

令和元年6月20日現在

機関番号：14403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12978

研究課題名（和文）小学生の日常運動と計算能力との関連

研究課題名（英文）Relationship between daily exercise and arithmetic in elementary school children

研究代表者

宍戸 隆之（SHISHIDO, TAKAYUKI）

大阪教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：40331962

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、小学生が日常的に行っている運動と計算能力の関連を明らかにしようとした。小学校4年生合計96名を対象に通常の休み時間及び持久走週間直後に計算課題を解かせて比較した。その結果、きついと感じる激しい運動直後の計算は、時間がかかってしまい、そのような状況で学習することは避ける必要がある。しかしながら日常的に身体活動を伴う運動遊びを行っている児童は、体力が高い可能性があり、持久走週間などに走っても、自覚的運動強度としてはきついと感しない。このような児童の計算時間は速い傾向があることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日常的に身体活動を伴う運動遊びを行うことは、子どもたちの体力向上に結びつく可能性がある。このような児童は、有酸素能力が高く、持久走週間などで走っても、自覚的運動強度は低く、その直後に計算時間を行っても、その時だけ心拍数が上昇する児童に比べて、計算時間が速い傾向がある。日常的に運動をする機会を子どもたちに与えることが、子どもたちの体力と学力を共に向上させるのに有効である可能性がある。

研究成果の概要（英文）： This study was conducted to determine the relationship between daily exercise and arithmetic in elementary school children. Participants were 96 fourth-grade students (Experiment 1: n = 51; Experiment 2: n = 45) performed arithmetic after exercise (four minutes endurance run or children's play of themselves) six times each during rest time in school (Experiment 1: subtraction; Experiment 2: four arithmetic operations). The results revealed that calculation time of subtraction decreased after endurance run, while four arithmetic operations had no substantial effect on calculation time after the exercise. However, low heart rate group during exercise had higher heart rate during children's play of themselves than high heart rate group. Therefore, they performed high aerobic capacity during endurance run. Four arithmetic operations were faster low heart rate group than high. These results indicate that the calculation time of such children tended to be fast.

研究分野：スポーツ教育学

キーワード：小学生 日常運動 持久走 心拍数 計算能力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

Thomas, K.T. (2004)の報告によると、アメリカの多くの学校では、学力向上のために、体育の授業を受けなくてもいいように変えられた。この報告に対して、Coe, D.P.ら(2006)は、小学校の体育の授業と学業成績の関連について明らかにしようとした。しかしながら、体育の授業における身体活動そのものが学業成績に直接関連しているという結果を得ることはできなかったものの、アメリカの小学生においては、日常の身体活動水準の高さが学業成績に関連していることを報告した。つまり、一日の身体活動量が高い子どもほど学業成績が良かったのである。一方、Pontifex (2013)らは、ADHD 児の運動と学力・認知機能の関連について調査した。その結果、計算能力やスペリング能力のほか、脳の認知機能に良い影響を与えたことを報告している。そこで、筆者ら(2014)は、さらにこれまで行われていない「知的な障がいがある」児童3名を対象に、case study として有酸素運動と算数の計算能力の関連について明らかにした。その結果、興味深いことに、知的な障がいがある児童は、3か月間介入したにもかかわらず、有酸素運動を行った「運動日」のみ、得点の向上や計算時間の短縮傾向が認められ、安静後に算数の計算問題を実施(「安静日」)しても、3か月間の学習効果を得ることができなかった。対照群として、障がいのない児童についても同様の介入を行ったが、計算問題自体が「知的な障がいがある児童」に合わせたため、全ての課題でほぼ満点であり、「知的な障がいがある児童」のような学習効果を観察するところまでには至らなかった。しかしながら、算数の計算課題の難易度を上げれば同様の結果を得ることができる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、単に有酸素運動(有酸素運動能力)と学業成績に関連があることを明らかにするのではなく、小学生にとって継続的な算数の学習成果が得られるのは、体育の授業や休み時間の身体活動を伴う遊び等のある程度「運動(有酸素運動)した日」に学習した場合に効果的である可能性について明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 対象と期間

