剣道の運動強度

恵土　孝吉・堀田　陽子*

I　目　　的

一般に，力（筋力）が強いと体力があると言われる。しかし，これは，運動生理学的にみると体力の一部を指しているにすぎず，真の意味で体力を表わしていない。体力は，筋力だけに限らず呼吸循環機能（最大酸素摂取量），スピード，柔軟性，敏捷性など，いろいろの形式で表現される要因で構成されている[6]。

今日，運動生理学的には体力を表わすものとして最大酸素摂取量が用いられている。これは生体の負担度を客観的に表わす生理的指標として信頼性も高い[1,2,4,10,16]。そして，生体に対する運動刺激の強度として酸素摂取水準（% VO_2 max）が用いられている。この酸素摂取水準は，心拍数との間にほぼ比例関係の成立が明らかにされていること[3,5,8,15,16]から，運動中の心拍数を測定することにより，その時の運動がどのくらいの運動強度であるかを推定できる。

一方，仕事量，スピード等を指標とする物理学的な運動強度もある[16]。学校や社会において身体運動を行う者にとって，運動中に生体にかかる負担を客観的に把握できることは心臓麻痺やスポーツ障害から身を守るために極めて大切なことである。しかし，上で述べたような客観的な運動強度指標はある一定条件のもとで，しかも実験的に得られるものであることから身体運動を行う者やスポーツ競技者にとっては「猫に小判」的なものとなっている。身体運動を行う際，生体にかかる運動強度が主観的に把握され，それが科学性と客観性，妥当性を備えていれば，スポーツ競技者にとっては極めて重宝なものとなる。つまり，生理学的な運動強度や物理学的な運動強度が主観的運動強度（Rating of Perceived Exertion. RPE）に置き替えられると非常に便利である。

Borg[13]や他の研究者はRPEを数量化する尺度を決め，それが心拍数，酸素摂取量や物理学的な運動強度と正比例の対応関係にあると報告している。

小野寺と宮下[7]は，BorgのRPEの日本語表現を作成し，日本人を対象にして心拍数，酸素摂取量や物理学的な運動強度との関係を検討した。その結果，トレッドミル走と自転車エルゴメーター駆動においてRPEと心拍水準，酸素摂取水準との間に有意な相関があることを認めた。

更に，宮下等[14]はRPEが全身持久性向上のための運動処方の強度指標として有効であるか否かを検討するため，長時間運動を行った際のRPEの変化およびトレーニング効果についても報告している。

本研究では剣道練習中における運動強度，すなわち心拍数，% HR max（心拍水準）打突本数，移動距離を測定し，検討するとともに小野寺，宮下らが示したRPEを用いて剣道の運動強度との対応関係を明らかにしようとするものである。

II　実験手順

本実験は大学剣道部で通常行われている課外活動を何の条件もつけないで行うものと，課外活動に近い練習内容を時間を一定に設定して行うものとの二つを行った。前者を仮に「通常練習」，後者を「規定練習」とする。

1　通常練習

(1)　被検者

昭和61年9月16日受理

*　金沢市立上平小学校

被検者はアトランダムに選んだ18歳から22歳の金沢大学剣道部員，健康な男子6名である。被検者の身体的特性と経験年数は表1に示す通りである。

表1　被検者の身体的特性と経験年数

氏名	年齢(歳)	剣歴(年)	段位(段)	身長(cm)	体重(kg)
F.O	22	14	3	174.0	66.9
S.K	21	14	3	172.0	63.0
S.N	20	13	4	170.0	71.0
K.N	20	11	3	164.0	66.0
T.Y	21	4	1	165.3	66.0
T.I	18	11	3	174.0	65.0
$\bar{X}$	20.3	11.2	2.8	169.9	66.3
S.D	1.4	3.8	1.0	4.3	2.7

(2)　実験実施期間及び実験場所

昭和60年10月上旬から11月上旬にかけて金沢大学小体育館で実施した。尚，予備実験をこれ以前に数回繰り返し行った。

(3)　練習内容

課外活動としての剣道を主将の指揮に基づいて行った。練習内容の一例を表2に示した。個々の被検者によって練習時間はやや異なるが，表2と大旨同じである。

表2　通常練習（一例）

練　習　内　容	時間 m.s
準備運動	3'00"
面つけ[註1)]	2'50"
連続打ち	6'10"
基本練習	12'30"
試合観戦	18'00"
試合	5'30"
休憩	1'10"
地稽古1	8'20"
休憩	12'00"
地稽古2	9'40"
休憩	1'00"
地憩古3	5'10"
休憩	2'30"
地憩古4	3'30"
元立ち[註2)]	0'40"
休憩	1'20"
掛かり稽古1[註3)]	0'40"
休憩	2'40"
掛かり稽古2	0'40"
元立ち	1'20"
休憩	1'20"
掛かり稽古3	0'40"
休憩	2'00"
掛かり稽古4	0'40"
休憩	1'20"
掛かり稽古5	0'40"
休憩	1'20"
基本打ち	1'20"
	108'00"

註1）手ぬぐいをかぶり，面をつける。
註2）相手の打突をかわしたり，相手の隙を打突したりする。
註3）元立ちを攻めて隙をつくり打突したり，かわしたりする。

(4)　練習状況

課外活動であるため，周囲には練習中の部員が約40名存在し，被検者に十分なスペースがとれなかったが，その状況で他の者と接触しながら練習を行った。（写真1）

写真1　実験風景（通常練習）・練習状況

(5)　心拍数・％HR max の測定

練習中の心拍数は被検者に竹井機器社製心拍メモリー装置を付けて練習を行わせ，10秒毎に連続的に記録した。そして，それを竹井機器社製インターフェイスに挿入して竹井機器社製デジタルプリンターによって1分間当たりの心拍数を算出した。加えて練習内容別に1分間当たりの平均心拍数も算出した。

