

7. 柔道選手のパワー養成のためのトレーニング処方確立に関する基礎研究

——等速性筋力からみた柔道選手の筋力特性について——

明治大学 春日井淳夫 兵庫医科大学 小山 勝弘
兵庫医科大学 賀屋 光晴 甲南大学 山崎 俊輔
井之頭学園 高橋 邦郎 明治大学 手塚 政孝

7. Studies to establish basic muscular development programs for judo competitors using the characteristics of muscle strength measured by isokinetic machine.

Atsuo Kasugai (Meiji University)
Katsuhiro Koyama (Hyogo College of Medicine)
Mitsuharu Kaya (Hyogo College of Medicine)
Shunsuke Yamazaki (Konan University)
Kunio Takahashi (Inogashira Gakuen)
Masataka Tezuka (Meiji University)

Abstract

To investigate the characteristics of muscular strength in judo competitors, we examined maximum isokinetic muscle strength of the knee and the trunk in college ($n = 19$), high school ($n = 16$) and elite ($n = 5$) judo competitors, and untrained college students ($n = 12$). The maximum isokinetic strength of the knee and the trunk were measured with a MERAC (isokinetic machine). The results were as follows;

1. The maximum isokinetic strength of the both knees was decreased with an increase in exercise speed in all subjects.
2. The maximum isokinetic strength of trunk extension tended to decrease with an increase in

exercise speed in college and untrained subjects. In elite judo competitors, the maximum isokinetic strength of trunk extension was also decrease with an exercise speed increase, but the degree of decrease was slight.

3. The maximum isokinetic strength of trunk flexion was increased with an increase in exercise speed for the judo competitors, but with the untrained subjects, trunk flexion was decreased with increased exercise speed.

4. The trunk extension to flexion peak torque ratios (Ext / Fle ratio) were lower than the recommended values for low-back injuries for the college and high school judo competitors.

5. The trunk Ext / Fle ratio was always above the recommended vale for low-back injuries for the elite judo competitors.

These findings suggested the two points. First, the maximum isokinetic strength of the knee was a necessary condition, but not always a sufficient condition for judo competitors. Second, judo competitors did not only have greater trunk muscle power than untrained subjects, but also displayed trunk power under high-speed exercise conditions.

I はじめに

柔道選手の体力に関する研究は、特に競技力の向上をねらいとして様々な角度から行われ幾つかの知見を見いだしている。

近年、外国人選手に体力的に引けを取らないためには、自己の持つ力（筋力）をよりスピーディーに発揮する能力、いわゆる筋力とスピードの積として位置づけられるパワーを向上させることが重要であると指摘されている。スピードは一定の運動を最小時間で行う能力を意味するが、柔道においてこのスピードが果たす役割は、相手の動きや周囲の状況を素早く認識し、最適の動きを選択して対応することにある。当然のことながら柔道は、単に機敏に動けるといったスピードの持つ一面的な能力のみが必要とされるのではなく、相手を投げるために（場合によっては投げられないために）最小の時間で最大に筋力を発揮することが要求される。また柔道は、投技にしる固技にしる、相手の攻撃を防ぎ、相手の動き以上のスピードで相手の姿勢の崩れを捉え、自分の重心移動を相手に利用されないように、最大筋力を素早く発揮し、相手を投げたり抑え込んだりするものである。つまり柔道の試合で勝利するためには、パワーの向上を目的としたトレーニングを行うことが有効であると考えられる。

現在まで柔道選手が行っているトレーニングの多くは、パワーが筋力とスピードの積として位置づけられるという考えから、筋力、スピードというような単純な体力要素を個々に伸ばす方法が多くとられているようである。確かに個々の体力要素を伸ばすことは、基礎的体力の底上げがなされるものであり、否定されるものではない。しかし、柔道においては先に述べたように、動きの中で自己の筋力をいかに最高出力で発揮させるかということが最重要課題となる。

そこで本研究は、柔道選手の持つ筋特性をよりダイナミックに捉えたいと考え、筋がある規定された速度において出しうる出力を、可動関節範囲の全域にわたって連続的に観察することができる、等速性筋力測定装置を用いて筋力測定を行うことを試みた。しかし柔道選手といってもその競技レベルが様々であるため、対象者については、①大学男子柔道選手、②高校男子柔道選手、③一流男子柔道選手、に分けて測定を行うことにした。そしてそれぞれの柔道選手から得られた測定値は、一般男子大学生の測定値と比較し、柔道選手の持つダイナミックな筋特性をより明確

にして、パワーの養成をねらいとしたトレーニング処方確立のための基礎的資料とするものとした。

この一連の研究は、全日本柔道連盟医科学委員会から研究費を受け、多くの人材、時間、費用を要しながらも、平成6年から9年まで継続して行ったものである。幸いにも講道館柔道科学研究紀要掲載の機会を得たので、我々の研究成果を報告させていただく。なお、まとめ方については、研究方法が対象者以外はすべて同じであるため、結果と考察を年度別にまとめて掲載することとした。

II 研究方法

A. 被検者

被検者は、本研究の主旨に賛同し承諾の得られた大学柔道選手（K大学柔道部員）19名、高校柔道選手（兵庫県大会優勝および準優勝校のレギュラークラス）16名、一流柔道選手（全日本柔道連盟国際試合強化選手）5名、および一般大学生（運動クラブ等に所属せず、特別盛んな身体活動を行っていない者）12名とした。

全被検者について身体特性（身長、体重、ローレル指数）を、柔道選手に関してはそれに併せて、競技年数、柔道に関するプロフィール（組み手、軸足、得意技、階級）を調査し表1-1～4に示した。

表1-1 大学柔道選手の身体特性および柔道プロフィール
Table 1-1 Physical characteristics and judo profiles of the college judo competitors

被検者	身長(cm)	体重(kg)	ローレル指数	経験年数(年)	組手	軸足	得意技	階級
TO	164.0	69.0	156.4	9	右	左	背負投	65kg級
SO	171.0	80.0	160.0	6	左	右	大外刈	78kg級
YT	173.0	64.8	125.2	6	右	左	内股	65kg級
YN	166.0	73.0	159.6	9	右	左	掬投	71kg級
KT	168.0	71.9	151.6	9	左	右	内股	71kg級
SY	168.0	52.0	109.7	3	左	右	背負投	60kg級
TM	170.0	64.0	130.3	9	右	左	一本背負投	65kg級
SK	168.0	66.2	139.6	5	右	左	背負投	65kg級
KF	168.0	65.2	137.5	9	右	左	背負投	65kg級
YK	170.0	66.5	135.4	7	右	左	背負投	60kg級
MM	188.0	103.4	155.6	5	左	右	内股、背負投	95kg超級
KG	175.0	105.7	197.2	16	右	左	背負投	95kg超級
HM	179.0	127.0	221.4	8	左	右	払腰	95kg超級
YT	178.0	84.0	148.9	15	右	左	内股	86kg級
TO	173.0	79.0	152.6	6	左	右	背負落	78kg級
TS	169.0	63.4	131.3	5	右	左	背負投	65kg級
DA	178.0	78.0	138.3	8	左	右	内股	78kg級
DS	171.0	77.0	154.0	10	右	左	背負投	71kg級
KM	172.0	68.0	133.6	7	右	左	一本背負投	65kg級
平均	172.1	76.7	149.4	8				
標準偏差	5.6	17.9	25.3	3				

表 1-2 高校柔道選手の身体特性および柔道プロフィール
 Table 1-2 Physical characteristics and judo profiles of
 the high school judo competitors

被検者	身長(cm)	体重(kg)	ローレル指数	経験年数(年)	組手	軸足	得意技	階級
KN	165.0	61.4	136.7	3	左	右	背負投	71kg級
KK	173.0	76.3	147.4	4	左	右	内股	86kg級
KS	169.0	68.0	140.9	4	右	左	背負投	71kg級
MK	173.0	120.0	231.8	4	左	右	払腰	95kg超級
KT	157.0	90.6	234.1	1	右	左	背負投	95kg級
YT	173.5	86.5	165.6	11	左	右	体落	86kg級
TM	182.0	84.0	139.3	4	左	右	大外刈	86kg級
SI	172.0	85.0	167.0	3	左	右	内股	86kg級
YK	170.0	104.0	211.7	3	左	右	払腰	95kg超級
MT	178.0	120.0	212.8	8	左	右	大外刈	95kg超級
MK	167.0	80.0	171.8	2	左	右	背負投	86kg級
MT	184.0	93.2	149.6	6	右	左	内股	95kg級
TM	180.0	85.5	146.6	12	左	右	内股	86kg級
SS	178.0	86.2	152.8	12	左	右	大内刈	86kg級
KO	183.0	95.0	155.0	5	左	右	大外刈	95kg級
KO	185.0	100.0	157.9	6	左	右	大外刈	95kg超級
平均	174.3	89.7	170.1	6				
標準偏差	7.7	16.0	33.2	4				

表 1-3 一流柔道選手の身体特性および柔道プロフィール
 Table 1-3 Physical characteristics and judo profiles of
 the elite judo competitors

被検者	身長(cm)	体重(kg)	ローレル指数	経験年数(年)	組手	軸足	得意技	階級	競技成績
MN	183.0	87.6	142.9	19	右	左	大外刈	86kg級	嘉納杯優勝
YY	169.0	77.0	159.5	20	左	右	背負投	71kg級	グッドウィルゲーム優勝
HO	170.0	89.0	181.2	19	左	右	大外刈	86kg級	世界選手権優勝
KM	187.0	123.4	188.7	16	左	右	大外刈	95kg超級	全日本体重別優勝
NU	167.5	69.0	146.8	19	左	右	背負投	65kg級	全日本体重別優勝
平均	175.3	89.2	163.8	19					
標準偏差	9.0	20.8	20.4	2					

表 1 - 4 一般大学生の身体特性
 Table 1-4 Physical characteristics of the untrained college students

