

幼児の短距離疾走における心拍反応

小林 寛道*・八木 規夫**

* 東京大学教養学部

** 三重大学教育学部

Heart Rate during Short Distance Running for Children of 6 years old.

Kando Kobayashi*, Norio Yagi**

* Dept. of Sports Sciences, College of Arts and Sciences,
The University of Tokyo.

** Faculty of Education, Mie University.

Abstract

Heart rate responses relating to the dash of 25 m, 50 m and 100 m were investigated on 20 boys and 20 girls of 6 years old. The subjects were chosen from 120 children of the same age groups as 10 good runners (Group-A) and 10 poor runners (Group-B), for boys and girls, respectively.

Heart rate were recorded using telemetry system before and during running, and 3 min recovery period.

In the present study, the following results were obtained

① The mean records of running for boys of Group A and B were 5.59 sec : 6.93 sec [A : B], 11.79 sec : 14.34 sec, and 24.25 sec : 29.96 sec, for 25 m, 50 m and 100 m dash, respectively.

The mean records for girls of Group A and B were 5.99 sec : 6.78 sec [A : B], 12.21 sec : 14.06 sec, and 25.24 sec : 29.74 sec, for 25 m, 50 m and 100 m dash, respectively.

The differences in running records between Group A and B were statistically significant ($p < 0.01$) for all cases.

② Heart rate during running was relatively higher in Group A than Group B. Maximum heart rate during running for boys of Group A and B were at the level of 157 bpm : 153 bpm [A : B], 172 bpm : 159 bpm ($p < 0.05$) and 184 bpm : 176 bpm, for 25m, 50m and 100m dash, respectively.

Those for girls were at the level of 159 bpm : 148 bpm, 175 bpm : 159 bpm (p

<0.05), and 176 bpm : 173 bpm ($p < 0.05$), for 25m, 50m and 100m dash, respectively.

③ It is concluded that higher level of heart rate would be observed for children who show higher performance in short distance running, as for the case of long distance running. It is probable that children having high running ability were adapted to high intensity exercise with higher level of cardiovascular responses.

1. 目的

運動にともなう心拍反応は、運動遂行に対する生体の適応状態を示す指標として重要である。それ故、心拍数は運動負荷強度をとらえる指標として広く用いられている。青少年や成人の運動に対する心拍反応については非常に多くの研究報告がなされているが、それに比較して、幼児を対象にした心拍反応に関する研究報告は少ないといえる。

幼児を対象として心拍反応をとらえた研究報告の内容は多岐にわたっているが、それらは、いろいろな運動遊びを行ったとき^{7,9-12,14}、持久走や持久的活動時^{4,8,13,17}、体育指導や体育教室活動時、および日常生活時間における心拍反応^{2,5,6}にかかわるものが多い。このうち、幼児の短距離疾走にともなう心拍反応については、極めて限られ報告例¹⁸がみられるにすぎない。

本研究では、人間の最も基本的な運動である走運動をテーマとして、幼児が異なる距離の短距離疾走を行ったときの心拍反応をとらえるとともに、疾走能力が高い子どもと低い子どもでは、走運動にともなう心拍反応に差異がみられるか否かを考察することを目的とした。

2. 方法

1) 対象

三重県北牟婁郡紀伊長島町K幼稚園の年長組(6歳)園児男女40名を対象とした。測定の対象は120名の同年齢の園児の中から、あらかじめ行った25m走テストの結果にもとづいて選択された幼児で、疾走能力が高い男子10名、女子10名、および疾走能力が低い男子10名、女子10名である。

2) 測定手順

体育館内にラインテープを用いて25m走直走路、および1周50mのトラックを描いた。対象児は、この走路を用いて25m走、50m走、100m走(トラック2周)を行った。測定は2日間にわたって実施し、各測定種目の間隔は少なくとも30分間をおいた、スタート前は、椅座位にて走行順番を待ち、疾走後はすみやかにゴール付近の椅子に座り、回復期3分間の安静を保った。対象幼児には、胸部双極誘導による心電図電極および発信器を装着し、走行前、走行中、走行後(回復期)3分間の心電

図をテレメータ装置を用いて熱ペン式レクチコーダー(日本電気三栄社製)の記録紙に連続記録した。記録された心電図からRR間隔をもとに5秒間単位に心拍数を計測し、1分間あたりの心拍水準を算出した。

