

## ●一般演題 5 (Session 3)

## 当院での肺高血圧症患者における退院時の運動処方

安藤可織<sup>1)</sup>・西崎真里<sup>1)</sup>・日浦雅則<sup>1)</sup>・廣川晴美<sup>1)</sup>  
松原広己<sup>2)</sup>

## はじめに

当院では肺高血圧症 (PH) 患者に対し、労作時息切れ・運動耐容能の改善を目的に入院早期よりリハビリテーションを実施している。退院後もリハビリテーションの継続が望ましいが、在住が遠方であることなどにより、外来通院による監視型リハビリテーションの実施が困難である場合が多い。そこで、非監視下においても実施できる適切な退院時運動処方について検討した。

## 1 対象

対象は右心不全治療のため、当院に入院した PH 患者 13 名 (膠原病関連性肺動脈性肺高血圧症 2 名, 慢性血栓塞栓性肺高血圧症 10 名, 呼吸器疾患に伴う肺高血圧症 1 名), 平均年齢は

51.1±14.0 歳, そのうち女性が 9 名であった。患者背景を表 1 に示す。

## 2 退院時処方内容

- 1) 呼吸体操 (リラクゼーション): 呼吸筋の過緊張緩和, 胸郭関節可動域の改善目的。
- 2) 筋力増強訓練: 上肢・下肢筋群に対して, 個々に適した方法・負荷量・頻度・回数を設定。
- 3) 日常生活活動: Miyamoto らの報告 (6 分間歩行距離と酸素摂取量との間に正の相関関係を認める)<sup>1)</sup>を基に, 退院時 6 分間歩行テストにおける歩行距離から嫌気性代謝閾値 (AT) を予測し, それから算出された METs (Metabolic equivalents) を目安にそれ以下での日常生活活動を実施するよう指導。また, 入院中から万歩計による歩数測定を実施し, 病態や予測された

表 1 PH 患者 13 名における治療前後の各パラメーターの比較

	入院時 (治療前)	退院時 (治療後)	p-value
平均肺動脈圧 (mmHg)	46.3±11.3	29.1±6.4	<0.05
心係数 (L/min/m <sup>2</sup> )	2.7±0.8	3.4±0.8	<0.05
BNP (pg/mL)	182.4±193.7	28.1±32.0	<0.05
6 分間歩行距離 (m)	284.6±152.6	368.0±50.9	<0.05
下肢筋力 (N・m)	52.9±26.8	74.8±25.2	<0.05
NRADL (点)	56.0±9.9	74.8±12.6	<0.05

入院時から退院時の循環動態, 運動耐容能, 下肢筋力, ADL はいずれも入院時に比べ改善していた。

Kaori Ando, et al. : Exercise prescription for the patients with pulmonary hypertension

<sup>1)</sup>独立行政法人国立病院機構岡山医療センターリハビリテーション科

<sup>2)</sup>独立行政法人国立病院機構岡山医療

センター循環器科

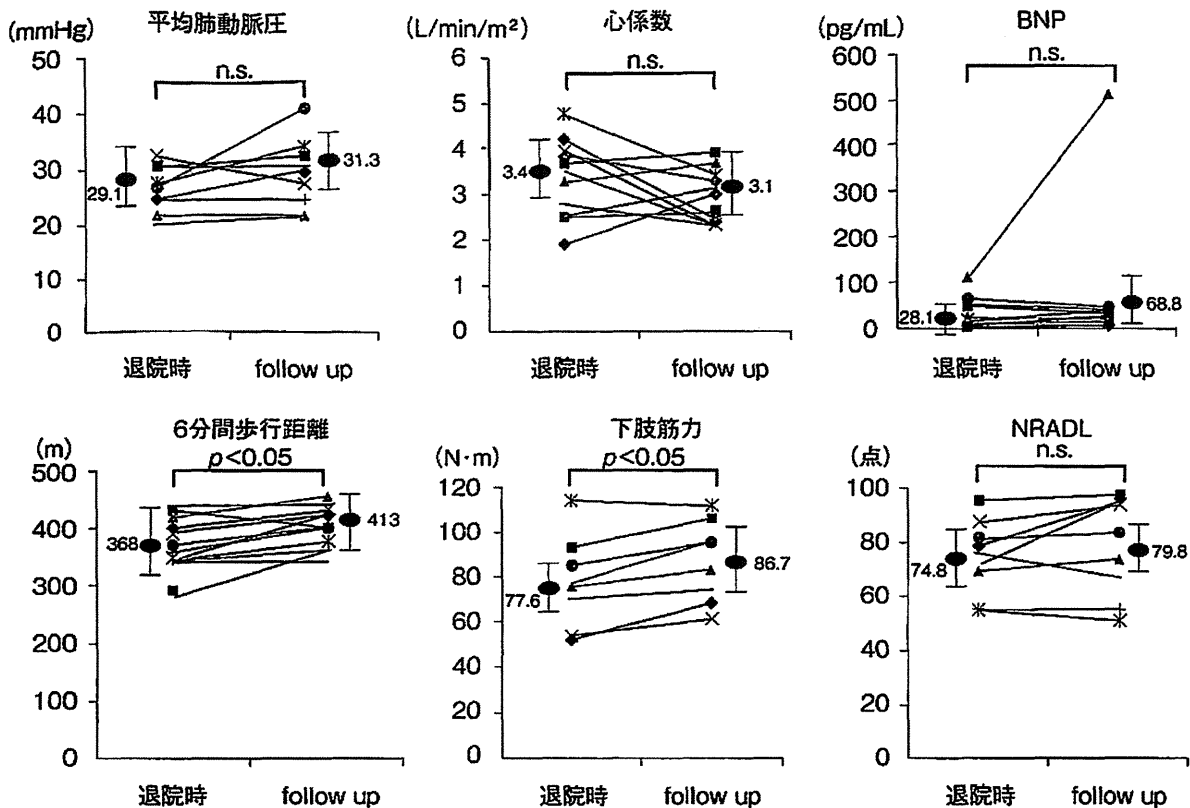


図 1 退院時～follow up (外来・入院) 時までの結果  
循環動態に有意な変化は認めなかったが、運動耐容能・下肢筋力は有意な改善を認め、NRADL は改善傾向であった。

AT を考慮した 1 日の総歩数を指導した。

カレンダー式の内紙に、毎日の体調、上記処方の実施状況、歩数を記録してもらった。

### 3 結 果

退院時から follow up までの期間は平均約 2.6 カ月であったが、ほとんどの症例で退院時処方を守り続けていた。リハビリテーション中の心事故発生や心不全の増悪による入院はなかった。結果を図 1 に示す。平均肺動脈圧は 29.1 から 31.3 mmHg、心係数は 3.4 から 3.1 L/min/m<sup>2</sup>、BNP は 28.1 から 68.8 pg/mL と有意な変化は認めなかった。一方、6 分間歩行距離は 368.0 から 413.0 m、下肢筋力は 77.6 から 86.7 N・m へと有意な改善を認め、NRADL (Nagasaki University Respiratory ADL questionnaire; ADL を評価) 総合点も 74.8 から 79.8 点と改善傾向であった。定期外来受診時に BNP の著明

な上昇を 1 名に認めたが、この症例では歩数が処方量を超えており、日常生活活動の過負荷が原因と考えられた。生活活動量を再指導し、次の外来受診時には BNP の改善を認めた。

### 4 考 察

PH 患者では、運動耐容能や筋力の低下をきたしている場合が多く、その改善のためにはリハビリテーションの介入が必要である。しかし、それが過負荷となれば、肺血管抵抗の著しい上昇や低酸素性肺動脈攣縮などから肺高血圧を悪化させる要因となる可能性があるため、安全性を考慮し負荷量を決定することが重要なポイントと考えられる。健常人において通常の日常生活動作は 3～4 METs に相当するが、心不全治療退院直後の大部分の PH 患者にとっては、AT 以上の活動強度となる。そこで、まず個々の AT レベル以下の日常生活活動をするよう指導した

が、今回ほとんどの例でその範囲内を遵守できた。一方で、運動耐容能、筋力、ADL の改善が認められ、極めて限定された範囲内でのリハビリでも有効であることが示唆された。

日常生活における歩数は生活活動量の指標として有用と考えられる。活動範囲が屋内のみの場合は 1000 歩、買い物などの外出では 3000 歩、散歩などの運動を含めると 10000 歩という報告<sup>2)</sup>を参考に、退院後の歩数の目安を決定して指導した。加えて毎日の歩数を記録することは、患者自身のセルフモニタリングとなるとともに、外来受診時に生活活動量の客観的評価にも利用でき、以後の身体活動の促進・抑制に活用することが可能であった。

## ま と め

退院後の PH 患者においてリラクゼーション、筋力増強訓練、および適切な範囲での日常生活動作を実施することで、非監視下においても安全に運動耐容能が改善できる可能性が示唆された。

## 文 献

- 1) Miyamoto S, et al. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with Cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:487-92.
- 2) 青木慶司ほか. 歩数計を利用した特定高齢者の歩行状況についての報告. *東京都医師会雑誌* 2010;63:484-6.