被検者	身長(cm)	体重(kg)	ローレル指数
MM	178.0	66.0	117.0
SS	168.0	62.0	130.8
TH	165.0	59.0	131.3
KK	170.0	68.0	138.4
EY	168.0	75.0	158.2
HN	180.0	65.0	111.5
HM	166.0	55.0	120.2
SS	161.0	45.0	107.8
JN	175.0	57.0	106.4
YU	170.0	61.0	124.2
TI	175.0	75.0	139.9
HU	165.0	73.0	162.5
平均	169.2	62.2	128.2
標準偏差	6.2	12.3	23.6

B. 測定部位

測定部位は、膝の傷害や肉離れと関連があるといわれている脚筋力について、脚伸展筋と脚屈曲筋、姿勢保持に重要な筋で腰部の傷害に関連するといわれる体幹筋力について、伸展筋と屈曲筋の2部位とした。

C. 測定方法

等速性筋力の測定は、全て等速性筋力測定装置・MERAC（メラック）を用いて行った。

脚筋力の測定は、被検者に椅座位姿勢をとらせ、上部、腰部、大腿部をベルトで固定し、膝関節角度を約70度に保った状態から行った。検者は、被検者に下肢を全力で伸展し、さらに十分伸展したところから続けてできるだけ早く屈曲するよう指示して行わせた。

体幹筋力の測定は、被検者に立位姿勢をとらせ、股関節、膝関節を軽く屈曲させ、骨盤、大腿部をベルトで固定し、さらに胸部と肩甲骨を前後から固定して行った。検者は、被検者に運動角度が0度（固定された位置）から70度への屈曲と、70度から0度への伸展を全力で行うよう指示して行わせた。なお前後屈の軸心は腸骨稜上部で、体幹の前後径の中央とした。

D. 測定条件

測定に用いた運動速度は、脚筋については30, 60, 120, 180および300deg/secの5種とし、体幹筋については30, 60, 90, 120および150deg/secの5種とした。また測定を行う関節角度の範囲については、両測定とも0~70度とした。

測定試行は原則として各運動速度につき5回とし、トルクはレコーダーに記録された最大値をその運動速度のピークトルク値として用いた。また、各々のピークトルク値を体重で除した体重比（以下% BW）を求め、脚については伸展筋に対する屈曲筋の比（以下Fle / Ext比）、体幹については屈曲筋に対する伸展筋の比（以下Ext / Fle比）も併せて算出した。

E. 統計処理

脚筋、および体幹筋の% BWと運動速度との関係について相関係数を求め、その有意性についてF分布表から検定した。また被検者の各運動速度における% BWの変化の差を、paired t-testによって検定した。いずれの場合にも5%未満の危険率をもって有意とした。なお全てのデータは平均値±標準偏差で示した。

Ⅲ 結果および考察

平成6年度(1994年度)

結果

1. 脚筋(表2-1, 2)

①% BW

被検者の脚筋力およびFle/Ext比を表2-1, 2に示した。

被検者全体の伸展筋% BWは、左右ともに30deg/secで最高値を示し、その後運動速度が上昇するにつれ有意($p < 0.01$)に減少した。

②Fle/Ext比

被検者全体のFle/Ext比は、左右ともに運動速度の上昇に伴い増加した。右脚のFle/Ext比は、各運動速度間に有意差($p < 0.01$ or $p < 0.05$)が認められ、左脚のFle/Ext比は、60と120、180と300deg/sec間に有意($p < 0.01$)な変化が認められたほかは差がなかった。

また各運動速度とも体幹筋と同様に、屈曲筋より伸展筋が高値を示した。

2. 体幹筋の% BW(表3)

被検者の体幹筋力およびExt/Fle比を表3に示した。各運動速度における伸展筋は、屈曲筋より高値を示した。

被検者全体の伸展筋% BWは、運動速度が120deg/secの時に一旦減少傾向を示したものの、150deg/secで最高値を示し、全体的には運動速度が上昇するにつれて増加する傾向にあった。特に30と60deg/secの間は、有意($p < 0.01$)な増加であった。

一方、被検者全体の屈曲筋% BWは、運動速度が120deg/secの時に最高値を示した。屈曲筋% BWは、伸展筋% BWとは動態が異なり、90と120deg/secの間は有意($p < 0.05$)な増加が認められたが、120と150deg/secの間には有意($p < 0.05$)な減少が認められた。

被検者全体のExt/Fle比は、各運動速度間に有意な差は認められなかった。

3. 傷害部位と% BWの関係

①腰痛者

予備調査の結果、腰痛障害を持っていた被検者は6名で全体の31.6%であった。また腰痛者6名中3名が、試行させたそれぞれの運動速度(30, 60, 90, 120, 150deg/sec)のうち少なくとも一回はExt/Fle比が1.0未満の数値を示した。

腰痛者と非腰痛者の伸展筋および屈曲筋の% BWは、各運動速度間で有意な差は認められなかった。

腰痛者の伸展筋% BWと運動速度との関係は、有意($r = 0.466$, $y = 0.888x + 403.4$, $p < 0.01$)

表 2-1 大学柔道選手の右脚筋における%BWおよびFile / Ext比
 Table 2-1 Peak torque per body weight of right knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the college judo competitors

Subject	%BW(Extension)						%BW(Flexion)						Flexion / Extension ratio					
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	
OT	294	267	210	167	120	193	172	172	155	133	0.66	0.64	0.82	0.93	1.10			
OS	405	339	262	237	191	141	156	146	139	104	0.35	0.46	0.56	0.59	0.54			
TY	354	306	252	209	183	206	205	189	171	142	0.58	0.67	0.75	0.82	0.78			
NY	495	416	322	255	208	186	174	148	141	140	0.38	0.42	0.46	0.55	0.67			
TK	367	312	286	237	197	153	164	150	142	126	0.42	0.53	0.52	0.60	0.64			
YS	435	361	289	235	171	171	165	152	153	142	0.39	0.46	0.53	0.65	0.83			
MT	294	344	280	225	180	144	178	178	159	125	0.49	0.52	0.64	0.71	0.69			
KS	336	300	248	220	177	162	167	145	152	142	0.48	0.56	0.58	0.69	0.80			
FK	475	457	352	280	225	188	182	165	142	109	0.40	0.40	0.47	0.51	0.48			
KY	397	342	279	240	199	188	184	169	152	137	0.47	0.54	0.61	0.63	0.69			
MM	366	317	260	219	184	145	140	138	130	108	0.40	0.44	0.53	0.59	0.56			
GK	402	356	292	245	186	164	174	158	137	120	0.41	0.49	0.54	0.56	0.65			
MH	239	217	183	155	115	131	130	117	96	67	0.55	0.60	0.64	0.62	0.58			
TY	402	342	280	236	177	151	151	146	140	101	0.38	0.44	0.52	0.59	0.57			
OT	423	346	278	225	190	230	204	178	180	137	0.54	0.59	0.64	0.80	0.72			
ST	454	359	265	267	163	186	176	162	171	132	0.41	0.49	0.61	0.64	0.81			
AD	401	355	278	238	195	182	199	181	151	114	0.45	0.56	0.65	0.63	0.58			
SD	362	377	299	253	209	130	125	127	116	109	0.36	0.33	0.42	0.46	0.52			
MK	321	293	221	196	146	144	157	135	124	116	0.45	0.54	0.61	0.63	0.79			
Average	380	337	270	228	180	168	169	156	145	121	0.45	0.51	0.58	0.64	0.69			
SD	65	52	38	31	28	27	22	19	20	19	0.08	0.09	0.10	0.11	0.15			

(%BW : Peak torque / Body weight)

表 2-2 大学柔道選手の左腓筋における%BWおよびFlexion / Ext比
 Table 2-2 Peak torque per body weight of left knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the college judo competitors

Subject	%BW(Extension)						%BW(Flexion)						Flexion / Extension ratio					
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	
OT	359	297	286	187	161	222	217	187	171	142	0.62	0.73	0.79	0.91	0.88			
OS	459	372	285	237	181	167	209	194	177	144	0.36	0.56	0.68	0.75	0.80			
TY	297	329	258	209	188	200	183	180	151	131	0.67	0.56	0.70	0.72	0.70			
NY	437	400	301	240	167	229	232	221	195	178	0.52	0.58	0.73	0.81	1.07			
TK	317	282	271	233	181	162	162	149	142	131	0.51	0.57	0.55	0.61	0.72			
YS	419	363	282	250	171	203	197	173	160	135	0.48	0.54	0.61	0.64	0.79			
MT	347	339	278	234	172	159	183	167	144	130	0.46	0.54	0.60	0.62	0.76			
KS	377	314	267	236	191	156	139	133	129	114	0.41	0.44	0.50	0.55	0.60			
FK	511	405	317	263	200	183	194	158	142	122	0.36	0.48	0.50	0.54	0.61			
KY	375	316	267	221	188	188	175	170	152	130	0.50	0.55	0.64	0.69	0.69			
MM	355	326	262	219	192	145	146	146	121	89	0.41	0.45	0.56	0.55	0.46			
GK	328	346	266	220	165	155	142	133	134	105	0.47	0.41	0.50	0.61	0.64			
MH	326	307	237	198	176	175	162	142	131	117	0.54	0.53	0.60	0.66	0.66			
TY	348	350	274	235	186	155	160	144	135	108	0.45	0.46	0.53	0.57	0.58			
OT	404	343	300	265	218	184	201	189	182	156	0.46	0.59	0.63	0.69	0.72			
ST	386	332	262	224	179	170	176	159	140	119	0.44	0.53	0.61	0.63	0.66			
AD	421	362	292	238	186	195	187	187	165	122	0.46	0.52	0.64	0.69	0.66			
SD	373	330	266	244	188	168	167	149	139	122	0.45	0.50	0.56	0.57	0.65			
MK	296	269	219	184	140	129	141	141	128	107	0.44	0.52	0.64	0.70	0.76			
Average	376	336	271	228	181	176	177	164	149	126	0.47	0.53	0.61	0.66	0.71			
SD	56	36	24	22	16	26	27	24	20	20	0.08	0.07	0.08	0.10	0.13			

(%BW : Peak torque / Body weight)

表3 大学柔道選手の体幹筋における%BWおよびExt/Fle比
 Table 3 Peak torque per body weight of trunk extension and flexion, and trunk extension to
 flexion peak torque ratios on the college judo competitors

