

小学校体育授業「マット・とび箱遊び」および「ポートボール遊び」の心拍数と運動強度について

丸山 敦夫・大永 政人*・上屋 和夫**

(1980年10月14日 受理)

Heart Rate and Work Intensity during "Mat Play-Box Horse Play"
Program and "Port Ball Play" Program in Physical
Education at Elementary School

Atsuo MARUYAMA, Masato OONAGA and Kazuo KAMIYA

はじめに

現在、学校の体育授業以外にスポーツ少年団やスポーツクラブの普及によって、子ども達が身体活動に従事する場や機会が以前に比べて多くなってきている。学校においても、児童全員に業間体操とか朝のマラソンといった身体活動の時間が設けられている。加賀谷¹⁸⁾は校庭でボール遊びをしている小学校6年生女子の心拍数変動を追跡し、その運動刺激がかなり高いことを指摘している。このように児童は授業外でも体力向上に繋がる身体活動に触れる機会を持つようになってきた。

このような状況の中で、小学校の体育授業がもつ意義は、児童の発育発達に伴う身体特性を考慮し、すべての児童に対して「適切な運動経験」、「運動に親しませる」、「健康の増進および体力の向上を図る」といった目標²¹⁾に則った指導を着実に実行することであると思われる。しかし、この目標達成を困難にするものとして、「体力の向上を図る」という項目が挙げられている点である。というのは、運動処方分野²³⁾での青少年者や中高年者に対する種々な運動の強度、運動時間および頻度はほぼ確立され、体力を確実に向上させるのに活用されているが、体育授業の中で児童生徒に体力の向上をもたらす種々な運動種目の強度がまだ確立されていないからである。それにも増して、最近の浅野ら²⁾や星川ら⁸⁾の研究によると、心拍数の測定から推定した小学校体育授業の運動強度が体力の指標である有酸素的作業能力の改善刺激として不十分であるという報告もある。

そこで、本研究は、まず第1段階として小学校3年生7名を対象にこの学年の「基本の運動」および「ゲーム」の領域の中からそれぞれ「マット・とび箱遊び」および「ポートボール遊び」の教材を扱った体育授業中の心拍数および運動強度について検討するものである。

研究方法

1. 被験者

* 鹿児島純心女子短期大学 ** 鹿児島大学教育学部附属小学校

被験者は鹿児島大学教育学部附属小学校3年〇組および△組の計7名（男子：4名，女子：3名）の健康な児童である。これらの児童達は前もってトレッドミルに十分慣れ親しんでおり，また，心電図を含む健康診断を受けている。児童の選択は各組の担任教師に委ねた。各被験者の年齢，身長，体重および推定最大酸素摂取量の身体特性は表1に示した。

表1. 被験者の身体特性および推定最大酸素摂取量について

被験者	性別	年齢 才	身長 cm	体重 kg	推定最大酸素摂取量* ml/kg・分
M S	男	9	136.5	30.0	53.0
To Y	男	8	128.5	28.1	50.4
S T	男	9	138.9	34.2	43.6
T M	男	9	129.2	30.3	53.9
M M	女	9	141.6	34.5	55.7
H T	女	9	129.3	30.4	45.9
I M	女	8	135.7	34.0	50.1
\bar{X}		8.6	133.3	30.8	51.0
SD		0.52	5.62	8.74	4.38

* Åstrand の7～9 歳児のトレッドミル走による最高心拍数（男子 208 拍/分
女子 211 拍/分）を心拍数－酸素摂取量関係式に代入して求めた値

2. 最大下運動中の心拍数－酸素摂取量関係および推定最大酸素摂取量について

トレッドミル走による最大下運動によって，心拍数－酸素摂取量関係が推定最大酸素摂取量および心拍数測定から得た体育授業の運動強度（％最大酸素摂取量）決定のために求められた。ト

