幼児体育に関する実験的研究

(1) 幼児の運動負荷と脈拍数

勝部 篤美* 原田 碩三** 後藤サヨ子***

(昭和44年11月10受付)

An experimental study on infant physical education

(I) Infant's ability of exercise load and the pulse rate

Atsumi Katsube (Nagoya University)

Sekizo Harada (Ichimura Gakuen Junior College)

Sayoko Goto (Nagoya Junior College)

This research aimed at the analysis of the changes in the pulse rate caused by the various types of exercise load given to infants, and discussed the best type of physical education for the infants. The pulse rate was measured by the method of a phototube (1) at their complete rest, (2) soon after exercises, and (3) on the process of recovering from the tiredness. The results were compared according to "age" and "type of exercise."

The conclusion was that infant's pulse rate often decreased remarkably soon the after exercises rather than when they were resting. Younger infants showed more tendency of this kind and the harder the exercise load was the more remarkably this tendency had been observed.

研究目的

幼児に運動を負荷した場合、循環器系に与える影響が成人の場合と如何に異なるかという問題について、これを実験的に追求した研究報告は極めて僅少である。その理由は、従来、幼児体育そのものに余り関心が払われなかつたことと、この種の実験に必要なフィールド・ワーク用の精密な計測器機が開発されていなかつたことに帰因するであらう。最近わが国ではエレクトロニクスの急速な発展に伴ない、この種の研究が比較的容易に行ないうる計器が生み出されてきている。透過光電脈波方式のハートベツトなどはその一例である。われわれはハートベツトを用いて幼児に対する運動負荷と脈拍数の関係を検討しようとして、次の二つの実験を行なつた。

(第1実験)

負荷運動種目数を6種目に限定するが、幼児の年令段階をできるだけ細分化して、年令別・種目別に脈拍数の変動を比較検討する。

(第2実験)

被験者を5才児に限定するが、負荷運動種目をできるだけ多くして、運動種目別に脈拍数の差異を比較検討する。

第1実験の方法

(1) 被験者

名古屋市内の2幼稚園の園児151名。女子短期大学学生45名。男子高校生15名。

(2) 測定種目

20m走・50m走・連続片脚跳・鉄棒逆上り(10秒間に1回の割合で合計6回)、でんぐり返し(10秒間に1回の割合で合計6回)、はとぼつぼ体操、

* 名古屋大学

** 市邨学園短期大学

*** 名古屋短期大学

以上合計6種目。

(3) 測定時期

昭和44年1月8日より2月末日までで、気温14°C以上の時を選んで行なった。延日数は36日間である。

(4) 測定方法

1. 脈拍数検出方法と使用器械

ハートベツト（三菱電機製作）を使用し、被験者の脈拍数は透過光電脈波として耳垂より検出した。

2. 安静時脈拍数の決定の仕方

安静時脈拍数を数回測定し、その結果同じ数値が2度でた場合はその数値を採用し、極めて近似した値が2つある場合には、そのうち少ない方の数値を安静時脈拍数とした。

3. 脈拍数測定時期

安静時30秒間、各種運動終了直後より30秒間、同1分より30秒間、同2分より30秒間、以上4期について測定した。

4. 測定実施上の留意点

検者を限定すること、空腹時には行なわないこと、動機づけを十分に行なうこと、情緒的刺激の影響をなくすこと、測定中の姿勢を正しくするこ

と、気温に注意すること。

第1実験の結果と考察

第1実験の結果、運動負荷による脈拍数の変化を年令別・種目別に平均値ならびに標準偏差として示せば表1-1の通りである。また、脈拍数変化指数（運動後脈拍数/安静時脈拍数×100）で示せば表1-2の通りで、この中の20m走を1例として図示すれば図1-1の通りである。さらに、被験者によつては運動負荷後の脈拍数が安静時のそれよりも増加するものと減少するものがあるが、その比率を年令別・種目別に比較すると図1-2の通りである。

