

大学正課体育におけるサッカー・ゲームの至適時間

吉田 勝志*, 渡辺 香*

Studies on Establishment of Optimal Time for Soccer Game as a College Physical Education Activity Course

Katsushi YOSHIDA* and Kaoru WATANABE*

(Received September 2, 1977)

I. 緒言

正課体育の実技指導は、合理的な計画の基にたてられた各種の運動を実践することによって、その学習過程で体験する教育的、社会的な効果を育むと同時に、健康の維持増進のための理論と方法を修得させることにある。とりわけ、各個人の持つ身体的資質を向上させるために、体力の育成や強化を計ることは大きな目的の1つとなろう。したがって、正課体育の教材として広く扱われている球技が、それに取り組む学生の身体、特に全身持久性の面にいかなる運動刺激となるかを明らかにすることは、正課体育の目的遂行上重要な点である。

各種スポーツの運動強度の測定に関しては、従来から多くの報告がなされているが、これらの研究^{1~4)}は、動作分析法を用いてそれらの Total としての運動強度をガス代謝測定により推定する方法が中心であった。しかし、この測定法は、直ちにフィールドに応用できないという不便さが伴う。そこで、実験室におけるエルゴメトリによって酸素摂取量一心拍数関係を求め、それをフィールドに応用することに多くの関心がよせられた⁵⁾。すなわち、負荷された運動強度と生体が行なう仕事率は一次関数が成立するので、運動時に得られた酸素摂取量により運動量強度が求められ、しかもその酸素摂取量と心拍数とが或る範囲内で直線関係を保つ^{6~9)}ことを利用するものである。心拍数は、生理的・心理的な要因や環境条件等により変動するが、テレメーターの開発によって運動時の動作に制約を与えず、長時間の連続測定が可能となるなどの理由から、一定の条件下でこれを用いるならば運動強度の強弱を判定する指標として有意義である。しかし、この方法にしても生理学的な測定による数名の被検者しか対象にすることはできず、多くの学生や

生徒を対象とした正課体育の実際面では、個人々々の情報を得る方法としては役に立たない。また、球技のゲームは、プレーヤーの運動が間欠的 (Intermittent) であり、持久走のような一定レベルの強度が維持できないだけに、運動強度設定上の多くの問題が含まれ、この面での研究は運動強度の測定のみにとどまっているのが現状である。

GunnerとBorg¹⁰⁾は、運動強度を生理的な変化としてではなく、感覚的な強さ (Rating of perceived exertion) として数値で表わすことを試み、BorgとLinderholm¹¹⁾は、この Rating value が心拍数と直線関係にあることを報告している。我が国では、小野寺と宮下¹²⁾が彼らのスケールに対する日本語表現の検討を試み、浅見ら¹³⁾は、運動実施者が主体的に運動する場合の強度の選択という観点から Borg のスケールを4種類の表現法に修正し、運動処方強度の決定方法に応用し得ると報告している。

そこで今回は、大学正課体育のサッカーを受講する学生を対象にゲームを行なわせ、ゲーム終了直後の脈拍数と主観的強度を指標にして、サッカー・ゲームの運動強度の測定と同時に、大学生の運動刺激として有効なゲーム時間はどの程度の長さであればよいのかの検討を試みたので、その結果を報告する。

II. 方法

測定は、昭和51年5月上旬～6月上旬に行ない、本学の体育実技Ⅱ・サッカーを選択履修する学生を対象とした。ゲーム時間は、5分、10分、15分の3通りに分けて実施した。まず、授業の開始と同時に学生を運動場に座らせ、必要事項を印刷した記録用紙を配布し、10～15分間の説明後にゲーム開始前の脈拍数を1分間触診法にて測定した。ゲームの方法は、どのゲームも前半と後半に分けて行ない、スターティング・メンバーは前半の終了

*保健体育系列 (Department of Liberal Arts and Sciences
— Health and Physical Education)

直後に、交替要員は後半終了直後に各々触診法により脈拍数を測定し、同時に主観的強度や希望時間等についても記入させた。ゲーム終了直後の脈拍数は、浅見ら¹³⁾と同様に運動終了直後5秒から15秒間測定し、1分間値に換算した。触診法による脈拍数測定の方法については、細心の注意を払うように伝えた。なお、サッカー・コートの大きさは、90×60m、ゲームのルールは、日本蹴球協会競技規則に準じて行なった。