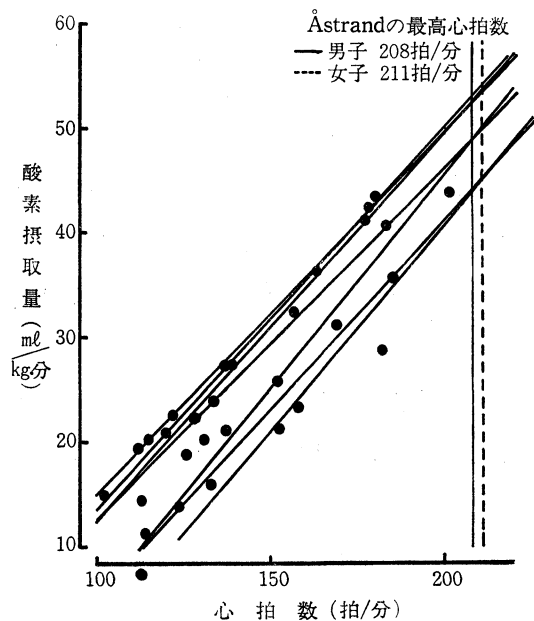


図1 トレッドミル走の最大下運動で得た心拍数－酸素摂取量関係および推定最大酸素摂取量について

レッドミルの傾斜は5度で，その運動開始速度は50 m/分とした。歩行または走行から始めた被験者に以後2分ごとに16.7 m/分ずつの速度を増加し，心拍数が170～180拍/分代に達するまで走行させた。

心拍数は胸部誘導法による心電図を運動中連続して記録し，1分間のR棘波を数えて1分間値として表わした。また，酸素摂取量はダグラスバッグ法により各速度負荷の後半1分間の呼気を採集した。採気した呼気は乾式実験用ガスメータ（品川製作所製）で計量し，その一部をO₂およびCO₂濃度の測定のため労研式大型呼気ガス分析器（柴田化学器械製）で分析した。

得られた心拍数および酸素摂取量は直線回帰法に代入され，各個人の心拍数－酸素摂取量関係式

が求められた(図1)。個人の推定最大酸素摂取量を求めるために、Åstrand³⁾の7-9歳児のトレッドミル走での最大運動で得られた平均最高心拍数男子208拍/分、女子211拍/分の値が図1に示された各個人の関係式に代入された。この算出された値を本研究では運動強度決定の際の最大酸素摂取量100%とした。

3. 体育授業時の心拍数連続測定について

マット・とび箱遊びおよびポートボール遊びの授業中の児童の身体活動の内容を知るために、心電図用テレメータ(三栄測器社製, TYPE 221, 1965 A)が1名ないし2名の児童に装着され、1時間(45分)の授業中の胸部誘導法による心電図が連続して記録された。心拍数は10秒間ごとのR棘波を数え、1分間値に換算して表わした。マット・とび箱遊びの授業は11月29日、12月6日および12月13日の3日間で、3時間分(8名)の心拍数を測定し、ポートボール遊びの授業は12月4日、11日および14日の3日間で、3時間分(7名)の心拍数を測定した。心拍数測定に平行して授業経過の観察記録も書きとめた。

実験期間は昭和54年11月29日から12月25日に渡った。その期間の気温は18°C~23°Cで、気圧は758.2 mm Hg~769.5 mm Hgであった。

4. 体育授業の内容について

「基本の運動」のマット・とび箱遊びは4時間計画のうち3時間で筋力および調整力を主体とした教材であり、「ゲーム」のポートボール遊びは9時間計画のうち3時間で調整力および持久力を主体とした教材である。これら授業の具体的内容はつぎのようである。

i) マット・とび箱遊び 3/4 時間

- 1時限目(11月29日) 準備運動—マットの腕立て側転—前転—前回り後回り側転などを組み合わせた連続技—整理運動
- 2時限目(12月6日) 準備運動—マットの腕立て側転—いろいろな技を工夫した連続技—とび箱によるいろいろな越し方—開脚とび越し—整理運動
- 3時限目(12月13日) 準備運動—マットの前転後転—前転の連続技—後転の連続技—とび箱によるいろいろな越し方練習—開脚とび越し練習(高さ、幅を変えて)—整理運動

ii) ポートボール遊び 3/9 時間

- 1時限目(12月4日) 準備運動—ボールを使つての運動(4m離れて2人でボールの投捕、ドリブル2人で取り合い)—グループごとに作戦を立て練習—ゲーム・反省・ゲーム—整理運動
- 4・5時限目(12月11日, 14日) 準備運動—ボールを使つての運動(ボールの投捕, 種々なドリブル)—グループ別によるゲームの作戦立て練習—ゲーム・作戦・ゲーム—整理運動

