

第80回総会会長講演

結核後遺症と呼吸機能障害評価

川城 丈夫

要旨: かつてわが国において猛威をふるった肺結核症が現在のわれわれに遺したものは多い。それらのなかには、その対策が重要な課題であるものもある。これらわれわれが取り組むべき課題のなかで、呼吸器に直接に関係するものには、結核後遺症による呼吸不全、および非結核性抗酸菌あるいは真菌による二次感染症などがある。肺結核後遺症例が現在減少しつつあるとはいえ、いまだ多くの症例が肺結核後遺症による呼吸不全により苦しんでいる。われわれはこれらの症例の治療・予後の改善とQOL向上に努力し貢献したい。その具体的方法の一つに肺結核後遺症呼吸不全のより適切な評価をあげることができる。そのための一つの方法として加速度計内蔵パルスオキシメーターを考えた。本法では改めて負荷を与えることなく日常生活そのもののなかで長時間にわたり身体活動度と酸素飽和度とを同時にかつ連続的に測定することができる。これにより日常生活のなかでの体動時低酸素症あるいは体動による低酸素症の悪化を検出することができる。例えば本法のような「簡便で、かつ体動時の呼吸障害を検出できる方法」が普及し、肺結核後遺症などによる呼吸不全症例の呼吸障害のより適切な評価がままねく行われ、かかる患者により大きな社会的関心および援助が与えられることを切に期待する。

キーワード: 結核後遺症, 呼吸不全, 体動時低酸素症, 運動負荷試験, 加速度計内蔵パルスオキシメーター

肺結核後遺症対策の重要性

かつて日本の亡国病として恐れられた肺結核症の罹患率を多くの先人の学問とそれに基づく対策によって世界にまれに見る速さで減少させることに私たちは成功した。実に喜ばしいことであったが、結核症を日本において制圧するには現在は一層の努力を求められている。一方私たちは「肺結核が残したもの」¹⁾ (Table) を忘れることはできない。そのなかには呼吸不全・肺高血圧・肺性心・二次感染症(非結核性抗酸菌症・真菌症など)のほか肝炎・難聴などがある。さらにここに付け加えるべき「肺結核が遺したもの」に今なお現存する結核症に対する偏見がある。新しい診断法・治療法の開発, 早期発見治療完遂への仕組み作りなどへの先進的な取り組み・人材育成などと同時に肺結核後遺症への真摯な取り組みもまた私たちに課せられた重要な責務と考える。ことに昨

今の後遺症症例が高齢者に偏在することによって、COPD(慢性閉塞性肺疾患)などの背景呼吸器疾患がより高率に合併することになり肺結核後遺症, 特に呼吸不全, への取り組みが従来にも増して重要となってきた。肺結核後遺症にはNTM(非結核性抗酸菌症)・真菌症などの二次感染症・肺高血圧・肺性心・呼吸不全など取り組むべきことが多くあるが、ここでは呼吸不全を取

Table The Sequelae of the Pulmonary Tuberculosis

What the pulmonary tuberculosis left to us
(1) chest X-ray findings
(2) cardiopulmonary disturbances
(3) secondary infection (NTM, mycosis etc)
(4) psychological disorders
(5) serum hepatitis due to transfusion
(6) hearing loss due to streptomycin

(Shimamura 1990)

り上げる。

肺結核後遺症による呼吸不全の新発生

当院において最近の6年間に在宅酸素療法が新規に導入された267症例のうち、肺結核後遺症による呼吸不全が新規導入の理由であった症例は84症例であった。1973年8月にRFPが結核医療の基準に追加されたことを勘案して、1979年以前と1980年以降でこの84症例を分けて検討した。最近の約20年間である1980年以降にその症例にとって初めての結核治療を受けた症例は15症例であった。これら15症例の肺結核以外の呼吸循環器疾患を調査したところ、全症例がCOPD・心不全・間質性肺炎・肺癌などのなんらかの背景疾患を有していた。呼吸循環器に背景疾患がない場合、肺結核に罹患しても、標準治療を受ければ呼吸不全に陥る危険性は最近は少ないと推定される。

