エネルギー消費量からみた幼児の活動量

王 昭文* 三村 寛一** 平野久美子* 三上 聡子***
米谷 光弘****伊藤 俊彦*****前田 如矢*

ENERGY EXPENDITURE OF PHYSICAL ACTIVITY IN PRESCHOOL CHILDREN

CHAO-WEN WANG, KANICHI MIMURA, KUMIKO HIRANO, SATOKO MIKAMI,
MITSUHIRO YONETANI, TOSHIHIKO ITO and KAZUYA MAEDA

Abstract

The purpose of this study was to elucidate the relationship between the energy expenditure and the level of physical performance in preschool-age children. Seventy-six boys (5~6 years of age) had motor performance tests (25 m run, soft-ball throw, standing-long-jump, Zig-Zag run, upright handstanding time, sit-and-reach, one-leg-balance). Twenty boys were divided into two groups. One consisted of ten boys as the superior group and the other ten boys as the inferior group in results of the motor performance tests.

Energy expenditure was calculated from oxygen intake measured by each child's $\text{HR} \cdot \dot{V}\text{O}_2$ regression equation in a treadmill running test and 24-hour heart rate measurement by monitoring recorder. Daily energy uptake was estimated from the weight and kind of food recorded by their parents.

Energy expenditure in kindergarten, at home and in one day for the superior group were found to be higher than those for the inferior group. Energy uptake in the superior group showed a significantly higher value than that in the inferior group. It can be concluded that the children of the superior group appeared to be more active, since test and monitoring measurements showed they had more energy expenditure and energy uptake.

(Jnp. J. Phys. Fitness Sports Med. 1994, 44: 339-346)

key words: Energy expenditure, heart rate, physical activity, energy uptake

緒 言

最近幼児の運動不足、エネルギー過剰摂取が社会的な問題となり、それが体力の低下、運動による外傷の増加、小児の肥満傾向の増大、小児成人病の多発傾向などの要因として注目されている^{1, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 24, 31)}。これらの問題は幼年期の健康で

あるだけでなく、加齢による発育・発達を障害し、成人期に達したのちまでも影響する可能性がある。この問題を解決するためには、幼児の日常生活において適度の運動習慣をもたせることが必要であり、しかも至適運動量がどの程度のものであるか検討しておかねばならない^{4, 18)}。

従来から幼児の活動量に関する研究では、

*大阪市立大学
〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138
**大阪教育大学
〒582 大阪府柏原市旭が丘4-698-1
***大阪教育福祉専門学校
〒544 大阪生野区林寺2-21-13
****西南学院大学
〒814 福岡市早良区西新6-2-92
*****大阪YMCA松尾台幼稚園
〒666-02 兵庫県川辺郡猪名川町松尾台2-2-2

Osaka City University, 3-3-138
Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka, 558
Osaka University of Education, 4-698-1,
Asahigaoka, Kashiwara-city, Osaka
Osaka College of Education and Welfare, 2-21-13
Hashitera, Ikuno-ku, Osaka, 544
Seinan Gakuin University, 6-2-92,
Nishijin, Saware-ku, Fukuoka-shi, 814
Osaka YMCA Matsuodai Kindergarten, 2-2-2,
Matsuodai, Inakawa-chome, Kawanabegun, Hyogoken

Hovell ら¹¹⁾の行動記録によるもの, Shephard ら²⁸⁾の質問用紙及び行動記録によるもの, Saris²⁷⁾の万歩計によるものが報告されている。最近では, 心拍数から推定値による日常生活の運動量の測定が多く使われており^{2,12,13,14)}, 心拍数から運動強度を推定するもの, 日常生活の運動量の測定などが報告されている^{20,21,22,23)}。またBradfield ら^{5,6)}, 沼尻²⁵⁾, 菅原²⁹⁾, 青木ら³⁾, 山本³⁰⁾, Mitchell¹⁹⁾は心拍数からエネルギー消費量を推定している。しかし, 現在のところ幼児における一日の運動量をエネルギー消費量の面から検討した研究はみあたらない。