本研究では、大阪府下の公立小学校4年生を対象にして、通常の休み時間の身体活動の日(通常日)と持久走週間で4分間走を行っている休み時間の日(運動日)の直後の授業時間のはじめに算数の計算問題を解かせ、その正答率と計算スピードについて調査を行った。算数の計算問題は、さくらんぼ計算と小数の筆算の二つを実施した調査1と、四則混合計算を実施した調査2を実施した。それぞれ、当該の学校長から承諾を得て、大阪教育大学の倫理委員会による承認の下、対象となる児童及び保護者に調査の趣旨を文書で説明し、同意を得た児童を調査・分析の対象とした。調査1を実施した小学校は2校で分析対象者は51名、調査2を実施した小学校も2校で分析対象者は45名とした。調査1を実施した二つの小学校のうち、A小学校においては、2016年11月4日~11月22日、B小学校においては、2017年1月23日~2月8日に実施し、それぞれ通常日を6回、運動日を6回の合計12回ずつを測定した。A小学校の休み時間は、持久走を朝の活動で実施したために授業前の時間とした。B小学校においては、2時間目と3時間目の間の20分休みを休み時間とした。調査2を実施した二つの小学校のうち、A小学校においては、2017年11月9日~12月1日、B小学校においては、2018年1月15日~1月31日に実施したA小学校においては、通常日を6回、運動日を6回の合計12回ずつを測定したが、B小学校においては、同様の回数を計画していたが、急な小学校の行事変更の都合で、通常日8回、運動日が4回の測定となった。休み時間の扱いは、A小学校、B小学校共に、調査1と同じ扱いとした。なお、調査1においても、調査2においても、身体活動状況を調査するために被験者児童に腕時計式心拍計を装着させた。この装着の練習と計算課題を解く練習をするために、練習日を1回ずつ設けて、測定の手順を児童に理解させた上で実施した。また、計算課題の難易度もこの練習日で確認し、児童の計算能力が向上するのに適すると考えられる課題を作成し実施した。

(2) 測定手順

図1に示すように、休み時間(朝、学校に登校後すぐ)に入るとすぐに腕時計式心拍計を装着させ、通常日の活動か運動日の活動を行わせた。心拍計の装着や計算課題のプリントの配布などは、大学生2名を補助として実施した。休み時間が終わるとすぐに教室に戻らせて着席させ、心拍数(HR)が平常に戻るまで安静を保ち、すぐに自覚的運動強度(rate of perceived exertion: RPE)と気分(Feeling scale: FS)のスコアを記入させた。計算課題は、毎回「なるべく速く正確に！」計算するように声をかけて解かせた。計算時間の計測については、教室の前方に、プロジェクターによって映し出されたタイマーの時間を「計算が終わった瞬間に見て記入するように」被験者児童に指示して、毎回解答用紙に記述させた。調査1の計算課題の例を図2及び図3に示す。また、調査2の計算課題の例を図4に示す。

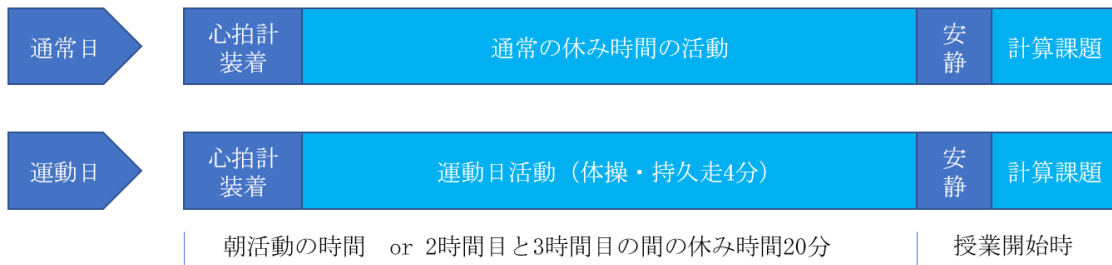


図1 測定の流れ

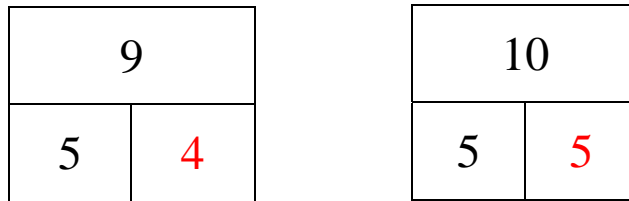


図2 さくらんぼ計算の例 (1回25問)

