

軽症肺結核患者の作業の基準に関する研究

第3編 高度運動負荷実験について

名古屋大学医学部内科第一講座 (主任 日比野 進教授)

国立愛知療養所 (所長 久野 馨)

佐藤 源彦

(昭和 27 年 8 月 2 日 受付)

序

肺結核患者が社会に復帰する場合病巣が治癒態度を維持しつつ行い得る作業の限度を決定しなければならぬ。このため本編においては重作業にまで鍛錬され軽度運動負荷実験において健康人とほぼ同様な成績を示した患者に対して自転車エルゴメーターにより高度運動負荷実験を行い呼吸循環系の立場より労作適応限界を求めようとした。すなわち或労作を営む時、脈搏・呼吸数・呼吸量・酸素消費量が増加するのであるが、これを継続する場合これ等の変化の過程を観察し、Hill 等が dead point, steady state, second wind の存在を示したのはすでに遠い昔のこととなつた。Bock¹⁾ は自転車エルゴメーターにて Metabolic rate 毎分 1800~2300 cc 程度で長い時間 (40~60分時) にわたつて酸素摂取量の恒常性を示した例を挙げている。白井²⁾ は作業強度の余り大なる場合のいわゆる定常状態 steady state の破壊現象と作業間の休養期間における代謝度の高さは作業強度或いは疲勞度の大小の一示標たり得るといい、さらに定常状態なる名称のもとにおける酸素摂取の恒常性を示す実験例として、硬炭瓦 2 個をベルト台上に移動させて 2 前間 54 分に及び行つている。この steady state を Dill は呼吸の面から言えば O_2 需要と供給が平衡を保つている状態であるといつている。さらに白井は真の定常状態では酸素摂取量は労作中長時間に亘つて極めて恒常に保たれ、しかして定常状態の破壊は緩慢なる破壊と急激なる破壊を認める。緩慢なる破壊として酸素消費量・呼吸量は初め安定している如くであるが時間の経過とともに漸次増加し、その値が不安定となつて、作業動作にも異常があらわれてくる。急激なる破壊としては酸素消費量・呼吸量ともに安定することなく急激なる上昇を来す。しかして真の定常状態も労作中の呼吸商の降下の示す如く炭水化物の貯蔵の欠乏等によつて少なくとも破壊される運命にあるものの如くであるといつている。

私は自転車エルゴメーターにより運動負荷を行い、脈搏・呼吸量・酸素消費量・呼吸商の安定した状態の破壊を求めて実験を行つた。

第 I 項 実験方法

被験者として第 I 例は健康者、第 II, III 例は無処置患者、第 IV, V 例はともに成形患者である。II III IV V ともに前述の如く重作業に耐乏且つ軽度負荷実験において他の健康者とほぼ同一の成績を示した症例である。負荷は自転車エルゴメーターを用い、実験 A は負荷 4.5 kg, 60 回/分 1 時間、実験 B は 4.5 kg 120 回/分 1 時間行い、負荷前・負荷中、及び負荷終了後 30 分間の脈搏・呼吸量・呼吸数・酸素消費・呼吸商の変化の過程を観察した。なお酸素量・呼吸商・呼吸量測定は軽度負荷実験第 2 編と同様に行つた。

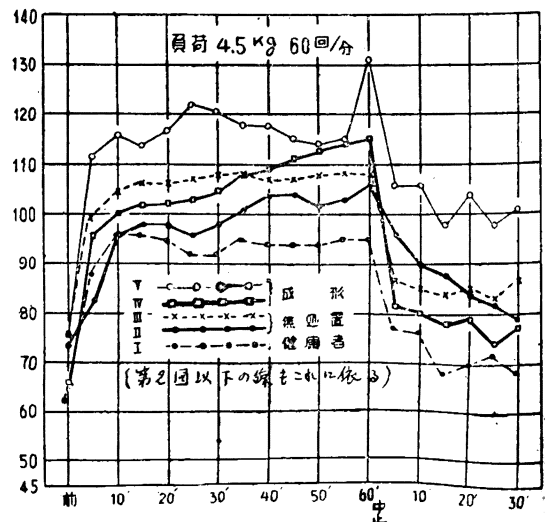
第 II 項 実験成績

I 実験 A 負荷 4.5 kg 60 回/分 1 時間

a) 脈搏

各例ともに運動開始と同時にその変化は第 1 図の如くで第 I 例の負荷時 (60 分間) における脈搏数は 4 以内の増減に過ぎない。すなわち安定状態を保つ。第 II 例は負荷開始より 30 分以後に脈搏数はさらに漸次増加し、安定状態が破れ、第 III 例は負荷中一定の状態を保ち得る