(6) RPEの調査

RPEはBorgの作成したscaleを小野寺と宮下が邦訳したrating scale（表3）を用い，練習内容別にその運動直後，該当する数字または日本語訳を口頭によって答えさせた。

表3　Japanese scale for rating of perceived exertion and Borg's original scale

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

(7) 打ち込み本数の集計

剣道の練習を行っている被検者を高さ約5ｍのところからＶＴＲカメラで撮影し，打ち込んだ本数を数えた。

(8) 移動距離の測定

練習場所の床の10ｍ×13ｍを縦横1ｍ毎に区切り，1ｍ×1ｍの正方形を中心に左下を1として順に130まで番号をつけた。そして，それを0.5ｍ×0.5ｍの正方形で4区分し，左下をＡ右下をＢ，左上をＣ，右上をＤとした。（写真2）被検者は，この碁盤の目のような床で練習をし，それを高さ約5ｍのところからＶＴＲカメラで撮影した。左足が1区画から1区画に移るとそれを移動と認め，正方形の中心と中心と結ぶ線の長さを移動距離として順次計算した。例えば，1Ａから12Ａまでの移動距離は$\sqrt{1^2+1^2}$で1.4ｍとなる。ただし「連続打ち」のみ移動距離は24.0ｍと決められている。

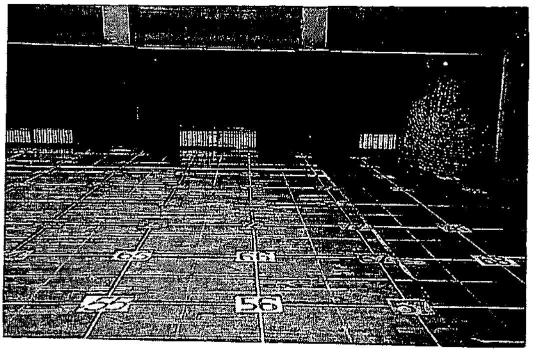


写真2　移動距離の測定図

2　規定練習

(1) 被検者

被検者はアトランダムに選んだ18歳から22歳の金沢大学剣道部員，健康な男子8名である。被検者の身体的特性と経験年数は表4に示す通りである。尚，通常練習と規定練習の被検者には身体的，経験年数に有意な差は認められなかった。

表4　被検者の身体的特性と経験年数

氏名	年齢(歳)	剣歴(年)	段位(段)	身長(cm)	体重(kg)
K.S	22	12	3	175.0	60.0
M.T	21	11	3	173.0	70.0
H.K	20	6	2	173.0	61.0
K.N	20	10	3	172.0	60.0
M.K	20	7	3	172.0	62.0
Y.S	20	13	3	177.0	60.0
S.N	20	13	4	170.0	71.0
S.F	18	7	2	165.6	61.0
$\overline{X}$	20.1	9.9	2.9	172.2	63.1
S.D	1.1	2.9	0.6	3.4	4.6

(2) 実験実施期間及び実験場所

通常練習と並行して昭和60年10月上旬から11月上旬にかけて金沢大学小体育館で実施した。

(3) 練習内容

規定練習の内容を表5のように設定した。設定した内容を検者の合図によって実施した。

表5　規定練習（一例）

練　習　内　容	時間 m.s
準備運動	2'00"
面つけ	3'0"
連続打ち	4'30"
基本練習	10'00"
打ち込み註1)	2'30"
休憩	2'00"
地稽古1	10'00"
休憩	5'00"
地稽古2	7'00"
休憩	4'00"
地稽古3	5'00"
休憩	3'00"
地稽古4	3'00"
休憩	2'00"
掛かり稽古1	0'40"
休憩	2'00"
掛かり稽古2	0'40"
休憩	2'00"
掛かり稽古3	0'40"
休憩	2'00"
掛かり稽古4	0'40"
休憩	2'00"
掛かり稽古5	0'40"
基本打ち	2'00"
	76'20"

