

原 著

療養中のじん肺患者におけるガス交換障害評価のための 検査法および判定基準

キーワード：パルスオキシメトリー，低酸素血症，肺拡散能

珪肺労災病院
田口 治 中村 雅夫 千代谷慶三
関東労災病院
冬 木 俊 春
岡山労災病院
小 崎 晋 司 岸 本 卓 巳
岩見沢労災病院
森川 清志 坂本 和志 大崎 饒

(平成11年2月28日受付)

はじめに

じん肺症は既知のごとく肺の間質性線維化を起こす病態であるが，その他に広範な気道病変や血管病変を惹起する為，肺機能的には拘束性障害の他，閉塞性障害，ガス交換障害等多彩な変化が認められる¹⁾²⁾。

拘束性障害や閉塞性障害についてはスパイログラフィーを用いて評価が出来るが，ガス交換障害の検出に関しては例えば動脈血ガスの測定が代表的検査法である。しかし，本法は侵襲的であるばかりでなく，安静時には異常を呈さないことも多く，その解釈が難しいことも少なくない。これは，肺循環は低圧系であり，広範な血管床が存在することや，換気—血流比がうまくマッチングしていること等が関与していると考えられる。その為，ガス交換障害を把握するには運動等の負荷を生体にかけることが必要であるが，これを行なう為には一般的にはトレッドミルやエルゴメーター等を用いた定量的運動負荷が必要である³⁾。しかし，これらにはそれぞれ長所と短所があり，どちらが

より適切かとは一概に決められないこと³⁾，また，それらは施行が繁雑であるばかりでなく人的要員の問題もあり，どこでも簡単に施行出来るとは限らない。加えてじん肺患者では労作時呼吸困難を訴える者が多く，余り強い負荷がかからずに運動を終了してしまうことが多い。

以前私共は予備的検討としてパルスオキシメーターを用いた50m歩行試験(50mWT)を実施し，ガス交換障害を検出出来る可能性について報告した⁴⁾。これを踏まえ，じん肺患者におけるガス交換障害把握の為の検査法とその判定基準について検討した。

対象および方法

1. 対象

検討の対象となった被検者は珪肺労災病院，関東労災病院，岡山労災病院，岩見沢労災病院に入院ないし外来通院し，全身状態が落ち着いて酸素吸入が不要な療養中管理4じん肺患者(ただし4C症例は除く)(以下管理4者と略す)，および既往歴を含め呼吸器疾患を有さない健常ボランティア(以下健常者と略す)である。全員に口頭で目的，内容，方法について十分説明し施行に際し

Assessment of gas exchange disturbance in patients with pneumoconiosis

同意が得られた。被験者背景に対しては表1に示してある通りである。

2. 方法

本検査の前に健常者はスパイログラフィーを施行した。管理4者には安静時血液ガスを座位で橈骨動脈ないし上腕動脈から採血後、スパイログラフィー、肺拡散能の検査を施行した。肺機能に関

表1 被検者背景

	健常者	管理4者
例数	12	15
性別	男	14男1女
年齢(歳)	57.9 ± 10.0	71.7 ± 7.7*
身長(cm)	163.9 ± 3.6	158.2 ± 8.1
体重(kg)	63.4 ± 10.3	60.2 ± 11.0
喫煙歴 非喫煙者数	6	4
現/既喫煙者(喫煙指数)	6(691 ± 358)	11(698 ± 339)
既往歴	なし	胸膜炎1 肺結核3 肺癆1
現疾患	高血圧2 糖尿病1 脂肪肝1 慢性胃炎1	高血圧3 前立腺肥大1 脂肪肝1
呼吸困難感(Hugh-Jones)	すべてI	すべてIII
粉塵曝露期間(年)		21.8 ± 7.5
離職期間(年)		24.1 ± 7.9
レントゲン所見		PR(1)1, PR(2)5, PR(3)2 PR(4A)2, PR(4B)5

mean ± SD, *: p < 0.05

PR: profusion

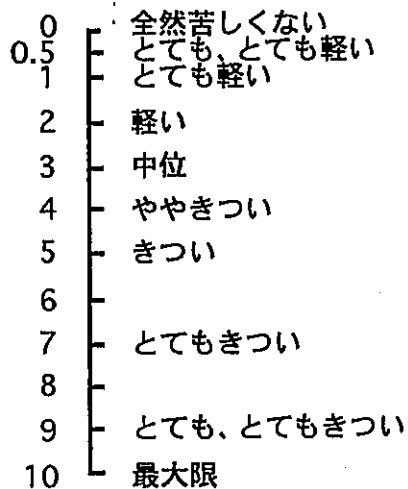


図1 呼吸困難感(φ)スケール(Borg)