第 1 図 脈搏の逐次的変化

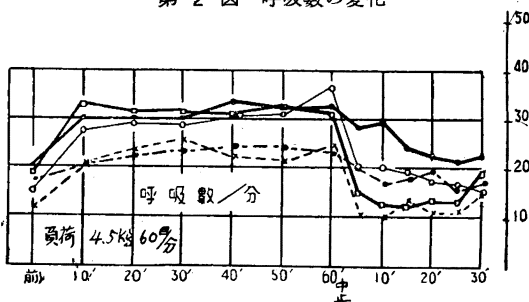


も脈搏の増加率が第Ⅰ例に比して著しい。第Ⅳ、Ⅴ例はともに脈搏の増加率が著明であるばかりでなく、負荷開始後30分以内にすでに安定が破れている。負荷終了後の回復状態は第Ⅴ例は30分を終るも遙かに負荷前値(76)を越えたるまま(101至)である(第1図)。

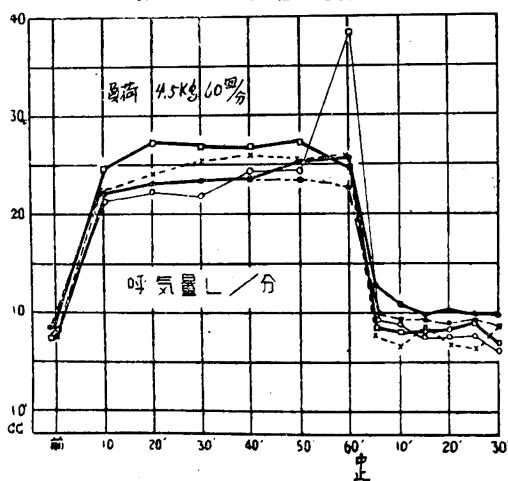
b) 呼吸量及び呼吸数

呼吸量は負荷開始とともに急激に増加し、一般にその後負荷中安定状態を示しているが、第Ⅴ例は負荷開始後60分において特に増加が著しくなっている。負荷終了後第Ⅰ、Ⅱ例は30分後も負荷前値に戻っていなかった。呼吸数は第Ⅰ、Ⅲ例は第Ⅱ、Ⅳ、Ⅴ例に比して呼吸数が少なく、症例Ⅴは呼吸量と同様に60分において増加している。負荷終了後の復帰は第Ⅱ例が30分近く要したが各例は概ね10分内外である(第2~3図)。

第2図 呼吸数の変化



第3図 呼吸量の変化

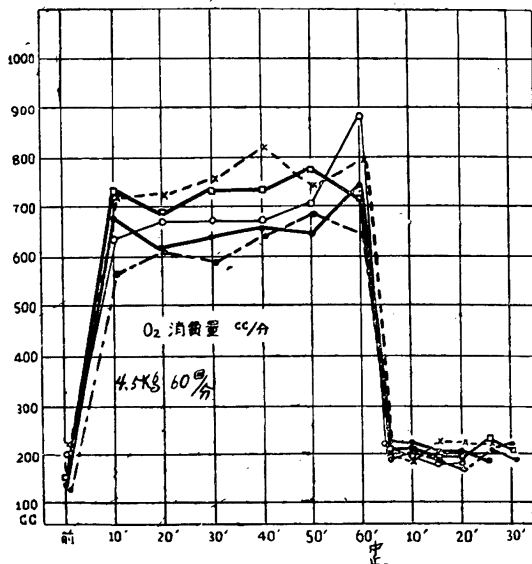


c) 酸素消費量

酸素消費量も各例ともに負荷後直ちに上昇し既に10分に一応安定する。例えば第Ⅰ例の如きは負荷中10%以内の動揺に過ぎない。しかし第Ⅱ、Ⅴ例がそれぞれ30分以後において殊に第Ⅴ例においてはやや動揺が大きい。負荷終了後第Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ例は30分で回復していない(第4図)。

