

正課体育受講学生の10分間泳に おける心拍数変動

高橋 伍郎, 坂田 勇夫, 椿本 昇三

A study on heart rate change during 10 minute-swimming for students in physical education class

Takahashi, G., I. Sakata, and S. Tsubakimoto

ABSTRACT

In order to determine intensity of swimming exercise in physical education class of men and women students, the changes in heart rate during 10 minute-swimming were measured with a heart corder. The results were summarized as follows :

1. The heart rate during 10 minute-swimming rapidly increased in the early stage of exercise, and then it attained steady state(2 minutes after the start). Mean heart rate during steady state was 180 beats/min for men and 170 beats/min for women.
2. When swimming exercise was finished, heart rate rapidly decreased to the resting level in the early stage of recovery(first 3 minutes).
3. Heart rates obtained with heart corder technique and that of palpation technique were compared between before exercise and after exercise(3, 5, and 10 minutes). Good agreement of the heart rate obtained with a heart corder to that of palpation was found(men : $r=0.964$, women : $r=0.968$). Therefore, it will be useful in practice to acquire palpation technique for the measurement of heart rate in physical education class.

緒 論

正課体育授業時の心拍数を測定した例はこれまでに数多く報告されているが、^(7,11,12,13,17,18,20,21,26)水泳授業についてみたものはほとんどない。それは一つには運動が水中でおこなわれるということからくる測定条件の困難さ

と授業としての水泳がとりあげるべき内容についてのとりあつかいの困難さに起因している。そこで、著者らは水泳授業に10分間を規定し、その間に泳ぐ距離および運動後心拍数を受講学生自身による心拍数触診測定法により測定し、そこから得られた情報について水

泳技能習得の立場との関連や授業内容との関連で考察し、報告してきた。^(22,23,24,25)10分間泳に関してこれまでに得られた結果を要約すると次のとおりである。

○ 心拍数触診測定法により計測された10分間泳における心拍数は150拍/分から180拍/分の間にそのほとんどが分布される。一般にパフォーマンスの低い者より高い者の方が心拍数が多い傾向にある。時期的には1学期、2学期、3学期と学期が進み、練習の積み重ねが多くなるにしたがって心拍数も増加する傾向にあり、それとともにパフォーマンスも向上する。⁽²⁴⁾

○ 主観的運動強度、触診法により得られた心拍数、およびそのときのパフォーマンスを授業の前後で比較することにより、技術上達度を確実に推定することができる。⁽²⁵⁾

○ 各種運動の心拍数は、その運動の直後に胸または首などの触診による計測でかなり正確に測定することができる。このような測定法により正課体育授業時水球試合（7分ハーフ）170.8拍/分（ $n=76$, $SD 16.4$ ）、10分間floating成功者123.0拍/分（ $n=49$, $SD 13.8$ ）不成功者153.0拍/分（ $n=4$, $SD 4.0$ ）、50m泳169.9拍/分（ $n=67$, $SD=13.6$ ）スキндаイビング練習104.9（ $n=42$, $SD 16.6$ ）が計測された。これらの値はすでに報告されている^(4,5,6)水泳時の心拍数の値にきわめて近いものであった。

○ より精度の高い触診法による測定値を得るためには計測者本人が測定に早く習熟し、何度も継続練習し、習慣化される必要がある。また、さらに大切なことは測定者が測定をおこなう意味をよく理解して、自分のためにおこなう意識を持つことである。⁽²⁴⁾

○ 10分間泳は水泳能力テストとしての意味だけでなく、能力差のかなり異なる多数数の学生、生徒に対して同時に多くの練習の量を確保できる点で授業内容としても評価される。さらに、その際に触診法によって心拍数

を測定することは自分の身体についての生きた知識を身につけるのに役に立つ。^(22,23,25)

以上がこれまでに得られた知見の要約であるが、心拍数の計測を測定者自身の触診による計測でおこなうことについては検討されるべき問題点は多くある。その最も大きな点は触診法による心拍数の測定値に信頼性があるかどうかということであり、次に問題になる点は触診法によっては運動中の心拍数を連続的に正確に知ることができないことである。本研究は以上の点を考慮して防水式心拍記録計を用い、10分間泳中の心拍動向を明らかにするとともに心拍数触診測定法の精度確認も合わせておこなうとするものである。

