

6-1. 女子柔道の練習に対する血液生化学からの検討

電気通信大学	水田拓道
筑波大学	芳賀脩光
東京学芸大学	貝瀬輝夫
日本女子大学	安藤慶子
講道館	二星温子
"	老松信一
早稲田大学	大沢慶己

I 目的

女子柔道は嘉納治五郎師範により身体にとって効果的な面を生かすと共に、男子の場合と比較しより安全性を高めるために創意・工夫がなされて来た。しかし、今日、その乱取り練習においては女子の試合が認められたことにより、より活動性が高いものになってきている。

これまで女子柔道については有酸素的作業の面から有段者と無段者について比較検討され(1978, 芳賀他)⁵⁾, また女子にとって柔道練習はどの程度の生理的負担になりうるかをみるために、酸素摂取量及び心拍数の面から検討されてきた(1975, 芳賀他)⁴⁾。その結果、強度は有酸素的作業能の80%にもおよび、心拍数も1分間170拍/分と最大限に近い運動であることをみてきた。こうしたことをふまえ本研究では柔道の練習が女性の特性にもたらす影響をみるために血液性状やホルモン系から生化学的検討をすることを目的とした。

II 方法

1. 被検者

表1 女子柔道選手の身体的特徴

Subj.	Age	Height	Weight
H. S.	22	172	71.5
H. F.	26	169	67.0
M. S.	24	165	63.5
H. K.	17	157	64.5
T. N.	25	160	58.5
T. T.	23	160	57.5
K. I.	42	156	58.0
M. T.	28	160	49.0
\bar{M}	25.6	162.4	61.2
(SD)	(6.8)	(5.3)	(6.6)

被検者は全日本女子柔道選手で国際試合等出場のため、強化の対象になっている者8名で身体的特徴は表1に示した通りである。被検者の大部分は17~28歳の者であったが、42歳の者1名も含まれ、平均年齢は25.6歳であった。身長は162.4cm, 体重は61.2kgであった。なお、被検者は東京都区内、都近県に在住するものであった。

2. 実験手順

実験は前夜から講道館に宿泊し、当日測定は表2に示したように合計5回実施した。

測定 1. 午前7時起床, 排尿後安静状態において静脈血を採血, 同時に血圧, 心拍数の測定, また身長, 体重を測定した。

測定 2. 7時30分, 朝食(トースト2枚とコー

表2 測定手順

6:30	安静に寝たまま	
7:00	起床	(測定) 1
7:30	朝食	
9:00	練習前の測定	(測定) 2
9:30	練習開始	
11:30	練習終了	(測定) 3
12:00	昼食	
13:30	練習前の測定	(測定) 4
14:00	練習開始	
16:00	練習終了	(測定) 5

表3 女子柔道における練習内容

午前の練習 (固技)		
準備運動	約10分	
固技の補強運動	約15分	
固技の練習		
30秒間のおさえ込みの練習		
攻撃の練習		
固技の乱取	4分×10本	約50分
懸練習	20回×5本	
午後の練習 (投技)		
準備運動		
懸練習	20回×5本	
移動打込		
約束練習	15分	
乱取	5分×10本	
整理運動		

表4 各測定毎の体重の変化

G..Get up (起床直後) B..Before (練習前) A..After (練習後)

Subj.	Weight 1 (G)	2 (B)	3 (A)	4 (B)	5 (A)
H. S.	71.5	72.5	71.0	72.2	71.0
H. F.	67.0	67.3	66.0	67.0	66.0
M. S.	63.5	64.0	62.3	63.0	61.5
H. K.	64.5	65.0	63.2	65.0	65.0
T. N.	58.5	59.0	58.5	59.0	58.0
T. T.	57.5	59.0	58.0	58.5	58.0
K. I.	58.0	58.5	57.4	58.4	58.0
M. T.	49.0	49.0	48.5	48.5	48.0
\bar{M}	61.2	61.8	60.6	61.5	60.7
(SD)	(6.6)	(6.6)	(6.3)	(6.6)	(6.5)