現在の肺結核後遺症呼吸不全症例数

厚生労働省特定疾患呼吸不全調査研究班²⁾および日本呼吸器学会の在宅呼吸ケア白書³⁾調査によれば肺結核後遺症による呼吸不全のために在宅酸素療法を実施している症例の割合は減少あるいは横ばい状態と推定される⁴⁾(Fig. 1)。かつては肺結核後遺症症例割合がCOPD症例割合よりも大であったが、最近ではCOPD症例割合のほうが大である。現在では在宅酸素療法実施患者の約18%が肺結核後遺症症例で、約48%がCOPD症例であると推定される。全国で在宅酸素療法を受けている患者の数を約11万人とすると、肺結核後遺症呼吸不全在宅酸素療法実施症例数は約2万人と推定される。一方非侵襲的在宅人工呼吸療法(NPPV)を受けている症例は全国で約7900人⁶⁾、うち肺結核後遺症呼吸不全のためにNPPVを受けている患者の割合は約34%³⁾であるので、その数は約3000人と推定される。また侵襲的在宅人工

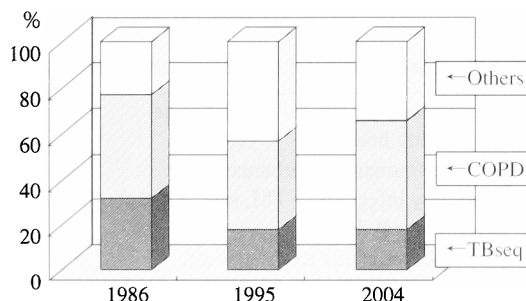


Fig. 1 The proportion of the patients with the pulmonary tuberculosis sequelae in those receiving home oxygen therapy. The data for 1986 and 1997 were from Saitou et al. 1996, and the data for 2004 were from JRS 2005.

呼吸療法(TPPV)については同様に推定すると約300人となる。肺結核後遺症呼吸不全在宅人工呼吸器実施症例数はCOPD実施症例数よりも大である。この関係は在宅酸素療法の場合とは逆である。これは肺結核後遺症呼吸不全においてはCO₂蓄積する症例が多いことによると思われる。約2万人強が在宅酸素療法あるいは在宅人工呼吸療法あるいは両者併用による在宅呼吸療法を受けなくてはならない程度にまでに進展した呼吸不全状態にあることが推定される。これらの在宅酸素療法が適用になる程度までに進展した呼吸不全症例については在宅酸素療法が生存率を改善すること⁷⁾(Fig. 2)、さらに在宅人工呼吸療法を併用することによりさらに生存率が改善することが報告されている⁸⁾(Fig. 3)。しかし在宅人工呼

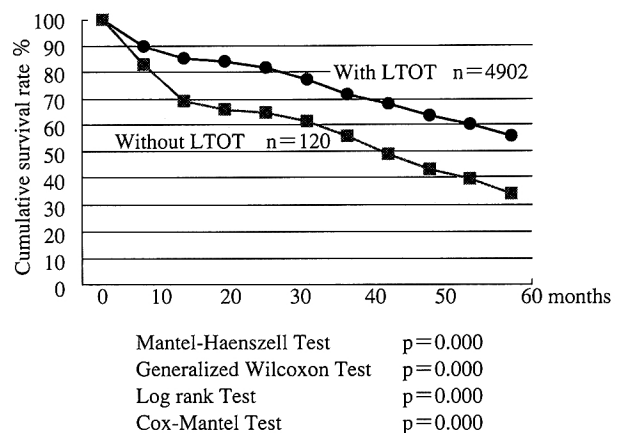


Fig. 2 The cumulative survival rate of the patients with the pulmonary tuberculosis sequelae with and without long term oxygen therapy (LTOT, home oxygen therapy). (Kira et al., 1992). Benefits of the long term oxygen therapy in the patients with the respiratory failure due to the sequelae of the pulmonary tuberculosis.

