

# 東京工芸大学工学部 体育実技 I (男子学生) における運動中の心拍数の測定 (I)

——運動強度の推定——

木村 瑞生\* 北 均\*\*

Measurement of heart rate during physical education program (I).  
——Prediction of physical activity level——

Mizuo KIMURA, Hitoshi KITA

In order to predict physical activity levels of handball, soccer and softball, heart rate during those games was measured. Judging from the heart rate measured, physical activity levels of handball and soccer were about 70% of  $\dot{V}O_2$  max, but those of soft ball were under 60% of  $\dot{V}O_2$  max.

## はじめに

身体活動の心要性については、誰しものが認めるところである。しかし、単に体を動かすというだけではその身体活動が、生体に対して効果的な刺激であるか否かは判断しかねる。そのため身体活動が生体に与える負担度（運動強度）を測定することはその内容を考える上で重要な意味を持つてくる。

運動強度の生理的指標には、酸素摂取量、RMR (Relative Metabolic Rate：相対的代謝率)、心拍数などがよく用いられているが、体育実技の現場における利用価値という点から考えると、測定の簡便さ、実用性から心拍数の測定が妥当であると思われる。

心拍数は、情緒、身体状態、食後の経過時間、

環境温度、トレーニング効果などによって影響を受けることを十分に考慮しなければならないが<sup>1)10)</sup>、運動あるいは労働の生体に与える負担の程度を最も簡単に知ることができ、かつ信頼性の高いものとされている<sup>8)</sup>。

これまで、心拍数を指標とした運動強度の測定に関する研究は多くなされている<sup>2)5)6)7)</sup>。そこで、本研究では、心拍数と運動強度に関する先行研究の結果を基に、本学の体育実技 I で実施している 3 種目（ハンドボール、サッカー、ソフトボール）のゲーム中の心拍数を測定し運動強度を推定することにより、それらの運動が身体に与える影響について検討した。

## 方 法

被験者は、本学建築学科の体育実技 I を履修している健常な 1 年男子学生 13 名、年齢 19—20 歳であった。

体育実技 I で行うスポーツ種目は、サッカー、ソ

平成 4 年 9 月 4 日受理

\*本学教養専任講師

\*\* 同 教授

表-1 各種目における平均心拍数の比較

種目	被験者	KI42	KI43	KU46	KO50	KO51	SI59	SI58	SA58	SA55	SA52	SA53	KON51	49KD	平均値	SD	N
ハンドボール	ゲーム中の平均心拍数	166	107	167	114	189	153	115	165	160	163	160	186		153.7	26.1	12
	休憩中の平均心拍数	138	125	112	93	131	99	78	108	106	110	101	123		110.2	16.3	12
	ゲーム中の最大心拍数	194	189	202	174	205	197	164	193	190	191	184	200		190.3	11.2	12
	休憩中の最大心拍数	109	93	99	74	113	63	66	84	80	83	78	77		84.9	15.1	12
サッカー	ゲーム中の平均心拍数	164	117		113	181	137	146	127	164	166			159	147.1	20.8	10
	休憩中の平均心拍数	122	87		87	127	81	85	97	108	123			104	102.0	15.6	10
	ゲーム中の最大心拍数	190	145		150	199	195	185	176	197	196			184	181.7	18.4	10
	休憩中の最小心拍数	86	67		62	86	49	62	71	92	86			67	72.8	13.3	10
ソフトボール	守備中の平均心拍数	105	130	129	130	146	130	97	145	147	141				130.0	16.3	10
	攻撃中の平均心拍数	105	124	128	120	147	125	94	132	138	143				125.6	15.4	10
	攻守中の最大心拍数	148	154	170	145	180	182	138	191	190	169				166.7	18.3	10
	攻守中の最小心拍数	80	100	103	84	118	78	69	79	85	107				90.3	14.9	10

フットボール、ハンドボールの3種目である。学生は、1種目につき7, 8週の授業を受け、年間を通してすべての種目を経験する。これらのスポーツ種目の運動強度がどの程度であるかを推定するために各種目のゲーム中の心拍数を記録した。

心拍数の記録には、ハートレイトモニターPE-3000 (ポーラエレクトロ社製) を用いて行った。この装置は、運動中の心拍数を連続記録するために開発されたもので、胸部に装着した送信器より心拍信号を腕時計の受信機に無線で送信し、リアルタイムで心拍数をモニターしながら心拍数のデータをメモリーすることができる。この際の心拍数のサンプリングタイムは、15秒にセットした。後に、メモリーされたデータは、心拍数解析ソフト、ハートレイトマスターII (キャノン製) を用いてコンピューターで処理され解析された。

各種目のゲームの進め方は以下の通り行った。

〈ハンドボール〉	〈サッカー〉
ゲーム (前半 15分)	休憩 (10分)
↓	↓
休憩 (15分)	ゲーム (前半 15分)
↓	↓
ゲーム (後半 15分)	休憩 (15分)
↓	↓
休憩 (15分)	ゲーム (後半 15分)
(トータル約 60分)	(トータル約 55分)

