

少林寺拳法のトレーニング処方に関する研究 (第4報)

—心拍数による運動強度の推定 (熟練者の場合) —

柳 川 和 優

A Study of Training Prescription in SHORINJI KEMPO Activities IV

— Estimated Exercise Intensity

by Heart Rate of Skilled Players —

Kazumasa YANAGAWA

Abstract

Four skilled members (instructors) of the SHORINJI KEMPO belonging to DOHIN were used as subjects to measure their heart rate (HR) during various specified movements, HR during two hours of practice, maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_2 \text{max}$) and ventilatory threshold (VT). The exercise intensity during the various specified movements was estimated by the regression equation from the HR- $\dot{V}O_2$ relation of the subjects involved. Furthermore, in a two-hour practice duration, the point where the VT is exceeded was measured. The following are the results:

1) It became clear that Exercise Intensity in GOHOU of SHORINJI KEMPO, regardless of skill levels, was strongest in JOCHU-NIRENTSUKI, and then KERI, TSUKI and UWA-UKE in the order of intensity.

2) It was estimated that in order to perform KUMIENBU and RANDORI it is necessary to be able to keep high-power and middle-power.

3) It was estimated that Exercise Intensity of TSUKI and KERI has a certain tendency as the level of technique improves. Furthermore, it was suggested that it is efficient to first enhance basic techniques such as TSUKI and KERI and then the moving technique.

4) It was suggested that it is difficult to improve aerobic capacity by SHORINJI KEMPO Exercise.

I. 緒 言

著者は、これまでに未熟練者、二段を対象にして少林寺拳法の運動強度を明らかにしてきた^{16, 14, 15)}。しかしながら、熟練者(指導者)を対象にした運動強度は未だに明らかにされていない。未熟練者、二段、熟練者の運動強度を明らかにすることにより、技能の優劣に応じた生体負担度を明確に論ずることが可能になってくる。

本研究の目的は、少林寺拳法熟練者における各種動作の運動強度を心拍数(Heart Rate: 以下 HR)より推定し、未熟練者、二段のデータもふまえながらトレーニング処方作成の基礎資料を得ることにある。

II. 方 法

1. 被検者

被検者は、広島基町道院に所属する健康な男子4名である。被検者の身体的特性と武階、及び経験年数を表1に示した。

表1 被検者の身体的特性と武階及び経験年数

被検者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	最大酸素摂取量 (l/min)	最大酸素摂取量 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	換気性閾値 (%V̇O ₂ max)	武階 (段)	経験年数 (年)
Y. K.	19	177.5	82.0	19.1	2.69	32.8	75.0	3	11
N. S.	29	173.0	64.5	11.8	2.36	36.6	44.4	4	12
S. A.	29	165.0	64.5	15.1	2.18	33.8	47.3	5	11
N. Y.	29	172.0	70.5	12.7	2.62	37.2	58.7	5	14
Mean	26.5	171.9	70.4	14.7	2.46	35.1	56.3	4.3	12.0
S. D.	5.00	5.17	8.25	3.26	0.24	2.13	13.88	0.96	1.41

2. 技法の各種動作

1) 3分間連続して行った各種動作

- 移動なし
 - 突 き：開足中段構えからの上段逆突き
 - 蹴 り：開足中段構えからの蹴り上げ
 - 上 受 け：開足中段構えからの上受け
 - 上中2連突き：開足中段構えからの上中2連突き
- 移動
 - 突 き：中段構えで移動しながらの上段逆突き
 - 蹴 り：中段構えで移動しながらの蹴り上げ
 - 上中2連突き：中段構えで移動しながらの上中2連突き
- 組 演 武：2人組での自由演武 (ルール上, 1分30秒から2分以内で終了, この動作のみ3分ではない)
- 防具なし乱捕：防具なし, 寸止めルールでの自由乱捕
- 防具あり乱捕：ヘッドギア, 胴, 金的カバー, 10オンスグローブを着用し, フルコンタクトルールでの自由乱捕

2) 2時間練習時の各種動作

- W-up : 準備運動, ウォーミングアップ
- トレーニング (1st) : 拳立てふせ(30回), 上体起こし(30回), 上体反らし(30回)
- その場で剛法の基本 : その場での剛法 (突き, 蹴り, 受け) の基本練習
- 相対で剛法 : 2人組での剛法の法形練習
- 鎮 魂 : 座禅をしたり信条を唱えたりする