研究方法

1. 対象者

測定の対象となったのは昭和57年度筑波大学正課体育水泳受講学生のうちから任意抽出した男10名、女10名の大学生である。対象者の身体的特性は表1のとおりである。

2. 測定方法

測定は1981年10月におこなったがこの時期は2学期に入ってから5～6回の授業を経て受講学生達の体調は非常に良いコンディションにあった。主たる授業内容は飛込みであった。測定内容は10分間泳中の心拍数変動が主であり、10分間泳スタート前5分から、回復期10分間に至るまでの25分間連続測定であった。10分間泳での水泳距離および100mごとのラップタイムも同時に記録した。心拍数触診法の精度確認をするためにスタート前1分、10分間泳終了20秒後、同じく3分後、5分後、10分後の各時点での10秒間の心拍数が10分間泳実施者による触診法で記録された。測定のための記録用紙は図1のとおりである。心拍数の測定にはK. K センヨー電子製のハートコーダーメモリーを用い胸部双極誘導によって10秒間ごとの心拍数を算出した。電極部は二重のテープにより防水し、

Table 1. Physical characteristics and swimming career of subjects

Male					Female				
Sub	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Swimming Career(yrs)	Sub	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Swimming Career(yrs)
1	22	176.8	75.2	6	1	22	166.7	56.0	0.5
2	21	163.5	57.6	3	2	22	159.0	54.0	0.5
3	18	173.0	58.0	6	3	19	140.0	41.0	0.5
4	18	160.0	50.0	3	4	19	163.5	56.0	0.5
5	22	170.0	65.0	7	5	20	165.0	49.0	3
6	21	170.0	57.0	3.5	6	21	162.0	51.0	0.5
7	21	171.0	52.0	0.5	7	22	159.0	56.0	1.5
8	20	186.0	75.0	0.5	8	23	160.0	54.0	1.5
9	19	172.0	72.0	1.5	9	20	163.0	55.5	3
10	20	170.0	65.0	9	10	20	154.0	52.0	3
\bar{X}	20.2	171.2	62.8	4	\bar{X}	20.8	159.2	52.5	1.5
SD	1.4	6.7	8.9	2.7	SD	1.3	7.3	4.4	1.1

RECORD CARD: HEART RATE OF 10 MINUTE SWIM (REST AND RECOVERY)

Date _____, Subject name _____

Height _____(cm), Weight _____(kg), Age _____(yrs)

Water temperature _____(C), Room temperature _____(C)

Swimming career _____(yrs)

Rest HR Recovery HR
(10sec) Stop watch time

() () () ()
20" - 30" 3' - 3'10" 5' - 5'10" 10' - 10'10"

Total swim _____(m)

Lap time (stop watch time)

0m 100m 200m 300m 400m 500m 600m 700m

Fig. 1 Record card for 10 minute-swimming

記録器本体は特殊防水ケースによって保護し、腰部にベルトで固定した。測定は筑波大学室内プール（50 m×16.4 m、水深1.3 m～3.8 m）でおこなった。測定時を通じて水温は26.5℃～27.0℃ 室温は24.0℃～27℃であった。

結果と考察

10分間泳時およびその前後の心拍数、水泳距離、各100 mごとのラップタイムの結果は表2、表3のとおりである。

毎授業時2名の対象者に対して1名の計測者が電極のとりつけ記録の記入をおこなった。電極のとりつけ、心拍反応レベルの調整などに多少の熟練を要するがその他の記録の記入は比較的簡単であり、そのため計測はきわめて順調におこなわれた。なお2人の対象者について電極のとりつけ、その他の準備におよそ15分必要であることがわかった。

1. 10分間水泳中の心拍数平均値の変動

図2は男女各10名についておこなった10分間泳時および回復期の毎分心拍数の平均値、標準偏差の変動である。男子ではスタート時120拍/分であったものがスタート後ただちに上昇し2分後に170拍/分になる。その後の上昇はわずかであり、終了時は約180拍/分であった。運動終了後はただちに下降を示し、終了3分後からの下降はゆるやかであった。女子についてみると男子と同じようにスタート後ただちに上昇し、2分後に160拍/分にまで上がった。しかしながら、その後の上昇は男子よりもさらにゆるやかであり、終了時で約170拍/分であった。運動終了後の心拍数下降の傾向は男子とほぼ同じであり、運動終了後の3分間で55拍/分の心拍数の減少がみられた。また運動終了10分後の心拍数は約100拍/分であった。これらの10分間泳中心拍数動向から10分間水泳は男子で170～180拍/分、女子で160～170拍/分の心拍水準で運動が継続されるという、運動