また、各距離の走行所要タイムおよび100m走では50m地点での通過タイムをストップウォッチを用いて計測した。測定では1名ずつが走行する方法をとった。

疾走能力測定の前日には、対象児の形態計測および握力、背筋力の測定を行った。なお、これらの測定を実施するにあたっては、幼稚園園長を通して、保護者から測定協力に関する承諾を得た。



3. 結果

対象児の形態、筋力(握力、背筋力)および25m走、50m走、100m走の測定結果を表1、2に示した。男女とも疾走能力が高い群をA群、疾走能力が低い群をB群として測定結果を処理した。

1) 年齢、形態、筋力について

A群とB群の測定結果を比較すると、次のような特徴がみられた。

男子の年齢はA群6.20歳、B群5.80歳であり、0.4歳の差($p < 0.05$)がみられたが、女子にはA、B群間で統計的に有意性のある差はみられなかった。

身長は男女ともA、B群間で有意な差はなかったが、男子の体重、胸囲では5%水準でA群が有意に大きな値を示した。しかし、女子の体重、胸囲には、群間の有意な差はなかった。

握力、背筋力については、男子で群間に有意な

表1. 幼稚園年長組(6歳)園児の形態, 筋力および走能力測定結果(男子)
 [A群: 疾走能力が高い群, B群: 疾走能力が低い群]

Subj.	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	右左平均 握力 (kg)	背筋力 (kg)	25m タイム	50m タイム	100mタイム	
									50m ラップ	100m
A群(N=10)										
MA001	6.42	110.7	20.0	57.0	7.5	38.0	5" 3	11" 4	11" 6	23" 1
MA009	5.83	110.1	18.8	54.2	6.5	27.0	5" 4	11" 2	11" 5	22" 8
MA031	6.33	115.6	21.2	55.7	9.8	41.0	5" 1	10" 9	11" 2	23" 3
MA036	6.08	114.0	22.6	59.0	7.0	31.0	5" 5	12" 2	12" 2	23" 9
MA058	6.42	119.8	20.5	55.3	9.3	30.0	5" 4	11" 8	12" 2	24" 1
MA063	6.17	115.0	20.5	57.0	5.8	9.0	5" 8	12" 2	12" 5	25" 0
MA086	6.42	107.5	18.0	55.2	7.3	20.0	5" 5	12" 0	12" 4	25" 1
MA089	6.08	112.1	20.5	54.4	7.0	18.0	6" 1	11" 6	11" 6	23" 5
MA119	6.00	115.1	19.4	54.0	5.0	29.0	6" 2	12" 9	13" 1	26" 4
MA122	5.83	109.0	19.0	55.3	6.8	—	5" 6	11" 7	13" 2	25" 4
\bar{X}	6.20	112.9	20.1	55.7	7.2	27.0	5" 59	11" 79	12" 15	24" 25
SD	0.22	3.51	1.25	1.47	1.37	9.43	0" 33	0" 54	0" 64	1" 11
MAX	6.42	119.8	22.6	59.0	9.8	41.0	5" 1	10" 9	11" 2	22" 8
MIN	5.83	107.5	18.0	54.0	5.0	9.0	6" 2	12" 9	13" 2	26" 4
B群(N=10)										
MB008	5.83	110.8	17.4	53.8	7.5	18.0	6" 3	13" 5	14" 1	27" 9
MB014	5.50	113.9	19.8	56.5	8.0	31.0	6" 6	13" 4	13" 1	26" 5
MB032	6.25	114.3	18.0	53.4	4.8	29.0	6" 5	13" 6	13" 9	27" 9
MB044	5.50	105.5	15.3	51.7	4.5	16.5	7" 1	14" 4	15" 4	31" 0
MB060	6.33	111.5	18.5	55.9	6.0	16.0	6" 9	14" 9	14" 7	30" 8
MB062	6.17	113.3	19.0	54.5	7.0	19.0	7" 0	13" 5	14" 5	29" 4
MB096	5.83	114.5	22.5	57.5	8.3	10.5	8" 1	15" 5	15" 3	31" 7
MB098	5.75	104.2	16.0	52.6	4.5	30.0	7" 1	14" 9	14" 3	29" 3
MB124	5.58	112.0	19.5	53.8	9.0	23.5	6" 5	15" 0	15" 6	30" 8
MB126	5.58	110.6	18.5	51.0	8.5	29.0	7" 2	14" 7	18" 0	34" 3
\bar{X}	5.80	111.1	18.5	54.0	6.8	22.3	6" 93	14" 34	14" 89	29" 96
SD	0.30	3.39	1.92	1.97	1.65	6.84	0" 48	0" 73	1" 26	2" 13
MAX	6.33	114.5	22.5	57.5	9.0	31.0	6" 3	13" 4	13" 1	26" 5
MIN	5.50	105.5	15.3	51.0	4.5	10.5	8" 1	15" 5	18" 0	34" 3
全体(N=20)										
\bar{X}	6.00	112.0	19.3	54.9	7.0	24.5	6" 26	13" 07	13" 52	27" 11
SD	0.31	3.57	1.86	1.93	1.53	8.51	0" 79	1" 43	1" 70	3" 32
MAX	6.42	119.8	22.6	59.0	9.8	41.0	5" 1	10" 9	11" 2	22" 8
MIN	5.50	105.5	15.3	51.0	4.5	9.0	8" 1	15" 5	18" 0	34" 3