これらの図表から、以下のことが指摘できよう。

1. 運動終了直後の脈拍数の変化の年令別比較

(1) 脈拍数の平均値を年令別に比較した場合

1) 成人ないし青年（短大生、高校生）では運動後の回復過程のいずれかの時期において一過性に徐脈を来すことのあることは従来から認められているが、運動終了直後において徐脈が見られる

（変化指数）

図1-1 20m走終了後の脈拍数の変化

ということは明らかにされていないし、またこの実験においてもそのような事実は見られなかった。つまり成人においては運動終了直後の脈拍数が安静時のそれよりも減少するという一過性の negative phase は見られなかった。

2) しかしながら、4才前半の幼児では、どの運動種目においても、終了直後の脈拍数は安静時の脈拍数よりも一過性に減少し、negative phase が早期に出現する(幼児型)。

3) 運動終了直後の negative phase は年令を追うに従って少なくなり、5才後半から6才の段階では余り見られなくなり、成人型に近いパター

ンを示すようになる。

4) 5才前半では運動終了直後の negative phase が見られる場合と見られない場合とがあり、成人型と幼児型の中間を示している。

(2) negative phase の発現率を年令別に比較した場合

先きに述べた運動終了直後の negative phase は同一年令のすべての子どもに見られるわけではない。幾人かの4才児が同一の運動を行なったとしても、その直後の脈拍数が安静時の脈拍数よりも減少する者もあれば、逆に成人と同様に増加する者もいるわけである。そこで各年令別に減少す

図 1-2 運動終了直後の脈拍数が安静時の脈拍数よりも下つたものの割合

表 1-1 運動負荷による脈拍数の変化

項目 年令 N	種目 安静時 30''	時間	20 m 走						50 m 走					
			直後~30''		後1'~1'30''		後2'~2'30''		直後~30''		後1'~1'30''		後2'~2'30''	
			M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D
4才前半	13		44.6	2.4	39.5	8.6	37.8	7.5	39.9	7.6	41.0	11.7	43.9	8.1
4才後半	25		45.1	5.6	41.9	9.2	46.3	8.6	48.4	4.7	40.7	10.8	45.8	8.6
5才前半	35		45.6	6.7	42.2	8.5	47.7	8.3	47.1	9.5	45.5	10.7	44.5	9.0
5才後半	30		46.4	5.9	42.4	8.2	43.3	8.9	44.0	8.2	46.7	8.8	45.6	6.8
6才前半	27		43.3	5.5	41.9	7.5	43.2	6.4	44.1	7.3	46.7	10.3	45.6	6.5
6才後半	27		42.4	4.0	41.2	8.7	43.2	4.7	44.1	7.0	46.5	8.7	43.0	6.8
女子短大生	45		38.0	4.9	44.4	6.1	42.0	6.7	39.6	6.3	55.4	9.8	49.2	6.7

項目 年令 N	種目 安静時 30''	時間	連続片脚とび						鉄棒逆上り					
			直後~30''		後1'~1'30''		後2'~2'30''		直後~30''		後1'~1'30''		後2'~2'30''	
			M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D	M	S·D
4才後半	15		42.9	3.6	39.7	7.2	45.0	7.3	44.9	8.0	42.1	10.0	46.1	6.3
5才前半	22		41.7	3.9	40.8	6.9	42.8	5.1	45.3	6.0	40.0	8.3	43.3	6.6
5才後半	17		42.6	3.9	40.9	8.0	44.5	3.7	43.6	4.9	45.8	5.7	48.6	6.0
女子短大生	12		35.8	5.4	50.5	10.5	44.2	7.6	39.5	6.3				