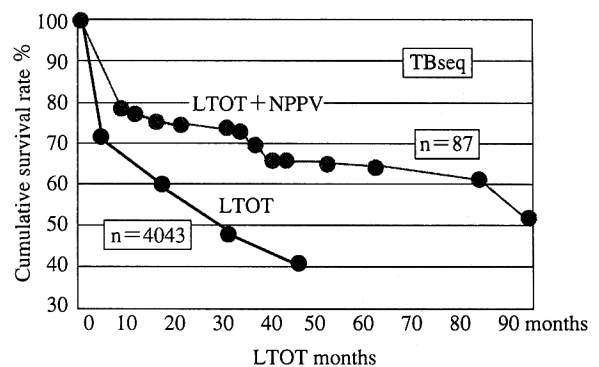


Fig. 3 The cumulative survival rate of the patients with the pulmonary tuberculosis sequelae with long term oxygen therapy (LTOT) and with both LTOT and noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) (Tsuboi, 2003). Benefits of the application of NPPV therapy to LTOT patients.

吸療法を開始する程度に達していない肺結核後遺症症例数は不明である。

体動時低酸素症および体動時肺高血圧

上記のごとく慢性呼吸器疾患症例のなかで在宅呼吸療法を受ける程度にまで進展した呼吸不全症例は在宅呼吸療法から恩恵を受けることができている。しかし室内吸入下安静時には低酸素血症（動脈血酸素分圧 60 Torr 以上）が認められないが、体動によって低酸素血症が誘発される症例が慢性呼吸器疾患症例には少なくない (Fig. 4)。体動による酸素消費量の単位増加量に対する動脈血酸素分圧の低下を COPD と肺結核後遺症とで比較すると、肺結核後遺症でより大きいことが報告されている⁹⁾。慢性呼吸器疾患症例のなかで安定期に肺高血圧を伴う症

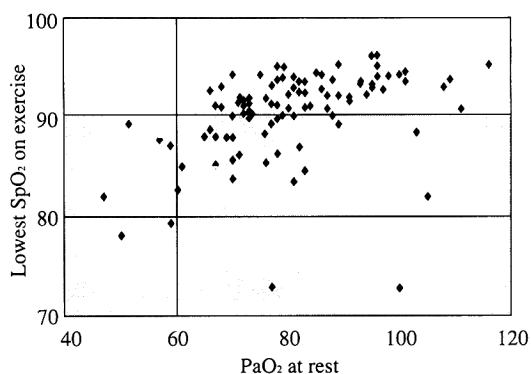


Fig. 4 Exercise hypoxia patients among those with chronic respiratory diseases. The subjects were 116 patients with chronic respiratory diseases. Exercise hypoxia patients: patients who have PaO₂ at rest (room air or O₂ breathing) more than 60 Torr and SpO₂ less than 90% on physical exercise (room air breathing). Lowest SpO₂ on exercise: the lowest SpO₂ during the physical exercise. SpO₂: the oxygen saturation percutaneously measured by the pulse oximeter.

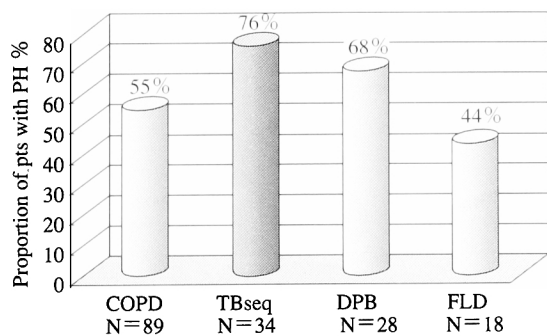


Fig. 5 Frequency of the patients with pulmonary hypertension among the various chronic respiratory diseases during the stable period. COPD: chronic obstructive pulmonary disease, TBseq: pulmonary tuberculosis sequelae, DPB: diffuse pan-bronchiolitis, FLD: pulmonary fibrosis. (Hiraga et al., 1990)

例の割合を疾患別に比較すると肺結核後遺症症例で頻度が高いこと¹⁰⁾ (Fig. 5), さらに肺高血圧を伴う症例の予後は肺高血圧を伴う症例の予後に比し悪いことが知られている^{10) 11)} (Fig. 6)。肺高血圧は慢性呼吸不全症例の予後決定因子の一つである。運動負荷により肺高血圧が誘発されることが報告されている¹²⁾ (Fig. 7)。これら安静時には呼吸障害が認められないが体動時に呼吸障害が顕在化する症例（体動時低酸素症例）の体動時低酸素血症・体動時肺高血圧が酸素投与により回避あるいは抑制される^{12) 13)} (Fig. 7, Fig. 8) ことが報告されている。