してはそれぞれ3回施行し、その最大値を採用した。肺活量の予測値はBaldwinを用いた。また、1秒率はGenslerを用いた。

運動負荷試験に先立ち、まず被験者の指尖にパルスオキシメーター(ミノルタ製パルスオキシメーター(プリンタ付)のプロローベを装着させ、安静座位を5分間とらせ、パルスオキシメーターの経皮的酸素飽和度(SpO₂)や心拍数が安定している(初期酸素飽和度および初期心拍数)ことを確認し、最後の1分間の呼吸数および呼吸困難感をチェックした。呼吸数は目測で胸部の動きを1分間測定し、呼吸困難感は最後の1分目に図1に示したようなmodified Borg scale⁹⁾で尋ねその数値を記録した。次に立位にさせて、直ちに院内の計測された50mの廊下を医師または医療従事者が傍らについてほぼ1分間のペースで歩いて貰った(50mWT(A))。この際、被験者の腕を体の長軸に対し直角(即ち水平)に挙げて施行させた。終了後直ちに座位させて、その後の1分間の呼吸数と直後の呼吸困難感を同様に測定した。歩行終了後パルスオキシメーターによる記録は原則として5分間記録するが、SpO₂、心拍数が開始前値に戻らなければ戻るまで測定を継続した。10分間の休憩を置いて2回目を同じように施行した。全経過はプリントアウトし図2の如くパラメーターの計測を行なった。もし、この50mWT(A)の2回の施行のどちらかでSpO₂が初期値の4%以上の低下が得られない場合は、更に10分間の休憩を挟んでほぼ30秒で50mを歩く検査(50mWT

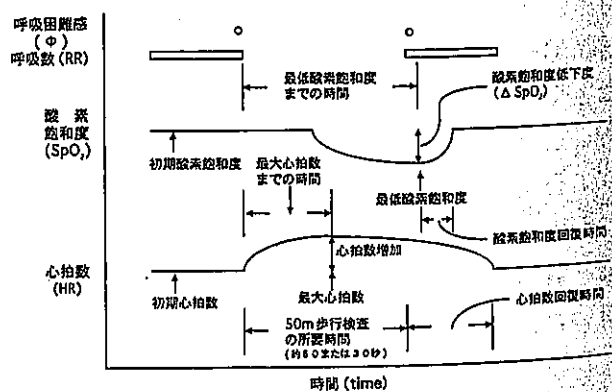


図2 50m歩行試験における経皮的酸素飽和度と心拍数の時間経過の模式図および各種パラメーター

(B) を同様の要領で行なった。

特に健常者ではSpO₂の低下が必ずしも得られない例があるので、運動終了時から心拍数が初期心拍数に戻る迄の時間（心拍数回復時間）についても検討した。ΔSpO₂と心拍数回復時間のmean + 2SDを健常者で求め、これを基にじん肺患者でグループ分けを試みた。そして%DLCOを初め%肺活量、1秒率等との関係について検討した。

統計学的検討としては2群間の平均値の差の検定にはt-testを、多群間の平均値の差の検定にはANOVAを用いた。p < 0.05以上を有意差ありとした。

結 果

1. 被検者の背景および肺機能検査成績

表1の如く、健常者に比して管理4者は有意に高齢であった（健常者対管理4者：57.9歳 ± 10.0 vs 71.7歳 ± 7.7）（p < 0.05）。表2に示したように健常者ではスパイログラムは正常であった。管理4者ではスパイログラムで軽度の拘束性障害を認めた（%FVC = 76.2% ± 22.8）。血液ガスは正常であったが、%DLCOは中等度の低下を示した（%DLCO = 56.9% ± 16.3）（但し、1名は検査がうまく出来なかったのでn = 14である）。健常者