結果および考察

1. 推定最大酸素摂取量の検討

小学校低学中学年(7~9歳)の児童を対象とした最大酸素摂取量の研究は競技者や青少年・中

高年者のそれと比較して数多くはない。Ikai および Kitagawa⁹⁾, 勝田ら¹⁸⁾, 松井ら²⁰⁾ および石河ら¹⁰⁾ は自転車エルゴメータを用いて低年齢者 (7~9 歳) の最大酸素摂取量の測定を行っている。そのうち, 小学校3年 (8-9 歳) の児童の最大酸素摂取量をまとめてみると, 男子では35.5から43.6 ml/kg・分の範囲にあり, 女子では29.3 から 39.3 ml/kg・分の範囲にあった。また石崎および吉沢¹¹⁾ はグラウンド走で最大酸素摂取量を求めており, その値は男子で 51.1~52.6 ml/kg/分, 女子で47.0~49.3 ml/kg・分であり, 自転車エルゴメータで得た値より高い値であることを報告している。

しかしながら, 日本の小学生を対象にしたトレッドミルを用いての最大酸素摂取量の値はあまりみられない。これは, トレッドミル走で exhaustion に至るまで 発育発達途上にある低学年年齢者に非常に強いストレスを 荷してよいかという 疑問⁴⁾ が残るためだと考えられる。これに対して, Åstrand³⁾, O-Bar-orら²²⁾ および Kraherbullら¹⁹⁾ は7-9 歳の低年齢者にトレッドミルを用いて 最大酸素摂取量を測定した。この値は男子で47.6から 56.9 ml/kg・分, 女子で42.9から 55.1 ml/kg・分を示しており, 日本の自転車エルゴメータによる値より 5~10 ml/kg・分ほど高いものであった。

本実験の最大酸素摂取量は, トレッドミル走による最大下運動で得られた心拍数-酸素摂取量関係式に Åstrand³⁾ の最高心拍数男子208拍/分 および女子211拍/分を代入した値である。この推定最大酸素摂取量は表1に示されたように男女混合で 43.6~55.7 ml/kg・分の範囲にあり, 平均51.0 ml/kg・分であった。この値は Åstrand³⁾ の 56.0 ml/kg・分より低く, 石崎および吉沢¹¹⁾ のグラウンド走 50.0 ml/kg・分 とほぼ同様の値を示した。推定された値であるが, 小学校3年生 (8~9 歳) の最大酸素摂取量としてはほぼ妥当な値であると考えられる。

2. マット・とび箱遊びおよびポートボール遊びの心拍数および運動強度について

表2はマット・とび箱遊びとポートボール遊びの二つの教材を扱った授業全体の平均心拍数, 運動時の平均心拍数および休息時の平均心拍数を表わした。マット・とび箱遊びの授業の心拍数は, 129.6 ± 9.30 拍/分で, ポートボール遊びは 138.0 ± 10.69 拍/分であった。ボールを使つての調整力持久力を中心としたポートボール遊びの方が約9拍/分ほど高かった。運動時と休息時の心拍数別にみると, マット・とび箱遊び および ポートボール遊びの 運動時の 心拍数はそれぞれ, 136.7 ± 10.75 拍/分および 149.6 ± 16.99 拍/分であり, その差は約13拍/分 となり, さらに大きくなった。また休息時の心拍数はそれぞれ, 115.8 ± 9.13 拍/分 および 123.4 ± 10.28 拍/分であった。この運動時および休息時の時間配分をみると, ポートボール遊びの時間は 28.1 ± 2.58 分で, マット・とび箱遊びの 30.1 ± 3.22 分より2分ほど短かった。全時間に対する運動時間の割合で表わすと, ポートボール遊びの方が $54.6 \pm 3.06\%$ で, マット・とび箱遊びの $65.0 \pm 5.00\%$ より10%ほど短かった。

図2および図3は被験者 IM のマット・とび箱遊びおよびポートボール遊びの典型的な心拍数変化を表わしたものである。マット・とび箱遊びは運動時と休息時の心拍数変化の区切りがはっきり見られず, 運動時でさえ心拍数は130~150拍/分の範囲でその変動幅も小さい。それに対し, ポートボール遊びは運動時と休息時の心拍数変化がはっきり見られ, 運動時の心拍数も140~180拍/分