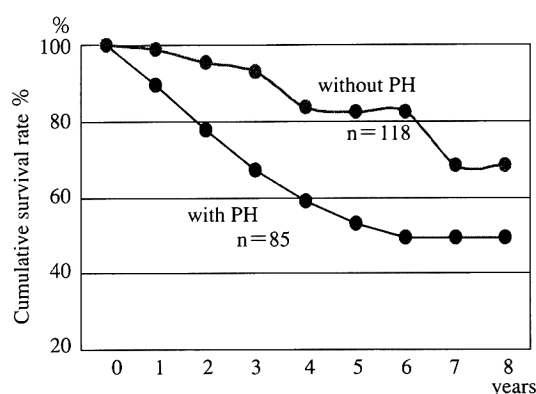


Fig. 6 The cumulative survival rate of chronic respiratory disease patients with the pulmonary hypertension in the stable period and without it. (Hiraga et al., 1990)

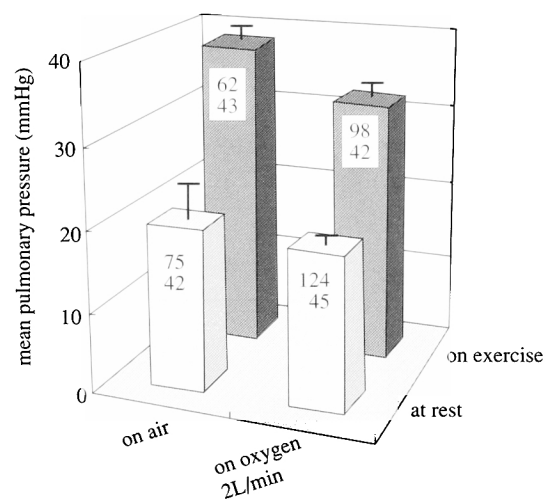


Fig. 7 The pulmonary hypertension which was caused by physical exercise and the benefits of the oxygen inhalation to reduce the elevation of the pulmonary artery pressure. The subjects were twenty five COPD patients (PaO₂ more than 60 Torr room air breathing at rest) with the moderate airflow obstruction (35% < %FEV₁ ≤ 50%) and all of them were in the stable condition. The figures on each column indicate mean PaO₂ (upper figures) and PaCO₂ (lower figures). (Fujimoto et al., 2002)

運動負荷試験

慢性呼吸不全症例の在宅酸素療法保険適用基準には「高度慢性呼吸不全のうち、導入時動脈血酸素分圧 55 Torr 以下であるものおよび動脈血酸素分圧 60 Torr 以下で睡眠時または運動時に著しい低酸素症をきたすものであって医師が必要と認めるもの」と記述されている。在宅酸素療法導入実態調査結果によると施設数にして約9割の施設において安静時室内気吸入下動脈血酸素分圧が 60 Torr 以上の症例に在宅酸素療法導入が行われていた³⁾。その際の導入理由の主なものとは体動時低酸素症であった。導入に際して体動時の呼吸障害検出のために実際に実施された検査のなかで、トレッドミルなどを用いた標準的ないわゆる「運動負荷試験」はごく限られて症例においてのみ行われていた³⁾ (Fig. 9)。これはいわゆ

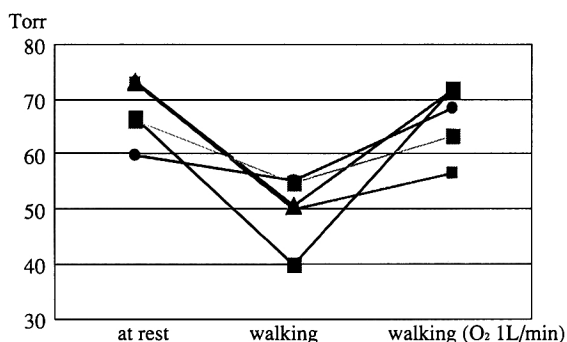


Fig. 8 The benefits of oxygen therapy on the exercise hypoxia. The subjects are five COPD and TB sequelae patients whose mean value of PaO₂ at rest breathing room air was 67 Torr. (Kishi et al., 1993)

