研究論文

軽度慢性閉塞性肺疾患々者に対するトレッドミル負荷訓練の効果

小林 茂¹⁾ 西本 勝夫 金尾 顕郎 大谷真由美
辻 英次 藤本 繁夫²⁾ 栗原 直嗣

Treadmill Exercise Training for COPD.

Shigeru KOBAYASHI, RPT¹⁾, Katsuo NISHIMOTO, RPT, Kenro KANAO, RPT, Mayumi OHTANI, RPT, Hidetsugu TSUZI, RPT, Shigeio FUJIMOTO, MD²⁾, Naotsugu KURIHARA, MD.

1) Department of Rehabilitation, Osaka City University Hospital. 1-5-7 Asahi-machi Abeno-ku Osaka 545 Japan. TEL 06-645-2386.

2) First Department of Internal Medicine, Osaka City University.

J. Exerc. Physiol. 6(2):69-74, 1991. Submitted Nov. 26, 1990. Accepted Jan. 20, 1991.

ABSTRACT

We performed the 8-week treadmill exercise training on the seven patients with mild COPD and examined the effectiveness according to ventilation measures of during exercise, difficult breathing sensibility (borg scale), 6-minute walking distance (6 MD) test, and activities of daily living (ADL) tests. The results obtained are as follows. After the training, $\dot{V}O_2$, $\dot{V}E$ and Borg scale were improved ($p < 0.001$), and anaerobic threshold level was raised ($p < 0.01$). After the training, 6MD test was extended ($p < 0.005$) followed by improvement of difficult breathing sensibility, and ADL tests were also improved ($p < 0.05$). It was concluded that, in addition to breathing exercise, exercise training plays an effective role in improving the ability to exercise of the patients with COPD.

Key words: COPD, exercise training, gait training test

要旨

比較的軽度な慢性閉塞性肺疾患患者7名に対して、8週間のトレッドミル負荷訓練を実施した。そして、運動時の換気諸量・呼吸困難感(Borg scale)・6分間歩行テスト(6MD)・日常生活活動(ADL)に及ぼす効果を検討し、以下の結論を得た。負荷訓練後、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、Borg scaleが改善され($p < 0.001$)、さらに、anaerobic threshold(AT)レベルが上昇した($p < 0.01$)。負荷訓練後、呼吸困難感の改善に伴い6MDが延長し、($p < 0.005$)、ADLが改善された($p < 0.05$)。慢性閉塞性肺疾患患者の理学療法は呼吸訓練に加え、適切な運動処方のもとに運動負荷訓練を実施することが、運動能力を改善する効果があると考えられた。

キーワード：慢性閉塞性肺疾患 運動負荷訓練 歩行テスト

1) 大阪市立大学医学部附属病院リハビリテーション室：大阪市阿倍野区旭町1-5-7 (〒545)

2) 大阪市立大学医学部第一内科

TEL 06-645-2386.

運動生理 6(2):69-74, 1991. 受付日1990年11月26日 受理日1991年1月20日

I はじめに

慢性閉塞性肺疾患（以下COPD）患者の多くは、換気障害が存在するため体動時に息切れが出現し、運動が制限され日常生活活動（以下ADL）が低下してくる。

我々¹⁾は、COPD患者に 6分間歩行テスト（以下6MD）を施行し、その歩行距離は呼吸困難に相関することを述べている。その中で軽度の呼吸困難感の症例は 6MDが400m以上で、呼吸器理学療法の訓練前評価に450m以上であった症例は、訓練後評価においてその距離が不変あるいは低下していたものが非常に多くあり、中等度・重度の症例に比べると、呼吸訓練での効果が不十分で、他の理学療法の必要性が示唆された。

そこで、今回は軽度のCOPD患者に 8週間のトレッドミル負荷訓練を施行し、運動時の換気諸量、呼吸困難感、6MD、およびADLに及ぼす効果について検討した。

II 対 象

本院第一内科呼吸器リハビリテーションコース（以下呼吸リハ）において、リラクセーション、呼吸訓練、ADL訓練等を3年以内に既に修了し、呼吸法をマスターし現在安定期にあるCOPD患者 7名（男6名、女1名）とした。

平均年齢 64.0±4.5才（59才～73才）で、全例Hugh-JonesⅡ度、1秒量が 1L以上で、安静時の動脈血ガス所見は正常の比較的軽症例であった（表1）。