註1）相手が機を見て打突部に隙を与えるのでそこを打つ。

(4)　練習状況

練習を行っている者は被検者とその相手の2名のみであるため通常練習とは異なり，十分なスペースで練習を行うことができた。

(5)　心拍数の測定・％HR max・RPEの調査・打ち込み本数の集計並びに，移動距離の測定。

通常練習と同様の方法で行った。

III　結　　果

1　通常練習

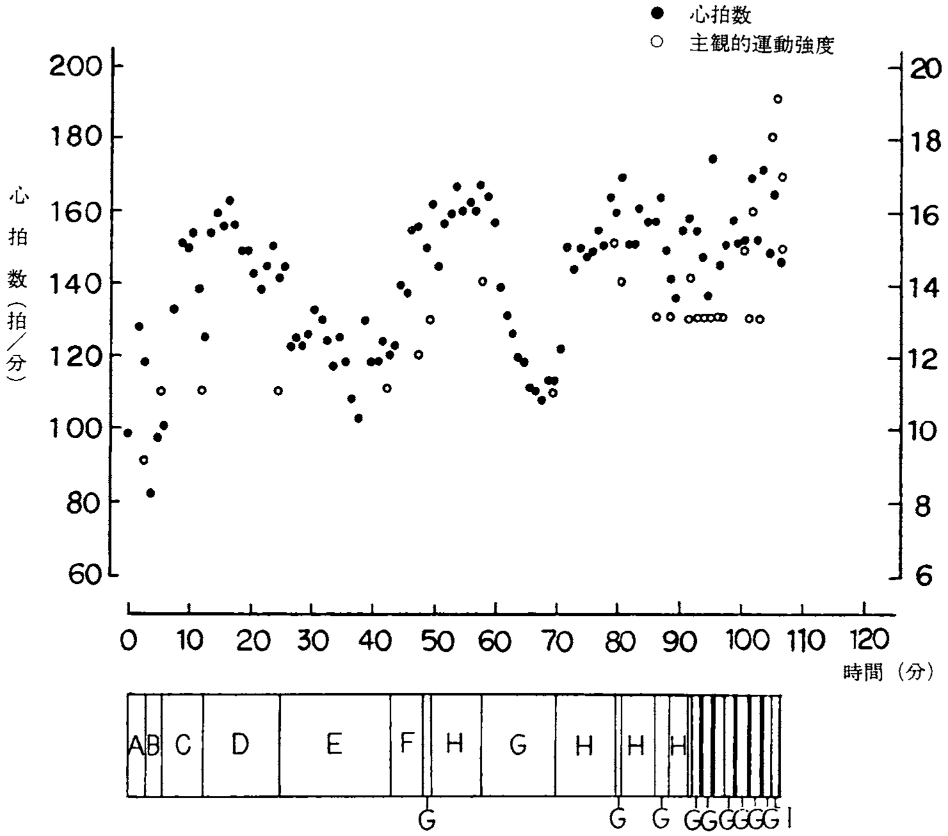
(1)　運動強度

6名の被検者の運動強度の平均値を表6に示した。また，個人の練習内容と運動強度を知るために代表例（無差別抽出）を表7，8，9に示した。更に練習中の心拍数のRPEの概要を示すために代表例を図1に示した。

RPEの平均値は12.7（S. D. 1.2），心拍数の平均値は145.9拍/分（S. D. 5.0）％HR max（心拍水準）の平均値は79.4％（S. D. 2.3）本数の平均値は469.7本（S. D. 30.8），1分間当たりの本数（本数/分）の平均値は8.9本（S. D. 1.4），移動距離の平均値は2,233.6 m（S. D. 324.6），1分間当たりの移動距離(距離(m)/分)は42.9 m（S. D. 3.8）であった。練習時間の平均値は119分30秒（S. D. 13分17秒）であった。

表6　通常練習の運動強度

氏　名	RPE	HR／分	％　HR max	本　数	本数／分	移動距離m	距離m／分	時間
F.O	13.4	149.9	81.9	493	8.0	2743.6	45.3	108'00"
S.K	10.9	138.0	79.8	477	9.1	2278.1	42.5	123'44"
S.N	14.0	147.7	75.4	411	6.6	2273.8	36.0	142'27"
K.N	11.8	141.3	78.5	479	9.0	2512.2	46.3	116'49"
T.Y	13.5	148.2	81.4	464	11.0	1774.3	41.9	105'25"
T.I	12.7	150.0	79.4	494	9.6	2419.7	45.3	120'35"
$\bar{X}$	12.7	145.9	79.4	469.7	8.9	2333.6	42.9	119'30"
S.D	1.2	5.0	2.3	30.8	1.4	324.6	3.8	13'17"



A：準備運動　G：休憩
B：面つけ　H：地稽古
C：連続打ち　I：基本打ち
D：基本練習　■：掛かり稽古
E：試合観戦　□：元立ち
F：試合

図１　通常練習中の心拍数と主観的運動強度の変化（F．O）

表７　通常練習の運動強度（F．O）

練習内容	ＲＰＥ	HR／分	％ ＨＲ max	本数	移動距離m	時間
準備運動	9	114.7	62.7	70	32.7	3'00"
面つけ	11	92.3	50.4	—	—	2'50"
連続打ち	11	140.6	76.8	57	240.0	6'10"
基本練習	11	150.3	82.1	67	567.4	12'30"
試合観戦	11	121.7	66.5	—	—	18'00"
試合	12	146.9	80.3	32	236.1	5'30"
休憩	13	160.3	87.6	—	—	1'10"
地稽古１	14	160.0	87.4	44	383.4	8'20"
休憩	11	124.7	68.1	—	—	12'00"

地稽古 2	15	150.7	82.3	69	453.2	9'40"
休憩	14	171.0	93.4	—	—	1'00"
地稽古 3	13	155.4	84.9	35	264.4	5'10"
休憩	13	153.6	83.9	—	—	2'30"
地稽古 4	14	148.3	81.0	20	138.9	3'30"
元立ち	13	150.0	82.0	1	26.6	0'40"
休憩	13	138.0	75.4	—	—	1'20"
掛かり稽古 1	13	154.0	84.2	18	57.8	0'40"
休憩	13	152.1	83.1	—	—	2'40"
掛かり稽古 2	13	172.0	94.0	13	53.6	0'40"
元立ち	13	160.3	87.6	5	51.1	1'20"
休憩	15	137.1	74.9	—	—	1'20"
掛かり稽古 3	170.0	92.9	23	65.5	0'40"	
休憩	16	160.2	87.5	—	—	2'00"
掛かり稽古 4	13	164.0	89.6	15	52.9	0'40"
休憩	18	162.0	88.5	—	—	1'20"
掛かり稽古 5	19	180.0	98.4	18	61.1	0'40"
休憩	17	162.0	88.5	—	—	1'20"
基本打ち	15	145.5	79.5	6	58.9	1'20"
$\overline{X}$	13.4	149.9	81.9			
S.D.	2.2	18.6	10.3			
合　計				493	2743.6	108'00"