はとぼつぽ体操											でんぐり返し												
項目 年 令 N		種目 時間 安静時30''		はとぼつぽ体操								項目 年 令 N		種目 時間 安静時30''		でんぐり返し							
				直後~30''		後1'~1'30''		後2'~2'30''		直後~30''						後1'~1'30''		後2'~2'30''					
		M	S・D	M	S・D	M	S・D	M	S・D		M	S・D	M	S・D	M	S・D	M	S・D					
5才前半	19	40.6	4.0	36.3	6.0	45.6	6.0	45.8	6.3	4才前半	13	44.6	2.4	43.0	9.1	44.7	10.8	42.8	7.9				
5才後半	11	41.2	4.1	36.3	4.1	46.1	6.0	46.1	6.2	4才後半	25	45.1	5.6	46.7	8.9	42.7	5.7	46.7	4.2				
										5才前半	35	45.6	6.7	47.6	8.8	45.4	5.8	48.3	6.2				
										5才後半	30	46.4	5.9	49.4	8.9	43.0	5.8	45.5	5.6				
										6才前半	27	43.3	5.5	47.9	9.6	40.7	5.7	44.2	4.6				
										6才後半	27	42.4	4.0	48.9	11.0	40.1	8.5	42.7	7.5				
										女子短大生	14	39.6	4.3	50.8	3.9	37.9	4.7	39.5	5.0				

表 1-2 運動後の脈拍数の変化 (変化指数)

種目 時期 年令	20 m 走			50 m 走			連続片脚跳			鉄棒逆上り			はとぼつぽ体操			でんぐり返し		
	直後 30''	後 1'00'' 1'30''	後 2'00'' 2'30''	直後 30''	後 1'00'' 1'30''	後 2'00'' 2'30''	直後 30''	後 1'00'' 1'30''	後 2'00'' 2'30''	直後 30''	後 1'00'' 1'30''	後 2'00'' 2'30''	直後 30''	後 1'00'' 1'30''	後 2'00'' 2'30''	直後 30''	後 1'00'' 1'30''	後 2'00'' 2'30''
4才前半	89.5	85.7	90.9	92.9	99.5	103.3										97.2	101.1	97.3
4才後半	93.0	102.7	108.9	89.7	101.0	104.3	92.9	106.8	106.3	98.0	107.5	111.4				103.3	94.9	102.8
5才前半	94.5	101.9	105.9	99.6	97.2	103.6	99.2	104.2	110.5	93.7	104.5	113.5	90.6	108.2	111.6	106.3	100.6	107.8
5才後半	91.2	93.0	94.9	100.7	98.3	99.8	98.9	107.4	105.8	107.5	114.6	118.3	91.4	114.0	112.7	110.0	92.5	98.4
6才前半	96.5	100.0	102.2	110.3	105.1	105.6										111.6	95.1	102.8
6才後半	97.4	102.1	104.1	110.0	101.1	105.0										115.4	94.9	101.1

る者の割合、つまり negative phase の発現率をしらべて見ると、4才児>5才児>6才児の傾向があり、4才児では運動の種類如何にかかわらず大半のこどもが negative phase を示すが、6才児では逆に大半のこどもが示さなくなり、成人では通常その発現は見られなくなる。

2. 運動終了直後の脈拍数の変化の種目別

比較

運動種目ごとに脈拍数の変化を調べると、単位時間内の運動負荷量の多い、いわばエネルギー代謝率の高いと思われる種目ほど、運動終了直後の脈拍数の減少が著しい。また安静時の脈拍数にまで回復するために要する時間も多くなっている。

以上、1・2で指摘したように、運動終了直後の脈拍数が安静時の脈拍数よりも減少するという一過性の negative phase の発現は、通常、成人においては見られない現象であり、しかもこの現象は年齢が低いほど減少の程度が大きく、また激しい運動であればあるほど著しいこと、さらに同一年令のものうちその現象を示すものの割合は低年齢ほど高率であるということ、さらに脈拍数の増加は運動終了後になつて目立つという時相のずれなどの一連の事実は何を意味するであろうか。これについての解釈の仕方は幾つか考えられるが、現在のところわれわれはこれを一種の shock に類するものとして理解している。即ち幼児の心臓に対する神経的調整は未だ十分でないところか

表 2-1 運動負荷による脈拍数の変化 (5才児)

