

RPE による運動強度の選択について

福井大学 田中 秀一

Selection of Exercise Intensity by RPE

by

Shuichi Tanaka

Faculty of Education, Fukui University

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine if subjects are able to select their exercise intensity by perceptual feelings it may be possible to supplement the exercise prescription by running. Fifteen subjects, 12 female and 3 male, took part in this study. The exercise trials were each 6 minutes duration on a level treadmill.

Ex. I: Subjects were exercised at three different speeds, presented in randomized order. Heart rate (HR), Oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) and ratings of perceived exertion (RPE) were measured during the last 5–6 minute of exercise.

Ex. II: On a separate day, subjects were requested to subjectively select their own treadmill speed at randomly presented three RPE values, 9, 13 and 17. $\dot{V}O_2$, HR and speed were measured during the last 5–6 minute of exercise.

The results indicated that the good linearity and high correlations (r) between RPE values and HR and $\% \dot{V}O_{2max}$ at Ex. I (0.844 and 0.875) and Ex. II (0.777 and 0.872), respectively. The r -values were significant at the 0.01 level. There were no differences in the relation of RPE– $\% \dot{V}O_{2max}$ and RPE–HR between the two experiments.

It is concluded that subjectively select of exercise intensity by RPE may be acceptable to use exercise prescription by running.

緒 言

意図的かつ積極的に、健康あるいは体力の維持・増進を目的として、ランニングがその手段として広く実施されている。しかしその実施に際しては、運動強度、持続時間、実施頻度の三条件を個人差に応じて行うことが、安全面と効果面から考えて望ましい。この三条件のうち、運動強度を適切に設定することの重要性が、Shephard¹¹⁾をはじめとして多くの研究者によって報告されている。

Borg, G.⁹⁾の考案による、RPE (Ratings of Perceived Exertion) スケールを用いた15段階評定による運動強度測定は、特別な測定装置を必要としない。RPEに関する多くの報告は、いずれも運動実施中あるいは終了後にRPEを求めた方法である。これらの方法によって得られたRPEは、酸素摂取量、心拍数などの生理的強度、走速度、watts, kpmなどの物理的強度と高い直線関係のあることが確認され、広い分野で活用されている。

運動実施者に対してRPEによる運動強度を指定した場合、そのRPEに応じて選択された運動強度との対応について知ることは、体育・スポーツの指導者にとって興味深いことと考えられる。しかし、あらかじめRPEを指定して、運動強度を選択させた報告は非常に少ない^{1,2,13)}。

本研究の目的は、RPEと心拍数および酸素摂取量との対応を、運動終了直前に求めたRPEの場合と、運動開始前に指定されたRPEに相当する走速度を選択させた場合とについて検討することである。

研究方法

実験Ⅰとして、三種類の異なる速度での走行を、6分間ずつ順不同に行わせた。測定項目は、各運動の終了前1分間のRPE、心拍数、酸素摂

取量および速度であった。

実験Ⅱとして、運動開始前にあらかじめRPE 9, 13, 17の三種類を順不同に指定した。そのRPEに相当する走速度を、被検者自身が選択調整して6分間走行した。トレッドミル走行盤の前後に備え付けられている自動増速・減速用光電管を、トレッドミル上約1mの高さに、増速用(右側)と減速用(左側)として付け替え、トレッドミル速度調整器に接続した。この光電管ビームを手で遮ることによって、被検者自身がトレッドミルの始動と停止を含めて、速度の選択・調整を行うことが可能になる(図1)。

