

幼児のサーキット運動中の心拍反応

小林 寛道

東京大学教養学部

Heart Rate Responses during Circuit Exercise of Pre-school Children.

Kando Kobayashi

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

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the cardiorespiratory responses during exercise for young children.

Heart rates responses during circuit exercise were monitored using Heart Rates Memory Apparatus (Takei Ins. CO. Japan), for 14 boys and 9 girls ages of 6 years.

Handgrip strength, back strength, standing broad jump, 25m dash, tennis ball throw, and maximum oxygen intake were measured in each subject. Maximum oxygen intake was measured using Douglass bag method when the subjects run one minute with maximum effort after 180m warming up run.

Circuit exercise consisted of hanging down bars, jangle gym, sliding board, hang down rings, fort, slope which were settled in the play ground of the kindergarten. The subjects run the circuit course in 4 min to 7.5 min. The average heart rates during exercise were 188.3 beats/min for boys and 188.6 beats/min for girls.

The level of heart rate were highest in the group of best performance (shortest time in the circuit course). There are some tendency for boys that the better the performance, the higher level of heart rates are.

The significant correlations were observed between performance time in circuit exercise and 25m dash ($p<0.01$), maximum oxygen intake, and standing broad jump ($p<0.05$), respectively.

Maximum heart rates during circuit exercise were correlated to the maximum heart

rates during running for the measurement of maximum oxygen intake.

It was concluded that better performance for endurance exercise would be related to the higher level of heart rates during exercise for young children.

目的

幼児の身体運動に対する調整力を向上させるためには、運動負荷の高い身体活動を行うことが有効であることが、松井⁹⁾、勝部³⁾、石河たち^{1,2)}の研究によって明らかにされてきている。

幼児にとって、運動負荷の最も高い身体活動は、持続的な走動作である。

手つなぎおにごっこ、幼児マラソンなどは運動負荷の大きい遊びや運動であるが^{6,7,11,12)}、フィールドアスレチックやサーキット運動なども大きな運動負荷となる身体活動であると考えられる。

幼児のフィールドアスレチックについてはすでに報告例がみられるが^{4,10)}、サーキット運動については報告例がみられない。

本研究は、サーキット運動が幼児にとってどの程度の運動負荷となっているかを心拍反応からとらえるとともに、それらが幼児の基礎的体力とどのような関連をもつかを考察することを目的として実施した。

方法

1) 対象と測定項目

三重県北牟婁郡紀伊長島町K幼稚園の年長組園児(6歳児)男子14名、女子7名を本研究の対象とした。

各対象について、あらかじめ形態計測(身長、体重、胸囲)を行うとともに、基礎的体力・運動能力として、握力、背筋力、立幅とび、25m走、ボール投げ、および呼吸循環機能として最大酸素摂取量を測定した。

基礎的体力・運動能力測定のうち、握力はスメドレー式握力計(学童用)、背筋力はTKK式背筋力計を用いた。またボール投げは硬式テニスボールの遠投距離を計測した。

最大酸素摂取量は、グラウンドランニング法によるダグラスバッグ法を用いた^{5,8)}。幼児には、呼吸採集用のマスクを鼻と口をおおうかたちで装着し、マスクの呼吸排出口に長さ1mの蛇管を接続させ、蛇管の他方の先端をダグラスバッグに接続させた。幼児は、蛇管とダグラスバッグを保持

した併走者にとりまわられて、グラウンド上に描かれた1周90mのトラックを、中程度の速度で走行した後、合図とともに1分間の全力走行を行った。1分間の全力走行中の呼気は、併走者によってダグラスバッグ内に採集された。

