

小・中学生における触診法による脈拍数測定信頼性

山本博男, 毛利良嗣*, 園下晶久**, 中村 哲***,
直江義弘****, 川口 勝*****, 芦崎 守*****, 川原繁樹*****

Reliability between Pulse Rate and Heart Rate for Elementary School and Junior High School Children.

Hiroh YAMAMOTO, Yoshitsugu MOHRI, Akihisa SONOSHITA,
Tetsu NAKAMURA, Yoshihiro NAOE, Masaru KAWAGUCHI,
Mamoru ASHIZAKI, Shigeki KAWAHARA

はじめに

現在, 教育の現場では, 生涯体育の見地より, 「児童・生徒に “やらせる” 授業」から「児童・生徒が “自ら取り組む” 授業」へとその形態を変えようとしている。これを成立させるための条件の一つに「フィードバック」という機能の有無が挙げられる。例えば, 陸上競技などのタイムの測定は, 生徒への意欲づけとなり主体性をもたらすという効果がある。また, 最近よく実践されているビデオ撮影によるフィードバックなどにおいても, 自分の欠点を克服する上で効果がみられる。このように, フィードバックの機能を生かした取り組みがなされている。この一つに, 心拍数の測定がある。あるトレーニングにおいて効果をねらう場合, その処方がねらい通りの運動強度であるかどうかを確かめる必要がある。この運動強度を知る指標として, 心拍数の測定が重要となってくる。心拍数の測定方法については, ポリグラフ, テレメーター, ハートコーダー及び心電計など多くの機器が用いられている^{1),5)}。教育の現場における各種の運動処方時の心拍数測定や体力測定(踏み台昇降運動)では, その測定方法の簡便さから, 動脈管上皮膚面から心拍数を読みとる, いわゆる触

診法が一般にとられている³⁾。しかし, 触診法は, 運動中や運動後の心臓機能の著しく亢進している場合には正確に測定することは困難であろう。とりわけ教育現場で多用される踏み台昇降運動や持久走においては児童, 生徒同志の未経験者が脈拍数を測定し合う場合が多いため, 誤差が大きくなると思われる。しかしながら, 小学生, 中学生を対象にした触診法による心拍数測定の信頼性についてはほとんどが明らかにされていない。

従って, 本研究の目的は, 小学生・中学生を対象に踏み台昇降運動及び持久走を通して, 触診法による測定がどの程度信頼性があるかどうかを心電計による心拍数と比較することによって明らかにすることである。

I 方 法

(1) 被検者

被検者は, 津幡町立太白台小学校の児童33名及び小松市芦城中学校の生徒24名であった。いずれの被検者も心拍数に対する知識は十分になく, 自分の心拍数を触診法で数えた経験もほとんどない。

(2) 心拍数の測定

* 津幡町立太白台小学校

*** 小松市立稚松小学校

**** 金沢市立瓢箪町小学校

***** 石川工業高等専門学校

** 小松市立芦城中学校

*** 金沢大学大学院

**** 黒部市立前沢小学校

本研究では、心拍数の測定を以下に示す3通りの方法で行った。

(1)心電計による心拍数測定

三栄社製の心電計を用いて、胸部誘導法によって心拍数を算出した。

(2)触診法による心拍数測定（自己計測）

自ら触診法で自分の脈拍数を数え、自作の記録用紙の自分で計った脈拍数の欄に黙って記入させた。

(3)触診法による心拍数測定（他者計測）

測定し合う相手を決めてから、相手の脈拍数を数え、自作の記録用紙の空欄に黙って記入させた。

なお、心拍数はすべて30秒間測定したが、これを1分間値に換算した。

(3) 実験手順

本実験では、小学生は踏み台昇降運動を、中学生は持久走を行い、自分の脈拍数とペアの脈拍数の測定を行った。

触診法の測定部位がそのつど変化しないように、あらかじめ左右の腕橈骨動脈の上をマジックで印をつけ、一定部位での測定ができるようにした。さらに実験前には、数回の試行を行なった。踏み台昇降運動においては、安静時の心拍数を上述した3通りの方法で測定した。次に踏み台昇降運動をメトロノームに合わせ、3分間行なった。運動終了後、生徒は椅子に腰かけ運動後1分から1分30秒まで・2分から2分30秒まで、3分から3分30秒までの計3回・3通りの方法で心拍数を測定した。持久走においては、校舎内ランニングコース（廊下と階段の組み合わせ）を4～6周（約5分間）走らせ、安静時、運動終了30秒後、同1分30秒後、同2分30秒後のそれぞれから、30秒間測定した。