表 8　通常練習の運動強度（S．K）

練習内容	RPE	HR／分	%HR max	本数	移動距離m	時間
準備運動	6	120.9	69.9	74	82.0	2'20"
面つけ	6	87.3	50.5	—	—	4'49"
連続打ち	13	134.2	77.6	52	240.0	5'31"
休憩	11	139.0	80.3	—	—	1'06"
基本練習	11	125.0	72.3	54	380.2	15'51"
試合審判	7	85.8	49.6	—	—	37'13"
地稽古 1	11	146.7	84.8	100	498.8	10'26"
休憩	11	117.4	67.9	—	—	3'33"
地稽古 2	13	153.9	89.0	83	485.0	8'59"
休憩	11	121.7	70.3	—	—	3'34"
地稽古 3	13	155.8	90.1	47	333.9	6'27"
休憩	11	136.7	79.0	—	—	1'32"
元立ち	11	159.4	92.1	0	50.2	1'20"
休憩	11	145.5	84.1	—	—	0'40"
掛かり稽古 1	13	170.0	98.3	17	67.9	0'40"
休憩	13	153.4	88.7	—	—	1'20"
掛かり稽古 2	15	168.0	97.1	17	76.8	0'40"
休憩	13	161.1	93.1	—	—	1'20"
掛かり稽古 3	15	158.0	91.3	20	77.2	0'40"
休憩	11	150.0	86.7	—	—	2'05"
試合審判	7	109.0	63.0	—	—	12'53"
打ち返し	7	138.0	79.8	13	36.1	0'45"
$\overline{X}$	10.9	138.0	79.8			
S．D.	2.6	23.1	13.6			
合　計				477	2278.1	123'44"

表9　通常練習の運動強度（S．N）

練習内容	RPE	HR／分	%HR max	本数	移動距離m	時間
面つけ	11	102.0	52.0	—	—	0'18"
基本練習	13	118.7	60.6	19	123.1	4'10"
試合観戦	11	98.3	50.2	—	—	23'06"
試合1	11	162.4	82.9	20	106.0	2'44"
試合観戦	11	100.3	51.2	—	—	12'44"
試合2	11	150.0	76.5	7	28.7	0'45"
休憩	10	104.4	53.3	—	—	13'53"
地稽古1	13	159.1	81.2	98	395.9	13'07"
地稽古2	13	171.9	87.7	53	261.5	9'04"
休憩	12	140.7	71.8	—	—	1'48"
地稽古3	13	163.3	83.3	39	220.9	7'16"
休憩	12	132.0	67.3	—	—	2'37"
地稽古4	17	174.1	88.8	91	762.9	21'52"
休憩	14	136.2	69.5	—	—	3'07"
掛かり稽古1	17	186.0	94.9	21	89.8	0'40"
休憩	14	154.4	78.8	—	—	3'20"
掛かり稽古2	18	182.0	92.9	18	83.2	0'40"
休憩	13	149.1	76.1	—	—	4'40"
掛かり稽古3	19	176.0	89.8	21	91.9	0'40"
元立ち	19	168.9	86.2	0	31.2	1'20"
休憩	15	139.2	71.0	—	—	2'40"
掛かり稽古4	20	192.0	98.0	22	69.3	0'40"
休憩	17	150.9	76.0	—	—	2'31"
試合観戦	14	141.3	72.1	—	—	1'40"
試合3	14	156.0	79.8	2	9.4	0'15"
試合観戦	13	131.7	67.2	—	—	6'50"
$\overline{X}$	14.0	147.7	75.3			
S．D．	2.8	26.4	13.7			
合　計				411	2273.8	142'27"

(2)　練習内容別にみた運動強度

練習内容別の運動強度を表10に示した。RPEで最も高いのは掛かり稽古の16.0±2.3であり，低いのは準備運動の9.8±2.3であった。

心拍数で最も高いのは掛かり稽古の165.2±18.8であり，低いのは準備運動の129.1±10.7

表10　通常練習の運動強度（練習内容別）

練習内容	RPE	HR／分	%HR max	本　数	移動距離m	時　間
準備運動	9.8±2.3	129.1±10.7	71.2±5.2	72.6±3.4	31.6±1.6	2'26"8±23"3
連続打ち	12.3±1.0	139.2±3.9	76.6±0.8	55.0±2.5	240.0±0	6'08"5±26"3
基本練習	12.6±1.7	136.3±13.9	74.0±8.2	43.2±19.0	316.8±173.6	8'52"4±5'08"2
試合	12.1±1.4	162.2±10.4	86.1±7.0	26.6±17.2*	14.6±91.4*	3'37"3±2'15"7*
地稽古	13.1±1.3	157.3±8.2	85.6±3.9	58.1±27.1*	355.0±174.2*	8'49"5±4'36"0*
掛かり稽古	16.0±2.3	165.2±18.8	89.6±9.2	19.8±3.4*	79.7±13.1*	0'40"0±0*
基本打ち	12.0±3.5	148.9±13.8	82.1±7.3	8.8±4.8	45.1±9.3	1'11"6±17"0

*　1回当りの練習の平均値

であった。

％HR max で最も高いのは掛かり稽古の89.6±9.2であり，低いのは準備運動の71.2±5.2であった。

本数，移動距離（※印）は1回当たりの練習の平均値を示してある。1秒当たりに換算して示せば本数では基本打ちが最も多く，基本練習が最も少なかった。移動距離では掛かり稽古が最も多く，準備運動が最も少なかった。

(3)　練習内容別にみたＲＰＥと％HR max・1分間当たりの本数・1分間当たりの移動距離との関係（表11）

表11　練習内容別にみたＲＰＥと％HR max・本数／分・移動距離／分との関係

A　％HR max

練習内容	相関係数	有意水準
準備運動	r＝　0.57	
連続打ち	r＝　0.14	
基本練習	r＝−0.13	
試合	r＝　0.09	
地稽古	r＝　0.29	
掛かり稽古	r＝　0.47	P＜0.02
基本打ち	r＝　0.43	
休憩	r＝　0.63	P＜0.001

B　本数／分

練習内容	相関係数	有意水準
準備運動	r＝　0.20	
連続打ち	r＝−0.33	
基本練習	r＝　0.74	
試合	r＝−0.21	
地稽古	r＝−0.77	
掛かり稽古	r＝　0.72	
基本打ち	r＝−0.92	P＜0.05