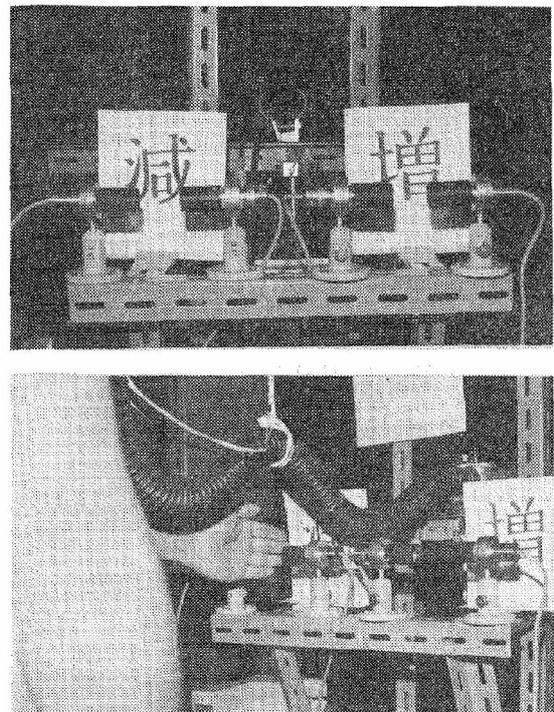


図1 トレッドミル速度調整装置

速度の調整は、運動開始後3分目までは何度行ってもよいが、3分以後は調整を行わないよう指示した。測定項目は、各運動の終了前1分間の心拍数、酸素摂取量および速度であった。実験Ⅰと実験Ⅱともに各速度間は、20~30分間の休息時間をとった。

被検者は、実験手順とトレッドミル走に慣れた、日常定期的に運動を実施している健康な女子大学生12名と、男子大学生3名である(表1)。最

表1 被検者の身体的特徴 (平均値±SD)

	女子 (N=12)	男子 (N=3)
年齢 (歳)	20.7±1.0	22.2±4.6
身長 (cm)	158.7±3.8	166.7±3.2
体重 (kg)	55.0±5.3	60.5±5.9
最大心拍数 (拍/分)	189.2±4.7	203.3±8.7
最大酸素摂取量 (ml/kg·min)	48.0±6.3	58.0±4.1

大酸素摂取量は、速度は一定として疲労困憊に陥るまで、トレッドミル角度を1度/分ずつ上昇させる負荷漸増法による走行によって求めた。なお、最大酸素摂取量測定開始前に、20分間の椅座位安静とRPE返答の練習とW-Upを兼ねて、二種類の速度での走行を、6分間ずつ10分間の休息をおいて行わせた。

1日目に最大酸素摂取量測定、2日目に実験I、3日目に実験IIをいずれもほぼ同一時刻に行った。実験時の室温と湿度は、それぞれ20.5±1.1°Cと44.4±4.9%であった。

RPEは日本語版⁸⁾のRPEスケール(表2)により、心拍数は胸部双極誘導法による心電図のR波より、速度はハンドタコメータにより求めた。

酸素摂取量はダグラスバックに採集した呼吸

を、酸素分析器(東レ:LC700ED)と二酸化炭素分析器(JEAGER:CO₂-TEST)によって分析し、湿式ガスメータにより呼吸量を計量して求めた。これらの分析器は、シヨランダ―微量ガス分析器によった既知の標準ガスによって調整した。

結 果

実験I:負荷した速度は110~211m/分でありすべての被検者は、6分間の走行を遂行することができた。RPE、心拍数および% $\dot{V}O_2$ maxの反応は、それぞれ7~18、132~187拍/分および48.0~96.3%の範囲となった。各被検者ごとのRPEと心拍数(図2)、RPEと% $\dot{V}O_2$ max(図3)の関係はほぼ直線的であった。

実験II:走行開始前にあらかじめ順不同に、RPE9、13および17を指定した。これらのRPEに相当する強度として選択された速度と、その速度における心拍数および% $\dot{V}O_2$ maxは、RPE9の場合はそれぞれ82~163m/分、115~167拍/分

表2 日本語版のRPEスケール

20
19 非常にきつい
18
17 かなりきつい
16
15 きつい
14
13 ややきつい
12
11 楽である
10
9 かなり楽である
8
7 非常に楽である
6