- 法 話 : 道院指導者による法話 (安座して話を聞く)
 トレーニング (2nd) : 拳立てふせ (30回), 屈伸蹴り (20回)
 技の指導 : 道場内をまわりながら実技の指導 (口頭での指導が多い)
 作 務 : 整列して道場内の雑巾掛け

3. 測定項目

1) HR の測定

a. 3分間連続して行った各種動作

連続して行った各種動作の HR の測定は、心拍メモリ装置 (竹井機器工業製: 1850 a 型) により行った。ここでは R-R 間隔を測定し、各々 1 分値に換算した。上述の技法 (移動なし, 移動) の各種動作は、2 秒に 1 回の割合で 3 分間行わせた。また、組演武 (1 分 30 秒から 2 分), 防具なし乱捕 (3 分), 防具あり乱捕 (3 分) は動作を規定することが不可能なため自由に行わせた。各種動作の測定は、十分に時間もしくは日をおき、疲労が残らない状態で行った。

各種動作の定常状態の HR は、以下のようにして決定した。すなわち、呼吸循環系の機能が動作に適応したと考えられる 100 秒以降のデータに関して、連続したデータの最小を 150 個とし、終了時までインクリメントさせた。さらに 1 個ずつデータの開始をシフトし、各々の区間で標準誤差を求めた。ここで求めた標準誤差の最小区間、すなわち最もばらつきの少ない区間の HR の平均値を定常状態の HR とした。

測定時の気温は 14°C~21°C であった。

b. 2 時間練習時の各種動作

日を改め、約 2 時間にわたる練習時の HR の測定を同じく心拍メモリ装置により行った。ここでは 10 秒値を測定し、各々 1 分値に換算した。

測定時の気温は 15°C であった。

2) 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2 \max$), 換気性閾値 (VT), 及び HR- $\dot{V}O_2$ 関係式の測定

さらに日を改め、被検者に自転車エルゴメータ (モナーク社製) を用い

漸増負荷法による exhaustion test を実施した。すなわち、負荷を0～1分の間は 0 KP, 1～2分の間は 1 KP, 2分以降は1分毎に 0.5 KP ずつ増加し、9～12分間で exhaustion に導いた。なお、自転車の回転数は被検者の体力により50, もしくは 60 r/min とした。呼気分析は呼気ガス自動分析装置 (日本電気三栄製: Aerobic Processor 391型) により行い、 $\dot{V}O_2$ max, VT を求めた。また、HR を胸部誘導法により測定開始時から連続して記録し、HR- $\dot{V}O_2$ 関係式を求め、さらに、各種動作の定常状態の HR を HR- $\dot{V}O_2$ 関係式に代入し、 $\% \dot{V}O_2$ max を求めた。

なお、VT は福場ら (1984)⁴⁾ の折れ線回帰分析を $\dot{V}O_2$ と $\dot{V}CO_2$ の関係に適用して算出し、さらに、対応した CO_2 の換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$) の増加を伴わない O_2 の換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}O_2$) の増加するポイントとほぼ一致する事をコンピュータ・グラフィックスにより確認した。

測定時の気温は 13～20°C であった。

4. 統計処理

データ間の関連を検討するためにピアソンの相関係数を用いた。2群間の平均値の差の検定は、対応のない場合の Wilcoxon 検定を用い、3群間の平均値の差の検定には、Scheffe の多重比較検定を用いた。

Ⅲ. 結果と考察

1. HR- $\dot{V}O_2$ の関係

HR- $\dot{V}O_2$ 関係の一例 (被検者 SA) を図1に示した。相関係数 (r) は4名の被検者ともに0.92～0.97と極めて高い相関があり、HR と $\dot{V}O_2$ の間には直線関係が認められた。

2. VT の算出

図2は、VT の算出結果の一例 (被検者 SA) を示したものである。黒丸が $\dot{V}CO_2$, 白丸が $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$, 黒四角が $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$ を示している。