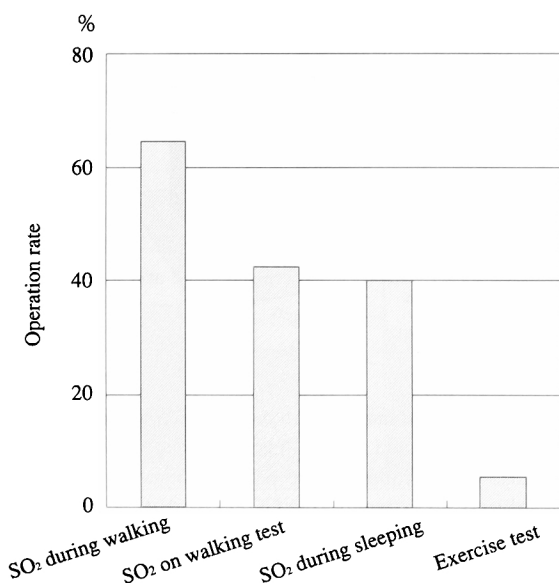


Fig. 9 The frequency of the operation of the clinical exercise examinations on the introduction of the home oxygen therapy. (JRS 2005)

る「運動負荷試験」はそのための高価な装置を必要とし、検査そのものが煩雑であるために、普及しにくいことによると思われる。これに代わる方法として歩行試験がわが国では普及しつつある。在宅酸素療法においては体動時呼吸障害症例への導入の必要性が広く認識されている実態が明らかになったが³⁾、身体障害者福祉法・じん肺法・障害年金法・毒ガス障害認定制度における呼吸障害の認定においては体動時呼吸障害検出方法とその評価については明確にはされていない、あるいは十分に活用されていない。それゆえ体動時呼吸障害が適切に検出されるためには、普及性がある「体動時低酸素症を検出できる方法」が待望されている。

加速度計内蔵パルスオキシメーター

加速度計が内蔵されたパルスオキシメーターを身体に密着させ、これにより垂直方向の加速度と脈拍・酸素飽和度を測定し、内蔵されているメモリーに記憶する装置と方法が検討されている¹⁴⁾ (Fig. 10)。測定された加速度から速度および身体活動度を計算する。この「身体活動度」は当該被検者の体動による消費エネルギーに比例する量である。本法の測定の精度を検証するためにトレッドミルによる運動負荷試験と本法による測定を同時に実施した。トレッドミルでの実測歩行速度と本法から得られた計算歩行速度とがよく一致した (Fig. 11)。また本法から計算される「身体活動度」と同時に実施された呼気分析から求められた実測消費エネルギーとを比較検討したところ、これらはよく一致した (Fig. 12)。本法によるデータを時系列に表示する (Fig. 13) ことにより安静時呼吸障害が認められない症例でも体動により低酸素症が頻発していることが把握できる。各患者について、長時間実測により得られたデータを身体活動度別に分類し、各身体活動度ごとにその時の酸素飽和度の平



Fig. 10 The portable pulse oxymeter with a built-in accelerometer. (Takasugi et al., 2001)

均値を求め、それを表示することもできる (Fig. 14)。症例によっては体動により低酸素症に陥らないが、症例によっては体動時低酸素症が発生していることが理解できる。本法を実施した症例にトレッドミル運動負荷試験を実施し、その双方の結果を歩行速度別酸素飽和度として比較した (Fig. 15)。実際の日常生活のなかではトレッドミル法で中止に至った歩行速度よりも速い歩行速度 (大きな体動) まで行いうる症例が存在することが判明した。この事実には「トレッドミル法では連続して負荷をかけたが、本法における負荷は日常生活のなかでの自由意志による自然な体動による時間的に断続的な負荷であったこと」が要因の一つとして関与していたと推定した。すなわち本法では日常生活における呼吸障害の実態をより正確に把握していると考えられる。

本法の特徴と限界

- 体動時も含めて日常生活全般にわたっての日常生活のなかでの呼吸障害を評価することができる。しかも本法においては試験のためにあらためて負荷を与える必要がなく、また実施することによって新たに惹起される被検者への危険の可能性はなく、安全に簡便にできる。それゆえ本法が普及することを期待しうる。
- いわゆる標準的な「運動負荷試験」ができない症例でも、体動時呼吸障害を評価することができる。
- 日常臨床 (例：呼吸ケアの効果判定) に応用可能であ