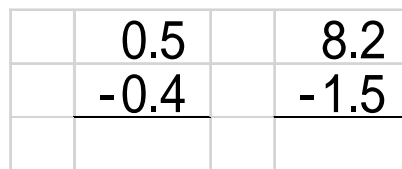


図3 小数のひき算の例 (1回25問)

問 次の計算をしましょう。「なるべくはやく、正確に！」			
①	$13 \times (2 + 18)$	⑪	$40 \times 2 - 62$
②	$(7 + 23) \times 3$	⑫	$20 \div 4 - 4$
③	$(12 \div 2) \times 9$	⑬	$81 \div 9 + 4$
④	$20 \div (8 - 4)$	⑭	$30 - 4 \times 7$
⑤	$(50 + 4) \div 6$	⑮	$8 + 26 \div 2$

図4 四則混合計算の例 (1回20問)

(3) 分析方法

調査1、調査2のいずれにおいても、全体の通常日の平均値と運動日の平均値に差があるかについて、対応のある t 検定を行った。また、持久走中の平均HRが150.8bpm未満(最大心拍数の76%未満)群(HR低)、150.8bpm以上160.8bpm未満(最大心拍数の76-80%未満)群(HR中)、160.8bpm(最大心拍数の80%以上)群(HR高)の3群に分け、一元配置分散分析を行った。いずれもIBM社製SPSSver.25を用いて行い、有意水準は5%未満とした。

4. 研究成果

(1) 調査1について

集団全体の全運動日の平均値と全通常日の平均値を比較した結果

表1は、集団全体の全運動日の平均値と全通常日の平均値の比較を示している。さくらんぼ計算の計算時間の平均値も小数の計算時間の平均値も、通常日が運動日に比べて短く、有意差が認められた。運動日の休み時間のHRをみると、最大心拍数の77.9%の値であり、自覚的運動強度もきついと感じる程度の運動が実施されていた。運動強度が高い持久走直後であったため、脳が疲労していた可能性があり、集団全体の運動日の計算時間が遅くなった可能性がある。

表1 集団全体の全運動日の平均値と全通常日の平均値の比較（調査1）

	運動日		通常日		t(50)	p	ES
	M	SD	M	SD			
さくらんぼ計算得点(25点満点)	23.9	1.5	24.2	1.6	1.79	0.079	0.19
さくらんぼ計算時間(秒)	75.2	23.6	70.4	23.8	4.74	***	0.20
小数の計算得点(25点満点)	24.2	1.1	24.3	0.6	0.80	0.429	0.15
小数の計算時間(秒)	103.9	27.6	92.5	24.9	6.39	***	0.43
休み時間中のHR(bpm)	156.6	7.1	108.0	9.6	31.45	***	0.000
休み時間直後のRPE	4.5	2.6	0.7	1.0	10.57	***	0.000
休み時間直後のFS	1.3	2.6	3.2	2.0	5.00	***	0.000

注) N = 51, M:平均値, SD:標準偏差, ES:効果量, *** p < 0.001 (両側検定)

運動中の心拍数の高さによる3群(HR低・HR中・HR高)の群間の比較

持久走中のHRの平均値がHR低群12名、HR中群23名、HR高群16名であった。さくらんぼ計算においても小数の計算においても、得点はほぼ同じ傾向であった。計算時間については、HR高群が運動日であっても通常日であっても速い傾向が見られたが、統計的に有意な差は認められなかった。HRに注目すると、HR高群は、通常日であっても最も高く、運動日のRPEは3群間で最も低い傾向であった。これは、通常日に身体活動が高いために、基礎的な持久力が高いために、自覚的運動強度としては低くなっている可能性がある。体力が高いことが、計算時間が速い傾向になっている結果に結び付いているのかもしれない。

