

1,500 m 走の心拍数反応に関する実験的研究

荒 川 勝 彦

Experimental study on heart rate response
in 1,500 m running

Katsuhiko ARAKAWA

Abstract

The purpose of this study was to compare the heart rate response of excellent group and that of very poor group during 1,500 m running and in their recovery. The heart rate was determined by means of radiotelemetry. The subjects consist of 5 male students for each group; excellent group and very poor group. The age of these subjects were all 18 years old.

Following results were obtained.

1) The maximum heart rate of the excellent group during 1,500 m running was 199.4 ± 9.6 beats/min. That of very poor group was 197.6 ± 13.8 beats/min. Statistically significant differences cannot be found in the maximum heart rate of excellent group and very poor group.

2) Statistically significant differences cannot be found in the heart rate pattern during 1,500 m running because the patterns of these groups were almost same.

3) The recovering rates of heart rate after 1,500 m running of both groups were 76% after 10 minutes' recovering time. After then, the rates were almost the same until 20 minutes.

4) The recovering rates of heart rate of both groups were identical. Therefore, statistically significant differences cannot be found.

5) It was suggested that the differences of 1,500 m running time between these groups were caused by lengthening of the stride length rather than the stride rate.

I. 緒 言

1,500 m 持久走は、「スポーツテスト」の運動能力テストに位置づけられ、実施されている。1,500 持久走の評価方法は、1,500 m の所要タイムを、運動能力テストの得点表を用いて、20 点満点で評価するという方法である。この方法においては、1,500 m 所要タイムが短ければ、高い得点が得られる。

一般的に、短距離走で必要とされる生理的能力は、最大酸素負債で、長距離走では、最大酸素摂取量であるとされている。

1,500 m 走は、中距離種目に属するので、酸素負債と酸素摂取量の二つの生理的能力が要求されることになる。

石河¹⁾は、1,500 m の酸素負債と酸素摂取量の量的割

合を検討し、酸素負債は 48.1%、酸素摂取量は 51.9%、という値を示している。また、H. メラーロヴィツと W. メラー²⁾も、1,500 m (約 4 分間)で、両者に約 1 対 1 の関係が成立するとしている。

このように、1,500 m 走では、スピードと持久力とを、ほぼ等く発揮しなければならないので、ペース配分もむずかしく、生理的にもかなり激しい運動であると考えられる。

そのため、スポーツテストの 1,500 m 持久走を実施する場合は、持久力の劣っている者や、ふだん運動を実施していない者については、十分配慮しなければならないと考えられる。

そこで本研究では、スポーツテストの 1,500 m 持久走を、より安全で正確に実施するために、心拍数反応に関する基礎的資料を作成しようとした。

McArdle, W.D. *et al.*³⁾ は、鍛練者と非鍛練者における、60 ヤード、220 ヤード、440 ヤード、880 ヤード、

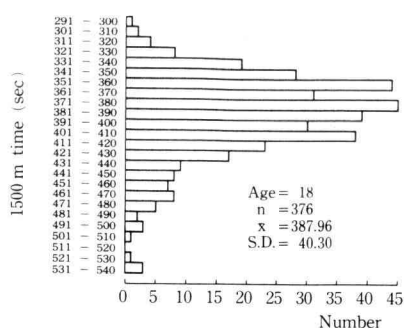


Fig. 1. Histogram of 1500 m time.

Table 1. 1500 m time category.

	1500 m time (sec)
I very poor	$448.41 < \times$
II poor	$408.11 < \times \leq 448.41$
III fair	$367.81 < \times \leq 408.11$
IV good	$327.51 < \times \leq 367.81$
V excellent	$\times \leq 327.51$

Table 2. Physical characteristics of subjects.

Group	Subj.	Age (yrs)	1500 m time (sec)	Hight (cm)	Weight (kg)
Excellent	T. K.	18	302	167.7	55.5
	Y. S.	18	309	171.3	60.0
	K. K.	18	318	168.5	68.0
	T. I.	18	320	165.0	57.0
	N. F.	18	327	170.5	67.6
	\bar{X}	18	315.2	168.6	61.6
	S. D.		9.8	2.5	5.9
Very poor	K. I.	18	480	171.0	83.0
	H. O.	18	483	185.0	95.0
	H. U.	18	491	174.0	77.0
	M. K.	18	492	154.7	78.0
	S. U.	18	498	167.7	63.5
	\bar{X}	18	488.8	170.5	79.3
	S. D.		7.3	11.0	11.4