表2. 幼稚園年長組(6歳)園児の形態, 筋力および走能力測定結果(女子)
 [A群: 疾走能力が高い群, B群: 疾走能力が低い群]

Subj.	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	右左平均握力 (kg)	背筋力 (kg)	25m タイム	50m タイム	100mタイム	
									50m ラップ	100m
A群(N=10)										
FA021	6.17	116.8	22.0	57.8	9.3	32.0	5" 2	11" 1	11" 4	23" 2
FA025	5.75	111.7	19.8	56.5	8.0	20.0	6" 0	11" 5	13" 2	25" 7
FA052	6.00	118.0	19.6	54.5	8.0	32.0	6" 2	13" 5	14" 1	26" 9
FA053	6.00	114.0	19.4	55.7	7.5	24.0	6" 3	12" 4	12" 7	26" 5
FA082	5.75	111.9	21.5	54.4	7.5	25.0	6" 1	12" 5	12" 8	26" 1
FA083	5.67	109.7	20.0	57.8	6.3	21.5	5" 7	12" 7	11" 5	22" 9
FA102	6.42	119.0	21.0	56.5	8.5	39.0	5" 3	11" 6	12" 4	25" 0
FA111	5.67	116.0	20.5	55.2	6.5	25.0	—	12" 2	12" 1	24" 8
FA133	6.17	116.1	24.5	60.5	11.5	13.5	6" 6	12" 2	12" 8	25" 2
FA136	6.08	117.2	22.0	57.0	6.5	27.0	6" 5	12" 4	12" 8	26" 1
\bar{X}	5.97	115.0	21.0	56.6	8.0	25.9	5" 99	12" 21	12" 58	25" 24
SD	0.24	2.91	1.47	1.74	1.49	6.79	0" 47	0" 65	0" 75	1" 26
MAX	6.42	119.0	24.5	60.5	11.5	39.0	5" 2	11" 4	11" 4	22" 9
MIN	5.67	109.7	19.4	54.4	6.3	13.5	6" 6	14" 1	14" 1	26" 9
B群(N=10)										
FB020	6.17	111.3	18.5	54.5	7.8	20.0	6" 3	14" 7	14" 0	27" 6
FB028	5.58	105.0	21.0	56.2	6.5	22.0	6" 3	14" 2	13" 5	27" 5
FB047	6.33	114.3	19.3	53.5	6.0	26.0	7" 0	14" 3	15" 2	29" 6
FB049	6.08	116.8	20.0	53.7	4.3	11.0	6" 3	13" 9	14" 3	28" 9
FB078	6.00	115.4	20.3	55.0	5.0	18.0	8" 0	14" 4	18" 0	34" 4
FB085	5.50	111.2	22.0	57.0	6.3	11.0	6" 6	13" 5	14" 6	29" 5
FB104	6.33	116.2	21.5	54.3	5.0	10.0	—	14" 6	14" 7	29" 2
FB107	5.83	108.0	21.0	58.5	6.5	23.0	6" 1	12" 3	15" 0	30" 1
FB134	6.17	113.6	32.5	72.8	9.3	23.5	7" 1	14" 4	14" 9	29" 6
FB141	5.58	114.0	22.2	54.5	6.5	10.0	7" 3	14" 3	15" 2	31" 0
\bar{X}	5.96	112.6	21.8	57.0	6.3	17.5	6" 78	14" 06	14" 94	29" 74
SD	0.30	3.56	3.72	5.47	1.37	6.02	0" 59	0" 67	1" 14	1" 85
MAX	6.33	116.8	32.5	72.8	9.3	26.0	6" 1	12" 3	13" 5	27" 5
MIN	5.58	105.0	18.5	53.5	4.3	10.0	8" 0	14" 7	18" 0	34" 4
全体(N=20)										
\bar{X}	5.96	113.8	21.4	56.8	7.1	21.7	6" 38	13" 14	13" 76	27" 49
SD	0.27	3.48	2.86	4.07	1.65	7.68	0" 66	1" 14	1" 53	2" 75
MAX	6.42	119.0	32.5	72.8	11.5	39.0	5" 2	11" 1	11" 4	22" 9
MIN	5.58	105.0	18.5	53.5	4.3	10.0	8" 0	14" 7	18" 0	34" 4