そこで, 本研究は5～6歳の幼稚園園児を対象に安静時(仰臥位, 座位, 立位)の心拍数, 酸素摂取量とトレッドミル漸増負荷法による最大下及び最大酸素摂取量, 24時間心拍数の連続測定および行動観察法により一日のエネルギー消費量を算出し, 運動能力テスト, エネルギー摂取量との関連

などについても検討した。

研究 方 法

川西市私立Y幼稚園に在籍する5～6歳の年長男児76名を対象に, 運動能力テスト7項目(25M走, ソフトボール投げ, 立ち幅跳び, ジグザグ走, 体支持持続時間, 開眼片足立ち, 長座体前屈)を実施した。更に3項目(25M走, ソフトボール投げ, 立ち幅跳び)での総合結果をもとに対象を上位10名の上位群, 下位10名の下位群の2群に分けて対比した。対象の年齢, 身長, 体重などの身体的特徴及び運動能力テストの結果を表1に示した。

1. 安静時テスト及び運動負荷テスト

安静時の心拍数, 酸素摂取量を測定ために, 幼児には30分間の座位安静後, マットの上で仰臥位(3分間), 座位(3分間), 立位(3分間)を行い, 平均心拍数, 酸素摂取量は3段階で得られた値の

Table 1. Physical Characteristics of the Subjects

	Superior (N=10)		Inferior (N=10)	
	Mean	SD	Mean	SD
Age(yr)	5.8	0.3	5.6	0.2
Height(cm)	116.5	3.5	113.2	5.0
Weight(kg)	20.9	1.9	20.0	2.6
Chest Girth(cm)	56.6	1.6	55.6	3.1
Sitting Height(cm)	64.4	2.5	62.2	2.3
Kaup's Index	15.3	0.8	15.6	2.1
Impedance - Nakadomo et al. (1991)				
Fat(%)	14.8	2.6	* 18.4	4.7
Fat(kg)	3.1	0.6	3.8	1.4
LBM(kg)	17.8	1.7	* 16.2	1.6
Motor Performance				
25m run(sec)	6.1	0.4	*** 6.9	0.5
soft-ball throw(m)	8.9	1.2	*** 5.1	1.1
standing-long-jump(cm)	119.0	11.4	*** 93.8	11.8
Zig-Zag run(sec)	15.5	0.8	* 16.4	1.0
U. H. T. (sec)	61.6	54.5	38.9	15.2
sit-and-reach(cm)	5.3	5.0	4.8	5.4
one-leg-balance(sec)	69.3	47.7	64.0	54.3

U. H. T.: Upright Handstanding Time

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

平均値とした。又、各個人の心拍数－酸素摂取量の関係を明かにするために、トレッドミルによる歩行及び走行による多段階漸増負荷法による運動負荷テストを実施した。運動負荷は①2.7 km/h 10% (3 mins) ②4.0 km/h 12% (3 mins) ③5.5 km/h 14% (3 mins) ④7.0 km/h 16% (1 min) ⑤7.0 km/h 18% (1 min) ⑥8.0 km/h 18% (1 min) と速度と勾配を漸増させて、幼児が exhaustion に達するまで実施した。酸素摂取量はエアロモニター(ミナト医科学, AE-10)を用いて測定し、心拍数は双極胸部誘導法によるテレメーター法により得られた心電図より記録した。各負荷段階で得られた各個人の心拍数と酸素摂取量との関係を最小自乗法によって直線回帰し、心拍数－酸素摂取量の関係式を求めた。

2. 心拍数の連続測定

心拍数は携帯用心拍数記憶装置(VINE 社製)を対象20名に登園後に装着させ、翌日までの24時間を連続して記録した。尚、心拍数の測定と併せて、あらかじめ用意した用紙を用いて対象の行動観察を実施した。

3. 覚醒時エネルギー消費量の算出

覚醒時エネルギー消費量は覚醒時の毎分心拍数を安静時テスト、運動負荷テストで得られた平均値及び関係式に代入することによって推定した。又、消費された酸素 1 l を 4.9 kcal として、それぞれの値をエネルギー消費量とした。

