

心拍応答から見た循環機能テストに関する検討

神奈川大学 山下 昭子
 横浜市立大学 遊佐 清有
 " 片尾 周造
 " 宮崎 義憲
 " 玉木 伸和

日本大学 柳川 益美
 神奈川大学 斉藤 直樹
 関東学院大学 日馬 雄紀
 " 木島 晃
 " 春口 広

I はじめに

循環機能を評価する指標として、一般には一定の運動負荷に対する心拍数、あるいは脈拍の変動が用いられている。わが国では、一般に文部省スポーツテストの踏み台昇降テストが、全国的に使用されており、すでに循環機能テストとしての妥当性・信頼性が検討されているが、踏み台昇降運動の得点と、安静時の心拍数に高い相関が見られることも報告されており、これは安静心拍数からも循環機能を評価できることを示唆するものである。しかし、個人の心拍数応答は、運動強度あるいは、運動の種類によって異なることが考えられる。本研究は、同一個人に対し、種類の異なる幾つかの負荷テストを実施し、その際の心拍応答から循環機能テストとしての負荷強度について検討したものである。

II 方 法

表1は、被験者の身体的特徴を示したものである。被験者は、26歳～47歳までの成人男子9名、および32歳の成人女子1名の計10名である。ローレル指数で、被験者H. H.が158と他の被験者より

や、高い値を示している。なお、被験者S. Y.を除く、他の被験者はすべて大学時代に運動部の経験のあるものである。

今回用いた循環機能テストの名称と、その測定方法は、図1に示す。

フラック・テスト

フラック・テストは、血圧測定に用いる水銀マノメータを改良したものを使用し、被験者は、20mm水銀中を、20秒間加圧止息させ、その際の心拍変動を心電図に記録した。横軸の太い実線は心拍数の測定時間を示したものである。

シュナイダー・テスト

まず被験者に5分間の臥位安静状態を保たせ、最後の15秒間の脈拍を測定し、続いて3分間の立位状態を維持させ、その最後の15秒間で再び脈拍を測定し、更に被験者には台高40cmの踏み台を15秒間で5回、すなわち3秒に1回のペースで昇降させ、運動終了直後から運動後3分15秒まで、15秒間隔で脈拍を測定した。

縄とびテスト

これは、1分間に120回のペースで1分間、1回旋、1跳躍の両足とびにより行なわせ運動中、

表1 Physical Characteristics of Subjects

Subject	Sex	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Rohrer's Index
N. T.	Male	26	176	63.7	117
H. H.	Male	27	156	60.0	158
M. Y.	Male	29	165	59.0	131
A. K.	Male	30	167	64.5	138
T. K.	Male	30	179	74.0	129
Y. M.	Male	30	161	59.0	141
N. S.	Male	31	171	71.0	142
S. K.	Male	39	170	61.0	124
S. Y.	Male	47	171	73.0	146
A. Y.	Female	32	154	51.5	141

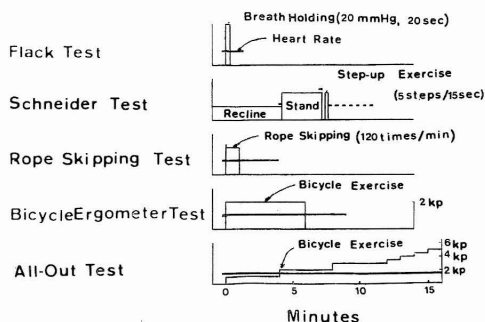
および運動終了後3分までの心拍数をテレメータより心電図に記録した。

自転車エルゴメータ・テスト

最大下負荷のテストであり、男子は2kp、女子は1kpの強度で1分間50回転を6分間行なわせ、運動中、および運動後3分までの心拍数を心電図に記録した。

オールアウト・テスト

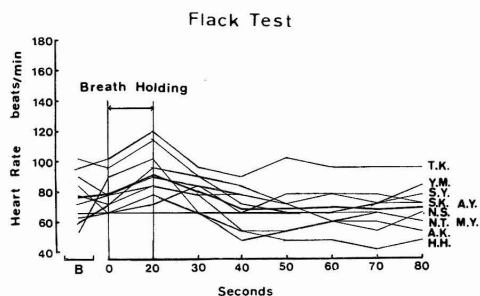
自転車エルゴメータによる最大負荷テストで、**図1**に示したような負荷漸増法を用い、オールアウト**＜図1＞**



