# 大学正課体育実技の教育効果に関する研究

## (6) 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変動について

広田 公一* 豊田 博* 青山 昌二* 遠藤 郁夫*
野崎 康明* 山本 恵三* 北川 薫* 古沢 久夫*
中塘二三夫* 島津 大宣** 竹内 正雄*** 清水 教永****

# Studies on the Educational Effects of Required Physical Education Courses at University of Tokyo

## (6) Changes of Heart Rate during the Sports Games in Required Physical Education Lessons of University of Tokyo

by

KOICHI HIROTA, HIROSHI TOYODA, SHOJI AOYAMA, FUMIO ENDO, YASUAKI NOZAKI, KEIZO YAMAMOTO, KAORU KITAGAWA, HISAO FURUSAWA, FUMIO NAKADOMO, DAISEN SHIMAZU, MASAO TAKEUCHI and NORINAGA SHIMIZU

(Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

We investigated the changes of heart rate by telemetering method during the sports games in required physical education lessons of University of Tokyo. The subjects were 22 healthy normal male students who were selected in the eight kinds of sports class (handball, soccor, basketball, tennis, volleyball, table-tennis, baseball, badminton).

The results were as follows,

1) Average heart rate during handball, soccor and basketball games were about 170–175 beats per minutes. Some times in these games, we observed above 190 beats per minutes. To participate in these games for 24—30 minutes are very useful training to promote the circulo-respiratory endurace of students.

But it is very important problem for students that they can only have these sports activities once a week regularly.

2) Average heart rate during tennis, volleyball, table-tennis and baseball players (fielder in defence side) were 120—140 beats per minutes. These increase of heart rate in the game were lower than that of the handball, soccor, and basketball.

These intensity are feeble for university students to improve the circulo-respiratory endurance. [Proceedings of Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 7, 1-6, 1972]

* 東京大学教養学部体育研究室
** 日本女子大学体育研究室
*** 星薬科大学体育研究室
**** 大阪府立大学体育研究室

## I. 研究目的

学校における体育の指導は，運動の計画的かつ合理的な実践を通して，各種の運動技能を体得させるとともに，学習活動の過程における種々の経験や人間関係を通して望ましい社会的性格の育成を計り，併せて健康の維持増進のための理解を深めることにある．又それと共に個人個人の持つ身体的資質を高度に開発するために体力の育成と強化を計ることも大きな目的の1つであろう．学校における体育指導の教材として大きく取扱われているボールゲームスが，それを実施する学生の身体，特に全身持久力の向上の上にどのような運動刺激となっているかを明らかにすることは，体育指導が学生の体力面に及ぼす影響や学習効果を理解する上からも極めて重要なことである．

従来，スポーツの運動強度は，ガス代謝の測定やそれに動作分析法を利用して求めたR.M.R.（エネルギー代謝率）により示されてきたが，運動実施時の運動強度をゲーム時と同一条件で測定することは，用具の着装が身体運動の邪魔になるという方法上の理由から不可能なことが多く，又ゲームそのものの質や内容によって運動強度にもかなりの差が生ずる等の理由でその値を概算的に求めたものが多い．

近年，R. Margaria,[1] P.O. Åstrand,[2] M.S. Malhotra,[3] R.J. Shepard[4] 等の生理学者は心拍変動が酸素摂取量と比例的関係があることを報告しており，その中でも Åstrand[2] と Margaria[1] は心拍数から最大酸素摂取量を求めるモノグラムを作っている．心拍数変動の要因としては，運動負荷や継続時間の長短のような生理的因子のみならず，精神的動揺のような心理的因子や，気温，湿度のような環境条件等も考えられるが，これらに十分配慮すれば，心拍変動が生体に及ぼす運動刺激の強弱をある程度まで客観的に把握できるものと考えられる．インターバル・トレーニングの処方の際にみられるように，心拍変動を運動刺激に対する生体の反応のめやすとして運動刺激の大小を決めることは，今後体育指導の場にも大いに活用されるべきであると考えられる．