(4) 解析法

触診法による心拍数の信頼性の検討をするために、心電計による心拍数と触診法による脈拍数とを比較した。両者の関係はピアソン相関で求め、両平均値間の差異の検定には相関のあるt検定を用いた。なお、本研究では有意水準を

5%とした。

II 結果及び考察

表1は、小学生における3通りの測定方法によって算出された踏み台昇降運動判定指数を示している。昭和61年の全国平均、石川県平均はともに70.5であるから、本研究の結果と比較すると本研究の指数はかなり低く算出された。この理由として、測定時において、被検者には心電図用電極を体に装着しているという異和感及び検者に見られているという緊張感があり、運動終了後の回復過程において、心拍数が通常より高くなったことが考えられる。しかし、単に本研究の児童の持久力が不足しているとも考えられるので、この点については、今後の体育授業や学校生活全体において改善すべき問題であろう。

表1 小学生における踏み台昇降運動指数

		心電計	自己計測	他者計測
男子	平均	56.4	60.0	58.1
	標準偏差	4.6	9.9	7.9
女子	平均	52.7	58.2	60.8
	標準偏差	7.9	11.3	8.9

表2は、各測定方法によって得られた踏み台昇降運動の指数間の相関係数とt値を示している。触診法による心拍数から算出した判定指数の信頼性があるといえるためには、心電計による心拍数から算出した判定指数との差が有意でなく、かつ両者の相関が高い場合である。そこで表1、表2をみると、男子では心電計による指数と触診法による指数との間に有意な差はないが、女子ではその差が有意に大きい。また男子で有意な相関があったのは、触診法の他者計測の場合だけであり、しかもその相関係数は $r=0.69$ とさほど高いとはいえない。このように触診法によって得られた判定指数は実際の指数よりも高く算出される傾向がある。また体力診断テスト成績判定基準によれば、男子の51.7～62.8、女子の44.9～56.7ではそれぞれ得点2が与えられる。男子の場合は、触診法によ

る指数でも得点2の範囲内であるが、女子の場合は、触診法だと得点3になり、過大に評価される。

以上のように、踏み台昇降運動の判定指数は実際よりも高く算出され、かなりの誤差が含まれていると考えられる。

表2 小学生における各測定方法による指数間の相関係数及びt値

		心電計vs自己計測		心電計vs他者計測	
男子	相関係数	0.51 (n=13)	0.69* (n=12)		
	t 値	1.46	0.98		
女子	相関係数	0.88* (n=18)	0.73* (n=19)		
	t 値	5.51*	3.96*		

* p<0.05

表3に、小学生における各測定時間及び全体の心拍数の平均、標準偏差、t値、相関係数、回帰直線を示した。触診法で得られた心拍数は、ほとんどの場合で有意に低く、測定が容易で正確と予想された安静時でさえ、有意に低い値を示した。このことは、信頼性が相当低いことを示しているといえよう。次に触診法の自己計測と他者計測を比べてみる。踏み台昇降運動実施上の注意の中に、被検者は自分で脈拍をはかっ

ていけないと記してある³⁾。この意味は自分で脈拍数を計測すると信頼性が低くなるともいわれる。しかしながら自己計測を比べると、自己計測の方が実際の心拍数に近いことが多く、自分自身で脈拍数を測定しても正確さは変わらないと考えられる。

表4に中学生における心拍数と脈拍数の平均、標準偏差、相関係数を示した。即ち、第三者であるペアの測定した脈拍数との間の方が高い相関を示した。特に、運動後2分と3分では、男女ともにペアである第三者の測定値の方が相関が高かった。

このことから、運動をして疲労状態にある者より、比較的安静な状態にある第三者の方が脈拍の測定に適しているといえるかもしれない。ただし、心拍数が最も高い運動直後では、本人の方が高い相関値を示していたことは興味深いことである。