4. 睡眠エネルギー消費量の算出

睡眠中の心拍数から酸素消費量の計算ができないので、体重当たり 6.5 ml/kg/min の値を用いて²⁶⁾、対象の体重、睡眠時間に応じて睡眠中の酸素消費量を計算した。また酸素消費量から睡眠エネルギー消費量を算出した。

5. エネルギー摂取量の測定

食物摂取量調査は24時間心拍数を測定した前後3日間において実施した。エネルギー摂取量は摂取食物の献立や食品別に摂取重量をもとに第4次食品標準成分表を用いて算出した¹⁶⁾。なお、食物摂取量の秤量記入は各対象の母親に依頼した。

結 果

1. 安静時テスト及び運動負荷テストにおける心拍数と酸素消費量

表2は対象の安静時テスト、運動負荷テストの結果を示したものである。安静時3段階平均 $\dot{V}O_2$ については上位群と下位群の間に有意な差が認められなかったが、平均心拍数は上位群が下位群より少なく、両群の間で有意な差が認められた($P<0.05$)。絶対値 $\dot{V}O_{2max}$ についてみると上位群は816.0～1355.0 ml/min の範囲で平均 1063.6 ± 135.4 ml/min 下位群は752.0～995.0 ml/min の範囲で平均 882.5 ± 78.2 ml/min を示した。体重当たり $\dot{V}O_{2max}$ についてみると、上位群は43.0～58.7 ml/kg/min の範囲で平均 $51.1 \pm$

Table 2. Heart Rate and Oxygen Uptake during Tests

	Superior (N=10)			Inferior (N=10)	
	Mean	SD		Mean	SD
Test at Rest					
HR(bpm)	99.9	7.4	*	109.3	11.1
VO2(ml/min)	167.0	21.5		165.0	19.6
Treadmill Test					
HRmax(bpm)	199.2	8.3		195.8	9.8
VO2max(ml/min)	1063.6	135.4	***	882.5	78.2
VO2max/w(ml/kg/min)	51.1	5.6	**	44.7	5.0

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

5.6 ml/kg/min, 下位群は 33.1~51.3 ml/kg/min の範囲で平均 44.7 ± 5.0 ml/kg/min を示した. すなわち, 絶対値及び体重当たり $\dot{V}O_{2\max}$ とも上位群のほうが大きい値を示した ($P < 0.001$, 0.01). トレッドミル運動負荷テストにより得られた心拍数と酸素摂取量との相関関係は上位群, 下位群とも $r = 0.968 \sim 1.000$ ($P < 0.001 \sim 0.01$) の範囲で高い有意な相関が認められ, 心拍数が運動強度を示す指標として利用し得ることが示唆された.

2. エネルギー消費量

【一日】

一日のエネルギー消費量については, 上位群が 1240.0 ~ 1851.0 kcal の範囲で平均 1523.1 ± 205.3 kcal, 下位群が 1130.2 ~ 1513.4 kcal の範囲で平均 1265.4 ± 108.7 kcal を示し, 両群の間で統計的に有意な差が認められた ($P < 0.01$).

【園生活】

表 3 は幼稚園生活を①屋内の自由遊び②屋外の自由遊び③屋内の授業④屋外の授業⑤昼食の 5 つ

の時間帯に区分し, 心拍数, エネルギー消費量, 時間を示したものである. このことから, 園生活は 4 時間 40 分 ~ 5 時間 51 分の範囲で平均 5 時間 21 分を過ごし, 一日の 22.3% を占め, 平均心拍数は上位群で 120.9 ± 4.4 bpm 下位群で 119.4 ± 9.2 bpm を示した. エネルギー消費量は上位群で 563.0 ± 131.7 kcal 下位群で 385.2 ± 65.8 kcal を示し, 両群の間で統計的に有意差が認められた ($P < 0.01$).