表2 肺機能検査成績

	健常者	管理4者
n	12	15
FVC (l)	3.38 ± 0.51	2.34 ± 0.79*
%FVC (%)	96.8 ± 11.2	76.2 ± 22.8
FEV ₁ (l)	2.71 ± 0.47	1.59 ± 0.64*
FEV ₁ % (%)	80.1 ± 5.8	70.0 ± 13.2
pH		7.410 ± 0.027
Pao ₂ (mmHg)		80.6 ± 11.3
Paco ₂ (mmHg)		39.7 ± 4.1
HCO ₃ ⁻ (mEq/l)		25.3 ± 2.3
%DLco (%)		56.9 ± 16.3

mean ± SD, * : p < 0.05

n : number

FVC : forced vital capacity, %FVC : % forced vital capacity,

FEV₁ : forced expiratory volume in one second,

FEV₁% : forced expiratory volume in one second %

Pao₂ : arterial oxygen tension, Paco₂ : arterial carbon dioxide tension

%DLco : % pulmonary diffusing capacity

と管理4者との比較では絶対値のみ健常者のFVC, FEV₁が管理4者のそれらより有意に大きかった（FVC : 3.38l ± 0.51 vs 2.34l ± 0.79, FEV₁ : 2.71l ± 0.47 vs 1.59l ± 0.64）（p < 0.05）。

2. 50mWT (A) 検査成績

図3左には健常者の50mWT (A) におけるSpO₂と心拍数の時間経過を示す。SpO₂は歩行中若干低下する傾向がみられたが、有意な変化は認められなかった。心拍数は歩行開始後40~50秒で最大になり、終了後60~90秒で初期値に復したのが認められた。最大心拍数および運動終了時心拍数は初期心拍数に比して有意に大きかった（1回目：最大心拍数対初期心拍数, 97.8/分 ± 8.6 vs 73.5/分 ± 10.5；運動終了時心拍数対初期心拍数, 94.4/分 ± 10.2 vs 73.5/分 ± 10.5）（p < 0.05）、（2回目：最大心拍数対初期心拍数, 97.8/分 ± 11.7 vs 71.2/分 ± 9.4；運動終了時心拍数対初期心拍数, 94.6/分 ± 11.8 vs 71.2/分 ± 9.4）（p < 0.05）。また1回目、2回目の間では初期心拍数, 最大心拍数, 終了時心拍数を初めそれらの時間経過に有意差は認められなかった。

図3右には管理4者におけるSpO₂と心拍数の時間経過を示す。SpO₂は1回目、2回目で夫々歩行開始後60秒前後で最低値を示し、それらは前値より有意な低下であった（1回目：初期SpO₂対最低SpO₂, 96.5% ± 0.8 vs 92.8% ± 2.2）（p < 0.05）、（2回目：初期SpO₂対最低SpO₂, 96.9% ± 0.8 vs 93.8% ± 1.8）（p < 0.05）。終了時でも初期値に比し有意な低下を示していた（1回

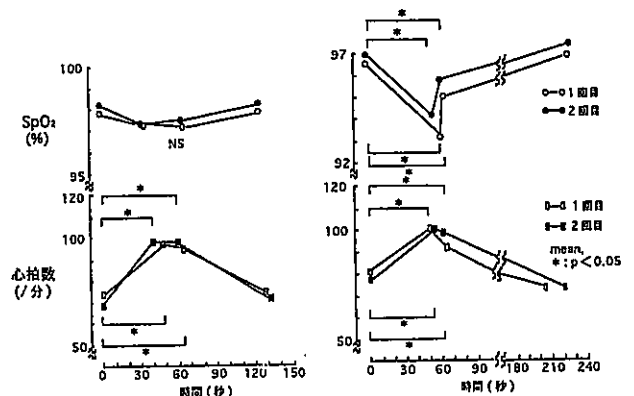


図3 健常者 (左) および管理4者 (右) の50mWT (A) におけるSpO₂, 心拍数の経時変化

目：初期 SpO₂ 対終了時 SpO₂, 96.5% ± 0.8 vs 94.9% ± 1.8) (p < 0.05), (2 回目：初期 SpO₂ 対終了時 SpO₂, 96.9% ± 0.8 vs 95.5% ± 1.6) (p < 0.05). 歩行終了後 160 秒前後で初期値に復した. 心拍数は歩行開始後 50 ~ 60 秒前後で最大値を示し, それらは初期値より有意な増大であった (1 回目：初期心拍数対最大心拍数, 81.3/分 ± 11.0 vs 99.2/分 ± 14.7) (p < 0.05), 2 回目：初期心拍数対最大心拍数, 80.3/分 ± 9.5 vs 99.4/分 ± 13.0) (p < 0.05). 歩行終了後 150 秒前後で初期値に復した. また, 1 回目, 2 回目の間では有意差は認められなかった. 従って両者とも各種パラメーターの解析には 1 回目を用いて行なった.

3. 50mWT (A) 1 回目における各種パラメーターの解析

1) 歩行時間

図に示されていないが, 歩行時間は両者で有意差はなかった (健常者対管理 4 者, 63.8 秒 ± 6.7 vs 64.3 秒 ± 7.2).