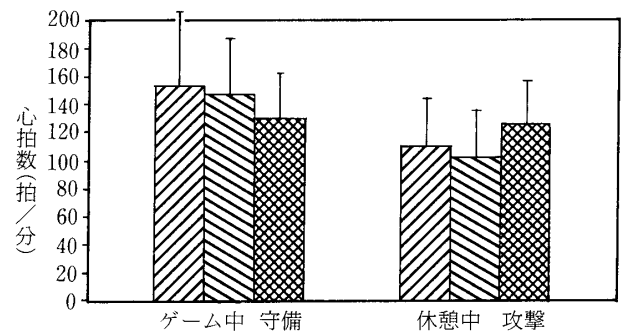


図-1 種目別平均心拍数の比較

▨: ハンドボール ▩: サッカー ▤: ソフトボール

〈ソフトボール〉。

6イニングのゲームを行った。(トータル約50分)

上述のようにハンドボール約60分間、サッカー約55分間、ソフトボール約50分間の心拍数を記録した。そして、ハンドボールとサッカーについては前後半合計30分間のゲーム中の心拍数および休憩中の心拍数をそれぞれ解析した。また、ソフトボールについては、攻撃中と守備中の心拍数をそれぞれ解析した。

### 結果および考察

サッカー、ソフトボール、ハンドボールの3種目についてゲーム中の平均心拍数および休憩中の平均心拍数を表-1, 図-1に示した。図-1より明らかなように全被験者のゲーム中の平均心拍数は、ハンドボール(153.7拍/分)とサッカー(147.1拍/

表-2 主な運動強度に対する年齢別脈拍数

(体育科学センター<sup>12)</sup>)

運動強度	20~29歳	30~39歳	40~49歳	50~59歳	60歳以上
100%	190	185	175	165	155
90%	175	170	165	155	145
80%	165	160	150	145	135
70%	150	145	140	135	125
60%	135	135	130	125	120
50%	125	120	115	110	110
40%	110	110	105	100	100

分)が150拍/分前後の高い値を示し、ソフトボールは、守備、攻撃ともに130拍/分近傍の値を示し、他の2種目よりかなり低い値であった。また、表-1より、各被験者のゲーム中の最大心拍数に注目すると、180拍/分以上の非常に高い値を示した者が、ハンドボールでは12名中10人、サッカーでは10名中7人であるのに対しソフトボールでは10名中4人と極端に減少していた。全被験者の最大心拍数の平均値で比較してもサッカー、ハンドボールでは、180拍/分以上の値を示しているのに対し、ソフトボールでは166拍/分と低い値を示した。そこで、これらの運動が身体に対してどの程度の強度であるかを調べた。運動強度は、一般に呼吸循環系機能(持久性能力)を反映する最大酸素摂取量に対する割合で表される。そして、酸素摂取量と心拍数の間に直線的な比例関係が存在することから<sup>9),12)</sup>、心拍数から運動強度を推定することが可能となる。体育科学センター(1976)<sup>12)</sup>の研究報告より引用した運動強度に対する年齢別の心拍数を表-2に示した。アメリカスポーツ医学会の運動処方<sup>3)</sup>の指針によれば、成人に対する平均的運動強度は60~70%を目標としている。この目標運動強度を表-2の心拍数にあてはめるとおよそ20~29歳で135~150拍/分が目標心拍数となる。つまり、ハンドボールとサッカーのゲーム中の平均心拍数は目標心拍数に達しており、共に70%前後の運動強度と推定される。これに対して、ソフトボールのゲームにおける運動強度は約55%と推定され目標心拍数には達しなかった。ま