## 肺高血圧症患者に対する呼吸筋トレーニングの有用性

### Effectiveness of respiratory muscle training in patients with pulmonary hypertension

あんどう かおり 安藤可織\*1, にしぎ まり 西崎真里\*1, ひろか はるみ 廣川晴美\*1, みやじ かつまさ 宮地克維\*2, まつばら ひろみ 松原広己\*2, \*3

\*1 独立行政法人国立病院機構岡山医療センター リハビリテーション科, \*2 同 循環器科, \*3 同 臨床研究部

#### 抄録

【背景・目的】肺高血圧症（PH）患者への呼吸筋トレーニング（呼吸筋トレ）の有用性はこれまでに十分検討されていない。

【対象・方法】2010年11月から2012年5月に当院で入院加療し、心臓リハビリテーションを行ったPH患者39名に腹部重錘負荷法とインセンティブ・スパイロメトリーを使用した過換気法による呼吸筋トレを行い、施行前後の呼吸筋力、呼吸循環動態、運動耐容能、自覚症状を比較した。また、呼吸筋トレ前の吸気筋力高値群20例と低値群19例で、呼吸筋トレの効果を比較した。

【結果】PH患者の呼吸筋力、日常生活動作時の息切れ度は呼吸筋トレ後に改善を認めた。また、呼吸筋力低値群では高値群と比較して、肺活量、運動時の息切れ度が有意に改善したが、息切れの改善度は両群間に差は認めなかった。

【結語】呼吸筋トレは、トレーニング前の呼吸筋力の強弱にかかわらずPH患者の症状改善に有用であった。呼吸筋トレは、PH患者に対しても積極的に行うべきである。

（心臓リハビリテーション（JJCR）18（1）：124-129，2013）

Key Words：肺高血圧症，呼吸筋トレーニング，心臓リハビリテーション

#### 1. はじめに

肺高血圧症（PH）は肺血管抵抗が上昇し、肺動脈圧の上昇や右室不全を呈する疾患である<sup>1)</sup>。また、軽度の拘束性変化や肺拡散能低下による呼吸機能低下をきたし、低酸素血症をまねくことが知られている<sup>2)</sup>。これらの要因として血管収縮や血管リモデリング、血栓形成により肺動脈内腔が狭窄し、心拍出量の増加不足や換気血流不均衡を生じることが報告されている<sup>1)</sup>。これらにより、PH患者では運動耐容能や日常生活動作能力の低下をきたしている。

近年、PHに対するさまざまな治療法が利用可能となっており、それによりPH患者の予後が改善してきている。さらに、PH患者に対する心臓リハビリテーションの実施が、運動耐容能や日常生活動作能力を改善す

ることが報告されてきており<sup>3, 4)</sup>、PH患者に対するリハビリテーションの重要性が認識されつつある。



呼吸器疾患や心疾患患者では呼吸筋力が低下していることが知られており、呼吸筋トレーニング（呼吸筋トレ）による呼吸筋力の改善が、運動耐容能・自覚症状・日常生活動作などの改善に関与することが、近年、注目されている<sup>5)</sup>。慢性閉塞性肺疾患（COPD）患者では、呼吸筋トレにより呼吸筋力や呼吸筋耐久力の増加、呼吸筋トレの負荷を増すことで運動耐容能の増加と呼吸困難の改善を認め<sup>6, 7)</sup>、さらに呼吸筋トレと他の運動療法の併用により呼吸機能が改善することが報告されている<sup>8)</sup>。また、COPDに対する呼吸筋トレの効果は呼吸筋が低下していた患者群でより大きいことがLöttersによる1996～2000年の15論文を対象としたメタ解析により示されている<sup>6)</sup>。

表1 全対象者の患者背景、入院時から退院時の各種パラメータの変化

疾患名 年齢 (歳) 性別 (男/女) 罹患期間 (年) 呼吸筋トレ実施日数 (日)	IPAH 1, CTD-PH 1, CTEPH 37		
			60.3 ± 11.1
			8/31
			5.0 ± 3.9
			27.0 ± 13.0
	入院時	退院時	p-value
NYHA (Ⅱ/Ⅲ)	27/12	37/2	0.21
BNP (pg/mL)	140.1 ± 314.3	28.3 ± 29.7	< 0.01
mPAP (mmHg)	34.1 ± 9.9	24.3 ± 7.2	< 0.01
CI (L/min/m <sup>2</sup> )	2.6 ± 0.7	3.2 ± 0.6	< 0.01
%VC (%)	100.6 ± 15.0	102.8 ± 15.7	0.07
FEV <sub>1.0</sub> % (%)	74.3 ± 9.5	76.6 ± 9.3	< 0.01
%DLco (%)	56.8 ± 15.1	57.5 ± 12.2	0.49
PImax (cmH <sub>2</sub> O)	39.3 ± 19.1	54.2 ± 26.3	< 0.01
PEmax (cmH <sub>2</sub> O)	52.2 ± 20.1	61.7 ± 25.0	0.01
6MWD (m)	367.1 ± 74.9	373.5 ± 46.1	0.62
下肢筋力 (N·m)	62.2 ± 32.6	63.6 ± 29.1	0.70
NRADL (点)	66.7 ± 16.1	80.5 ± 13.8	< 0.01
歩行テスト時 修正 Borg 指数 (点)	1.9 ± 1.3	1.3 ± 1.1	< 0.01

IPAH: 特発性肺動脈性肺高血圧症, CTD-PH: 膠原病性肺動脈性肺高血圧症, CTEPH: 慢性血栓性肺動脈性肺高血圧症, NYHA: New York Heart Association, BNP: 脳性ナトリウム利尿ペプチド, mPAP: 平均肺動脈圧, CI: 心係数, PImax: 吸気筋力, PEmax: 呼気筋力, %VC: 肺活量, FEV<sub>1.0</sub>%: 一秒率, %DLco: 肺拡散能, 6MWD: 6分間歩行距離, NRADL: Nagasaki University Respiratory ADL questionnaire

- 筋力増強トレーニング: 腹部重錘負荷法  
 腹筋の等張性筋力増強訓練  
 砂嚢の重さ 1~3 kg
- 筋耐久カトレーニング: 過換気法  
 インセンティブ・スパイロメトリーを使用し  
 外部抵抗を加えず過剰換気を繰り返す

時間: 10~15 min/1回  
 回数: 1~2回/日  
 期間: 約4週間

図1 呼吸筋トレーニングのプロトコール  
 (日本呼吸ケア・リハビリテーション学会, 呼吸リハビリテーション委員会 他編集: 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—を参照して作成)

一方, PH患者では呼吸筋力が低下していることが報告されているが<sup>9)</sup>, 呼吸筋トレの有効性は示されておらず, ましてや呼吸筋トレがどのようなPH患者群により有効であるかについては十分に検討されていない。

そこで今回, PH患者に対する呼吸筋トレの有効性と, 呼吸筋トレ実施前の呼吸筋力の強弱による, 呼吸筋トレの効果の相違の有無について検討した。

## 2. 対象

2010年11月から2012年5月に当院に入院, 治療(薬物またはカテーテル治療等)により状態が安定し, 心臓リハビリテーションを実施したPH患者39名を対象とした(表1)。

本研究は当院倫理委員会にて承認を受け, 対象者全員に対し研究参加前に説明し文書で同意を得た。

## 3. 呼吸筋トレーニング

当院の呼吸筋トレのプロトコールを図1に示す。これは呼吸リハビリテーションマニュアル<sup>10)</sup>を参考に作成したものである。まず筋力増強トレーニングとして腹部重錘負荷法を実施。これは腹筋の等張性筋力増強訓練であり1~3 kgの重さの砂嚢を使用した。次に筋耐久カトレーニングとして過換気法を実施。これはインセンティブ・スパイロメトリーを使用し外部抵抗を加えず過剰換気を繰り返す方法である。これらをそれぞれ15 min/1回, 1~2回/日, 約4週間行った。またその他の運動療法, 患者指導などについては両群間で同様に実施した。

#### 4. 評価項目

呼吸筋トレーニングプログラム導入時と終了時に循環・呼吸機能、呼吸筋力、運動耐容能、下肢筋力、息切れ度を評価した。循環機能として血液生化学検査での脳性ナトリウム利尿ペプチド (BNP)、右心カテーテル検査での平均肺動脈圧 (mPAP)・心係数 (CI)、呼吸機能として肺活量 (%VC)・一秒率 (FEV<sub>1.0</sub>)・肺拡散能 (%DLco)、呼吸筋力として最大吸気圧と最大呼気圧を評価した。運動耐容能の指標として、6分間歩行試験における歩行距離 (6MWD) を、下肢筋力として Strength-Ergo にて測定した下肢伸展トルクを測定した。また、息切れの自覚症状の評価指標として、日常動作時は Nagasaki University Respiratory ADL questionnaire (NRADL) 評価表を、運動時は6分間歩行試験終了時の修正 Borg 指数を用いた。さらに、全患者における吸気筋力の%予測値の中央値である65%で吸気筋力高値群と低値群に振り分け、呼吸筋トレーニングの効果の相違を比較した。

#### 5. 呼吸筋力測定

呼吸筋力の測定は AUTO スパイロメーター機器を使用し、最大吸気位での口腔内圧 (P<sub>I</sub>max) と最大呼気位での口腔内圧 (P<sub>E</sub>max) を評価した。測定方法は American Thoracic Society/European Respiratory Society ガイドライン<sup>11)</sup> に準じ、P<sub>I</sub>max は最大呼気位での最大吸気努力を、P<sub>E</sub>max は最大吸気位での最大呼気努力を測定した。少なくとも1.5秒間圧を維持し、1秒間維持できた最大圧を用い、それぞれ3回測定し最大値を測定値とした。また、P<sub>I</sub>max、P<sub>E</sub>max の予測値に対する割合を算出した。

#### 6. 統計解析

全対象者と呼吸筋力高値群と低値群の、入院時から退院時の各種パラメータの変化はそれぞれ Wilcoxon の符号付順位検定を、各群の入院時の患者背景の比較は Mann-Whitney の U 検定を、そして群間の効果を比較するため異なる呼吸筋値の条件と呼吸筋トレの期間を二要因として、二元配置分散分析を用いて解析した。統計ソフトは Dr. SPSS II for Windows (IBM IL, USA) を用い、有意水準5%未満を有意とした。

#### 7. 結果

全対象者の入院時と退院時の循環・呼吸機能、呼吸筋力、運動耐容能、下肢筋力、息切れ度の変化を表1に示す。循環機能はいずれも改善を認めた。また、呼吸筋力の指標である P<sub>I</sub>max と P<sub>E</sub>max は有意に増加した (P<sub>I</sub>max : 前 39.3 ± 19.1 cmH<sub>2</sub>O, 後 54.2 ± 26.3 cmH<sub>2</sub>O, p < 0.01, P<sub>E</sub>max : 前 52.2 ± 20.1 cmH<sub>2</sub>O, 後 61.7 ± 25.0 cmH<sub>2</sub>O, p = 0.01)。同時に息切れ度の指標である NRADL と修正 Borg 指数も有意な改善を得た (NRADL : 前 66.7 ± 16.1 点, 後 80.5 ± 13.8 点, 修正 Borg 指数 : 前 1.9 ± 1.3 点, 後 1.3 ± 1.1 点, p < 0.01)。