C　移動距離／分

練習内容	相関係数	有意水準
準備運動	r＝−0.02	
連続打ち	r＝　0.27	
基本練習	r＝　0.31	
試合	r＝　0.74	
地稽古	r＝−0.29	
掛かり稽古	r＝　0.53	
基本打ち	r＝−0.05	

A　％HR max

掛かり稽古はｒ＝0.47で2％水準の有意な相関が認められ，休憩はｒ＝0.63で0.1％水準・有意な相関が認められた。その他の練習内容においては有意な相関は認められなかった。

B　1分間当たりの本数（本数／分）

基本打ちはｒ＝−0.92で5％水準の有意な相関が認められた。その他の練習内容においては有意な相関は認められなかった。また有意ではないが連続打ちと地稽古において負の相関がみられた。

C　1分間当たりの移動距離（移動距離／分）

すべての練習内容において有意な相関は認められなかった。

2　**規定練習**

(1)　運動強度

8名の被検者の運動強度の平均値を表12に示した。また個人の練習内容と運動強度を知るために代表例（無差別抽出）を表13, 14, 15に示した。更に練習中の心拍数とＲＰＥの変化の概要を知るために代表例を図2に示した。

ＲＰＥの平均値は14.4(S. D. 0.6)，心拍数の平均値は156.3拍/分（S. D. 7.4)，％HR max の平均値は83.6％（S. D. 2.1）本数の平均値は528.5本(S. D. 49.0)，1分間当たりの本数（本数/分）の平均値は10.7本（S. D. 0.9)，移動距離の平均値は2,499.9ｍ(S. D. 230.3)，1分間当たりの移動距離（距離m/分）の平均値は50.

表12 規定練習の運動強度

氏 名	RPE	HR／分	% HR max	本数	本数／分	移動距離m	距離m／分	時間
K.S	13.8	161.7	83.3	595	12.1	2773.4	56.2	76'20"
M.T	14.3	163.4	86.4	565	11.5	2573.8	52.2	76'20"
H.K	14.3	154.4	82.1	477	9.7	2769.7	56.1	76'20"
K.N	15.8	159.5	85.7	555	11.3	2596.0	52.6	76'20"
M.K	14.4	160.6	83.2	459	9.3	2214.2	44.9	76'20"
Y.S	14.0	158.7	82.6	569	11.5	2564.2	52.0	76'20"
S.N	14.5	150.8	80.2	507	10.3	2286.5	46.3	76'20"
S.F	14.3	140.9	85.4	501	10.2	2221.0	45.0	76'20"
$\overline{X}$	14.4	156.3	83.6	528.5	10.7	2499.9	50.7	76'20"
S.D	0.6	7.4	2.1	49.0	0.9	230.3	4.7	0"

表13 規定練習の運動強度（K．S）

練習内容	RPE	HR／分	% HR max	本数	移動距離m
準備運動	13	144.6	74.5	86	36.1
面つけ	11	119.7	61.7	—	—
連続打ち	13	145.5	75.0	58	240.0
基本練習	11	153.3	79.0	58	441.8
打ち込み	15	174.4	89.9	39	188.0
休憩	11	139.5	71.9	—	—
地稽古 1	17	181.8	93.7	93	539.3
休憩	13	139.2	71.8	—	—
地稽古 2	17	183.3	94.5	80	402.9
休憩	13	144.0	74.2	—	—
地稽古 3	17	185.6	95.7	39	284.4
休憩	13	155.6	80.2	—	—
地稽古 4	15	179.3	92.4	31	164.5
休憩	11	158.5	81.7	—	—
掛かり稽古 1	13	157.5	81.2	18	72.0
休憩	11	158.5	81.7	—	—
掛かり稽古 2	13	171.0	88.1	19	75.0
休憩	11	163.0	84.0	—	—
掛かり稽古 3	15	162.0	83.5	18	83.0
休憩	13	166.5	85.8	—	—
掛かり稽古 4	17	172.5	88.9	22	91.9
休憩	15	171.5	88.4	—	—
掛かり稽古 5	19	172.5	88.9	26	69.7
基本打ち	13	181.5	93.6	8	84.8
$\overline{X}$	13.8	161.7	83.3		
S．D．	2.3	16.5	8.7		
合 計				595	2773.4

表14　規定練習の運動強度（M．T）

練習内容	RPE	HR／分	%HRmax	本数	移動距離m
準備運動	12	130.9	69.3	71	33.6
面つけ	10	121.7	64.4	—	—
連続打ち	12	150.4	79.6	61	240.0
基本練習	12	168.1	88.9	66	442.3
打ち込み	13	183.6	97.1	39	180.6
休憩	11	148.5	78.6	—	—
地稽古 1	13	179.8	95.1	85	523.3
休憩	11	133.8	70.8	—	—
地稽古 2	15	175.7	93.0	47	327.6
休憩	11	144.8	76.8	—	—
地稽古 3	15	176.0	93.1	30	226.8
休憩	11	148.7	78.7	—	—
地稽古 4	16	173.0	91.5	17	136.9
休憩	12	164.0	86.8	—	—
掛かり稽古 1	18	166.5	88.1	23	83.8
休憩	13	172.0	91.0	—	—
掛かり稽古 2	19	169.5	89.7	26	75.2
休憩	13	173.5	91.8	—	—
掛かり稽古 3	19	169.5	89.7	28	78.9
休憩	14	168.5	89.2	—	—
掛かり稽古 4	20	178.5	94.4	31	78.0
休憩	14	168.5	89.2	—	—
掛かり稽古 5	20	171.0	90.5	33	78.7
基本打ち	18	184.0	97.4	8	68.1
$\bar{X}$	14.3	163.4	86.4		
S．D．	3.1	16.8	9.1		
合　計				565	2573.8