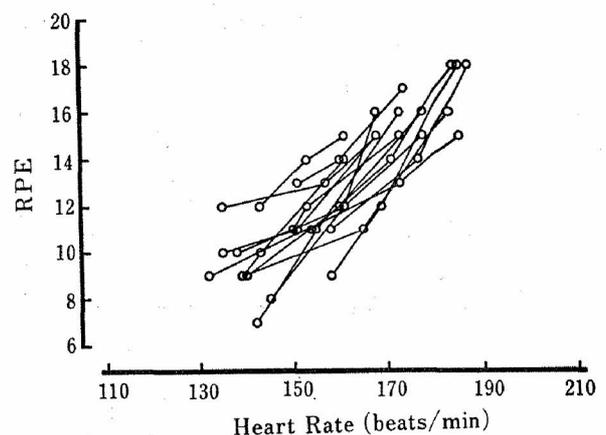


図2 RPEと心拍数の関係

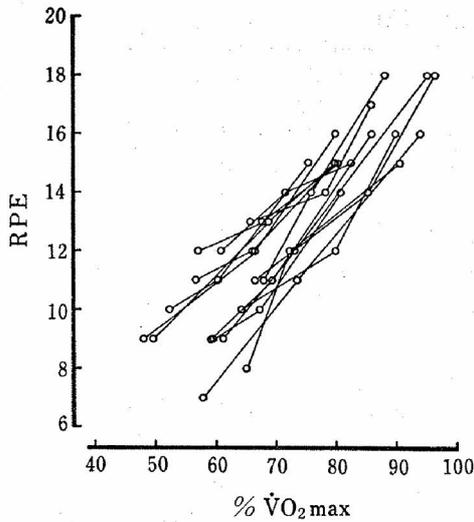


図3 RPE と% $\dot{V}O_2 \max$ の関係

および 44.8~67.7%であった。RPE13 の場合はそれぞれ 112~195m/分, 140~185拍/分および 59.7~83.8%であった。RPE 17 の場合はそれぞれ 158~270m/分, 161~203拍/分および 72.5~95.8%であった。RPE 9, 13 および 17 における各平均値(表3)の差はいずれも有意であった。

各被検者ごとの RPE と心拍数(図4), RPE と% $\dot{V}O_2 \max$ (図5)の関係はほぼ直線的であった。

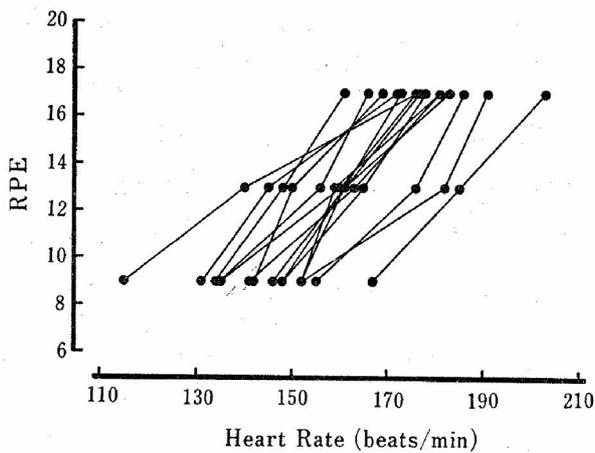


図4 RPE と心拍数の関係

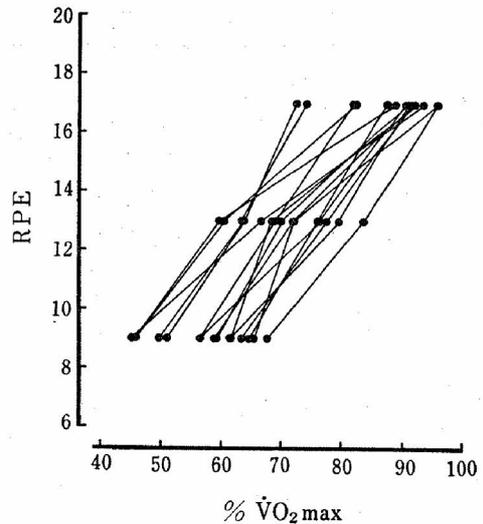


図5 RPE と% $\dot{V}O_2 \max$ の関係

RPE と心拍数および RPE と% $\dot{V}O_2 \max$ の全体的傾向は, 終了直前に RPE を求めた実験Ⅰと, 走行開始前に RPE を指定した実験Ⅱでは, それぞれ $r=0.844$ と $r=0.777$ (図6) および $r=0.875$ と $r=0.872$ (図7) となり, いずれも有意な直線的傾向を示した。

実験Ⅱでは, その RPE に相当する強度として

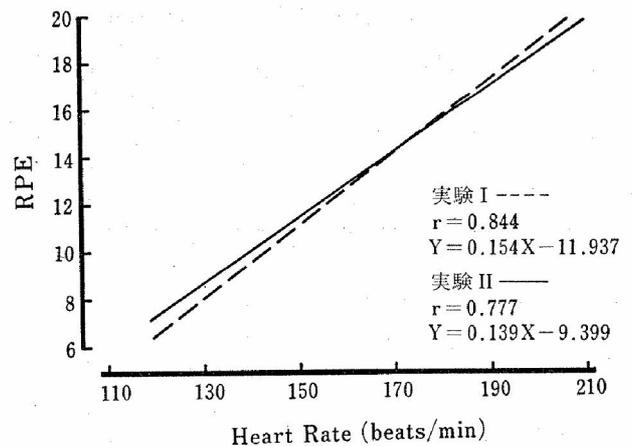


図6 実験Ⅰと実験Ⅱにおける RPE と心拍数の回帰直線

表3 実験Ⅱにおける速度, 心拍数および% $\dot{V}O_2 \max$ (平均値±SD)