表2. 「ポートボール遊び」および「マット・とび箱遊び」の平均心拍数、運動時平均心拍数および休息時心拍数について

	被験者	本時	授業全体の 平均心拍数 拍/分	時 間 分	運動時の平均 心拍数 拍/分	時 間 分	休息時の平均 心拍数 拍/分	時 間 分
ポートボール遊び (9)	M S	5	138.9±34.89	55	143.9±29.63	31.5	124.4±20.76	22.5
	To Y	5	126.7±28.81	55	131.1±23.61	31.5	112.0±13.56	22.5
	T M	1	139.5±27.29	42	152.1±20.50	29.0	111.1±17.71	13.0
	M M	1	124.0±26.00	52	132.5±27.80	27.0	118.0±13.46	25.0
	H T	4	156.6±32.66	46	181.1±24.91	25.5	135.7±16.86	20.5
	I M	1	138.5±21.72	52	148.7±20.10	27.0	136.2±20.37	25.0
	I M	4	141.6±20.34	46	157.7±12.02	25.5	126.1±10.30	20.5
	\bar{X}		138.0±27.39	49.7	149.6±22.65	28.1	123.4±16.15	21.3
	SD		10.69	5.06	16.99	2.58	10.28	4.09
マット・とび箱遊び (4)	M S	1	137.6±15.59	46	143.5± 3.07	30.0	122.7±13.38	16.0
	To Y	1	114.3±16.64	46	120.9±10.39	30.0	98.7± 6.14	16.0
	To Y	2	117.6±13.34	47	122.4± 5.32	33.5	106.8± 7.73	14.0
	T M	2	135.2±25.22	44	146.5±21.62	26.0	120.4±22.66	18.0
	M M	3	127.5±14.32	51	131.7± 9.82	31.25	117.6± 7.48	19.75
	H T	3	140.2±21.36	51	144.5± 9.16	31.25	127.4±13.93	19.75
	I M	2	131.6±13.48	47	136.1± 8.05	33.5	117.7± 6.47	14.0
	S T	2	132.9±22.37	43	147.7±16.96	24.0	115.2±13.42	19.0
	\bar{X}		129.6±17.79	47.2	136.7±10.55	30.1	115.8±11.40	17.3
	SD		9.30	2.59	10.71	3.22	9.13	2.53