2) SpO₂ について

①初期 SpO₂ 値：図 4 左上に示すように初期 SpO₂ は全例 95% 以上であったが, 健常者は管理 4 者に比し有意に高かった (98.2% ± 1.1 vs 96.5% ± 0.8) (p < 0.05).

②ΔSpO₂：図 4 右上に示すように管理 4 者ではばらつきが大きかったが, 健常者に比し管理 4 者では有意に大きかった (1.5% ± 0.5 (n = 6) vs 3.8% ± 2.0 (n = 13)) (p < 0.05). ここで健常者の n = 6 というのは SpO₂ の初期値からの低下が認められなかった症例が 6 例あった為, 低下のみられた残りの 6 例について検討した, という事である. 一方, 管理 4 者では 2 例で SpO₂ の初期値からの低下が認められなかったので低下のみられた残りの 13 例について検討した.

③最低 SpO₂ までの時間：図 4 左下に示す如く健常者に比し管理 4 者ではばらつきが非常に大きかったが, 有意差はなかった (33.3 秒 ± 10.3 vs 63.0 秒 ± 34.1).

④SpO₂ 回復時間：図 4 右下に示す如く健常者では歩行終了後程なく初期値に戻ったが, 管理 4 者ではばらつきが非常に大きく終了後 90 秒近く

で復していた. 但し, 両者間で有意差は認められなかった (60.0 秒 ± 6.3 vs 155 秒 ± 80.3).

3) 心拍数について

①初期心拍数：図 5 左上に示すように健常者では管理 4 者に比して低い傾向が認められたが有意差はなかった (73.5/分 ± 10.5 vs 81.3/分 ± 11.0).

②最大心拍数：図 5 右上に示すように両者ではほぼ 100/分近くで有意差は認められなかった (97.8/分 ± 8.6 vs 99.2/分 ± 14.7).

③最大心拍数に達する迄の時間：図 5 左下に示すように両者で有意差はなかったが (48.7 秒 ± 45.7 vs 49.1 秒 ± 20.3), 健常者ではばらつきが大きかった.

④心拍数回復時間：図 5 右下に示すように健常

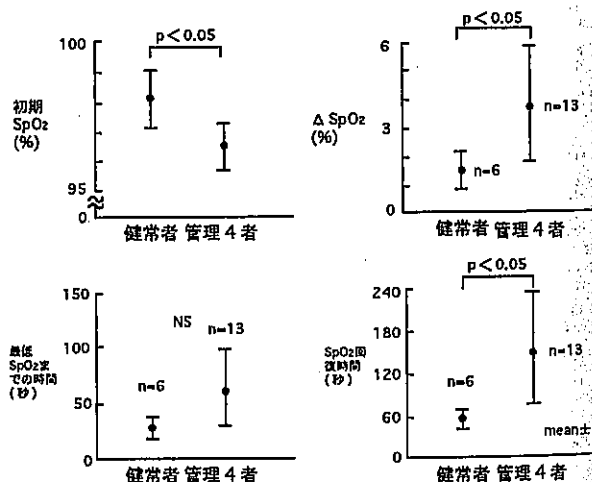


図 4 50mWT (A) 1 回目における健常者と管理 4 者の SpO₂ 関連パラメーターの比較

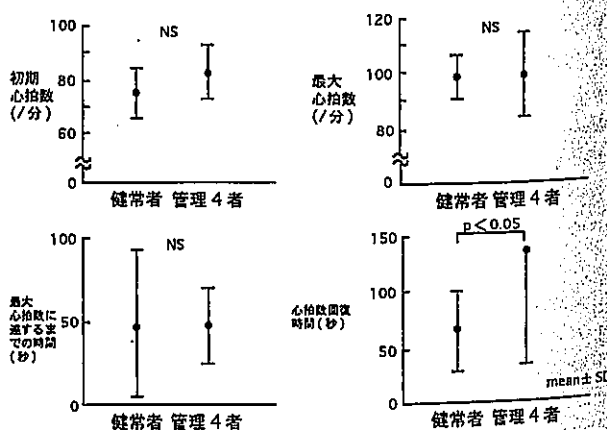


図 5 50mWT (A) 1 回目における健常者と管理 4 者の心拍数関連パラメーターの比較

者では歩行終了後約64秒で初期値に戻ったが、管理4者では終了後約138秒以上かかった。健常者では管理4者より有意に短かった(64.2秒±36.1 vs 138.6秒±108.2) ($p < 0.05$)。