	RPE 9	RPE 13	RPE 17
速度 (m/分)	125.9±20.9	163.3±21.1	201.7±30.4
心拍数 (拍/分)	143.5±12.4	160.8±12.8	178.2±10.3
% $\dot{V}O_2 \max$ (%)	56.9± 7.7	70.6± 7.1	87.9± 7.1

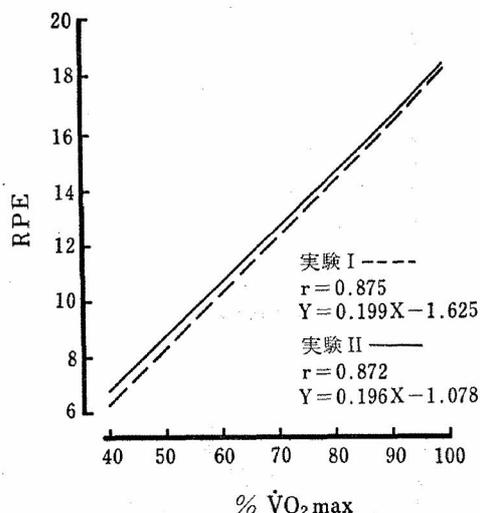


図7 実験Iと実験IIにおけるRPEと% $\dot{V}O_2$ maxの回帰直線

選択された速度における、心拍数と% $\dot{V}O_2$ maxとの被検者間の差は、強度が低いほど実験Iの場合よりも大きくなる傾向であった。

RPEと% $\dot{V}O_2$ maxの関係を、各被検者ごとに実験Iと実験IIについて比較すると、同一% $\dot{V}O_2$ maxに対してRPEはよく一致している者と、1～3違いのある者がみられた(図8)。

考 察

体育・スポーツの運動場面においては、言葉によって指定された強度に対して、運動実施者が主観的に強度を選択するケースが多い。この場合の選択された強度が客観的に、どの程度の強度に相当するかを明らかにすることは運動処方面からも重要であろう。本研究では言葉による強度指示ではなく、RPEスケールを用いて3種類の数字による強度指定をした。

RPEと心拍数との関係について、本研究とほぼ同様な方法であるSmutokら¹³⁾によれば、トレッドミル走終了直前にRPEを求めた場合($r=0.87$)と、開始前にRPEを指定した場合($r=0.87$)とは一致していた。また% $\dot{V}O_2$ maxとの関係については、検討していないものの酸素摂取量との関係は、 $r=0.87$ と $r=0.81$ であり違いはな

かった。

本研究の結果も、心拍数(図6)および% $\dot{V}O_2$ max(図7)との関係ともにほぼ一致していた。RPEスケールは、Borg³⁾によって心拍数と関連づけて($RPE=1/10$ 心拍数)考案された。それは、心拍数が代謝反応のよい指標として知られ、運動負荷試験として自転車駆動を用いた場合に、広く活用されているからであった。しかし、走運動の場合は田中と森¹⁴⁾と同様に図6に示すごとく、RPEは心拍数の $1/10$ に対応していない。

青木と畑¹⁾によるグラウンド走の結果、Nobleら⁷⁾によるトレッドミル歩行と走行の結果も同様であった。このことについてBorg^{3,5)}は、運動の種類によってRPEと心拍数の対応関係は異なることを報告している。つまり、自転車駆動の場合は心拍数の $1/10$ にRPEは対応するが、走行と自転車駆動あるいは歩行と走行を比較すると、同一心拍数に対するRPEは歩行よりも走行は低く、自転車駆動よりも走行の場合は低くなる。

RPEと酸素摂取量との関係について、田中と森¹⁴⁾によれば被検者間に最大酸素摂取量を指標とした体力水準に差がある場合は、酸素摂取量の絶対値との関係よりも相対値(% $\dot{V}O_2$ max)との関係の方がより高い相関を示した。小野寺と宮下⁹⁾、EkblomとGoldbarg⁶⁾も同様な結果を報告している。

