

**岡山スポーツ医科学研究会  
平成4年度講演抄録集**

平成5年度9月4日

**岡山スポーツ医科学研究会**



# 平成4年度研究会の記録

## 第7回 岡山スポーツ医科学研究会総会

日時：1992. 9. 22 (土)

場所：岡山大学医学部図書館 3階講堂

一般発表

①日本循環器管理研究協議会作製 「運動のすすめ」ビデオ発表

②人間ドック受診者の体力テストと運動指導

萬代知恵(岡山中央病院), 他

③人工弁置換術後の運動指導

一心肺運動負荷試験(嫌気性閾値測定)の経験

津島義正(心臓病センター榊原病院), 他

招待講演Ⅰ

「健康増進施設と医療費控除」

友吉由紀子(日経メディカル記者)

招待講演Ⅱ

「超高齢化社会・フィットネス・女性」

高原亮治(岡山県環境保健部長)

## 第8回 岡山スポーツ医科学研究会総会

日時：1993. 2. 27 (土)

場所：岡山大学医学部図書館 3階講堂

講演Ⅰ

「手の指のスポーツ外傷」

橋詰博行(岡山大学整形外科)

講演Ⅱ

「オリンピックまでのトレーニング-体操競技-」

梶谷信之(岡山大学教養部)

招待講演

「運動中の呼吸と循環の調節」

菅弘之(岡山大学第2生理)

# 第7回 岡山スポーツ医科学研究会講演抄録

## 人間ドック受診者の体力テストと運動指導

萬代 知恵, 谷合 一陽, 西村 誠明, 藤原 瑞子

角田 知子, 東山 まり, 金重 哲三 (岡山中央病院)

吉良 尚平 (岡山大学医学部公衛)

### 【目的】

高血圧, 高脂血症, 糖尿病などの成人病は, 職場における一般健診で発見される割合の大きい疾病である。一方, これらの疾病は運動不足病とも呼ばれているように, 日常生活における運動不足と摂取カロリーの過剰を背景として増加してきている。そこで我々は, 人間ドックにおける, より積極的な健康づくりをめざして, 体力測定とそれに基づく運動指導をドック受診時に実施するように平成3年度から取り組みをはじめた。今回この人間ドックでの体力測定結果と運動指導の取り組みにおける問題点について報告する。

### 【方法】

当院における人間ドックにはAコース(日帰り)とBコース(1泊2日)の2種類のコースを設けている。表1にその検査手順の概要を示している。検査手順の中でルナー社製DPXによる身体組成の測定(骨塩量, 体脂肪率など)と体力測定・運動指導を含めていることが当院のドックの特徴といえる。Aコース, Bコース共に表2に示した全身持久力, 筋力/筋持久力, 柔軟性, 瞬発力, 敏捷性, 平衡性の7項目について体力測定を行っている。特に1泊2日のBコースでは, 12誘導心電図をモニターしながら, 自転車エルゴメーターを用いたランプ負荷法による運動負荷テストを行い, 換気性閾値をセンサーメディクス者製MMC4400tcで測定している。換気性閾値の測定

は, 被検者の全身持久力, 特に有酸素能力を評価するものであり, 運動処方材料としている。またAコースでは, イヤーセンサーによる脈拍モニターから推定した最大酸素摂取量で評価している。

表1. 当院における人間ドックの流れ

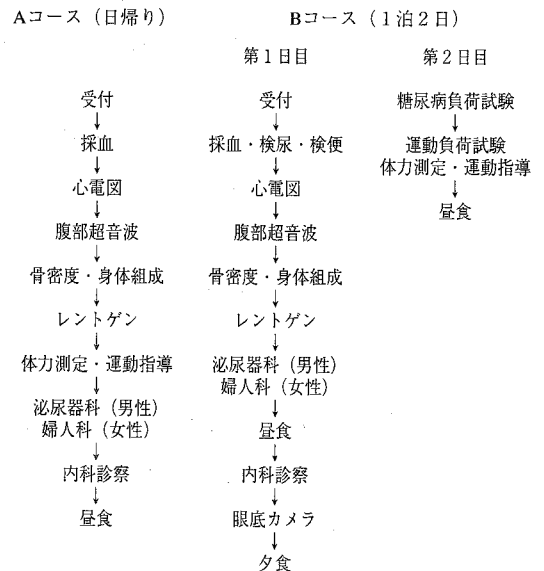


表2. 体力測定の内容

体 力	測 定 項 目
全身持久力	エルゴメーターによる負荷テスト 12誘導心電図・換気性閾値
筋 力	握力・脚伸展力
筋 持 久 力	上体おこし
柔 軟 性	座位体前屈
瞬 発 力	垂直とび
敏 捷 性	全身反応時間
平 衡 性	閉眼片足立ち

## 【結果】

平成3年度の人間ドック受診者総数は302名であった。そのうち男性は225名、女性が77名であった。体力測定・運動指導を受けた受診者（表3）は157名（52.0%）であった。男性は80名（35.6%）女性39名（50.7%）と、受診者数としては少ない女性の方が体力測定・運動指導実施率が高い結果であった。ドック受診者は男女共に40歳代が最も多かったが、体力測定・運動指導実施率は男性は40歳代、50歳代が30%程度と低く、女性は30歳代、40歳代が低い傾向であった。

体力測定の結果は、男性（表4）では握力、脚伸展力、上体おこしの筋力／筋持久力が60歳代で低下が著しく、また垂直とび、全身反応時間も同様に60歳代での低下が目立った。女性（表5）でも握力、脚伸展力、垂直とび、全身反応時間、閉眼片足立ちなどの低下がやはり60歳代で明らかであった。

自転車エルゴメーターによる運動負荷テストは、Aコースの最大酸素摂取量の測定は71例実施したが、再現性に問題があった。Bコースは12誘導心電図をモニターしながらbreath by breathで呼気ガス分析し、換気性閾値を測定する方法で48

表3. 運動指導実施数

年齢 (歳)	男 性		女 性	
	ドック	運動指導(%)	ドック	運動指導(%)
20～	5	3 (60.0)	4	3 (75.0)
30～	35	14 (40.0)	18	6 (33.3)
40～	103	30 (29.1)	30	12 (40.0)
50～	63	20 (31.7)	16	11 (68.8)
60～	17	12 (70.6)	8	7 (87.8)
70～	2	1 (50.0)	1	0
計	225	80 (35.6)	77	39 (50.7)

名に実施した。この方法は再現性はよく、また被検者の呼気ガス分析結果から有酸素能力が得られるので、運動処方に直接役立てることが可能であった。

身体組成のうち体脂肪率は、男性は年代での差はみられなかったが女性は幾分増す傾向であった。

体力測定後、運動指導は健康に関する体力である全身持久力、筋力／筋持久力、柔軟性、身体組成の資料をもとに、日常生活にその人に合った運動習慣をとり入れるようにすすめている。

表4. 男性受診者の体力測定結果

年 令 (歳)	握 力 (kg)	脚伸展力 (kg)	上体おこし (回/30秒)	体 前 屈 (cm)	垂直とび (cm)	反応時間 (秒)	閉眼片足立ち (秒)	換気性閾値 (ml/kg/分)	体脂肪率 (%)
30～	43.5 ±5.7	73.0 ±15.2	19.1 ±6.1	1.3 ±5.7	50.0 ±5.7	0.36 ±0.09	33.6 ±31.2	17.8 ±7.0	21.4 ±6.5
40～	40.4 ±5.8	68.8 ±15.3	15.7 ±4.3	2.1 ±12.6	45.6 ±8.8	0.36 ±0.05	26.1 ±19.6	13.6 ±2.3	19.8 ±5.8
50～	39.3 ±4.9	63.3 ±10.8	13.4 ±3.5	-1.2 ±10.5	42.0 ±6.9	0.37 ±0.06	20.2 ±15.6	13.8 ±1.7	23.2 ±4.9
60～	34.8 ±7.2	50.9 ±11.7	8.6 ±5.4	1.5 ±8.4	35.6 ±9.9	0.40 ±0.10	17.2 ±13.9	11.5 ±1.8	18.7 ±6.8

表5. 女性受診者の体力測定結果

年 令 (歳)	握 力 (kg)	脚伸展力 (kg)	上体おこし (回/30秒)	体 前 屈 (cm)	垂直とび (cm)	反応時間 (秒)	閉眼片足立ち (秒)	換気性閾値 (ml/kg/分)	体脂肪率 (%)
30~	27.6 ±2.6	44.8 ±8.4	13.1 ±4.6	10.4 ±7.5	34.8 ±4.3	0.39 ±0.04	30.7 ±33.9		28.2 ±6.1
40~	27.1 ±4.2	42.7 ±8.6	8.0 ±7.6	6.4 ±9.4	33.2 ±3.4	0.39 ±0.05	42.2 ±83.2		30.6 ±7.7
50~	24.0 ±5.0	38.1 ±7.8	1.5 ±4.8	9.9 ±8.1	26.8 ±5.2	0.42 ±0.04	23.9 ±39.5	12.1 ±2.5	35.3 ±7.4
60~	21.6 ±4.7	29.3 ±9.1	4.1 ±4.1	12.8 ±5.5	19.5 ±7.1	0.49 ±0.13	6.0 ±2.8	11.3 ±0.3	34.2 ±5.9