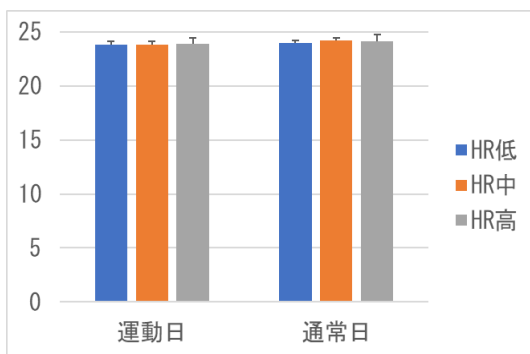


図5 さくらんぼ計算得点

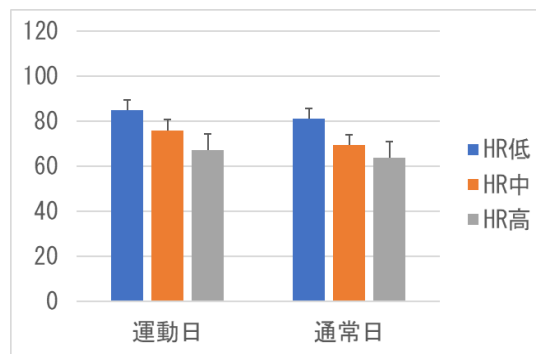


図6 さくらんぼ計算時間

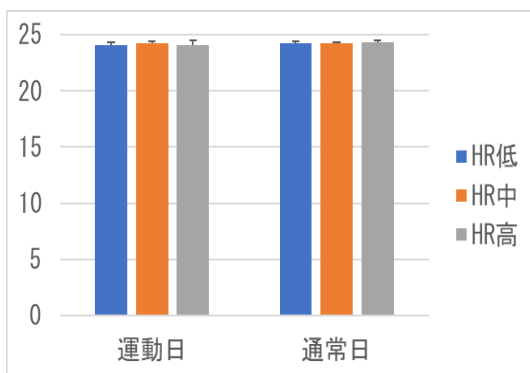


図7 小数の計算得点

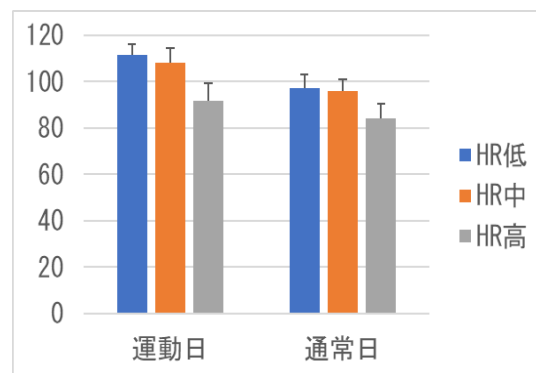


図8 小数の計算時間

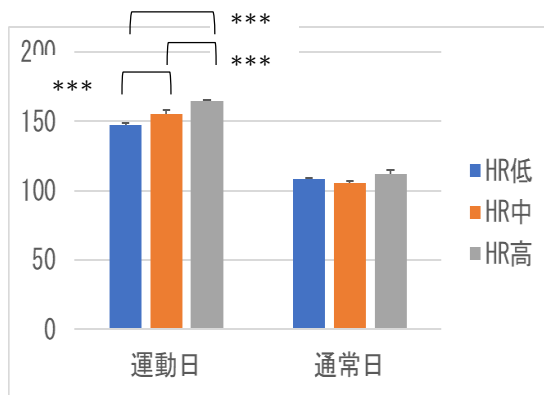


図9 休み時間中のHR

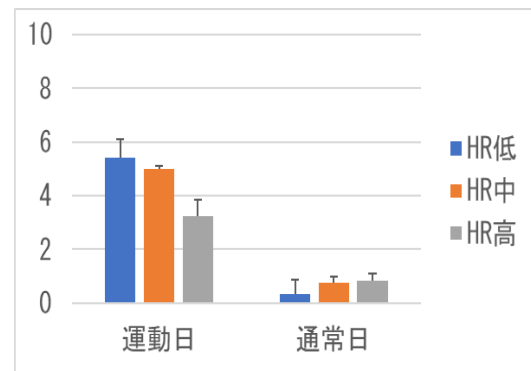


図10 休み時間直後のRPE

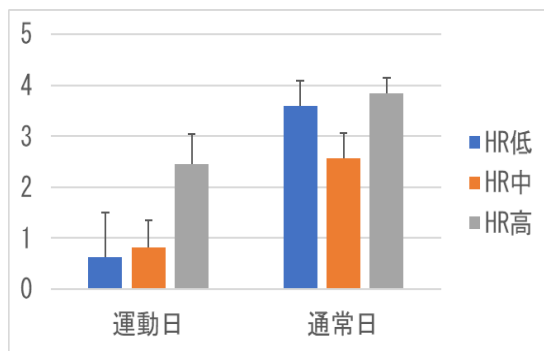


図11 休み時間直後のFS

*** $p < 0.001$

(2) 調査2について

集団全体の全運動日の平均値と全通常日の平均値を比較した結果

表2は、集団全体の全運動日の平均値と全通常日の平均値の比較を示している。四則混合計算得点の平均値も計算時間の平均値も、有意差は認められなかった。運動日の休み時間のHRをみると、最大心拍数の77.3%の値であり、自覚的運動強度は、ややきついと感じる前の程度の運動が実施されていた。

表2 集団全体の全運動日の平均値と全通常日の平均値の比較(調査2)

	運動日		通常日		<i>t</i> (44)	<i>p</i>	<i>ES</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				