Subject	%BW(Extension)					%BW(Flexion)					Flexion / Extension ratio				
	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec
OT	418	497	513	464	355	399	416	388	429	354	1.05	1.19	1.32	1.08	1.00
OS	447	490	462	495	491	290	305	217	322	333	1.54	1.61	2.13	1.54	1.47
TY	523	569	609	558	615	469	385	369	323	318	1.12	1.70	1.65	1.73	1.98
NY	515	503	403	325	518	333	329	251	403	310	1.55	1.53	1.61	0.81	1.67
TK	290	407	451	504	476	312	401	428	411	406	0.93	1.01	1.05	1.23	1.17
YS	435	511	524	461	344	413	471	466	429	368	1.05	1.08	1.12	1.07	0.93
MT	466	566	534	481	602	442	383	428	456	430	1.05	1.48	1.25	1.05	1.40
KS	417	509	527	553	462	392	385	403	411	405	1.06	1.32	1.31	1.35	1.14
FK	485	532	469	540	585	458	482	522	523	471	1.06	1.10	0.90	1.03	1.24
KY	421	551	591	563	576	404	455	358	397	366	1.04	1.21	1.65	1.42	1.57
MM	310	324	356	356	369	299	366	265	303	312	1.04	0.89	1.34	1.17	1.18
GK	326	320	303	346	323	333	287	266	262	281	0.98	1.11	1.14	1.32	1.15
MH	258	257	240	281	297	250	221	233	266	265	1.03	1.16	1.03	1.06	1.12
TY	352	286	448	445	412	387	348	318	335	349	1.04	0.82	1.41	1.33	1.18
OT	376	410	448	424	482	409	389	441	462	392	0.92	1.21	1.02	0.92	1.23
ST	273	337	356	406	429	256	297	316	386	381	1.07	1.13	1.13	1.05	1.13
AD	450	426	485	488	485	390	440	368	492	404	1.15	0.97	1.32	0.99	1.20
SD	414	444	529	475	500	377	392	340	395	390	1.10	1.13	1.56	1.20	1.28
MK	475	568	574	576	606	349	366	416	416	432	1.36	1.55	1.38	1.38	1.40
Average	403	448	464	460	470	364	369	358	391	367	1.11	1.22	1.33	1.20	1.29
SD	81	102	98	86	100	64	67	85	72	54	0.18	0.25	0.29	0.23	0.24

(%BW : Peak torque / Body weight)

な正の相関が認められたが、非腰痛者のそれでは有意 ($r = 0.861$, $y = -0.758x + 442.5$, $p < 0.001$) な負の相関が認められた。

腰痛者の屈曲筋% BWと運動速度との関係は有意な関係が見出せなかったが、非腰痛者のそれでは有意 ($r = 0.888$, $y = -0.748x + 369.7$, $p < 0.001$) な負の相関が認められた。

腰痛者のExt / Fle比は、運動速度との間に有意 ($r = 0.439$, $y = -0.146x + 99.1$, $p < 0.05$) な負の相関が認められたが、非腰痛者では認められなかった。

②膝痛者

予備調査の結果、膝痛を傷害として挙げていた被検者は、右膝が7名、左膝が9名でそれぞれ全体の36.8%、47.4%であった。

膝痛者而非膝痛者の伸展筋および屈曲筋の% BWは、各運動速度間で有意な差は認められなかった。

膝痛者は、左右ともに伸展筋% BWと運動速度との間に有意な負の相関 ($p < 0.001$, 左: $r = 0.77$, $y = -0.691x + 364.6$, 右: $r = 0.851$, $y = -0.715x + 375.9$) が認められ、同様に非膝痛者においても左右ともに有意な負の相関 ($p < 0.001$, 左: $r = 0.844$, $y = -0.796x + 391.7$, 右: $r = 0.855$, $y = -0.95x + 396.2$) が認められた。

膝痛者は、左右ともに脚屈曲筋% BWと運動速度との間に有意 ($p < 0.001$) な負の相関 (左: $r = 0.649$, $y = -0.197x + 178.7$, 右: $r = 0.754$, $y = -0.228x + 188.0$) が認められ、また非膝痛者では、左膝において有意 ($p < 0.01$) な負の相関 ($r = 0.503$, $y = 0.146x + 173.2$) が認められたが、右膝では認められなかった。

膝痛者のFle / Ext比と運動速度との関係は、左右ともに有意 ($p < 0.01$) な正の相関 (左: $r = 0.512$, $y = 0.075x + 49$, 右: $r = 0.528$, $y = 0.067x + 49.8$) が認められ、非膝痛者は左膝において有意な正の相関 ($p < 0.001$, $r = 0.708$, $y = 0.089x + 43.1$) が認められたが、右膝では認められなかった。

4. 最大% BW 発揮運動速度

各被検者の体幹筋で最大% BWを発揮した運動速度は、伸展筋で90から150deg/secの間であったが、屈曲筋では30から150deg/secと実施した運動速度すべてにわたっていた。その内訳は、伸展筋においては、90deg/secが5名、120deg/secが5名、150deg/secが9名と実施最大運動速度で最大% BWを示す者が多かった。また屈曲筋においては、30deg/secが2名、60deg/secが3名、90deg/secが1名、120deg/secが10名、150deg/secが3名と120deg/secで最高% BWを示す者の割合が高かった。

各被検者の脚筋で最大% BWを発揮した運動速度は、左右ともに伸展筋が30および60deg/sec、屈曲筋が30から120deg/secの間であった。その内訳をみると、伸展筋においては30deg/secが右脚16名・左脚17名、60deg/secが右脚3名・左脚2名とほとんどの被検者が実施最低運動速度で最大% BWを発揮していた。屈曲筋においては、30deg/secが右脚10名、左脚12名、60deg/secが右脚10名・左脚8名、120deg/secが右脚2名・左脚1名と、ほぼ90%の被検者が30または60deg/secで最大% BWを発揮していた。また屈曲筋にのみ、2種類の運動速度で最大% BWを発揮している者が右脚で3名・左脚で2名いた。

考 察

1. 脚筋力について

脚筋の伸展筋% BW および屈曲筋% BW は、運動速度の上昇に伴い減少し、特に伸展筋% BW についてはその変化が著しかった。勝田ら¹³⁾は、柔道選手の下肢骨格筋についてニードルバイオプシー法による組織化学的検討を行ったところ、柔道選手の% Type I (遅筋) が50.2%であり、中庸遅筋型であると報告している。このことから考えると、脚筋は遅筋型であるため運動速度の増加に影響され、特に伸展筋において大きな影響を受けるものと推察される。

脚筋のFle/Ext比は、運動速度の変化に伴い有意に上昇した。これは屈曲筋% BW に比し伸展筋% BW の低下の割合が大きいため起こったものと考えられる。また本研究におけるFle/Ext比は、金久らの報告¹⁴⁾した180deg/secでのFle/Ext比と勝田らの報告¹³⁾した30deg/secおよび180deg/secにおけるそれと比較した場合、被検者のトレーニングレベルが違っても関わらずほとんど差が認められなかった。この原因としては、柔道の競技特性が下肢よりも上肢に依存するものであることや、トレーニングレベルの高い者の下肢の筋力トレーニング不足のため起こった可能性が考えられる。

2. 体幹筋力について

Bogdukら¹²⁾は、体幹を立位で安定させるために、背筋群の作用機能は脊柱の働きから脊柱の小さな自動運動・姿勢運動・前屈から物を持ち上げる等、三つの観点によって考えなければならぬと指摘し、腹腔内圧を高め脊柱を安定させる働きをする腹筋群と併せて重要であると報告している。また、近年柔道をはじめとする競技スポーツにおいて、姿勢保持やそのスポーツの独自の動きの中で腹筋および背筋力の重要性が指摘され続けており、またそれと平行してスポーツ選手の傷害の中で腰痛が非常に大きな割合を占めている。特に柔道の場合、体幹の捻り動作が競技において非常に重要な要素であることなどから、検討が必要な項目であると考えられる。

Mayer⁸⁾は、体幹の捻りをisokineticに評価した場合、運動速度の増加に比例して体幹筋のパワーが低下する(特に伸展筋群の低下が顕著である)ことを報告し、その理由として背筋群は抗重力筋としてST線維の割合が大きいことをあげている。つまり一般に伸展筋群は、運動速度の影響を受けやすいと考えられる。

一方斉藤ら⁴⁾は、相撲、アメリカンフットボールおよび柔道の選手を対象に、体幹のisokineticな収縮能力を屈曲筋と伸展筋に分けて比較検討した結果、屈曲筋については全グループで運動速度に伴うピークトルク値の低下が認められたが、伸展筋に関しては柔道選手だけが運動速度30~150deg/secの範囲の中でピークトルク値の低下を観察しなかったと報告している。今回我々の測定した伸展筋% BW は、全体的に運動速度の増加に伴い増加する傾向にあり、斉藤らと同様な結果を得た。柔道において「受け」の局面などで、スピーディな背筋群の筋力発揮が要求されることを考えると、このことは柔道の競技特性として、運動速度が早い場面での背筋群のパワー発揮が他の競技に比べ重要な要素であることを示唆していると思われる。一方本研究における屈曲筋% BW は、速度が増加するにつれて低下するという先の報告とは多少異なり、低速度より高速度の方が% BW が高値を示した。このことから、柔道においては背筋だけではなく腹筋群のパワーも高速度場面において重要であることが考えられる。

柔道選手の腰痛は、その傷害の数も多く、また一流選手においても多く観察されている。斉藤ら⁴⁾は、腰痛の予防・改善のための指標として屈曲筋力に対する伸展筋力の割合であるExt/Fle

比(背筋/腹筋)をあげ、男性では屈曲筋力1に対して伸展筋力1.4、女性では1.2の割合でバランスをとることが腰痛管理で必要であると報告している。今回の測定では、全被検者の平均が各運動速度において1.4を下回り、スポーツ選手において必要とされている腹筋と背筋のバランスに欠けていることが示唆された。その原因としては、腹筋% BWにおける各運動速度の動態が背筋% BWのそれに比べ変動が小さいことから、腹筋力に対して背筋力が相対的に不足している可能性が考えられる。