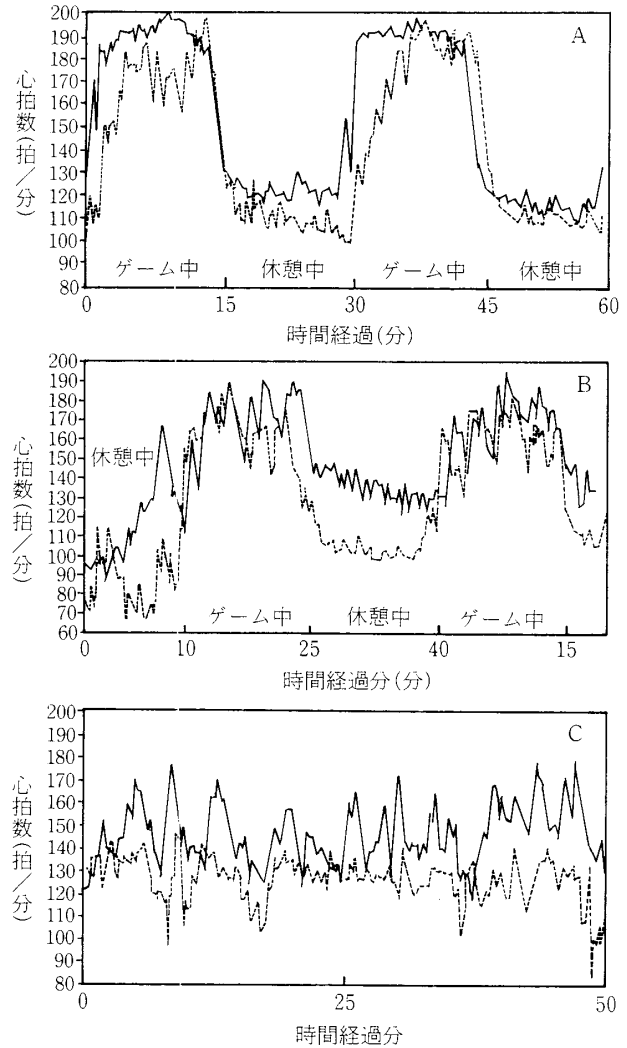


図-2 各種目の心拍数の変化

A: ハンドボール, B: サッカー, C: ソフトボール

た、ゲーム中の最大心拍数からみた運動強度は、ハンドボールは100% (190.3拍/分)、サッカーは90%以上 (181.7拍/分)、そしてソフトボールは80% (166.7拍/分)と各種目とも一時的には、極めて強い運動強度を示した。次に図2 A, B, Cに各種目における心拍数のトレンドグラフを示した。図中に表されている実線と破線は被験者の違いを示している。ハンドボール(図2-A)とサッカー(図2-B)の被験者は、ゲーム中にかなり高い心拍数を10分以上も持続していることが示された。一方、ソフトボールの場合は、一過性に高い心拍数を示すものの動揺が激しく、他の2種目とは異なった運動様式であると言える。このような傾向は、他の被験者についても示された。運動によって全身持久性を高めるためには、適当な運

動強度で少なくとも5分以上の運動を継続することが必要であると言われている<sup>2)</sup>。つまり、運動強度と運動時間を考え合わせると、身体に与える運動の効果としては、ハンドボール、サッカーは十分目標を達しようが、ソフトボールではその効果が得難いと考えられる。

Shephard<sup>11)</sup>は、産業労働の立場から心拍数が140拍/分以下である場合には積極的なトレーニングを与え、呼吸循環系の改善を促さなければならないとしている。石崎ら<sup>7)</sup>は、夜間定時制高校生の一日の心拍数の連続記録を行い、職場の中で最も高い値を示した作業でも、平均心拍数は100-120拍/分であったとしている。この報告を基にすると、本学学生にとって体育実技以外の授業(講義、実験等)で心拍数が140拍/分を越えることは考え難い。また、本学学生を対象とした学生意識・生活実態調査報告概要<sup>4)</sup>によれば、徒歩、自転車のいずれかを含む通学手段を使っている学生は21%とかなり低い。以上のことを考え合わせると学生の日常生活の中で、心拍数が140拍/分以上になる身体活動場面は、体育実技の授業と運動部のクラブ活動が主な場面であると考えられる。

このようにしてみると、今日の本学学生にとって運動刺激として好影響を及ぼすと考えられる身体活動の機会是非常に少なく、体育実技の授業が唯一の身体活動の場面となっている学生がかなり多いように思われる。

今後は、上述のことを踏まえて、単に運動場面を確保するのではなく、学生が自ら日常生活の中に運動(身体活動)を積極的に取り入れていけるように、運動に対する意識改革にもより力を注い

でいかなければならない。

#### 参考文献

- 1) 青木純一郎：心拍数-運動強度の指標としての意義と限界，新体育 46 (8)，42-53, 1976.
- 2) 青木純一郎，前嶋 孝，吉田敬義：日常生活に活かす運動処方(杏林書院)，5章運動処方の意義と実際，1986.
- 3) アメリカスポーツ医学会編：運動処方の指針(南江堂)，第3章運動処方の原則，1989.
- 4) 学生意識・生活実態調査小委員会：第1回学生意識・生活実態調査報告概要，東京工芸大学工学部紀要 12 (2)，75-82, 1989
- 5) 広田公一，豊田 博，青山昌二：大学正課体育実技の教育効果に関する研究，東京大学教養部体育学紀要 7, 1-6, 1972.
- 6) 本田弘子，田中 良，黒沢直次郎：フォークダンス中の心拍数変動，体育の科学 19(7)，436-438, 1969.
- 7) 石崎利忠，根本 勇，石川栄寿：男子高校生の心拍数連続測定-全日生徒と夜間定時制生徒，体育科学 27 (4)，271-277, 1977.
- 8) 加賀谷淳子：心拍数と作業強度，体育の科学 26(3)，203-208, 1976.
- 9) 栗本関夫，青木純一郎：中高年の運動処方に関する生理学的研究，順天堂大学保健体育紀要 16, 36-37, 1973.
- 10) 沼尻幸吉，大西徳明：環境温度が運動時の生理機能におよぼす影響に関する実験的研究，体育科学 1, 144-155, 1973.
- 11) Shephard, R. J.: Normal levels of activity in Canadian city dwellers., Med. Assoc., 97 (6), 313-318, 1967.
- 12) 体育科学センター：健康づくり運動カルテ，講談社，1976.