強度の強い^(2,3,10,27)運動種目ということが出来る。また、この10分間泳中の心拍数変動は水野⁽¹⁶⁾、宮下⁽¹⁵⁾、Magel⁽¹⁴⁾らのおこなった水泳中の心拍数動向と非常に類似の傾向を示しただけでなく、加賀谷⁽¹²⁾、佐藤⁽¹⁹⁾らのおこなったランニングやベダリングなどの心拍動向とも同じ傾向を示した。このことは10分間泳がランニングなどと同じ様に持久的パフォーマンスの測定に相当であるだけでなく、正課体育授業やその他の水泳訓練過程でいわゆる有酸素的エネルギー発生能力を高めていくのに非常に適した運動種目ということができる。

2. 10分間泳心拍数の個人差

図3、4は男、女各10名の個人別10分間泳心拍数変動を示したものである。運動中の心拍数は男子では160拍/分～200拍/分の範囲に分布し、最頻値は180拍/分～190拍/分である。女子では150拍/分～190拍/分の範囲に分布し、最頻値は男子と同じ180拍/分～190拍/分であるが、160拍/分前後で安定している者も多い。心拍数の絶対値に多少の個人差がみられるが心拍数の立ち上がり、心拍水準の維持、リカバリー時の回復経過などの心拍数の変動はみな同じ傾向を示した。図5、6はパフォーマンスの異なる男女各1名ずつの被験者について、泳速の変化および心拍数変動をみたものである。被験者J. A. (男)およびM. O. (女)は水泳経験も豊富で泳ぎの能力も高い。このときの10分間泳で645 mと480 mを記録している。一方、S. I. (男)およびA. I. (女)は水泳経験の少ない被験者で10分間泳では308 mおよび340 mを記録しているにすぎない。これをみると泳速も心拍数も10分間泳の間中きわめて安定していることがわかる。すなわちJ. A.は泳速はほぼ1 m/秒、心拍数は180拍/分、S. I.は泳速はJ. A.の半分の0.5 m/秒、心拍数は170拍/分、M. O. A. T.は泳速は0.75 m/秒と0.5 m/秒で心拍数は両者とも180拍/分である。このことは水泳技能レベルに相当

Table 2. Heartrate, swimming distance, and lap time of 10 minute-swimming in man

Sub	Before Swim		During Swim (Exercise)										After Swim (Recovery)										Total Swim(m)	
	(1)		0~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8	~9	~10	0~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8	~9	~10		
1	Heart rate	78	98	157	172	179	173	182	176	184	183	187	187	167	164	126	129	129	117	129	126	124	132	645
	L D			1'22"	1'30"	1'34"	1'34"	1'37"	1'35"	1'30"														
2	Heart rate	84	79	157	173	178	181	184	183	183	184	185	185	165	135	119	114	108	108	109	112	112	111	490
	L D			1'26"	1'30"	1'58"	2'10"	2'10"	2'15"	2'10"														
3	Heart rate	153	158	181	189	189	190	189	190	189	189	190	191	177	151	133	125	121	121	127	119	116	114	500
	L D			1'42"	1'59"	1'59"	2'05"	2'05"	2'08"	2'08"														
4	Heart rate	124	114	157	179	182	184	187	186	188	191	192	194	173	157	141	137	135	130	128	125	125	124	503
	L D			1'52"	2'01"	2'01"	2'02"	2'02"	2'02"	2'02"	1'57"	1'57"												
5	Heart rate	107	153	181	187	190	193	195	195	196	196	198	199	190	163	127	119	123	120	131	125	125	120	620
	L D			1'22"	1'34"	1'39"	1'43"	1'43"	1'45"	1'45"	1'41"	1'41"												
6	Heart rate	122	121	143	166	170	172	172	176	176	177	179	179	163	138	131	130	126	127	124	122	123	123	523
	L D			1'38"	1'52"	2'00"	2'00"	2'08"	2'08"	1'58"	1'58"													
7	Heart rate	115	135	129	156	161	166	169	170	171	172	174	170	165	139	128	123	124	117	118	112	112	113	308
	L D			2'51"	3'21"	3'21"	3'21"	3'21"	3'21"	3'21"	3'21"	3'21"												
8	Heart rate	90	91	133	165	167	177	181	182	185	188	186	191	173	149	125	121	115	113	112	110	109	108	440
	L D			2'03"	2'17"	2'17"	2'19"	2'19"	2'19"	2'19"	2'30"	2'30"												
9	Heart rate	109	139	156	159	172	179	184	185	187	188	188	190	179	156	141	135	135	135	140	137	133	132	512
	L D			1'33"	1'52"	2'00"	2'00"	2'08"	2'08"	2'11"	2'11"													
10	Heart rate	96	119	160	172	173	175	179	178	175	174	174	180	165	138	124	117	113	111	113	107	108	108	545
	L D			1'35"	1'51"	2'00"	1'55"	1'55"	1'56"	1'56"	1'57"	1'57"												
\bar{X}		107.8	120.8	159.9	171.8	176.1	179	182.2	182.1	183.4	184.2	185.3	186.6	171.7	149	129.5	125	122.9	119.9	122	120.1	118.7	118.5	508.6
SD		21.1	24.8	16.4	10.4	8.8	7.9	7.3	7.0	7.1	7.4	7.0	8.0	8.1	10.4	6.8	7.3	8.5	8.2	8.9	9.3	8.0	8.6	88.3