主観的な運動強度の指標としては、上記の浅見らによる4段階区分を用いたが、さらに阿久津と三浦¹⁴⁾による温熱感区分を用いて4段階の表現法に修正し、また発汗の程度に関しては、筆者が同様に3段階区分の表現法を作成して、これらを同時に用いた。主観的強度の表現法は、全力という感じに対して(1)軽い、(2)中ぐらいに強い、(3)かなり強い。温熱感は、大へん暑いという感じに対して(1)やや暑い、(2)中ぐらいに暑い、(3)かなり暑い。発汗度は、(1)やや汗ばむ、(2)汗が出ている、(3)汗が流れる、という表現区分を用いた。なお、主観的強度の全力とする感じは、前年度の1年終了時に行なったクロスカントリー走テスト(約3.8km、最頻度所要タイム15～16分)を想起させてその指標にさせた。

Ⅲ. 結 果

測定の対象となった被検者の身体的特性およびゲーム開始前の脈拍数レベルは、第1表に示す通りである。各項目に示す被検者数(*n*)が異なるのは、ゲームの前半と後半とでメンバー・チェンジを行ない、ポジションの入れ替わりがあったためである。測定実施日の気候条件は、気温19.3～23.5℃、相対湿度32.5～64.0%であったが、ゲーム開始前の脈拍数レベルにはいずれもT検定の結果有意差は認められなかった。

第1表 被検者の身体的特性およびゲーム開始前の脈拍数レベルを示す。

年 令 (才)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	ローレル指数
19.5±0.7 n=223	168.5±5.8 n=223	59.3±6.6 n=223	124.3±13.5 n=208
ゲーム 時 間	5分	10分	15分
ゲーム開始 前の脈拍数	85.4±12.4 n=203	84.5±13.3 n=206	86.5±13.4 n=208

第2表は、5分、10分および15分でゲームを実施し、その時間毎に得られた全体(ゴール・キーパーを除く)の脈拍数平均値と主観的強度を3段階に区分したときの各々の該当者の脈拍数平均値を示す。全体の平均値は、ゲーム時間が異なってもその間に有意差(T検定)は認められない。主観的強度別にみた脈拍数は、どのゲーム時間によっても(1)と(2)の間に顕著な有意差が認められ

る。(2)と(3)の間には、5分および10分ゲームでは有意差はなく両者はほぼ同様な値を示すが、15分ゲームではやはり有意差が認められ、脈拍数は主観的強度の変化に対して等間隔に増加している。また、主観的強度の各該当者は、ゲーム時間によって顕著な傾向差(X²検定, $p < 0.001$)を現わし、ゲーム時間が長くなると軽いと感ずる者は少なくなつて、逆にかなり強いとするものが増す。15分ゲームで軽いと感ずる者は、わずか6.2%のもののだけであった。

第2表 ゲームの時間別にみた各強度の脈拍数、全体の脈拍数平均値および該当者の人数(%)を示す。

ゲーム 時 間	主観的 強 度	(1) 軽 い	(2) 中ぐら いに強 い	(3) かなり 強い	全 体
5'	M	138.4	150.8***	152.5	147.0
	S.D.	24.1	23.3	23.0	24.2
	n	64	125	14	203
	%	31.5	61.6	6.9	100.0
10'	M	136.2	150.5***	148.1	147.1
	S.D.	24.9	22.9	23.2	24.0
	n	45	136	25	206
	%	21.8	66.0	12.1	99.9
15'	M	134.4	147.9*	159.7***	150.9
	S.D.	27.8	23.0	22.4	24.0
	n	13	126	69	208
	%	6.2	60.6	33.2	100.0

注：(1)と比較したときに、*は、 $p < 0.05$ 、***は $p < 0.001$ で有意差のあることを示す。

第3表は、ゲーム時のポジション別に得られた脈拍数の平均値を示すが、どの時間によってもポジション間に脈拍数の有意な差は認められない。

以上の結果から、生理的な運動強度の指標として用いた脈拍数と主観的強度との変化の関係について検討すべく両者の相関係数を求めたが、5分では $r = 0.225$ 、10分