3. 連続して行った各種動作における定常状態の HR

図3は、被検者 SA の連続して行った移動しながらの突きにおける3

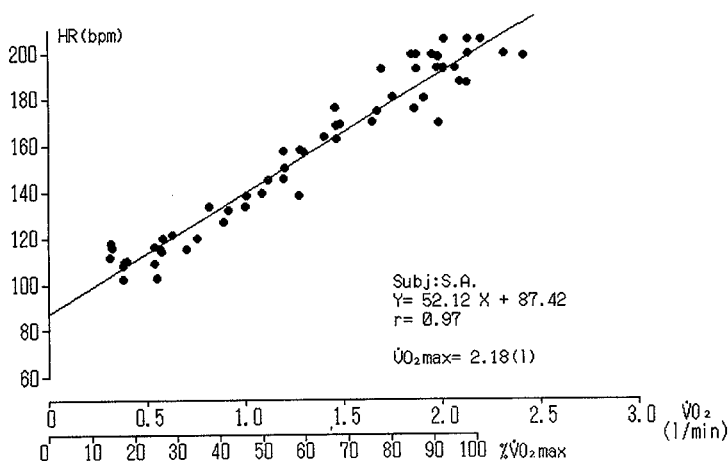


図1 HR- $\dot{V}O_2$ の関係

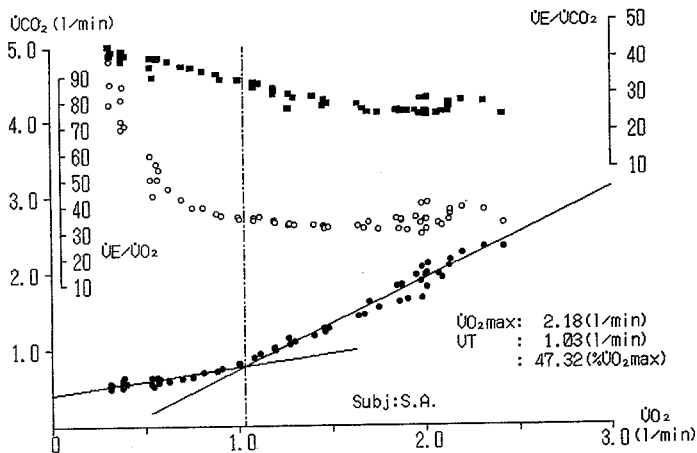


図2 VT の算出

分間の HR の変動と、定常状態の平均 HR を示したものである。動作により差はあるが、各種動作とも60~100秒以降、定常状態になることがうかがえた。

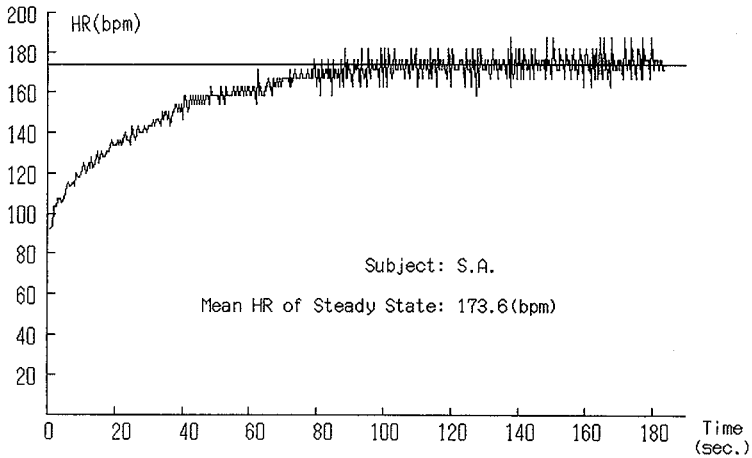


図3 移動しながらの突きのHRの変動

運動強度が AT 以下であるときには6分目の $\dot{V}O_2$ の値は3分目の $\dot{V}O_2$ と等しく, AT 以上では運動強度が増加するにつれて6分目の $\dot{V}O_2$ の値は3分目の値よりも増加することが知られている¹⁰⁾。また, HR と $\dot{V}O_2$ の間には直線関係が認められた (図1)。これらの事により, AT 以上の強度において, 見かけ上 HR の定常状態が認められたとしても, 強度を低く見積もっている可能性がある。しかしながら, 被検者が各種動作のすべてを6分間継続することは不可能である。したがって, 高強度の動作においては, 推定誤差が含まれるものとして論旨を進めていく。