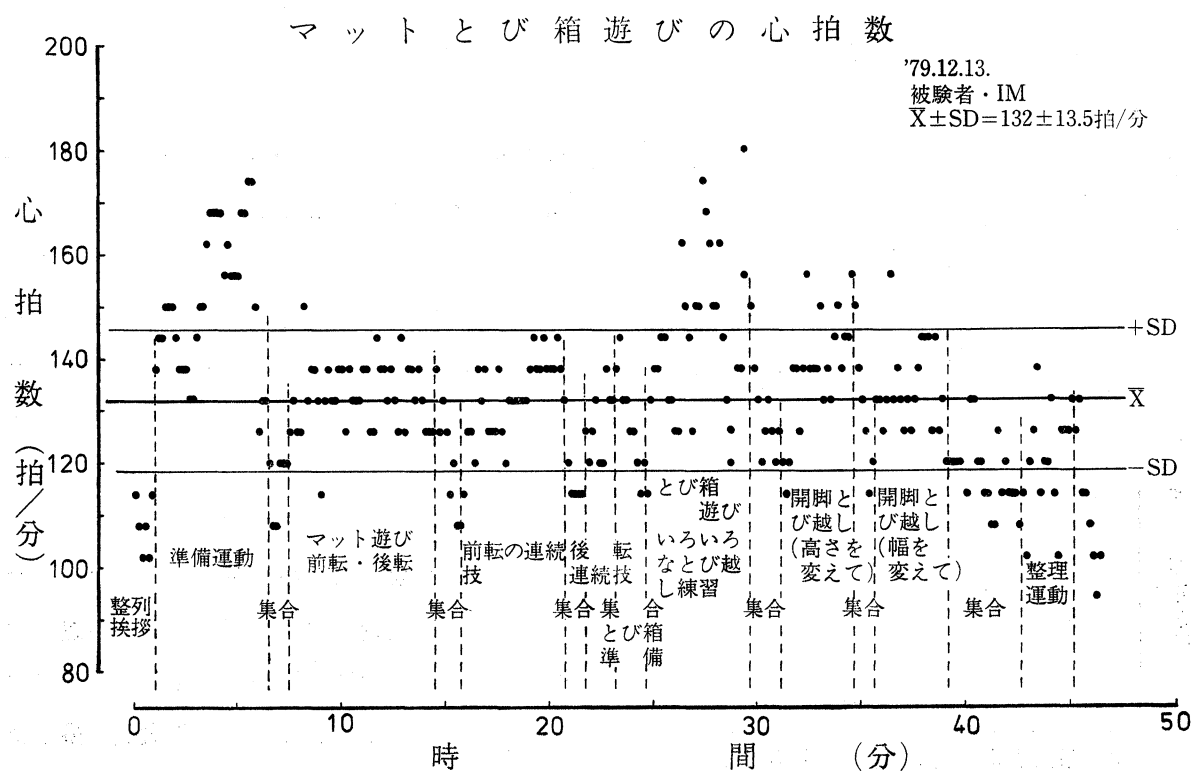


図2 IMの「マット・とび箱遊び」体育授業の典型的な心拍数変化

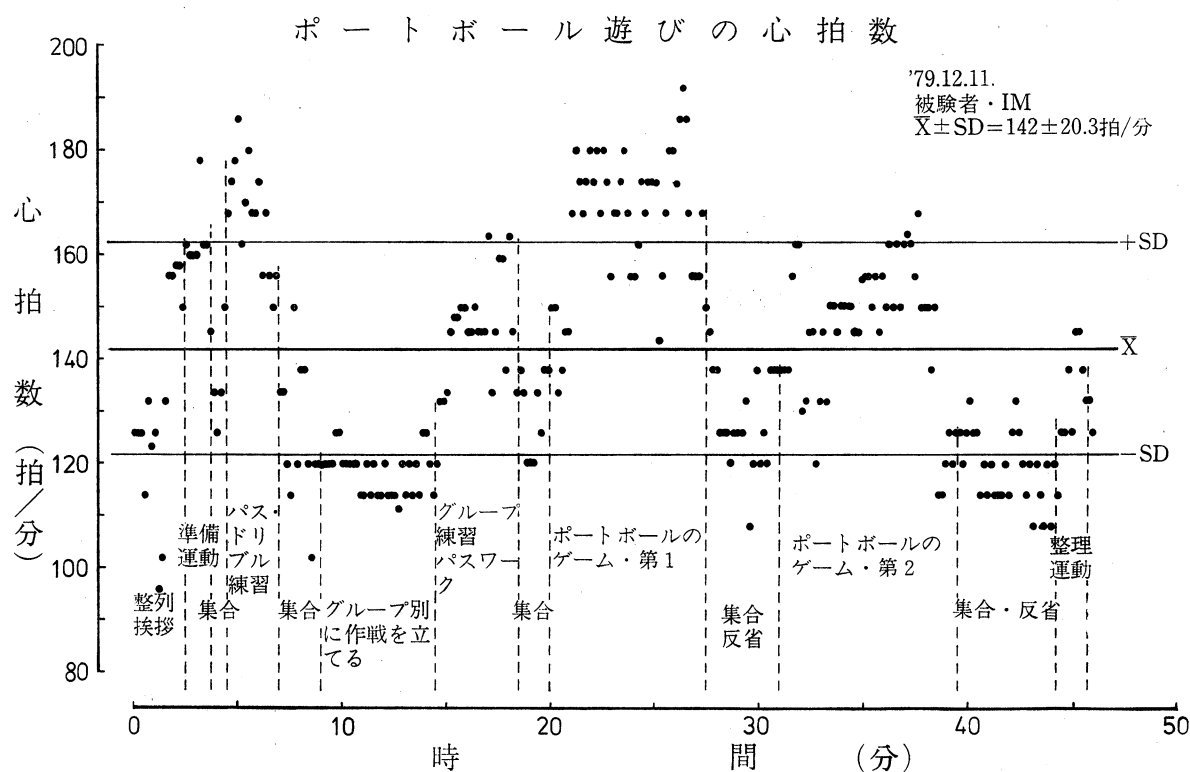


図3 IMの「ポートボール遊び」体育授業中の典型的な心拍数変化

表3. ポートボール遊びおよびマットとび箱遊びの授業全体の運動強度、運動時の運動強度および休息時の運動強度について

	被験者	授業の運動強度 %	運動時の運動強度 %	休息時の運動強度 %
ポ ー ト ボ ー ル 遊 び	M S	51.0	54.6	40.8
	To Y	41.5	44.7	31.0
	T M	52.6	61.3	33.0
	M M	45.3	50.6	41.5
	H T	50.4	72.7	31.4
	I M	43.6	51.5	41.7
	I M	46.0	58.5	33.9
	\bar{X}	47.2	56.3	36.2
	SD	4.17	9.05	4.92
マ ッ ト と び 箱 遊 び	M S	50.1	54.3	39.6
	To Y	32.6	37.3	21.4
	To Y	35.0	37.3	27.2
	T M	49.6	57.4	40.3
	M M	47.5	50.1	41.3
	H T	35.4	39.4	23.7
	I M	38.2	41.7	27.3
	S T	37.2	49.6	22.5
	\bar{X}	40.7	46.0	30.4
	SD	7.16	7.78	8.53