走行前、走行中の心電図は、テレメータ装置(三栄測器社製)によってとらえられ、熱ペン式記録紙に連続記録された。

なお、採集した呼気ガスは、乾式ガスメーター(品川製作所)で換気量を計測するとともに、O₂、CO₂濃度を呼気ガス分析装置BM10(フクダ産業製)で分析した。

これらの測定を2日間で終了した後、3日目にサーキット運動中の心拍反応測定を実施した。

2) サーキット運動での測定

K幼稚園においてサーキット運動は、園庭に設けられたコースを用い、次のような順序で行なわれている(図1参照)。

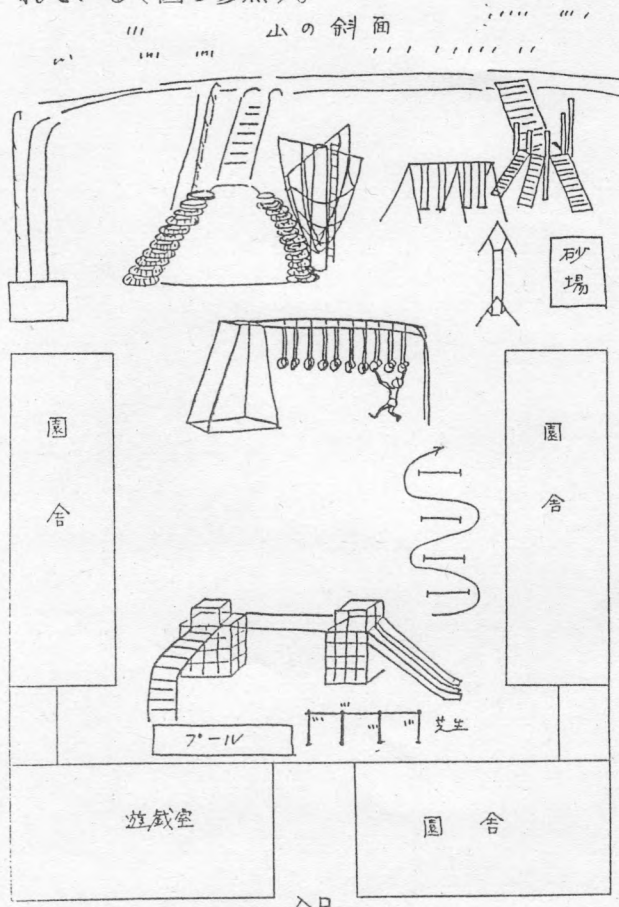


図1 K幼稚園のサーキット運動コース

①スタート、10m走る、②雲梯ぶらさがり移動、③ジャングルジムA、④雲梯つたい棒移動、⑤ジャングルジムB、⑥滑り台、⑦ジグザグ走10m、⑧吊り輪移動、⑨走って砦に向かう、⑩砦の駆け上り、⑪山の急斜面駆け上り、⑫山の中腹の走り抜け、⑬急斜面の階段駆け下り（または滑り棒による滑り下り）、⑭園舎の裏側の走り抜け、⑮道路の坂道100m走る、⑯園舎に走ってもどる。

K幼稚園におけるサーキット運動は、週3回実施されている。サーキット運動のある日は、午前11時30分に園庭に集合し、リズム体操を行った後に、5クラス（120名）一斉にサーキット運動に入る。この時、スタート直後②-⑥項目をそれぞれクラス別に異なるところから開始し、5種目を一巡した後、⑦のジグザグ走に入るという方法がとられている。

本研究の測定では、1名ずつスタートし、①から順に⑯までを終了する方法をとった。

3) サーキット運動での心拍数の記録方法

対象児の胸部に心電図導出用電極（2ヶ）をとりつけ、腰部に心拍メモリー（竹井機器工業製）を装着して、サーキット運動中の心拍数をデジタル信号でとらえた。運動終了後に記憶再生装置を用いて、30秒ごとの心拍数を再生記録した。

結果と考察

対象者の形態、基礎的体力・運動能力、最大酸素摂取量の測定結果を、サーキット運動の所要時間に関連させながら、表1、2に示した。

① サーキット運動の心拍反応

サーキットを一巡した時の所要時間は、速い幼児で男子では4分30秒、女子では6分00秒であり、遅い幼児では、男子で7分00秒、女子で7分30秒かかっている。

そこで30秒を単位として、ゴールインタイムが4分00-4分30秒の間の幼児を4.5分群、4分30秒-5分00秒の幼児を5分群というように、男子では4.5分群から7分群、女子では6分群から7.5分群にわけて、サーキット運動中の心拍数の推移をとらえた。