III 方 法

運動負荷テスト：訓練の直前、中間、直後の3回行った。トレッドミルによる3分毎に速度（0.25mile/h）と傾斜角（4%）を増し続ける漸増的負荷方法で、Symptom limitまで

表 1 対象者の呼吸生理機能

Hugh-Jones Ⅱ度のCOPD患者7名(♂6名、♀1名)	
age	64.0±4.5歳
VC	2.87±0.62 L
%VC	92.7±13.3 %
FEV1.0	1.18±0.34 L
FEV1.0%	47.8±9.7 %
%MVV	50.9±15.7 %
%DLCO	89.2±11.3 %
pH	7.38±0.012
PaCO2	39.5±2.1 torr
PaO2	80.2±7.7 torr

行い最大運動能力を測定した。運動中の呼気ガス分析はRespiro monitor RM300にて行い、血圧、動脈血ガス及び乳酸は上腕動脈に留置したカニューレから採取した。又運動中の呼吸困難感をBorg scaleに従ってつけた。

運動負荷訓練：平成元年 5～6月と9～10月の週2回連続8週間、トレッドミルにより理学療法士の監視下で行った。運動負荷テストで求めた最大酸素摂取量（以下V02max）の80%の速度を選び、傾斜角 0%で20分間の歩行から開始した。回毎に速度を 0.25 mile/hづつ増し、3.0mile/hになればそれ以後は傾斜角を 4%づつ上昇させた。また呼吸困難等で20分間歩行維持できない場合や、心拍数が予測値に達した場合は、速度または傾斜角を1段階下げるような調整を行った。

理学療法評価：訓練の初日と最終日に肺機能検査、6MD、ADLテスト等を行い、負荷訓練中は心電図、指尖オキシメーターによる酸素飽和度の監視、Borg scaleに従う呼吸困難感を評価した。さらに症例毎に万歩計による1日の歩数を一定となるように指導した。

運動負荷テスト、運動負荷訓練、理学療法評価について図1に示す。

IV 結 果

1.呼吸リハとトレッドミル負荷訓練での 6MD

図1 運動負荷訓練、運動負荷テスト、PT評価項目

図2 呼吸器リハビリテーションコースと運動負荷訓練での6MDの変化量 (post-pre/pre $\times$ 100%)

図3 運動負荷訓練前後での6MDの比較

の変化量の比較：共に訓練後評価の訓練前評価に対しての6MDの変化量をパーセントで現した。その変化量の平均値は呼吸リハでは $-0.3 \pm 8.0\%$ と変化がなかったが、トレッドミル負荷訓練では $11.6 \pm 5.7\%$ と増大し、両者に有意($p < 0.025$)な差があった(図2)。

2.トレッドミル負荷訓練前後での理学療法評価の比較:6MDについて比較してみると、訓練前では 501 ± 62.4 m、訓練後では 557.9 ± 52.5 mと負荷訓練後有意($p < 0.005$)に歩行距離が延長した(図3)。

ADLテストについては、10項目の動作能力を動作速度と息切れについて、30点満点で現した結果(表2)、訓練前評価で項目6以上の移動動作や負荷の強い動作のみに得点が低く、負荷訓練後では動作速度($p < 0.05$)、息切れ($p < 0.025$)共に有意に改善した(図4)。

なお、安静時の肺機能検査の各諸量には有意な変化がなかった。

3.トレッドミル負荷テストでの換気諸量の比較：最大運動能力の指標である V_{O2max} は有意な変化がなかったが、同一負荷量における酸素摂取量(以下 V_{O2})、分時換気量(以下 VE)が有意($p < 0.001$)に低下した(図5)。また嫌氣的解糖域値Anaerobic Threshold(以下AT)レベルの V_{O2} は有意($p < 0.01$)に増加した(図6)。一例においてはATの測定が不能であった。さらに同一負荷量における呼吸困難感(Borg scale)はidentity lineの下方に位置し負荷訓練後において有意($p < 0.001$)に改善した(図7)。

なお、その他の変化として、同一負荷量での心拍数、乳酸が負荷訓練後において有意($p < 0.01$)に低下し、 PaO_2 は負荷量の増加に伴い低下はしたが、その低下の程度は負荷訓練後において有意($p < 0.01$)に改善した。しかし1回換気量、換気当量、 O_2 -パルス、 $PaCO_2$ には有意な変化がなかった。