第3表 ゲームの時間別にみた各ポジションの脈拍数平均値と該当者数およびそのパーセンテージを示す。

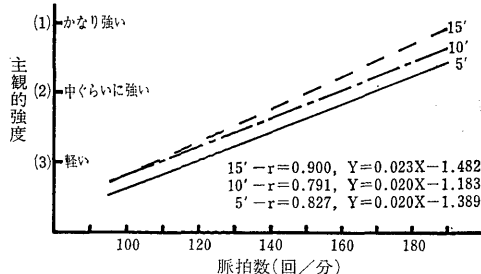
ゲーム 時 間	ポジ シ ョ ン	フォ ワード (FW)	ハーフ バック (HB)	フル バック (FB)	全 体	ゴール キーパー (GK)
5'	M	147.5	148.9	146.6	147.0	104.0
	S.D.	23.3	25.5	23.9	24.2	22.7
	n	68	64	71	203	20
	%	33.5	31.5	35.0	100.0	
10'	M	143.4	150.5	147.8	147.1	109.3
	S.D.	25.3	21.8	24.3	24.0	18.5
	n	73	63	70	206	17
	%	35.4	30.6	34.0	100.0	
15'	M	152.0	151.8	147.4	150.9	111.7
	S.D.	24.3	20.8	27.1	24.0	21.5
	n	70	71	67	208	15
	%	33.7	34.1	32.2	100.0	

では $r=0.181$, 15分では $r=0.288$ といずれも低い相関であった。そこで、これらの被検者の中から、体育科学センター¹⁵⁾によって提示された運動時間に対する運動強度の区分(軽・中・強)に、今回用いた主観的強度のスケールを当てはめ、その時の心拍数レベルに該当する者のみを摘出し整理してみた(第4表)。表のごとく、脈拍数の平均値は、強レベルでは180.0~183.1回/分にあつてどのゲーム時間でも差はないが、軽および中レベルではゲーム時間が長くなると減少する傾向を示す。すなわち、主観的強度の表現は同じであっても、ゲーム時間が長くなると運動刺激としての生理的な負担度は低下することがわかる。この関係を第1図に示すと、脈拍数と

第4表 体育科学センターによる運動時間に対する運動強度区分と脈拍数レベルの範囲内に該当する者の人数(%)および脈拍数を示す。

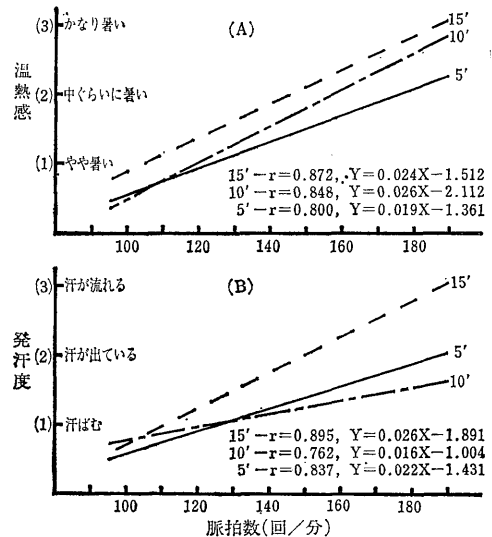
ゲーム時間	体育科学センターによる運動強度区分	その時の心拍数レベル	該当者の人数と(%)	M±S.D.
5分	強	176以上	3(3.3)	180.0±0
	中	151~175	43(47.3)	163.8±7.2
	軽	150以下	45(49.5)	126.8±16.6
	計		91(100.1)	146.2±23.3
10分	強	171以上	4(4.3)	180.0±4.9
	中	143~170	61(66.3)	153.9±9.6
	軽	142以下	27(29.3)	121.6±18.5
	計		92(99.9)	145.6±20.7
15分	強	166以上	25(29.4)	183.1±10.1
	中	136~165	55(64.7)	152.7±6.2
	軽	135以下	5(5.9)	104.8±19.8
	計		85(100.0)	158.9±21.1