図 1 は園生活の指導内容別に時間あたりのエネルギー消費量を示したものである. そのうち, エネルギー消費量が最も高かったのは体育教師による体育授業であった. 上位群は 76.7 ~ 199.4 kcal/h の範囲で平均 139.0 ± 35.0 kcal/h, 下位群は 72.0 ~ 128.3 kcal/h の範囲で平均 98.7 ± 19.2 kcal/h を示し, 両群の間で統計的に有意な差が認められた ($P < 0.01$).

【家庭生活】

表 4 は家庭生活を①屋内の自由遊び②屋外の自由遊び③その他の 3 つの時間帯に区分し, 心拍数,

Table 3. Mean and Standard Deviation of Five Types of Activities in Kindergarten

		Outdoor						Indoor								
		Free playing			Lesson			Free playing			Lesson			Lunch		
		HR	EE	T	HR	EE	T	HR	EE	T	HR	EE	T	HR	EE	T
		(bpm)	(kcal)	(min)	(bpm)	(kcal)	(min)	(bpm)	(kcal)	(min)	(bpm)	(kcal)	(min)	(bpm)	(kcal)	(min)
Superior	Mean	134.8	143.5	67.2	138.0	130.1	55.9	114.4	72.3	57.3	110.1	143.3	116.7	109.8	33.7	27.1
	group SD	7.9	68.3	26.1	9.4	44.7	9.6	6.63	0.9	21.8	2.4	33.8	15.5	4.5	12.2	2.5
		*			*			*			*			*		
Inferior	Mean	131.5	94.5	55.2	134.0	86.7	53.8	117.9	67.2	67.2	110.8	114.0	119.8	109.0	22.9	26.2
	group SD	11.5	52.1	17.2	10.3	20.5	8.8	14.2	9.3	11.8	9.4	24.8	21.3	6.8	4.9	4.2

HR: Heart Rate EE: Energy Expenditure T: Time

* $p < 0.05$

Fig. 1. Energy Expenditure per Hour of Five Types of Activities in Kindergarten

Table 4. Mean and Standard Deviation of Three Types of Activities at Home

		Outdoor			Indoor					
		Free playing			Free playing			Others		
		HR	EE	T	HR	EE	T	HR	EE	T
		(bpm)	(kcal)	(min)	(bpm)	(kcal)	(min)	(bpm)	(kcal)	(min)
Mean		128.9	147.1	78.3	101.2	242.0	245.1	102.6	203.2	201.7
Superior										
group	SD	7.0	75.8	40.7	6.2	89.3	76.2	7.7	53.1	55.3
		*			*					
Mean		120.9	102.7	84.9	109.6	210.3	222.1	106.6	196.0	219.0
Inferior										
group	SD	10.7	61.2	47.9	7.1	44.9	53.6	7.4	61.2	68.4

HR : Heart Rate
T : Time

EE : Energy Expenditure
*p<0.05

Fig. 2. Energy Expenditure per Hour of Three Types of Activities at Home

エネルギー消費量, 時間を示したものである. このことから, 家庭生活は 7 時間 55 分 ~ 10 時間 6 分の範囲で平均 8 時間 45 分を過ごし, 一日の 36.4% を占め, 平均心拍数は上位群で 107.6 ± 7.3 bpm, 下位群で 110.3 ± 8.0 bpm を示した. エネルギー消費量は上位群で 592.4 ± 83.8 kcal, 下位群で 500.0 ± 66.0 kcal を示し, 両群の間で統計的に有意差が認められた ($P < 0.05$).

図 2 は家庭生活内容別に時間あたりのエネルギー消費量を示したものである. そのうち, 最も差が大きかったのは屋外の自由遊びであり, 上位群で平均 118.7 ± 26.1 kcal/h であり, 下位群で平均 71.4 ± 15.2 kcal/h であった ($P < 0.001$).