ウトに至るまでの心拍数を記録した。

Ⅲ 結果と考察

図2のフラック・テストの結果でわかるように、**＜図2＞**

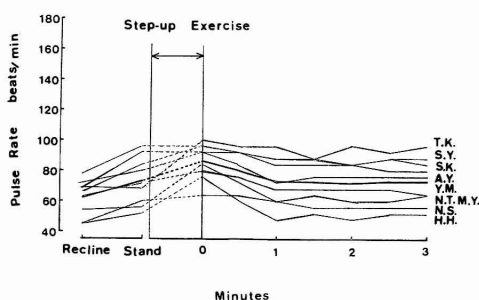


20秒間の加圧止息中における心拍数は全体的に上昇の傾向を示している。太い実線は各被験者の心拍数変動の平均値を示したものである。被験者N.T.のように著しい変動を示さない者もいた。また、負荷後20秒（止息開始後40秒）では、ほぼ全員が自己の直前値よりも低い心拍数になりいわゆる陰性相が見られ、その後は一定の値となっている。なお、この10名における心拍応答の個人差は、被験者H.H.が負荷直前で54拍と低く、負荷後20

秒でも48拍と最も低かったのに対し、被験者T.K.は負荷直前で96拍と高く、負荷後20秒では90拍まで低下したが全般的に高い値を示し、両者の心拍数の差は約40拍であった。

図3のシュナイダー・テストの結果では、臥位から立位へと体位が変化することにより、脈拍数はやゝ上昇している。また、15秒間で5回の踏み台昇降による脈拍数変動は、全員上昇を示しているが、昇降運動後の1分後には立位の値まで低下**＜図3＞**

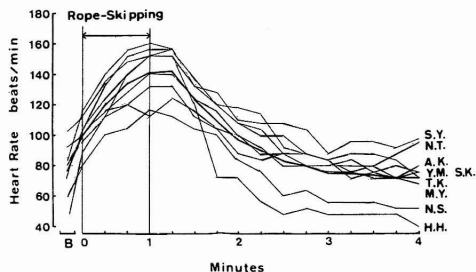
Schneider Test



し、それ以後ではほとんど一定の値を示している。踏み台昇降運動直後の脈拍数において最高を示したのは、被験者T.K.で100拍、最低はH.H.の60拍でその差は40拍であった。なお、**図3**では運動終了直後を0としての時間経過を横軸に示した。

図4は、縄とびテストにおける心拍数の経過で、運動中の心拍数は全員著しい上昇を示し、最高値は160拍、最低値が112拍で平均値が141拍である**＜図4＞**

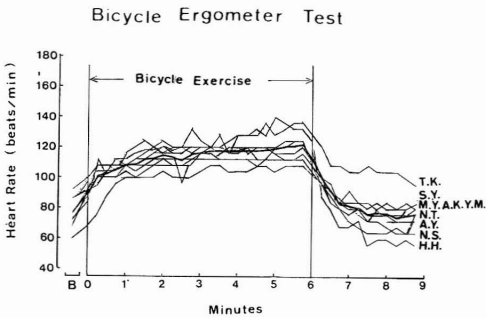
Rope-Skipping Test



った。平均値では運動後約2分で運動直前値に回復し、それ以後は一定である。被験者N.S.および、H.H.は運動前の心拍数が低く、運動後でも他の被験者と比較し著しく低いという傾向を示し

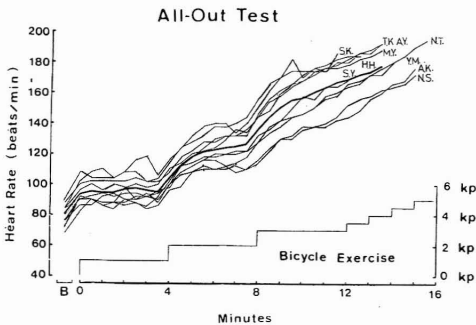
ている。なお、縄とびの回数は被験者N. S. と、S. Y. が90回と規定された120回のペースを追うことができずに少なかったが、他の被験者は117～122回の範囲であった。被験者のN. S. とS. Y. の心拍数が低いのは、N. S. は縄とびに不慣れの為、また、S. Y. は不慣れとともに年齢差などが影響したと考えられる。