主観的強度の対応関係を示す回帰直線は、ゲーム時間の延長に伴って徐々に勾配が急峻となり、両者の関係は15分ゲーム時に最もよく対応することが読みとれる。

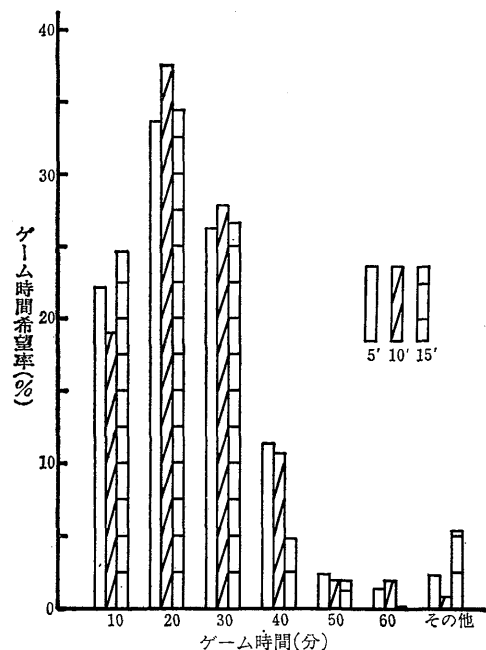


第1図 脈拍数と主観的強度の関係

同様に、主観的な運動強度の指標として別の角度からみた温熱感および発汗度は、脈拍数とどのような関係にあるかについて検討した(第2図)。図(A)は、脈拍数と温熱感について、図(B)は、脈拍数と発汗度の関係を各々示す。図中に示すごとく、温熱感、発汗度とも脈拍数との間に高い相関関係が認められる。図(A)より、直線の傾向は、ゲーム時間が増すと暑さの度合いが高まり、15分時に脈拍数との関係が最もよく成立していることを示す。また図(B)によっても、5分および10分間では脈拍数



第2図 脈拍数と温熱感(A)または発汗度(B)の関係



の増加に対して発汗度の反応は低いが, 15分の際には脈拍数の変化に発汗度がよく追隨する傾向を現わし, いずれの指標も15分ゲーム時に運動強度(脈拍数レベル)を最もよく反映することがわかった。

第3図は, ゲームの希望時間について調査した結果で, 各々のゲーム終了後に本人に適したゲーム時間を選んで記入させ, 該当者の占める比率を比較したものである。図のごとく, 実際に行なったゲームの時間には関係なしに, いずれも20分ゲームを希望するものが多く(5分が33.6%, 10分が37.5%, 15分が34.4%), 次いで30分, 10分, 40分の順に希望率が高い。50分以上のゲーム時間を希望するものは, ほとんどいない。

IV. 考 察

サッカーのゲームは, 広いコートで行なわれる攻撃と防御の相対的な活動の展開であって, プレーヤーは, ボールを中心に間欠的な運動を一定時間継続することになる。したがって, 一定時間内における個々のプレーヤーの脈拍数平均値と, ある時点でのプレーヤー全員の脈拍数平均値とは, いずれの方法によってもゲーム中そのスポーツが生体に与える運動刺激としての強さを現わすものと考えることができる。このような観点から, サッカーのゲーム終了直後に脈拍数を測定し, ゴール・キーパーを除いたフィールド・プレーヤー全員の平均値を求めた。各々のゲーム時間により得られた脈拍数の平均値は, 5分では147.0回/分, 10分では147.1回/分, 15分では150.9回/分であった。これらの値は, 広田ら¹⁶⁾によるサッカー授業中の心拍数(151.8±28.24拍/分)とはほぼ同様であるが, ゲーム中の心拍数に関しては, 広田らは大学生2名の被検者によって169.5±13.99拍/分, Seliger²⁾は, 21.5才, 16名の被検者を対象に165拍/分であったと報告しており, これらに比較するとかなり低いレベルであった。

呼吸循環機能のトレーニングの有効刺激の強さについて, Faria¹⁷⁾は140~150拍/分以上, Sharkey¹⁸⁾は125や130拍/分, Edwards¹⁹⁾は125拍/分以上であれば効果があるとし, これらの強度レベルは, Karvonenら²⁰⁾のいうように安静時脈拍数と最大脈拍数の差の60~70%以上に相当する。一方, 酸素摂取量に関しては, Shephard²¹⁾は, 最大酸素摂取量($\dot{V}O_{2max.}$)の40%でも効果があると報告したが, 鈴木²²⁾は, 我が国の18研究グループの成果をふまえて70%以上が $\dot{V}O_{2max.}$ を増大させるに必要なレベルであるとしている。また, 朝比奈ら²³⁾は, $\dot{V}O_{2max.}$ の60%の酸素摂取量で生理機能に特殊な変換が起るものと思われる旨を指摘した。これら

の報告をまとめると, 60~70%以上の運動強度, 脈拍数レベルでは120~140回/分以上が呼吸循環機能の有効刺激になるものと考えられる。したがって, 今回得られた全体の脈拍数平均値の結果は, いずれの場合にも全身持久性の運動刺激として有効だと推定される。