※ L : ラップタイム, D : キョリ

Table 3. Heart rate, swimming distance, and lap time of 10 minute - swimming in woman

Sub	Before Swim			During Swim (Exercis)										After Swim (Recovery)										Total Swim(m)
	(2)	~4~3	~1~0	0~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8	~9	~10	0~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8	~9	~10	
1	Heart rate	119	162	169	172	180	189	182	180	186	193	190	199	163	128	121	120	116	116	99	99	97	95	
	L D			2'35"		100m	2'56"		200m		3'16"		300m											340
2		101	129	137	150	155	162	161	160	163	164	167	165	167	124	116	110	107	108	105	105	103	106	
	L D			2'50"		100m		3'09"	200m		3'05"		300m											325
3		96	114	145	160	163	172	169	169	165	167	160	158	148	142	117					107	105	108	
	L D			2'33"		100m	3'05"		200m		3'18"		300m											335
4		76	125	177	180	173	177	174	182	184	179	191	181	169	121	104	98	99	96	96	95	94	96	
	L D			2'19"		100m	2'46"		200m	2'51"		300m												375
5		86	106	137	146	153	153	158	159	156	155	146	137	156	135	113	105	103	98	101	101	101	97	
	L D			1'57"		100m	2'23"		200m	2'28"		300m	2'30"	400m										430
6		115	130	168	182	183	180	182	182	184	181	183	174	160	130	108	105	101	97	98	97	100	95	
	L D			2'32"		100m	3'03"		200m	3'05"		300m												340
7		108	107	161	176	179	179	180	180	184	184	186	188	181	149	127	126	124	117	114	114	114	113	
	L D			2'00"		100m	2'17"		200m	2'25"		300m	2'28"	400m										430
8		110	112	169	175	179	181	183	184	186	186	188	189	176	151	125	119	113	113	112	109	111	107	
	L D			1'48"		100m	2'08"		200m	2'10"		300m	2'12"	400m										480
9		74	92	142	158	160	161	162	163	163	164	165	170	148	109	90	88	84	88	87	86	86	84	
	L D			2'10"		100m	2'29"		200m	2'33"		300m	2'33"	400m										412
10		82	96	125	149	154	158	158	161	156	161	168	166	153	130	117	113	109	109	110	106	107	104	
	L D			2'26"		100m	2'37"		200m	2'40"		300m												385
X̄		96.1	117.3	153	164.8	167.9	171.2	170.9	172	172.7	173.4	174.5	172.7	161.1	131.9	113.8	109.3	106.2	104.7	102.4	101.9	101.8	100.8	
SD		16.1	19.3	16.9	13.0	11.5	11.3	10.0	10.0	12.4	12.1	14.5	16.9	10.7	12.2	10.4	11.2	10.8	9.6	8.2	7.6	7.8	8.1	