表15　規定練習の運動強度（H．K）

練習内容	RPE	HR／分	%HRmax	本数	移動距離m
準備運動	12	131.5	69.9	69	35.9
面つけ	11	121.7	64.7	—	—
連続打ち	13	150.2	79.9	56	240.0
基本練習	13	159.9	85.1	49	518.5
打ち込み	14	174.4	92.8	39	198.6
休憩	12	147.0	78.2	—	—
地稽古 1	14	180.1	95.8	64	561.9
休憩	12	135.2	71.9	—	—
地稽古 2	15	170.1	90.5	44	340.5
休憩	12	139.2	74.0	—	—
地稽古 3	15	164.8	87.7	33	236.9
休憩	13	142.3	75.7	—	—
地稽古 4	14	154.3	82.1	20	127.3
休憩	12	143.0	76.1	—	—
掛かり稽古 1	17	146.0	77.7	17	91.9
休憩	13	168.5	89.6	—	—

掛かり稽古2	18	154.5	82.2	19	90.2
休憩	13	165.5	88.0	—	—
掛かり稽古3	19	150.0	79.8	19	85.8
休憩	13	166.0	88.3	—	—
掛かり稽古4	19	157.5	83.8	21	82.7
休憩	13	167.0	88.8	—	—
掛かり稽古5	20	148.5	79.0	20	86.1
基本打ち	16	168.0	89.4	7	73.4
$\overline{X}$	14.3	154.4	82.1		
S. D.	2.5	14.3	7.8		
合　計				477	2769.7

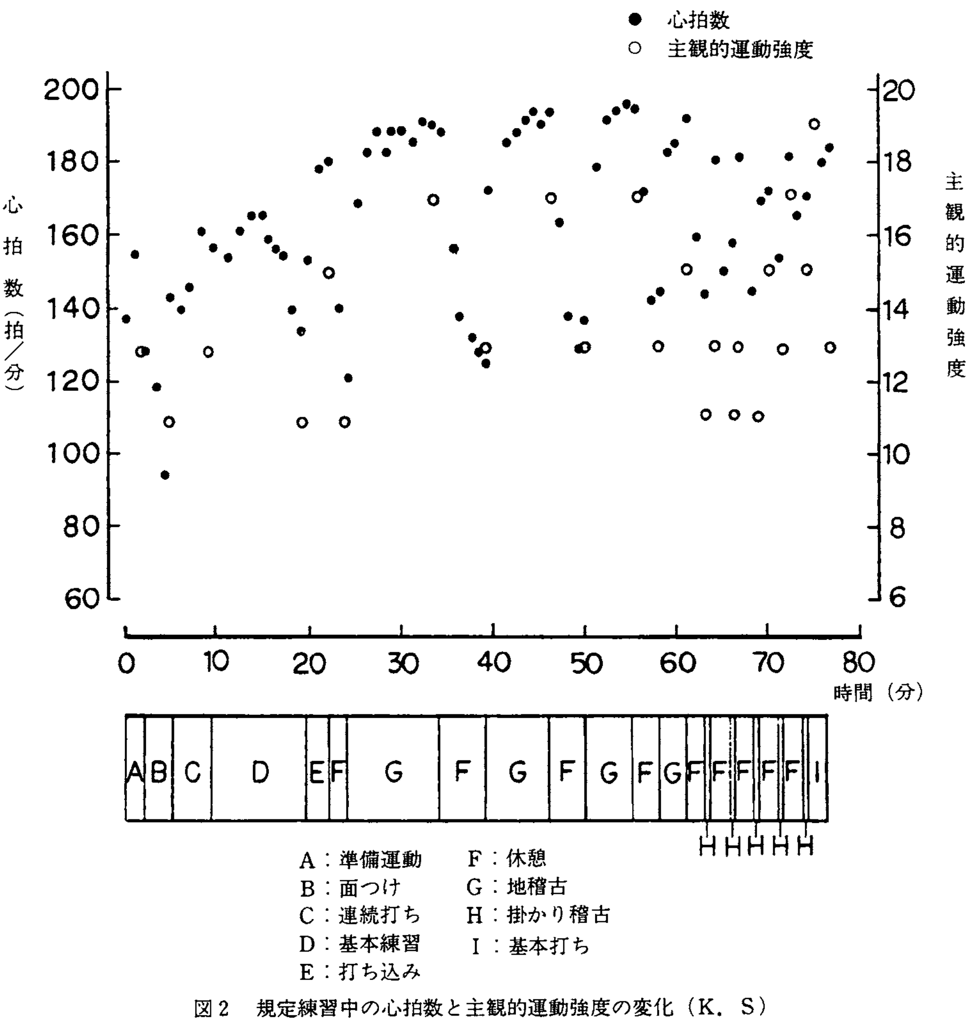


図2　規定練習中の心拍数と主観的運動強度の変化（K. S）

7 m（S. D. 4.7）であった。

練習時間の平均値は 76 分 20 秒（S. D. 0）であった。

(2)　練習内容別にみた運動強度

練習内容別の運動強度を表 16 に示した。

RPE で最も高いのは通常練習と同じく掛かり稽古の 18.0±1.8 であり，低いのは準備運動の 12.0±0.8 であった。

表１６　規定練習の運動強度（練習内容別）

練習内容	RPE	HR／分	% HR max	本　数	移動距離m	時　間
準備運動	12.0±0.8	135.2±8.5	72.6±7.0	73.6±5.7	32.2±4.1	2'00"±0
連続打ち	12.5±0.8	150.2±5.9	80.6±6.1	59.5±2.6	240.0±0	4'30"±0
基本練習	12.4±0.9	160.7±5.2	86.1±4.1	61.9±9.2	450.6±49.6	10'00"±0
打ち込み	14.4±0.7	175.3±7.4	93.9±2.3	39.0±0	176.7±14.9	2'30"±0
地稽古	15.6±1.3	171.4±11.2	91.7±3.7	45.2±24.4*	278.6±137.4*	6'15"±2'37"6*
掛かり稽古	18.0±1.8	162.8±19.3	86.9±7.5	21.1±4.2*	82.2±11.8*	40"±0*
基本打ち	16.0±1.8	172.6±13.0	92.4±4.4	8.5±1.1	75.1±6.2	2'00"±0