1 マイル, 2 マイル走についての疾走直前, 疾走中, 回復中の心拍数を検討している。

このなかで, 1 マイル走についての結果は, 1,500 m 持久走を指導する際の参考にはなるものの, 1,500 m 持久走の実施者が一般の学生であることを考えると, より実質的な資料が望ましい。

本研究の目的は, 1,500 m 持久走タイムの優れたグループと, 遅いグループにおける, 1,500 m 走の, 疾走中と回復期間の心拍数反応を検討することであった。

II. 研究 方 法

1) 被検者の選定

スポーツテストの 1,500 m 持久走は, 昭和 63 年 5 月

に, 神奈川工科大学男子学生を対象に実施された。このうち, 年齢 18 歳の学生は 376 名で, 1,500 m 持久走タイムの平均値は 387.96 秒, 標準偏差は 40.30 であった。

図 1 は, 18 歳学生の 1,500 m 持久走タイムの度数分布である。

さらに表 1 は, 1,500 m 持久走タイムの平均値から, 5 段階評価を試みた結果である。

本研究では, 被検者として, 表 1 の Excellent グループに属する者 5 名, Very poor グループに属する者 5 名を選定した。

被検者の身体的特徴と, 1,500 m 持久走タイムを表 2 に示した。

Table 4. Resting, anticipatory, warm-up, and maximum exercise heart rate for 1500 rum.

Group	N	Rest	Warm-up	Anticipatory	Exercise
Excellent	5	72.8±9.1	148.8±19.7	107.4±16.7	199.4± 9.6
Very poor	5	78.8±9.3	165.4±18.7	126.4±14.3	197.6±13.8

Mean heart rate±standard deviation

2) 心拍数の測定

心拍数の測定は、ハートチェッカー・システム（セノー社製）の無線テレメーター法で行った。

心拍数の測定順序は、安静時心拍数 10 分、ウォーミングアップ心拍数 10 分、1,500 m 疾走中の心拍数、回復時心拍数 20 分であった。

安静時心拍数、回復時心拍数は、椅座位姿勢で測定した。

また、ウォーミング・アップは、次のような内容であった。

下肢の屈伸 16 回、アキレス腱の伸展 16 回、上腕の回旋 8 回、上体の側屈 16 回、上体の前後屈 16 回、胴体の回旋 16 回、跳躍 16 回、首の回旋 4 回、深呼吸 2 回、400 m フリー・ジョック

3) ラップタイムの測定およびペドメーターによる歩数の測定

ハートチェッカー・システムの無線テレメーター法では、測定可能範囲が 50 m 以内という機械的な制限があるので、実験は、神奈川工科大学第二体育館に、1 周 100 m のコースを設定して行った。

各被検者の、1,500 m 走の走速度変化を検討するために、50 m ごとのラップタイムと 1,500 m の所要タイムを、セイコー・スポーツタイマーより測定した。

さらに、1,500 m を走破するのに要した全歩数をペ

ドメーターにより測定した。

4) 実験期間および温度、湿度

実験期間は、昭和 63 年 7 月 8 日から 7 月 14 日までであった。

表 3 に、実験期間中の温度と湿度を示した。

III. 結果と考察

表 4 は、1,500 m 走における、Excellent と Very poor グループの、安静時心拍数、ウォーミング・アップ中の最高心拍数、予期心拍数、および 1,500 m 疾走中の最高心拍数を示したものである。

上記の 4 項目における、Excellent グループと Very poor グループ間の心拍数の差には、いずれも統計的有意差は認められなかった。

本研究で得られた、1,500 m 疾走中の最高心拍数は、Excellent グループでは、199.4±9.6 拍/分、Very poor グループで 197.6±13.8 拍/分であった。

この値は、McArdle, W.D. *et al.*³⁾ の 1 マイル疾走中の最高心拍数、鍛練者 195±4.6 拍/分、非鍛練者 198±6.2 拍/分と、ほぼ同等の値であった。

本実験のウォーミング・アップ順序は、本学でスポーツテストの 1,500 m 持久走を実施する場合に行うウォーミング・アップに準じたものであった。

猪飼と山地⁴⁾は、「生理学的にみた望ましいウォーミング・アップの強度は後にくる主運動の強度や環境温度等によって異なるため一概には決められないが、心臓の活動水準（一回拍出量）からみる限り、一回拍出量がほぼ定常状態に達する心拍数・120-130 拍/分（小学校 5 年生では 140~150 拍/分、中学 2 年生では 130~140 拍/分）が一つの目安になると考えられる。」としている。

本研究で得られた、ウォーミング・アップ中の最高心拍数は、Excellent グループで 148.8±19.7 拍/分、Very poor グループで 165.4±18.7 拍/分と、猪飼と山

Table 3. Temperature, Humidity.

