮機能とインスリンシグナル伝達の改善においてだけでなく、血中グルコース濃度と脂肪組織における脂質生成を低下させることにおいても優れていた。

インスリン抵抗性はメタボリックシンドロームの病因のひとつとみなされ、血中グルコース濃度の上昇はメタボリックシンドロームのカギを握る危険因子のひとつである(4)。

### HITにおける楽しみ

ある研究では、定常状態による中強度の連続的運動よりもHITのほうが楽しく感じられることが示された(2)。実験では持続時間、平均強度、消費エネルギーを等しくした2つのランニングプログラムを用いて、セッション後に、被験者に各エクササイズの楽しさを評価させた。研究者らは、HITの楽しさはエクササイズに対する熱意の維持に有効であると結論づけている(2)。

### 安全への配慮

フィットネス専門職は、HITを他の高強度運動プログラムとまったく同じように扱うべきである。すなわち、メタボリックシンドローム患者も含めて、高リスクのクライアントに実施するには医師による運動許可が必要である。したがってクライアントがそれに該当する場合は、高強度運動を開始する前にかかりつけの医師に相談させなければならない。

### まとめ

HITは、メタボリックシンドローム関連の危険因子の低減、心臓血管系機能の改善、日常活動を行なう能力の最適化を助ける。安全とプラスの適応を確保するには、高リスククライアントの運動プログラムに新しいトレーニングプロトコルを導入する際は、常に適切な漸進が必要である。トレーニング処方にHITを組み込むことによって、メタボリックシンドロームの改善に成功する可能性がある。◆

### References

1. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (8th ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. pp. 250-251.
2. Bartlett JD, Close GL, MacLaren DPM, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: Implications for exercise adherence. *J Sports Sci* 29: 547-553, 2011.
3. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley MJ. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 590(Pt 5): 1077-1084, 2012.
4. Grundy SM, Brewer HB Jr, Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 109: 433-438, 2004.
5. Halcox JP, Schenke WH, Zalos G, Mincemoyer R, Prasad A, Waclawiw MA, Nour KR, Quyyumi AA. Prognostic value of coronary vascular endothelial dysfunction. *Circulation* 106: 653-658, 2002.
6. Henriksson J. Influence of exercise on insulin sensitivity. *J Cardiovasc Risk* 2: 303-309, 1995.
7. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 288: 2709-2716,

2002.

8. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: Potential mechanisms. *J Physiol* 588: 1011-1022, 2010.
9. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, Loennechen JP, Al-Share QY, Skogvoll E, Slørdahl SA, Kemi OJ, Najjar SM, Wisløff U. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: A pilot study. *Circulation* 118: 346-354, 2008.
10. Wong SL, Leatherdale ST. Association between sedentary behavior, physical activity, and obesity: Inactivity among active kids. *Prev Chronic Dis* 6: A26, 2008.

From *Strength and Conditioning Journal*  
Volume 35, Number 2, pages 63-65.

### 著者紹介

#### Sam Greeley:

Clearwater Christian Collegeの運動科学の准教授を務める。

#### Nic Martinez:

University of South Floridaの運動科学プログラムの大学院生助手を務める。

#### Bill Campbell:

University of South Floridaの運動科学の助教であり、Exercise and Performance Nutrition Laboratoryの所長を務める。