### 【考 案】

人間ドックで体力測定と運動指導を1年間実施してきたなかで、いくつかの問題点が指摘された。

まず、体力測定の方法と評価の問題点について、Aコースの脈拍モニターから推定した最大酸素摂取量推測値は再現性が悪く、継続的に運動指導を行うためには問題があるといえる。筋持久力の測定では、腰痛のために上体おこしが不可能な人もおり、中高年者に対しての体力測定は、方法を工夫する必要があると考えられる。

次に、ドックの流れの中での体力測定を実施することによる問題点もみられる。Aコースでは、胃レントゲン検査でバリウムを飲んだ後に体力測定を行うため、気分が悪くなる受診者もある。また、測定時間が限られているため、測定項目の説明や運動指導が不十分になりがちとなる傾向もある。1泊2日のBコースでは、換気性閾値の測定後、身体組成の結果も含めゆっくりと指導する

ことが可能となり体力測定と運動指導を効果的にするためには1泊2日のBコースの方が望ましい。

もちろんドックにおける1回の指導だけで、日常生活習慣を変えることは難しいが、しかし2年続けて体力測定・運動指導を行った11名の受診者のうち、3名がドックをきっかけにして運動を日常生活習慣としていた。

### 【まとめ】

以上、人間ドックにおける運動指導の取り組みについて報告した体力測定にはその意義を含め、測定上の問題点もいくつか抱えている。しかも、人間ドック受診者への運動指導が、体力測定の結果報告が中心となりがちであることも問題である。我々は、人間ドック受診者への運動指導を単に結果の報告に終わらすのではなく、日常生活習慣に積極的に運動を取り入れてもらえるように改良を重ねていきたい。

# 人工弁置換術後の運動指導 —心肺運動負荷試験（嫌気性代謝閾値測定）の経験—

津島 義正, 喜多 利正, 難波 温夫,  
友国 淳子, 森田 六子, 谷口 堯  
(心臓病センター榊原病院 心臓リハビリテーションセンター)

## はじめに

1992年7月までの過去3年間に当院で行われた冠動脈バイパス術は135例で病院死が1例0.7%, 弁膜症手術は244例で病院死が2例0.8%であった。高齢者や重症例へと手術適応が拡大しているにもかかわらず、待機手術の成績は格段に安定してきた今日、術後の良好なquality of life (QOL) が要求される。

実際、経過のよい外来患者から“どの程度まで運動してもいいか”と問われることが少なからず経験される場所である。従来は、適切な客観的指標がないため、運動指導は困難であった。

近年、虚血性心疾患のリハビリテーションにおける運動処方<sup>1)</sup>の指標として、嫌気性代謝閾値 (Anaerobic Threshold: AT) が利用されるようになった<sup>2)</sup>。1992年、当施設に心臓リハビリテーションセンターが開設され、ATの測定と監視下運動療法が可能となった。適切な運動指導のための客観的指標として、心肺運動負荷試験を実施し、検討したので報告する。

## 対象と方法

対象は弁置換術後6カ月以上経過した患者20例(男17, 女3)で、NYHA I度16例, II度4例であった。大動脈弁置換術 (AVR) 10例, 僧帽弁置換術 (MVR) 6例, AVR+MVR 3例, Bentall 手術1例で、使用人工弁はSJM 弁21個、

Björk-Shiley 弁2個であった。年齢は16~69歳(平均48歳), 術後期間は6カ月~12年(平均2.8年), 胸部X線写真の心胸郭比は37~59%(平均47%)であった。

心調律は、全例が洞調律で、利尿剤は4例(20%)にのみ使用されていた。

方法は、自転車エルゴメーター (日本光電 Aerobic Exercise Ergometer) を用い、毎分10Wのランプ負荷法にて、breath by breathで呼気ガス分析 (ミナト社 Aeromonitor AE280S) を行った。

## 結 果

結果は表1に示す。心拍数はAT時93/分(68~124), 最大負荷時120/分(92~164)であった。酸素摂取量はAT時12.3ml/min/kg (7.8~15.6) 最大負荷時18.6±4.3ml/min/ (9.3~26.2) であった。負荷のend point はBorg達成5例, Borg達成+下肢疲労4例, 下肢疲労10例, 血圧上昇1例であった。

図1にAT時と最大負荷時の酸素摂取量で各症例の分布を示す。Weber-Janicki の心機能分類<sup>3)</sup>では、酸素摂取量でAT時14ml/min/kg, 最大負荷時20ml/min/kgをこえるclass Aは20例中5例(25%)であった。class Bが10例, class Cが4例, class Dが1例であった。

表1 結果

	AT時	最大負荷時
心拍数	93±12 (68~124)	120±19 /分 (92~164)
収縮期血圧	156±24 (127~220)	173±30 mmHg (107~246)
Work Rate	46±11 (24~64)	84±22 Watt (38~112)
運動強度	3.5±0.6 (2.2~4.4)	5.3±1.2 Mets (2.6~7.4)
酸素摂取量	12.3±2.1 (7.8~15.6)	18.6±4.3 ml/min/kg (9.3~26.2)
Borg指数	12±2 (9~16)	16±2 (13~19)

表2 心臓リハビリテーション実施症例

症例	1 (48歳男)	2 (48歳女)
手術術式	AVR+MVR	AVR+MVR
術後期間	4年	3.5年
実施理由	運動志向	不安感解消
実施期間	2カ月	1カ月
運動強度 (リハ前→後)		
AT時	2.5→3.8Mets	3.1→3.5Mets
最大	2.8→6.2Mets	3.9→4.6Mets

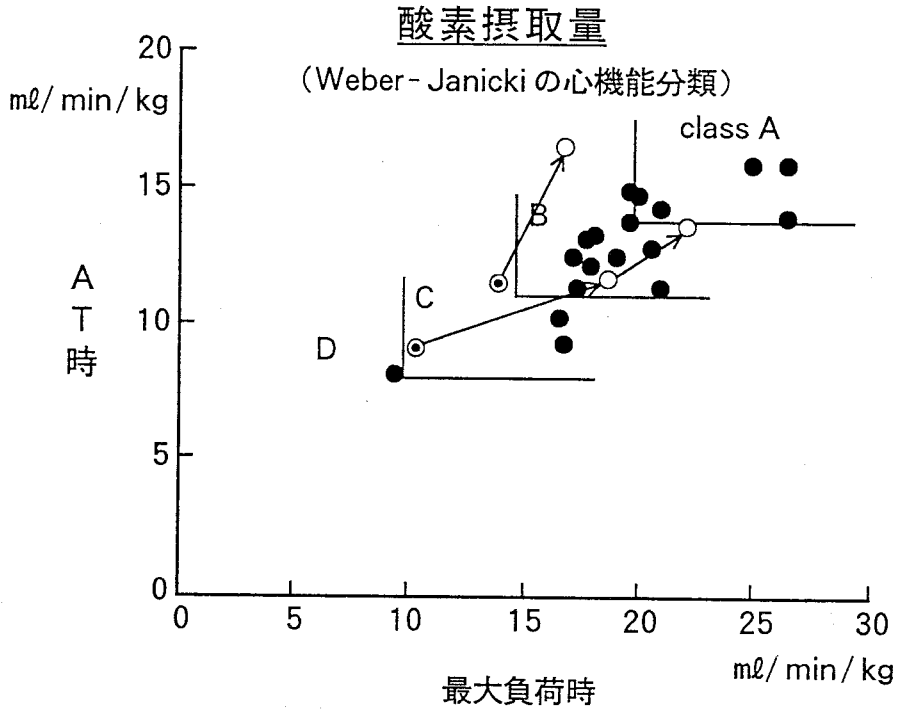


図1 最大負荷時

図1 20症例におけるAT時と最大負荷時の酸素摂取量を示す。心臓リハビリテーションを実施した2症例では●印がリハビリ前、○がリハビリ後を表し、矢印でその改善を示す。



心臓リハビリテーションセンターにて運動療法を実施した症例は2例であった(表2)。

実施理由は、1例でゴルフの打ちっぱなし程度はしていたが、もう少し積極的に動いてみたいという、いわゆる運動志向であった。もう1例は、心機能は良好と判定されているのに、軽労作で息切れがするという不安感の解消を目的とした。