次に吸気筋力高値群と低値群の患者背景と、入院時と退院時の各種パラメータの比較を表2と図2, 3に示す。入院時の両群間の肺高血圧の程度は同程度であったが、呼吸筋力は吸気筋力のみならず呼気筋力にも有意差を認めた (P<sub>I</sub>max : 高値群 46.8 ± 18.1 cmH<sub>2</sub>O, 低値群 28.3 ± 13.8 cmH<sub>2</sub>O, p < 0.01, P<sub>E</sub>max : 高値群 59.5 ± 21.1 cmH<sub>2</sub>O, 低値群 44.6 ± 16.1 cmH<sub>2</sub>O, p = 0.04)。また修正 Borg 指数は低値群で高かった (p = 0.03)。介入に伴い、循環機能は両群とも有意に改善し、呼吸筋力も両群とも有意に増加した (図2 P<sub>I</sub>max : p < 0.01, P<sub>E</sub>max : p = 0.04)。一方、NRADL は両群ともに有意に改善したが、修正 Borg 指数の改善は低値群のみ有意であった (図3, p < 0.01)。一方で、両群間における呼吸機能、呼吸筋力、運動耐容能、下肢筋力、息切れ度の改善度の差には有意差を認めなかった (表3)。

#### 8. 考察

本研究により、PH 患者では吸気および呼気の両筋力が低下しており、呼吸筋トレにより呼吸筋力の増加と自覚症状である労作時の息切れの改善を認めることが明らかとなった。一方、呼吸筋トレの効果は、実施前の呼吸筋力の強弱に影響されなかった。

心疾患患者では、呼吸器疾患患者同様に呼吸筋力低下を認めることが知られている。Mayer らは、心不全患者の呼吸筋力は健常人に比べ低下していることを報告した<sup>12)</sup>。また、平澤らは年齢をマッチングさせた心疾患患者と呼吸器疾患 (COPD) 患者の2群間で呼吸筋力を比較し、心疾患患者のほうが COPD 患者より呼吸筋力がより低下していることを報告した<sup>13)</sup>。一方、PH 患者においても他の心疾患や呼吸器疾患同様呼吸筋力が低下していることが報告されており、その低下は心不全患者と

表2 呼吸筋力高値群と低値群の入院時の比較, 高値群と低値群の入院時から退院時の各種パラメータの変化

疾患名	呼吸筋力高値群			呼吸筋力低値群			高値群と低値群の入院時の比較 p-value
	入院時	退院時	p-value	入院時	退院時	p-value	
疾患名	CTEPH 20			IPAH 1, CTD-PH 1, CTEPH 17			
年齢 (歳)	61.3 ± 11.1			59.3 ± 11.3			0.63
性別 (男/女)	4/16			4/15			0.94
罹患期間 (年)	4.5 ± 3.3			5.5 ± 4.4			0.56
呼吸筋トレ実施日数 (日)	25.9 ± 11.1			28.2 ± 14.9			0.50
NYHA (II / III)	15/5	18/2	0.21	12/7	19/0	< 0.01	0.43
BNP (pg/mL)	78.7 ± 137.4	26.8 ± 22.8	0.04	204.6 ± 424.3	29.6 ± 35.3	< 0.01	0.59
mPAP (mmHg)	33.4 ± 10.5	23.8 ± 8.0	< 0.01	35.0 ± 9.3	24.7 ± 6.5	< 0.01	0.47
CI (L/min/m <sup>2</sup> )	2.6 ± 0.6	3.0 ± 0.7	0.09	2.7 ± 0.8	3.3 ± 0.4	0.03	0.59
%VC (%)	101.3 ± 18.3	101.9 ± 18.9	0.65	99.7 ± 10.7	103.9 ± 11.3	0.03	0.99
FEV <sub>1.0</sub> (%)	74.5 ± 10.0	77.3 ± 10.5	0.01	74.1 ± 9.1	75.8 ± 8.1	0.12	0.87
%DLco (%)	60.2 ± 17.0	60.4 ± 13.9	0.37	53.0 ± 12.2	54.2 ± 9.4	0.96	0.22
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	46.8 ± 18.1	68.0 ± 26.5	< 0.01	28.3 ± 13.8	41.4 ± 15.5	< 0.01	< 0.01
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	59.5 ± 21.1	68.4 ± 27.0	0.04	44.6 ± 16.1	54.7 ± 21.2	0.04	0.04
6MWD (m)	383.9 ± 66.5	381.3 ± 55.4	0.91	350.2 ± 80.8	365.7 ± 34.1	0.35	0.47
下肢筋力 (N·m)	61.6 ± 29.0	64.0 ± 24.9	0.76	63.0 ± 37.4	63.1 ± 34.8	0.26	0.87
NRADL (点)	68.5 ± 14.9	81.0 ± 14.9	< 0.01	64.5 ± 17.9	79.9 ± 12.9	< 0.01	0.70
歩行テスト時修正 Borg 指数 (点)	1.4 ± 1.0	1.0 ± 0.9	0.13	2.5 ± 1.4	1.6 ± 1.2	< 0.01	0.03

IPAH: 特発性肺動脈性肺高血圧症, CTD-PH: 膠原病性肺動脈性肺高血圧症, CTEPH: 慢性血栓塞栓性肺高血圧症, NYHA: New York Heart Association, BNP: 脳性ナトリウム利尿ペプチド, mPAP: 平均肺動脈圧, CI: 心係数, PI<sub>max</sub>: 吸気筋力, PE<sub>max</sub>: 呼気筋力, %VC: 肺活量, FEV<sub>1.0</sub>: 一秒率, %DLco: 肺拡散能, 6MWD: 6分間歩行距離, NRADL: Nagasaki University Respiratory ADL

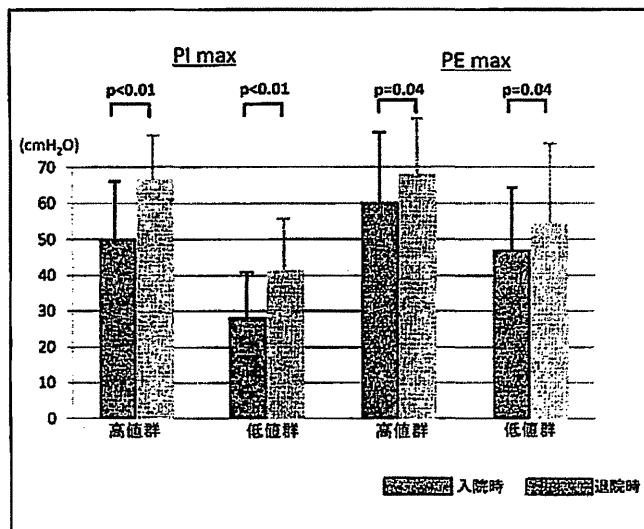


図2 入院時から退院時の変化 (呼吸筋力)  
呼吸筋トレにより, PI<sub>max</sub>とPE<sub>max</sub>は有意に増加した。

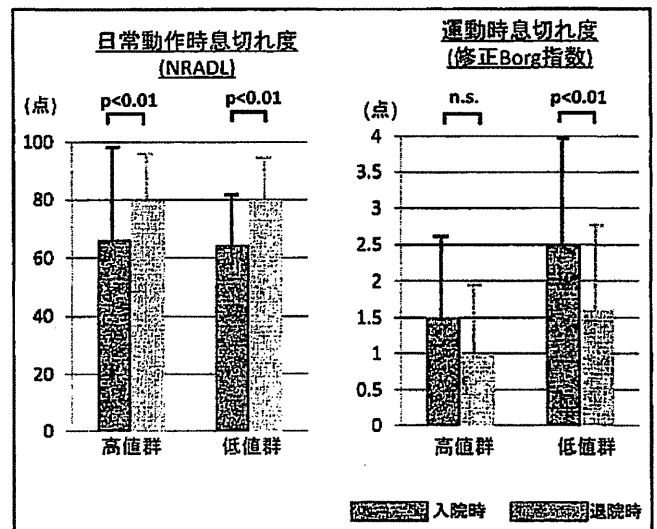


図3 入院時から退院時の変化 (息切れ度)  
NRADLは両群とも有意に改善した。修正 Borg 指数は低値群のみ有意に改善した。

表3 呼吸筋力高値群と低値群における改善度の比較

	呼吸筋力高値群	呼吸筋力低値群	p-value
Δ%VC (%)	0.5 ± 6.2	3.7 ± 6.6	0.23
ΔFEV <sub>1.0</sub> % (%)	2.6 ± 3.7	1.6 ± 3.3	0.37
Δ%DLco (%)	-2.9 ± 9.6	0.7 ± 9.4	0.38
ΔPImax (cmH <sub>2</sub> O)	16.5 ± 22.7	13.1 ± 13.9	0.72
ΔPEmax (cmH <sub>2</sub> O)	8.4 ± 15.8	7.5 ± 15.0	0.74
Δ6MWD (m)	-2.5 ± 53.0	15.5 ± 73.0	0.39
Δ下肢筋力 (N·m)	2.1 ± 11.5	-3.9 ± 13.5	0.27
ΔNRADL 総合点	13.3 ± 12.2	8.6 ± 19.4	0.56
Δ歩行テスト時 修正 Borg 指数 (点)	-0.5 ± 1.1	0.1 ± 1.3	0.12

ΔPImax：吸気筋力改善度，ΔPEmax：呼気筋力改善度，Δ%VC：肺活量改善度，  
ΔFEV<sub>1.0</sub>%：一秒率改善度，Δ%DLco：肺拡散能改善度，Δ6MWD：6分間歩行距離改善度，  
ΔNRADL：Nagasaki University Respiratory ADL questionnaire 改善度

同程度であるとされている<sup>9)</sup>。

疾患に伴う呼吸筋力低下の改善のために、呼吸筋トレが行われるが、その効果はCOPD患者だけでなく、心不全患者にも有用であることが近年明らかとなってきた。Manciniらは、心不全患者に対し週3回、3ヵ月間の監視下での呼吸筋トレにより、呼吸筋力、呼吸筋持久力、6分間歩行距離、最大酸素摂取量が有意に改善し、日常生活動作における呼吸困難感がほぼ全例で改善したことを報告した<sup>14)</sup>。一方、これまでにPH患者を対象とした呼吸筋トレに関する報告はない。本研究では週5回、約4週間といった短期間ではあったが呼吸筋トレにより呼吸筋力の改善に加え、労作時息切れの改善を得ることができた。このことはPH患者においても、呼吸器症状改善のために呼吸筋トレが有用であることを示唆するものである。