※１回当りの練習の平均値

心拍数で最も高いのは打ち込みの 175.3±7.4 であり，低いのは準備運動の 135.2±8.5 であった。

% HR max で最も高いのは打ち込みの 93.9±2.3 であり，低いのは準備運動の 72.6±7.0 であった。

本数，移動距離（※印）は１回当たりの練習の平均値を示してある。１秒当たりに換算して示せば，本数では準備運動が最も多く，基本練習が最も少なかった。移動距離では掛かり稽古が最も多く，準備運動が最も少なかった。

表17　練習内容別にみたＲＰＥと％ HR max・本数／分・移動距離／分との関係

A　% HR max

練習内容	相関係数	有意水準
準備運動	r =　0.77	P＜0.05
連続打ち	r =　0.31	
基本練習	r =　0.43	
打ち込み	r =－0.37	
地稽古	r =　0.45	P＜0.01
掛かり稽古	r =　0.32	P＜0.05
基本打ち	r =－0.13	
休憩	r =　0.68	P＜0.001

B　本数／分

練習内容	相関係数	有意水準
準備運動	r =　0.30	
連続打ち	r =－0.07	
基本練習	r =－0.50	
打ち込み	r =　0	
地稽古	r =　0.45	
掛かり稽古	r =　0.18	
基本打ち	r =　0.15	

C　移動距離／分

練習内容	相関係数	有意水準
準備運動	r =　0.11	
連続打ち	r =　0	
基本練習	r =－0.32	
打ち込み	r =－0.22	
地稽古	r =　0.22	
掛かり稽古	r =　0.03	
基本打ち	r =－0.60	

(3) 練習内容別にみたＲＰＥと％ HR max・1分間当たりの本数・1分間当たりの移動距離との関係について（表17）

A ％ HR max

準備運動は r＝0.77で5％水準の有意な相関，地稽古は r＝0.45で1％水準の有意な相関，掛かり稽古は r＝0.32で5％水準の有意な相関，休憩は r＝0.66で0.1％水準の有意な相関が認められた。その他の練習内容においては有意な相関は認められなかった。

B 1分間当たりの本数（本数/分）

すべての練習内容において有意な相関は認められなかった。基本練習においては有意ではないが，負の相関がみられた。

C 1分間当たりの移動距離（移動距離/分）

すべての練習内容において有意な相関は認められなかった。基本練習と打ち込み，基本打ちにおいては有意ではないが負の相関がみられた。

IV 考 察

1 運動強度

巽[9]は剣道の練習中（70分間）における平均心拍数は147.0拍/分，VO_2 2.06 ℓ/min，％ $\dot{V}O_2$ mox 65.1％（37～70％）であったと報告している。

本実験の剣道の通常練習時間，約120分，規定練習時間，約80分における平均心拍数は通常練習145.9±5.0（％ HR max 79.4±2.3），規定練習156.3±7.4（％ HR max 83.6±2.1）で巽の心拍数とほぼ同じ値を得た。これは練習時間はやや異なるものの平均年齢（20歳）や経験年数（7～11月）段位（2～5段）などがほぼ同じであったためと考えられる。また巽と本実験では練習内容が多少異なるものの剣道の練習形態は大旨個人個人の体力程度によって休憩時間が自由に取れ，しかも攻防動作が自由意志によって可能であるためであると考えられる。

山地[17]は丹羽が調査したデータをもとに剣道の掛かり稽古中の最大酸素摂取量58～70％と心拍数140～160拍/分とは対応するとしている。本実験や巽の報告から大学生における剣道練習の運動強度は最大酸素摂取量に換算すれば58～70％で行っていることになる。したがって本実験結果値145.9～156.3拍/分は多くの研究例から体力の改善に充分となる運動強度ということができよう。しかし対象者（高齢，高段者）が異なると丹羽[10]が認めているように体力の改善となる運動とは必ずしも言えないようである。

一方，本実験の値と他のスポーツ[18]と比較すれば野球のフィールディング151拍/分，ハンドボールのフィールドプレーヤー158拍/分よりやや低いものの水泳（クロール・平泳），テニス105拍/分，バドミントン110拍/分，卓球77拍/分よりも高い値を示している。

さて大学生を対象とした場合には規定練習，通常練習とも心拍数145.9～156.3（％ HR max 79.4～83.6）を示したことから剣道の練習は最大酸素摂取量の58～70％程度の強度ということが考えられる。その中味についてみると，1分間当たりの打突本数は通常練習では8.9±1.4，規定練習では10.7±0.9であり，移動距離は前者が42.9±3.8 m，後者50.7±4.7 mであった。

この点に関して丹羽[10]は中高年者（30～80歳台）の剣道愛好者を対象に5分間の試合稽古における最初の3分間の打ち込み数と歩数を報告している。報告値から平均値を算出してみると打突数は1分間当たり4.2本，歩数88.4歩であり，本実験と比較すると打突数は大巾に本実験の方が多かった。これは「大学生」と「中高年」という被検者の相異と「練習」と「試合」との差から生じたものとも考えられるものの，星川[12]は技能水準の低い試合ほど打突数が多いことを報告しているので，この点から検討すれば本実験値が丹羽よりも多い点は技術水準が低いからとも考えられるのである。

移動距離については先行研究は見当たらず，比較検討はできない。というのは丹羽らが調査した歩数は打突直前における前進後退やとび込

んだ際の移動距離を含めた値であると考えられるからである。

いずれにしても剣道の運動強度は心拍数145.9～156.3拍/分，％HR max 79.4～83.6であり，この値と対応したＲＰＥは12.7～14.4であった。

この結果は小野寺らが示したややきついという表現ＲＰＥの「13」=80％HR maxにほぼ相当していたという報告と類似傾向にあることから練習中のＲＰＥを調査することにより剣道の運動強度を大旨推定できるものと考えられる。