種目	M S・D	時期				種目	M S・D	時期			
		安静時	直 後 ～ 30"	後 1'00 ～ 1'30"	後 2'00 ～ 2'30"			安静時	直 後 ～ 30"	後 1'00 ～ 1'30"	後 2'00 ～ 2'30"
けんけん とび 50 m (男)	M S・D N	49.3 6.1 18	48.8 8.3	47.2 6.5	47.2 7.9	う ん て い 1 分 間 (男)	M S・D N	39.8 5.3 6	47.8 8.9	48.2 6.9	45.8 3.7
けんけん とび 20 m (女)	M S・D N	47.5 6.3 12	55.3 9.5	46.8 5.7	50.2 5.4	ジャングルジム 1 分 間 (男)	M S・D N	41.4 6.1 14	43.4 8.0	41.4 4.3	43.8 6.3
でんぐり 返し 1 分 間 6 回 (男・女)	M S・D N	46.2 5.6 27	51.7 6.1	49.2 5.6	51.0 5.4	かごめかごめ 5 分 間 (女)	M S・D N	48.5 5.7 12	51.7 6.9	51.5 5.6	54.7 5.8
押し くら まんじゅう 3 分 間 (女)	M S・D N	49.3 4.2 12	50.7 7.0	48.3 6.0	48.8 5.8	対列ボール蹴り 1 分 間 (男)	M S・D N	49.3 6.1 18	41.8 10.4	41.7 6.9	45.7 6.3
マット横まわり 1 分 間 (女)	M S・D N	47.9 4.6 18	46.8 8.8	48.4 6.6	49.3 4.9	対列ボール蹴り 5 分 間 (男)	M S・D N	49.3 6.1 18	46.1 13.4	45.1 6.5	47.6 7.6
鉄棒前まわりおり 1 分 間 6 回 (男)	M S・D N	42.7 5.1 13	42.4 10.6	41.9 6.4	45.7 6.8	大型ボール投受 1 分 間 (女)	M S・D N	47.0 6.5 13	50.0 9.1	49.8 7.3	51.5 5.7
鉄棒脚ぬきまわり 1 分 間 6 回 (男)	M S・D N	42.1 5.9 10	44.3 7.6	40.9 7.5	41.3 5.1	大型ボール投受 5 分 間 (男)	M S・D N	49.3 6.1 18	42.8 10.7	45.3 6.4	45.7 6.7
20 m 走 (男・女)	M S・D N	42.6 5.3 18	43.4 5.0	43.4 5.4	45.3 6.4	立 巾 跳 1 分 間 6 回 (女)	M S・D N	53.0 6.4 12	52.3 6.1	49.0 5.7	52.5 6.7
50 m 走 (男・女)	M S・D N	43.1 6.4 19	51.3 11.0	44.8 8.2	44.4 8.4	なわとび 水平へび 1 分 間 (女)	M S・D N	47.5 6.3 12	51.7 12.1	46.8 7.4	49.8 7.3
						ゴ ム と び 1 分 間 (女)	M S・D N	50.1 7.4 16	56.1 9.8	47.1 7.8	50.7 7.0

ら、急激な運動の生起に対して或る種の防衛反応が起つたことによるのではないかと考えている。それならば、幼児の体育としては、強い運動を、かなりの長時間、継続的にしかも他律的に行わせるということは、十分警戒すべきことであり、またそのような方法は幼児体育の本道ではあるまいと考える。

第2実験の方法

(1) 被験者

名古屋短期大学 女子学生 11~45 名、同附属幼稚園 5才男児 6~18 名、同女児 12~16 名。

(2) 測定種目

表 2-3 の一覧表に示したように、「うんてい」をぶら下つてわたつて行く動作など、幼児の遊びの中から 19 種目について測定した。

(3) 測定時期

昭和 43 年 6 月~12 月および昭和 44 年 6 月。

(4) 測定方法

概ね第 1 実験の場合と同様。

第2実験の結果と考察

第 2 実験の結果、運動負荷による脈拍数の変化を種目別に平均値ならびに標準偏差として示せば、表 2-1 および表 2-2 の通りである。また脈拍数の変化指数（運動後脈拍数/安静時脈拍数×100）は表 2-3 の通りである。