Date	Temperature	Humidity
1988. 7. 8	24℃	60%
1988. 7. 9	30℃	65%
1988. 7. 11	26℃	90%
1988. 7. 12	29℃	55%
1988. 7. 13	24℃	79%
1988. 7. 14	23℃	80%

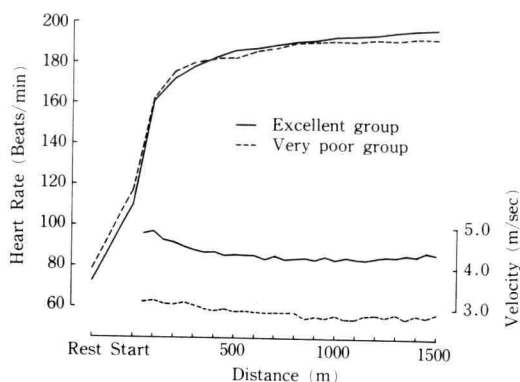


Fig. 2. Heart rate response to 1500 m run.

地⁴⁾の値よりも、やや高い値を示した。

しかし、主運動である1,500 m走は、疾走中の最高心拍数が200拍/分に近い値を示す激しい運動であるということを考えると、本学で1,500 m持久走を実施する時にやっているウォーミング・アップは、心拍数の面から考えた場合、ほぼ妥当であると考えられる。

図2は、1,500 m疾走中の、ExcellentとVery poorグループの心拍数の変化を示したものである。

横軸は距離(m)であり、縦軸は心拍数(拍/分)である。

100 mごとのラップタイム計測時の心拍数を示した。

実線は、Excellentグループの平均値、破線は、Very poorグループの平均値である。

1,500 m疾走中の心拍数の変化は、ExcellentグループもVery poorグループもほぼ同様であった。

ExcellentとVery poor間の、スタートから1,500 mまでの、100 mごとの心拍数の差には、統計的有意差は認められなかった。

1,500 m疾走中の心拍数変化を観察してみると、心拍数の最も急激な増加は、ExcellentもVery poorグループも、スタートから100 mまでの区間で生じた。

Excellentグループでは、心拍数が161.6拍/分に達した。また、この時の平均所要時間は、20.7秒であった。Very poorグループでも、163.0拍/分を示し、平均所要時間は32.6秒であった。

400 m地点では、Excellentグループでは、183.2拍/分、Very poorグループでも182.6拍/分と、180拍/分台に達した。

800 m地点では、Excellentグループでは、190.8拍/

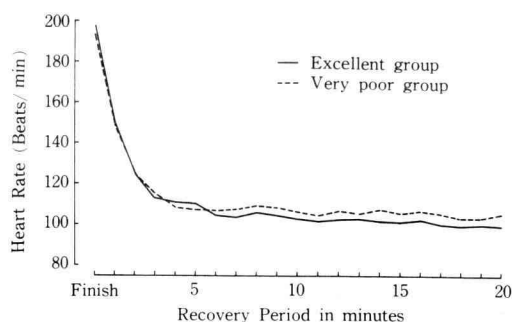


Fig. 3. Recovery heart rate pattern from 1500 m run.

Table 5. Recovering rate of heart rate.

Group	Recovery time (min)			
	5	10	15	20
Excellent	69.5%	75.8%	77.1%	78.7%
Very poor	74.7%	75.8%	76.1%	76.5%

分、Very poorグループでは190.4拍/分と、190拍/分台に達した。

その後、心拍数はゆるやかな増加を続け、1,500 m完走時では、両グループとも最高の値に達した。

Excellentグループでは、197.4拍/分、Very poorグループでは192.8拍/分であった。

図3は、1,500 m疾走からの、20分間の回復心拍数を示したものである。

横軸は、回復時間(分)であり、縦軸は、心拍数(拍/分)である。

実線は、Excellentグループの平均値、破線は、Very poorグループの平均値である。

20分間の回復心拍数の変化は、ExcellentもVery poorグループも、ほぼ同様であった。

ExcellentとVery poorグループ間の、20分間の回復心拍数には、統計的有意差は認められなかった。

さらに、猪飼他⁵⁾にならい、次式により1,500 m疾走後の心拍数回復率を求めた。

$$\left(\frac{\text{最高心拍数} - \text{回復時心拍数}}{\text{最高心拍数} - \text{安静時心拍数}} \right) \times 100$$

表5は、ExcellentグループとVery poorグループの、1,500 m疾走後20分間の心拍数回復率を示したものである。

Excellentグループも、Very poorグループも、回復

Table 6. Mean velocity, stride length and stride rate during 1500 m run.