本被検者の中で腰痛を傷害としてあげている者は6名で、その半数においてExt/Fle比が1.0未満であった。これは一般に腹筋よりも強いとされている背筋が、ある運動速度になると何らかの原因で逆転現象を起こしていることを示唆している。この原因を一概に特定することは難しいが、主として腹筋と背筋のアンバランスが腰痛を引き起こしている可能性が考えられる。また、全被検者19名中、このような腹筋と背筋の逆転現象を起こしている者が9名(47.4%)いたり、腹筋と背筋のバランスに欠ける者(1.4を下回る者)が数多く存在しているので、腰痛予備軍として注意が必要であると思われる。

3. 傷害部位と運動速度について

伸展筋% BWおよび屈曲筋% BWについて故障者(腰・膝)と非故障者に分けて比較検討を行ったが、各運動速度とも両群間に差は認められなかった。このことから各速度における発揮パワーは、故障者、非故障者とも違いがないことが示唆された。

腰痛者而非腰痛者でそれぞれ発揮された伸展筋および屈曲筋% BWと運動速度について検討したところ、伸展筋において腰痛者で運動速度との間に正の相関が、非腰痛者で負の相関が認められた。このことについては様々な要因があると思われるが、腰痛者の場合、低速度におけるパワーが不足していることが考えられ、実際の試合場面でアイソメトリックに近い状況になった場合、不利になる可能性も考えられる。屈曲筋においては、腰痛者は運動速度とは関連が認められなかったが、非腰痛者では負の相関が認められた。運動速度と関連がないということは、腰痛者の最大% BW発揮運動速度が試行したすべての運動速度にわたってみられることから、低速度でも高速度でも発揮されるパワーに差がないこと、つまり一定の力しか出せない可能性を示唆しているものと思われる。

膝痛者而非膝痛者の場合は、発揮された伸展筋および屈曲筋% BWと運動速度との関係が同様であった。このことから、本被検者の膝傷害に、膝伸展筋および屈曲筋が及ぼす影響は直接的には少なく、むしろ骨または靭帯に物理的作用が働いたため起こったととらえる方が妥当ではないかと思われる。

平成7年度(1995年度)

結果

1. 脚筋(表4-1, 2)

①% BW

伸展筋% BWは、左右ともに30deg/secで最高値を示し、その後運動速度の増加に伴い有意に減少した。また左右ともに伸展筋% BWと運動速度との間に有意な負の相関(右: $y = -0.602x + 300.0$, $p < 0.05$; 左: $y = -0.535x + 281.1$, $p < 0.01$)を示した。伸展筋% BWはいずれの運動速度においても、右脚で左脚よりも高値を示した。屈曲筋% BWも同様に、左右と

表 4-1 高校柔道選手の右脚筋における%BWおよびFlexion / Ext比
 Table 4-1 Peak torque per body weight of right knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the highschool judo competitors

Subject	%BW(Extension)					%BW(Flexion)					Flexion / Extension ratio				
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec
KN	202	164	133	115	88	92	91	75	68	56	0.46	0.55	0.56	0.59	0.64
KK	258	239	178	149	107	141	142	127	106	85	0.55	0.59	0.71	0.71	0.79
KS	221	187	142	126	98	122	132	107	91	71	0.55	0.71	0.75	0.72	0.72
MK	281	256	193	153	129	137	152	119	99	62	0.49	0.59	0.62	0.65	0.48
KT	184	184	163	145	114	132	114	106	87	71	0.72	0.62	0.65	0.60	0.62
YT	354	305	282	195	141	171	165	144	125	94	0.48	0.54	0.62	0.64	0.67
TM	376	290	239	187	137	153	140	134	118	106	0.41	0.48	0.56	0.63	0.77
SI	300	225	175	140	113	122	121	96	88	75	0.41	0.54	0.55	0.63	0.66
YK	312	187	216	174	127	135	153	188	123	103	0.43	0.82	0.64	0.71	0.81
MT	320	263	225	179	150	169	156	160	121	113	0.53	0.59	0.71	0.68	0.75
MK	302	235	203	176	138	142	143	136	119	106	0.47	0.63	0.67	0.68	0.77
MT	336	324	259	233	178	266	243	222	197	142	0.79	0.75	0.86	0.85	0.80
TM	357	327	264	221	179	164	163	150	134	121	0.46	0.50	0.57	0.61	0.68
SS	385	335	252	202	164	168	160	152	140	119	0.44	0.48	0.60	0.69	0.73
KO	365	297	241	191	150	156	156	114	99	77	0.43	0.53	0.47	0.52	0.51
KO	358	304	251	205	156	133	161	130	99	53	0.51	0.53	0.52	0.43	0.34
Average	307	258	210	174	136	153	150	132	113	91	0.51	0.59	0.63	0.65	0.67
SD	63	57	42	34	27	38	32	33	29	26	0.11	0.10	0.10	0.08	0.13

(%BW : Peak torque / Body weight)

表 4-2 高校柔道選手の左腕筋における%BW およびFle / Ext 比
 Table 4-2 Peak torque per body weight of right knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the highschool judo competitors

Subject	%BW(Extension)						%BW(Flexion)						Flexion / Extension ratio							
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec
KN	232	207	167	132	99	99	88	73	64	54	0.43	0.43	0.44	0.48	0.55	0.43	0.45	0.44	0.48	0.55
KK	309	262	202	156	129	122	118	115	106	89	0.39	0.39	0.57	0.68	0.69	0.39	0.45	0.57	0.68	0.69
KS	195	190	145	125	91	98	85	76	73	54	0.50	0.50	0.52	0.58	0.59	0.50	0.45	0.52	0.58	0.59
MK	251	237	193	138	117	130	146	123	111	72	0.52	0.52	0.62	0.80	0.62	0.52	0.62	0.64	0.80	0.62
KT	188	186	142	138	108	122	122	84	80	76	0.65	0.65	0.66	0.58	0.70	0.65	0.66	0.59	0.58	0.70
YT	342	283	222	184	145	132	140	113	104	96	0.39	0.39	0.49	0.51	0.66	0.39	0.49	0.51	0.57	0.66
TM	363	304	254	202	146	140	134	133	122	87	0.39	0.39	0.44	0.52	0.60	0.39	0.44	0.52	0.60	0.60
SI	148	213	161	146	119	111	100	89	84	71	0.75	0.75	0.47	0.55	0.60	0.75	0.47	0.55	0.58	0.60
YK	297	267	213	171	133	107	113	111	107	81	0.36	0.36	0.42	0.52	0.61	0.36	0.42	0.52	0.63	0.61
MT	321	302	232	206	155	138	132	127	115	103	0.43	0.43	0.44	0.55	0.66	0.43	0.44	0.55	0.56	0.66
MK	230	190	175	149	118	114	121	110	104	83	0.50	0.50	0.64	0.63	0.70	0.50	0.64	0.63	0.70	0.70
MT	329	300	228	195	138	171	141	119	95	65	0.52	0.52	0.47	0.52	0.47	0.52	0.47	0.52	0.49	0.47
TM	264	237	218	183	146	129	130	113	100	87	0.49	0.49	0.55	0.52	0.60	0.49	0.55	0.52	0.55	0.60
SS	355	210	244	205	169	137	138	133	115	98	0.39	0.39	0.66	0.55	0.58	0.39	0.66	0.55	0.56	0.58
KO	320	293	240	198	149	136	123	98	81	71	0.43	0.43	0.42	0.41	0.48	0.43	0.42	0.41	0.41	0.48
KO	321	308	235	213	152	169	149	127	107	81	0.53	0.53	0.48	0.54	0.53	0.53	0.48	0.54	0.50	0.53
Average	279	249	204	171	132	128	124	109	98	79	0.48	0.48	0.50	0.54	0.60	0.48	0.50	0.54	0.58	0.60
SD	65	46	36	30	22	21	19	19	17	14	0.10	0.10	0.09	0.06	0.07	0.10	0.09	0.06	0.09	0.07

(%BW : Peak torque / Body weight)

表 5 高校柔道選手の体幹筋における%BWおよびExt / Fle比
 Table 5 Peak torque per body weight of trunk extension and flexion, and trunk extension to flexion peak torque ratios on the high school judo competitors

Subject	%BW(Extension)					%BW(Flexion)					Flexion / Extension ratio				
	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec
KN	214	232	203	179	214	260	281	248	222	220	0.82	0.83	0.82	0.81	0.97
KK	320	327	289	274	248	239	217	217	187	171	1.34	1.51	1.33	1.47	1.45
KS	347	301	340	301	251	252	210	244	221	255	1.38	1.43	1.39	1.36	0.98
MK	317	363	258	285	361	396	415	351	358	332	0.80	0.87	0.74	0.80	1.09
KT	239	266	237	249	221	207	347	229	323	277	1.15	0.77	1.03	0.77	0.80
YT	351	319	332	321	323	278	386	378	389	396	1.26	0.83	0.88	0.83	0.82
TM	382	373	376	361	343	381	353	403	420	400	1.00	1.04	0.93	0.86	0.86
SI	275	251	251	252	271	335	312	348	343	292	0.82	0.80	0.72	0.73	0.93
YK	348	325	255	273	241	248	285	274	339	287	1.40	1.14	0.93	0.81	0.84
MT	342	358	325	306	267	258	289	313	336	263	1.33	1.24	1.04	0.91	1.02
MK	254	282	279	270	281	285	313	367	329	344	0.89	0.90	0.76	0.82	0.82
MT	315	359	351	336	304	290	369	274	292	293	1.09	0.97	1.28	1.15	1.04
TM	244	287	335	355	310	247	338	338	343	296	0.99	0.85	0.99	1.03	1.05
SS	334	285	319	294	267	351	373	400	374	390	0.95	0.76	0.80	0.79	0.68
KO	308	376	267	260	260	332	293	287	309	289	0.93	1.28	0.93	0.84	0.90
KO	281	283	270	133	141	335	283	287	293	306	0.84	1.00	0.94	0.45	0.46
Average	304	312	293	278	169	293	317	310	317	301	1.06	1.01	0.97	0.90	0.92
SD	48	45	48	59	54	55	57	61	63	62	0.22	0.24	0.21	0.25	0.21