【睡眠】

睡眠は 8 時間 37 分 ~ 10 時間 54 分の範囲で平均 9 時間 54 分を過ごし, 一日の 41.3% を占め, 平均心拍数は上位群で 78.5 ± 4.7 bpm, 下位群で 82.6 ± 6.7 bpm を示した. エネルギー消費量は上位群で 394.7 ± 37.7 kcal, 下位群で 380.2 ± 45.0 kcal を示したが, 両群の間は統計的に有意差が認められなかった.

3. エネルギー摂取量

三日間の一日平均エネルギー摂取量についてみると, 上位群が $1437.6 \sim 1983.0$ kcal の範囲で平均 1683.6 ± 144.1 kcal, 下位群が $968.5 \sim 1719.4$ kcal の範囲で平均 1506.7 ± 218.1 kcal を示し, 両群の間で統計的に有意な差が認められた ($P <$

Fig. 3. Energy Expenditure and Energy Uptake in a 24-hour day

0.05).

図3は上位群, 下位群の一日の平均エネルギー消費量・摂取量を示したものである. エネルギーバランスについては正の値を示したものが上位群10名中6名, 下位群10名中9名, 負の値を示したものが上位群10名中4名, 下位群10名中1名であった.

考 察

従来から, $\dot{V}O_2\max$ は体力, 特に呼吸循環器系の指標として用いられており, 今回の上位群の平均値は $1063.6 \pm 135.4 \text{ ml/min}$ ($51.1 \pm 5.6 \text{ ml/kg/min}$), 下位群の平均値は $882.5 \pm 78.2 \text{ ml/min}$ ($44.7 \pm 5.0 \text{ ml/kg/min}$) を示し, 上位群の方が大きい値を示した. また, これらの値は吉沢ら³¹⁾の5.5歳 922 ml/min (48.7 ml/kg/min), 6.0歳 1004 ml/min (48.1 ml/kg/min), 吉田ら²²⁾の6.3歳 801.2 ml/min (38.3 ml/kg/min) の値に比して大きい値を示した.

一般に, 日常生活の実際の消費量は日常生活時の心拍数の記録と負荷テスト時の心拍数-酸素摂取量関係式から推定されている^{3, 5, 6, 19, 25, 29, 30)}. 特に幼児については青木ら³⁾の4~5歳の年中幼稚園児の6名を対象に園生活におけるエネルギー消費量を算出した報告がみられるにすぎない. 今回の5~6歳の年長幼稚園児の一日エネルギー消費量は上位群が平均 $1523.1 \pm 205.3 \text{ kcal}$, 下位群が平均 $1265.4 \pm 108.7 \text{ kcal}$ を示し, 上位群が有意に高い値を示した ($P < 0.01$). また, 覚醒時エネルギー消費量は, 上位群が $1128.4 \pm 199.8 \text{ kcal}$, 下位群が $885.2 \pm 85.5 \text{ kcal}$ で, 両者に有意な差が認められた. 特に, 園生活の屋外の自由遊びにおいて, 大きな差が認められた. よく活動する子どもは, 自由にかつ自主的に活動する時間が比較的多い家庭生活において特によく活動しており, 運動習慣がつくことにより運動能力(走・投・跳)が優れている傾向があると考えられる.

内容別の時間あたりのエネルギー消費量についてみると, 上位群では幼稚園, 家庭いずれもエネルギー消費量が高い. しかし, 下位群では, 幼稚園あるいは家庭での室内活動にほとんど変化がみ

られない(表2, 3より). また, 上位群では幼稚園での屋外自由遊び時間 ($67.2 \pm 26.1 \text{ min}$) の方が室内自由遊び時間 ($57.3 \pm 21.8 \text{ min}$) より長い, 下位群では $55.2 \pm 17.2 \text{ min}$ と $67.2 \pm 11.8 \text{ min}$ と上位群と比して逆な値を示した. このことから幼稚園でも家庭でも外へ出して遊ばせれば十分エネルギーを消費できるが, 下位群では, 単に外に出ただけでは効果が少なく, 適切な指導により初めて十分なエネルギー消費に導くことができることが示唆された.