これらの表から次のことが指摘できる。

1) 運動終了直後の脈拍数の変化は、短大生と 5 才児に同一種目の運動を課した場合には、すべて 5 才児<短大生の関係が見られる。変化指数の最高は短大生の場合は 50m 走で 155、5 才児の場

表 2-2 運動負荷による脈拍数の変化（短大生）

種目	M S・D N	時期				種目	M S・D N	時期			
		安静時	直 後 ~ 30''	後 1'00 ~ 1'30''	後 2'00 ~ 2'30''			安静時	直 後 ~ 30''	後 1'00 ~ 1'30''	後 2'00 ~ 2'30''
けんけん とび 50 m	M S・D N	35.8 5.4 12	50.5 10.5	44.2 7.6	39.5 6.3	ジャングルジム 1 分 間	M S・D N	40.9 4.7 14	46.6 7.6	43.8 6.2	41.8 7.0
けんけん とび 20 m	M S・D N	39.8 4.4 13	50.6 6.5	39.0 4.6	38.6 5.6	かごめかごめ 5 分 間	M S・D N	38.8 4.4 14	45.7 6.7	40.1 6.5	40.5 6.4
でんぐり返し 1 分 間 6 回	M S・D N	39.6 4.3 14	50.8 3.9	37.9 4.7	39.5 5.0	対列ボール蹴り 1 分 間	M S・D N	38.2 3.9 14	46.8 5.8	37.1 5.6	37.2 5.1
押しくら まんじゅう 3 分 間	M S・D N	36.0 5.5 13	49.5 7.5	41.3 6.6	41.0 5.6	対列ボール蹴り 5 分 間	M S・D N	38.2 3.9 14	46.2 6.6	40.9 6.5	41.6 5.9
マット横まわり 1 分 間	M S・D N	39.8 4.4 13	52.0 4.3	40.1 5.4	40.0 4.4	大型ボール投受 1 分 間	M S・D N	38.2 3.9 14	46.2 6.8	36.8 5.1	39.1 5.9
鉄棒前まわりおり 1 分 間 6 回	M S・D N	35.4 3.5 14	37.6 6.2	38.1 5.5	40.2 5.5	大型ボール投受 5 分 間	M S・D N	38.3 4.1 14	43.4 4.4	38.2 3.9	38.1 4.7
鉄棒脚ぬきまわり 1 分 間 6 回	M S・D N	35.5 3.5 13	40.3 6.8	38.4 6.6	39.5 5.4	立 巾 跳 1 分 間 6 回	M S・D N	38.2 3.9 14	53.1 7.9	37.9 5.1	38.2 4.8
20 m 走	M S・D N	38.0 4.9 45	44.4 6.1	42.0 6.7	39.6 6.3	なわとび 水平へび 1 分 間	M S・D N	38.1 2.5 14	49.6 9.0	37.9 4.3	37.2 3.6
50 m 走	M S・D N	35.8 4.5 24	55.4 9.8	49.2 6.7	45.9 6.5	ゴ ム と び 1 分 間	M S・D N	36.4 5.3 11	47.0 6.8	35.5 5.5	35.9 6.1