(%BW : Peak torque / Body weight)

もに30deg/secで最高値を示し、60deg/secではほとんど変化がなかったものの、その後運動速度の増加に伴い有意に低下した。やはり屈曲筋% BWと運動速度との間には、有意な負の相関(右: $y = -0.241x + 161.2$, $p < 0.01$; 左: $y = -0.185x + 133.2$, $p < 0.01$)を認めた。また右脚の屈曲筋% BWは、全ての運動速度で大きく左脚のそれを上回った。

② Fle / Ext 比

Fle / Ext 比は左右ともに運動速度の上昇に伴い増加し、特に左脚において運動速度との間に有意な正の相関 ($y = 4.56x + 0.477$, $p < 0.01$) を認めた。

③ % BWmax 発揮運動速度

伸展筋については左右ともに、1名を除いて全ての被検者が30deg/secで最高値を記録した。一方屈曲筋に関しては、約6割が30deg/secで、残り4割が60deg/secで% BWmaxを示した。

2. 体幹筋 (表 5)

① % BW

伸展筋% BWは運動速度の上昇に比例して漸減し、150deg/secでは30deg/secの% BWに比し有意な低値 ($P < 0.05$) を示した。その際運動速度との間に有意な負の相関関係 ($y = -0.349x + 322.6$, $p < 0.05$) を認めた。しかし屈曲筋% BWに関しては、有意な関係はないものの、運動速度の上昇に伴い僅かに増加する傾向を示した。

② Ext / Fle 比

体幹筋のExt / Fle比を大学柔道選手と比較して図9に示した。さらに図10には、全被検者の各運動速度における体幹筋Ext / Fle比の分布を示した。

体幹Ext / Fle比は、運動速度との間に有意な負の相関 ($y = -1.300x + 1.089$, $p < 0.05$) を示し、運動速度の上昇に伴い増大する傾向を示し、大学柔道選手とは相違する変動をみせた。

③ % BWmax 発揮運動速度

伸展筋% BWmaxは、30および60deg/secの低速度域で認められたが、屈曲筋% BWmaxは30～150deg/secの広い速度域にわたりほぼ均等に観察された。

考 察

1. 脚筋について

脚筋の伸展筋% BWおよび屈曲筋% BWは、先行研究¹⁾で報告されているように、運動速度の上昇に伴い減少した。これは大学柔道選手を対象にした結果と一致している。いずれの運動速度においても伸展筋% BWが屈曲筋% BWよりも大きいことは、おそらく大腿四頭筋を中心とした伸展筋群とハムストリングに代表される屈曲筋群との絶対的な筋量の差に起因するものと思われる。しかしその運動速度に比例した% BWの低下割合は、左右ともに明らかに伸展筋% BWでより顕著であり、それぞれの筋の持つ特徴を表していると思われる。Suterら²⁾によれば、高速度域のトルクはその筋線維中の速筋線維の量を示唆するという。屈曲筋% BWは、伸展筋に比し低下の割合が少ないことから、ハムストリングをはじめとする屈曲筋群は、より多くの速筋線維から構成されていることが分かる。また伸展筋% BWmaxはほとんどの被検者で、設定した運動速度の中で最低の30deg/secで観察されていた。しかし屈曲筋% BWmaxを発揮した運動速度は、40%の被検者で60deg/secであった。このことから前述のように、伸展筋群の方が屈曲筋群に比し遅筋線維の占める割合が相対的に大きいことが裏付けられる。この傾向は本実験の被検者に特有のものではなく、一般人をはじめ、前回検討を試みた大学柔道選手にも共通のものである。

被検者の左右の伸展筋および屈曲筋について、%BWを大学柔道選手と比較したところ、全ての運動速度で有意な低値を示した。本実験では兵庫県内のトップクラス、いわば一流高校柔道選手を被検者として採用したが、脚筋力パワーという観点から判断すると、明らかに大学柔道選手に比べて劣っているということが示唆された。もちろん、これらの結果は高校柔道選手のトレーニングの大きさを表していると思われよう。

脚筋のFle/Ext比は運動強度の上昇に伴って増加したが、これは前述のように伸展筋と屈曲筋の筋特性に依存した結果であると思われる。ここで注目したいのは、表4-1, 2に示すように、伸展筋の%BWの左右差は高速になるにつれ収束していきほとんどなくなる傾向にあるが、屈曲筋%BWの左右差は高速度域でも依然として大きいために、180および300deg/secでFle/Ext比に有意な差を生じているという点である。94%の被検者の利き足が右であったことから判断すると、伸展筋は低速度域では利き足に優れたパワー発揮能力があるが、高速度域になると左右差がほとんど観察されないという性質を有していると思われる。一方屈曲筋に関しては、低速から高速に至るまで、少なくとも300deg/secという運動速度以下までは利き足が大きなパワーを有し、「利き側」の影響が残るものと考えられる。このことは大外刈や内股など素早い膝の屈曲運動が求められる技において、重要な意味を持つものと思われる。

2. 体幹筋について

体幹の筋力はあらゆる生命活動の柱となるべきものであるが、スポーツ場面での役割も大きい。特に柔道のように、相手と組み合った攻防の中で自らの重心をコントロールし、相手を投げたり、投げられないようにするために姿勢を維持する必要のある競技では、まさに競技成績を左右する要素の一つと理解することができる。しかし現在まで、幾つかのスポーツ種目について体幹筋の特性を評価した報告が散在するが、柔道に関するものは僅かである。

各種スポーツ選手を対象に体幹の等速性筋力を測定した斉藤ら⁴⁾は、体幹屈曲筋%BWは、運動速度の増加に伴い減少する傾向をみせたとしているが、本実験では低下することはなく、運動速度に比例してむしろ若干の上昇を示した。また全被検者が屈曲筋%BWmaxを記録した運動速度をみると、全ての速度に散らばっており、高速度域でも大きなパワーを発揮できる選手も多いことが分かる。これらは先行研究⁵⁾とは異なり、大学柔道選手についての報告と一致し、柔道選手ひいては柔道競技の特性を示唆するものであると思われる。つまり高速度域において屈曲筋群が高いパワー発揮を求められ、体落や背負投、あるいは寝技の伏臥位姿勢での防御等の局面でみられる体幹の捻りや前屈動作が、屈曲筋群パワーの特性と関係してくるのではないかと思われる。しかし一方で、本実験の被検者の体幹屈曲筋%BWを大学柔道選手と比較すると、90deg/secを除く全ての運動速度で有意に低値を示し、高校柔道選手の絶対的な屈曲筋群のパワー不足、強化不足が示唆された。

伸展筋%BWは、運動速度の上昇と負の相関を示し、高木ら⁷⁾とほぼ同様の結果であった。また各被検者の体幹伸展筋%BWmaxは、30、60deg/secという低速度域に集中しており、伸展筋群は高速のパワー発揮能力に劣るようであった。このような運動速度の増大に伴う体幹伸展筋%BWの低下は、本来体幹伸展筋群は抗重力筋として機能し、主に持続的な収縮を行う⁸⁾ことから説明される。しかし大学柔道選手の報告で指摘されたように、柔道選手の体幹伸展筋%BWは高速度域でも低下せず、背筋群のスピーディーな筋力発揮が可能であるとする知見もある⁴⁾。そこで今回の被検者である高校柔道選手の伸展筋%BWについて検討すると、二つの特徴が見い出せる。一つは大学柔道選手に比し、全運動速度で顕著に低値を示したということである。もう一つは

90deg/sec以上の運動速度で、体幹伸展筋力が屈曲筋力よりも減少する、すなわちExt/Fle比が1.0以下になる逆転現象が認められたということである。高木ら⁹⁾は、腰痛は体幹の屈曲筋と伸展筋のバランス不均衡によって発生し、屈曲筋群よりも伸展筋群の筋力低下に起因することを示唆している。さらに、慢性腰痛患者を対象にした等速性筋力測定の結果、屈曲筋群と伸展筋群のバランスを示すExt/Fle比が1.0以下になる⁵⁾と報告されている。以上のことから、本実験の被検者である高校柔道選手の背筋群の絶対的筋パワー不足が明らかにされ、体幹を支持する屈曲筋群と伸展筋群とのアンバランスが生じていると考えられる。そのため現在は腰痛の訴えがないが、潜在的にその可能性を有する腰痛予備群としての注意も非常に重要であると思われる。そして同時に、高校柔道選手の体幹トレーニングに関する指導上の不備、あるいは選手自体の認識不足の実態が浮き彫りにされたことにもなるため、柔道選手に対する体幹筋力の的確なトレーニング処方確立が急務であると考えられる。

平成8年度(1996年度)

結果

1. 脚筋(表6-1, 2)

①% BW

伸展筋% BWは、左右ともに30deg/secで最高値を示し、その後運動速度の増加に伴い有意に減少した。また左右ともに伸展筋% BWと運動速度との間に有意な負の相関(右: $r = -0.862$, $p < 0.001$; 左: $r = -0.813$, $p < 0.001$)を示した。伸展筋% BWは60deg/secを除いて、右脚で左脚よりも高値を示した。屈曲筋% BWも同様に、左右ともに30deg/secで最高値を示し、60deg/secではほとんど変化がなかったものの、その後運動速度の増加に伴い低下した。やはり屈曲筋% BWと運動速度との間には、有意な負の相関(右: $r = -0.625$, $p < 0.01$; 左: $r = -0.544$, $p < 0.01$)を認めた。

②Fle/Ext比

Fle/Ext比は左右ともに運動速度の上昇に伴い増加し、両脚とも運動速度との間に有意な正の相関(右: $r = 0.732$, $p < 0.001$; 左: $r = 0.739$, $p < 0.001$)を認めた。

2. 体幹筋(表7)

①% BW

伸展筋% BWは運動速度の上昇に伴い増加傾向を示し、120deg/secでは30deg/secの% BWに比し有意な低値($p < 0.01$)を示した。しかし屈曲筋% BWに関しては、有意な関係はないものの、運動速度の上昇に伴い僅かに減少する傾向を示した。