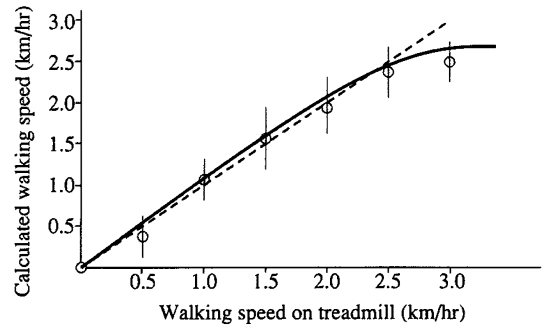


Fig. 11 Correlation between the measured walking speed and the walking speed calculated by the data obtained by the portable pulse oxymeter with a built-in accelerometer.

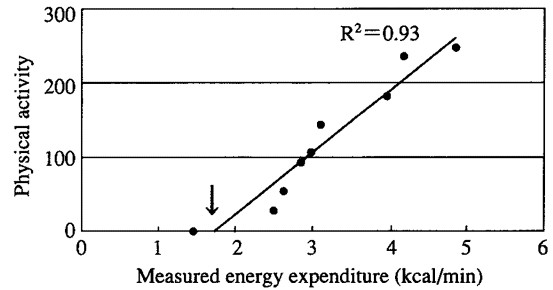


Fig. 12 Correlation between the measured energy expenditure and the physical activities calculated by the data obtained by the portable pulse oxymeter with a built-in accelerometer. ↓ (the intersection of the regression line and the abscissa): the energy consumption at rest.

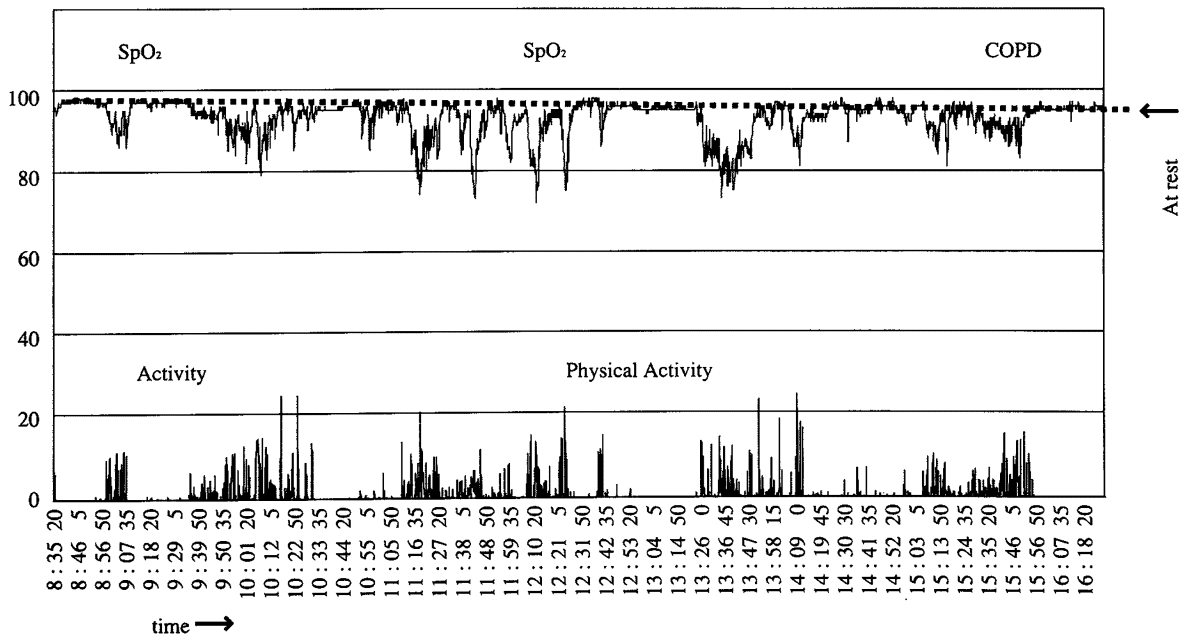


Fig. 13 The time trend data of SpO₂ and the physical activities measured by the accelerometer-built-in pulse oxymeter. ← : the mean SpO₂ of the subject at rest over eight hours.