ストレッチや低強度エアロビクスの後、自転車エルゴメーターを20分から30分、これを週3回実施した。運動強度はAT時の心拍数を指標にして、Work Rate (Watt) で処方した。

Weber-Janicki の心機能分類では、症例1は、class Cから1カ月でclass B、もう1カ月でclass Aへ改善し、症例2はclass Cからclass Bへ改善した。

## 考 察

虚血性心疾患の運動療法の報告は多いが、弁膜症の報告はきわめて少ない。Toyomasu<sup>3)</sup>らは弁膜症術後早期の85症例に $\dot{V}O_2 \max$ の70%の運動強度による運動療法を4週間行い、 $\dot{V}O_2 \max$ が18.2から20.7ml/min/kgに改善し、その有用性を指摘した。これにより、早期に社会復帰が可能となると結論している。

今回の検討症例20例は、術後遠隔期で手術そのものの影響はなく、運動能は恒常状態にあると考えられる。しかも、全例が洞調律で平均CTR48%、利尿剤の使用は4例のみ、NYHA I度16例、II度4例の、弁置換術後の症例の中では、最も経過良好なグループでの検討であった。

Weber-Janicki の心機能分類は酸素摂取量を求めて、NYHA I度からIV度に対応して、class AからDに分類したものである。対象20例中16例の自覚症状からNYHA I度と考えられ

ていたが、NYHA I度に相当するclass Aは5例(25%)に過ぎず、予想外に少なかった。このことは、患者が比較的低い運動量の生活に甘んじて過ごしている可能性を示唆する。

また、わずか2症例ではあるが、1~2カ月とい短期間のリハビリテーションにて急速に改善したことから、心機能の制限以上に日頃の運動が制限されていた可能性がうかがえ、しかも運動療法の有用性が推測された。

この2症例の運動強度は、AT時の心拍数を指標としてWork Rate (Watt) で処方した3)が、他の18例では、AT時の心拍数を指標とした歩行を運動処方の基本としている。その実行程度と結果は現在検討中である。

斉藤<sup>4)</sup>は、心拍数を一律に100~110/分に指定した場合、実際の運動処方中の運動強度は、個々の症例で2~7 Metsまでの広範なばらつきを認めたと報告している。今回の検討では、AT時の心拍数は68~124(平均93)で、比較的少なく、かつ症例により広範に分布していた。原疾患や洞機能の違い、強心剤やCa拮抗剤の内服の有無などが、影響しているためと考えられるが、こうした点からも、実際に心肺運動負荷試験によりATを求めての運動処方が望ましいと考えられる。

## 結 語

弁置換術後は、従来から運動を制限し、あるいは患者自身が控える傾向にあった。今回の検討でも、酸素摂取量からみた心機能分類は予想を下回り、運動が制限された生活状況がうかがわれた。しかし、手術成績の向上した現在、QOLの向上が要求される。心機能の改善に見合った適切な運動指導のため、心肺運動負荷試験は有用であると考えられた。今後、症例を重ね、疾患の性質と重

症度を考慮した検討を続けたい。

## 文 献

- 1) 宍田智佳子, 濱本 紘, 北原公一, 田村真一: Anaerobic Thresholdによる心臓リハビリテーションの運動処方効果の検討。Therap Res 12:1212-1217,1991
- 2) Weber KT, Janicki JS. McElroy DA: Cardiopulmonary Exercies (CPX) Testing. "Cardiopulmonary Exercies

Testing" ed by Weber KT, Janicki JS, 1986. p151, W. B. Saunders, Philadelphia.

- 3) Toyomasu K, Nishiyama Y, Yoshida N, Sugimoto S, Noda T, Motonaga I, Koga Y, Toshima H: Physical training in patients with valvular heart disease after surgery. Jap Circ J 54:1451-1458,1990
- 4) 齊藤宗靖: 心筋梗塞症回復期の非監視型運動療法とその効果。Therap Res 7:58-67,1987

# 健康増進施設と医療費控除

友吉 由紀子（日経メディカル記者）

運動型健康増進施設における医療費控除が適用されることになった。厚生省が指定運動療法施設を指定することになったが、現場では制度にあわせて体制を整える必要があり、広く患者に利用されるようになるにはまだ時間がかかりそうだ。厚生省は、今後も運動療法による国民の健康づくりに力を入れていくとしており、健康スポーツ医の仕事は広がりそうだ。

## 成人病予防に運動の効果を確認

「成人病の予防に運動が効果的であることが（厚生省の）調査で確認できたこともあり、半健康人が運動で治療を行うのに対して、費用面で援助することを決めた」。3年前から大蔵省と折衝を続けた末、ようやく実現した運動療法の医療費控除について、厚生省健康増進関連ビジネス指導室長の牧原厚雄氏はこう説明する。

厚生省の調査とは、638人の中老年の半健康人を対象に、健康増進施設で週1～3回、2ヵ月にわたって計画的に運動を実施。その結果、血压をはじめ肥満や全身持久力などに改善が見られたというものだ。これより厚生省は、「週2回2ヵ月の運動で効果あり」と結論づけ、運動療法に対する医療費控除に取り組んできた。

## 施設の指定の条件

医療費控除の実施に際して厚生省は、「指定運動療法施設」を指定することになった。

主な指定の要件は、①厚生省の認定健康増進施設（マル適施設）であること②提携医療機関が付置、あるいは提携医療機関の担当医が日本医師会認定の「健康スポーツ医」であり、随時指導助言を受けること③1回ごとの施設利用料金が設定さ

れていること（5,000円以内）④健康運動指導士および健康運動実践指導者に運動療法の指導を行わせること一などとなっている。

控除の対象となるのは「高血圧症、高脂血症、糖尿病、虚血性心疾患等」で（腰痛なども含まれる）、医師に処方箋をもらい、「週1回以上8週間以上の期間」にわたって指定運動療法施設に通った場合だ。なお、指定運動療法施設は、少なくとも4週間に1度、医師に経過観察を受けさせなければならない。

図1はこれらの手続きの流れを示したものだ。見てわかる通り、患者にとって、あるいは施設側にとって手続きは複雑で手間がかかると言えよう。

また、お金の流れとしてはっきりしているのは、患者の利用料（1回5,000円以内）を施設が受け取ることで、患者が税務署に申告して医療費控除を受けるという2点だけだ。かかりつけ医師が行う、処方箋の作成や証明書捺印などにどこからいくら支払われるのかについてはまだ決まっていない。

厚生省では「おそらく患者側が自費で支払うことになるだろうが、その料金のガイドラインをどうするかなどは未定」と話している。そうすると、

控除が受けられるとはいえ、患者負担が大きくなってしまいう可能性が高い。

の料金を設定してくればよい」と厚生省の牧原室長は説明している。

### 利用料金の設定条件に戸惑いの声も

現在、厚生省の運動型マル適施設は136カ所。既にマル適のお墨付きをもらっているだけに、今回の指定運動療法施設に対する関心も高いようだ。7月下旬に開かれた医療費控除に関するシンポジウム（「健康増進施設の今後の活動のあり方を探る」、日本健康スポーツ連盟主催）には関係者が大勢集まり、質問も殺到した。

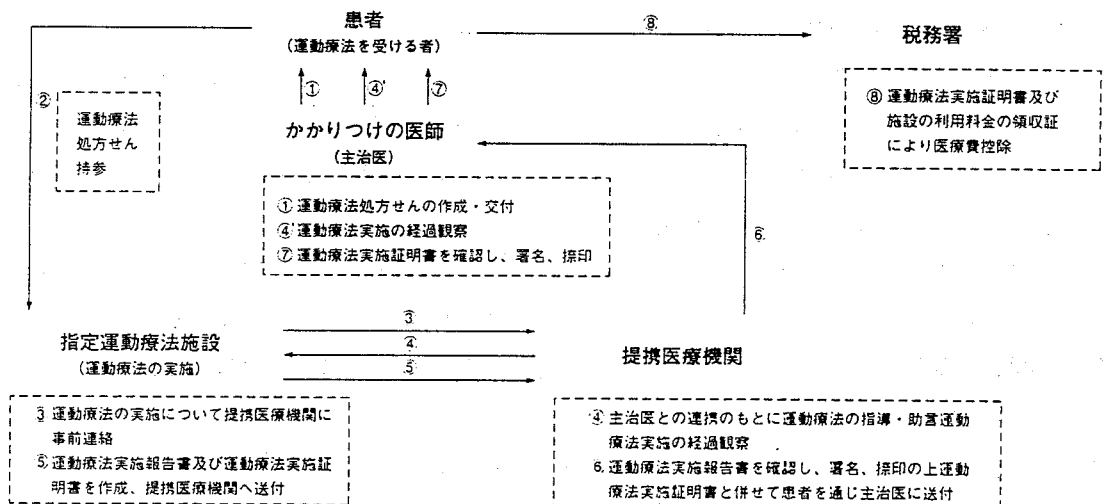
指定の条件にある「1回ごとの料金設定（1回5,000円以内）」には、入会金は含まれず、また会費制の場合も該当しない。現場にうまくそぐわないとの声が多かった。