※ %は、最大酸素摂取量に対する酸素摂取量の割合を表す相対的運動強度

とかなりの幅をもち、上限では190拍/分以上まで増加している。この特徴は表2で示された各個人の心拍数の標準偏差にも表われている。すなわち、ポートボール遊びの運動時心拍数の標準偏差が12.02～29.63拍/分の範囲で平均22.65拍/分とかなり広い偏差幅をもつのに対し、マット・とび箱遊びの偏差は3.07～21.62拍/分で平均10.55拍/分とポートボール遊びの半分の偏差幅であった。このことは、特に運動時心拍数が低く、その変動幅も小さいマット・とび箱遊びという教材の心拍数特性を表わしていると考えられる。

表3は心拍数－酸素摂取量関係から推測したマット・とび箱遊びおよびポートボール遊びの全運動強度、運動時の運動強度および休息時の運動強度を表わしている。この最大酸素摂取量に対する酸素摂取量の割合を示す相対的運動強

度はそれぞれ、 $40.7 \pm 7.16\%$ および $47.2 \pm 4.17\%$ で、ポートボール遊びの方が約7%高い。そのうち、運動時の強度はマット・とび箱遊びで37.3から57.4%の範囲をもち平均 $46.0 \pm 7.78\%$ となり、ポートボール遊びでは44.7から72.7%の範囲で平均 $56.3 \pm 9.05\%$ となった。

マット・とび箱遊びおよびポートボール遊びの心拍数および運動強度の結果と小学校体育授業についてのいくつかの研究と比較すると、まず、マット・とび箱遊びのような筋力調整力を中心とした教材の心拍数について、浅野ら²⁾ は小学校4年生から中学校2年生の男女40名の児童生徒を対象に「筋運動系」の心拍数が男子で141.4拍/分、女子で145.7拍/分であると述べている。加賀谷および前田¹²⁾ は小学校5年の児童による「とび箱運動時」の平均心拍数144拍/分から157拍/分の範囲であったことを報告している。しかし、星川ら⁸⁾ は小学校3年生と5年生を対象に「とび箱運動筋力体操群」の平均心拍数が123.5～126.5拍/分であることを示している。本研究のマット・とび箱遊びの運動時心拍数は、星川ら⁸⁾ と浅野ら²⁾ の心拍数強度の間に入る強さであった。

ボール関係のような調整力持久力を中心とした教材の心拍数について、星川ら⁸⁾ は「ハンドベースボール敏捷性体操群」で、131～133.9拍/分であることを示し、福永ら⁷⁾ は小学校5年生の「ボールを扱う運動」で、134拍/分であることを報告している。また、加賀谷および前田¹²⁾ は「ポートボールの試合時」で、4名の児童の平均心拍数が161.3拍/分となり、最も高い者で184.5拍/分であったことを述べている。本研究のボール投捕や児童らの工夫によるゲームから成る「ポートボール遊び」の運動時心拍数は、星川ら⁸⁾ や福永ら⁷⁾ より高くなったが、加賀谷および前田¹²⁾ の試合中のものより低かった。

運動強度について検討してみると、星川ら⁸⁾ の「ハンドベースボール敏捷性体操群」は54.6%、「とび箱筋力体操群」は45.4%であった。また、福永ら⁷⁾ の「ボールを扱う運動」は54%、「徒手体操」は33%であった。本研究の二つの教材の強度は星川ら⁸⁾ の報告とほぼ同様になった。

以上のようなマット・とび箱遊びおよびポートボール遊びの心拍数および運動強度は体力の指標である有酸素的作業能力の改善を導びく刺激になるかについて、まず成人を対象に確立された体育科学センター²³⁾ の運動処方基準と比較検討すると、センターの代表的な運動強度、運動時間および頻度は、5～10分の運動ならば最大酸素摂取量の60～70%以上で、20分の運動ならば50%前後の水準で、最低週1回の頻度で実施すると体力の維持増進に繋がるという処方である。本研究のポートボール遊びの運動時の強度は56.3%、時間は28分であり、マット・とび箱遊びが46.0%、30分である。この基準に照し合わせると、30分前後の時間で最低必要とされる強度は50%以上であるとされているので、ポートボール遊びの教材は有酸素的作業能力を刺激できる強度であると考えられる。

児童生徒を対象としたトレーニングについてみると、Eriksson および Koch⁶⁾ は11～13歳の少年に最大酸素摂取量の85%～90%の強度の種々な運動種目を4カ月間にわたり行わせた結果、最大酸素摂取量および一回拍出量の増加が認められたことを報告している。同様に、Ekblom⁵⁾ も11歳の男子にインターバルトレーニング、長距離走、サーキットおよびウェイトトレーニング、サッ