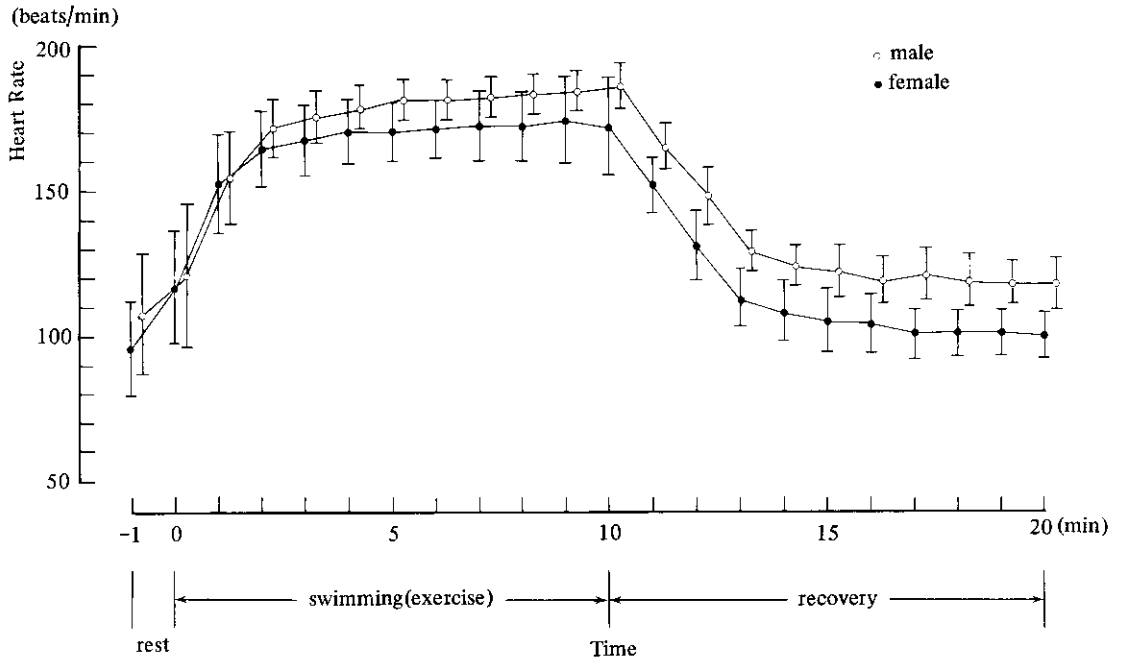


Fig. 2 The change of mean heart rate during 10 minute-swimming

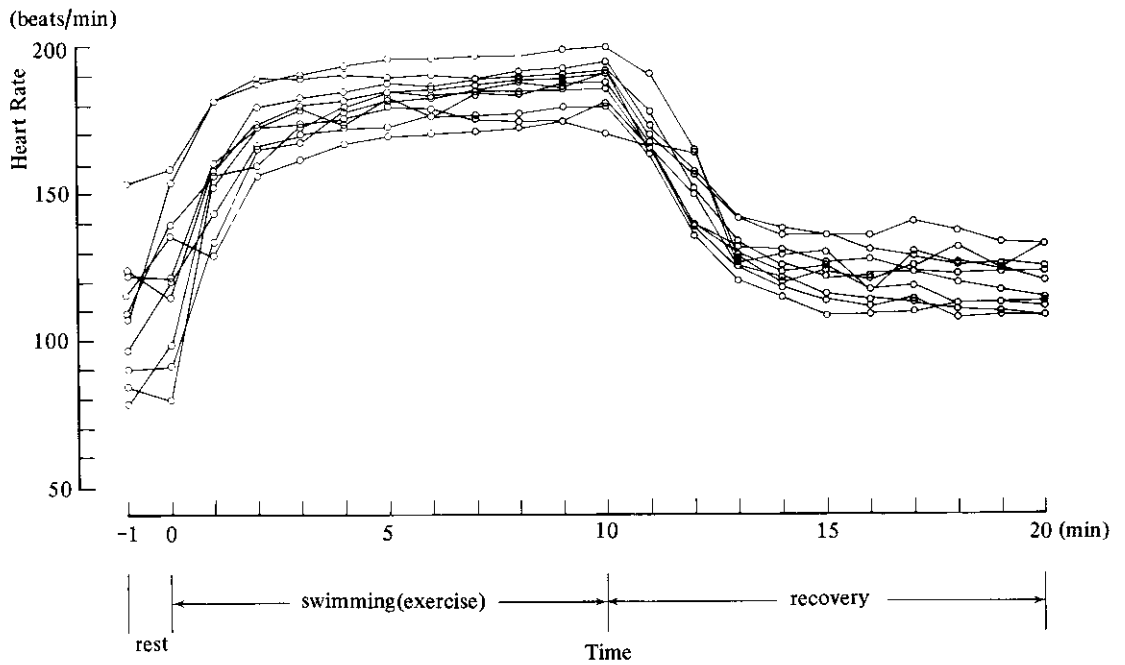


Fig. 3 The change of heart rate during 10 minute-swimming for each male subject

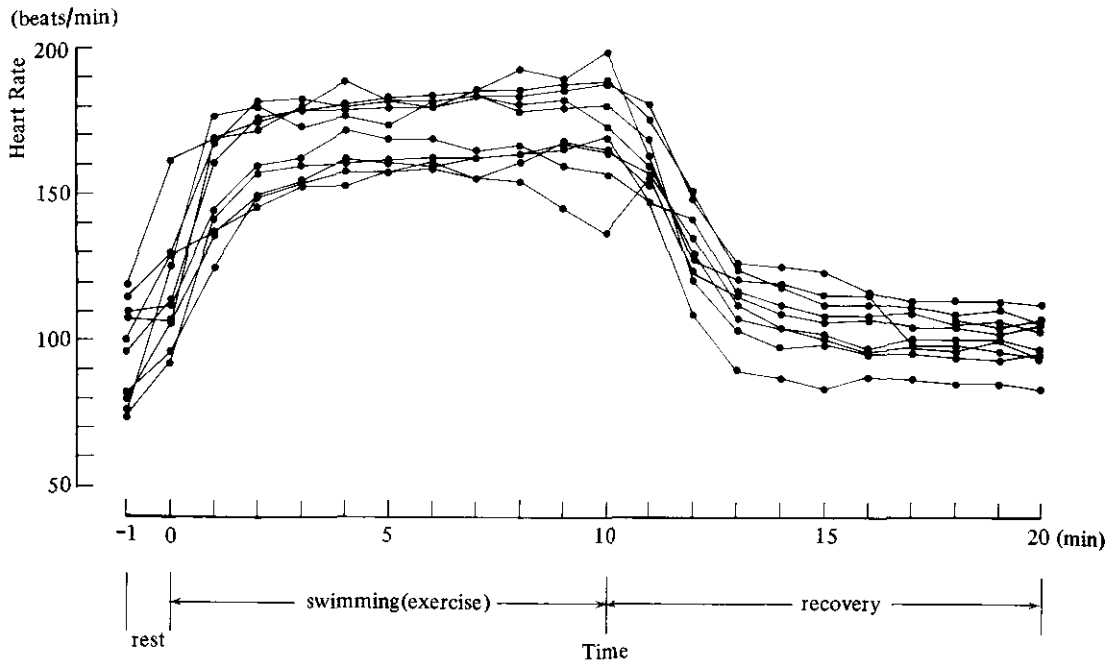


Fig. 4 The change of heart rate during 10 minute-swimming for each female subject

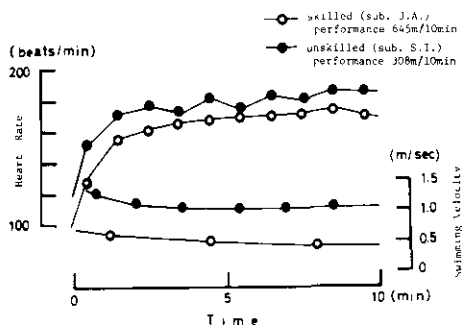


Fig. 5 The change of heart rate and swimming velocity during 10 minute-swimming for skilled and unskilled subject in man

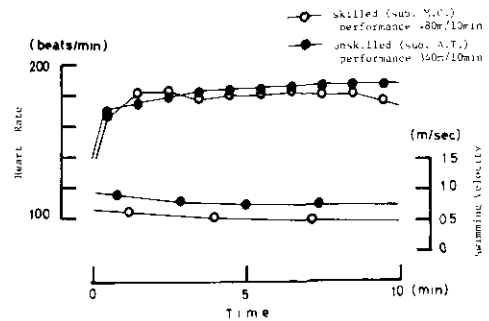


Fig. 6 The change of heart rate and swimming velocity during 10 minute-swimming for skilled and unskilled subject in woman

の開きがあっても同じ程度の運動強度（心拍水準で 170～180 拍／分）を同じ運動時間（10 分間）あたえられるということの意味している。J. A. と S. I. について、もし 300 m 泳または 600 m 泳として距離によるトレーニングを課したとしたら、S. I. は J. A. の 2 倍の時間を余計に費すだけでなく、運動の量としても倍のエネルギーを消費することになる。すなわち時間泳の発想はここにあり、これは猪飼⁹⁾が提案した時間走のアイデアとも一致するものである。

3. 心拍数触診測定法の精度確認

表 4, 5 は心拍数触診測定法による心拍数とハートコーダーでの測定による心拍数値を比較した結果である。心拍数 160 拍／分以上の心拍数は誰にでも測定することはできないという阿久津らの指摘もあるが¹⁾、測定法に習熟すれば表 4, 5 のようにかなりの精度で計測することができる。図 7 はこれをさらに見やすくするために相関関係図に表わしたものである。y=x の実線の上下に引いた点線は±2 拍／10 秒の範囲を示すものである。測定結果のほとんどはこの枠内に入っている（男子