要するに“1回いくら”でなければならず、「会費制の場合は、それとは別に医療費控除の際

### 健康実践指導者がいない

厚生省はできるだけ多くの健康増進施設に指定をとってもらいたい意向なのだが、9月早々に発表するはずだった第1次の指定が遅れるなど、もたつきをみせている。

指定が遅れた理由の一つに、健康運動実践指導者がいないために申請を出せない健康増進施設が多かったという事情があったようだ。厚生省の指定を取るには健康運動指導士のほかに健康実践指導者が1人必要だ。健康実践指導者は、マル適の条件にはなかったためいない施設が多かった。そのため大急ぎで講習を受けさせるなどの一幕もあったようだ。



- (注) 主治医からの患者紹介により提携医療機関が運動処方を行う場合
- 1) 運動療法処方せんは提携医療機関の担当者が作成する。
  - 2) 運動療法実施報告書は作成を要しない。
  - 3) 運動療法実施証明書は提携医療機関の担当医が署名・捺印する。

図1 指定運動療法施設における運動療法に係る医療費控除手続のフロー図

日本健康スポーツ連盟の斉藤博之氏によれば、「9月始めの時点で、指定を取りたいという問い合わせは約20件」と出足は少なめだ。健康増進施設側には、半健康人を抱えてしまうことへの不安やためらいがあるようだ。

治療目的となれば、トレーナーなどのマンパワー体制を十分整っている必要がある。しかし、運動療法施設の指定を受けても、施設側に対しては今のところ、経済的な補助などの直接的なメリットはない。また、どれだけの人のがはたして控除を利用するのも今のところ疑問だ。

業界からは、指定運動療法施設に対してなんらかの補助を希望する声が強いが、「当然人件費などの経費はかさむだろうが、1回5,000円以内の利用料金を集めれば十分まかなってもらえるのでは」というのが牧原室長の返答だ。現実的には、各施設で医療費控除を受ける人のためのワクを設けて、一般人とは別に対応することになるのではないかと牧原氏は見ている。

厚生省では、制度の稼働に向けて微調整を進めているところだ。うまく動き出すのかという不安もあることながら、スポーツ施設業界全体としては、今回の医療費控除適用を歓迎している。これにより、運動の健康に対する効果について人々の関心が高まり、結果として利用者増につながると期待を寄せているのだ。牧原室長は「サービスの一つとして医療費控除を加えることで、商品としてのグレードアップをしてほしい」と指定運動療法施設への参加を呼びかけている。

### 日医の健康スポーツ医が行政の軸に

ところで、指定運動療法施設の条件の中に、提携医療機関が付置されていない場合は、提携医療機関の担当医が日本医師会の「健康スポーツ医」

表1 都道府県別日本医師会認定健康スポーツ医師数  
(1992年5月末現在)

北海道	48	東京	530	滋賀	74	香川	58
青森	92	神奈川	142	京都	246	愛媛	45
岩手	135	新潟	39	大阪	724	高知	8
宮城	83	富山	45	兵庫	272	福岡	292
秋田	15	石川	49	奈良	48	佐賀	65
山形	31	福井	41	和歌山	56	長崎	42
福島	77	山梨	20	鳥取	35	熊本	115
茨城	38	長野	69	島根	40	大分	69
栃木	53	岐阜	50	岡山	15	宮城	67
群馬	92	静岡	107	広島	101	鹿児島	70
埼玉	240	愛知	90	山口	89	沖縄	52
千葉	44	三重	72	徳島	37	合計	4,823

の認定を受けていること、と明記された。そこで最近のスポーツ医に関する動きについても触れておこう。

スポーツ医には現在、日本体育協会（日体協）公認のスポーツドクター、日本整形外科科学会（日整会）認定のスポーツ医、そして日本医師会（日医）認定の健康スポーツ医の三つがある。異なる団体が、それぞれスポーツ医学の知識を持つ医師の養成を行ってきたわけだが、結局、日医の健康スポーツ医のカリキュラムを基本とすることですでに整理されている。スポーツドクターおよびスポーツ医は、日医の21単位を基本に、それぞれ20単位、14単位を積み重ねれば資格をとることができる。

昨年11月からは日体協のスポーツドクターと日整会のスポーツ医も、申請により、日医の健康スポーツ医の認定が与えられることになった（旧カリキュラムにより日整会のスポーツ医を取得した者は4単位の補講が必要）。

厚生省では、「健康増進施設を活用した市町村健康増進モデル事業」や、「慢性疾患患者生活週間改善支援事業」など、健康増進施設を活用した

国民の健康づくりを推進している。

今回、医療費控除に際して初めて、提携医療機関の担当医として「日医の健康スポーツ医」と明文化したが、これら健康増進に関する行政の対応は、日医の健康スポーツ医を軸として展開することになりそうだ。

### 「健康スポーツ医 2万人は必要」

日医の講習会の参加者も年々増えており、現在

健康スポーツ医は4,823人（92年5月現在）。そのうち日体協のスポーツドクターが223人、日整会のスポーツ医が44人含まれている。

日医の石川高明常任理事によれば「運動による疾患の治療と予防は今後ますます盛んになる。健康スポーツ医の仕事は無限大に広がるだろう。医療においてこの分野は非常に希望に満ちている」と語り、健康スポーツ医は2万人くらいは必要と見通しを述べている。

## 第8回 岡山スポーツ医科学研究会講演抄録

### 手の指のスポーツ損傷

橋 詰 博 行 (岡山大学整形外科)

指はスポーツにより最も損傷を受けやすい部位の一つであり、捻挫、靭帯損傷、脱臼、骨折および脱臼骨折など種々の病態を呈する。単なる突き指として放置せず、早期の正確な診断と適切な治療が大切である。

野球、ソフトボール、バレーボール、バスケットボールなどの球技、スキーおよび空手などで指の損傷を起こしやすく、そのうち母指MP関節靭

帯損傷、PIP関節靭帯損傷、マレット指およびPIP関節脱臼骨折などが手術適応となることが多い。靭帯損傷はストレスX線撮影により不安定性、関節内骨折はX線撮影による関節面の不適合性の証明により手術適応を決定する。関節面の陥没を伴うPIP関節脱臼骨折はソフトボールにより起こり、手術による解剖学的整復と固定および早期の運動訓練を要する。

# 運動中の呼吸と循環の調節

菅 弘 之 (岡山大学第2生理)

運動に際しては、全身の活動組織の酸素需要増加を満たし、生成される過剰の二酸化炭素の排泄と体熱の放出のために、循環と呼吸を統合的に充進する各種の機序が働く。

また、疲労無しに強い運動を持続する（持久力）ためには、活動する抹消組織（主として筋肉）に、十分な血流、酸素を供給可能であることと、活動する筋肉でATPを有氣的に産生する能力の大なることが必要である。

## 1) 運動による呼吸系（呼吸数、換気量、拡散容量、酸素摂取量等）の変化とその調節

一回換気量は、安静時に一回の呼吸により肺に入る空気量のこと（約400ml）。

分時換気量は呼吸数と一回換気量の積。

予備吸気量は、通常の吸気後の最大吸気量のこと（約2,000ml）。

予備呼気量は、通常の呼気後の最大呼気量のこと（約1,000ml）。

残気量は、最大呼気後の肺容量（約130ml）。

機能的残気量は、予備呼気量と残気量の和。

肺活量（約3,500ml）は、全肺容量から残気量を引いたもの。

最大呼気後の1秒間の最大努力呼気量が1秒量、その肺活量に対する比が1秒率。

肺胞換気量とは、一回換気量から死腔量を引いたもので、肺胞内に入った有効ガス交換量（約350ml）。

運動強度に比例して、活動する筋肉の酸素消費量が増加し、全身の分時酸素摂取量が増

加。

分時酸素摂取量の最大値が最大分時酸素摂取量であり、一般男子で約3L/分、スポーツ選手で4-5L/分。

酸素摂取量の増加に比例して、分時換気量が増加する。これによりO<sub>2</sub>供給が増加し、熱の一部が除去され、過剰のCO<sub>2</sub>は排出される。分時換気量は増加は、中等度の運動では一回換気量の増加によって、激しい運動では呼吸数の増加による。