小学生男女における第三者が測定した脈拍数と心電計による心拍数との比較を図1、2に示した。脈拍数と心拍数が一致し、脈拍数測定が正確であると45°の線上に落ちるが、この線より上位に落ちると脈拍数を多く数え、下位に落ちると少なく数えることを示している。男子(図1)の場合では、回帰直線が45°の線の下位に平

表3 小学生における各測定時間の心拍数の平均、標準偏差、t値、相関係数、回帰直線

		安静時			1分~1分30秒			2分~2分30秒			3分~3分30秒			全体		
		x	y1	y2	x	y1	y2	x	y1	y2	x	y1	y2	x	y1	y2
男	M	97.3	80.0	83.1	112.9	109.1	102.3	107.0	98.4	96.9	102.6	89.9	90.3	104.8	94.3	93.1
	SD	10.3	19.9	20.4	10.0	21.5	29.5	8.8	18.8	21.9	7.7	18.8	25.7	10.8	22.5	25.6
	t値		3.00*	2.17*		0.67	1.42		1.62	1.68		2.33*	1.74		3.93*	3.66*
	r		0.23	0.08		0.45	0.50		0.29	0.31		0.18	0.30		0.47	0.41
子	回帰直線		Y=36.7	Y=67.8		Y=-0.51	Y=-65.7		Y=32.5	Y=15.1		Y=46.0	Y=-11.1		Y=-8.3	Y=-7.4
			+0.44X	+0.16X		+0.97X	+1.49X		+0.62X	+0.76X		+0.43X	+0.99X		+0.98X	+0.96X
			(n=14)	(n=14)		(n=14)	(n=14)		(n=14)	(n=14)		(n=14)	(n=14)		(n=56)	(n=56)
女	M	100.8	89.6	85.8	122.4	113.8	105.7	113.1	96.5	104.3	111.2	92.3	92.1	111.9	98.1	98.0
	SD	12.0	15.4	16.2	16.3	21.4	17.4	15.1	19.4	10.4	12.4	20.4	18.7	16.0	21.5	18.0
	t値		2.77*	3.20*		1.74	3.16*		3.13*	3.02*		3.78*	4.80*		5.80*	7.04*
	r		0.27	0.07		0.44	0.16		0.22	0.62*		0.37	0.51		0.46*	0.43*
子	回帰直線		Y=54.7	Y=76.2		Y=43.6	Y=84.9		Y=64.0	Y=56.2		Y=25.6	Y=7.5		Y=30.2	Y=42.4
			+0.35X	+0.10X		+0.57X	+0.17X		+0.29X	+0.43X		+0.60X	+0.76X		+0.61X	+0.49X
			(n=19)	(n=19)		(n=19)	(n=19)		(n=19)	(n=19)		(n=18)	(n=19)		(n=75)	(n=76)
合	M	99.3	85.5	84.7	118.4	111.8	104.2	110.5	97.3	101.2	107.5	91.3	91.3	108.9	96.5	95.3
	SD	11.4	18.1	18.1	14.7	21.5	23.4	13.2	19.2	16.7	11.5	19.6	21.9	14.5	22.0	21.7
	t値		4.17*	3.93*		1.81	3.31*		3.53*	3.17*		4.47*	4.39*		6.99*	7.47*
	r		0.28	0.08		0.44	0.28		0.22	0.42		0.31	0.38		0.46*	0.40*
計	回帰直線		Y=42.1	Y=71.5		Y=35.9	Y=51.2		Y=62.1	Y=42.4		Y=34.7	Y=12.9		Y=21.0	Y=29.7
			-0.44X	+0.13X		+0.64X	+0.45X		+0.92X	+0.53X		+0.53X	+0.73X		+0.69X	+0.60X