また、呼吸筋力の評価においては、一般的に吸気筋力が重要視されているが、呼気筋力は単に強制呼気時のみに働くのではなく、通常の呼吸運動や肺気量位の決定に重要な役割を担っていることが近年明らかとなった<sup>15)</sup>。MeyerらはPH患者では吸気筋力のみならず呼気筋力も同等に低下することを報告している<sup>9)</sup>。本研究でも、PH患者では吸気筋力低値群において呼気筋力は有意な低下を示した。このことから、PH患者の呼吸筋トレでは、吸気筋力のみならず呼気筋力の改善をめざす必要があると考える。

一方、COPD患者では、呼吸筋トレ前の吸気筋力が弱いほど、呼吸筋トレの効果が高いことが報告されてい

るが<sup>16)</sup>、本研究では、呼吸筋トレの有効性が介入前の呼吸筋力の強弱には無関係であった。これは、上記のとおり、PH患者では呼吸筋力が著明に低下しており、両群とも改善の余地が十分にあったことが原因として考えられる。そのため、PH患者に対しては、呼吸筋力低下の程度にかかわらず呼吸筋トレを実施していく必要がある。

PH患者の呼吸筋力低下の要因は明らかではないが、PH患者では心拍出量低下という心不全の病態と、低酸素血症という呼吸不全の病態を併せ持っていることによる影響が考えられる。心拍出量の増加不足による呼吸筋内の血流不足や血管床の減少にともなう換気血流ミスマッチによる低酸素血症から、換気亢進や呼吸筋仕事量の増大が引き起こされ、さらに代謝性神経反射の低下や呼吸筋量の減少、呼吸筋組成の変化、低栄養などの要因が加わって呼吸筋力の低下をきたしていると推測される。さらに、呼吸筋力の低下は全身骨格筋力の低下や運動耐容能の低下と密接に関係している<sup>16)</sup>ともいわれており、PH患者においても他の心疾患、呼吸器疾患同様、呼吸療法だけでなく運動療法や栄養指導を含めた包括的なりハビリテーションの介入が不可欠であろう。

なお、本研究は肺動脈形成術および内科的治療と併行して行われているため、純粋に呼吸筋トレのみの効果を検証することはできていない。本疾患における呼吸筋トレの有効性確立のため、今後更なる検討が必要と考える。



## 9. 結 語

PH患者では、呼吸筋力が低下しており、呼吸筋トレにより呼吸筋力は改善し、自覚症状の改善を認めた。一方、呼吸筋トレの効果は、実施前の呼吸筋力値の高低には無関係であった。呼吸筋力が低下しているPH患者では全例に対して、呼吸筋トレを積極的に行っていく必要がある。

## 文 献

- 1) 中村一文：肺高血圧症の病態生理を理解する 2 肺高血圧症の病態生理。肺高血圧症診療マニュアル。伊藤 浩・松原広己 編集。南江堂。東京。2012。pp8-13.
- 2) 宮地克維：肺高血圧症を診断する 肺高血圧症の診断のポイントと注意点 F呼吸機能検査。肺高血圧症診療マニュアル。伊藤 浩・松原広己 編集。南江堂。東京。2012。pp42.
- 3) 内 昌之、佐地 勉、原田 孝：原発性肺高血圧症に対するプロスタサイクリン持続静注療法中の心肺リハビリテーションの可能性。J Cardio 2005；146：183-193.
- 4) 安藤可織、西崎真里、日浦雅則、他：経皮的肺動脈形成術を施行した慢性血栓性肺高血圧症患者に対する心臓リハビリテーション。心臓リハビリテーション 2012；17：261-265.
- 5) 高橋仁美、宮川哲夫：呼吸リハビリテーションプログラム 1 コンディショニング。呼吸リハビリテーション。高橋仁美・宮川哲夫 編集。中山書店。東京。2008。pp131-135.
- 6) Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, et al : Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD : a meta-analysis. Eur Respir J 2002 ; 20 : 570-576.
- 7) Geddes EL, O'Brien KO, Reid WD, et al : Inspiratory muscle training compared in adults with chronic obstructive pulmonary disease : an update of systematic review. Respir Med 2008 ; 102 : 1715-1729.
- 8) 佐藤一洋、本間光信、伊藤伸朗、他：COPDにおける外来呼吸リハビリテーションの長期的効果。日呼管誌 2006；10：311-330.
- 9) Meyer FJ, Lossnitzer D, Kristen AV, et al : Respiratory muscle dysfunction in idiopathic pulmonary arterial hypertension. Eur Respir J 2005 ; 25 : 125-130.
- 10) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会呼吸リハビリテーション委員会 他編集：運動療法の実際 3 運動処方 F呼吸筋トレーニングの処方。呼吸リハビリテーションマニュアルー運動療法一。照林社。東京。2003。pp35-36.
- 11) American Thoracic Society/European Respiratory Society : ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. Am J Respir Crit Care Med 2002 ; 166 : 518-624.
- 12) Meyer FJ, Borst MM, Zugck C, et al : Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure : clinical correlation and prognostic significance : Circulation 2001 ; 103 : 2153-2158.
- 13) 平澤 純、有菌真一、古川拓朗、他：急性心筋梗塞患者および慢性閉塞性肺疾患患者の呼吸筋筋力。心臓リハビリテーション 2012；17：147-150.
- 14) Mancini DM, Henson D, Lamanca J, et al : Evidence of reduced respiratory muscle endurance in patients with heart failure. J Am Coll Cardiol 1994 ; 24 : 972-981.
- 15) 里宇明元：呼吸リハビリテーションの効果。J Clin Rehab 1998；7：801-811.
- 16) 鈴木正史、須藤英一、小川桂子、他：最大呼気・吸気筋力の加齢変化。日胸疾会誌 1997；35：1305-1311.



ELSEVIER

ORIGINAL ARTICLE

# Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients

Satoshi Kurose<sup>a,b,\*</sup>, Hiromi Tsutsumi<sup>a</sup>, Yutaka Yamanaka<sup>a</sup>,  
Hiromi Shinno<sup>a</sup>, Takumi Miyauchi<sup>c</sup>, Atsuko Tamanoi<sup>c</sup>, Masaru Imai<sup>d</sup>,  
Izuru Masuda<sup>d</sup>, Yutaka Kimura<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Department of Health Science, Graduate School of Medicine, Kansai Medical University, 2-3-1, Shinmachi, Hirakata, Osaka, 573-1191, Japan

<sup>b</sup> Disease Prevention Center, Ijinkai Takeda General Hospital, 28-1, Ishidamoriminamimachi, Fushimi-ku, Kyoto, 601-1495, Japan

<sup>c</sup> Health Science Center, Kanasai Medical University, 2-3-1, Shinmachi, Hirakata, Osaka, 573-1191, Japan

<sup>d</sup> EBM Center for Preventive Medicine, Takeda Hospital Group, 277, Aburanokojicho, Aburanokojidori Shimouotana – Sagaru, Shimogyo-ku, Kyoto, 600-8231, Japan

Received 22 June 2012; received in revised form 16 October 2012; accepted 26 October 2012

## KEYWORDS

Lifestyle modification;  
Exercise training;  
Endothelial function;  
Reactive hyperemia  
peripheral arterial  
tonometry;  
Insulin resistance

**Summary** A new method to evaluate endothelial function, namely, reactive hyperemia peripheral arterial tonometry (RH-PAT), has been developed. RH-PAT is an index of endothelial function, indicating initial atherosclerotic lesions. The present study aimed to investigate the effect of lifestyle modification with a focus on exercise training on RH-PAT in obese patients. We studied 43 obese patients (body mass index  $\geq 30$ ). RH-PAT was measured, and the RH-PAT index was calculated as a ratio of the digital pulse volume during reactive hyperemia divided by that at baseline. Further, we assessed body composition, arterial stiffness, insulin resistance, adipocytokine levels, and exercise tolerance. The exercise program consisted of 30 min on a cycle ergometer or treadmill, 3 times per week for 6 months. Training intensity was adjusted to the anaerobic threshold. Significant improvements were observed in the RH-PAT index following exercise training. We noted a significant reduction in weight, body fat percentage, and leptin values, and a significant increase in adiponectin levels and exercise tolerance. An abnormal baseline RH-PAT index was observed in 24 patients (55.8%); however, the improvement rate was

\* Corresponding author at: Department of Health Science, Graduate School of Medicine, Kansai Medical University, 2-3-1, Shinmachi, Hirakata, Osaka, 573-1191, Japan. Tel.: +81 72 804 2821; fax: +81 72 804 2821.  
E-mail address: sato\_itsu@yahoo.co.jp (S. Kurose).

higher in these patients than in patients with normal RH-PAT index values. Stepwise multiple regression analysis revealed that changes in insulin resistance ( $\Delta$ HOMA-IR) were independently correlated with changes in the RH-PAT index. Our results indicate that lifestyle modification with a focus on exercise training improved the RH-PAT index in obese patients. Patients with abnormal RH-PAT index values before lifestyle modification with exercise training demonstrated a high rate of improvement following exercise. Further, our results suggest that insulin resistance was the only independent factor influencing improvement in endothelial function.

© 2012 Asian Oceanian Association for the Study of Obesity. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

## Introduction

Worldwide, the incidence of obesity is increasing because of lack of exercise and changes in lifestyle. Obesity is associated with hypertension, dyslipidemia, and diabetes, and raises the risk of coronary heart disease and stroke [1–3]. Moreover, obesity facilitates the occurrence of diabetes mellitus, which can induce cardiovascular disease via endothelial dysfunction. In obese patients with a body mass index (BMI)  $\geq 30$ , the risk of coronary heart disease is two-fold higher than in individuals with BMI between 23.0 and 24.9 [1].