カーそしてアイスホッケー等の激しいトレーニングを行わせ、最大酸素摂取量および心臓容量の増加がみられたことを指摘している。体育授業に関連するものとして、青木ら¹⁾は高校2年生であるが、最大酸素摂取量の75%に相当する強度の持久走を中心にした体育授業で6週間行わせた結果、最大酸素摂取量は変化なかったが、最高心拍数および最大酸素脈がそれぞれ、有意に減少および増加したことを報告している。同じような持久走であるが、加賀谷¹⁵⁾は小学校6年生の児童に体育の授業中に最大酸素摂取量の88%の強度で5分間、週3回、3カ月半の間走らせ、最大酸素摂取量が増加したことを示した。これらの児童生徒のトレーニングの強度をみると、有酸素的作業能力の改善をもたらす刺激は、体育センターでの処方基準よりはるかに強い強度を要求され、かつ時間も長いようである。また小学校体育授業の運動強度について加賀谷¹⁶⁾¹⁷⁾は、有酸素的作業能力向上の至適運動量の確保のためには、心拍数が180~190拍/分に達する持久的運動が数分間あることを条件としており、この条件を満たすことが望ましい体育授業であると示唆している。本研究の「ポートボール遊び」は図3で示されたIMのように心拍数が180拍/分以上に達していて、その時間も10分間ほどになっている。同じように、他の児童においても180拍/分以上を数分間保っていた。

本研究においては、「ポートボール遊び」のような調整力持久力を中心とした教材では有酸素的作業能力の改善がみられる程度の刺激強度を有すると考えられるが、「マット・とび箱遊び」のような筋力調整力を中心とした教材は全般的に改善できるほどの強度を有しないことがわかった。児童は成人と異なる生理的反応¹⁴⁾²⁴⁾を示すために、小学校体育授業の運動強度についての研究は数少ないが、現場の教師は、ある種目を教材として取り上げる場合にその種目の強度が有酸素的作業能力の改善刺激として「強いから」あるいは「弱いから」といった適確な判断をもち、弱い場合にはその主な教材の前後や途中にでも強い強度をもつ種目を意識的に組み入れるような工夫をして、1時間1時間の授業で体力向上を刺激するだけの強度を確保することが重要となってくるだろう。このことにより、体育授業は他の身体活動とはっきりとした区別をもち、その価値も大きくなると思われる。

ま と め

小学校3年生(8-9歳)の男女7名を被験者に、体育授業教材の「マット・とび箱遊び」および「ポートボール遊び」の心拍数と運動強度について検討した。授業中の心拍数は心電図用テレメータで連続記録して測定した。なお、実測最大酸素摂取量の代りにトレッドミル走による最大下運動で得た心拍数-酸素摂取量関係に、Åstrand³⁾の最高心拍数を代入して推定最大酸素摂取量を求めた。その結果はつぎのようである。

- 1) 推定最大酸素摂取量は43.6~55.7 ml/kg・分の範囲で平均51.0 ml/kg・分となり、トレッドミルで得た小学校3年生の最大酸素摂取量として、ほぼ妥当な値であると考えられる。
- 2) 「マット・とび箱遊び」および「ポートボール遊び」の心拍数は、授業全体でそれぞれ129.6

拍/分 および 138.0拍/分 となった。運動時心拍数は平均で 136.7拍/分 および 149.6拍/分 となり、「ポートボール遊び」が13拍/分ほど高かった。

3) 運動時心拍数の変動幅を示す標準偏差は「マット・とび箱遊び」8人の平均値が10.55拍/分で、「ポートボール遊び」7人の平均値22.65拍/分の半分しかなかった。このことから、「マット・とび箱遊び」のような筋力、調整力を中心とした教材は高い心拍数を得られず、かつその変動幅も小さいという特徴をもつことがわかった。

4) 二つの教材の運動強度については「マット・とび箱遊び」が40.7%、「ポートボール遊び」が47.2%となった。運動時だけでみると、それぞれ46.0%、56.3%となり、「ポートボール遊び」の方が10%以上も強い強度であった。

5) 「ポートボール遊び」の教材は、運動時間28分、運動強度56%で弱いトレーニング刺激となるが心拍数をみると180拍/分以上に達する時間が数分間みられるので、有酸素的作業能力の改善に役立つと考えられる。それに対し、「マット・とび箱遊び」では、運動時間30分、運動強度46%であり、心拍数はほとんど180/拍分に達しないことから、改善するには不十分な刺激であると考えられる。