M平均 SD標準偏差 r相関係数 * p<0.05
x心電計による心拍数 y1自己計測による心拍数 y2他者計測による心拍数

表 4 中学生における各測定時間の心拍数の平均、標準偏差、相関係数

	安静時			1分			2分			3分			TOTAL		
	x	y ₁	y ₂	x	y ₁	y ₂	x	y ₁	y ₂	x	y ₁	y ₂	x	y ₁	y ₂
男 mean	81.1	75.2	74.6	118.6	115.2	113.4	102.2	97.8	98.9	100.5	92.0	95.2	100.6	95.7	94.9
子 S. D.	7.13	9.40	7.90	13.28	16.05	13.98	13.53	19.18	14.52	8.81	14.86	10.74	17.29	18.39	20.92
r		0.618	0.513		0.817	0.403		0.783	0.798		0.249	0.501		0.821	0.833
n = 13															
女 mean	98.0	80.7	88.0	128.4	112.7	112.0	109.8	95.5	97.6	106.0	87.1	89.6	110.5	95.0	96.2
子 S. D.	32.47	27.70	32.50	9.41	11.58	17.85	12.63	10.17	14.20	8.53	17.88	20.20	21.63	23.58	23.74
r		0.937	0.971		-0.233	-0.344		0.190	0.338		-0.372	-0.078		0.655	0.710
n = 11															
TOTAL mean	88.8	77.8	80.8	123.1	114.1	112.8	105.7	96.8	98.3	103.0	89.8	92.8	105.1	95.5	95.4
S. D.	24.12	20.18	23.71	12.63	14.23	15.88	13.67	17.11	14.38	9.11	16.50	16.04	20.03	23.67	22.18
r		0.888	0.946		0.425	0.053		0.518	0.561		-0.100	0.081		0.591	0.749
n = 24															

y₁: 自己計測による心拍数 y₂: 他者計測による心拍数 r: 相関係数

行に引けたことから、心拍数が高くて、低くても、実際の心拍数より低く数えている傾向があることがうかがわれる。女子(図2)では、回帰線が45°の線の下位にあり、心拍数の低いところで交わっていることから、80~100拍/分の比較的低い心拍数ではだいたい正確に数えているが、120拍/分以上では、分散も大きく正確に測定している児童はほとんどいないといえよう。

中学生男女における各条件で測定した心拍数と自ら測定した脈拍数の関係を図3、4に示した。

即ち、男子の方が高い相関 r=0.821 を示し脈拍の測定は男子の方が優れていることがわかる。

さらに、表4より、各条件で自らが測定した脈拍数との相関係数を比べると、男子は、安静時で r=0.618、運動終了後0~1分で r=0.618 であり、3分は例外としても、心拍数の多い1分や2分時点で安静時よりも高い相関値を示した。それに対して、女子は順に、r=0.937、-0.233、0.190、-0.372と、安静時には高い相関を示しながら、運動後は低い相関値しか示して