四則混合計算得点(20点満点)	16.4	3.9	16.7	3.7	1.14	0.262	0.01	
四則混合計算時間(秒)	203.5	79.2	199.5	82.0	1.88	0.067	0.05	
休み時間中のHR(bpm)	155.3	10.9	109.6	18.2	12.97	***	0.000	3.05
休み時間直後のRPE	3.1	2.3	1.1	1.4	6.41	***	0.000	1.02
休み時間直後のFS	1.9	2.6	2.4	2.2	1.75	0.080	0.20	

注) *N* = 45, *M*:平均値, *SD*:標準偏差, *ES*:効果量, *** $p < 0.001$ (両側検定)

運動中の心拍数の高さによる3群(HR低・HR中・HR高)の群間の比較

持久走中のHRの平均値がHR低群16名、HR中群15名、HR高群14名であった。運動日の持久走中のHR高群は、通常日では、HRが低く、持久走中のHR低群は、通常日ではHRが高い傾向が認められる。RPEをみると、持久走直後はHR低群が低く、HR高群が高い。これらのことから、HR低群は、通常日に活動していて、持久力が高い可能性がある。HRの平均値をみると、117.6bpmであり、この値は最大心拍数の58.5%の値であり、4分間の持久走を行う運動日に対して、休み時間20分の通常活動を通して平均的に最大心拍数の58.5%の活動を維持していることは、身体活動量から考えると高い活動をしているかもしれない。四則混合計算の得点を見ると運動日も通常日もHR低群が有意に高い。また計算時間も運動日、通常日共に有意に速い結果となった。以上のことから、通常日に活動していて持久力が高い可能性がある運動日にHRが高くない群の児童の計算能力の方が高い可能性があると考えられる。