差はなかったが、女子では1%水準でA群が大きい値を示した。女子A群の握力は8.0 kg, 背筋力25.9 kgに対して、B群の値は6.3 kg, 背筋力17.5 kgと相対的に小さかった。

2) 疾走タイムについて

25m走, 50m走, 100m走の疾走タイムは、A群がB群に比較して優れており、その差は、統計的に1%水準で有意であった。

a. 25m走

25m走の男子全体の平均タイムは6.25秒であり、A群の平均は5.59秒、B群の平均は6.93秒であった。全対象児のうち最も速い子は5.10秒、最も遅い子は8.10秒であった。女子全体の平均タイムは6.38秒で、A群の平均は5.99秒、B群平均は6.78秒であり、このうち最も速い子は5.20秒、最も遅い子は8.00秒であった。

b. 50m走

50m走では、男子の全体平均が13.07秒で、A群平均11.79秒、B群平均14.34秒であり、最も速い子は10.90秒、最も遅い子は15.50秒であり、女子の全体平均は、13.14秒でA群平均12.21秒で、B群平均14.06秒であり、最も速い子は11.10秒、最も遅い子は14.70秒であった。

c. 100m走

100m走では、男子の全体平均は27.11秒で、A群平均24.25秒、B群平均29.96秒であり、最も速い子は22.80秒、最も遅い子は34.30秒であった。100m走のうち、50mごとのスプリットタイムを比較すると、全体平均では、前半50mの13.52秒に対して後半50mでは13.59秒とやや遅くなっている。しかし、A群の50m通過タイムは12.15秒で後半も12.10秒と後半でわずかに速いタイムになっている。一方、B群では50m通過タイムが14.89秒、後半が15.07秒で、前半より0.18秒遅いペースとなっている。すなわち、B群はA群に比較して、スピードの持続能力が低いということをあらわしている。

女子100m走では、全体平均が27.49秒で、A群が25.24秒、B群が29.74秒であり、A、B群の差は、4.50秒と男子の場合よりもやや少ない。最も速い子は22.90秒、最も遅い子は34.40秒で100mを走るうちに11.90秒の差がみられる。100mの前

半50mと後半50mのスプリットタイムでは、A群で前半12.58秒、後半12.66秒と差が少ないが、B群では前半14.94秒、後半14.80秒と逆に後半の方が速い。この様子は男子の場合と著しく異なっている。

3) 走行中の心拍反応

25m走, 50m走, 100m走のスタート前, 走行中, およびゴールイン後の回復期1分30秒までの心拍水準の推移を図1, 2に示した。

男子A群の心拍反応はB群と比較してスタート前, 走行中および回復期を通して全体的に高い水準にある。女子では、特に走行中および回復初期にA群の心拍水準が高い様子がみられた。

走行中の最高心拍数は、男子A群の場合、25m走157拍/分、50m走172拍/分、100m走184拍/分であり、B群では、25m走153拍/分、50m走159拍/分、100m走176拍/分という水準であった。これらの心拍反応のうち、A、B群間の差は、50m走の場合に統計的に5%水準で有意であった。