②Ext/Fle比

体幹Ext/Fle比は、どの運動速度においても1.2以上を示し、一昨年、昨年の被検者とは明らかに異なっていた。

考察

1. 脚筋について

脚筋の伸展筋% BWおよび屈曲筋% BWは、先行研究¹⁾で報告されているように、運動速度の上昇に伴い減少した。これは大学柔道選手、高校柔道選手を対象にした結果と一致している。い

表 6-1 一流柔道選手の右脚筋における%BWおよびFlx / Ext 比
 Table 6-1 Peak torque per body weight of right knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the elite judo competitors

Subject	%BW(Extension)				%BW(Flexion)				Flexion / Extension ratio						
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec
MN	492	417	312	183	251	253	231	148	0.51	0.61	0.74	0.81			
YY	431	416	291	204	179	195	199	168	0.42	0.47	0.68	0.97	1.00		
HO	471	375	278	238	193	175	162	143	0.41	0.47	0.58	0.67	0.74		
KM	281	253	203	191	160	154	146	105	0.57	0.61	0.72	0.69	0.70		
NU	308	325	280	239	159	159	154	122	0.53	0.49	0.55	0.59	0.69		
Average	396	357	273	218	189	187	178	137	0.49	0.53	0.65	0.73	0.79		
SD	97	69	41	24	38	40	36	24	0.07	0.07	0.08	0.17	0.13		

(%BW : Peak torque / Body weight)

表 6-2 一流柔道選手の左脚筋における%BWおよびFlx / Ext 比
 Table 6-2 Peak torque per body weight of left knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the elite judo competitors

Subject	%BW(Extension)				%BW(Flexion)				Flexion / Extension ratio						
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec
MN	432	422	322	242	205	187	184	140	0.48	0.44	0.57	0.67	0.75		
YY	357	340	264	209	187	212	195	157	0.52	0.62	0.74	0.87	0.96		
HO	479	385	291	269	188	180	172	136	0.39	0.47	0.59	0.59	0.66		
KM	305	284	237	203	166	164	143	102	0.55	0.58	0.60	0.62	0.65		
NU	432	359	280	239	149	149	143	139	0.35	0.42	0.51	0.58			
Average	401	358	279	232	179	178	167	134	0.46	0.50	0.60	0.67	0.76		
SD	69	52	32	27	22	24	24	21	0.09	0.09	0.08	0.12	0.14		

(%BW : Peak torque / Body weight)

表 7 一流柔道選手の体幹筋における%BWおよびExt/Fle比
 Table 7 Peak torque per body weight of trunk extension and flexion, and trunk extension to flexion peak torque ratios on the elite judo competitors

Subject	%BW(Extension)					%BW(Flexion)					Flexion / Extension ratio				
	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec
MN	430	429	466	470	474	330	283	201	247	323	1.30	1.52	2.32	1.91	1.47
YY	470	451	535	531	534	262	251	238	261	277	1.79	1.80	2.25	2.03	1.93
HO	401	387	398	465	417	510	498	458	444	380	0.79	0.78	0.87	1.05	1.10
KM	306	318	335	344	315	361	367	231	245	195	0.85	0.87	1.45	1.40	1.61
NU	336	410	545	446	486	200	249	352	348	328	1.68	1.65	1.55	1.28	1.48
Average	389	399	456	451	445	333	330	296	309	300	1.28	1.32	1.69	1.54	1.52
SD	67	51	90	68	84	117	106	107	87	69	0.46	0.47	0.60	0.42	0.32

(%BW : Peak torque / Body weight)

ずれの運動速度においても伸筋 $\%BW$ が屈筋 $\%BW$ よりも大きいことは、大腿四頭筋を中心とした伸筋群とハムストリングに代表される屈筋群との絶対的な筋量の差に起因するものと思われる。しかしその運動速度に比例した $\%BW$ の低下割合は、左右ともに明らかに伸筋 $\%BW$ でより顕著であり、それぞれの筋の持つ特徴を表していると思われる。Suterら²⁾によれば、高速度域のトルクはその筋線維中の速筋線維の量を示唆するという。屈筋 $\%BW$ は、伸筋に比し低下の割合が少ないことから、ハムストリングをはじめとする屈筋群は、より多くの速筋線維から構成されていることが推察される。また伸筋 $\%BW_{max}$ は1名の被検者を除いて、設定した運動速度の中で最低の30deg/secで観察されていた。しかし屈筋 $\%BW_{max}$ を発揮した運動速度は、30～120deg/secの間であった。このことから前述のように、伸筋群の方が屈筋群に比し速筋線維の占める割合が相対的に大きいことが考えられる。

被検者の左右の伸筋および屈筋について、 $\%BW$ を大学柔道選手、高校柔道選手と比較したところ、全ての運動速度で、一流柔道選手>大学柔道選手>高校柔道選手の関係が成立した。このことから脚筋力パワーは、一流柔道選手の必要条件として解釈でき、持っている筋力からいかに出力できるかが重要であると考えられる。

脚筋のFle/Ext比は運動強度の上昇に伴って増加したが、これは前述のように伸筋と屈筋の筋特性に依存した結果であると思われる。ここで注目したいのは、表6-1, 2に示すように、伸筋の $\%BW$ は高速になるにつれ顕著に減少するが、屈筋 $\%BW$ は運動速度の上昇に伴い減少するもの高速度域では減少の割合が少なく、右脚においては120、180および300deg/secでFle/Ext比に有意な差を生じ、左脚では120および300deg/secで有意な差を生じているという点である。これは、本被検者の屈筋 $\%BW$ が高速度域でも大きなパワーを出せる能力を有していることに起因している可能性が考えられ、一流柔道選手は伸筋だけではなく屈筋に関しても、よくトレーニングされていることを裏付けるものであると思われる。

2. 体幹筋について

各種スポーツ選手を対象に体幹の等速性筋力を測定した斉藤ら⁴⁾は、体幹屈筋 $\%BW$ は、運動速度の増加に伴い減少する傾向をみせたとしているが、本実験でも若干ではあるが運動速度の上昇に伴い減少する傾向を示した。これらは、大学柔道選手、高校柔道選手についての結果とは異なっていた。このことは、大学柔道選手や高校柔道選手においては、負荷の少ない高速度領域では相応の筋力を発揮できるが、低速度域（アイソメトリックに近い状態）の時には十分な筋力を発揮できない、つまり持っている筋力をアイソメトリックな状態では出力できないことに起因している可能性が考えられる。

伸筋 $\%BW$ は、運動速度の上昇に伴い増加を示した。これは平成6年度の報告で指摘したように、柔道選手の体幹伸筋 $\%BW$ は、高速度域でも低下せず、背筋群のスピーディーな筋力発揮が可能であるとする知見と一致するものであった。柔道において「受け」の局面などで、スピーディーな背筋群の筋力発揮が求められることを考えると、このことは柔道の競技特性として運動速度の速い場面での背筋群のパワー発揮が、他の競技に比べて重要な要素であることを示唆しているものと思われる。

柔道選手の腰痛はその傷害の数も多く、一流選手においても多く観察されている。斉藤ら⁴⁾は、腰痛の予防・改善のための指標として屈筋力に対する伸筋力の割合であるExt/Fle比（背筋/腹筋）をあげ、また高木ら⁷⁾は、腰痛は体幹の屈筋と伸筋のバランス不均衡によって発生し、屈筋群よりも伸筋群の筋力低下に起因することを示唆している。さらに、慢性腰

痛患者を対象にした等速性筋力測定の結果、屈曲筋群と伸展筋群のバランスを示すExt/Fle比が1.0以下になると報告している。本被検者における体幹筋のExt/Fle比は、各運動速度において1.0を下回ることなくバランスのとれた筋力を有しているものと推察される。本被検者は、5名中3名が腰痛者であったが、腰痛であるにもかかわらず高い競技成績をあげられるということから考えると、日頃のトレーニングによる体幹筋の伸展筋群、屈曲筋群の強化が重要といえるのではないか。

被検者を個別で見ると、YYはすべての運動速度において体幹筋Ext/Fle比1.8以上を示し、かなり高い伸展筋パワーを有していることが窺える。YYは国際級の選手のみならず、体重無差別の全日本選手権大会にも当時最軽量選手として出場の経歴を持ち、切れ味鋭い背負投はこの伸展筋パワーが支えているとも解釈できる。また同じく背負投を得意としているNUも、平均で体幹筋Ext/Fle比1.5と、大きな伸展筋パワーを有することが明らかとなった。

世界選手権者のHOは、体幹筋Ext/Fle比が被検者の中では最も低い値を示した。これは単に伸展筋の筋力不足によるものではなく、彼の人並みはずれた屈曲筋力の大きさに起因していると考えられる。HOの屈曲筋力は、全被検者、全運動速度において常に最高値を示し、全被検者を通じても最高である。またHOは、運動速度が低速でも高速でも、かなり大きな屈曲筋力パワーが発揮できることが特徴的なこととしてあげられる。

平成9年度(1997年度)

結果

1. 脚筋(表8-1, 2)

①%BW

伸展筋群%BWは、左右ともに30deg/secで最高値を示した後、運動速度の増加に伴い低下した。また左右ともに伸展筋群%BWと運動速度との間に有意な負の相関(左: $y = -0.709x + 374.1$, $p < 0.01$; 右: $y = -0.728x + 362.0$, $p < 0.01$)を示した。屈曲筋群%BWも同様に、左右ともに30deg/secで最高値を示して60deg/secではほとんど変化を示さず、120deg/sec以上の運動速度になるとわずかながら低下していった。屈曲筋群%BWと運動速度との間には、有意な負の相関(左: $y = -0.285x + 198.7$, $p < 0.01$; 右: $y = -0.276x + 201.2$, $p < 0.01$)を認めた。これらの変化は大学柔道選手から得られた結果とほぼ同様であり、いずれの運動速度においても統計学的な有意差を全く示さなかった。

②Fle/Ext比

Fle/Ext比は、左右ともに運動速度の上昇に伴い増加する傾向を示した。大学柔道選手には認められなかったなかつた左右差が、特に高速度域で確認されたが有意な差ではなかつた。