RPEは運動負荷によるどのような要因によって決定されるのかについて、EkblomとGoldbarg⁶⁾は自転車駆動、トレッドミル走および水泳といった、三種類の異なる運動におけるRPEと酸素摂取量との関係より、中枢的要因(Central factor)と局所的要因(Local factor)をあげている。そして、大筋群が参加する運動ほどRPE決定に、中枢的要因としての呼吸・循環器系の負担度が、大きな役割を果たすことを明らかにしている。さらに、SargeantとDavies¹⁰⁾、Skinnerら¹²⁾、Robertson⁹⁾によって% $\dot{V}O_2$ maxは、RPE

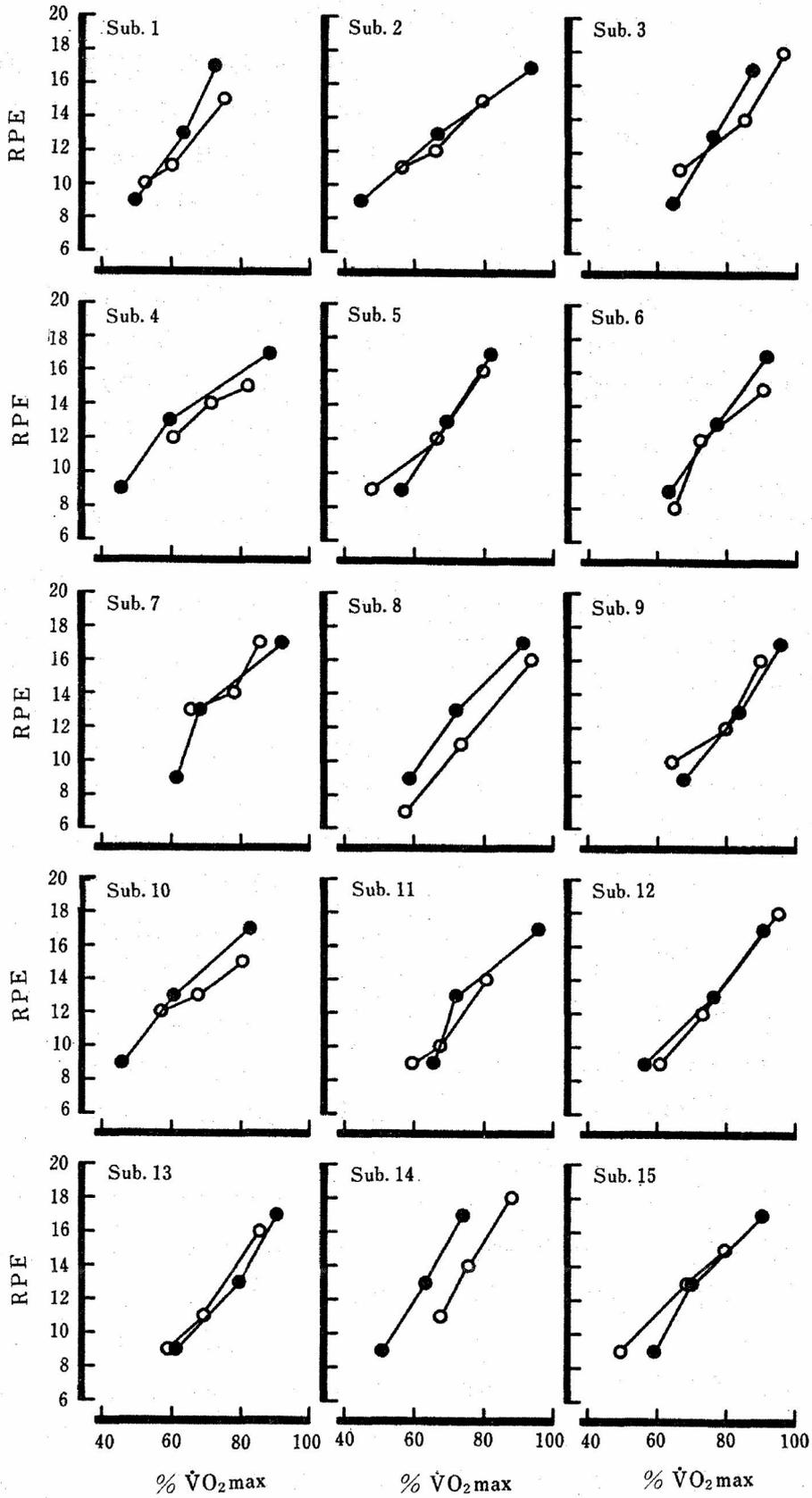


図8 各被検者ごとの実験I (○)と実験II (●)におけるRPEと% $\dot{V}O_2\text{max}$ の関係

決定に大きな役割を果している」と報告されている。

走行開始前にあらかじめ RPE を指定した実験 II において、その RPE に対応した心拍数および $\% \dot{V}O_2 \max$ の被検者間の差が大きかった。このことに関して、被検者ごとに $\% \dot{V}O_2 \max$ との対応関係についてみたのが図 8 である。Borg^{3,4)} は、刺激強度の範囲は個人によって非常に異なっているけれども知覚的意味での騒音水準 (basic perceptual “noise” level) から最大強度 (maximum intensity level) までの主観的強度の範囲は、すべての者にとって等しいという仮定のもとに RPE スケールを考案した。したがって、普段身体的トレーニングを行っていない者においても、RPE は作業強度を表すかなり正確なスケールになっているものの、被検者間では必ずしも一致しないこともあるとしている。

実験 I と実験 II における $\% \dot{V}O_2 \max$ の範囲は、それぞれ 48.0~96.3% と 44.8~95.8% であり同じであった。したがって、実験 II でみられた RPE に対応した心拍数と $\% \dot{V}O_2 \max$ のばらつきは、被検者間で生じたスケールの不一致による差ではなく、被検者自身の運動強度選択の困難さによるものではないかと考えられる。

ま と め

女子大学生 12 名と男子大学生 3 名を被検者として、RPE と心拍数および酸素摂取量との対応を、運動終了直前に求めた RPE の場合 (実験 I) と、運動開始前に指定された RPE に相当する走速度を選択させた場合 (実験 II) について検討した。

RPE—心拍数および RPE— $\% \dot{V}O_2 \max$ 関係の全体的傾向は、実験 I と実験 II ではほぼ一致していた。このことから、健康あるいは体力の維持・増進を目的としたランニングに、RPE を用いた運動強度選択が有効な一手段に成り得るものと考

える。しかし被検者ごとの RPE— $\% \dot{V}O_2 \max$ 関係は、よく一致している者とそうでない者がみられ、運動強度を主観的に選択することの困難さが考えられる。

文 献

- 1) 青木邦男, 畑 栄一; 正課持久走授業への RPE (主観的運動強度) 導入の試み, 体育の科学, **33**(11): 839—843 (1983)
- 2) 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)
- 3) Borg, G.; Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehab. Med.*, **2—3**: 92—98 (1970)