4. 各種動作における推定された $\% \dot{V}O_2 \max$

表2は, 4人の被検者の各種動作, 約2時間練習時の平均値におけ推定された $\% \dot{V}O_2 \max$ を示したものである。

各種動作の $\% \dot{V}O_2 \max$ を4人の被検者の平均値で見ると以下のようになる。その場の動作では, 上受け ($52.8\% \dot{V}O_2 \max$), 突き ($54.7\% \dot{V}O_2 \max$), 蹴り ($64.2\% \dot{V}O_2 \max$), 上中2連突き ($72.9\% \dot{V}O_2 \max$) の順に強度が高くなっている。移動しながらの動作では, 突き ($73.9\% \dot{V}O_2 \max$), 蹴り ($76.9\% \dot{V}O_2 \max$), 上中2連突き ($87.2\% \dot{V}O_2 \max$) の順に強度が高くなって

いる。

少林寺拳法の動作の中で最も高い強度であると思われる組演武，防具なし乱捕，防具あり乱捕の強度の平均値は，97.8% $\dot{V}O_2$ max，104.9% $\dot{V}O_2$ max，109.3% $\dot{V}O_2$ maxであった。このことから，組演武，乱捕のためには，ハイ・パワー，ミドル・パワーの持続能力が必要であると推察される。

表2 少林寺拳法熟練者の各種動作における推定された% $\dot{V}O_2$ max

被検者	その場で				移動しながら			組演武	防具なし乱捕	防具あり乱捕	2時間練習平均値
	突き	蹴り	上受け	上中2連突き	突き	蹴り	上中2連突き				
Y. K.	64.5	68.8	58.7	66.9	75.1	86.0	88.1	109.1	116.3	121.5	58.6
N. S.	68.2	72.0	66.0	80.0	79.7	88.1	96.5	99.3	105.6	111.6	51.2
S. A.	34.4	54.5	42.1	72.2	75.8	66.4	86.0	87.8	96.5	101.5	26.3
N. Y.	51.6	61.3	44.5	72.6	64.8	67.1	78.1	94.9	101.0	102.5	30.1
Mean	54.7	64.2	52.8	72.9	73.9	76.9	87.2	97.8	104.9	109.3	41.6
S. D.	15.28	7.84	11.44	5.38	6.36	11.76	7.56	8.91	8.49	9.33	15.78

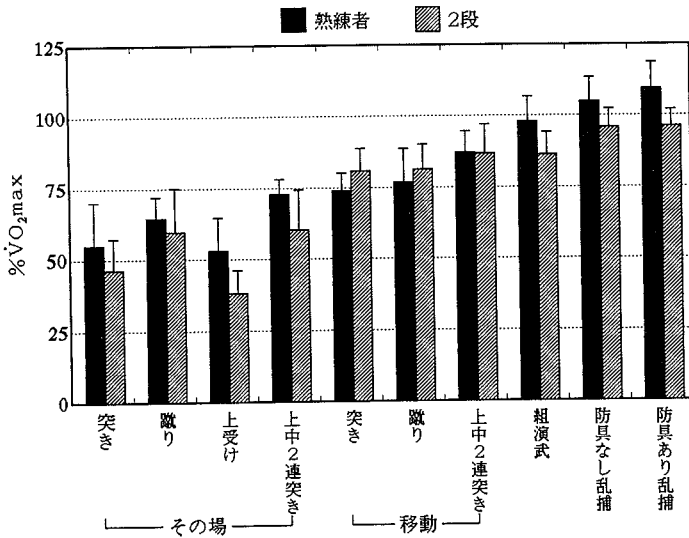


図4 各種動作における推定された% $\dot{V}O_2$ max -1

図4は、各種動作における推定された $\% \dot{V}O_2 \max$ 、及び、以前報告¹⁴⁾した二段における同条件での推定値を棒グラフで表し、標準偏差(SD)をプロットしたものである。熟練者と二段の対応する各データに関して平均値の差の検定(Wilcoxon 検定)を行った結果、どの動作に関しても有意な差は認められなかった。