各群の対象者数は、男子で2-5名、女子で2-3名ずつになっている（但し、男子5分群は1名）。

サーキット運動中の心拍反応を図2、3に示した。

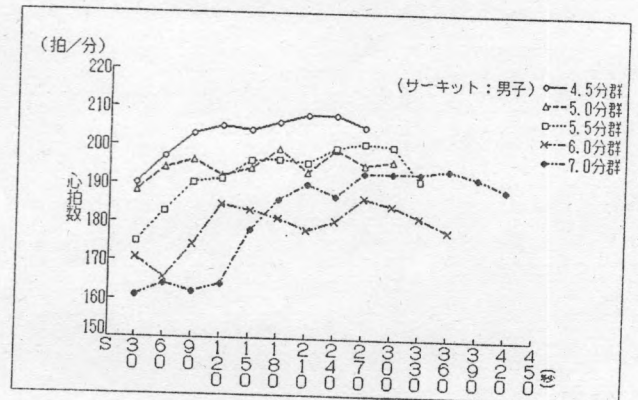


図2 サーキット運動中の心拍反応（男子）

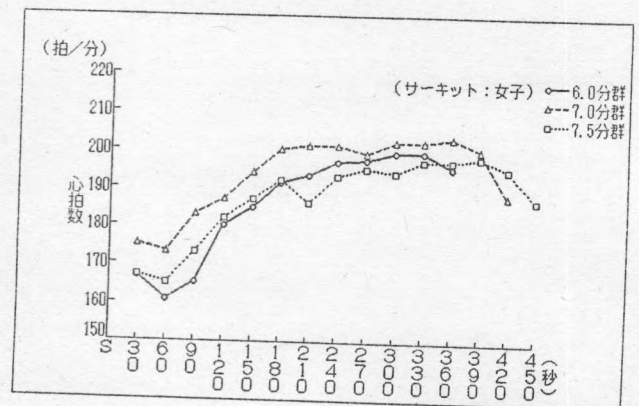


図3 サーキット運動中の心拍反応（女子）

男子では、最も速い4.5分群の心拍数がスタート後1分で197拍/分、2分で205拍/分に上昇し、3-4分では208拍/分の水準に達している。また、5分群、5.5分群の心拍数は4.5分群より低い水準にあるが、遅い群である6分群、7分群よりも高く、1分以後では190-200拍/分の水準が持続している。