ヒー) をとり、その後9時～9時30分に上記の測定をおこなった。

測定 3. 午前の練習直後に測定。

測定 4. 昼食は正午から30分以内 (カツ丼) にとり、その後13時30分～14時に測定。

測定 5. 午後の練習直後に測定。

3. 練習内容

午前 (2時間)、および午後 (2時間) の練習内容は表3に示した。練習は3名の女子柔道指導員の指導のもとに実施された。

III 結果

表4は各測定毎による体重の変化を示したものである。平均値からみると、午前の練習の結果、

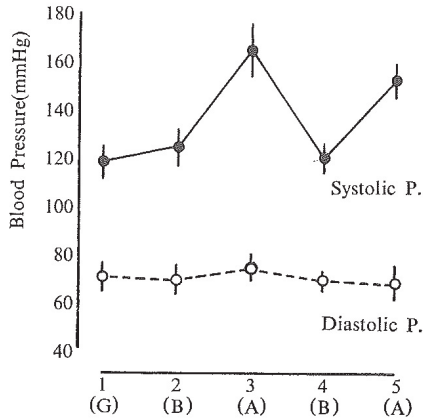


図1 各測定毎の血圧の変化

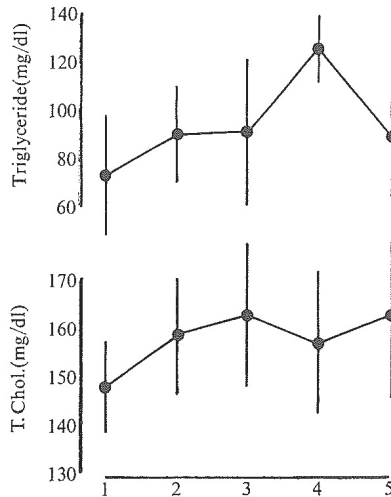


図2 各測定毎のトリグリセライドおよび総コレステロールの変化

練習前の 61.8 kg から 60.6 kg と 1.2 kg の減少, また, 午後は練習前 61.5 kg から 60.7 kg と 0.8 kg の減少を示した。

図1は血圧についての結果を示したものである。起床直後及び朝食, 昼食後の安静時においては収縮期血圧ではほぼ 120 mmHg ほどであった。しかし, 午前, 午後の練習直後においては 160 mmHg に上昇, 拡張期血圧は安静時の場合も, 午前, 午後の練習直後の場合もほぼ 70 mmHg を示し, ほとんど変化はなかった。

次に血液性状の分析結果からみると, 食物として摂取されたタンパク質は肝臓でアルブミンに合成され, 血漿浸透圧を維持し水分のバランスをとる働きがある。アルブミンはその一部が再びアミノ酸となり, 種々の酵素の働きによって尿素サイクル (Krebs-Henselei サイクル) に入り, 尿素が生成される。尿素は腎機能をみる一つの指標である。本測定の結果, アルブミンはいずれも 3.8~4.0 mg/dl で安静時, 食後, および練習直後においていずれも変動はなく正常領域内にあった。また尿素についても同様の傾向にあり, 11.4~14.1 mg/dl 内にあった。血清クレアチンもその上昇は腎障害の確実な指標とされており, 起床時 3.8 g/dl の値と比較し, 練習後は 3.8 g/dl と変化はなかった。尿酸は健常者の場合, 正常値は 2.6~6.0 mg/dl (女性) であるが, 本研究では2回の練習後共に 2.4~3.6 mg/dl を示し, 安静時と比較し著明な変化はなかった。日間変動は平均 1.2 mg/dl であって運動による影響は認められなかった。

血中脂質には, いわゆる中性脂肪としてのトリグリセライド, リン脂質, 遊離脂肪酸, および誘導脂質であるコレステロール等が含まれる。食事時に摂取される脂肪は大部分トリグリセライドであるがこれはカイロマイクロンとなって血中に入る。図2はトリグリセライドの変化をみたものであるが, 起床直後は 73 mg/dl で低い。しかし, 朝食後は 90 mg/dl に上昇し, また「かつ丼」を摂取した昼食後1時間後は 127 mg/dl と更に上昇した。この値は練習後はおよそ 90 mg/dl となり, 練習による影響はみられなかった。