女子の走行中の最高心拍数は、A群で25m走159拍/分、50m走175拍/分、100m走187拍/分であり、B群では25m走148拍/分、50m走159拍/分、100m走173拍/分の水準であった。A、B群間の差は、50m走、100m走で統計的に5%水準で有意であった。

4. 考 察

幼児の走運動中の心拍反応については、これまで吉沢⁸⁾、松井¹⁰⁾、小林⁸⁾、Yoshida¹⁵⁾、藤田⁴⁾、たちの報告がある。

このうち、走能力別に心拍反応を比較したYoshidaたち¹⁶⁾の報告では1500m走、4000m走、8850m走を行った場合、最も速い子どもの心拍数は1500m走、4000m走では、200~220拍/分、8850m走では180~210拍/分の水準が維持されているが、最も遅い子どもでは、速度の低下にともなって心拍水準も低く、4000m走では160拍/分、8850m走では150拍/分の水準にまで低下している。

小林たち⁸⁾は6歳児が5分間走を行ったとき、走行中の心拍数はスタート後1分以後190拍/分

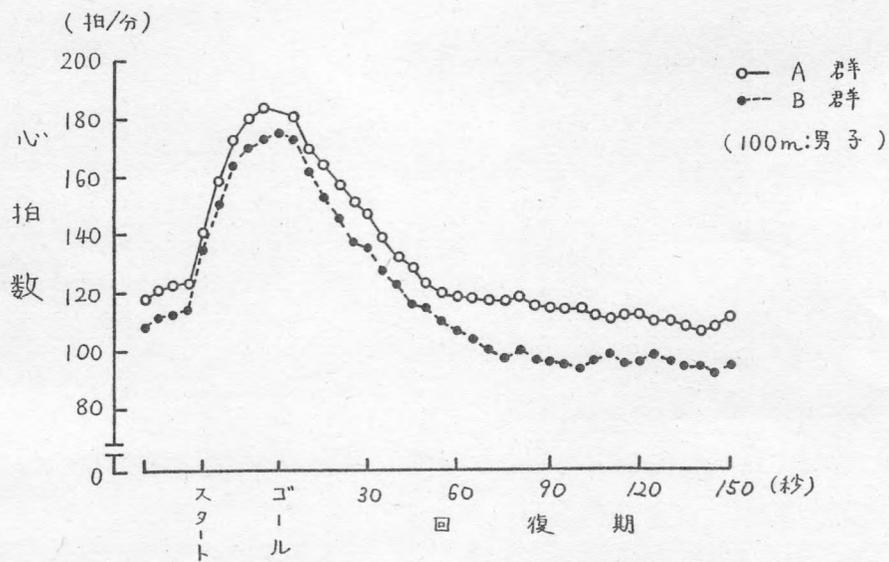
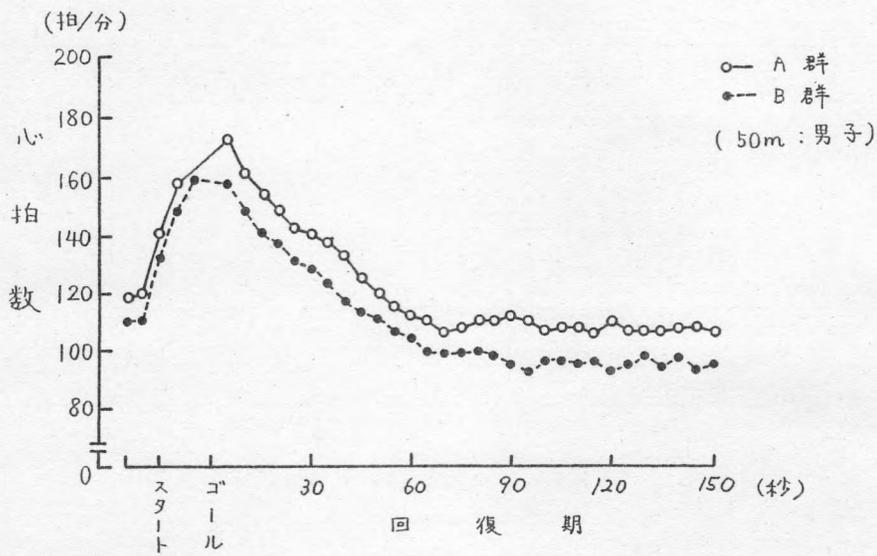
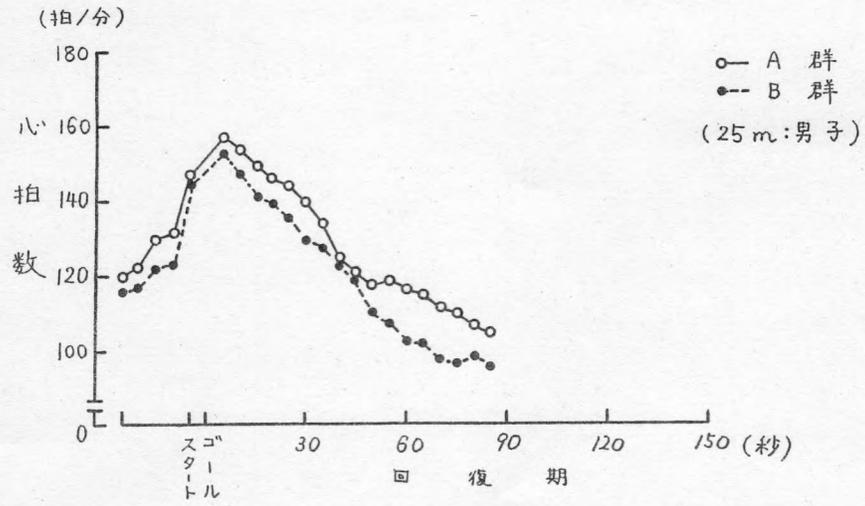