遅い群である6分群、7分群では心拍数が相対

表1 男子の測定結果

	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	利き手 (kg)	背筋力 (kg)	立幅とび (cm)	25 m 走 (sec)	ボール投 (m)	最大酸素摂取量			サーキット運動		
									最大酸素 摂取量 (ℓ/分)	体重あたり 最大酸素 摂取量 (ml/kg/分)	最高心拍数 (拍/分)	所要時間 (分・秒)	平均心拍数 (拍/分)	最高心拍数 (拍/分)
4.5分群(n=2)														
竹 ○ 太 ○	112.8	18.4	56.0	10.0	22.5	122	5.5	20	0.979	53.21	188	4'20"	206	212
奥 ○ 正 ○	114.4	20.0	55.5	9.8	30.0	131	5.2	17	0.997	49.84	198	4'28"	200	204
$\bar{X}$ (SD)	113.6(0.8)	19.2(0.8)	55.8(0.3)	9.9(0.1)	26.3(3.8)	126.5(4.5)	5.4(0.2)	18.5(1.5)	0.988(0.009)	51.53(1.69)	198.0(0.0)	4'24"(0'04")	203.0(3.0)	208.0(4.0)
5.0分群(n=1)														
石 ○ 慎 ○	107.7	18.0	53.5	7.0	40.0	119	5.6	—	0.900	49.99	197	5'06"	188	194
5.5分群(n=5)														
森 ○ 亮 ○	107.6	23.0	53.5	7.0	31.0	120	6.3	8	0.888	37.75	202	5'23"	196	206
堀 ○ 俊 ○	114.5	25.5	64.8	9.0	23.0	101	6.0	—	1.125	44.12	197	5'27"	190	202
井 ○ 雅 ○	115.2	20.5	55.0	8.5	31.0	114	6.5	—	1.020	49.75	190	5'31"	186	194
脇 ○ 佑 ○	113.6	20.7	56.0	9.5	33.0	118	6.0	13	0.930	44.92	188	5'33"	188	196
内 ○ 了 ○	119.3	21.6	59.0	10.5	30.0	120	5.8	16	1.178	54.52	204	5'41"	202	210
$\bar{X}$ (SD)	114.0(3.8)	22.3(1.8)	57.7(4.0)	8.9(1.2)	29.6(3.4)	114.6(7.1)	6.1(0.2)	12.3(3.3)	1.024(0.120)	46.21(5.64)	198.2(4.8)	5'31"(0'06")	192.4(5.9)	202.0(6.0)
6.0分群(n=4)														
脇 ○ 直 ○	105.7	18.0	54.5	6.3	20.0	117	5.8	—	0.745	41.39	203	5'47"	192	204
加 ○ 崇 ○	112.3	23.0	61.5	8.0	22.0	114	6.1	16	1.161	50.46	202	5'55"	182	196
北 ○ 陽 ○	107.1	18.0	55.5	6.5	25.0	112	6.3	—	0.637	35.37	196	6'06"	190	198
上 ○ 修 ○	115.2	22.0	58.5	8.3	17.0	102	6.8	5	0.888	39.47	188	6'17"	152	170
$\bar{X}$ (SD)	110.1(3.8)	20.4(2.4)	57.5(2.7)	7.3(0.9)	21.0(2.9)	111.3(5.6)	6.3(0.4)	10.5(5.5)	0.888(0.196)	41.67(5.52)	197.0(6.0)	6'01"(0'11")	179.0(18.5)	192.0(13.0)
7.0分群(n=2)														
垣 ○ 弘 ○	116.9	21.4	59.5	7.8	30.0	120	6.2	—	0.854	39.89	197	7'09"	178	196
東 ○ 正 ○	114.0	19.5	53.5	7.0	27.0	92	7.0	9	0.726	37.22	193	7'10"	186	196
$\bar{X}$ (SD)	115.5(1.5)	20.5(1.0)	56.5(3.0)	7.4(0.4)	28.5(1.5)	106.0(14.0)	6.6(0.4)		0.790(0.064)	38.56(1.34)	195.0(2.0)	7'10"(0'01")	182.0(4.0)	196.0(0.0)
全体 (n=14)														
$\bar{X}$ (SD)	112.6(3.9)	20.7(2.2)	56.9(3.2)	8.2(1.3)	27.3(5.8)	114.4(9.7)	6.1(0.5)	13.0(4.8)	0.929(0.156)	44.85(6.18)	197.3(4.53)	5'42"(0'48")	188.3(12.5)	198.4(9.7)

表2 女子の測定結果

	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	利き手握手 (kg)	背筋力 (kg)	立幅とび (cm)	25 m走 (sec)	ボール投 (m)	最大酸素摂取量			サーキット運動			
									最大酸素 摂取量 (ℓ/分)	体重あたり 最大酸素 摂取量 (ml/kg/分)	最高心拍数 (拍/分)	所要時間 (分・秒)	平均心拍数 (拍/分)	最高心拍数 (拍/分)	
6.0分群(n=3)															
石○陽○	112.7	19.4	54.0	9.5	26.5	110	6.0	9	0.526	27.13	195	6'00"	182		198
宮○麻○	107.3	19.8	56.5	8.5	33.0	96	7.0	5	0.835	42.19	193	6'00"	186		200
東○史○	115.0	21.5	57.3	6.8	29.0	104	6.3	8	0.805	37.45	194	6'12"	190		204
$\bar{X}$ (SD)	111.7(3.2)	20.2(0.9)	55.9(1.4)	8.3(1.1)	29.5(2.7)	103(5.7)	6.4(0.4)	7.3(1.7)	0.722(0.139)	35.59(6.29)	194.0(0.8)	6'04"(0'06")	186.0(3.3)		200.7(2.5)
7.0分群(n=2)															
東○理○	112.5	19.0	54.5	5.0	29.0	110	6.7	5	0.866	45.58	197	6'49"	192		202
垣○苗○	-	-	-	-	23.0	-	-	-	-	-	-	6'55"	194		206
$\bar{X}$ (SD)					26.0(3.0)							6'52"(0'03")	193.0(1.0)		204.0(2.8)
7.5分群(n=2)															
橋○綾○	110.1	17.6	54.0	9.0	18.0	100	7.1	5	0.742	42.15	199	7'20"	186		196
大○〇は○	109.5	17.4	50.5	5.0	21.0	84	6.5	-	0.574	33.00	205	7'36"	190		200
$\bar{X}$ (SD)	109.8(0.3)	17.5(0.1)	52.3(1.8)	7.0(2.0)	19.5(1.5)	92(8.0)	6.8(0.3)		0.658(0.084)	37.58(4.58)	202.0(3.0)	7'28"(0'08")	188.0(2.8)		198.0(2.0)
全体(n=7)															
$\bar{X}$ (SD)	111.2(2.5)	19.1(1.4)	54.5(2.2)	7.3(1.8)	25.6(4.8)	100.7(9.0)	6.6(0.4)	6.4(1.7)	0.725(0.130)	37.92(6.87)	197.2(4.0)	6'41"(0'36")	188.6(3.8)		200.9(3.2)