総コレステロールは生体のエネルギー需要量が増大した場合はリパーゼによる加水分解によって遊離脂肪酸に分解され, アデノシン三リン酸 (ATP) の産生に関与するが, 起床直後にいくぶん低い値を示しながらも柔道練習による変動はない (図2)。

同時に, リポ蛋白の中に存在する高比重リポ蛋白 (HDL コレステロール) は最近動脈硬化の予

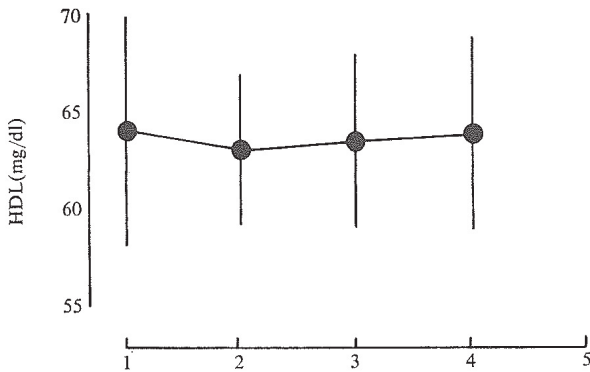


図3 各測定毎のHDLコレステロールの変化

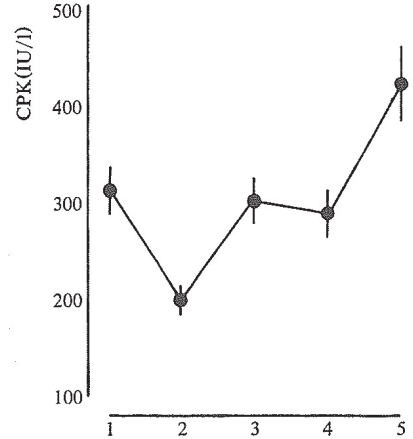


図4 各測定毎のクレアチンホスホキナーゼの変化

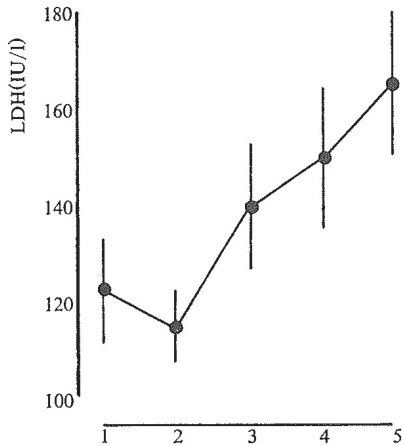


図5 各測定毎の乳酸脱水素酵素の変化

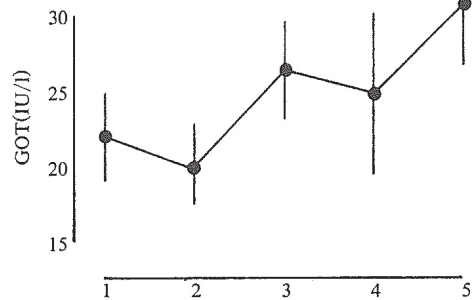


図6 各測定毎のグルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼの変化

防因子として注目されているが、それは平均 64 mg/dl であった。しかも、安静時および食後、練習後による値においては著明な変化はなく、総コレステロールの場合とほぼ同じ傾向であった(図3)。

一般に、筋運動をおこなう場合、クレアチンホスホキナーゼ (CPK) は筋収縮時に生じるローマン反応の中でクレアチンリン酸に作用し、活性リン酸を分離すると共に、これをアデノシン二リン酸 (ADP) に結合させ、ATP を合成させる役割を持つ重要な酵素である。この結果を図4に示したが、朝食後安静時の 195 IU/l から午前練習後 297 IU/l と増大した。昼食後 287 IU/l とわずかに低下するものの午後練習後は 421 IU/l と更に著明な増大を示した。

乳酸脱水素酵素 (LDH) は補酵素 NAD の共役下において乳酸とピルビン酸の相互転換を触媒する酵素である。図5からみると、起床直後 122.5 IU/l から朝食後 114.8 IU/l, 午前練習後 140.0 IU/l, 昼食後 193.1 IU/l, 午前練習後 165.5 IU/l へと1日の練習の中で増加を示した。

グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT) は心筋の中に含まれ、アミノ基を移す酵素であるが運動によって多少の変動をする。本測定の結果は図6に示したが、練習によって増大し、午前の練習よりも午後の練習において高い値を示している。

血中トリイオドサイロニン (T_3), 血中サイロキシニン (T_4), および血中甲状腺刺激ホルモン (TSH) はほとんど変化がなかった。

IV 考 察

アルブミン, 尿素, 血清クレアチニン, 尿酸, トリグリセライド, 総コレステロール, HDL コレステロール等の値においても特記すべき変化はみられず, いずれも正常領域にあった。そこで, 変動がみられたものについて検討すると血清 CPK 活性値は個人差が大きく, 一概にその大小について論ずることは出来ないが, 一般には, 毎日マラソントレーニングをしている人達においては高く (107.4 ± 39.6 IU/ml, $n=37$), また座業に従事し, 日頃運動をしていない人々のそれは低い (84.3 ± 45.8 IU/ml, $n=38$)⁸⁾ ことが知られている。従って, 運動によって CPK 活性値は上昇すると考えられよう。また, これまでの報告で, 女子大生による運動クラブの合宿練習 (テニス) の結果では, 合宿前値が約 50 IU/ml ほどであるが, 合宿最終日には 400 IU/ml にもなる⁷⁾ ことが知られている。個人的には 600 IU/ml になる者もみられている。こうしたことを考えれば女子の柔道の練習においてはその上限値を越えるものではないものと考えられる。

次に, LDH についてはバイオプシイによる筋 LDH 活性値をみるのが望ましい。しかし, 一般には, 血清中に逸脱した酵素を測定し, 筋中に生じたメカニズムを推察するわけである。これまでの結果では, 運動による血清 LDH イソ酵素の変化は運動の強度, 時間, 頻度によってその違いを生ずるとする報告⁹⁾ もある。また, その中で, 特に運動強度の影響は大きく, $\dot{V}O_2 \text{ max.}$ の 80%, 90% の負荷では著明に増加するという報告¹⁰⁾ もある。しかし, 反面, LDH 活性値は運動強度を必ずしも反映しないという報告^{1,2)} もある。

こうした面からみると運動による血清 LDH イソ酵素の大きさから運動量の大小を決めることは困難であろう。すなわち, 血清 LDH からは運動強度や持続時間の間に一様の関係を述べることはまだ充分ではない。

次に血中 GOT についてみると, これは運動強度によって増加することが報告³⁾ されている。こうした GOT は運動時の場合, 特に心筋由来のものと考えられるが, 女子柔道の場合においても午後の立技の練習になるに従い増加した。これまで女子柔道における練習中の心拍数は懸練習時で 160~170 拍/分, 乱取り練習時で 170~180 拍/分と循環系に及ぼす負荷としては相当に大きな強度になることが報告⁵⁾ されているが, GOT に及ぼす影響は正常の範囲を越えるものではない。しかし, GOT の消長の変化は, なお, 運動直後に起るばかりでなく, 運動終了数時間後, 数日後への影響もみなくてはならず, 更に運動時間との関係も考慮しなくてはならないと考えられる。

本研究の結果から, 血液生化学的検査による各項目の変動は総じてその正常な生理的範囲内にあり, 女子柔道の練習は女性にとって決して過負荷となるものではないと思われる。しかし, 練習が一定期間長く続く合宿時や, 女性がおこなう他のスポーツ種目の結果と比較を加えて検討しなければならないであろう。

本研究の被検者の中に 42 歳のものが 1 名含まれたが, 起床直後, 安静時では尿素窒素 16 mg/dl, 尿酸 4.0 mg/dl, トリグリセライド 57 mg/dl, 総コレステロール 145 mg/dl, HDL コレステロール 61 mg/dl, CPK 87 IU/l, LDH 85 IU/l であった。収縮期血圧は 112 mmHg, 拡張期血圧 74 mmHg であった。これらの値は 10 歳代, 20 歳代の人とほとんど同じ値であり, 加齢による影響をみだすことは出来なかった。こうしたことからみると女子柔道において練習を長くつづけることは防衛体力, 行動体力の向上, すなわち健康の維持増進, 体力の改善ということからみて望ましく,