Group	N	1500 m time at experiment	Total steps for 1500 m run	Mean velocity (m/sec)	Mean stride length (m)	Mean stride rate (strides/sec)
Excellent	5	347.79±10.42**	1134.8±145.7**	4.32±0.13**	1.34±0.15**	3.26±0.34
Very poor	5	525.14±48.85	1578.0±168.5	2.88±0.28	0.96±0.10	3.00±0.17

** P<0.05

時間 10 分で、心拍数回復率 76% を示した。

その後、両群とも、心拍数回復率は、20 分まではほぼ一定であった。

以上の結果から、1,500 m 持久走を実施した後は、最低 10 分間の休息を被検者に与えることが必要であると考えられる。

McArdle, W.D. *et al.*³⁾ は、1 マイル疾走中の心拍数パターンも、15 分間の回復心拍数パターンも、鍛練者と非鍛練者で同様であり、両群間で有意な差はなかったとしている。

本研究の Excellent と Very poor グループ間の、1,500 m 疾走中および 20 分間の回復心拍数の結果は、McArdle, W.D. *et al.* の結果と一致するものであった。

1,500 m 疾走における、Excellent と Very poor グループの、50 m ごとの走速度の変化を図 2 に示した。

実線は Excellent グループ、破線は Very poor グループである。

Excellent グループと Very poor グループとでは、約平均 1.4 m/秒の走速度の差があるものの、1,500 m 疾走中の走速度変化は、両グループとも同様の傾向を示した。

両グループとも、スタートから 100 m までは、走速度を高めて走っていたが、その後、1,000 m ぐらいまで走速度はしだいに低下して行き、1,300 m ぐらいまで同速度が維持され、最後の 200 m はやや走速度が上昇するという傾向を示した。

表 6 は、Excellent と Very poor グループの、1,500 m 所要タイム、1,500 m を走破するのに要した全歩数、1,500 m の平均速度、平均歩幅、平均ピッチを示したものである。

また、各項目についての有意差検定結果を示した。

Excellent と Very poor グループ間の、1,500 m 所要タイム、1,500 m の全歩数、1,500 m の平均速度、平均歩幅には、1% 水準で統計的有意差が認められた。

しかし、平均ピッチには、統計的有意差は認められ

なかった。

両グループ間の、1,500 m 所要タイムの差は 177.35 秒、平均歩幅の差は 38 cm、平均ピッチの差は 0.26 回/秒であった。

走速度は、歩幅とピッチの関数であらわされるので、Excellent と Very poor グループ間の 1,500 m 所表タイムの差は、ピッチよりも歩幅の差に起因する傾向が強いと考えられる。

三浦ら⁶⁾ は、5,000 m 走の記録が 14 分台の者 3 名と、16 分台の者 2 名について、スキルの分析を行い、両グループにみられるランニングスピードの差は、歩数ではなく、主として歩幅によるものであることを明らかにした。

また山口⁷⁾ は、走能力の違いによる中距離走のフォームの違いを考察し、1,500 m 走の走能力差による速度の差は、ピッチではなく歩幅の違いによって生じている、という結果を得ている。

本研究の結果は、三浦ら⁶⁾ や、山口⁷⁾ の得た結果と一致するものであった。

IV. 要 約

本研究では、Excellent グループと Very poor グループの 1,500 m 走の、疾走中と回復期間の心拍数反応を検討することであった。

次のような結果が得られた。

1) 1,500 m 疾走中の最高心拍数は、Excellent グループでは 199.4±9.6 拍/分、Very poor グループでは 197.6±13.8 拍/分であった。

両グループの最高心拍数には統計的有意差は認められなかった。

2) 1,500 m 疾走中の心拍数反応は、両グループともほぼ同様であり、統計的有意差は認められなかった。

3) 両グループとも、心拍数回復率は、1,500 m 疾走後、回復時間 10 分で 76% を示した。その後 20 分までは、ほぼ一定であった。

4) 両グループの、回復心拍数反応は、ほぼ同様に、統計的有意差は認められなかった。

5) 両グループ間の、1,500 m タイムの差は、ピッチよりも歩幅の差に起因することが示唆された。

謝 辞

本研究に対して御指導下さった、神奈川工科大学矢作庄次郎教授、泉川喬一助教授に感謝の意を表します。

参考文献および引用文献

- 1) 石河利寛, 「スポーツとからだ」岩波書店, 1986, p. 108-109.
- 2) H. メラーロヴィツ, W. メラー(石川 旦, 青山昌二共訳)「トレーニング」ベースボールマガジン社,