図5は、一定の最大下負荷による自転車エルゴメータ・テストの結果で、運動中の心拍数変動は、
<図5>



運動開始後1分、あるいは2分までは上昇するが、運動終了まではほぼ一定の値を示している。また、運動後の心拍数回復も早く、約1分後には被験者T. K.を除き、全体的にはほぼ運動前の値まで低下している。また被験者による心拍数の差は他のテストより小さい傾向が示されている。

図6は、負荷漸増法によるオールアウト・テストの結果で、自転車エルゴメータの負荷の増加と比例して心拍数も上昇を示し、12分以後では直線的に
<図6>



上昇している。オールアウト時の最高心拍数は、被験者N. T. が194拍と最も高く、最低はS. Y. の168拍であった。なお、オールアウトのタイムは被験者N. T. が最も長く、16分1秒、S. K. が

最も短く12分4秒である。また、被験者全体の心拍数の幅は運動直前が約20拍と個人差が小さいのに対し、オールアウト時では約40拍と徐々に幅が増大している。

表2は、各テストにおける負荷終了直後の15秒間と、オールアウト・テストの終了直前15秒間の心拍数の相互相関を示したものである。シュナイダー・テストとフラック・テストの項目間に、 $r = .863$

表2

Correlation Matrix of Some Cardiovascular Tests

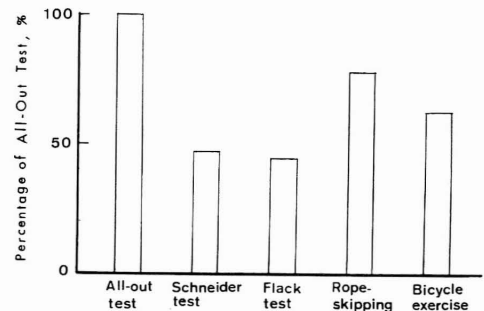
	Flack Test	Rope-Skipping	Bicycle Exercise	All-Out Test
Schneider Test	.863**	.389	.204	.312
Flack Test		.041	.232	.227
Rope-Skipping			.249	.341
Bicycle Exercise				.349
All-Out Test				

** significant at the .01 level

で危険率1%水準の有意な相関が見られたが、他の項目間では有意な相関は認められなかった。しかし、フラック・テストと縄とびテストの項目間を除く他の項目間では、すべて $r = .204 \sim .389$ 程度の正の相関を示しており、これは各テストの測定に1週間の間隔をおいたための影響、または被験者の数が少ないために有意性が認められなかったためと考えられる。しかし、この表の相関係数算出に用いた心拍数は、負荷終了の直前、あるいは直後の値であり、この時期は個人間の心拍数の変動が大きいため、テスト相互に有意な相関が認められなかったとも考えられる。

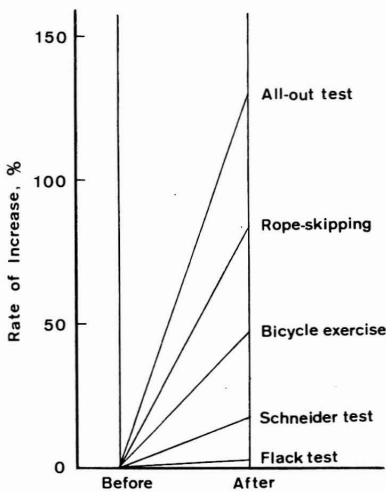
図7は、オールアウト・テストの最高心拍数に対する各テストの負荷終了時の心拍数の比率を示し

<図7>



たものである。すなわち、オールアウト・テストの最高心拍数を100とした場合、最も高い比率を示したのは縄とびテストで78%、続いて自転車エルゴメータの61%、シュナイダー・テストおよびフラック・テストの約45%程度であった。このことから1分間の縄とび運動の運動強度は、心拍数から見た場合にかなり高いことが明らかである。また日馬⁽²⁾の「最大酸素摂取量の間接測定の検討」の結果によると、最大酸素摂取量に対する割合でみた縄とびテストの運動強度は約70%で、心拍数による運動強度とはほぼ一致している。

負荷前の心拍数に対する負荷終了時の心拍数の増加率を示したものが図8であり、負荷前を0として負荷後の値が%で示されている。オールアウト・テストの心拍数増加率が高いのは当然の結果<図8>