今回は大学正課体育実技を受講する学生を対象として球技のゲーム参加中の心拍変動について検討し，それらの運動が大学生の運動刺激としてどのような意義を持つかについて検討を試みたのでその結果を報告する．

## II. 研究対象及び方法

被験者は東京大学教養学部において正課体育実技の中でも第1表に示すハンドボール・サッカー・バスケットボール・テニス（硬式）・バレーボール・野球・卓球・バトミントンの8種目の球技を選択した18才から20才迄の健康な男子学生22名である．

これらの学生は，中学・高校時代にはあるスポーツクラブに所属していたことはあるが，現在はスポーツクラブに所属せず，しかも選択したスポーツの技術程度は平均的な者で，体力テスト結果から判断しても持久的な能力は東京大学学生の平均的な学生であった．

各被験者は，授業開始前に坐位で休息させつつテレメーター方式の心拍測定装置（三菱電機製医用テレメーターPT～220型と日本電気製のスパート）を着装し，始業時の W—up 開始から終業時迄を連続記録する方法をとると共に，ゲーム中の主要な動作については別に記録する方法をとった．測定期間は昭和47年6月から7月にかけての約40日間で，測定時の気温は18.5°C～31.0°C，湿度は50～82%であった．

**Table 1.** Mean Heart rate during the games and lessons in required physical education in University of Tokyo.

| Kinds of Sports \ Condition | N | Mean Heart rate during the Lessons M | Mean Heart rate during the Lessons S.D. | Mean Heart rate during the Games M | Mean Heart rate during the Games S.D. |
|---|---|---|---|---|---|
| Hand ball | 3 | 150.1 | 24.66 | 175.1 | 15.19 |
| Soccer | 2 | 151.8 | 28.24 | 169.5 | 13.99 |
| Basket ball | 3 | 141.0 | 30.04 | 169.8 | 16.78 |
| Tennis | 3 | 131.0 | 22.69 | 142.7 | 11.87 |
| Volley ball | 3 | 127.7 | 32.05 | 132.7 | 9.12 |
| Base ball I.F.P. | 2 | 123.6 | 16.51 | 118.1 | 15.82 |
| Base ball P. | 1 | 150.3 | 25.47 | 183.0 | 13.78 |
| Table Tennis | 3 | 117.7 | 16.52 | 137.2 | 8.47 |
| Badminton | 2 | 127.2 | 26.97 | 170.1 | 14.65 |