突き、蹴り、上受け、上中2連突きの4つの動作を比較すると、運動強度の高い方から上中2連突き、蹴り、突き、上受けの順であった。これは、その場での動作も移動しながらの動作も同様であった。また、熟練者も二段も同様であった(未熟練者も同様、図5)。これらの事により、少林寺拳法剛法の運動強度は、熟練度に関係なく強度の高い方から上中2連突き、蹴り、突き、上受けの順であることが明らかとなった。

最も高い強度であると思われる組演武、乱捕の熟練者の強度は、二段よりもかなり高く100%前後の値であった。乱捕に関して強度が100%を越えているが、これは熟練者同士が行ったためであり、熟練者が二段と乱捕を行ったならば、二段よりも強度は低くなるのではないかと思われる。

Oja (1987)⁸⁾らは、トレッドミル走における $\dot{V}O_2 \max$ を100%とすると、自転車駆動のによる $\dot{V}O_2 \max$ は90.5%であったと報告している。この事から、 $\% \dot{V}O_2 \max$ が100%を越えているのは、自転車エルゴメーターを使用して $\dot{V}O_2 \max$ の測定を行った為であると考えられる。すなわち、真の $\dot{V}O_2 \max$ よりも低く見積もった結果であると考えられる。

図5は、図4に未熟練者のデータを加えたものである。なお、組演武、乱捕は、未熟練者が行うことは困難であるため、測定はしていない。熟練者、二段、未熟練者の対応する各データに関して多重比較(Scheffeの検定)を行った結果、その場の上受けの二段と未熟練者に関してのみ1%水準で有意な差が認められた。他の動作に関しては、有意な差は認められなかった。

その場の動作4項目に関して、二段、熟練者、見習の順に運動強度が高くなっている。実験前の仮説では、見習、二段、熟練者と技能レベルが上

がるに従って運動強度が低くなるものと考えていたが、意外な結果であった。

5. 技能差による運動量の違い

図6は、図5における各動作の移動とその場の $\dot{V}O_2\max$ の差を取ったものである。突き、蹴り、上中2連突きにおいて、移動とその場の運動強度の差の平均値は、熟練者：15.4% $\dot{V}O_2\max$ 、二段：27.9% $\dot{V}O_2\max$ 、見習：13.2% $\dot{V}O_2\max$ であった。熟練者、二段、未熟練者の対応する各データに関して多重比較 (Scheffe の検定) を行った結果、3つの全動作の平均値 (熟練者と二段) において 5% 水準で有意な差が認められた。また、3つの全動作の平均値 (二段と未熟練者) において 1% 水準で有意な差が認められた。二段が熟練者よりも運動強度の差が大きかったのは、移動に伴う無駄な動作があった為ではないかと思われる。また、見習が二段よりも同様の差が小さかったのは、移動を伴うと満足に突き蹴りができなくなる為と考えられる。この事から、突き、蹴りの運動強度は、技能の向上に