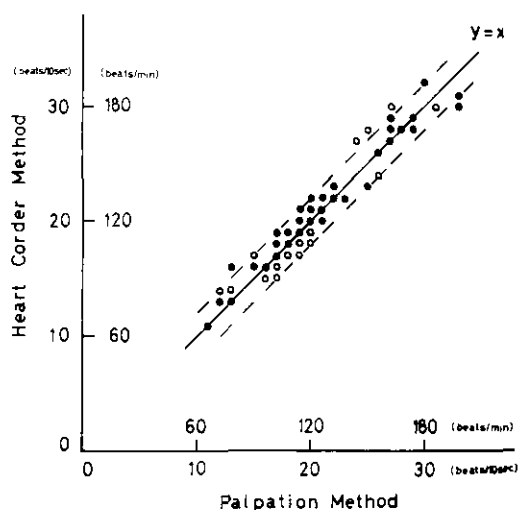


Fig. 7 Relationship between palpation and heart corder method

$r=0.964$, 女子 $r=0.968$)。このことは触診法による心拍数の測定では信頼できる値を得ることが困難であるという報告にも関わらず、実践場面での個人個人による心拍数触診測定法の精度はかなり高いものであり、これを有効に利用することで体育実践の効果をより高めることができるという根拠を得るものである。しかしながら、すでに高橋ら²⁴⁾が指摘しているように精度の高い測定値を得るためには計測方法に習熟する一方、自分のために測定していく意識を高めていくことが必須であると考えられる。

まとめ

正課体育水泳授業受講学生（男女各 10 名）を対象としておこなわれた 10 分間水泳の心拍数をハートコーダーにより測定し、次のような結果をえた。

1. 10 分間泳での心拍数は水泳開始後急激に増加し、2 分後にはほぼ定常状態に入り、わずかに上昇傾向をたどりながら運動終了後まで続く。定常状態での平均心拍数は男子は約 180 拍／分であり、女子は約 170 拍／分であった。
2. 回復期心拍数は運動終了後約 3 分で急激に減少し、その後の回復はゆるやかである。運動終了 10 分後の心拍数の平均は男子で約 120 拍／分、女子では約 100 拍／分であった。
3. 触診法による心拍数測定の精度確認はスタート前 1 分、運動終了後 20 秒、3 分、5 分、10 分の各時点でおこなわれたがいずれの場合にもかなり高い精度で測定できることが確認された（男子 $r=0.964$, 女子 $r=0.968$ ）。

心拍数触診測定法はこれに習熟することによって体育授業の展開において大きな利益をもたらすと考えられる。

10 分間泳は高い運動強度を長い時間保ちつづける点で授業内容として、また有酸素的作業能力を向上させる点で正課体育指導の内容として非常に価値あるものと考えられる。

Table 4. Comparison between palpation and heart corder method (for 10 seconds) in man

Time	Before Exercise		After Exercise							
			20'~30'		3'~3'10'		5'~5'10'		10'~10'10'	
Sub	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.
1	11	11	27	28	19	21	19	20	20	20
2	12	12	28	28	19	20	18	18	18	18
3	18	18	29	29	21	21	20	20	17	19
4	13	16	29	28	22	23	21	22	19	21
5	18	18	30	32	20	20	20	20	21	20
6	20	22	28	28	23	22	21	21	20	21
7	17	17	27	28	21	20	19	19	18	19
8	12	13	33	31	21	20	19	19	17	18
9	18	19	33	30	25	23	23	23	22	22
10	15	16	27	29	20	20	19	19	18	18
\bar{X}	15.4	16.2	29.1	29.1	21.1	21.0	19.9	20.0	19.0	19.6
SD	3.0	3.2	2.2	1.4	1.8	1.2	1.4	1.3	1.6	1.4
① Δ max %	2.0 %		9 %		8 %		5 %		1.1 %	
② M Δ %	5 %		0 %		0.5 %		0.5 %		3.1 %	

① Δ max % = 1 P.M. - H.M.1 の最大値の%, * P.M. = self palpation method

② M Δ % = 平均値の差の%, *** H.M. = heart corder method

Table 5. Comparison between palpation and heart corder method (for 10 seconds) in woman

Time	Before Exercise		After Exercise							
			20'~30'		3'~3'10'		5'~5'10'		10'~10'10'	
Sub	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.	P. M.	H. M.
1	17	15	27	27	19	18	18	19	17	18
2	16	15	25	28	20	18	19	18	18	17
3	15	17	26	24	20	19	18	-	17	17
4	12	14	24	27	18	17	16	16	16	16
5	12	11	27	27	19	17	16	16	17	17
6	16	16	26	26	19	18	17	16	16	16
7	17	15	31	30	21	21	20	20	19	18
8	16	16	27	30	20	20	19	18	18	18
9	11	11	27	27	16	15	13	14	13	13
10	13	13	26	26	19	19	18	18	17	17
\bar{X}	14.5	14.3	26.6	27.2	19.1	18.2	17.4	17.2	16.8	16.7
SD	2.2	2.0	1.7	1.7	1.3	1.6	1.9	1.7	1.5	1.4
① Δ max %	14.3 %		11.1 %		6.2 %		7.1 %		5.6 %	
② M Δ %	1.4 %		2.2 %		4.7 %		1.1 %		0.6 %	