図1. 短距離疾走にともなう心拍反応の推移(男子)
〔A群: 疾走能力の高い群, B群: 疾走能力の低い群〕

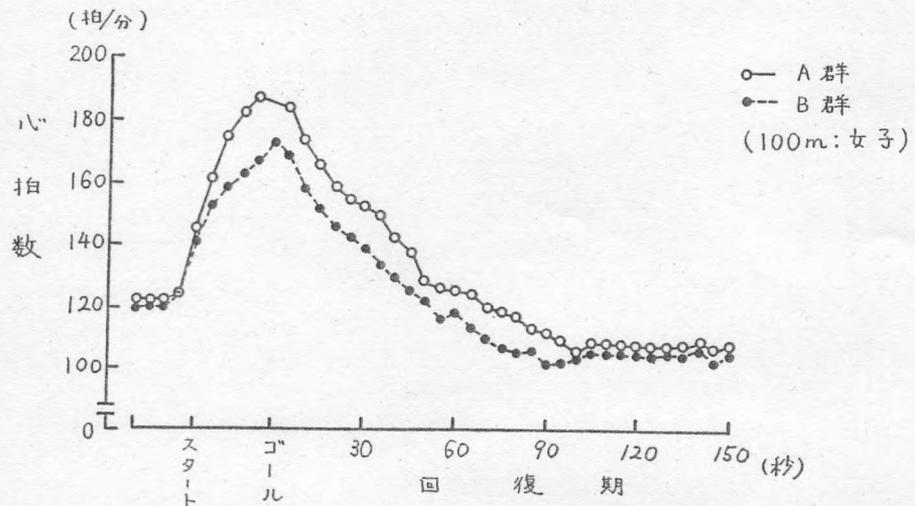
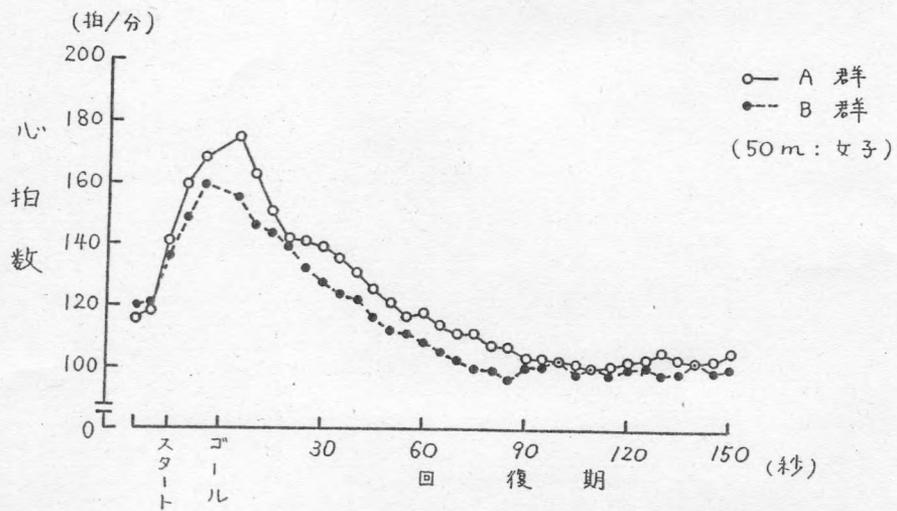
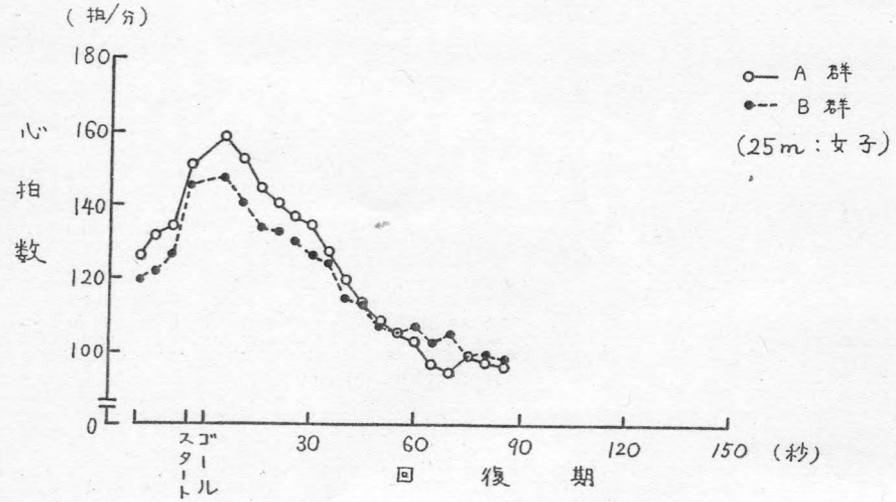