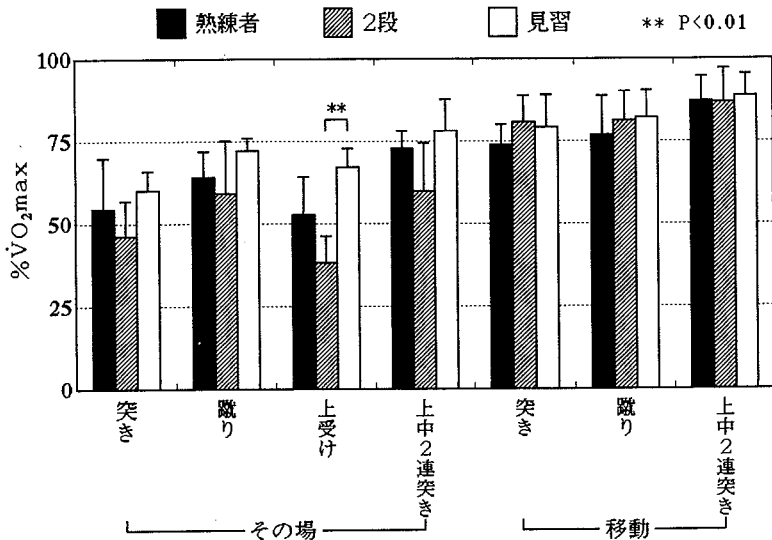


図5 各種動作における推定された% $\dot{V}O_2\max$ -2

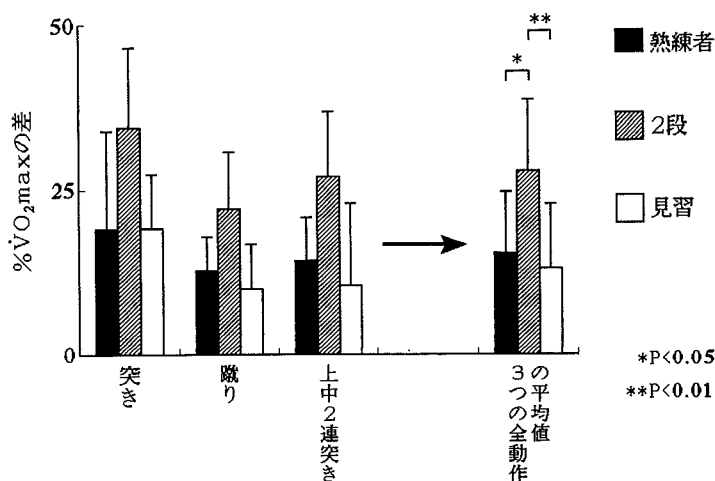


図6 各種動作における推定された $\% \dot{V}O_2 \max$ の差（移動—その場）

より特有の傾向を示す事が推察された。

図7は、図6の結果を説明するための技能差における運動量（突きを例）の概念図である。黒の棒が突きに必要な運動量、黒の楕円が突きに伴う無駄な運動量、白の棒が上級者の突きに必要な運動量、斜め線の棒が移動に必要な運動量、斜め線の楕円が移動に伴う無駄な運動量、矢印が移動とその場の差の運動量を示している。

熟練者の移動の運動量は、突きに必要な運動量と速いスピード、大きな気合い等、上級者に余分に必要な運動量、移動に必要な運動量の和であると考えられる。二段が熟練者よりも運動強度の差が大きかったのは、移動に伴う無駄な動作の運動量が多かった為ではないかと考えられる。また、見習が二段よりも運動強度の差が小さかったのは、移動を伴うと満足に突き蹴りができなくなる為ではないかと考えられる。これらの事から、まず突きの技術を高め、突きの無駄な動作をなくし、次に、移動の技術を高め、移動の無駄な動作をなくす事が技能上達の過程であると示唆される。すなわち、黒および斜め線の楕円部分をなくしていくと言う事である。

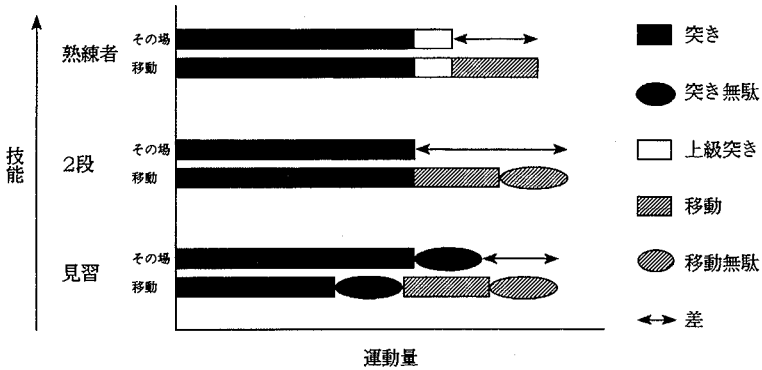


図7 技能差における運動量の概念図

6. 2時間練習時における HR の変動

図8は、約2時間練習時における HR の変動の一例（被検者 SA）を示したものである。被検者 SA の VT は141拍/分であり、トレーニング、その場で剛法の基本練習、相対で剛法の練習、技の指導の一部でこれを越えていた。HR の変動に関しては、他の被検者も同様な傾向であった。