謝 辞

本研究を行なうに際し、鹿児島大学教育学部附属小学校校長中村虎重先生並びに体育科の先生方の御協力と御好意に心から感謝申し上げます。また、実験に協力して下さった小森悟君並びに西別府久子君に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 青木純一郎, 形本静夫, 石河利寛, 永野良一, 氷海正行: 持久走を中心とした体育授業の生理学的効果. 体育科学 7: 30-36, 1979.
- 2) 浅野勝己, 松坂 晃, 鈴木慎次朗: 小・中学校における体操の運動強度に関する実験的研究. 体育科学 7: 1-9, 1979.
- 3) Åstrand, P.-O.: Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Copenhagen: Munksgaard, 1952.
- 4) Bonen A., V. H. Heyward, K. J. Cureton, R. A. Boilean and B. H. Massey: Prediction of maximal oxygen up take in boys, ages 7-15 years. Med. Scie. sports 11: 24-29, 1979.
- 5) Ekblom B.: Effect of physical training in adolescent boys. J. appl. physiol. 27: 350-355 1969.
- 6) Eriksson B. O. and G. Koch: Effect of physical training on hemodynamic response during submaximal and maximal exercise in 11-13 year old boys. Acta physiol. scand. 87: 27-39, 1973.
- 7) 福永哲夫, 平田敏彦, 朝比奈一男, 宮丸凱史: 小学校体育授業「体操」の運動強度. 体育科学 7: 10-21, 1979.
- 8) 星川 保, 豊島進太郎, 池上康雄, 松井秀治: 小学校3年, 6年生の体育授業時における Actogram と心拍数について. 体育科学 7: 60-71, 1979.
- 9) Ikai M. and K. Kitagawa: Maximum oxygen uptake of Japanese related to sex and age. Med. Scie. sports 4: 127-131, 1972.

- 10) 石河利寛：小学校低学年におけるステップテストの検討. 体育科学 1: 209-212, 1973.
- 11) 石崎忠利, 吉沢茂弘：小学校低学年児童の最大酸素摂取量—3年間の縦断的研究から—. 体育の科学 29: 219-225, 1979.
- 12) 加賀谷淳子, 前田利親：心拍数からみた小学生の体操教材の検討. 体育科学 7: 51-59, 1979.
- 13) 加賀谷淳子：幼少年期の生活とスポーツ. 体育の科学 30: 548-553, 1980.
- 14) 加賀谷熙彦：低年齢者の心拍数反応の特徴について. 体育科学 1: 213-214, 1973.
- 15) 加賀谷熙彦, 井上伸治, 宇賀 永：走行スピードによる強度選定法を用いた小学生の持久性トレーニングの効果. 体育科学 3: 131-138, 1975.
- 16) 加賀谷熙彦：小学生の至適運動量. 保健の科学 18: 126-129, 1976.
- 17) 加賀谷熙彦：体力を高める体育授業のあり方. 体育の科学 29: 41-45, 1979.
- 18) 勝田 茂, 今野道勝, 今野和子：児童の身体作業能力に関する研究, 第1報. 自転車エルゴメーターによる児童の有酸素的作業能力について. 体育学研究 16: 17-23, 1971.
- 19) Krahenbuhl G. S., R. P. Pangrazi, L. N. Burkett, M. J. Schneider and G. Petersen: Field estimation of $\dot{V}O_2$ max in children eight years of age. Med. Scie. sports 9: 37-40, 1977.
- 20) 松井秀治, 三浦望慶, 小林寛道, 豊島進太郎, 後藤サヨ子：小学校のステップテストに関する研究, 第2報. 小学生の最大酸素摂取量の発達とステップテスト. 体育科学 2: 33-41, 1974.
- 21) 文部省：小学校指導書 体育編. 東山書房 京都, 1978.
- 22) O-Bar-or, J. S. Skinner, V. Bergsteinova, C. Shearburn, D. Royer, W. Bell, J. Haas and E. R. Buskirk: Maximal aerobic capacity of 6-15 year-old girls and boys with subnormal intelligence quotients. Acta paediat scand. suppl. 217: 108-113, 1971.
- 23) 体育科学センター編：体育科学センター方式, 健康づくり運動カルテ. 講談社 東京, 1976.
- 24) 吉沢茂弘：体育授業における運動刺激とその効果—有酸素的作業能を中心として—. 体育の科学 27: 161-169, 1977.