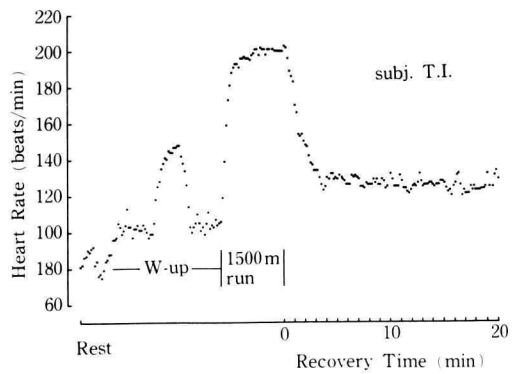
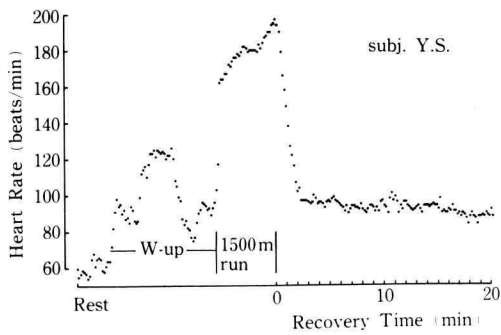
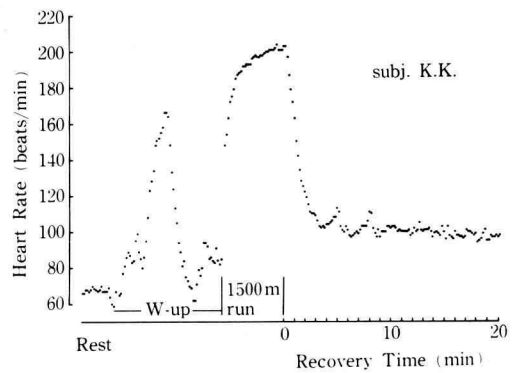
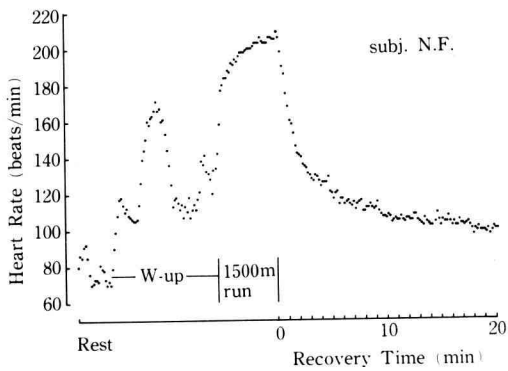
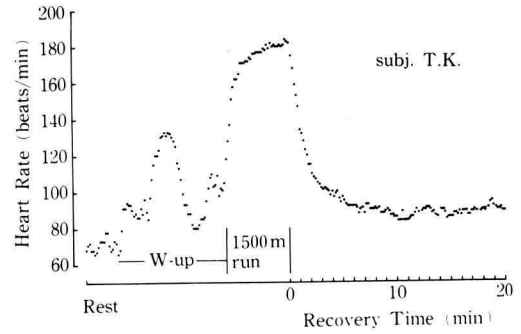
1977, p. 70-72.

- 3) McArdle, W.D., Foglia, G.F. and Patti, A.V.: Telemetered cardiac response to selected running events. J. Appl. Physiol., 23, 566-570, 1967.
- 4) 猪飼道夫, 山地啓司, 心拍数からみた運動強度 — 運動処方の研究資料として —, 体育の科学, 21: 589-593, 1971.
- 5) 猪飼道夫他, トレッドミル法による全身持久性の評価について, 体力科学, 10: 227-238, 1962.
- 6) 三浦望慶, 松井秀治, 袖山 紘: 長距離走のスキルに関する実験的研究, 身体運動の科学 II, 134-144, 1973.
- 7) 山口敏夫: 女子中距離疾走フォームに関する実験的研究, 東京女子体育大学紀要, 10: 43-45, 1975.

資 料

Excellent グループ

- ① Subj. N.F.
- ② Subj. Y.S.
- ③ Subj. T.K.
- ④ Subj. K.K.
- ⑤ Subj. T.I.



Very poorグループ

- ① Subj. H.U.
- ② Subj. S.U.
- ③ Subj. K.I.
- ④ Subj. M.K.
- ⑤ Subj. H.O.