的に低水準にあり、活動水準が低いことがあらわれている。

同じサーキットコースを女子が行った場合には、男子と心拍反応の様子が異っている。運動開始にともなう心拍数の上昇の割合が緩かで、しかも最高心拍水準も男子のように高くなっていない。

女子で最も速かった6分群では、運動開始2分以後185-199拍/分となっている。7分群では心拍数が2分から6分30秒まで194-203拍/分の水準が持続し、最も高い心拍水準を示した。また、7.5分群では、運動開始3分目までは6分群よりやや高い水準にあり、6分以後では6分群より低い水準で推移した。

② サーキット運動と最大酸素摂取量および基礎的運動能力の関係

サーキット運動の所要時間が、呼吸循環機能の指標である最大酸素摂取量や、25m走、立幅とびといった基礎的運動能力と、どのような関連があるかについて、相関係数をもとめ、表3に示した。また、図4-6に、個人値をプロットした。

男子では、サーキット運動所要時間と、25m走および体重あたり最大酸素摂取量との間に1%水準、立幅とびとの間に5%水準で有意な相関関係が認められた。しかし、女子では、いずれの項目とも有意な相関関係がみられなかった。

男子では、走力や跳躍力に優れ、最大酸素摂取量が多い幼児で、サーキット運動所要時間が短い傾向にあるといえる。

表3 サーキット運動所要時間と25m走、立幅とび、最大酸素摂取量との相関係数

	サーキットタイム	
	男子	女子
25m走	0.772**	0.360
立幅とび	-0.610*	-0.559
最大酸素摂取量	-0.403	-0.174
体重あたり最大酸素摂取量	**	
	-0.638	-0.164

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

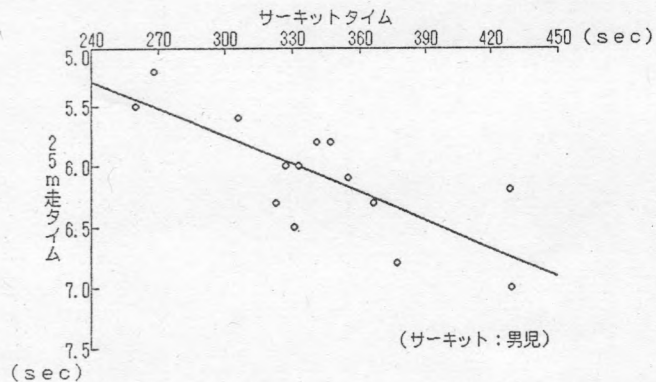


図4 サーキット運動所要時間と25m走タイムの関係(6歳男子)