- 4) Borg, G.; Perceived exertion: a note on “history” and methods. *Med. Sci. Sports*, **5**(2): 90—93 (1973)
- 5) Borg, G.; An introduction to Borg’s RPE-scale. Movement Publications. New York (1985)
- 6) Ekblom, B. and A.N. Goldbarg; The influence of physical training and other factors on the subjective rating of perceived exertion. *Acta Physiol. Scand.*, **83**: 399—406 (1971)
- 7) Noble, B.J., K.F. Metz, K.B. Pandolf, C.W. Bell, E. Cafarelli and W.E. Sime; Perceived exertion during walking and running- II. *Med. Sci. Sports*, **5**(2): 116—120 (1973)
- 8) 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—Rating of perceived exertion の観点から—, 体育学研究, **21**(4): 191—203 (1976)
- 9) Robertson, R.J.; Central signals of perceived exertion during dynamic exercise. *Med. Sci. Sports Exercise*, **14**(5): 390—396 (1982)
- 10) Sargeant, A.J. and C.T.M. Davies; Perceived exertion during rhythmic exercise involving different muscle masses. *J. Human Ergol.*, **2**: 3—11 (1973)
- 11) Shephard, R.J.; Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.*, **26**: 272—278 (1968)
- 12) Skinner, J.S., R. Hutsler, V. Bergsteinová and

- E.R. Buskirk; Perception of effort during different types of exercise and under different environmental conditions. *Med. Sci. Sports*, 5(2) : 110—115 (1973)
- 13) Smutok, M.A., G.S. Skrinar and K.B. Pandolf; Exercise intensity: Subjective regulation by perceived exertion. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 61 : 569—574 (1980)
- 14) 田中秀一, 森喜太郎; 体力水準のちがいからみた主観的強度と客観的強度の対応, *体育の科学*, 29(4) : 290—294 (1979)