

大学男子スポーツ競技者の膝関節および体幹の等速性筋力特性

松元 剛, 安田貴彦, 白木 仁, 柵木聖也*

A characteristics of isokinetic muscle strength for
male college athletes.

Tsuyoshi MATSUMOTO, Takahiko YASUDA, Hitoshi SHIRAKI, Seiya MASEGI

The purpose of this study was to compare the isokinetic muscle strength among male college athletes. Results were as follows:

- 1) The lower an angle speed got, the higher peak torques of knee extension and flexion were.
- 2) Peak torques of the athlete's knee extension and flexion were higher than those of the general.
- 3) A torque/body weight for the athlete's knee extension was about 3.3Nm and that of knee flexion was about 1.6Nm, when the angle velocity was 60 degree/second.
- 4) The strength ratio of knee flexor/extensor was about 0.55.
- 5) The muscle strength in sprinter was significant greater than that of the other sport athletes. These differences in muscle strength might be referred to the level of adopting to the physical fitness training.
- 6) A torque/body weight for the athlete's torso extension was about 4.9Nm and that of torso flexion was about 2.8Nm, when the angle velocity was 60 degree/second.

緒 言

1960年代に入り人為的操作を加えることで、筋肉の収縮速度を一定に制御できるようなマシンが開発された⁶⁾。それが、Isokinetic Machineである。最近では、コンピューターと連動することにより、筋肉の活動状態をリアルタイムでモニター上に表示することはもちろんのこと、測定結果についても瞬時に出すことが可能となり、整形外科、体育学、スポーツ医学の各分野において幅広く筋力測定評価マシンとして用いられるよ

うになってきた。

このことは、本学のスポーツクリニック(学生および職員のスポーツ傷害に関わる治療、リハビリテーション、スポーツ活動復帰までの心身のトレーニングおよびスポーツ傷害予防に関する教育・研究を目的に、平成4年6月から常設機関として設置された)でも例外ではない。中でも、トレーニングクリニック部門では、等速性筋力測定器 BIODEX (米国バイオデックス社製)のデータを基にアスレチック・リハビリテーション、各種トレーニングおよびスポーツ傷害予防の指導が行われてきている。

ところで、従来この種のデータは、スポー

* 関東学園大学

ツ医学の分野において、術後のアスレチックリハビリテーション過程で、筋力の回復程度を客観的に示してくれるものとして使用されてきた¹⁾。実際著者らも、早くからこの機器を導入し、アスレチックリハビリテーション分野における数多くの研究を重ねてきている^{3) 5)}。

しかし近年、スポーツ競技者のトレーニング効果を把握する指標として、このデータが用いられるようになってきた^{2) 4) 7) 9) 10) 12)}。

そこで本研究では、筑波大学体育会系クラブに所属している男子学生の膝関節および体幹の筋力に着目し、各スポーツ種目間で数値データを比較検討することで、体力トレーニングの基礎資料を得ることを目的とした。

方 法

対象は、1989年から1994年にかけてトレーニングクリニックに設置されているBIODEXを用いて測定したデータの中から、傷害を持たない474例とした。これらのなかから、男子10名以上の被検者数を持つ種目である、アメリカンフットボール、野球、バスケットボール、ラグビー、サッカー、陸上・短距離の6種目の競技者を対象にした。

写真1のように膝関節の等速性伸筋力と屈曲筋力の測定では、被検者にBIODEXの上で椅座位姿勢をとらせ、足首を入力レバーに固定した。被検者には、60、180、300度/秒の3種類の角速度で、伸展・屈曲運動を最大努力で行わせた。各速度での試技回数は、順に3、3、5回とし、いずれの場合もピークトルクの最大値をデータとして用いた。なお、膝関節の運動域は、伸筋力、屈筋力いずれの測定とも、膝関節角度が90度の屈曲位から完全伸展位までであった。

一方、体幹の等速性伸筋力・屈曲筋力の測定では、写真2のように、体幹をアタッチメントに固定した。被検者には60、120、180度/秒の3種類の角速度で、伸展・屈曲運動