酸素拡散容量は、分時酸素摂取量を肺胞-毛細血管内血液間の平均酸素分圧差で除したものの（約20ml/分/mmHg）。運動によって最大3倍まで増加。

橋と延髄に呼吸中枢（延髄外側毛様体）がある。両側性、かつ呼息中枢と、呼息中枢の区別あり。両中枢のニューロン間に相互抑制が有り、呼吸の交代性をつくる。

これらの呼吸中枢が、上位中枢、末梢からの化学調節（頸動脈小体と大動脈体は、Po<sub>2</sub>、pHの減少、Pco<sub>2</sub>の増加で興奮、延髄化学受容器は、pH減少、Pco<sub>2</sub>増加で興奮）、神経性調節（肺、気管支平滑筋中の伸展受容器からの反射、冷受容器刺激、痛覚刺激などによる反射）を受けている。

これらの調節により、中等度運動では、血液ガスの変化はほとんど見られない。しかし強度の運動では、無気性代謝が増し、血中乳酸濃度が増加して、過剰呼吸により毎分換気量が著しく増加する。



2) 運動による循環系（心拍数、心拍出量、血圧、血流量等）の変化とその調節

心拍数は、一分間の心臓の興奮収縮の回数（安静時約60～80/分）

一回心拍出量は、一回の心室収縮により拍出される血液量（安静時約70～100ml）。

分時心拍出量は、一分間の心臓の拍出する血液量。心拍数×一回拍出量。

運動の強度に比例して、活動する筋肉の血流抵抗が低下して、筋血流量が増す。

運動の強度に比例して、活動する筋肉の酸素消費量が増加。

運動の強度に比例して、皮膚血流が増して、熱放散を行う。

運動の強度にほぼ比例して、心拍数が増加し、一回拍出量が増加し、分時心拍出量が増加する。

運動の強度にほぼ比例して、動静脈酸素飽和度較差が増加。

分時心拍出量に比例して、収縮期、拡張期、平均血圧が増加。

延髄の循環中枢は、上位の中枢の司令のみならず、末梢からの神経性調節（頸動脈、大動脈圧受容器などからの反射）を受ける。

このような統合機能の動きにより、活動の低下している臓器の血管の抵抗を増加させ、血流の再配分が起き、脳および心臓の十分な循環を維持する。

緊張性運動では、末梢血管抵抗が著しく増加して、血圧の上昇が著しい。

3) 呼吸・循環系に対する各種のトレーニング方法の特徴とその効果

トレーニングの種類には、筋力、スピード、持久性、それらの組み合わせ（パワーなど）のトレーニングがある。例えば、筋力トレーニングにはアイソメトリックで、緊張的な重量挙げ、スピードトレーニングには無気的な全力100m走、持久力トレーニングにはアイソメトリックで律動的、かつ有気的なジョギングなど。

有気的トレーニングは、最大分時換気量、最大分時酸素摂取量を増加させ、最大運動強度、持久力を引き上げる。

有気的トレーニングは、酸素消費量に対する心拍数の増加を抑え、酸素摂取量に対する一回拍出量を増加させ、最大分時心拍出量を増加させるが、酸素摂取量に対する分時心拍出量を変えないし、最大酸素摂取量と最大分時心拍出量の関係を変えない。

有気的トレーニングでは、健常人の心肺機能を増進し、高血圧患者の血圧を低下させ、冠不全を軽減し、心血管疾患を改善する。

運動トレーニングは、心臓の肥大（極度の肥大：スポーツ心臓）をもたらす。

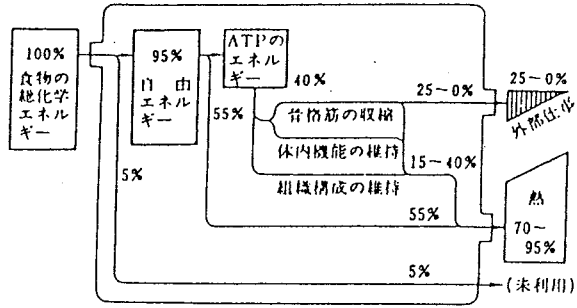


図1 摂取した食物の化学エネルギーの生体内の流れ  
(山本, 1979)<sup>76)</sup>

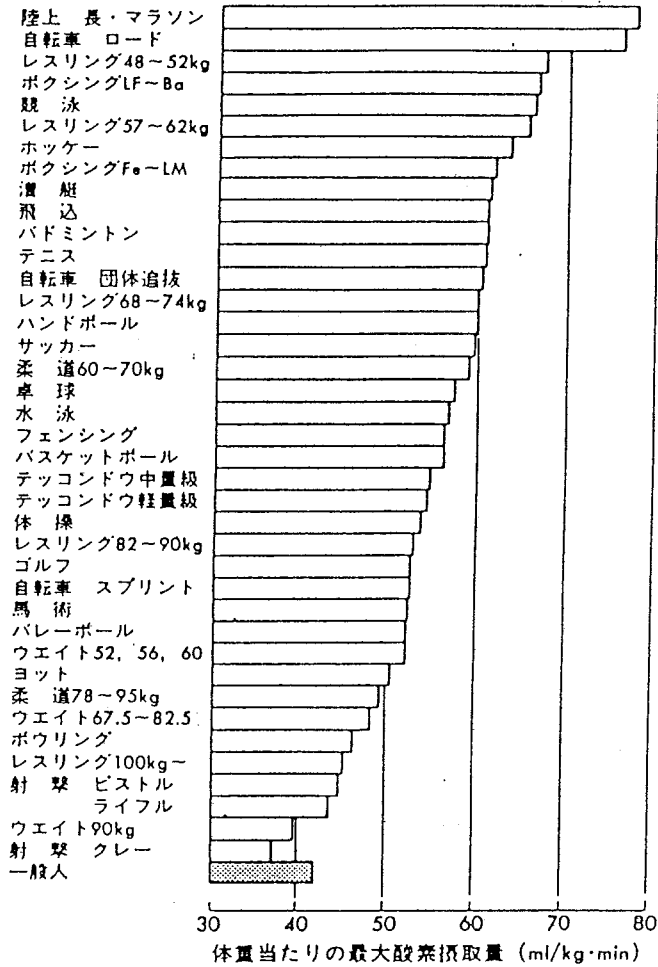


図2 一般選手の最大酸素摂取量の競技種目別比較  
(雨宮輝也: エアロビクパワーからみたスポーツ選手の体力的特性,  
スポーツサイエンス 6, 1987より)

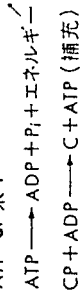
表3 運動強度を表す尺度とエネルギーの単位運動強度を表す尺度

物理的運動強度の尺度	生理的運動強度の尺度
単位時間当たりに行なわれた機械的仕事量で表す kg・m(kpm)/分, watt等で表す場合がある 速度で表す 負荷量で表す	単位時間に生体の用いたエネルギーまたはエネルギー増加量で表す 熱量 kcal/分 酸素摂取量, 酸素摂取水準 (% $\dot{V}O_{2max}$ ) エネルギー代謝係数 (RMR, METS) その他 心拍数, 相対的心拍数 (%HRmax) 主観的強度

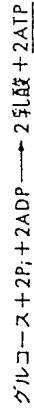
エネルギーの単位と単位換算

機械エネルギー (joule)	電気エネルギー (Wh)	熱 (kcal)	酸素消費量 (l)
4,186	427	1	0.2

① ATP-CP系:



② 乳酸系:



③ 有酸素系:

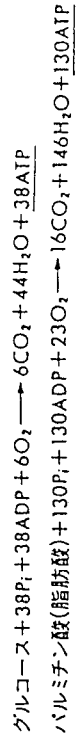


図4 3つのエネルギー供給系

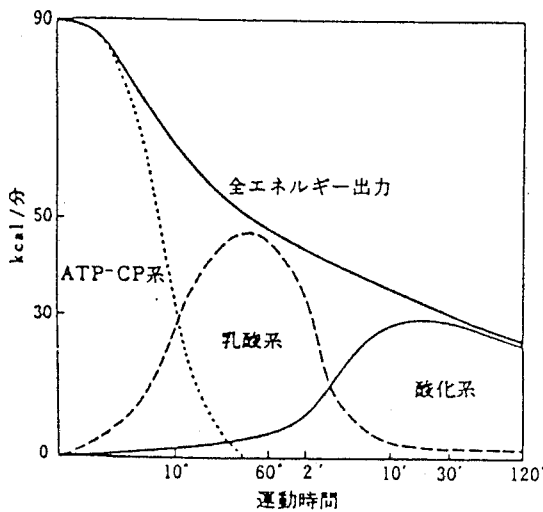


図5 最大運動時の各種エネルギー供給系の時間的関与の違い (Laundry とOrban,1978)<sup>83)</sup>

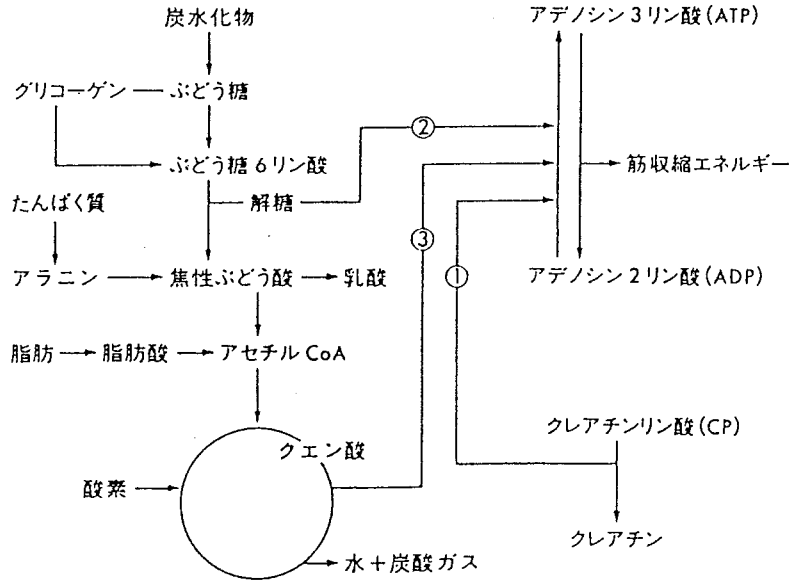


図6 エネルギーの生成過程

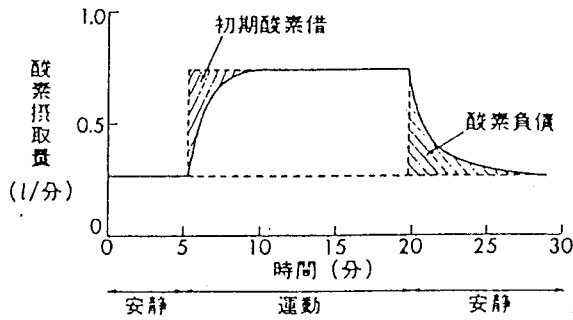


図7 一定負荷の運動を行なったときの酸素摂取量の経時変化

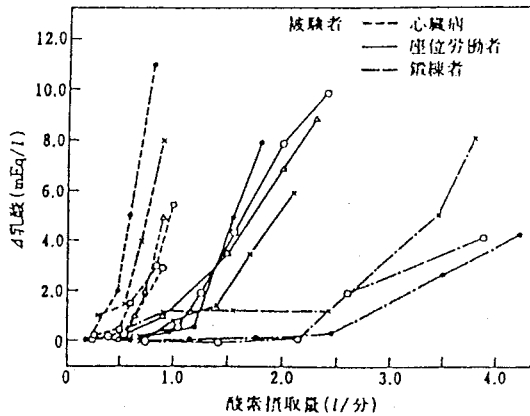


図8 酸素摂取量と乳酸濃度との関係

( $\Delta$ 乳酸…安静時の乳酸濃度に対する変化分) (Wasserman ら, 1975)

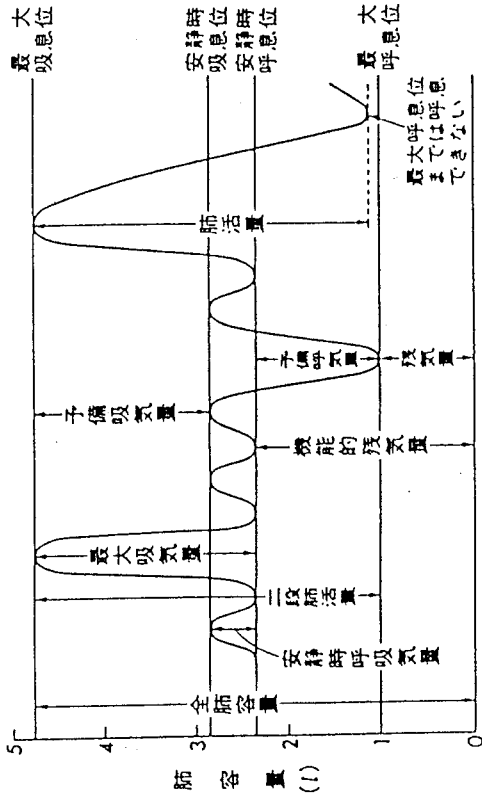


図9 肺の容量

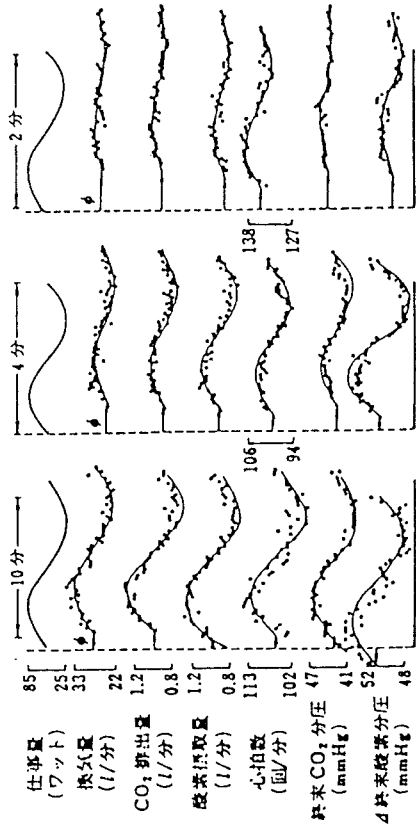


図10 正弦波運動による呼吸応答 (Casaburiら, 1977).

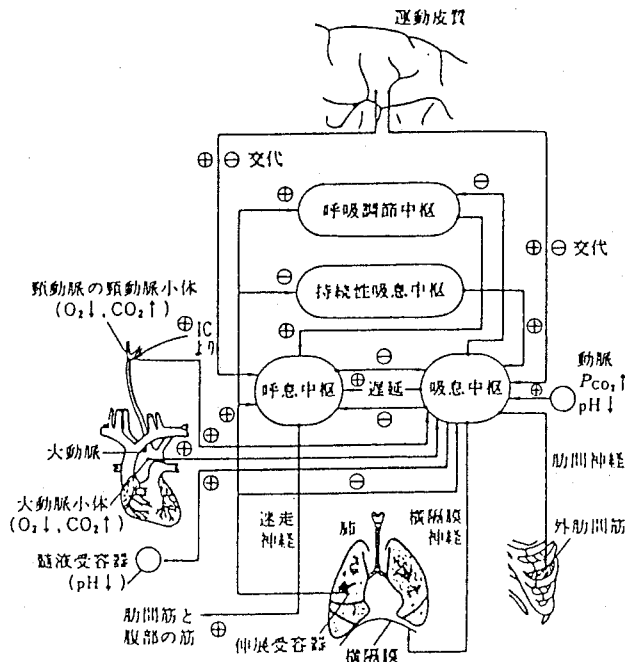


図11 安静時と運動時の換気調節機構 (Brooksら, 1984) 39.

① 最大運動時 (安静時に対 して) の組織血流量の増加。	② 最大運動時 (安静時に対 して) の変化。
活動筋……………18 倍増加	最大酸素摂取量……………12 倍増加
心臓……………4 倍増加	分時心拍出量……………4 倍増加
皮膚……………2 倍増加	心拍数……………2.7 倍増加
脳……………変化なし	一回心拍出量……………1.4 倍増加
肝臓……………4 倍減少	動静脈酸素文差……………3 倍増加
腎臓……………4 倍減少	収縮血圧……………1.6 倍増加
他の組織合計……………6 倍減少	拡張血圧……………1.1 倍増加
	平均血圧……………1.4 倍増加
	体循環抵抗……………2.7 倍減少
	肺動脈の抵抗……………2 倍減少

表15

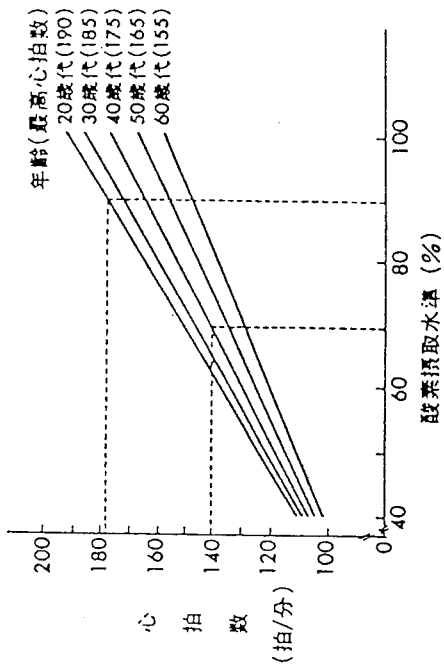


図16 年齢別にみた心拍数と酸素摂取水準との関係  
(体育科学センター編：健康づくり運動カルテ，講談社，1976より)