Atherosclerosis begins with an initial lesion that progresses to arterial stiffness, atherogenesis, and plaque rupture. Atherosclerosis in obese patients may be caused by endothelial dysfunction resulting from insulin resistance. In addition, obese individuals show lower arterial compliance than normal individuals, with reportedly higher arterial stiffness [4]. The most important aim of weight loss in an obese patient is controlling the progression of atherosclerosis, which subsequently reduces the risk of cardiovascular events by ameliorating endothelial dysfunction.

The gold standard for evaluating endothelial function is vasodilatation following acetylcholine injection in the coronary artery or the brachial artery. Vasodilatation of vascular smooth muscle cells occurs through the medium of nitric oxide (NO) produced by arginine during signal transmission from acetylcholine receptors. However, this is an invasive method. Further, NO, prostacyclin (PGI<sub>2</sub>), and endothelium-derived hyperpolarizing factor (EDHF) are known to be endothelium-dependent relaxing factors released by endothelial cells in response to shear stress [5,6]. Vasodilatation that occurs in response to shear stress is known as flow-mediated dilatation (FMD); this has attracted attention as a noninvasive method for evaluating endothelial function [7,8].

FMD is measured by assessing brachial artery diameter using an ultrasonic probe after cuff occlusion in the upper arm [9,10]. However, this method presents several challenges, including technical issues during measurement; further, it cannot exclude the influence of the sympathetic nervous system. Recently, Kuvin et al. [11] described a new method for evaluating endothelial dysfunction, known as reactive hyperemia peripheral arterial tonometry (RH-PAT). This noninvasive, automatic method effectively excludes sympathetic activity and is a quantitative clinical test that can digitally measure the hyperemic response. RH-PAT has been correlated with FMD [12]; however, it has been reported that the increase in coronary blood flow following acetylcholine infusion in the coronary artery is more strongly correlated with RH-PAT than with FMD [13,14]. In addition, RH-PAT does not require extensive training and is reproducible, even when measured by a beginner.

Exercise has been reported to be one of the primary means of improving endothelial function [15]. The rate of improvement in endothelial function following aerobic exercise is reported to be associated with changes in exercise tolerance [16,17]. However, it has also been reported that high-intensity interval training is more useful than aerobic exercise for improving endothelial function [18]. The effects of regular exercise in obese patients are well known [19–22]; further, endothelial function in severely obese patients is known to improve following exercise [23]. Obese patients (BMI  $\geq 30$ ) are somewhat uncommon in Japanese society; therefore, few reports have described the effects of exercise on arteriosclerosis in this population. Furthermore, no study has examined the changes in endothelial function by using the RH-PAT index following lifestyle changes without medical therapy for the treatment of obesity. Therefore, the present study aimed to investigate the effects

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>

**Table 1** Clinical characteristics of study subjects.

Number	43
Age (years)	46.4 ± 14.8
Gender (male/female)	11/32
Height (cm)	159.2 ± 7.8
Weight (kg)	89.9 ± 13.5
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	35.5 ± 5.0
Body fat percentage (%)	46.9 ± 10.3
Systolic blood pressure (mmHg)	124.6 ± 15.1
Diastolic blood pressure (mmHg)	78.2 ± 12.9
Hypertension (%)	14 (32.6)
Dyslipidemia (%)	6 (14.0)
Diabetes (%)	5 (11.6)
Current smoker (%)	4 (9.3)

Results are expressed as mean ± S.D.

Patients receiving drug therapy were excluded from this study.

of lifestyle modification with a focus on exercise training on the RH-PAT index in obese Japanese patients.

## Methods

### Subjects and study protocol

We studied 43 obese patients (BMI ≥ 30) who visited a hospital's outpatient department for obesity treatment (Table 1). Hypertension, dyslipidemia, and diabetes were defined as follows: hypertension as systolic blood pressure ≥ 140 mmHg or diastolic blood pressure ≥ 90 mmHg; dyslipidemia as LDL cholesterol ≥ 140 mg/dL or HDL cholesterol ≤ 40 mg/dL or triglyceride level ≥ 150 mg/dL; and diabetes as fasting glucose ≥ 126 mg/dL or HbA1c ≥ 6.5% (NGSP). Patients receiving drug therapy were excluded from this study. All studies were performed according to a research protocol approved by the Kansai Medical University Ethics Committee, and all patients provided written informed consent before entry into the study.

All patients were assessed for body composition, endothelial function, arterial stiffness, insulin resistance, adipocytokine levels, and exercise tolerance at baseline and at 6-month follow-up after the exercise protocol. The exercise program consisted of 30 min on a cycle ergometer or treadmill, 3 times per week for 6 months. Training intensity was adjusted to the anaerobic threshold. The patients also underwent resistance training (abdominal muscle, squats, and hip lifts, 2 sets of 10 repetitions each) along with appropriate stretching exercises. The obesity treatment also involved

monthly nutritional and psychological counseling apart from the exercise program.

### Body composition

Body composition was analyzed using a bioelectrical impedance analyzer (Inbody 720, Biospace Co. Ltd., Japan) at fasting. The measurement parameters included weight and percentage of body fat.

### Endothelial function

Endothelial function was analyzed with EndoPAT2000 (Itamar Medical Co. Ltd., Israel) at fasting following 10 min of rest in the supine position. The principle of RH-PAT has been previously described [12]. A blood pressure cuff was placed on the upper arm (study arm), while the contralateral arm served as a control (control arm). The RH-PAT probe was placed on one finger of each hand. The cuff was inflated to 60 mmHg above the systolic pressure or to 200 mmHg for 5 min, and then deflated to induce reactive hyperemia. The RH-PAT index reflects the extent of reactive hyperemia; this was calculated as the ratio of the average amplitude of the PAT signal over 1 min, starting at 1.5 min after cuff deflation, divided by the average amplitude of the PAT signal over a 2.5-min time period prior to cuff inflation (baseline) as follows (Fig. 1):

$$\text{RH-PAT index} = [(C/D)/(A/B)] \times \text{baseline correction}$$

The RH-PAT data were digitally analyzed online. Baseline correction is a factor to adjust for the vasodilatation reserve in the range of pulse wave signal. The correction factor is adjusted for vasodilatation reserve depending on baseline pulse wave under certain conditions. Moreover, the correction factor is a correlation equation to be applied uniformly to all subjects, and that extraction of reactive hyperemia peripheral arterial tonometry does not depend on the vasodilatation reserve by the adoption of this algorithm.

### Brachial-ankle pulse wave velocity

Arterial stiffness was assessed by measuring brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV). After 10 min of rest in the supine position, the baPWV was measured using a pulse pressure analyzer (BP-203RPE; Omron Colin Co. Ltd., Japan). Bilateral brachial and ankle arterial pressure waveforms were recorded for 10 s by extremity cuffs connected to a plethysmographic sensor and an oscillometric pressure sensor wrapped on both arms and

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>

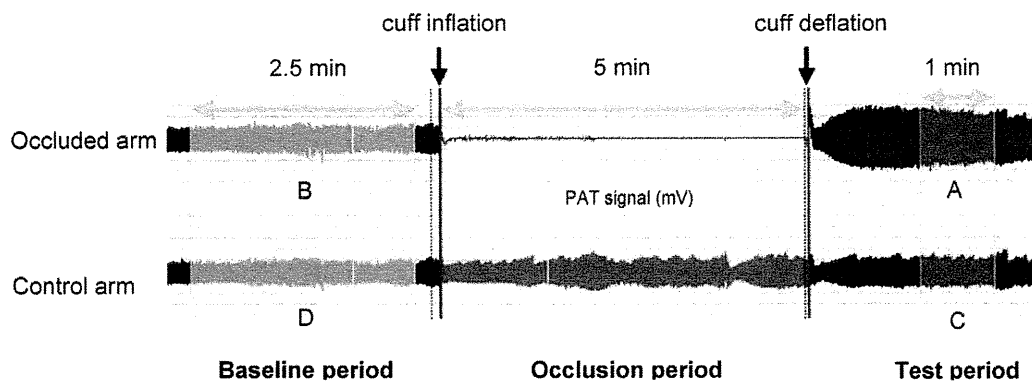


Figure 1 Methods of measurement and calculation of the RH-PAT index.

ankles. The baPWV was calculated from the distance between 2 arterial recording sites divided by the transit time. The measurement was performed twice every 2 min, and the mean value from the right and left arms was considered the final baPWV.

### Evaluation of endogenous arteriosclerosis factors

We assessed the endogenous effect of insulin resistance on vascular function. Insulin resistance was assessed by homeostasis model assessment insulin resistance (HOMA-IR). All patients underwent blood tests to measure fasting plasma glucose (FPG) and insulin levels. HOMA-IR was calculated as follows:

$$\text{HOMA-IR} = (\text{IRI} \times \text{FPG}) / 405$$

In addition, we measured the plasma levels of adipocytokines, i.e., adiponectin and leptin.

### Cardiopulmonary exercise test

A symptom-limited cardiopulmonary exercise test (CPX) was performed by all patients using a cycle ergometer (232C-XL; Combi Co. Ltd., Japan). After a 4 min rest on the ergometer, exercise began with a 4 min warm-up at 20 W and 50 rpm, followed by the 10–20 W ramp method. We measured oxygen uptake ( $\text{VO}_2$ ), carbon dioxide output ( $\text{VCO}_2$ ), and minute ventilation (VE) on a breath-by-breath basis using an expired gas analyzer (AE-300s; Minato Medical Science Co. Ltd., Japan). Based on the expired gas analysis, the anaerobic threshold (AT) was determined by the V-slope method [24]. Peak  $\text{VO}_2$  was defined as the peak value during incremental exercise.

### Statistical analysis

All data are presented as mean  $\pm$  SD. The paired *t*-test was used to compare the baseline data with the post-exercise training data. Pearson's correlation coefficient was used to determine the relationship between changes in the RH-PAT index and changes in other variables. Stepwise multiple regression analysis was used to determine the influences of significant differences in exercise training on changes in the RH-PAT index. All statistical analyses were performed using SPSS 19.0J for Windows (SPSS Inc., USA). Differences at  $P < 0.05$  were considered significant for all statistical analyses.