表2 ADLテスト

項 目	動作速度	息切れ (動作中あるいは動作終了後)
1 食 事	0・出来ないか、かなり休みを 取らないと出来ない。	0・会話が出来ず「はい」「いいえ」または、頭を振る程度になる。
2 排 泄		
3 整 容		
4 入 浴	1・途中でひと休みしないと出来ない。	1・会話が、息切れのため文章が極めて短くなる。
5 更 衣		
6 平地歩行		
7 階 段	2・ゆっくりであれば休まずに出来る。	2・会話が、息切れのため文章が短くなり始める。
8 運 搬		
9 外 出		
10 軽い運動 または作業	3・スムーズに出来る。	3・まったく息切れ無く会話が自由に出来る。
	× / 30点	× / 30点

図4 運動負荷訓練前後でのADLテストの比較

図5 運動負荷テスト中での $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}_E$ の変化

図6 運動負荷テスト中でのATの比較
訓練前、訓練後のATレベルにおける $\dot{V}O_2$ 値

図7 運動負荷テスト中での呼吸困難感の比較

V 考 察

呼吸訓練を中心とした呼吸リハにおいて、6MDを指標として訓練効果の不十分であった軽度COPD患者に、トレッドミルを用いた運動負荷訓練を実施したところ、訓練効果が認められ、6MDが延長し、ADLが改善された。このメカニズムとして運動負荷訓練により少ない $\dot{V}O_2$ で運動維持できたこと、酸素運搬能の指標となるATレベル²⁾が上昇したこと、乳酸産

図8 運動負荷訓練による歩行距離増加のメカニズム

生が抑制されたこと等により、有酸素性運動能力が改善されたことが考えられる。しかし $\dot{V}O_{2max}$ や安静時の肺機能諸量に変化がなかったことは、負荷訓練後においても、その運動制限因子は換気障害であったと推測できる。

有酸素性運動能力の改善は、吉田³⁾の述べる運動制限因子より考えると、筋組織特に下肢筋肉内での酸素利用能力が上昇したためと考えられる。そのため CO_2 産生量が低下し、より少ない換気量で運動出来たことが呼吸困難感を軽くして、6MDの歩行距離が延長したと考えられる。また運動に伴う PaO_2 の低下の程度が抑えられたことにより、呼吸中枢からの換気ドライブが低下したことや、 $\dot{V}E$ が減少し運動中の呼吸困難感が減少したことも6MDの延長した要因と考えられる⁴⁾ (図8)。

さらに、我々は¹⁾6MDとADLが関連することを述べている結果とも一致した。岩岡⁵⁾は高齢者においては下肢の筋力低下が著しいと延べ、石原⁶⁾は老人の筋繊維萎縮・減少はF

T繊維が著明で、S T繊維支配様式が残存し持久性トレーニングに反応しやすいと述べている。一般にCOPD患者は体動時の呼吸困難感のために運動をさける傾向にあり、不活動性の悪循環となり二次的な障害として筋機能の障害が起こる⁷⁾。下肢筋での不活動はより強いものと思える。

トレッドミルでの負荷訓練は下肢筋を選択的に強化でき、さらに持久性トレーニングであることが、移動動作及び負荷の強い動作に問題のあったADLの改善につながったと考えられる。ADLを動作速度と息切れについて評価したが、運動時の呼吸困難感が改善されたことが、よりADLの質(息切れ)の改善に反映されているものと思える。

おわりに

COPD患者では呼吸訓練に加え、適切な運動処方のもとに運動負荷訓練を行うことが、体動時の自覚症状を軽くし、運動能力を改善し、ADLを改善する効果があると考えられる。今後中等度、重度のCOPD患者に対する運動負荷訓練の方法、効果を検討するつもりである。

この論文の要旨は第25回日本理学療法士学会において発表した。

引用文献

- 1) 小林茂・他:慢性呼吸不全患者に対する6分間歩行テストについて. 理学療法学 17:99-106,1990.
- 2) 栗原直嗣、仲岡裕右:胸部疾患と運動負荷試験. 日本医事新報 3363:8-12,1988.
- 3) 吉田敬義:運動の限界と限界を規定する因子. 呼吸 9:837-847,1990.
- 4) 藤本繁夫・他;慢性肺気腫患者の運動能力に及ぼす歩行トレーニングの効果の検討. 臨床スポーツ医学 7(別冊):370-373,1990.
- 5) 岩岡研典:高齢者向けの体力測定. JJSS 4:570-577,1985.
- 6) 石原昭彦:老化にともなう筋繊維の萎縮・減少について. 体育の科学 38:702-707,1988.
- 7) Donna Frownfelter: Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation:295-300, Year book medical Publishers, 1987.