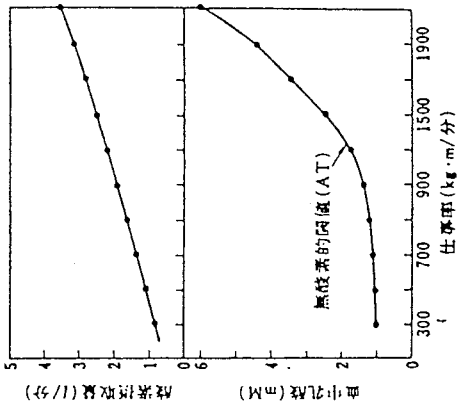


図12 仕事率と酸素摂取量および血中乳  
酸濃度変化の関係  
(Hughesら，1982)。

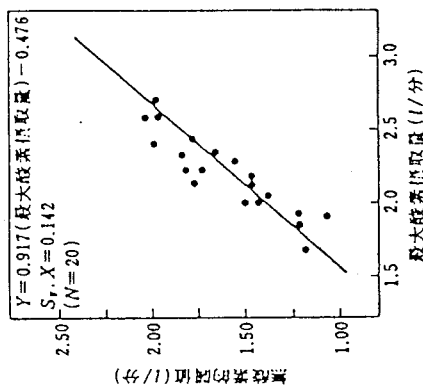


図14 無酸素的閾値 (AT) と最大酸素摂  
取量 (Vo<sub>max</sub>) の関係  
(Dwyerら，1983)。

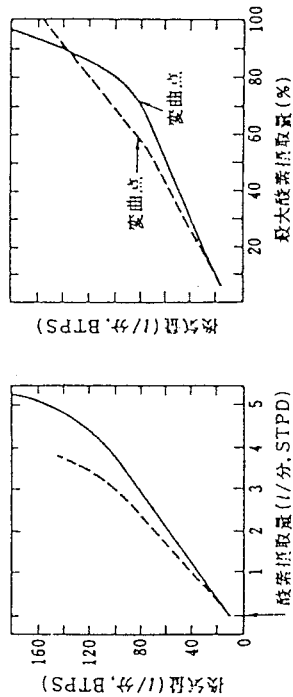


図13 トレーニングによる酸素摂取量と換気量の変化 (Brooksら，1984)。

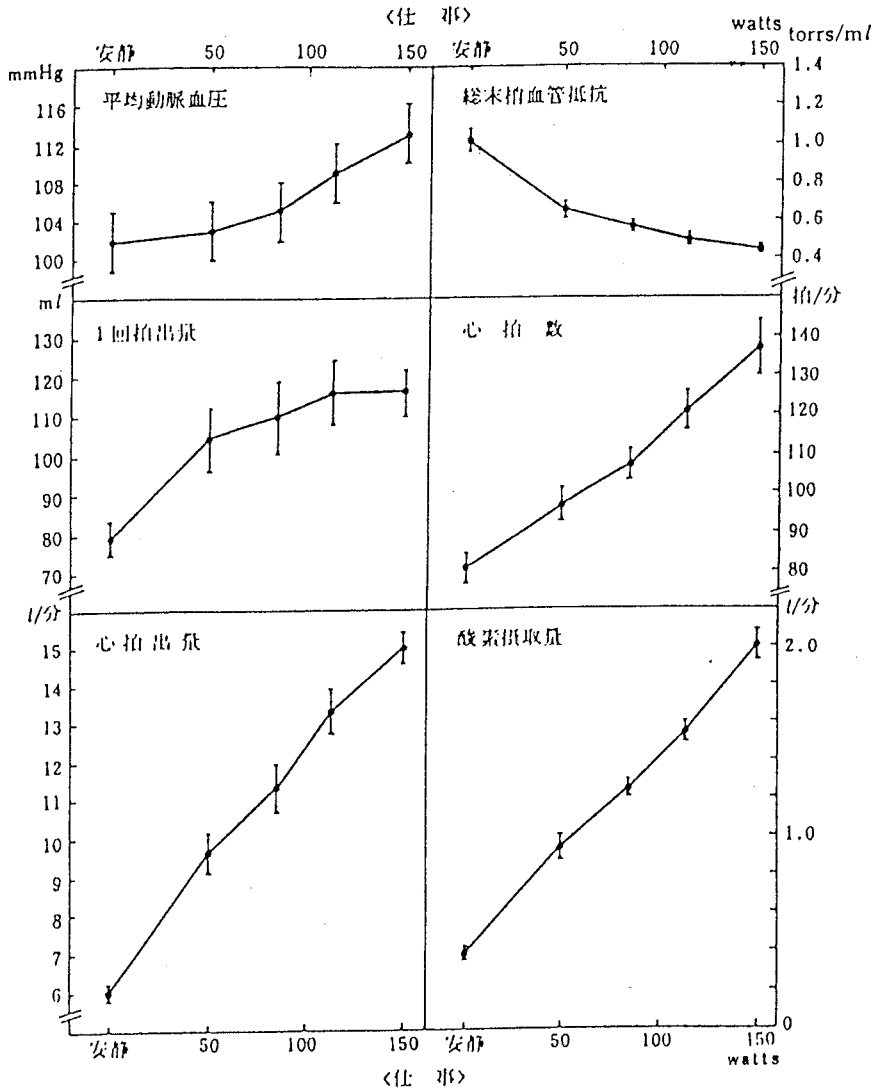


図17 仕事 (watts) と心臓血管系の応答 (B- Petersen たち, 1981. の資料をもとに鈴木作図)

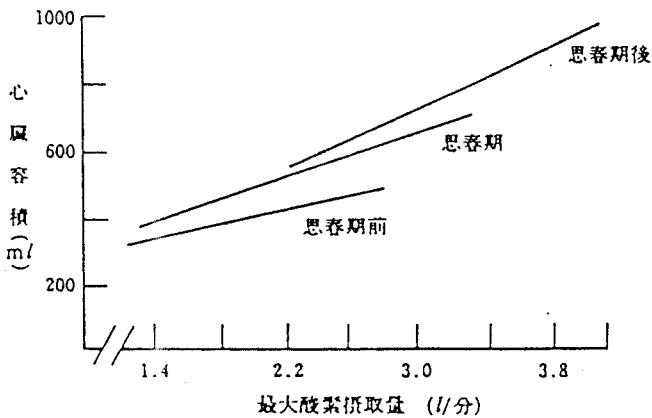
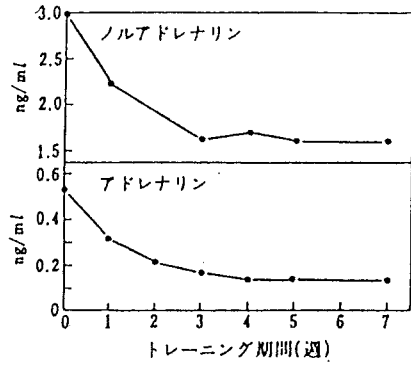
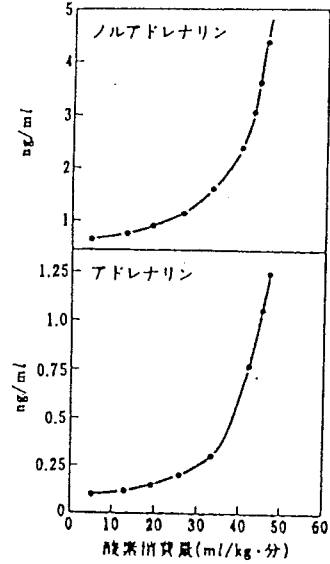


図18 思春期の各時期における最大酸素摂取量と心臓容積との関係 (Wirth たち, 1978) <sup>172)</sup>



(a) 持久的トレーニングによる運動時の変化 (Winderら, 1978).

(注) 図(b)において、軽度な運動では血中カテコールアミンはほとんど増加しないが、最大酸素摂取量の50~70%をこえると、急激に増加する。



(b) 運動強度との関係 (Keulら, 1981).