また、老化防止の上にも大いに役立つものと考えられる。

V 結 論

1. 全日本女子柔道選手で国際試合等の強化の対象になっている者8名について血液生化学的検査をおこない、柔道の練習が身体に及ぼす影響を検討した。
2. 採血は起床直後、朝食後、午前の練習(寝技)直後、昼食後、午後の練習(立技)直後の5回実施した。
3. アルブミン、尿素、血清クレアチン、尿酸等は安静時、運動直後共に変化はなく正常範囲内であった。
4. 血中脂質のなかではトリグリセライド、総コレステロール、HDL コレステロール等においても同様に練習の前後で変化はなく、その値は正常範囲内であった。
5. しかし、クレアチンホスホキナーゼ(CPK)、乳酸脱水素酵素(LDH)、グルタミン酸オキサリ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)等は運動によって上昇を示した。特に、午前の寝技の練習直後の値に比較し、午後の立技の練習直後の値がより高くなることを示した。
6. ホルモンに関して、すなわち、血中トリイオドサイロニン(T_3)、血中サイロキシニン(T_4)、および甲状腺刺激ホルモン等に関しては、安静時、運動時共に変化はなかった。
7. 被検者の中で、長年女子柔道をおこなっている42歳の女性の場合、尿酸、トリグリセライド、CPK、LDH、収縮期血圧、拡張期血圧のいずれの項目においても20歳代の値を示した。女子柔道は中高年齢層の健康や体力の維持・増進という面からも望ましいものと考えられる。
8. 以上のことから、柔道の練習は女性にとって過負荷となるものではなく、かつ中年者層における運動としても有効なものと考えられる。

参考文献

- 1) Bass, A., K. Vondra, R. Rath, V. Vitek, J. Teisinger, and E. Mackova: Enzyme activity patterns of energy supplying metabolism in the quadriceps femoris muscle (Vastus lateralis). *Pflügers Arch.*, **361**: 169-173, 1976.
- 2) Block, P., M. U. Rijmenant, R. Badjou, A. Y. U. Melsem and R. Vogeleer: The effects of exhaustive effort on serum enzymes in man. In Poortmans, J. R. ed. *Biochemistry of exercise. Medicine and Sport*, **3**: 259-267, Karger: New York, 1962.
- 3) Fowler, W. M. Jr., G. W. Gavner, H. H. Kazurunian and W. A. Lanvstad: The effect of exercise on serum enzyme. *Arch. Physiol. Med. Rehabil.* **49**: 554-565, 1968.
- 4) 芳賀脩光, 浅見高明, 小野沢 弘: 女子柔道における練習中の酸素摂取量と心拍数変動について, 武道学研究 Vol. 7(2): 27-33. 1975.
- 5) 芳賀脩光, 水田拓道, 貝瀬輝夫, 工藤敏子: 女子柔道修行者の有酸素作業能, 武道学研究 Vol. 10(3): 42-49. 1978.
- 6) 井川幸雄, 他: 運動と血清酵素, 日本医師会雑誌, **71**(5): 659-705.
- 7) 井川幸雄: 運動療法(阿部正和, 小野三嗣編), 30~35, 朝倉書店, (東京), 1978.
- 8) 井川幸雄, 鈴木政登, 中島孝之, 他: 自動車教習所指導員および中高年運動クラブ会員の血液性状と体力・運動・健康意識, 体力科学, **7**: 179-188. 1979.
- 9) Schwartz, P. L., H. W. Carroll and J. S. Douglas, Jr.: Exercise induced changes in serum enzyme activities and their relationship to Max $\dot{V}O_2$. *Int. Z. angew. Physiol.* **30**: 20-33, 1971.
- 10) 鈴木哲郎, 石河利寛, 青木純一郎: 運動の強度および時間による血清 LDH および LDH イソ酵素の変化, 日本生理誌, **38**: 198, 1976.