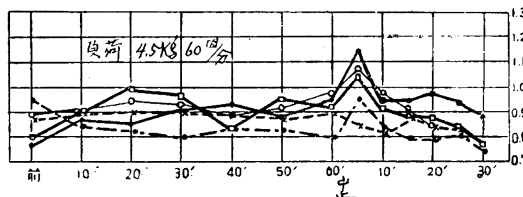
d) 呼吸商

第4図 酸素消費量の逐次的変化



第Ⅰ例においては負荷とともに低下し、負荷後20分からは明らかに低い値を継続している。他の4例は安静時より20~30分においてやや上昇し安定した状態を継続している。負荷終了後10分以内においては各例ともに1時的にやや高い値を示す(第5図)。

第5図 呼吸商の変化

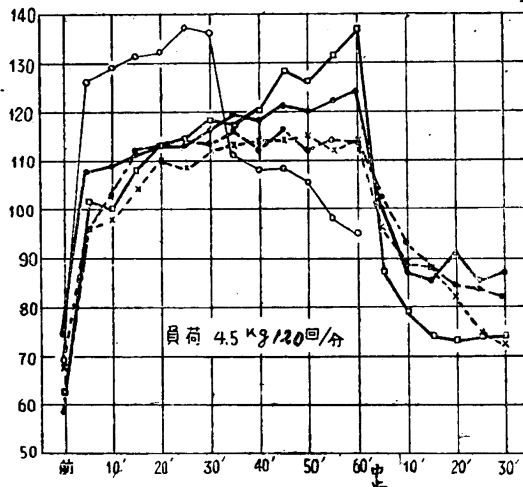


Ⅱ 実験B 負荷 4.5kg 120回/分 1時間

a) 脈搏

実験Aに比して各例ともに脈搏の増加著しく、特に第

第6図 脈搏の逐次的変化

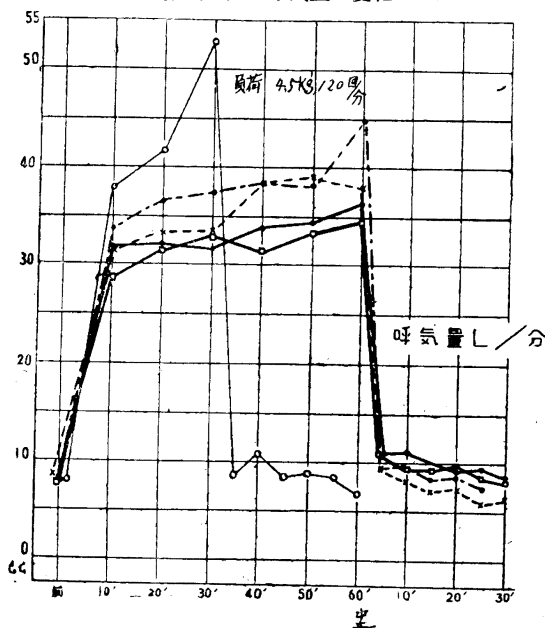


Ⅳ, Ⅴ例はその増加が高度で特に, 第Ⅴ例は 30 分にして苦悶の為実験を中止した。第Ⅰ, Ⅲ例は負荷 60 分間安定状態を保ちえたが, 第Ⅱ例は 30 分位で, 第Ⅳ例では 25 分位ですでに安定状態に破綻を生じた。負荷終了後の回復は各例ともに 30 分にしては充分ではない。ことに第Ⅴ例の回復は遅い(第 6 図)。