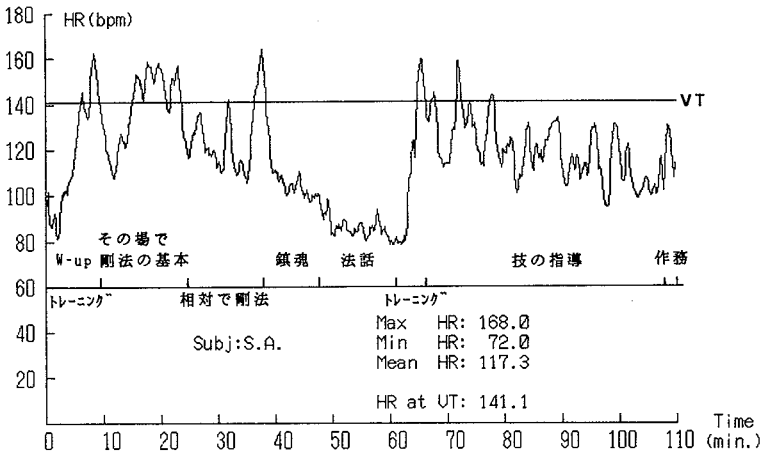


図8 約2時間練習時における HR の変動

表3 約2時間練習中におけるVTを越えた時間及び割合

見習				2 段				熟練者			
被検者	(分)	(%)	5分間連続越えた回数	被検者	(分)	(%)	5分間連続越えた回数	被検者	(分)	(%)	5分間連続越えた回数
Y. S.	9.3	7.8	0	T. D.	41.5	37.6	0	Y. K.	18.7	16.4	1
H. T.	66.5	55.0	3	F. K.	12.3	11.2	0	N. S.	62.7	55.1	3
T. I.	24.5	20.9	0	N. A.	6.7	6.0	0	S. A.	16.2	14.7	0
T. T.	29.0	24.9	0	S. K.	25.3	21.3	1	N. Y.	5.7	5.2	0
				S. O.	5.3	4.8	0				
Mean	32.3	27.1		Mean	18.2	16.2		Mean	25.8	22.9	
S. D.	24.3	19.9		S. D.	15.2	13.6		S. D.	25.2	22.1	

表3は、約2時間練習中におけるVTを越えた時間、及び割合を示したものである。この表は、比較のために以前報告^{15,16)}した見習、二段のデータも加えた。なお、先行研究では、折れ線回帰分析を $\dot{V}O_2$ と $\dot{V}E$ の関係に適用してVTを算出したものであるが、表3の見習、二段のデータは、 $\dot{V}O_2$ と $\dot{V}CO_2$ の折れ線回帰分析により算出したVTにより、再度計算し直した結果である。

約2時間練習中に熟練者がVTを越えた割合は、5.2%~55.1%、また、5分間連続してVTを越えた回数は、0~3回と被検者によりかなりばらつきが見られた。また、3グループとも5分間連続してVTを越える場面は多くは見られなかった。熟練者の場合、前に出て指導する場面が多く、被検者により、精神的な緊張感もHRに影響しているものと推察される。

これまでの多くの研究によると^{2,3,5,6,7,9,11,12)}、有酸素的作業能力を改善するためには、少なくとも無酸素性作業閾値(AT)、もしくはそれを越える作業強度が必要であると言われている。また、American College of Sports Medicine (1978)¹⁾は、有酸素的作業能力を維持向上するためのトレーニング条件として、強度：50~85% $\dot{V}O_{2max}$ 、時間：15~60分、頻度：3~5回/週を推奨した。一方、体育科学センター¹³⁾は全身持久性を高

めるためには、5～10分の運動ならば、 $\dot{V}O_2\max$ の60～70%以上の酸素摂取水準が必要であり、時間が長くなってくれば必要強度は低くなっていく、と報告している。

これらの事から、有酸素的作業能力を改善するためには、少なくともAT、もしくはそれを越える強度で、連続して5～10分以上は運動する必要があると考えられる。約2時間練習時において熟練者のHRがVTを越える場面は、1名を除いてほとんど見られなかった。また、未熟練者、二段においても同様の結果であった(表3)。これらの事から、少林寺拳法の練習においては有酸素的作業能力は改善されにくい事が示唆される。したがって、有酸素的作業能力の改善のためには、現在行っている練習とは別のトレーニングプログラムの導入が必要であると考えられる。