表 2-3 運動負荷による脈拍数の変化 短大生と5才児の比較（変化指数による）

種 目	対 象	安 静 時 (30'')		直 後 ~ 30''		後1'00~1'30''		後2'00~2'30''	
		短大生	5才児	短大生	5才児	短大生	5才児	短大生	5才児
う ん て い		100	100		120		121		115
ジ ャ ン グ ル ジ ム		〃	〃	114	105	107	100	102	106
鉄 棒 前 ま わ り お り		〃	〃	106	99	108	98	114	107
〃 〃 脚 む き 回 り		〃	〃	113	105	108	97	111	98
マ ッ ト 横 ま わ り		〃	〃	131	98	101	101	100	103
で ん ぐ り 返 し		〃	〃	128	112	96	107	100	111
か け つ こ (20 m)		〃	〃	117	102	111	102	104	106
か け つ こ (50 m)		〃	〃	155	119	137	104	128	103
け ん け ん (20 m)		〃	〃	127	117	98	99	97	106
け ん け ん (50 m)		〃	〃	141	99	123	96	110	96
川 と び		〃	〃	139	99	99	92	100	99
ゴ ム と び		〃	〃	129	112	98	94	98	101
大 型 ボ ー ル 投 受 (1分)		〃	〃	121	106	96	106	102	110
〃 〃 (5分)		〃	〃	109	87	100	92	100	93
対 列 ボ ー ル 蹴 り (1分)		〃	〃	122	85	97	85	97	92
〃 〃 (5分)		〃	〃	121	93	107	92	109	97
か ご め か ご め (5分)		〃	〃	118	107	103	106	104	113
押しくらまんじゆう (3分)		〃	〃	138	103	115	98	114	99
な わ と び (水 平 ヘ ビ)		〃	〃	130	109	100	99	98	105

合は「うんてい」で120, 次いで50m走で119となつている。一般に幼児の運動では変化指数が120を越えることは殆どないようである。

2) 各種目の比較から、変化指数の大小は大略エネルギー代謝率の大小に対応しているようであり、走運動・跳運動・努責的持久運動・体位血圧反射運動などでは高い数値を示すようである。

短大生に比べて幼児の脈拍数の変化が少ないことは、運動を行なう場合の生理的限界それ自体も低いのであろうが、同時にその生理的限界に対する心理的限界の水準が低いということに主因があるように考えられる。即ち、幼児の場合は「つらい」感じを抑えてまでも目的達成のために全力をつくすという努力を余りしないのである。このことは50m走の場合でも幼児は意識せずしてインターバル走法を行つていることが観察されることから首肯できるので、いうならば幼児の生体防衛機制—からだの知恵—として考えられる。

要 約

幼児に対して各種の運動負荷を課した場合の脈

拍数の変動をしらべ、幼児に即した体育の在り方を検討しようとして若干の実験を試みた。脈拍数の測定は透過光電脈波検出方式によるハートベツトを使用し、安静時・運動終了直後ならびに回復過程の脈拍数を測定し、その結果を年令別・運動種目別に比較し、さらに成人（短大生）の場合とも比較検討した。それによつて注目された事実として次のことが挙げられる。

1. 幼児では運動終了直後の脈拍数が安静時の脈拍数よりも一過性に減少することが多い。
2. 上のような negative phase の現象は年令が低いほど屢々見られ、4才児では大半のものに見られる。しかしその後年令を追うに従つて negative phase の現われるものの割合は少なくなり、6才児では逆に大半のものが運動終了直後に増加を示すようになり成人型に近くなる。
3. 上の negative phase は運動負荷強度とも関係し、激しい運動であればあるほどこの現象は顕著となる。

4. 運動負荷による幼児の脈拍数の変化の幅は比較的小さく、成人の場合ほど著しくはない。脈

拍数変化指数から 見ても 120 以上になることは殆どない。

5. 幼児の行なう 種々の 遊びの 中から 19 種類の運動について脈拍数の変動をしらべ、その結果の一覧表を作成した。これによつて幼児の運動の強弱が知られるので、カリキュラムの編成の時に役立つであろう。

終りに、本研究について多大の御協力を戴いた名古屋短期大学附属幼稚園三浦直彦園長、堀田若草幼稚園鈴木重夫園長、万豊幼稚園鶴飼豊勝園長をはじ

め各國の先生方に厚く御礼申上げる。

尚、本研究の内容は日本体育学会第20回大会で口頭発表したものであることを付記する。

参 考 文 献

- 1) 中川一郎, 名取礼二編: 小児生理学, 朝倉書店, 1961.
- 2) 猪飼道夫: 体育生理学序説, 体育の科学社, 1961.
- 3) 猪飼道夫, 江橋慎四郎編: 体育の 科学的基礎, 東洋館出版社, 1965.