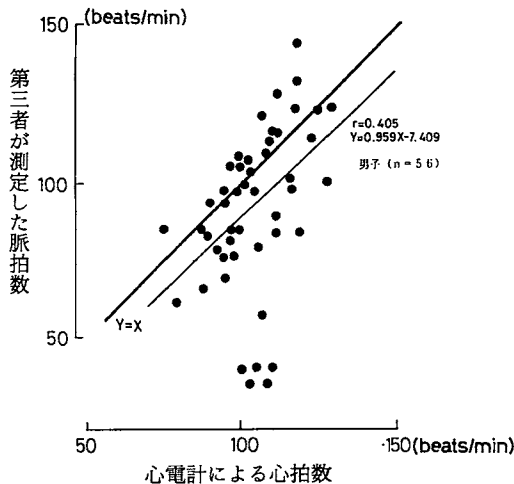


図1 小学生男子における第三者が測定した脈拍数と心電計による心拍数の比較

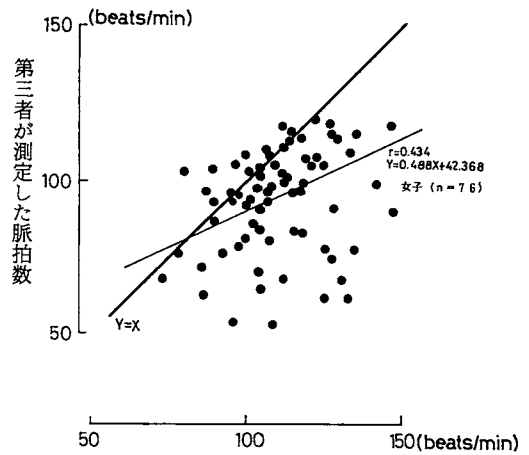


図2 小学生女子における第三者が測定した脈拍数と心電計による心拍数との比較

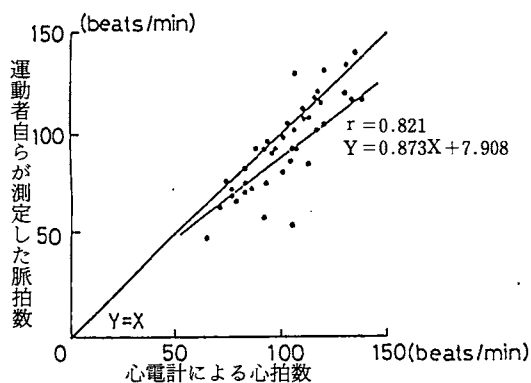


図3 中学生男子における自ら測定した脈拍数と心電計による心拍数との比較

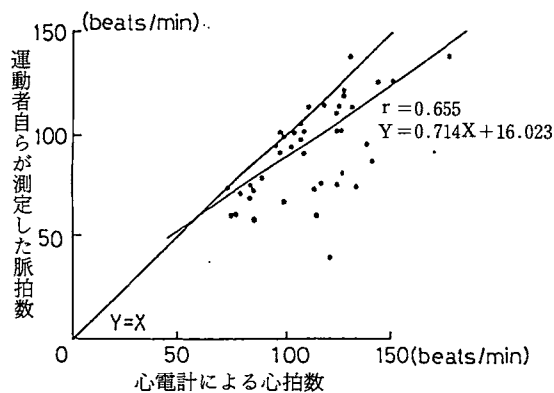


図4 中学生女子における自ら測定した脈拍数と心電計による心拍数との比較

いない。これは、女子よりも男子の方が、リズム感覚があるためではなからうか。

以上のことから小中学生とも、触診法による脈拍数は、自己計測、他者計測を問わず、心電計による心拍数よりも低く数え、とりわけ、心拍数が高くなると、より分散が大きくなり、誤差が増すといえる。この理由として、小学生の場合測定中、測定部位を動かしてしまい、脈拍数を数えることができなくなること、心拍数が速すぎることによる数の読みまちがい、周囲の雑音、集中力の欠如などが考えられる。従って、少しでも誤差が少なく、正確な脈拍数の測定ができるための手だてを見つけることが今後の課題となる。

III 結 論

本研究では、小学生及び中学生が触診法で測定した脈拍数が果して正確なものかどうかを検討するために、触診法による脈拍数と同時に記録して得た心拍数による心拍数の値を比較することによって、検討したところ、次の結果を得た。

1. 触診法による心拍数測定は、心拍の速い遅いにかかわらず、実際的心拍数よりも少なく測定してしまい、とりわけ、高い心拍数の場合、誤差が極めて大きくなる。また触診法では、自己測定・他者測定ともに正確性に欠ける。
2. 踏み台昇降運動の測定指数は、実際の指数よりも高く算出される。

小学生の測定では、測定部位にマジックで印をつけることにより、正確な読み取りを期待したが、これは測定部位の不適合によって、測定の信頼性が大きく低下する恐れがあったためである。今後、より信頼性の高い測定を可能にするためには、測定部位の指導を十分行わなければならないであろう。また日常生活で脈拍数を数える機会を増やし、体育活動や健康の保持増進に役立てていく姿勢が大切であろう。

参 考 文 献

- 1) 阿久津邦男, 渡辺剛; ステップテストにおける脈拍数測定誤差について 体育科学, 2; 62-68, 1974
- 2) 石川県教育委員会; 昭和61年度児童・生徒の体力・運動能力調査報告書, 1987
- 3) 文部省体育局; 小学校スポーツテスト実施要項
- 4) 島崎仁; 現代体育・スポーツ大系, 体育・スポーツの振興・PP41, 1984 講談社
- 5) 山地啓司, 細川賢照, 吉井隆浩, 西田康弘, 松島由美子; 触診法および聴診法による心拍数測定の信頼度について, 体育の科学, 34; 113-117, 1984