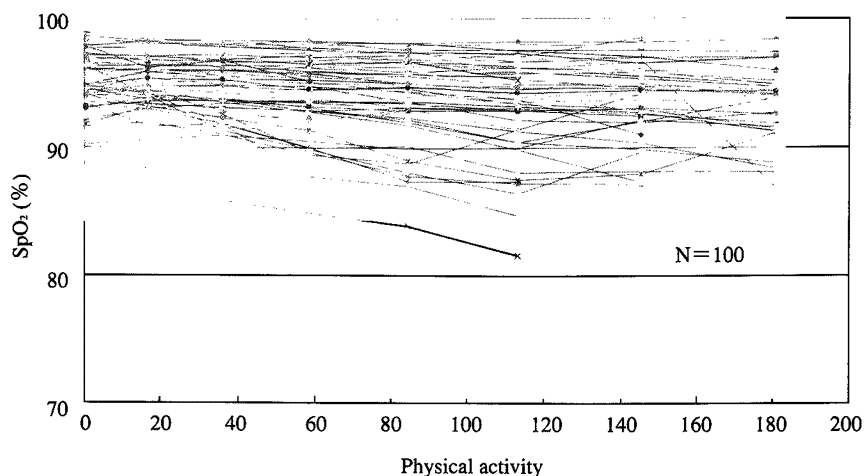


Fig. 14 The relationship between SpO₂ and the physical activities obtained from the accelerometer-built-in pulse oxymeter. The subjects were 100 chronic respiratory patients. Each line represents data from a subject.

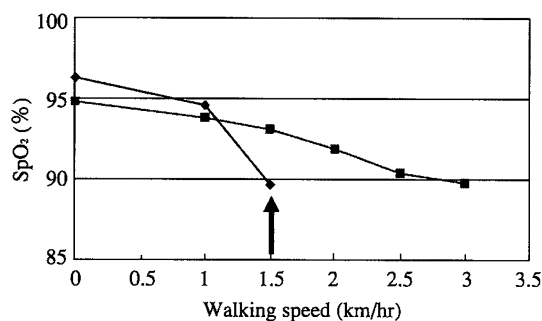


Fig. 15 The comparison between the SpO₂ at every walking speed obtained from the accelerometer-built-in pulse oxymeter method and those from the treadmill method. ↑: the point at which the subject gave up the exercise because of the fatigue and the dyspnea.

る。

●本法が体動時の検査とはいえ、測定項目が限られていること、および体動が自由意志に任されていることのため、最大運動能力など測定しえない指標がある。

●現時点での本方法では体動による加速度のなかで垂直方向の加速度のみを測定している。

おわりに

結核に対する先進的な科学的な取り組みの不断の努力と同時に「結核が遺したもの」への真摯な取り組みもまたわれわれに課せられたもう一つの責務である。これら双方の努力を通して初めて結核を克服することができる。例えば本法のような侵襲性がなく普及性がある体動時呼吸障害検出方法が種々なる場面あるいは諸制度のなかで活用され、呼吸障害がより適切に検出・評価され、そして呼吸療法がより適切に応用され、肺結核後遺症呼吸不全で苦しんでいる人々に少しでも多くの恩恵