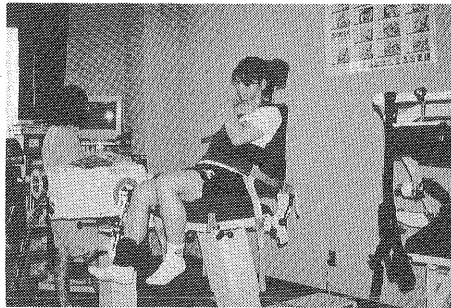


写真1 BIODEXによる膝関節の等速性伸筋力・屈曲力の測定

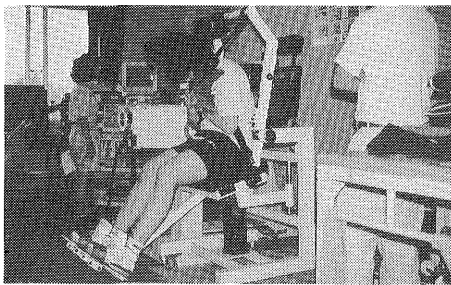


写真2 BIODEXによる体幹の等速性伸筋力・屈曲力の測定

を最大努力で行わせた。各速度での試技回数は、順に3、3、5回とし、いずれの場合もピークトルクの最大値をデータとして用いた。

なお、一般人の等速性膝関節伸展・屈曲値として、平均年齢は高くなるが1994年6月にトレーニングクリニックで行われた教職員体力測定値を用いた。

統計処理は、ピークトルク値等について、各スポーツ種目間で分散分析を行い、危険率1%水準をもって有意とした。

結 果

被検者の特性は、表1に示したとおりである。

1) 膝関節の等速性伸筋力および屈筋力

表2に、各種スポーツ競技者と一般人の膝関節の等速性伸筋力と屈筋力を示した。各スポーツ競技者の膝関節の伸筋力と屈筋力

表1 被検者の特性

	アメリカンフットボール	野球	バスケットボール	ラグビー	サッカー	短距離	一般人
N	10	69	12	22	55	19	10
年齢 (歳)	20.3±0.8	20.4±1.0	21.2±0.4	21.2±1.0	20.5±1.2	20.6±1.3	40.7±1.7
身長 (cm)	174.8±6.4	174.2±5.9	178.5±3.6	175.5±4.8	174.3±5.4	174.5±6.8	171.3±4.8
体重 (kg)	72.7±8.2	70.5±7.2	78.9±9.2	78.5±6.7	68.2±6.2	65.4±5.6	65.4±6.9

表2 各種スポーツ競技者および一般人における膝関節の等速性伸展力・屈曲力 (単位: Nm)

	アメリカンフットボール	野球	バスケットボール	ラグビー	サッカー	短距離	F 値	一般人
N	10	69	12	22	55	19		10
伸展60 (右)	210.4±38.1	221.6±34.6	257.9±31.8	243.0±35.1	240.6±41.9	295.9±58.9	11.3*	168.5±44.7
(左)	205.4±39.4	220.6±34.0	266.4±40.5	234.7±26.6	242.8±39.0	283.2±54.8	11.9*	169.8±41.2
伸展180 (右)	139.6±28.0	151.9±25.6	177.3±23.7	160.4±22.3	168.2±28.2	185.0±29.5	8.9*	104.6±30.4
(左)	138.6±25.4	152.7±24.7	183.6±24.1	157.2±19.6	168.6±28.7	178.7±24.9	10.0*	104.4±26.9
伸展300 (右)	112.4±27.8	117.1±18.1	143.9±21.4	125.9±17.3	113.8±47.0		4.1	77.4±21.7
(左)	109.8±30.2	117.3±19.1	143.3±21.5	116.0±29.7	116.1±49.2		3.7	76.8±19.0
屈曲60 (右)	119.4±27.3	115.3±17.9	140.4±23.2	117.7±27.4	121.2±19.3	132.8±30.2	6.3*	77.1±21.5
(左)	112.3±20.8	113.7±20.4	136.6±28.6	114.0±18.9	121.1±20.6	137.2±27.1	7.9*	76.3±19.6
屈曲180 (右)	89.5±18.6	92.9±12.7	105.5±22.6	86.0±22.6	95.7±17.2	101.6±19.5	6.5*	58.6±19.6
(左)	84.3±16.8	90.6±13.9	102.2±21.4	86.1±18.9	95.4±16.6	106.7±18.4	8.8*	56.0±22.6
屈曲300 (右)	78.3±16.5	78.1±11.4	93.3±21.2	72.0±17.4	85.6±14.12		10.7*	46.9±20.0
(左)	73.0±17.5	75.6±10.6	86.4±20.7	74.2±16.3	81.8±15.7		7.7*	48.6±16.6