### Results

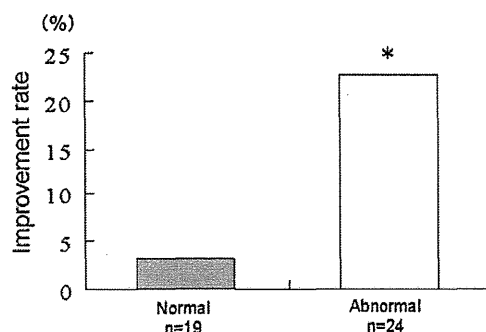
#### Changes in parameters following lifestyle modification with exercise training

Significant weight loss was observed in the study group, from  $89.9 \pm 13.5$  kg to  $81.8 \pm 14.5$  kg, along with a significant reduction in percentage body fat, from  $46.9 \pm 10.3\%$  to  $40.8 \pm 10.2\%$  ( $P < 0.01$ ). The average RH-PAT index also demonstrated significant improvement from  $1.80 \pm 0.43$  to  $1.99 \pm 0.47$  ( $P < 0.05$ ). Adiponectin levels significantly increased from  $9.7 \pm 9.9$   $\mu\text{g}/\text{mL}$  to  $10.6 \pm 8.8$   $\mu\text{g}/\text{mL}$ , while leptin levels reduced significantly from  $24.5 \pm 17.3$   $\text{ng}/\text{mL}$  to  $17.5 \pm 14.2$   $\text{ng}/\text{mL}$  ( $P < 0.01$ ). In addition, AT  $\text{VO}_2$  significantly increased from  $10.7 \pm 2.0$   $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  to  $11.5 \pm 2.1$   $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  ( $P < 0.05$ ), while peak  $\text{VO}_2$  increased from  $18.6 \pm 5.6$   $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  to  $20.6 \pm 5.9$   $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  ( $P < 0.01$ ). Lastly, HOMA-IR showed a tendency to decrease from  $3.3 \pm 2.1$  to  $2.7 \pm 1.9$  ( $P = 0.08$ ); however, baPWV and blood pressure were not altered significantly (Table 2).

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>

**Relationship between baseline value and improvement of RH-PAT**

An RH-PAT index less than 1.67 is known to indicate endothelial dysfunction [14]. In the present study, endothelial dysfunction was indicated in 55.8% of patients at baseline; these were classified as the abnormal group (RH-PAT index  $\leq 1.67$ ), while the remaining patients were classified as the normal group (RH-PAT index  $> 1.67$ ). We compared improvement in the RH-PAT index values following lifestyle modification with exercise training (Table 3), and observed that the improvement rate in the abnormal group was higher than that in the normal group (22.5% vs. 3.4%,  $P < 0.05$ ; Fig. 2).



**Figure 2** The improvement rate of the RH-PAT index (normal group vs. abnormal group). The definition of abnormal group is with RH-PAT index less than 1.67. The improvement rate in the abnormal group was higher than that in the normal group. \* $P < 0.05$  vs. normal group.

**Table 2** Changes in physiological parameters before and after exercise training.

	Baseline	After exercise	P value
Weight (kg)	89.9 $\pm$ 13.5	81.8 $\pm$ 14.5	<0.01
Body fat percentage (%)	46.9 $\pm$ 10.3	40.8 $\pm$ 10.2	<0.01
Systolic blood pressure (mmHg)	124.6 $\pm$ 15.1	123.1 $\pm$ 15.7	0.43
Diastolic blood pressure (mmHg)	78.2 $\pm$ 12.9	78.1 $\pm$ 12.7	0.90
RH-PAT index	1.80 $\pm$ 0.43	1.99 $\pm$ 0.47	0.01
baPWV (cm/s)	1313.7 $\pm$ 200.1	1311.9 $\pm$ 205.6	0.94
HOMA-IR	3.3 $\pm$ 2.1	2.7 $\pm$ 1.9	0.08
Adiponectin ( $\mu$ g/mL)	9.7 $\pm$ 9.9	10.6 $\pm$ 8.8	0.03
Leptin (ng/mL)	24.5 $\pm$ 17.3	17.5 $\pm$ 14.2	<0.01
AT VO <sub>2</sub> (mL kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	10.7 $\pm$ 2.0	11.5 $\pm$ 2.1	0.02
Peak VO <sub>2</sub> (mL kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	18.6 $\pm$ 5.6	20.6 $\pm$ 5.9	<0.01

Results are expressed as mean  $\pm$  S.D.

RH-PAT: reactive hyperemia peripheral arterial tonometry, PWV: brachial-ankle pulse wave velocity, HOMA-IR: Homeostasis model assessment-insulin resistance, VO<sub>2</sub>: oxygen consumption.

**Table 3** Change in physiological parameters divided by RH-PAT index at baseline.

	RH-PAT index $\leq 1.67$		RH-PAT index $> 1.67$	
	Baseline	After exercise	Baseline	After exercise
Weight (kg)	92.2 $\pm$ 17.8	83.9 $\pm$ 17.4**	89.5 $\pm$ 16.7	83.4 $\pm$ 15.7**
Body fat percentage (%)	46.0 $\pm$ 10.1	40.9 $\pm$ 10.7**	45.6 $\pm$ 10.1	41.1 $\pm$ 9.0**
Systolic blood pressure (mmHg)	125.9 $\pm$ 13.4	126.0 $\pm$ 16.1	123.0 $\pm$ 17.3	119.5 $\pm$ 14.8
Diastolic blood pressure (mmHg)	76.5 $\pm$ 10.1	76.6 $\pm$ 11.0	80.5 $\pm$ 15.9	80.0 $\pm$ 14.7
RH-PAT index	1.49 $\pm$ 0.10	1.81 $\pm$ 0.46**	2.18 $\pm$ 0.36	2.21 $\pm$ 0.39
baPWV (cm/s)	1297.1 $\pm$ 233.6	1303.7 $\pm$ 224.6	1333.7 $\pm$ 156.8	1321.9 $\pm$ 185.6
HOMA-IR	3.0 $\pm$ 2.4	2.7 $\pm$ 2.2	3.5 $\pm$ 2.5	2.6 $\pm$ 1.3
Adiponectin ( $\mu$ g/mL)	9.7 $\pm$ 10.8	10.3 $\pm$ 8.7	9.6 $\pm$ 8.9	10.9 $\pm$ 9.1*
Leptin (ng/mL)	23.9 $\pm$ 15.0	17.3 $\pm$ 13.5**	25.2 $\pm$ 20.6	17.8 $\pm$ 15.4*
AT VO <sub>2</sub> (mL kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	10.7 $\pm$ 1.9	11.3 $\pm$ 1.9	10.8 $\pm$ 2.1	11.8 $\pm$ 2.2*
Peak VO <sub>2</sub> (mL kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	17.8 $\pm$ 4.9	19.7 $\pm$ 4.8**	19.7 $\pm$ 6.4	21.8 $\pm$ 7.0*

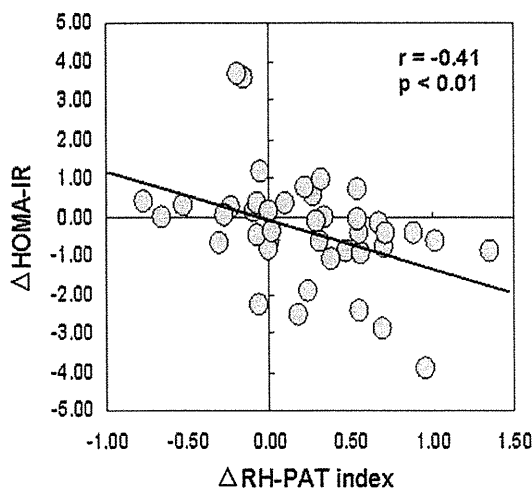
Results are expressed as mean  $\pm$  S.D.

RH-PAT: reactive hyperemia peripheral arterial tonometry, baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity, HOMA-IR: homeostasis model assessment-insulin resistance, VO<sub>2</sub>: oxygen consumption.

\*\*  $P < 0.01$  vs. baseline.

\*  $P < 0.05$  vs. baseline.

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>



**Figure 3** Correlations in changes in the RH-PAT index and changes in HOMA-IR. RH-PAT: reactive hyperemia peripheral arterial tonometry, HOMA-IR: homeostasis model assessment-insulin resistance.

### Relationship between changes in RH-PAT index and changes in other variables based on multivariate analyses

Changes in the RH-PAT index were correlated with changes in HOMA-IR ( $r = -0.41$ ,  $P < 0.01$ ; Fig. 3). Changes in weight were correlated with changes in leptin levels ( $r = 0.46$ ,  $P < 0.05$ ) and in peak  $\text{VO}_2$  ( $r = -0.66$ ,  $P < 0.01$ ). Additionally, changes in peak  $\text{VO}_2$  were correlated with leptin levels ( $r = -0.46$ ,  $P < 0.01$ ); furthermore, changes in leptin levels showed a tendency to correlate with changes in HOMA-IR ( $r = 0.29$ ,  $P = 0.07$ ). Therefore, we performed multiple regression analysis to identify the factors associated with changes in the RH-PAT index; herein, the dependent variable was change in RH-PAT index; the independent variables comprised changes in weight, HOMA-IR, adiponectin and leptin levels, and peak  $\text{VO}_2$ ; and the adjusted factors included age and gender. The results demonstrated that changes in HOMA-IR alone were independently correlated with changes in the RH-PAT index ( $R^2 = 0.29$ ,  $P < 0.05$ ; Table 4).

### Discussion

In this study, we examined the atheroprotective effect of lifestyle modification with focus on exercise training in obese Japanese patients, and observed improvements in the RH-PAT index; moreover, changes in the RH-PAT index were correlated with changes in HOMA-IR. The RH-PAT index is a noninvasive technique for the assessment of peripheral microvascular endothelial function and is performed by measuring changes in digital pulse volume during reactive hyperemia [12,25]. In this study, we used the RH-PAT index for evaluating endothelial function. Reduced RH-PAT index has been identified as an independent risk factor for future cardiovascular events; further, it is also associated with coronary risk factors [26,27]. A previous study demonstrated shear stress-induced/protein kinase-B (Akt)-dependent phosphorylation of endothelial NO synthase (eNOS) following 4-week exercise training [28]. Furthermore, it was reported that exercise training induces NO formation and reduces endothelin-1 levels [29]. A study involving obese mice reported that insulin signaling in the endothelium was impaired due to a reduction in insulin receptor substrate-2 expression, phosphorylation of Akt, and a reduction in eNOS activation [30]. Thus, it has been suggested that the improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is due to improvement in insulin signaling by normalization of insulin receptor substrate 2 in microvascular endothelial cells, enhancement of NO formation by phosphorylation of eNOS and reduced endothelin-1 levels. Moreover, it was suggested that improvement in endothelial function was associated with improvement in insulin resistance following increased glucose transport in skeletal muscle via improved peripheral vasodilatation.