図2. 短距離疾走にともなう心拍反応の推移(女子)
 [A群: 疾走能力の高い群, B群: 疾走能力の低い群]

をこえる水準が維持されるが、走行中の最高心拍数は、男子の速いグループ（10名）で平均 200.9 拍/分、遅いグループ（10名）で 197.9 拍/分であったことを報告している。

藤田⁴⁾は、幼稚園の運動指導のなかで行われる 4 分間程度の持久走中の心拍数をとらえ、先生の指導に従って走るとき、肥満傾向の子どもの心拍数が 200 拍/分をこえて最も高くなり、最も体力の高い子どもでは、150～180 拍/分で最も低い水準であったことを報告している。これは、先生が走行ペースを定めた場合の心拍反応で、子どもが自由に走った場合の心拍反応を論じる場合とは状況が異なっている。

一般に幼児が自由遊び時間に自由な活動を行ったとき、日常活動的な子どもでは心拍水準が高く、日常不活動的な子どもでは心拍水準が低い傾向がみられる^{5,6,10)}。

本研究において、短距離疾走能力に優れた子どもは、疾走能力が低い子どもと比較して走行中の最高心拍数が高く、さらにこの影響によって、回復初期の心拍水準が高い傾向がみられたが、これは、走運動にともなう生体の活動水準がより高い段階に高められることを意味している。幼児の運動では、無酸素的エネルギー発生が未熟であることから、30秒以下の運動においても、主として有酸素的エネルギー発生にもとづくものとなっており、運動に対する心拍反応は、大人の場合より、より敏感であると考えられる。幼児の心拍反応は、短距離疾走から持久走に至るまで運動のパフォーマンスと密接に関連しているといえることができる。

まとめ

- ① 6 歳児 120 名の中から、短距離疾走能力が高い幼児男女 20 名、疾走能力が低い幼児男女 20 名を対象として、25m 走、50m 走、100m 走を行い、走行前、走行中、回復期の心拍反応を連続的にとらえた。
- ② 疾走能力が高い 10 名を A 群、疾走能力が低い 10 名を B 群としたとき、男子の疾走タイムは、A 群 25m 走 5 秒 59、50m 走 11 秒 79、100m 走 24 秒 25 であり、B 群 25m 走 6 秒 93、50m 走 14 秒 34、100m 走 29 秒 96 であった。女子の A 群は、5 秒 99、12 秒 21、25 秒 24、B 群は 6 秒 78、14 秒 06、