2　練習内容別にみた運動強度

最も高い値を示した項目は通常練習でＲＰＥ，心拍数，％HR naxとも掛かり稽古にみられた。しかし規定練習ではＲＰＥは掛かり稽古，心拍数，％HR maxでは打ち込みにみられた。

（他の研究者では大旨打ち込み練習と，掛かり稽古を同一にしているが，本実験では区別して行った。表2，5を参照）

このことは掛かり稽古や打ち込み練習の運動様式と密接な関係があるものと思われる。すなわち両者とも一種の約束練習で打ち手と受け手に分れて，打ち手のみが一方的に受け手に体力や気力の続く限りに技を続けて出して打ちかかる稽古法であるためと考えられる。

巽[9]は剣道の練習中の最高心拍数は掛かり稽古中に認められたと報告している。また丹羽[10]も掛かり稽古中に各人の最高心拍数にほとんど近い値まで上昇することを認めている。更に，丹羽[11]は青少年の剣道のエネルギー代謝を測定したところ，掛かり稽古が一番大きく，つづいて打ち返し，試合稽古の順に小さくなることを示唆している。したがって，これらの先行研究と本研究結果から推察できることは，剣道の運動として掛かり稽古はかなり運動強度が高い練習法であるといえよう。

3　練習内容別にみたＲＰＥと％HR max・1分間当たりの本数・1分間当たりの移動距離/分との関係

通常，規定練習ともに有意な差が認められたのは％HR maxの掛かり稽古直後の休憩（$P<0.001$）であった。

掛かり稽古は考察2で述べたように受け手と打ち手にわかれて打ち手が一方的にある一定時間（本実験では40秒間）打ち掛かる練習方法であるため，かなりの運動強度となることは経験的にも観察上もよく理解できるところである。

しかし，休憩時に有意な差が認められたことは今後の研究課題であるが，おそらく激しい稽古時の酸素負債の影響と考えられる。

一方，1分間当たりの本数や移動距離とＲＰＥとの間には一例（通常練習の基本打ち$P<0.05$）を除いて有意な相関は認められなかった。

これらの点についても更に詳細な検討が必要ではあるが総括的に述べれば移動する際の運動強度（速さ），打突力の強弱が影響を与えているものと考えられる。

Ｖ　ま　と　め

剣道の練習を行うことによって生体にかかる運動強度を知るために心拍数・％HR max・打突本数・移動距離を測定するとともに小野寺，宮下等が作成したＲＰＥを用いて剣道の課外活動練習中における心拍数・％HR max・打ち込み本数・移動距離との対応関係を検討した。

(1)　剣道の練習においてＲＰＥは12.7～14.4で“ややきつい”状態であり，これに対応する心拍数は145.9±5.0～156.3±7.4，％HR maxは79.4～83.6であった。これらの対応関係は小野寺らが報告した値と類似した傾向であり，剣道においてもＲＰＥの尺度を用いて運動強度を知ることが可能と考えられる。しかし，練習内容別にはＲＰＥは各項目にわたって活用できるとは言い難く，掛かり稽古において活用できるにとどまった。

(2)　剣道の練習で1分間に打突する本数は8.9～10.7（総計469.7～528.5本）本であり，移動する距離は42.9～50.7ｍ（総計2,333.6～2,499.9ｍ）であり，通常練習よりも規定練

習の方が1分間当たり本数で1.8本，移動距離で7.8 m大きい値を示した。

引 用 文 献

1 青木純一郎，高岡郁夫，前島孝，「最大酸素摂取量の80%および65%トレーニングのPerformance，最大酸素摂取量，血中乳酸濃度および心拍数に及ぼす効果」体育科学 1 P 81～90 1973.

2 朝比奈一男，猪飼道夫，石河利寛，スポーツ科学講座 2 スポーツと体力 P 169～178 大修館 1982.

3 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 P 190～194 1971.

4 猪飼道夫，広田公一 スポーツ科学講座 3 運動の生理 P 233～238 大修館 1983.

5 猪飼道夫，山地啓司 「心拍数からみた運動強度―運動処方の研究資料として―」体育の科学 21 P 589～593 1971.

6 浦本政三郎 現代体育 スポーツ大系 第10巻 P 12 講談社 1984.

7 小野寺公一，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 percived exertion の観点から―」体育学研究 21 P 191～203 1976.

8 加賀谷淳子 「心拍数と作業強度」体育の科学 26 P 203～208 1976.

9 巽申直，吉村雅道 「心拍数からみた剣道練習中の運動強度」 武道学研究 12－2 P 44～49 1980.

10 丹羽昇 「剣道中高年者の試合稽古における運動強度について」 武道学研究 12－2 P 29～33 1980.

11 丹羽昇 「青少年の剣道のエネルギー代謝」武道学研究 6－2 P 25～29 1974.

12 星川保 現代体育 スポーツ体系 22 P 30 講談社 1984.

13 Borg, G : Perceired Exertion : a note on "nistory" and methods Med. Sci. Sports. 5－2 P 90～93 1973.

14 宮下充正，小野寺公一，跡見順子 「長時間運動における Rating of Perceived Exertion と生理的反応との対応関係およびそのトレーニングに伴う変化」 体育科学 5 P 83―88 1977.

15 山川純 「心拍数の再現性」 体育の科学 27 P 227～238 1977.

16 山地啓司 運動処方のための心拍数の科学 P 243～246 大修館 1981.

17 山地啓司 運動処方のための心拍数の科学 P 102 大修館 1981.

18 山地啓司 運動処方のための心拍数の科学 P 53 大修館 1981.