cf: P.=PICHER, I.F.P.=INFIELD PLAYER

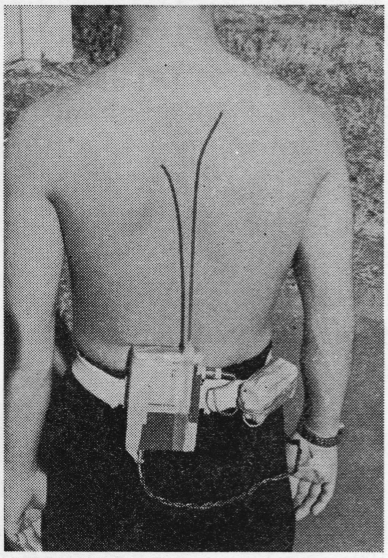

**写真 1.** テレメーター送信器の着装

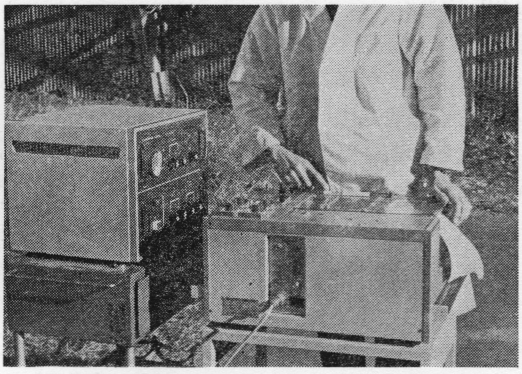

**写真 2.** 使用したテレメーター（三菱電機製）

## III. 研究結果と考察

測定結果は第1表に示すとおりである．体育実技授業中の平均心拍数の最も多かったのはサッカーで，1分間当りの心拍数にして 151.8，ついでハンドボールの 150.1，バスケットボールの 141.0 であった．これらの種目について更にゲームに参加している際のみの心拍数を測定してみると1分当りの心拍数はゲーム中には，バスケットボールの2例，サッカー及びハンドボールの1例で心拍数が 190 を超えていることが明らかになり，平均すると個人差は認められるが，ハンドボールで 175.1，サッカーで 169.5，バスケットボールで 169.8とほぼ 170～175 のレベルを保っていることが明らかになった．

これらに比較して，テニス・バレーボール・野球の野手の守備中及び卓球の授業中の心拍数は各々 131.0, 127.7, 123.6, 117.7 となり，ゲーム参加中の平均心拍数も 142.7, 132.7, 118.1, 137.2 で，前述のサッカー・ハンドボール・バスケットボールに比較して心拍数の増加は少なくゲーム中も120～140のレベルにあることが明らかになった．

バドミントンは授業中の平均心拍数が1分当り 127.2 と少ないが，ゲーム中には 180 を超えることもあり，平均 170.1 と我々の予想以上の増加が認められた．野球の投手については，1例のみであるが，ピッチング中の平均心拍数は180をこえ，授業中の平均心拍数も 150.3 で野手の 123.6 より明らかに多い傾向が認められた．

第1図はハンドボール及びバレーボールのゲーム参加中の心拍変動例を示したもので，上がハンドボール15分間，下がバレーボール13分30秒間のゲーム中の心拍の変化を連続的に記録したものである．ハンドボールではこの例にも示すとおり，ゲーム終了の前に心拍数がほぼ 190 に達していることがわかる．

又バレーボールもゲーム開始直後と終了前に 150 近くに達しているが，逆に開始後5分から10分にかけては120～130という低いレベルを維持している．

第2図は試合開始から終了まで，バスケットボールの前半と後半（各12分・合計24分間）とバレーボールの3セット（11分・18分・15分・合計44分間）を通して記録した際の心拍変動例について示したものである．

バスケットボールの前半には心拍数 180 を超える場合が2回認められ，前半1分・後半3分間続いている．前半終了後1分で心拍数は130に落ち，更に終了後3分を経過すると110～120のレベルにまで減少する．

後半は前半よりも動きが激しかったためか，中間での心拍数の減少が少なく，心拍数180を超える場合が6分間も続いている．試合終了後心拍数は徐々に減少し110～120のレベルに低下している．

又バレーボールについては，3セット共に心拍

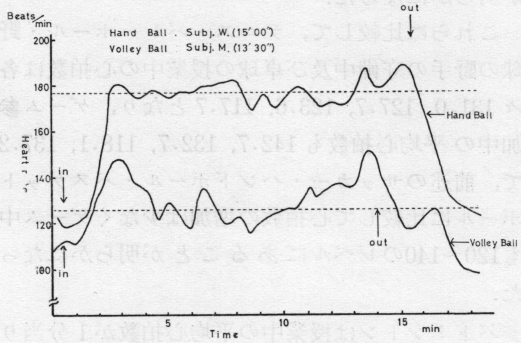


**Fig. 1.** Changes of Heart rete during the Games

数の増加はバスケットボールよりも低く，第1セットの中盤140～150のレベルに達するほかは110～130のレベルを保っているが，その間の変動が激しく，休息時には90～110にまで減少していることが明らかになった．

本研究における学生の種目毎の平均ゲーム参加時間は，ハンドボールで約30分，サッカーも同じく30分，バスケットボールで24分，バドミントンは24分30秒，バレーボールは43分30秒，卓球で15分30秒，テニスは21分であった．これらの参加時間は各時間毎の学生数や指導形態によっても多少差が生じるであろうし，又ゲーム中の心拍変動もゲームの質や内容によって変ってくるであろうが，体力や生体に及ぼす運動刺激を考える時には，運動の強度と共に継続時間についても十分考慮する必要があるものと考えられる．