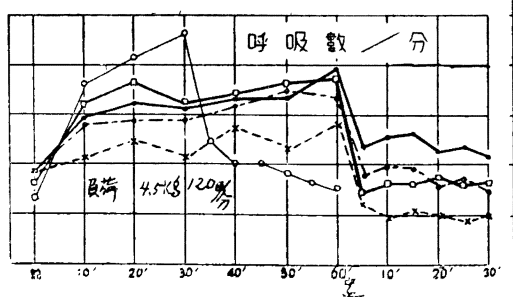
b) 呼気量及び呼吸数

呼気量は負荷後急速に上昇するが第 1 例においては 30 分以後にさらに増加著明となり, 特に 60 分において著しく増加している。第Ⅱ, Ⅲ例も同様に 30 分より漸次増加が著しくなり, 症例Ⅳは比較的安定している。症例Ⅴは最初より急激に増加して 30 分にて負荷中止のやむなきに至つた。各例とも負荷終了後 30 分にしても負荷前値に戻っていない。呼吸数においては第Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ例ともに 30 分までは比較的安定した数を示しているがそれ以後に漸次増加を示している。第Ⅴ例は急激に増加が著しく 30 分にして負荷を中止した。回復は第Ⅰ, Ⅲ, Ⅳ例は 20 分以内であるが, 第Ⅱ, Ⅴ例は快復に 30 分以上を要する(第 7~8 図)。

第 7 図 呼気量の変化



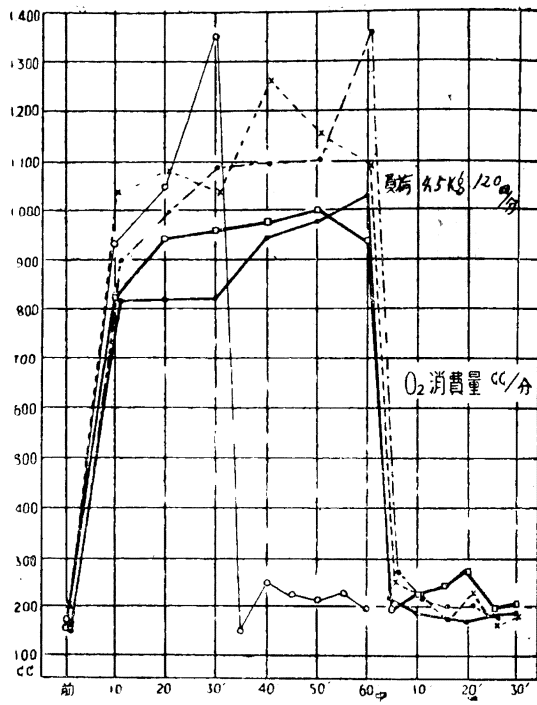
第 8 図 呼吸数の変化



c) 酸素消費量

酸素消費の状態はこの負荷においては O_2 消費増加が甚だ著明である。第Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ例が 30 分にして安定状態が破れ著しく増加を示しているにも拘らず, 第Ⅴ例は急速に激増し 30 分にして負荷を中止した。第Ⅳ例は比較的安定を保ちえた。回復は各例ともに 20 分以上を要している(第 9 図)。

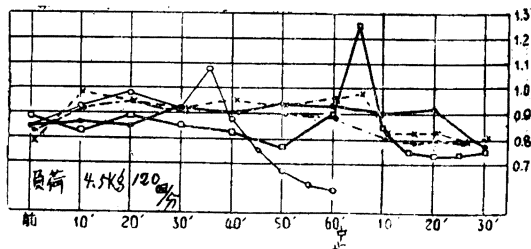
第 9 図 酸素消費量の逐次的変化



d) 呼吸商

第Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ例ともに負荷と同時に漸次上昇して 30 分からやや低下している。第Ⅳ例は上昇を示さない。負荷後 1 時的に上昇を示した症例Ⅴは負荷中止後 R.Q. の異常の低値を示しているのは代謝異常を示すものと考えられる(第 10 図)。

第 10 図 呼吸商の変化



第 III 項 総括及び考按

本実験は健康者, 無処置患者及び胸廓成形術施行患者にして, 作業療法において重作業を行い, 又, 軽度負荷実験において健康者とはほぼ同様の成績を示し, 大体社会人

と同様にまで鍛練されたと考えられる社会復帰直前の肺結核患者につけて行つたのである。すなわち、4.5kg 60回/分負荷にあつては第Ⅰ例は脈搏・呼吸数・呼気量・ O_2 消費ともに安定した状態を示している。すなわち真に安定した状態を示しているものと考えられる。症例Ⅱは脈搏・酸素消費量ともに30分以後に安定状態の破壊に傾き、呼気量は安定しており、第Ⅲ例は脈搏・呼気量は安定状態であるが脈搏の増加率高く、酸素消費量は30分に動揺が激しくなつてきている。第Ⅳ例は被験者の中で最もよく鍛練されている者と考えられた症例であるが脈搏は30分にて安定状態が破れている。呼気量・ O_2 消費量は60分に至るまで安定している。第Ⅴ例は脈搏・呼気量・ O_2 消費量ともに負荷中に安定が破れている。以上により4.5kg 60回/分負荷実験においては第Ⅱ、Ⅲ例は30分内外にて安定した状態より破壊に向う傾向を呈しているものと考えられる。成形患者症例Ⅳは症例Ⅱ、Ⅲに近いが、第Ⅴ例は明らかに劣る。しかして脈搏と O_2 消費量の変化の過程は必ずしも並行的な値を示しておらない。