IV. 総括

道院に所属する熟練者(指導者)4名を対象とし、少林寺拳法の各種動作のHR、約2時間練習時のHR、及び $\dot{V}O_2\max$ 、VTを測定した。また、被検者のHR- $\dot{V}O_2$ 関係式を求め、それらの回帰方程式から各種動作の運動強度を推定した。さらに、2時間練習時においてVTを越える時間、及び割合を算出した。その結果、次の事が明かとなった。

- 1) 少林寺拳法剛法の運動強度は、熟練度に関係なく強度の高い方から上中2連突き、蹴り、突き、上受けの順であることが明かとなった。
- 2) 組演武、乱捕のためには、ハイ・パワー、ミドル・パワーの持続能力が必要であると推察された。
- 3) 突き、蹴りの運動強度は、技能の向上により特有の傾向を示す事が推察された。また、技能上達の為には、まず突き、蹴り等の基礎技術を高め、次に、移動の技術を高める事が有効であると示唆された。
- 4) 少林寺拳法の練習においては、有酸素的作業能力は改善されにくい事が示唆された。

文 献

- 1) American College of Sports Medicine: The Recommended Quality and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Fitness in Healthy Adults. *Med. Sci. Sports*, 10:VII~X, 1978.
- 2) Davis, J. A., M.H.Frank, B. J. Whipp and K. Wasserman: Anaerobic threshold alteration caused by endurance training in middle-aged men. *J. Appl. Physiol.*, 46:1039-1046, 1979.
- 3) Denis, C., D. Dormois and J. R. Lacour: Endurance Training, Vo₂max and OBLA: A Longitudinal Study of Two Different Age Groups. *Int. J. Sports Med.*, 5:167-173, 1984.
- 4) 福場良之, 磨井祥夫, 菊地邦雄, 笹原英夫: 換気性 anaerobic threshold 決定方法開発の試み. *体力科学*, 33: 213-216, 1984.
- 5) Gibbons, E. S., G. T. Jessup, T. D. Wells and D. Werthmann: Effects of various training intensity level on anaerobic threshold and aerobic capacity in females. *J.Sports Med.*, 23:315-318, 1983.
- 6) 加賀谷淳子: エアロビック運動の強度をどう決めるか. *体育の科学*, 37: 734-741, 1987.
- 7) 加賀谷淳子, 上谷千秋: 下腿血流量と無酸素性作業域値に対するトレーニングの影響. *体力科学*, 34: 461, 1985.
- 8) Oja, P., Kukkonen-Harjura, K., Nieminen, R., Vuori, I. and Pasanen, M.: Cardiorespiratory strain of middleaged men in mass events of long-distance cycling, rowing, jogging, and skiing. *Int. J. Sports Med.*, 8:45-51, 1987.
- 9) Ready, A. E. and H. R. Quinney: Alteration in anaerobic threshold as the result of endurance training and detraining. *Med. Sci. Sports Exercise*, 14: 292-296, 1982.
- 10) Roston, W. L., Whipp, B. J., Davis, J. A., Effros, R. M., and Wasserman, K.: Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in man. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 135:1080-1084, 1987.
- 11) Sady, S., V. Katch, P. Freedson and A. Weltman: Changes in metabolic acidosis: Evidence for an intensity threshold. *J. Sports Med.*, 20:41-46, 1980.
- 12) Sjodin, B., Ira Jacobs, and Jan Svedenhag: Changes in Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA) and Muscle Enzymes After Training at OBLA. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 49:45-57, 1982.
- 13) ㈱体育科学センター: 健康づくり運動カルテ. 講談社, 東京, 1976, 52.

- 14) 柳川和優, 川村毅, 西村栄蔵, 田中啓之: 少林寺拳法のトレーニング処方に関する研究—心拍数による運動強度の推定—. 20周年記念論文集, 895-907, 1988.
- 15) 柳川和優, 川村毅, 西村栄蔵, 田中啓之: 少林寺拳法のトレーニング処方に関する研究(第2報)—練習時における心拍数の変動—. 広島経済大学研究論集, 11(1): 133-145, 1988.
- 16) 柳川和優, 宮広重夫, 川村毅: 少林寺拳法のトレーニング処方に関する研究(第3報)—心拍数による運動強度の推定(未熟練者の場合)—. 広島経済大学研究論集, 13(1): 77-96, 1990.

(本研究は、平成七年度広島経済大学特定個人研究費助成のもとに遂行された)。