29 秒 74 であった。

- ③ 走行中の心拍数は、各疾走距離で A 群が B 群より高い傾向がみられた。走行中の最高心拍数は、A 群 25m 走 157 拍/分、50m 走 172 拍/分、100m 走 184 拍/分の水準であり、B 群では 25m 走 153 拍/分、50m 走 159 拍/分、100m 走 176 拍/分の水準であった。女子では、A 群 159 拍/分、175 拍/分、187 拍/分、B 群 148 拍/分、159 拍/分、173 拍/分の水準であった。
- ④ 幼児の短距離疾走では、持久走の場合と同様にパフォーマンスが高い幼児において走行中の心拍数が高水準となり、強い運動負荷に対して生体の活動水準が高い段階で適応していると考えられる。

文 献

- 1) 青木純一郎、村岡 功、石河利寛：幼児体育教室の運動強度。体育科学 7：173-176, 1979.
- 2) 青木純一郎、石河利寛、村岡 功、吉田敬義：幼稚園保育中のエネルギー消費量。体育科学 9：195-200, 1981.
- 3) 浅見高明、渋谷侃二、石島 繁：幼児の適正運動量に関する研究——幼稚園におけるトレーニング中の運動強度とエネルギー消費量について——。体育科学 11：106-116, 1983.
- 4) 藤田公和：保育現場における幼児の持久走指導について。体育の科学 40(11)：883-888, 1990.
- 5) 加賀谷淳子：幼児の運動生活。体育の科学 22：386-391, 1972.
- 6) 加賀谷淳子、横関利子：幼児の日常生活の運動量。体育の科学 31：245-252, 1981.
- 7) 小林寛道：フィールドアスレチックの遊びと運動量。体育科学 31：334-340, 1981.
- 8) 小林寛道、勝部篤美、桜井伸二、脇田裕久、八木規夫、水谷四郎：幼児の Aerobic Power と持久走に関する研究。体育科学 13：138-145, 1985.
- 9) 小林寛道：運動遊びの効果、幼児の体育カリキュラム（体育科学センター編）、学研、p26-30, 1986.
- 10) 松井秀治、勝部篤美、小林寛道、小松佳世、水野義雄、天野博江、伊藤功子：幼児の自由遊び時間および各種運動時の心拍反応。体育科学 9：160-173, 1981.
- 11) 宮丸凱史、平木場浩二、松坂 晃、石島 繁：幼児の運動遊びの運動強度。体育科学 14：113-120, 1980.
- 12) 宮丸凱史、平木場浩二、松坂 晃、石島 繁、種谷明美：Pedometer の歩数および心拍数からみた幼児の運動

- 遊びにおける運動量について, 体育科学12: 118-131, 1984.
- 13) 宮丸凱史, 久野譜也, 飯田 稔: 幼児の山のぼりの運動強度, 体育科学14: 66-72, 1986.
- 14) 八木規夫, 小林寛道, 脇田裕久: 幼児の運動遊びと心拍反応に関する研究, 総合保健体育科学8(1): 69-76, 1985.
- 15) 吉田敬義, 石河利寛: 呼吸循環機能からみた幼児の持久走について, 体育学研究23(1): 59-65, 1978.
- 16) Yoshida, T., T. Ishiko and M. Muraoka: Cardio-respiratory functions in children with high and low performance in endurance running. *Eur. J. Appl. Physiol.* 51: 313-319, 1983.
- 17) 吉沢茂弘, 石崎忠利, 本多宏子, 亀岡隆之, 森田良司, 石川栄寿: 幼児の有酸素的作業能に関する研究, 体育の科学26(4): 254-262, 1976.
- 18) 吉沢茂弘, 亀岡隆之, 本多宏子, 伊藤精秀, 郷間裕子, 篠崎昌子, 横塚貞一: 3, 4および5歳児の有酸素的作業能に関する研究, 体育の科学29(6): 425-430, 1979.