③%BWmax 発揮運動速度

伸展筋群については左右ともに、全ての被検者が30、あるいは60deg/secにおいて最高値を示した。特に右脚筋に関して、1名を除く全被検者の%BWmaxは運動速度30deg/seの時に記録された。一方屈曲筋群に関しては、約6割が30deg/secで、残り4割が60deg/secで%BWmaxを示した。

表 8-1 一般大学生の右脚筋における%BWおよびFlexion/Ext比
 Table 8-1 Peak torque per body weight of right knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the untrained college students

Subject	%BW(Extension)				%BW(Flexion)				Flexion / Extension ratio						
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec
MM	426	318	247	203	164	168	161	142	132	103	0.39	0.51	0.57	0.65	0.63
SS	376	352	273	226	171	239	229	158	171	147	0.64	0.65	0.58	0.76	0.86
TH	447	398	327	269	208	181	214	186	176	159	0.40	0.54	0.57	0.65	0.76
KK	309	354	276	235	178	201	196	175	151	107	0.65	0.55	0.63	0.64	0.60
EY	284	260	229	204	159	132	141	133	116	92	0.46	0.54	0.58	0.57	0.58
HN	397	345	277	206	157	223	215	177	134	111	0.56	0.62	0.64	0.65	0.71
HM	316	256	247	189	138	175	187	167	151	133	0.55	0.73	0.63	0.80	0.96
SS	331	289	211	184	151	184	218	196	180	160	0.56	0.75	0.93	0.98	1.06
JN	435	368	286	240	188	268	247	209	174	121	0.62	0.67	0.73	0.73	0.64
YU	349	330	246	185	130	185	180	175	154	125	0.53	0.55	0.71	0.83	0.96
TI	416	361	309	245	183	137	141	125	100	75	0.33	0.39	0.40	0.41	0.41
HU	256	192	145	122	116	178	168	151	140	108	0.70	0.88	1.04	1.15	0.93
Average	362	319	256	209	162	189	191	166	148	120	0.53	0.62	0.67	0.73	0.76
SD	64	59	48	38	26	39	34	25	25	26	0.11	0.13	0.17	0.19	0.20

(%BW : Peak torque / Body weight)

表 8-2 一般大学生の左脚筋における%BWおよびFlexion/Ext比
 Table 8-2 Peak torque per body weight of right knee extension and flexion, and knee flexion
 to extension peak torque ratios on the untrained college students

Subject	%BW(Extension)						%BW(Flexion)						Flexion / Extension ratio			
	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec	300deg/sec	60deg/sec	120deg/sec	180deg/sec	300deg/sec
MM	271	289	238	191	148	148	127	127	120	97	79	0.47	0.44	0.50	0.51	0.53
SS	405	352	297	232	177	177	189	184	165	147	124	0.47	0.52	0.56	0.63	0.70
TH	388	341	290	254	208	208	215	244	224	208	163	0.55	0.72	0.77	0.82	0.78
KK	360	376	293	247	206	206	225	212	181	153	96	0.63	0.56	0.62	0.62	0.47
EY	268	319	271	251	212	212	121	111	116	91	76	0.45	0.35	0.43	0.36	0.36
HN	494	412	298	223	169	169	254	205	183	188	142	0.51	0.50	0.61	0.84	0.84
HM	382	355	265	265	195	195	187	189	182	182	147	0.49	0.53	0.69	0.69	0.75
SS	422	329	256	204	160	160	198	189	162	138	124	0.47	0.57	0.63	0.68	0.78
JN	360	321	233	186	168	168	256	239	186	174	125	0.71	0.74	0.80	0.94	0.74
YU	411	364	295	231	182	182	162	169	156	123	82	0.39	0.46	0.53	0.53	0.45
TI	383	387	340	240	184	184	179	179	265	133	107	0.47	0.46	0.78	0.55	0.58
HU	258	225	197	167	129	129	129	129	122	105	85	0.50	0.57	0.62	0.63	0.66
Average	367	339	273	224	178	178	187	181	172	145	113	0.51	0.54	0.63	0.65	0.64
SD	70	49	38	31	25	25	46	42	43	38	29	0.09	0.11	0.12	0.16	0.16

(%BW : Peak torque / Body weight)

表9 一般大学生の体幹筋における%BWおよびExt/Flex比
 Table 9 Peak torque per body weight of trunk extension and flexion, and trunk extension to flexion peak torque ratios on the untrained college students

Subject	%BW(Extension)						%BW(Flexion)						Flexion/Extension ratio					
	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	180deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	180deg/sec	30deg/sec	60deg/sec	90deg/sec	120deg/sec	150deg/sec	180deg/sec
MM	317	302	305	227	241	214	270	250	300	285	285	1.48	1.12	1.22	0.76	0.85		
SS	424	374	453	569	487	419	426	416	431	361	361	1.01	0.88	1.09	1.32	1.35		
TH	458	569	588	515	480	427	408	380	492	408	408	1.07	1.39	1.55	1.05	1.18		
KK	500	537	615	553	538	349	332	251	206	156	156	1.43	1.62	2.45	2.68	3.45		
EY	341	352	340	341	347	289	335	316	340	213	213	1.18	1.05	1.08	1.00	1.63		
HN	305	363	328	292	263	340	312	294	282	298	298	0.90	1.16	1.12	1.04	0.88		
HM	265	318	293	347	422	262	316	324	269	264	264	1.01	1.01	0.90	1.29	1.60		
SS	338	433	304	362	304	460	431	349	304	467	467	0.73	1.00	0.87	1.19	0.65		
JN	323	289	253	267	181	316	275	295	272	256	256	1.02	1.05	0.86	0.98	0.71		
YU	308	338	330	339	311	295	398	374	254	236	236	1.04	0.85	0.88	1.33	1.32		
TI	360	385	332	320	332	335	255	232	220	233	233	1.07	1.51	1.43	1.45	1.42		
HU	252	245	275	278	303	195	203	182	197	205	205	1.29	1.21	0.51	1.41	1.48		
Average	349	375	368	368	351	325	330	305	297	282	282	1.10	1.15	1.15	1.29	1.38		
SD	75	96	120	115	109	82	73	69	88	90	90	0.21	0.24	0.24	0.48	0.74		

(%BW : Peak torque / Body weight)

2. 体幹筋 (表 9)

①% BW

腹筋群% BWは運動速度の上昇に比例して漸減し、150deg/secにおいて最低値を示した。運動速度との間に有意な負の相関関係 ($y = -0.398x + 343.7$, $p < 0.05$) を認めた。しかし背筋群% BWは高速度において低下する傾向を示したが、有意な負の相関はなかった。

大学柔道選手では全ての運動速度において、背筋群% BWが腹筋群のそれを上回っていたが、この傾向は一般大学生にも認められた。しかし一般大学生の背筋群、および腹筋群% BWは明らかに大学柔道選手よりも劣っていることが示された。特に、大学柔道選手の背筋群% BWは運動速度の上昇に対してわずかながら増加していく変化を示したが、反対に一般大学生では、高速度域での低下が顕著であった。一般大学生の背筋群% BWでは、90, 120, 150deg/secにおいて、腹筋群% BWでは120, 150deg/secにおいて、それぞれ大学柔道選手と比し有意な低値を示した。

②Ext / Fle 比

体幹Ext / Fle比は、運動速度の増大に伴う若干の上昇を示し、大学柔道選手と同様の変化をみせた。

③% BWmax 発揮運動速度

背筋群、腹筋群ともに% BWmaxは広い運動速度域にわたって観察され、一定の傾向を示さなかった。

考 察

1. 脚筋について

脚筋の伸展筋群% BWおよび屈曲筋群% BWは、昨年までの我々の報告や先行研究¹⁾と一致して、運動速度の上昇に伴い減少した。また運動速度に依存する% BWの低下は、左右ともに明らかに伸展筋群% BWで顕著であり、多くの先行研究^{2), 3)}に矛盾しないものと思われる。このことは脚筋Fle / Ext比が、高速になるに従って増大する傾向を示した結果からも支持される。つまり高速度域のトルクはその筋線維中の速筋線維の量を示唆し²⁾、ハムストリングを中心とした屈曲筋群は、より多くの速筋線維から構成されているということが考えられる。この傾向は本実験の被検者に特有のものではなく、昨年までに検討を試みた大学柔道選手などにも共通のものといえる。

被検者の左右の伸展筋群および屈曲筋群について、% BWを大学柔道選手と比較すると、いずれの運動速度においても有意な差異は観察されなかった。つまり脚筋のパワーに関しては、柔道選手と一般学生との間に有意な差を見出すことができなかった。本研究で対象とした被検者数に限りがあったこと、あるいは大学柔道選手に一流の柔道選手を採用したわけではないことなど、結論を導き出すには不十分な要素もあるが、柔道選手にとって脚筋のパワーは競技力を決定する必要十分条件ではない可能性を示唆する結果であるとも解釈できる。等速性筋出力測定装置の普及が、脚の伸展・屈曲運動を評価することから開始された事情などをも鑑みて、この件についての検討はさらに追究されるべき問題と考えられる。

2. 体幹筋について

体幹の筋力はあらゆる生命活動の柱となるべきものであるが、スポーツ場面での役割も大きい。特に柔道のように、相手と組み合った攻防の中で自らの重心をコントロールし、相手を投げたり、

投げられないようにするために姿勢を維持する必要がある競技では、まさに競技成績を左右する要素の一つと理解することができる。近年、腰痛に関する研究分野などで、体幹の筋力測定を可能にした機器が盛んに利用されるようになり、幾つかのスポーツ種目についても体幹筋の特性を評価した報告が散在している。しかし柔道に関するものは僅かであり、基礎的データの収集が急務といえる。