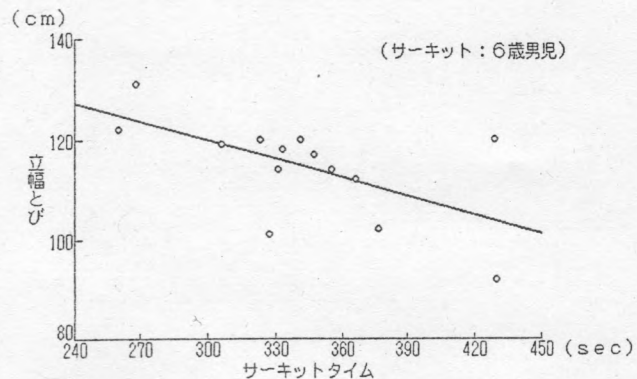


図5 サーキット運動所要時間と立幅とび成績との関係(6歳男子)

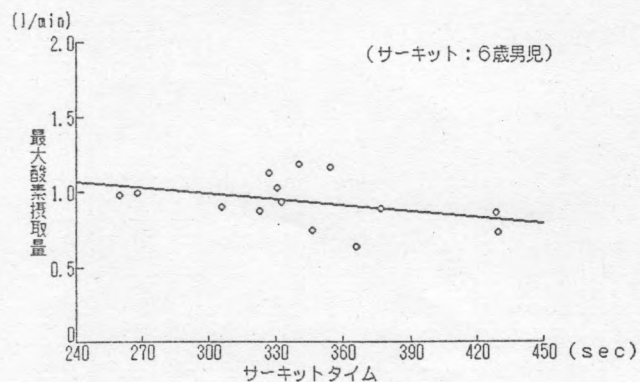


図6(A) サーキット運動所要時間と最大最大酸素摂取量の関係(6歳男子)

A: 最大酸素摂取量(l/min)

B: 体重あたり最大酸素摂取量($ml/kg/min$)

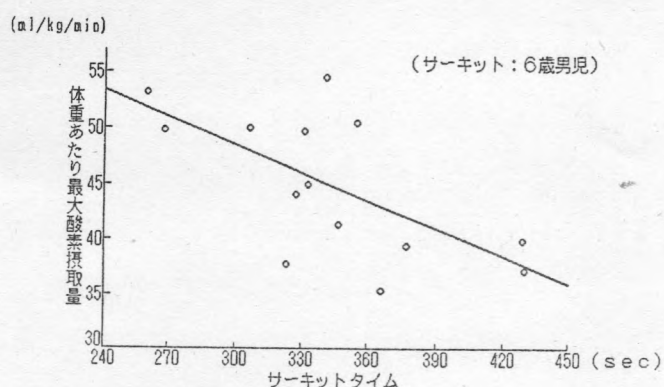


図 6(B)

サーキット運動中の心拍反応は、所要時間が短いグループで、高水準を示す傾向がみられたが、このことは、幼児の運動遂行時の心拍反応の特徴として、重要な意味をもつものと考えられる。すなわち、サーキット運動において、パフォーマンスの高い幼児では、パフォーマンスの低い幼児と比較して、高い心拍水準で運動を遂行する能力に優れていることを示している。

この点をさらに確かめるために、サーキット運動中の平均心拍数と最大酸素摂取量の関係、および25m走、立幅とびとの関係について相関係数をもとめ、表4に示した。

表4 サーキット運動中の平均心拍数と25m走、立幅とび、最大酸素摂取量との相関係数

	サーキット運動中の平均心拍数	
	男 子	女 子
25m走	-0.648**	0.182
立幅とび	0.517*	-0.192
最大酸素摂取量	0.177	0.522
体重あたり最大酸素摂取量	0.434	0.537

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

男子では、サーキット運動中の平均心拍数と最大酸素摂取量との相関は有意でなかったが、25m走との間に1%水準、立幅とびの間に5%水準で有意な相関関係がみられた。

女子では、いずれの項目間でも、有意な相関関係はみられなかった。

従って、サーキット運動中の心拍反応は、必ずしも最大酸素摂取量の大きさには関連していないことになる。

サーキット運動中にみられた最高心拍数は、170-210拍/分の範囲にあり、対象児の平均値は、男子で198.4拍/分、女子で200.9拍/分であった。これは、幼児が最大運動を行ったときの最高心拍数に類似の値である。そこで、最大酸素摂取量を測定した時の最高心拍数(1分間実数)と、サーキット運動中の最高心拍数(30秒間実数×2)との相関係数をもとめてみた。その結果、男子では、 $r=0.738(P<0.01)$ 、女子では $r=-0.257(NS)$ であった。