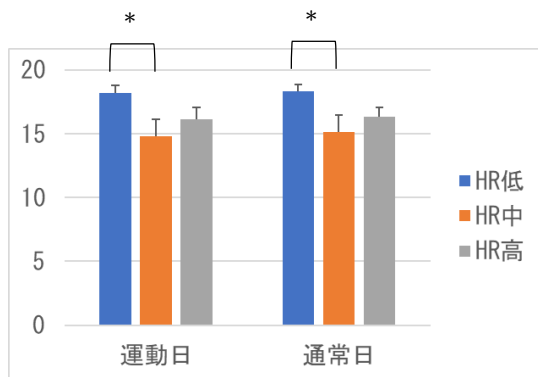


図 12 四則混合計算得点

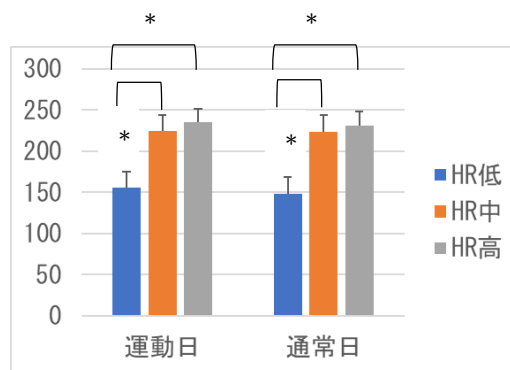


図 13 四則混合計算時間

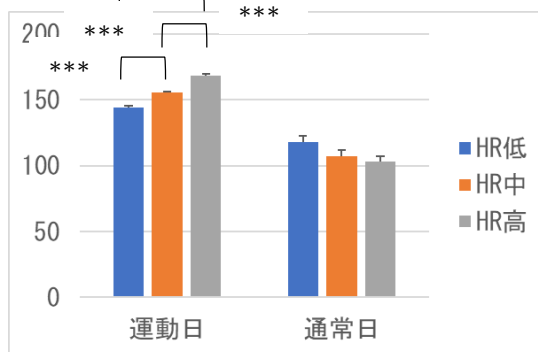


図 14 休み時間中の HR (bpm)

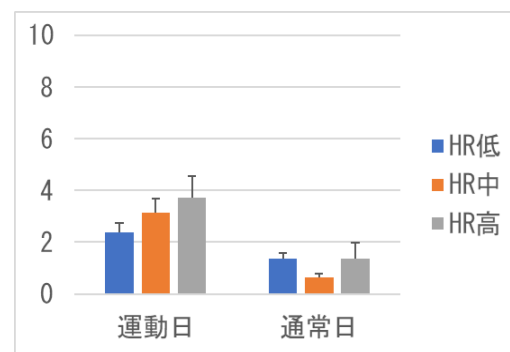


図 15 休み時間直後の RPE

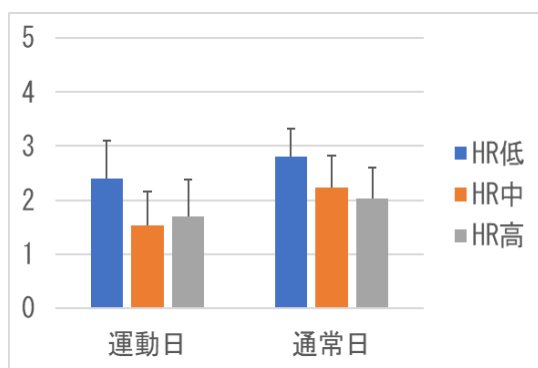


図 16 休み時間直後の FS

*** $p < 0.001$, * $p < 0.05$

< 引用文献 >

Thomas, K.T. (2004). Riding to the rescue while holding on by a thread: physical activity in the schools. *Quest*, 56, 150-170.

COE, D. P., J. M. PIVARNIK, C. J. WOMACK, M. J. REEVES, and R. M. MALINA. (2006). Effect of PE and activity levels on academic achievement in children. *Med. Sci. Sports. Exercise*, 38(8) :1515-1519.

Pontifex, M.B., Saliba, B.J., Raine, L.B., Picchiotti, D.L., and Hillman, C.H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyper-activity disorder. *The Journal of Pediatrics*, 162, 543-551.

長田りさ, 宍戸隆之 (2014) 障がいのある児童の計算能力と有酸素運動との関連, 日本スポーツ教育学研究第 34 回大会号 pp72 .

5 . 主な発表論文等

- [雑誌論文] (計 0 件)
- [学会発表] (計 0 件)
- [図書] (計 0 件)

※ 科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。