① Δ max % = 1 P.H. - H.M.1 の最大値の%, * P.M. = self palpation method

② M Δ % = 平均値の差の%, *** H.M. = heart corder method

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 of 誤差について 体育科学 2: 62-68 1974
- 2) Åstrand, P. O., (朝比奈一男 浅野勝己訳): 基準的作業に対する心拍反応, 運動生理学 大修館書店 260-267 1976
- 3) Cooper, K. H. (広田公一, 石川旦訳): エアロビクス, ベースボールマガジン社 1972
- 4) Craig, A. B., Jr.: Heart rate responses to apneic underwater during and to breath holding in man. J. Appl. Physiol. 18: 854-862 1963
- 5) Faulkner, J. A., and R. M. Dawson: Pulse rate after 50-meter swims. Res. Quart. 37: 282-284, 1966
- 6) Goodwin, B. P. E., and G. R. Cumming. Radiotelemetry of the electro cardiogram, fitness tests and oxygen uptake of water polo players. Can. Med. Assoc. J. 95: 402-406 1966
- 7) 広田公一ほか: 正課体育実技における各種スポーツゲーム実施中の心拍数変動について 東京大学教養部体育学紀要 7: 1-6 1973
- 8) 星川保ほか: 呼吸循環機能改善刺激としてのレクリエーションスポーツの役割 体育科学 6: 77-89 1978
- 9) 猪飼道夫: 時間走の構想 身体運動の生理学 杏林書院 395-400 1973
- 10) 石井喜八: 負荷の強さと心拍数の関係 体育の科学 27-4: 222-226 1977
- 11) 伊藤稔ほか: 女子学生の体育実技授業中の心拍数の変動と運動強度の推定について 体育科学 6: 65-76 1978
- 12) 加賀谷淳子: 30分走トレーニングが女子大学生の有酸素的作業能におよぼす効果 体育科学 5: 50-58 1977
- 13) 加賀谷淳子, 前田利親: 小学校高学年児童の持久走授業時心拍数と performance の男女比較 体育科学 8: 74-82 1980
- 14) Magel, J. R., et al: Telemetered heart rate response to selected competitive swimming events J. Appl. Physiol. 26-6: 764-770 1969
- 15) 宮下充正: 水泳中の心拍数変動 水泳の科学 体育の科学社 116-133 1970
- 16) 水野忠和 宮下充正: 水泳中の心拍数 体育学研究 8-1: 353 1963
- 17) 水野義雄ほか: 正課体育授業時の運動量と質について 日本体育学会第 28 回大会号: 264 1977
- 18) 長沢弘 井口義雄: 正課体育授業における運動量と質についての研究 日本体育学会第 26 回大会号: 261 1975
- 19) 佐藤佑: 心拍数の運動への適応 体育の科学 27-4: 239-242 1977
- 20) 白鳥金丸ほか: 心拍数変動からみた大学正課体育の分析 ボクシングについて 日本体育学会第 25 回大会号: 605 1974
- 21) 白鳥金丸ほか: 心拍数変動からみた大学正課体育の分析 軟式野球について 日本体育学会第 26 回大会号: 275 1975
- 22) 高橋伍郎: 水泳授業における 20 分間泳の検討 日本体育学会第 29 回大会号 554 1978
- 23) 高橋伍郎 坂田勇夫: 正課体育におけるカリキュラム編成体制とその具体的教育方法の改善に関する研究—水泳授業における技能の習得過程—日本体育学会第 31 回大会号 754 -1980
- 24) 高橋伍郎 坂田勇夫 椿本昇三: 正課体育の具体的教育方法の改善に関する研究—水泳授業における運動量把握のための方法論的考察 日本体育学会第 32 回大会号 793 1981
- 25) 高橋伍郎 坂田勇夫: 運動技能の向上を旨とした授業研究 主として情報論的考察—水泳— 大学体育研究 4: 43-54 1981
- 26) 竹中千代子ほか: 女子学生のバドミントンにおける心拍数変動に関する研究 日本体育学会第 28 回大会号 304 1977
- 27) 山地啓司: 作業強度と心拍数 心拍数の科学 大修館書店 37-68 1981