*:P<0.01

は、いずれも一般人と比べて有意に高いことが認められた。

また、この値をスポーツ群間で比較してみると、短距離走群およびバスケットボール群は他のスポーツ群よりも、伸展力・屈曲力ともに全ての角速度において有意に高いことが認められた。これに対して、アメリカンフットボール群においては、特に膝関節伸展力が他の全てのスポーツ群よりも低値であった。

なお、全てのスポーツ群、一般人のいずれにおいても膝関節伸展・屈曲力における左右差はみられなかった。

表3に、体重当たりの膝関節の等速性伸展力・屈曲力を示した。

一般人と比較すると、アメリカンフットボールを除く他のスポーツ群はいずれの角速度においても有意に高い値を示した。

また、この値をスポーツ群間で比較してみると、短距離走群は他のスポーツ群よりも、伸展力・屈曲力ともに、有意に高いことが認

められた。

表4に、膝関節伸展力に対する屈曲力の比を示した。

一般人と比較すると、アメリカンフットボール群および野球群においては、いずれの角速度においても有意に高い値を示した。

また、この比をスポーツ群間で比較してみると、短距離群は他のスポーツ群よりも低い傾向にあり、特にアメリカンフットボール群および野球群との間には、いずれの角速度においても有意な差が認められた。

2) 体幹の等速性伸展力・屈曲力

表5に、体幹の等速性伸展筋力・屈曲筋力を示した。

体幹の等速性屈曲力には、いずれの角速度においてもスポーツ群間に有意差は認められなかったが、等速性伸展力は、バスケットボール群が他のスポーツ群よりも有意に高い値を示した。

表3 各種スポーツ競技者および一般人における体重当たりの膝関節等速性伸展力・屈曲力 (単位: Nm)

	アメリカンフットボール	野球	バスケットボール	ラグビー	サッカー	短距離	F 値	一般人
N	10	69	12	22	55	19		10
伸展60 (右)	2.93±0.37	3.14±0.45	3.17±0.25	3.25±0.56	3.50±0.53	4.50±0.68	18.9*	2.66±0.39
(左)	2.86±0.40	3.13±0.45	3.27±0.36	3.50±0.66	3.54±0.53	4.33±0.72	21.4*	2.69±0.40
伸展180 (右)	1.94±0.28	2.14±0.35	2.17±0.25	2.73±0.66	2.44±0.34	2.82±0.29	14.1*	1.65±0.23
(左)	1.93±0.22	2.17±0.33	2.26±0.20	2.85±0.33	2.45±0.35	2.73±0.27	17.1*	1.65±0.28
伸展300 (右)	1.52±0.35	1.65±0.23	1.78±0.23	1.96±0.38	1.84±0.25		9.7*	1.22±0.18
(左)	1.47±0.30	1.66±0.25	1.76±0.19	1.55±0.41	1.88±0.30		7.1*	1.22±0.20
屈曲60 (右)	1.66±0.30	1.63±0.22	1.72±0.33	1.57±0.38	1.76±0.26	2.01±0.35	7.4*	1.22±0.22
(左)	1.56±0.18	1.61±0.25	1.66±0.20	1.30±0.42	1.76±0.26	2.08±0.32	14.0*	1.21±0.21
屈曲180 (右)	1.24±0.19	1.32±0.15	1.29±0.17	1.39±0.28	1.39±0.22	1.54±0.23	8.6*	0.92±0.21
(左)	1.17±0.15	1.28±0.17	1.24±0.14	1.05±0.32	1.39±0.19	1.62±0.21	16.3*	0.87±0.32
屈曲300 (右)	1.06±0.18	1.10±0.14	1.14±0.19	1.06±0.27	1.22±0.19		9.2*	0.73±0.22
(左)	0.96±0.17	1.07±0.13	1.05±0.16	0.99±0.24	1.16±0.18		7.7*	0.76±0.19