Although changes in the RH-PAT index were associated with weight, adipocytokine levels, insulin resistance, and exercise tolerance, the only associated independent factor was insulin resistance. Leptin levels were reduced by weight loss with improved exercise tolerance, with subsequent improvement in insulin resistance. It has been

**Table 4** Stepwise multiple regression analysis.

Dependent variable	Independent variable	$\beta$	P value
$\Delta$ RH-PAT index	$\Delta$ HOMA-IR	-0.404	0.01

RH-PAT: reactive hyperemia peripheral arterial tonometry, HOMA-IR: homeostasis model assessment-insulin resistance.

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>

previously reported that insulin resistance in skeletal muscles may be caused not only by receptor dysfunction in muscle cells but also by disrupted due to insulin signaling in endothelial cells [30]. It has thus been suggested that exercise training that targets improvements in insulin resistance is important for improving endothelial function. Exercise that can improve the RH-PAT index has been reported to range from low to high intensity [31–33]. The subjects in the present study were obese patients with minimal exercise habits. We considered that high-intensity exercise for such subjects would increase the risk of sympathicotonia as well as of orthopedic disorders; therefore, low-intensity exercise training was adopted. Because the AT intensity does not cause an excessive stress hormone response, and load to cardiovascular system is small, it is useful as intensity of the exercise initiation. A previous study reported that changes in endothelial function are correlated with changes in exercise tolerance [16,17]. Although these were not identified as independent factors affecting improvement in endothelial function in the present study, we considered that exercise habits would be useful even if exercise tolerance was not significantly improved. In particular, we considered that the amount of exercise, rather than exercise intensity, was related to overall improvements.

An abnormal RH-PAT index was observed in 55.8% of subjects in the present study although the baPWV was normal. Thus, although the obese patients included in this study did not have arterial stiffness, they did have a high ratio of initial lesions of atherosclerosis. Moreover, the improvement rate in the abnormal RH-PAT index group after exercise training was significantly higher than that in the normal RH-PAT index group. It can thus be considered that endothelial function recovers following appropriate stimulation; accordingly, improvement and normalization of endothelial function occurred rapidly in the abnormal RH-PAT index group. It has been previously reported that in obese patients, changes in FMD are associated with changes in BMI following exercise training [23]. However, no study has thus far evaluated endothelial function using the RH-PAT index in obese Japanese patients. The present study is thus the first to report the effects of lifestyle modification with focus on exercise training in this population. Our results suggest that early intervention in obese Japanese patients can aid in preventing future cardiovascular events due to the arteriosclerosis-suppressive effect of lifestyle modification with exercise training.

Our study has certain limitations. First, the study did not include a control group. However, based on previous studies [34–36], the RH-PAT index is not

expected to change even with a control group without intervention. On the other hand, the effects on endothelial dysfunction and HOMA-IR observed here cannot therefore be conclusively attributed to the effect of exercise training alone, since concurrent nutritional and psychological counseling was also provided. However, changes in the RH-PAT index were not correlated with changes in body weight; moreover, based on several previously reported effects of exercise on endothelial function [16–18,31–33], we consider that in obese patients, the advantages and effects of exercise in improving endothelial function are higher than the effects of dietary therapy alone. In fact, the continuation of light exercise is known to improve insulin resistance despite the absence of changes in BMI or exercise tolerance [37], while it has been reported that visceral fat and insulin resistance may not improve by dietary therapy alone [38]. The second limitation was that the exercise training in this study combined aerobic exercise and resistance exercise; therefore, it remains unknown which type of exercise has a greater benefit with respect to endothelial function. In the future, it is important to assess the exercise type and intensity for maximum effectiveness, the patient characteristics that affect improvement in the RH-PAT index, and the changes in the improvement rate in the RH-PAT index and endothelial function based on changes in exercise tolerance, for greater clarity. The subjects of this study were obese patients; however, whether similar results would be observed in healthy individuals and cardiovascular patients remains unknown. It is therefore necessary to conduct further studies with study populations chosen on the basis of disease characteristics of the stages of arteriosclerosis progression.

## Conclusion

The present study indicated that lifestyle modification with focus on exercise training in obese patients improved the RH-PAT index. Patients with an abnormal RH-PAT index before lifestyle modification with exercise training showed a higher improvement rate following exercise as compared to those with a normal RH-PAT index. Further, our results suggested that the independent factor that influenced improvement in endothelial function was solely insulin resistance.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>



## Acknowledgments

We would like to thank the subjects who participated in the present study. This study was supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research from Kansai Medical University.

## References

- [1] Chei CL, Iso H, Yamagishi K, Inoue M, Tsugane S. Body mass index and weight change since 20 years of age and risk of coronary heart disease among Japanese: the Japan Public Health Center-Based Study. *Int J Obes* 2008;32:144–51.
- [2] Eren M, Gorgulu S, Uslu N, Celik S, Dagdeviren B, Tezel T. Relation between aortic stiffness and left ventricular diastolic function in patients with hypertension, diabetes, or both. *Heart* 2004;90:37–43.
- [3] Emerging Risk Factors Collaboration, Wormser D, Kaptoge S, Di Angelantonio E, Wood AM, Pennells L, et al. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet* 2011;377:1085–95.
- [4] Miyaki A, Maeda S, Yoshizawa M, Misono M, Sasai H, Shimajo N, et al. Is pentraxin 3 involved in obesity-induced decrease in arterial distensibility? *J Atheroscler Thromb* 2010;17:278–84.
- [5] Davies P. Hemodynamic shear stress and the endothelium in cardiovascular pathophysiology. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2009;6:16–26.
- [6] Tagawa T, Imaizumi T, Endo T, Shiramoto M, Harasawa Y, Takeshita A. Role of nitric oxide in reactive hyperemia in human forearm vessels. *Circulation* 1994;90:2285–90.
- [7] Smiesko V, Kozik J, Dolezel S. Role of endothelium in the control of arterial diameter by blood flow. *Blood Vessels* 1985;22:247–51.
- [8] Joannides R, Haefeli WE, Linder L, Richard V, Bakkali EH, Thuillez C, et al. Nitric oxide is responsible for flow-dependent dilatation of human peripheral conduit arteries in vivo. *Circulation* 1995;91:1314–9.
- [9] Celermajer DS, Sorensen KE, Gooch VM, Richard V, Bakkali EH, Thuillez C, et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet* 1992;340:1111–5.
- [10] Corretti MC, Anderson TJ, Benjamin EJ, Celermajer D, Charbonneau F, Creager MA, et al. Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: a report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:257–65.
- [11] Kuvin JT, Patel AR, Sliney KA, Pandian NG, Sheffy J, Schnell RP, et al. Assessment of peripheral vascular endothelial function with finger arterial pulse wave amplitude. *Am Heart J* 2003;146:168–74.
- [12] Bonetti PO, Barsness GW, Keelan PC, Schnell TI, Pumper GM, Kuvin JT, et al. Enhanced external counterpulsation improves endothelial function in patients with symptomatic coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:1761–8.
- [13] Anderson TJ, Uehata A, Gerhard MD, Meredith IT, Knab S, Delagrangre D, et al. Close relation of endothelial function in the human coronary and peripheral circulations. *J Am Coll Cardiol* 1995;26:1235–41.
- [14] Bonetti PO, Pumper GM, Higano ST, Schnell TI, Pumper GM, Kuvin JT, et al. Noninvasive identification of patients with early coronary atherosclerosis by assessment of digital reactive hyperemia. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:2137–41.
- [15] Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R, Green D. Exercise and the nitric oxide vasodilator system. *Sports Med* 2003;33:1013–35.
- [16] Hambrecht R, Fiehn E, Weigl C, Gielen S, Hamann C, Kaiser R, et al. Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998;98:2709–15.
- [17] Linke A, Schoene N, Gielen S, Hofer J, Erbs S, Schuler G, et al. Endothelial dysfunction in patients with chronic heart failure: systemic effects of lower-limb exercise training. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:392–7.
- [18] Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007;115:3086–94.
- [19] Slentz CA, Aiken LB, Houmard JA, Bales CW, Johnson JL, Tanner CJ, et al. Inactivity, exercise, and visceral fat. STRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *J Appl Physiol* 2005;99:1613–8.
- [20] Goodpaster BH, Katsiaras A, Kelley DE. Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes* 2003;52:2191–7.
- [21] Ueda SY, Yoshikawa T, Katsura Y, Usui T, Nakao H, Fujimoto S. Changes in gut hormone levels and negative energy balance during aerobic exercise in obese young males. *J Endocrinol* 2009;201:151–9.
- [22] Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda SY, Usui T, Sotobayashi D, Nakao H, et al. Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:957–64.
- [23] Bigornia SJ, Mott MM, Hess DT, Apovian CM, McDonnell ME, Duess MA, et al. Long-term successful weight loss improves vascular endothelial function in severely obese individuals. *Obesity* 2010;18:754–9.
- [24] Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986;60:2020–7.
- [25] Nohria A, Gerhard-Herman M, Creager MA, Apovian CM, McDonnell ME, Duess MA. Role of nitric oxide in the regulation of digital pulse volume amplitude in humans. *J Appl Physiol* 2006;101:545–8.
- [26] Rubinshtein R, Kuvin JT, Soffler M, Lennon RJ, Lavi S, Nelson RE, et al. Assessment of endothelial function by non-invasive peripheral arterial tonometry predicts late cardiovascular adverse events. *Eur Heart J* 2010;31:1142–8.
- [27] Matsuzawa Y, Sugiyama S, Sugamura K, Nozaki T, Ohba K, Konishi M, et al. Digital assessment of endothelial function and ischemic heart disease in women. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1688–96.
- [28] Hambrecht R, Adams V, Erbs S, Linke A, Kränkel N, Shu Y, et al. Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation* 2003;107:3152–8.
- [29] Maeda S, Miyauchi T, Kakiyama T, Sugawara J, Iemitsu M, Irukayama-Tomobe Y, et al. Effects of exercise training of 8 weeks and detraining on plasma levels of endothelium-derived factors, endothelin-1 and nitric oxide, in healthy young humans. *Life Sci* 2001;69:1005–16.
- [30] Kubota T, Kubota N, Kumagai H, Yamaguchi S, Kozono H, Takahashi T, et al. Impaired insulin signaling in endothelial cells reduces insulin-induced glucose uptake by skeletal muscle. *Cell Metab* 2011;13:294–307.