V. Seliger[5] はダグラスバッグ法によるガス代謝の測定と共に，テレメーター法によって中程度にトレーニングを積んだ体育専攻学生を対象としてゲーム中の心拍数変動を測定し，バスケットボールで1分当り170，サッカーで165，バレーボールで110～125，卓球では110であったと述べ，運動継続時間が長くなれば心拍数の増加は運動強度に比例すると述べている．

又，A. J. Kozer と P. Hunsicher[6] はミシガン大学の23名の学生を対象としてバドミントン・テニス・バレーボールのゲーム参加中の心拍数変動について研究をおこない，バドミントンで平均150（最低132～最高175），テニスで159（最低146～最高177），バレーボールで136（最低121～最高148）であり，テニスとバドミントンではゲーム開始後8分経過すると心拍数が最大になるが，他の種目では20分経過後にピークが出現する例のあることを報告している．

著者等の研究結果と比較すると，同一種目について考えれば Seliger の測定値は著者等の測定値よりもバスケットボールを除きやや低いのに比較し，Kozer 等の測定値はバドミントンを除くとやや高い傾向を示していることが知られる．このような心拍数増加傾向の差は，各々の研究の際に負

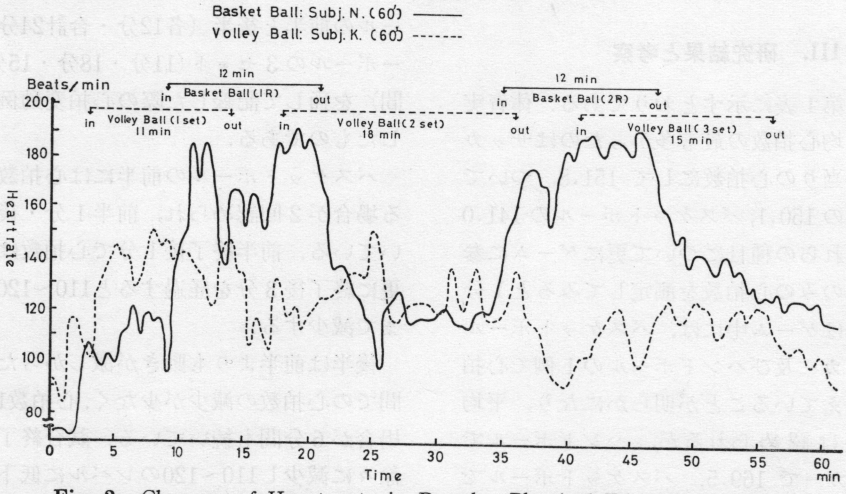


**Fig. 2.** Changes of Heart rate in Regular Physical Education Lessons

荷した運動の質や量に差があると共に，研究対象の学生の体力特に全身持久力にもおのづから差があったために生じたものと考えられる．中等度に鍛練した体育専攻学生を対象としたSeligerの測定値が，東大の一般学生を対象とした著者等の測定値よりも低いレベルにあるのは，同一の質と量の運動を両者に負荷した場合でも当然のことで，測定値の差は被検者の体力レベルの差と負荷した運動の量と質の差が原因であると考えられる．

球技の技術の学習を大きな狙いとした正課体育におけるゲームの指導の中で，併せて体力特に全身持久力をも副次的に強化しようと思えば次のような点についても配慮が必要になる．