がもたらされ、私たちが棲む社会がより成熟した社会に成長することを願う。

文 献

- 1) 島村喜久治：肺結核が残したもの。結核。1990；65：451-455.
- 2) 齋藤俊一，宮本顕二，西村正治，他：在宅酸素療法実施症例の全国調査結果について。厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成7年業績。1996年3月，5-9.
- 3) 日本呼吸器学会：在宅呼吸ケア白書。2005.
- 4) 毛利昌史，町田和子，川辺芳子，他：肺結核後遺症による在宅酸素療法症例の検討—内科的治療と外科的治療の比較—。結核。1996；71：597-601.
- 5) 毛利昌史：日本における肺結核後遺症—呼吸不全を中心として—。結核。1999；74：1-4.
- 6) 石原英樹，木村謙太郎，縣 俊彦：在宅呼吸ケアの現状と課題—平成15年度全国アンケート調査報告—。厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成13年業績。2002年3月，68-71.
- 7) 吉良枝郎，饗庭三代治，鈴木 勉，他：在宅酸素療法実施例（全国）の調査結果について。厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成3年度研究報告書。1992年3月，11-17.
- 8) 坪井知正：NPPVの予後への影響のEvidence。呼と循。2003；51：47-56.
- 9) 立石善隆，前倉亮治，好村研二，他：呼吸器疾患の身体障害者認定における障害程度認定等級と運動機能障害についての検討。日呼吸会誌。2004；42：299-305.
- 10) 平賀俊尚，岸不盡彌，川上義和：慢性呼吸器疾患患者の生存率の検討—右心カテーテル検査が施行された全国205例の追跡調査—。厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成元年度業績。1990年3月，75-79.
- 11) 川上義和：肺結核後遺症における呼吸不全。結核。1997；72：519-522.
- 12) Fujimoto K, Matsuzawa Y, Yamaguchi S, et al.: Benefits

- of oxygen on exercise performance and pulmonary hemodynamics in patients with COPD with mild hypoxia. *Chest*. 2002; 122: 457-463.
- 13) 岸不盡彌, 齋藤拓志, 佐藤利佳, 他: 傾斜運動負荷時における低酸素血症例に対する酸素療法の適応の検討.

- 厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成4年業績. 1993年3月, 97-99.
- 14) 高杉知明, 麻生 茂, 川城丈夫: 慢性呼吸器疾患患者における運動耐容能の新しい評価法の提案. *日呼吸会誌*. 2001; 39: 95-103.

————— The 80th Annual Meeting President Lecture —————

EVALUATION OF RESPIRATORY FAILURE DUE TO SEQUELAE OF TUBERCULOSIS

Takeo KAWASHIRO

Abstract Though the mortality of tuberculosis in Japan has been extremely rapidly depressed from about 150 deaths per 100,000 in 1950 down to about 4 in 1985 during the period of a couple of decades after the World War II. However, the declining trend of the mortality and the morbidity seem to be leveling off now and the morbidity of the tuberculosis remain on the almost same level which are much higher than that of the developed countries. We have to make the progress in the field of the new diagnostic technique and the creation of the new drugs applying the most frontier science and the social system supporting the completion of the treatment for every patient. On the other hand, it is also very important to take care of those who have been suffering from the sequelae of the pulmonary tuberculosis, which include chronic respiratory failure, cor pulmonale, and non-TB chronic pulmonary secondary infections. Among the sequelae we focus to the respiratory failure. Among the patients with various chronic respiratory diseases, there are many who are not hypoxic at rest but are hypoxic during physical exercise in the daily life. The pulmonary exercise test by treadmill or ergometer which needs a lot of work is the standard method to detect the exercise hypoxia. But this test is too complicated to come into wide use in the daily clinical study in Japan. Another exercise test has been eagerly expected for a long period. We newly developed a method to detect the exercise hypoxia in the patients' daily life without burdening the additional physical activities. The device of the new method consists of a portable pulse oxymeter with a built-in accelerometer which measures the oxy-

gen saturation percutaneously and also measures simultaneously the vertical acceleration of the subject's physical movement by the accelerometer. The appropriate evaluation of exercise hypoxia of the patients with respiratory disturbances due to pulmonary tuberculosis sequelae, especially exercise hypoxia, should be performed widely all over the daily clinical examination by such a method as described in this report. Further the system of the evaluation of the exercise respiratory disturbances should be introduced in the various social regimen which concern with the disability due to the respiratory disturbances. We wish our society will be more matured society in which the patients with respiratory disturbances can afford to fully enjoy their lives. Both the frontier science against the tuberculosis and the measures against the sequelae of the pulmonary tuberculosis are one of our important challenges today.

Key words: Sequela of tuberculosis, Respiratory failure, Exercise hypoxia, Exercise test, Accelerometer-built-in pulse oxymeter

National Hospital Organization Higashisaitama National Hospital

Correspondence to: Takeo Kawashiro, National Hospital Organization Higashisaitama National Hospital, 4147 Kurohama, Hasuda-shi, Saitama 349-0196 Japan.
(E-mail: kawasirt@esaitama.hosp.go.jp)