昼食時のエネルギー消費量は, 上位群が $33.7 \pm 12.2 \text{ kcal}$, 下位群が $22.9 \pm 4.9 \text{ kcal}$ であった. この原因は上位群が興奮して他の子供と話したり, 立ったり座ったりしていて, 安静時テストより高い心拍数を得たものと考えられる.

一方, 厚生省¹⁶⁾によって示された5~6歳児の一日の栄養所要量は $1600 \sim 1700 \text{ kcal}$ である. 本研究の上位群 ($1683.6 \pm 144.1 \text{ kcal}$) が厚生省基準の上限を満たし, 下位群 ($1506.7 \pm 218.1 \text{ kcal}$) が 100 kcal 不足の値を示した. しかし, 上位群の平均エネルギー消費量は 1523.1 ± 205.3 で 160.6 kcal の超過でしかないが, 厚生省基準より 100 kcal 不足である下位群の平均エネルギー消費量は $1265.4 \pm 108.7 \text{ kcal}$ で平均 241.3 kcal で上位群より多い. また, 事実正のバランスをとった者は上位群に6名, 下位群9名である. 栄養と運動は健康維持・増進にとって, 適切なバランスがとれていることが大切である. このことから, 幼児の運動量を確保するという面で, 学校と家庭が協力し, 特に屋外の自由遊びに対する指導者, 親の理解と積極的な推進が必要であることが示唆された.

要 約

幼児の健全な成長, 発育を促し, 運動量, 摂取量の資料を得るために, 運動能力テストの上位, 下位各10名の幼稚園男子園児(5~6歳)を対象に, 一日のエネルギー消費量を心拍数, 酸素摂取量から推定することと一日の食物摂取状況調査を実施し, 結果は次の通りである.

1. 最大酸素摂取量は上位群で 1063.6 ± 135.4

ml/min (51.1 ± 5.6 ml/kg/min), 下位群で 882.5 ± 78.2 ml/min (44.7 ± 5.0 ml/kg/min)を示し, 上位群のほうが大きい傾向を示した。

2. 一日のエネルギー消費量は上位群が 1523.1 ± 205.3 kcal, 下位群が 1265.4 ± 108.7 kcal 下位群がであった。下位群は活動量が少ない傾向を示した。

3. 園生活の指導内容別にみると, エネルギー消費量が最も高かったのは体育教師による体育授業であった。上位群は $76.7 \sim 199.4$ kcal/h の範囲で平均 139.0 ± 35.0 kcal/h, 下位群は $72.0 \sim 128.3$ kcal/h の範囲で平均 98.7 ± 19.2 kcal/h を示した。

4. 家庭生活内容別のうち, 最も差が大きかったのは屋外の自由遊びであり, 上位群で平均 118.7 ± 26.1 kcal/h であり, 下位群で平均 71.4 ± 15.2 kcal/h であった。

5. エネルギー摂取量と消費量のバランスについては正の値を示したものが上位群10名中6名, 下位群10名中9名であった。肥満の予防と積極的な健康づくりには食事を減じるのではなく, 運動を増やすべきである。

(受付 平成6年4月11日)