猪飼[7),8)]は全身持久力を向上させるための運動処方として，一般人の場合には，最大の3分の2程度の負荷で5分間走り続ける運動を1日おきに実施することによってトレーニング効果が現われることを報告している．最大の3分の2の運動負荷時の心拍数が，約160～170拍/分になることを考えると，東京大学の正課体育実技のハンドボール・サッカー・バスケットボールのゲームは運動様式こそことなってもほぼ同一水準の運動負荷と考えられ，このゲームに続けて5分以上参加するように試合時間を配分することが必要になる．しかし大学の正課体育実技は週1回90分間という制約があり，猪飼のいう1日おきに負荷するという原則には合致しないから，正課体育時以外にも同程度の運動を計画的に実践するよう指導する必要がある．心拍数170前後の運動を12～15分間途中に休息を入れて2セット反復する現在のハンドボール・サッカー・バスケットボールの授業の方式が全身持久力の向上にどのような影響を及ぼしており，又それをどのように改善すればより著しい効果を得ることができるかについては今後の研究にまたねばならない．

又猪飼[7),8)]は，最大の3分の1程度の運動負荷では全身持久力を高めるトレーニングとしてはあまり効果がないことを報告しているが，心拍数が120～130程度の運動負荷がほぼこのレベルの運動にあたることを考えると，東京大学正課体育実技におけるテニス・バレーボール・卓球及び野球の野手としてゲームに参加している程度の運動では全身持久力を高めるための運動刺激としては弱すぎるものと考えられる．

しかし，バレーボールのゲームでも一流選手クラスのゲーム中の心拍数が170拍/分のレベルに到達することを考えると，これらの種目においても，より高度な技術を体得させることによって，運動の質的向上を計り，試合参加時間を多くしたり，又若干の補強トレーニングを実施するなどして全身持久力の向上にも役立つような適切な運動刺激を与えるような工夫が必要であると考えられる．

## IV. 結　　論

東京大学が正課体育実技として採用している，ハンドボール・サッカー・バスケットボール・テニス・バレーボール・卓球・野球・バドミントンの8種目の中からそれらを選択している2～3名の一般男子学生計22名を対象として，テレメーターを用いてゲーム参加中の心拍数変動を記録した．その結果は次の通りであった．

1)　ハンドボール・サッカー・バスケットボールのゲーム中の平均心拍数は170～175拍/分で，時には190を超す場合もみられた．

2)　テニス・バレーボール・卓球・野球の野手の守備中の平均心拍数は，ほぼ120～140拍/分のレベルにあり，前述の3種目より運動刺激としてはやや低いことが明らかになった．

3)　全身持久力を高めるための運動刺激としてハンドボール・サッカー・バスケットボールを24～30分間実施することは，質的には適切な運動刺激であると考えられるが，1週1回しかその機会が与えられないという点に問題がある．

4)　テニス・バレーボール・卓球・野球の野手等の運動は，現状では全身持久力を高めるための運動刺激としては質的には弱いので，学生の体力を向上させる狙いを充足するためにはゲームの内容を高め，ゲームへの参加時間を増す工夫をすると共に補強運動を加えることによってその弱点を補う必要がある．

## 参 考 文 献

1) Margaria, R., Aghemo, P. and Rovelli, E.: Indirect determination of maximal $O_2$ con-

sumption in man, J. Apple. Physiol. 20: 1070～1073, 1965.
2) Åstrand, P. O. and Ryhming, I.: A nomogram for calculation of aerobic capacity from pulse rate during submaximal work, J. Appl. Physiol 7: 218～221, 1954.
3) Malhotra, M. S., Gupta Sen, J., and Rai, R. M.: Pulse count as a measure of energy expenditure, J. Appl. Physiol. 18: 994～996, 1963.
4) Shepard, R. J.: The Prediction of Maximum Oxygen Intake from Post-Exercise Pulse Readings, Arbeitsphysiol. 24: 31～38, 1967.
5) Seliger, V.: Energy Metabolism in Selected Physical Exercise, Arbeitsphysiol. 25: 104～120, 1968.
6) Kozer, A. J. and Hunsicher, P.: A study of telemetered heart rate during sports participation of young adult men; J. Sports Med. 3 (1); 1～5, 1963.
7) 猪飼道夫: 日本人の体力～心とからだのトレーニング, 日本経済新聞社, 186～206, 1967.
8) 猪飼道夫・江橋慎四郎: 体育の科学的基礎, 東洋館出版社, 262～317, 1965