ポジション別の脈拍数についても, 平均値間の有意差は全く認められず, フィールド・プレーヤーとしてゲームを行なえばどのポジションによっても有効な刺激が得られるものといえよう。しかし, 主観的強度の別にみた場合, (2)中ぐらいに強いと(3)かなり強いと感じた者の脈拍数は, どのゲーム時間でも149.9~159.7回/分の間にあって有効な運動強度が得られたが, (1)軽いと感じる者では134.4~138.4回/分の値を示し, 有効刺激としての丁度下限に相当する。このことから, サッカーのゲームが間欠的な運動であることを考えに入れると, 感覚的には中ぐらいに強いと感じる以上の強度でゲームを遂行することが必要だと考えられる。

浅見ら¹³⁾は, 10分間走をさせて, 主観的強度の変数〔(1), (2), (3)〕が, 全力を除いては強度と直線的な関係にあり, 3つの強度は等間隔にあるものとして認識されたと指摘したが, 今回の結果でこのような傾向が示されたのは15分ゲームのみであった。しかし, 全体の結果では15分ゲームでさえも運動強度と主観的強度の間に相関関係は認められないので, 体育科学センター方式¹⁵⁾の運動強度区分に該当するもののみについて検討してみた。その結果, 第1図のごとくゲームの時間毎に回帰直線が求められたが, この場合でも15分時に運動強度と主観的強度の対応関係は最もよく示された。山田²⁴⁾は, 2/3負荷を用いて持久走の持続時間を検討し, 10分, 15分とも5分トレーニングよりゆったりとしたスピードで, より長い定常状態を保つことにより十分なトレーニング効果があるとしているが, サッカーのゲームがその性格上間欠的な動作をよぎなくされること, 脈拍数と主観的強度の直線関係が最もよく成立する条件, さらに体育実技が一定期間内に週1回しか行なわれない等のことを考慮すると, サッカーのゲーム時間は少なくとも15分間が必要だと考えたい。

生理的・感覚的な運動強度の結果とともに, 学生が具体的にどの程度のゲーム時間を希望するのかについて知ること運動量の設定に関して重要な指針が得られるものと考えられる。今回の調査結果では, 第3図のごとく最も多くの者が希望するのは20分であり, 次いで30分が多かった。このような希望のゲーム時間を決定する要因としては種々考えられるが, 今回の測定に用いた運動強度(脈拍数), 主観的強度(温熱感, 発汗度を含む)

および肥瘦度（ローレル指数）等の間には何ら相関関係（ $r=0.025\sim-0.003$ ）は認められず、この希望時間はこれらの要因の Total として“実感される”ものだと考えられる。

以上の結果、サッカーのゲームは、大学生の身体、特に全身持久性に及ぼす運動刺激としての教育効果という観点からみた場合、少なくとも15分間は実施する必要があるが、ゲーム後の心理的（主観的）な満足感の充足ということを考えると20分またはそれ以上の時間が必要である。したがって、サッカーのゲーム時間は、15分間がその至適下限を示すものと考えられる。

なお、多勢の学生を対象とする体育実技の実際面では、主観的強度が直ちに生理的な運動強度を現わすばかりではないので、少なくとも脈拍数のチェックが必要だと思われる。また、今回運動強度の指標として用いた脈拍数の測定は、触診法による測定誤差の問題²⁵⁾が含まれるが、その点についての検討は今後の課題にしたい。

V. 要 約

正課体育実技で5分、10分および15分の3通りの時間により大学生にサッカーのゲームを行なわせ、その終了直後に得られた脈拍数と主観的強度から運動強度を確かめ、さらにサッカーのゲームが大学生の身体、特に全身持久性の運動刺激としてはどの程度のゲーム時間であればよいのかの検討を試みた。その結果は、次のごとくであった。

(1) ゲーム終了直後のフィールド・プレーヤー全員の脈拍数平均値は、5分ゲームでは 147.0 ± 24.2 回/分、10分ゲームでは 147.1 ± 24.0 回/分、15分ゲームでは 150.9 ± 24.0 回/分であった。これらの運動強度は、いずれも全身持久性の運動刺激として有効である。

(2) しかし、主観的強度の面からみると、(1)軽いと感ずるものでは運動刺激として有効な強度の丁度下限に相当するので、(2)中ぐらいに強いまたは(3)かなり強いと感ずる強度でなければ効果が少ない。