各種スポーツ選手を対象に体幹の等速性筋力を測定した斉藤ら^{4), 5)}は、腹筋群% BWは、運動速度の増加に伴い減少する傾向をみせたとしているが、本実験の一般大学生でも同様の変化をみせた。これは昨年までに我々が報告した、運動速度に比例して腹筋群% BWが上昇する大学柔道選手、高校柔道選手の結果と相違するものであった。これらのことから判断すると、柔道選手の体幹筋力特性として、高速度域においても腹筋群のパワー発揮が低下せず、むしろ上昇するということが挙げられる。実際の柔道競技の場面で、立技では体落や背負投、寝技では伏臥位姿勢での防御等の局面などで腹筋群の関与が強くなることが予測される。これらの腹筋群の働きは捻りを伴うという特徴が考えられるが、体幹の腹筋群と回旋筋群との間には共通性がある⁶⁾ことなどから、高速度域においても大きな腹筋群パワーを有することは柔道選手にとって重要な要素であると思われる。

背筋群% BWは運動速度の上昇に伴い緩やかな低下を示し、高木ら⁷⁾とはほぼ同様の結果であった。このような運動速度の増大に伴う背筋群% BWの低下は、背筋群が抗重力筋として機能し、主に持続的な収縮を行う⁸⁾ためにslow twitch muscleの比率が高いことによって説明される。これらの知見に反して、大学柔道選手の背筋群% BWは高速度域で若干の増大を示し、背筋群のスピーディーな筋力発揮が可能であることを示唆した⁴⁾。すなわち腹筋群と同様に、高速度で強大な背筋群パワー発揮が可能であることも柔道選手の筋特性と考えられる。

体幹のExt / Fle比が1.0以下になると腰痛が発生しやすいということを、高木ら⁹⁾はすでに報告している。本研究では、一般大学生のExt / Fle比は1.0を上回っており、我々が報告している高校柔道選手に観察されたような体幹支持筋群の不均衡を示すケースはなかった。大学柔道選手と比較しても顕著な差はなく、特別に運動経験がなくても腹筋群と背筋群のバランスが保てるかのようにみられるが、結果の標準偏差の大きさなどから考えて早計はできない。武政ら¹⁰⁾によれば、慢性腰痛の原因には器質的障害が伴うものと伴わないものがあるとし、後者ではExt / Fle比の低下がなく、絶対的な腹筋力および背筋力の低下のみが認められるという。そこでバランス良く、腹筋群と背筋群を鍛えていくことが強く望まれることになる。腰痛予防の方法論については様々な議論がある。腹筋強化を重視し、腹腔内圧を高めることで腰椎の安定化を図るべきであるという意見と、背筋の強化が腰痛予防に効果的に作用するという意見があり、治療・予防効果に関して統一の見解は得られていない¹¹⁾。しかし、他のスポーツ選手に比し、特に柔道選手は腰痛を訴える頻度が高いので、腰痛の発症原因を正確に理解してトレーニングを行っていくことは非常に重要であると思われる。

IV 総括

本研究は、柔道選手の持つ筋特性をよりダイナミックに捉えたいと考え、等速性筋力測定装置を用いてピークパワーの測定を行うことを試みた。

1994年から1997年にかけて等速性筋力測定装置(MERAC)を用い、①大学男子柔道選手、②高校男子柔道選手、③一流男子柔道選手、④一般大学生を対象に、脚筋力および体幹筋力につい

て、伸展筋と屈曲筋のピークトルクを測定した。

1994年度総括

結果は以下の通りである。

1. 大学柔道選手における脚筋の伸筋% BW および屈筋% BW は、運動速度の上昇に伴い減少し、特に伸展筋% BW についてはその変化が著しかった。
2. 大学柔道選手における体幹伸筋% BW は、全体的に運動速度の上昇に伴い増加する傾向にあった。
3. 大学柔道選手における体幹屈筋% BW は、速度が上昇するにつれて低下せず、低速度よりも高速度の方が高値を示した。
4. 大学柔道選手における体幹筋Ext / Fle 比（背筋/腹筋）は、各運動速度において1.4を下回り、スポーツ選手に必要なとされている腹筋と背筋のバランスに欠けていることが示唆された。
5. 本被検者の中で腰痛を傷害としてあげている者は19名中6名で、その半数の3名においてExt / Fle 比が1.0未満であった。また全被検者19名中、腹筋と背筋の逆転現象を起こしている者が9名（47.4%）いたり、腹筋と背筋のバランスに欠ける（1.4を下回る者）腰痛予備群が数多く存在していた。

1995年度総括

結果は以下の通りである。

1. 高校柔道選手における脚筋の伸筋% BW および屈筋% BW は、運動速度の上昇に伴い減少し、特に伸展筋% BW についてはその変化が著しかった。
2. 高校柔道選手における体幹屈筋% BW は、速度が上昇するにつれて低下せず、低速度よりも高速度の方が高値を示した。
3. 高校柔道選手における体幹伸筋% BW は、大学柔道選手に比し全運動速度で顕著に低値を示した。
4. 高校柔道選手における体幹伸筋% BW は、90deg/sec以上の運動速度で体幹屈筋% BW より減少することが認められた。

1996年度総括

結果は以下の通りである。

1. 一流柔道選手における脚筋の伸筋% BW は、運動速度の上昇に伴い減少した。
2. 一流柔道選手における脚筋の屈筋% BW は、運動速度の上昇に伴い減少するもの的高速領域での減少の度合いが少なかった。
3. 一流柔道選手における脚筋の伸筋および屈筋% BW は、左右ともに大学柔道選手、高校柔道選手に比し全ての運動速度で高値を示した。
4. 一流柔道選手における体幹伸筋% BW は、若干ではあるが運動速度の上昇に伴い減少する傾向にあった。
5. 一流柔道選手における体幹屈筋% BW は、運動速度の上昇に伴い増加を示した。
6. 一流柔道選手における体幹筋Ext / Fle 比は、各運動速度において1.0を下回ることがなく、伸筋、屈筋のバランスがとれた筋力を有することが示唆された。

1997年度総括

結果は以下の通りである。

1. 一般大学生における脚筋の伸筋% BW および屈筋% BW は、運動速度の上昇に伴い減少し、特に伸展筋% BW についてはその変化が著しかった。
2. 一般大学生における脚筋の伸筋% BW および屈筋% BW は、大学柔道選手と有意な差が見いだせなかった。
3. 一般大学生における体幹屈筋% BW は、運動速度の増加に伴い減少する傾向にあった。
4. 一般大学生における体幹伸筋% BW は、運動速度の上昇に伴い緩やかな低下を示した。
5. 一般大学生における体幹筋Ext / Fle 比は、各運動速度において1.0を上回っていた。

以上の結果から、以下の3点のような柔道選手のダイナミックな筋特性についての知見が得られた。

- ①脚筋のパワーについては、柔道選手にとって必要条件となるが（脚筋% BW：一流柔道選手> 大学柔道選手> 高校柔道選手）、十分条件とはならない（一般大学生と差がない）可能性が示唆された。
- ②体幹筋の屈筋% BW において、柔道選手は高速度域においてもパワー発揮が低下しない傾向が示された。
- ③体幹筋の伸筋% BW において、柔道選手は運動速度の増加に伴いパワー発揮も低下するが、その程度が少ない傾向が示された。

参考文献

- 1) 斉藤知行, 腰野富久, 竹内良平, 鈴木英一, 加藤信岳, 谷嶋二三男, 村松 茂: 膝屈伸の等速性筋力測定値と運動能力の相関と運動処方への影響——サッカー少年について——, 臨床スポーツ医学 12 (11), 1313 - 1316, 1995.
- 2) Suter, E., Herzog, W., Sokolosky, J., Wiley, J.P., Macintosh, B.R.: Muscle fiber type distribution as estimated by Cybex testing and by muscle biopsy. Med. Sci. Sports Exerc. 25(3): 363 - 370, 1993.
- 3) 黒木俊政, 田島直也, 黒木龍二, 中村真由美, 日高 隆: Cybexによる脚筋力検査——第1報 女子長距離陸上選手——, 理学診療 2, 32 - 35, 1991.
- 4) 斉藤明義, 金沢伸彦, 大城 博, 佐藤勤也, 坂本雅昭, 高木武二: 等速性運動における各速度変化と体幹筋力の関係, 理学診療 2, 96 - 100, 1991.
- 5) 斉藤明義, 金沢伸彦, 布袋屋浩, 市川繁之: PNFによる体幹筋力強化, 臨床スポーツ医学 11 (8), 559 - 895, 1994.
- 6) 中村耕三, 大井淑雄, 三浦 敦, 高山典子, 南雲光則, 金子 操: 健常成人男性の体幹回旋筋、屈曲筋、背筋の筋力の関係, 理学診療 2, 92 - 95, 1991.
- 7) 高木武二, 坂本雅昭, 斉藤明義, 本多久賀子: 健常者の体幹屈曲筋・伸展筋力について——等速度測定による——, 理学療法学 18 (5), 481 - 485, 1991.
- 8) Mayer T.G.: Quantification of lumbar function. part 3: preliminary data on isokinetic torso rotation testing with my electric spectral analysis in normal and low backpain subjects. Supine 10: 912 - 921, 1985.
- 9) 高木武二, 坂本雅昭, 斉藤明義: 大相撲力士の腰痛と体幹筋力——理学療法効果と等速度測定——,

- 臨床スポーツ医学 12 (3), 333 - 338, 1995.
- 10) 武政龍一, 山本博司, 谷 俊一, 上岡禎彦, 石田健司: 青壮年期の各種腰痛症患者における体幹筋力の評価と訓練, 理学診療 4, 26 - 31, 1993.
 - 11) 稲波弘彦, 野間清邦, 田口貞文, 水島 伸, 立花新太郎: 慢性腰痛症に対する腰部伸展筋および腰部屈曲筋訓練の効果比較, 理学診療 6, 188 - 192, 1995.
 - 12) Bogduk. N and Twomey, LT: Clinical Anatomy of the Lumbar Spine. 四宮謙一訳, 医学書院, 東京, 77 - 84, 1989.
 - 13) 勝田 茂, 稲木光晴, 秋間 広, 下條仁士, 尾形敬史, 手塚政孝: 柔道選手の下肢骨格筋の特性, 講道館柔道科学研究紀要第七輯, 107 - 114, 1994.
 - 14) 金久博昭, 小田伸午, 宮下充正: スポーツ選手の等速性筋出力, 昭和54年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 36 - 42, 1979.