図19 血中カテコールアミンの変化

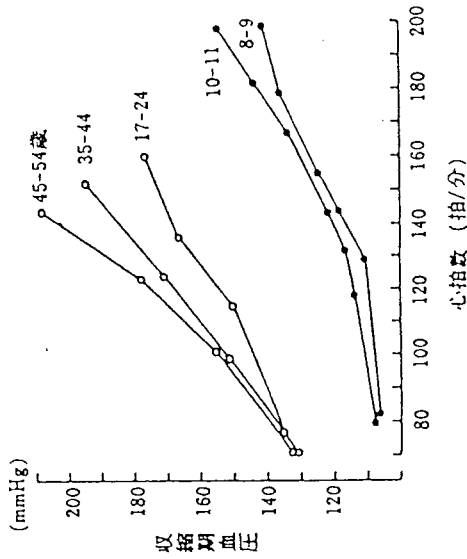


図20 運動中の心拍数と収縮期血圧の年齢による変化 (Adams, 1978) [30]

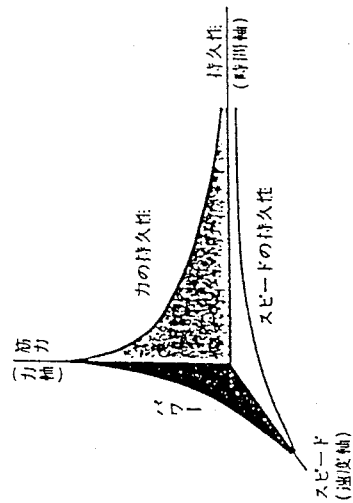


図21 エネルギーマーからみた体力の三次元展開図 (猪飼, 1968).



年齢	最大心拍数	目標心拍数	年齢	最大心拍数	目標心拍数
20	196	175	45	175	150
25	192	170	50	171	145
30	187	165	55	167	140
35	183	160	60	162	135
40	179	155	65	158	130

(注) 最大下運動負荷テストにおいては心拍数が目標心拍数まで達したらテストを終了するのが原則である。しかし、場合によっては、これ以上の負荷を加えることもありうる。

表22 最大心拍数と目標心拍数 (池上, 1988) <sup>22)</sup>

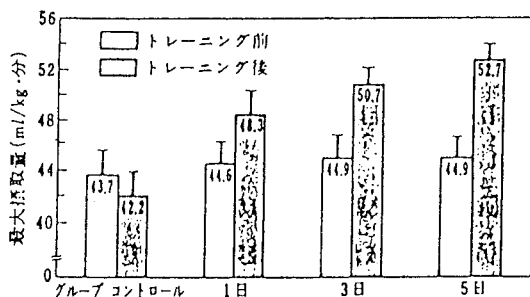


図23 異なったトレーニング頻度が最大酸素摂取量に与える効果 (Pollock ら, 1981).

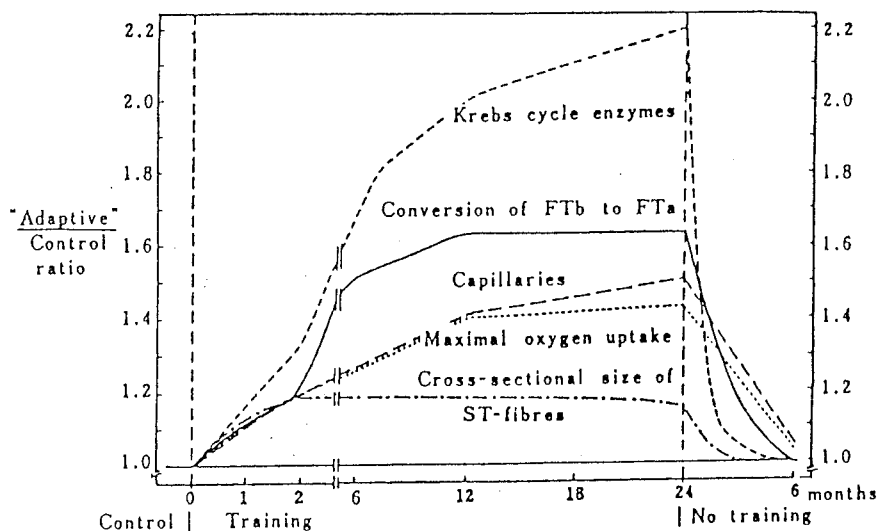


図24 持久力トレーニングの種々の要因に及ぼす影響 (Saltin たち, 1977) <sup>83)</sup>

当該活動筋	効果	心拍出量	効果
筋の毛細管密度	増大	全血液量	増加
筋の毛細管横断面積	増大	循環血液量	増加
筋の毛細管側副枝	増加	安静時心拍出量	不変
筋血流量	増加	トレーニング運動時心拍出量	不変または減少
筋量	増加	最大運動時心拍出量	増加
心臓	効果	安静時1回拍出量	増加
心重量	増加	トレーニング運動時1回拍出量	増加または不変
心毛細管密度	増大	最大運動時1回拍出量	増加
冠状動脈側副枝	不明	動脈血圧・その他	効果
心容積	増大	安静時平均動脈血圧	下降または不変
安静時心拍数	減少	トレーニング運動時平均動脈血圧	下降
トレーニング運動時心拍数	減少	最大運動時平均動脈血圧	上昇または不変
最大運動時心拍数	減少または不変	安静時総末梢血管抵抗	低下または不変
心電図安静時ST	上昇	トレーニング運動時総末梢血管抵抗	低下または不変
心機図安静時駆出時間	延長または不変	最大運動時総末梢血管抵抗	不変または低下
心機図安静時駆出前期	延長	トレーニング運動時主観的運動強度	低下
安静時駆出前期/駆出時間	増大		

図25 中等度の有酸素的運動トレーニングが心臓血管系に及ぼす影響

1週間以上ベッドに横になってからだを動かさないでいると、下記のような影響が現われる。その結果しだいに“無理のきかない”脆弱なからだになってゆく。	
循環器系	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 安静時および運動時の心拍数の増大。</li> <li>② 心容積の減少。</li> <li>③ 1回拍出量の減少。</li> <li>④ 起立耐性の低下。</li> <li>⑤ 最大酸素摂取量の減少。</li> <li>⑥ 加速度耐性の低下。</li> <li>⑦ 血漿量、全血量の減少。</li> <li>⑧ 造血機能低下と赤血球の減少。</li> </ul>
骨代謝	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 尿中Ca排泄の増大。</li> <li>② 骨の脱灰(N,P,Caが1か月につき0.5%の率で減少。)</li> <li>③ 骨軟化→骨折の可能性の増大。</li> </ul>
筋系	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 萎縮</li> <li>② 筋の脂肪による置換。</li> </ul>
内分泌系	<ul style="list-style-type: none"> <li>① ACTHの増加。</li> <li>② 副腎皮質ホルモンの減少。</li> <li>③ 血漿インシュリン濃度の上昇(活性度低下)。</li> <li>④ 成長ホルモンの増大。</li> <li>⑤ ノルエピネフリンの減少(エピネフリンは不変)。</li> </ul>

図26 長期ベッドレストの人体に及ぼす影響 (Sandler) (池上, 1988) <sup>22)</sup>

増 大	減 少
冠動脈副行路血管の形成 血管の太さ	血清脂質濃度 (トリグリセリド、コレステ ロール)
心筋の効率	耐糖能力の低下
末梢血液配分と還流の効率	肥満-脂肪過多
電解質運搬能	血小板粘着性
線維溶解能	動脈血圧
赤血球量と全血量	心拍数
甲状腺機能	不整脈発生率
成長ホルモンの生産	神経ホルモン亢進
ストレス耐性	精神的ストレスによる“緊張”
慎重な生活習慣 “生きる喜び”	

表27 身体運動が冠動脈性心疾患の発生やその程度を  
低減させるメカニズム (Pollock, 1978).

〈一般参考書〉

- 市川三太, 室 増男: 運動生理学. 理工学社. 1991.
- 堀 清記 編集: からだの働きと運動. 金芳堂. 1991.
- 宮村実晴, 矢部京之助 編: 体力トレーニング. 真興交易医書出版部. 1987.
- 斎藤宗靖: 心臓病と運動負荷試験. 中外医学社. 1990.
- 杉下靖郎 編: 成人病の運動療法. 中外医学社. 1990.
- 谷口興一, 吉田敬義 訳: 運動負荷テストとその評価法. 南江堂. 1990.
- 安田寿一 監訳: 心臓病患者のための運動ガイドライン. 文光堂. 1989.
- Astrand P- O, Rodahl K: Textbook of work Physiology. Physiological Bases of Exercise. 3rd ed. McGraw-Hill. 1986.
- Bove AA, Lowenthal DT: Exercise Medicine. Physiological Principles and Clinical Applications. Academic Press. 1983.
- Karpman VL: Cardiovascular System and Physical Exercise. CRC Press. 1987.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL: Exercisecy Physiology. Energy, Nutrition, and Hunman Performance. 3rd ed. Lea & Febiger. 1991.
- Rowell LB: Human Circulation. Regulation during Physical Stesee. Oxford Univ Press. 1986.
- Sandler, Vernikos J: Inactivity: Physiological Effects.
- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ: Principles of Exercise Testing and Interpretation. Lea & Febiger. 1987.
- Weber KT, Janicki JS: Cardiopulmonary Exercise Tseting. Saunders. 1986.