(3) ポジション別にみた脈拍数の平均値は、いずれの間にも有意差が認められず、フィールド・プレーヤーならどのポジションでも有効な運動刺激が得られる。

(4) 運動強度（脈拍数）と主観的強度の関係が最もよく成立するのは15分ゲームであって、温熱感や発汗度からみても同様な結果を得た。したがって、全身持久性の効果という観点からみると、ゲーム時間は最低限度15分間を必要とする。

(5) 学生の実感によるゲーム希望時間は、20分または30分とするものが多く、ゲーム後の満足感を充足すると

いう点では20分以上のゲーム時間が必要である。

(6) 以上の点から、大学生のためのサッカーのゲーム時間は、15分間がその至適下限だと考えられる。

文 献

- 1) Yamaoka, S.: Studies on energy metabolism in athletic sports. Res. J. Physical Education., 9 (3): 28—40, 1965.
- 2) Seliger, V.: Energy metabolism in selected physical exercises. Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol., 25: 104—120, 1968.
- 3) 砂本秀義: 6人制バレーボールにおける運動量, 体育学研究. 15(5): 102, 1971.
- 4) 長沢弘, 石澤清司, 井口義雄, 木田真理: 正課体育の授業における運動量と質について, 体育学研究. 20(5): 293—301, 1976.
- 5) 青木純一郎, 形本静夫: 漸増負荷時と漸減負荷時における心拍応答の差, 体育の科学. 27(4): 243—247, 1977.
- 6) Åstrand, P. O. and I. Ryhming: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. J. Appl. Physiol., 7: 218—221, 1954.
- 7) Margaria, R., P. Aghemo, and E. Rovelli: Indirect determination of maximal O_2 consumption in man. Appl. Physiol., 20(5): 1070—1073, 1965.
- 8) Wyndham, C. H.: Submaximal tests for estimating maximum oxygen intake. Canad. Med. Ass. J., 96: 736—745, 1967.
- 9) Davies, C. T. M.: Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. J. Appl. Physiol., 24: 700—706, 1968.
- 10) Gunnar, A. and V. Borg: Perceived exertion: a note on “history” and methods. Med. and Sci. in Sports., 5(2): 90—93, 1973.
- 11) Borg, G. and H. Linderholm: Perceived exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. Acta. Med. Scand., 492: 194—206, 1967.
- 12) 小野寺孝一, 宮下充正: 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性, 体育学研究. 21(4): 191—203, 1976.
- 13) 浅見俊雄, 足立長彦, 山本恵三, 北川薫, 広田公一: 主観による運動強度の選択について—10分間走の場合—, 体育科学. 4: 1—5, 1976.
- 14) 阿久津綾子, 三浦豊彦: 至適温度の季節変動に関する研究(第2報) 一足冷感, 発汗, 局部温度と温熱条件との関係—, 労働科学. 39(3): 122—130, 1963.
- 15) 体育科学センター編: 健康づくり運動カルテ: 49—78, 1976, 講談社.
- 16) 広田公一他11名: 大学正課体育実技の教育効果に関する研究(6) 一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, 東大体育学紀要. 7: 1—6, 1973.
- 17) Faria, I. E.: Cardiovascular response to exercise as influenced by training of various intensities. Res.

- Quart., 41: 44—50, 1970.
- 18) Sharkey, B. J.: Intensity and duration of training and the development of cardiorespiratory endurance. *Medicine and Science in Sports*, 2(4): 197—202, 1970.
 - 19) Edwards, M. A.: The effects of training at pre-determined heart rate levels for sedentary college women. *Med. and Sci. in Sports*, 6 (1): 14—19, 1974.
 - 20) Karvonen, M. J., E. Kentala, and O. Mustala: The effects of training on heart rate. A longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Fenn.*, 35:307—315, 1957.
 - 21) Shephard, R. J.: Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. *Int. Z. angew. Physiol. einschli Arbeitsphysiol.*, 26: 272—278, 1968.
 - 22) 鈴木慎次郎: 運動処方専門委員会初年度研究概要, *体育科学* 1: 1—4, 1973.
 - 23) 朝比奈一男, 浅野勝己, 草野勝彦, 砂本秀義: 作業強度の生理的基準について, *体力科学*. 20(4): 190—194, 1971.
 - 24) 山西哲郎: 持久走の持続時間についての研究, *体育科学*. 1: 152—158, 1973.
 - 25) 阿久津邦男, 渡辺剛: ステップテストにおける脈拍数測定の違いについて, *体育科学*. 2: 62—68, 1974.