すなわち、サーキット運動の運動負荷は、幼児にとってほぼ最大運動に近い運動であり、運動中の最高心拍数の水準は、最大酸素摂取量測定時の心拍水準と有意な相関があるといえる。一方、サーキット運動中の平均心拍数の水準も、最大酸素摂取量測定時の最高心拍数と1%で有意な相関関係(男子： $r=0.634$)があり、幼児の運動遂行時の心拍水準は、各個人の最高心拍数の水準に強く影響されていることがわかる。

但し、最高心拍数と最大酸素摂取量との間には相関関係はないので、最高心拍数が高いからといって、サーキット運動所要時間が短いということはいえない。

結論として、幼児の最大努力の運動では、いかに高い心拍水準で運動を持続することができるか、という能力が、運動のパフォーマンス(所要時間)に大きな影響をもっているということができよう。また、その背景には、25m走、立幅とびといった基礎的運動能力や、最大酸素摂取量によって代表される呼吸循環機能が密接に関連しているといえる。

まとめ

1. 6歳幼児(男子14名, 女子7名)を対象として, サーキット運動実施中の心拍反応の特徴をとらえた。また, それらが最大酸素摂取量や, 25m走, 立幅とびなどの基礎的運動能力とどのように関連するかを考察した。
2. サーキット運動は, 幼稚園園庭の雲梯, ジャングルジム, 滑り台, 吊り輪, 砦, 斜面, などを利用した回周コースを一巡するもので, ゴールインタイムに従って, 対象児を男子は4.5分群から7分群まで5つの群に分け, 女子は6分群から7.5分群にわけた。
3. サーキット運動時の平均心拍数は, 男子全体平均で188.3拍/分, 女子全体平均で188.6拍/分であった。男子では, ゴールインタイムが最も短い4.5分群で203.8拍/分と最も高い心拍水準を示し, 全体として所要時間が長い群ほど運動中心拍水準が低い傾向がみられた。
4. 男子のサーキット運動所要時間と25m走, および体重あたり最大酸素摂取量との間に1%水準, 立幅とびとの間に5%水準で有意な相関関係が認められた。
5. サーキット運動中の最高心拍数は, 最大酸素摂取量測定時の最高心拍数との間に1%水準で有意な相関関係がみられた(男子のみ)。
6. 幼児の最大努力をともなう持久的運動では, 高い心拍水準で運動遂行できることが, 運動のより良いパフォーマンスを導びくといえよう。

文 献

- 1) 石河利寛, 清水達雄, 勝亦絃一: 幼児を対象とした調整力トレーニングの実験的研究(2) 走運動種目を中心とした運動プログラムの効果について. 体育科学 5:183-191, 1977.
- 2) 石河利寛, 村岡 功: 幼児を対象とした調整力トレーニングの実験的研究(3) 持久的な走トレーニング効果について. 体育科学 7:142-147, 1979.
- 3) 勝部篤美, 松井秀治: 幼児の調整力向上のための身体運動についての実験的研究(2). 体育科学 6:103-113, 1978.
- 4) 小林寛道: フィールドアスレチックの遊びと運動量. 体育の科学 31(5):334-340, 1981.
- 5) 小林寛道, 桜井伸二, 小松佳世, 脇田裕久, 八木規夫: 幼児のAerobic Powerの再現性に関する研究. 体育学研究 28:23-31, 1983.
- 6) 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.
- 7) 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). p26-30, 学研. 1986.
- 8) 小林寛道, 八木規夫, 脇田裕久, 水谷四郎, 桜井伸二, 蛭田秀一, 桜井佳世: 幼児のAerobic Powerとトレッドミル走行中の呼吸循環機能. 体育科学 16:77-85, 1988.
- 9) 松井秀治, 勝部篤美: 調整力向上のための身体運動の練習効果について. 体育科学 4:158-169, 1976.
- 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) 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 23:59-65, 1978.
- 12) 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.