4.5kg 120回/分負荷実験にあつては第Ⅰ例は脈搏は安定したが、呼気量・ O_2 消費ともに30分にて破壊の状態となり、症例Ⅱは脈搏・ O_2 消費ともに30分まで安定爾後増加、呼気量は比較的安定し、症例Ⅲは脈搏は比較的安定しているが呼気量・ O_2 消費は30分より増加を示す。第Ⅴ例は各実験値ともに急激に上昇し、30分にして中止のやむなきに至り、恢復期におけるR.Qも0.59に異常な低値を示して被験者にとりて過強度の労作であることを示す。又脈搏と O_2 消費の過程が明らかに並行関係を示さないもののあることは軽度負荷実験の場合と同様である。R.Qは負荷後一般に上昇に傾くが第Ⅰ例は30分に、他は40分又は50分に降下安定した状態、又は僅かに漸次低下の兆をみせている。綜合觀察してみると負荷4.5kg 120回/分負荷実験においては、第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ例は約30分内外、第Ⅳ例は25分体力学的に比較的安定状態において継続可能にして、第Ⅴ例はこれよりさらに劣ることを示した。

軽度負荷実験(第2編)においては軽作業患者と重作業患者すなわち、重作業を行い得るまでに鍛練された患者との間において比較するに後者がその恢復が速やかであ

つた。恢復が健康人及び作業療法経過退所者に近い者は体表面積 $1m^2$ に対する肺活量が1.4立以上のものであつて、1.4立以上の肺活量があつて恢復が著しく遅延したものは鍛練のよくできていない軽作業患者であつたことは第2編で述べた如くである。又第1編において述べた如く気胸患者を除きて、肺結核患者は作業療法間において肺活量が増加、又は現状維持を示し、減少したものがなかつた。本編の高度負荷実験においては第Ⅴの体表面積 $1m^2$ に対する肺活量は1.6立を示し、第Ⅱ、Ⅲ例はそれ以上の肺活量であつた。而して無処置患者にあつては健康人に比して差が僅かであり、胸廓成形患者はやや劣るが実験Aの如き負荷作業(R.M.R. 2.5)には無処置患者と殆んど変わらない。しかし作業強度によつて虚脱療法患者においては制限作業を行わなければならないことは実験Bの如き高度負荷の成績においてこれを知るのである。なお本実験は負荷の方法が足を主体とする作業であつたが作業患者において上半身に比較的運動の多い作業に咯血等を認めることが多いことは職種を選定上作業強度とともに作業内容においても考慮を払うべきことを示すものである。

結 論

私はよく鍛練された社会復帰直前の作業療法患者に高度運動負荷実験を行いその作業能力を調査した。すなわち結核患者の社会復帰に際しその作業の基準となるべき体力学的な成績を求めんとしたのである。すなわち自転車エルゴメーターを用いて4.5kg 60回/分(R.M.R. 約2.5)及び4.5kg 120回/分(R.M.R. 約4.5)を各々1時間負荷した。無処置患者においてはR.M.R. 2.5内外の中等作業には30分内外、R.M.R. 4.5内外の重労働はやや短く25分内外持続的に体力学的に安定状態において行うことができ、健康人の作業能力に近い。

成形患者はよく鍛練されたと考えられる場合も無処置患者に比べて作業能力がやや劣つていると考えられる。

文 献

- 1) Bock, Vancaulaert, Dill, Fölling u, Hurxthal; Jour. Physiol, Vol 66 P162, 1928.
- 2) 白井・鈴木・白石; 日本生理学雑誌, 9巻, 9, 10号 昭18.
- 3) 白井; 労働科研, 14巻, 784, 昭12.