であるが、その値は約130%であった。次に縄とびテストの84%、自転車エルゴメータ・テストの48%、シュナイダー・テストの18%、フラック・テストの4.3%であった。なお、フラック・テストでは負荷終了後、約20秒でほぼ全員に陰性相が認められたが、これは20mm水銀柱20秒という加圧止息が迷走神経緊張状態を生じさせ、心拍数を低下させたものと考ええる。このことからフラック・テストのような努責テストは、個人の安静心拍数を探るテストとして有効なものであると考えられ

る。また、6分間の自転車エルゴメータ・テストにおいて負荷終了後1分で陰性相が認められた被験者もあり、西郊⁽⁵⁾⁽⁶⁾・酒井⁽¹⁰⁾らは、膝屈伸運動のような軽い負荷では負荷終了後に陰性相が示され、特に運動選手では著明であるとの報告から考えて、本研究の1kp,あるいは2kpによる自転車エルゴメータの負荷強度は、かなり低いものであったと考えられる。

IV まとめ

本研究では、種類の異なるいくつかの循環機能テストを同一被験者に日を変えて実施させ、その心拍応答から各テストの運動強度を検討したが、オールアウト・テストによる各個人の最高心拍数を100とした場合、毎分120回のペースでとんだ1分間の縄とび運動は、約80%程度の強度であり、インターバルにおいて実施すれば、全身持久性のトレーニングを兼ねたテストとして用いることも可能といえる。また、1kp,あるいは2kp 毎分50回転の負荷強度による自転車エルゴメータ・テストは、6分間の持続時間にもかかわらず心拍数の増加は僅かであり、このことから比較的軽い運動強度のテストと思われる。また、シュナイダー・テスト、あるいはフラック・テストでの心拍数増加はきわめて低いものであるが、特にフラック・テストのような加圧という静的な負荷テストは個人の安静心拍数を探るためのテストとして用いることも可能と考えられる。

参 考 文 献

- (1) 石河利寛 (1974): 持久性の評価としてのステップテスト, 体育科学 2, 8-16.
- (2) 日馬雄紀ほか (1977): 最大酸素摂取量の間接測定の検討. 日本体育学会神奈川支部研究発表会での報告.
- (3) Larson, A. L., & Yocom, R. D. (1951): Measurement and Evaluation in Physical, Health, and Recreation, The C. V. Mosby.
- (4) 名取礼二, 横堀 栄, 小川義雄, 木村邦彦, (1970): 最新体力測定法 同文書院.
- (5) 西郊文夫 (1957): 深屈膝運動負荷試験に依る循環機能検査 I, 検査方法に就ての検討. 体力科学 7, 3, 107-117.

- (6) 西郊文夫(1958):深屈膝運動負荷試験に依る循環機能検査Ⅱ, 検査成績に就ての検討。
体力科学 9, 6, 477-493
- (7) 小川義雄, 遊佐清有, 高橋政子(1962):簡易循環機能検査としての40mm水銀加圧試験(Flackのトスト)についての検討(第1報)
横浜市立大学紀要series C-41 No 142 1-6.
- (8) 小川義雄, 遊佐清有, 高橋政子, 鈴木辰雄, 片尾周造(1962):簡易循環機能検査としての40mm水銀加圧試験(Flackのテスト)についての検討(第2報) 横浜市立大学紀要 series C-41, No 142 7-16.
- (9) Ogawa, Y., S. Yusa, F. Nishioka, and M. Satoyoshi (1965): A Cardiovascular Test Vsing Knee-Bend Exercise, J. Yokohama City Sevies C-45, No 152 1-12.
- (10) 酒井敏夫, 高橋 清, 井田洋和, 山本善三, 椎原秀一(1951):負荷試験としての膝屈伸運動について。体力科学Ⅰ, 92-97.
- (11) 遊佐清有, 里吉政子, 片尾周造, 宮崎義憲(1974):中学生を対象とした踏み台昇降テストの検討(異なる時点でのテスト成績の検討および深屈膝運動負荷テスト, 加圧止息テストの成績との比較について) 体育科学 2, 22-32.
- (12) Yusa, S., (1974): Breath-Holding Test as a Measuve of Cardiovascular Fitness, Research Journal of Physical Education 18, 6, 323-329. (1974)
- (13) 遊佐清有(1973):中学校生徒を対象とした踏み台昇降テストについての検討, 体育科学Ⅰ 182-192.