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>

- [31] Schjerve IE, Tyldum GA, Tjonna AE, Stolen T, Loennechen JP, Hansen HE, et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci* 2008;115:283–93.
- [32] Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Combined aerobic and resistance training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. *J Appl Physiol* 2007;103:1655–61.
- [33] Sugawara J, Maeda S, Otsuki T, Tanabe T, Ajisaka R, Matsuda M. Effects of nitric oxide synthase inhibitor on decrease in peripheral arterial stiffness with acute low-intensity aerobic exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2004;287:2666–9.
- [34] Perlstein TS, Henry RR, Mather KJ, Rickels MR, Abate NI, Grundy SM, et al. Effect of angiotensin receptor blockade on insulin sensitivity and endothelial function in abdominally obese hypertensive patients with impaired fasting glucose. *Clin Sci (Lond)* 2012;122:193–202.
- [35] Deshmukh SH, Patel SR, Pinassi E, Mindrescu C, Hermance EV, Infantino MN, et al. Ranolazine improves endothelial function in patients with stable coronary artery disease. *Coron Artery Dis* 2009;20:343–7.
- [36] Witham MD, Dove FJ, Khan F, Lang CC, Belch JJ, Struthers AD. Effects of Vitamin D supplementation on markers of vascular function after myocardial infarction—a randomised controlled trial. *Int J Cardiol*. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.03.054>. [Epub ahead of print].
- [37] Ohida Y. Long-term mild jogging increase insulin action despite no influence on body mass index or VO<sub>2</sub> max. *J Appl Physiol* 1989;66:2206–10.
- [38] Sato Y, Nagasaki M, Kubota M, Uno T, Nakai N. Clinical aspects of physical exercise for diabetes/metabolic syndrome. *Diabetes Res Clin Pract* 2007;77(Suppl. 1): S87–91.

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**SciVerse ScienceDirect**

Please cite this article in press as: Kurose S, et al. Improvement in endothelial function by lifestyle modification focused on exercise training is associated with insulin resistance in obese patients. *Obes Res Clin Pract* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2012.10.005>

総説企画

## 肥満症治療チームに必要な行動変容理論と各構成要員の役割

関西医科大学健康科学センター  
木村 穰

肥満症のチーム治療では、栄養、運動、心理、看護などさまざまな専門職が相互に関連し、かつ実際の介入の現場では、個々の患者の身体のみならずパーソナリティー、心理状況に応じた対応が必要である。特に減量という生活習慣における行動変容を要求される介入では、様々な阻害要因があり、各職種の間密接な連携が減量の成功の可否を握っている。しかし、各職種が専門性を保つ反面、職種の壁を越えた相互の連携は困難となることがある。特に高度肥満症患者では、繰り返すリバウンド等により減量に関する自己効力感は著しく低下し、認知の歪みを認めることもあり、その修正には一定の技法が必要である。また医療専門家側からの一方的な介入は受け入れにくい面があり、いかに患者の主体性、モチベーションを保つかが重要なポイントである。そこで有用なのが、行動医学理論であり、また自己効力感や認知の歪み等の修正には、認知行動療法が有用である。したがって、行動医学、認知行動療法理論に基づく介入を各職種が理解できていれば、異なる職種においても、患者の状況を客観的に把握し、次を取るべき介入方法を共有でき、より密接で効果的なチーム医療力を発揮できる。

本稿では、これら行動医学に基づく介入の具体的手法につき述べるともに、肥満治療において、チームとしての栄養、運動、心理の役割についても、筆者らの施設での内容を参考に述べる。

### はじめに

本邦での肥満症治療、外来において、多くはその主体が医師、看護師、栄養士で運用されていることが多い。その理由の一つとして肥満症や合併する糖尿病、高血圧、脂質異常症、脂肪肝などの生活習慣病の治療の一環として対応されることが多く、その結果健康保険制度での対応となり、保険診療制度上の登録された職種で対応することになるからと思われる。しかし実際の肥満治療、特に高度肥満例においては、日常での活動性を増加させるための具体的な運動指導や運動療法が必要

であり、また行動変容を妨げている認知の歪み等の心理的な要因を治療するためには、認知行動療法などを用いた心理的介入が必要である<sup>1)</sup>。したがって肥満治療を行うためには、食事指導を中心とした治療とともに、個人に即した運動指導、運動療法、および個人のパーソナリティーに応じた認知行動療法等を用いた行動変容技法を駆使する必要がある。このために重要なことは行動医学に基づいた系統的な指導、管理であり、さらにこの行動医学に基づいた指導、管理はチーム全体で統一されたコンセプトで行う必要がある<sup>2)</sup>。さらに、これらの治療を行うために

は、運動および心理領域のスタッフがチームの構成要員として必要になってくる。栄養士の一般的な役割については他施設と同様と思われるため一部割愛し、本稿ではこの運動および心理領域のスタッフの役割、重要性を中心につき述べる。

### 行動医学に基づく行動変容支援

肥満症治療において、基本的な食事療法と運動療法が重要なことは言うまでもないが、一方的な食事や運動の指導や情報提供で肥満症患者の積極的な行動変容が生じることは少ない。いくら見栄えのよい図表やカラーの説明

Behavioral Medicine for Obesity Treatment Team and the Role of Medical Support Staffs  
Yutaka KIMURA  
Health Science Center, Kansai Medical University

書、減量のための食事や運動の目標量を提示しても、肥満症患者自身の減量行動に対する主体的な取り組みがなければ十分な減量は困難である。同時に食事や運動の基本的な知識や実施方法などの専門的な評価、指導も重要である。したがってこれら専門的な指導において上記の主体的取り組みと肥満症患者の性格特性に応じた指導が必要となる。

そこでこれら専門スタッフによる対象者への対応の統一が重要な課題となる。またこれらの対応は、肥満症患者の行動変容を向上、維持させる上で非常に重要となる。そこで用いられるのが、行動医学的アプローチであり、最初にステージ分類、その後は主体性と認知行動療法に基づいたセルフモニタリング、自己効力感の向上、維持が重要となる。

その他、肥満症患者の性格特性に応じた指導、たとえば論理的思考の優先するタイプ、自己分析を過剰に行うタイプ、他人の言うことに従順になろうとするタイプ、反対にあまり人の意見に耳を傾けず自分の意見に従うタイプなど様々な性格特性に応じた指導も有用と考えられる。

### 1. ステージ分類

最初のステージ分類はチーム医療に特化したものではないが、肥満治療など生活習慣などの行動変容を主とした治療法の場合、あらかじめ対象者のモチベーション、理解度の確認はチーム医療においても重要である(図1)。またここで重要なことは、直接の主治医など医師が減量を指示した場合、多くの患者はその場ではOKと返事をするも、実際は肥満への危機感が少なかったり、減量への意思が少ない場合も多く、単純な医師の診察のみでステージ分類をおこなうことは困難とすることである。しかしチーム医療で

は、医師の指示後にも他のコメディカルによる意思の確認やモチベーションの確認は可能であり、大きな利点である。

このステージ分類で注意すべき点は、見かけは無関心期に見えても、実際は単なる自己効力感の低下や思い込みのみで減量への意思を喪失していることがあり、このような場合は、単純な無関心というより、自己効力感の低下や思い込み(認知の歪み)による見かけの無関心であり、十分治療可能なステージと判断すべきと思われる。

このように最初のステージ分類の段階ですでにチーム医療は十分に機能することが可能である。ただし、スタッフがこのステージ分類や一見無関心に見える自己効力感の低下や認知の歪みを理解しておく必要がある。

### 2. 目標設定

関心期以上のステージでは、生活習

慣の問題点の抽出および、その問題点から修正すべき改善ポイントを抽出し、行動目標の設定がプロセスとしてあげられる。この行動目標の設定において、行動医学的アプローチをスタッフが理解しておく必要がある。すなわち、肥満治療において、スタッフは減量に結びつく直接的、効果的な行動目標を選びがちであるが、この行動目標の設定においては、肥満症患者の主体性を最優先することが重要である。言い換えれば、たとえ減量には効果的と思われても、肥満症患者が実際にできそう、やってみたい、と思わない限りその目標はただの絵物語になってしまう可能性が大である。したがって、治療スタッフが目標を与えるのではなく、あくまでも肥満症患者自身が、できそう、やってみたい、と思う目標を選択させることが重要である(図2)。たとえ、減量効果が他の目標に比べて

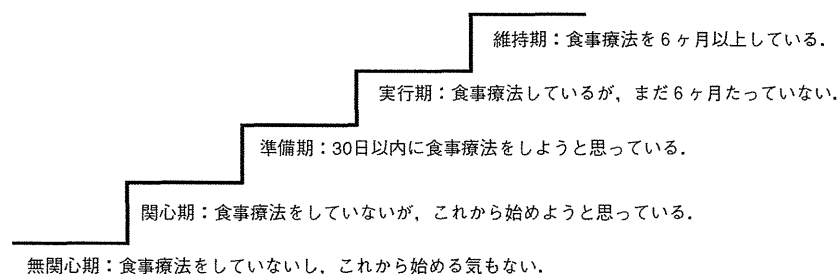
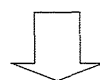


図1 肥満治療における行動医学的ステージ分類

自己効力感(Self efficacy)を高められる目標設定  
「少しはできそうだな」と患者さんが思える目標を設定(治療者の自己効力感ではなく!)



個人行動変容ステージ、主体性に合致した  
目標行動の設定

図2 効果的な目標設定