参 考 文 献

- 1) 青木純一郎, 村岡 功 子どもと運動不足, 体育科学, (1978), **26**, 23-25.
- 2) 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, (1979), **7**, 173-176.
- 3) 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, (1981), **9**, 195-200.
- 4) 浅見高明, 洪川侃二, 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, (1983), **11**, 106-116.
- 5) Bradfield R. B. A technique for determination of usual daily energy expenditure in the field. *Am. J. Clin. Nutr.*, (1971), **24**, 1148.
- 6) Bradfield R. B., J. Paulos, M. S. and L. Guossman, M. A. Energy expenditure and heart rate of obese high school girls. *Am. J. Clin. Nutr.*, (1971), **24**, 1482.
- 7) Dietz, W. H. Childhood obesity: Susceptibility, cause, and management. *J. Pidiatr.*, (1983), **105**, 676-685.
- 8) 藤沢良知 子どものヘルシー食事学—子どもの生活指針— 初版, 第一出版, 東京, (1989), 5-11.
- 9) 原 まどか, 青木継稔 小児の肥満と成人病, 臨床栄養, (1987), **76**, 1990
- 10) 日比逸郎 子どもの肥満と成人病の若年化, からだの科学, (1988), **141**, 93-95
- 11) Hovell, M. F., J. H. Bursick, R. Sharkey and J. McClure, A evaluation of elementary students' voluntary physical activity during recess. *Res. Quart.*, (1978), **49**, 460-474.
- 12) 加賀谷淳子 幼児の運動生活, 体育の科学, (1972), **22**, 386-391.
- 13) 加賀谷淳子 幼児の運動活動と体力, 体育の科学, (1975), **25**, 530-536.
- 14) 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, (1981), **31**, 245-252.
- 15) 衣笠昭彦 小児の肥満, 臨床栄養, (1987), **71**, 156-161.
- 16) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編 第4次改訂日本人の栄養所要量, 初版, 東京, (1990), 8-40.
- 17) 松浦義行 子どもの生活と運動不足, 体育の科学, (1981), **31**, 245-252.
- 18) 松浦義行 幼児における至適運動量の検討—健康度と運動能力に対する日常の運動習慣の相対的関連度について—, 体育科学, (1984), **12**, 106-117.
- 19) M. Mitchell Energy intake and expenditure in children of various degrees of obesity. A pilot study performed at the Children's Exercise and Nutrition Centre, Hamilton, as part of research elective, (1988)
- 20) 三村寛一, 佐藤光子, 辰本頼弘, 伊藤俊彦, 野村至弘, 渡辺完児, 田中喜代次, 前田如矢 幼児の園生活における運動強度に関する研究(第4報)—トレッドミル運動負荷テスト—, 大阪教育大学紀要, (1988), **37**, 57-66.
- 21) 三村寛一, 渡瀬剛行, 西村民生, 清水伸行, 伊藤俊彦 幼児の園生活における運動強度に関する研究(第2報)—保育環境の違いによる心拍数の変動—, 大阪教育大学紀要, (1985), **34**, 171-180

- 22) 三村寛一, 辰本頼弘, 佐藤光子, 前田如矢 幼児の園生活における運動強度に関する研究(第5報)一睡眠中の心拍数変動について一, 大阪教育大学紀要, (1988), **37**, 183-169.
- 23) 三村寛一, 上林久雄 幼児の日常生活における至適運動量に関する基礎的研究—24時間の心拍数の変動について—, 体力科学, (1985), **34**, 201-210.
- 24) Muooin, A. G. The prognosis in juvenile obesity. Arch. Dis. child., (1958), **33**, 307-314.
- 25) 沼尻幸吉 エネルギー代謝と心拍数との相関について, 労働科学, (1974), **50**, 79.
- 26) Roy J. Shephard Physiology and biochemistry of exercise. praeger special studies. praeger scientific, (1987)
- 27) Saris. W. H. M and R. A. Binkhors The use of pedometer and actometer in studying physical in man Part 1: Reliability of pedometer and actometer, Eur. J. Appl. Physiol., (1977), **37**, 219-228.
- 28) Shophard, R. J., C. Jequire. H. Lova-lee, R. LaBarre and M. Pajic. Habitual physical activity: effect of sex milien, season and required activity, J. Sport. Med., (1980), **20**, 55-66.
- 29) 菅原正志 心拍数からみたエネルギー消費量の推定に関する研究, デサントスポーツ科学, (1981), **1**, 149-154.
- 30) 山本高司, 北川薫, 坪内伸司, 加藤好信, 朝比奈一男 小学生男子(11歳)の1日の消費エネルギー量, 体育科学, (1983), **11**, 63-68.
- 31) 吉沢茂弘, 石崎忠利, 本多宏子 3~6歳児の最大酸素摂取量, 体育学研究, (1980), **25**, 58-68
- 32) 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, (1978), **23**, 59-65
- 33) Wolf, O. H. Obesity in childhood and its effects. Postgrad. Med. J., (1962), **38**, 629-635.