4) 呼吸数について

①初期呼吸数：図6に示すように運動前の呼吸数は健常者に比し管理4者で高かったが、有意差は認められなかった(健常者対管理4者, 15.6/分±4.8 vs 19.7/分±3.7)。

②終了時呼吸数：同じく図6に示すように運動後の呼吸数は両者で全て増加したが、健常者では有意な変化は認められなかった(運動前対終了時, 15.6/分±4.8 vs 19.6/分±3.8)。管理4者では運動前に比して有意に増大した(19.7/分±3.7 vs

26.9/分±6.0) ($p < 0.05$)。

5) 呼吸困難感(modified Borg scale)について

①初期呼吸困難感：図7に示すように運動前の呼吸困難感は健常者に比して管理4者で高かったが、有意差は認められなかった(健常者対管理4者, 0.2±0.6 vs 0.9±0.8)。

②終了時呼吸困難感：同じく図7に示すように健常者では運動前後で呼吸困難感に有意差は認められなかった(運動前対終了時, 0.2±0.6 vs 0.9±0.8)が、管理4者では有意に後で高かった(0.9±0.8 vs 3.5±1.6) ($p < 0.05$)。

4. 50mWT (B) 検査成績

健常者では12名全員、管理4者では SpO_2 の変化のみられなかった2名と $\Delta SpO_2 \geq 4\%$ の変化がみられなかった4名の計6名が50mWT (B) を施行した。

図8には夫々健常者および管理4者の1回目、2回目における SpO_2 、心拍数の時間経過が示してある。 SpO_2 は両者共歩行終了直前ないし直後に最低値を示した(1回目：健常者対管理4者, 95.8%±1.6 vs 94.8%±1.7；2回目：健常者対管理4者, 96.4%±1.5 vs 94.8%±3.2)が、初期値(1回目：98.1%±1.2 vs 96.5%±0.6, 2回目：98.2%±0.9 vs 97.0%±0.6)に比して有意な低下ではなかった。1回目、2回目の共管理4者の方が初期値に復す迄の時間がより長かった(1回目：57.0秒±28.2 vs 66.0秒±76.1；2回目：74.4秒±44.2 vs 151.0秒±128.7)。心拍数は共に歩行終了間近に最大値を示した(1回目：104.4/分±

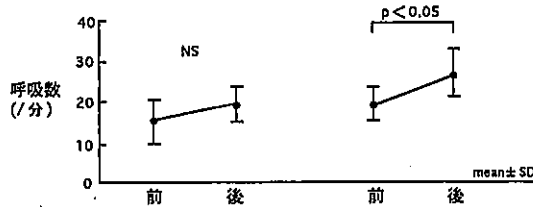


図6 50mWT (A) 1回目における健常者と管理4者の運動前後の呼吸数の比較

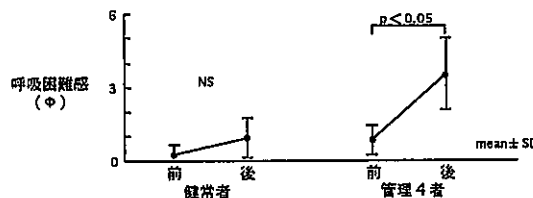


図7 50mWT (A) 1回目における健常者と管理4者の運動前後の呼吸困難感の比較

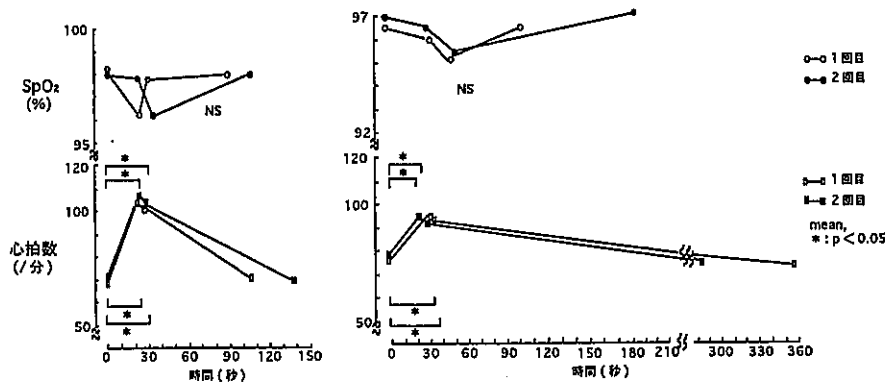


図8 健常者(左)および管理4者(右)の50mWT (B)における SpO_2 、心拍数の経時変化