*:P<0.01

表4 各種スポーツ競技者および一般人における膝関節等速性伸展力に対する屈曲力の比

	アメリカンフットボール	野球	バスケットボール	ラグビー	サッカー	短距離	F 値	一般人
N	10	69	12	22	55	19		10
屈曲/伸展60 (右)	0.56±0.09	0.52±0.07	0.54±0.06	0.48±0.08	0.51±0.10	0.44±0.06	3.2	0.45±0.04
(左)	0.54±0.05	0.51±0.07	0.51±0.05	0.51±0.10	0.50±0.07	0.49±0.13	1.8	0.45±0.07
屈曲/伸展180 (右)	0.64±0.09	0.62±0.09	0.59±0.10	0.52±0.11	0.57±0.10	0.55±0.08	3.6	0.55±0.06
(左)	0.60±0.06	0.60±0.08	0.55±0.06	0.56±0.11	0.58±0.11	0.59±0.07	2.6	0.51±0.17
屈曲/伸展300 (右)	0.70±0.05	0.67±0.06	0.65±0.13	0.54±0.16	0.67±0.10		4.2	0.59±0.13
(左)	0.63±0.03	0.65±0.08	0.59±0.03	0.61±1.38	0.63±0.14		0.9	0.62±0.14

表5 各種スポーツ競技者における体幹の等速性伸展力・屈曲力 (単位: Nm)

	アメリカンフットボール	バスケットボール	サッカー	F 値
N	62	10	19	
伸展60	360.9±71.9	416.1±63.5		4.4
伸展120	339.8±68.2	401.7±44.3	359.7±56.8	2.1
伸展180	328.5±68.8		285.1±62.7	1.9
屈曲60	211.3±39.8	238.0±56.2		1.4
屈曲120	200.0±48.6	219.1±48.6	192.5±25.1	0.8
屈曲180	188.2±46.9		171.8±30.4	0.6

表6 各種スポーツ競技者における体重当たりの体幹の等速性伸展力・屈曲力 (単位: Nm)

	アメリカンフットボール	バスケットボール	サッカー	F 値
N	62	10	19	
伸展60	4.9±0.9	4.9±0.5		1.0
伸展120	4.6±0.8	4.7±0.3	5.3±0.8	1.2
伸展180	4.4±0.8		4.2±0.8	1.4
屈曲60	2.9±0.4	2.7±0.5		1.4
屈曲120	2.7±0.4	2.5±0.4	2.8±0.3	1.6
屈曲180	2.5±0.5		2.5±0.3	0.8

表6に、体重当たりの体幹の等速性伸展力・屈曲力を示した。

体重当たりの体幹の等速性伸展力・屈曲力ともに、いずれの角速度においてもスポーツ群間に顕著な差は見られなかった。

表7に、体幹の等速性伸展力に対する屈曲力の比を示した。この比には、スポーツ群間

表7 各種スポーツ競技者における体幹の等速性伸展力に対する屈曲力の比

	アメリカンフットボール	バスケットボール	サッカー	F 値
N	62	10	19	
屈曲/伸展60	0.59±0.10	0.56±0.08		2.2
屈曲/伸展120	0.59±0.11	0.54±0.09	0.54±0.07	1.2
屈曲/伸展180	0.58±0.13		0.61±0.10	0.5

に有意差は見られなかった。

考 察

1) 膝関節の等速性伸展力・屈曲力からみた各種スポーツ競技者の特性

図1は、表1のデータを基にしてスポーツ種目間および角速度間の値を比較しやすいように示したものである。これによると、膝伸展・屈曲時に発揮されたピークトルク値は角速度60度/秒において最大値を示し、300度/秒で最小値を示すというように運動速度の増加に伴い減少する傾向がみられた。このことは、Thorstensson et al.⁸⁾やBarnes¹⁾の、等速性筋力はアームの角速度増加に伴いピークトルク値が減少するという報告と一致したものである。

また、グラフの傾きをスポーツ種目間で比較してみると、膝関節伸展・屈曲時においてグラフが交差し合うようなポイントがほとんど見られない。すなわち、膝関節伸展力では角速度180度/秒のピークトルク値が、60度/秒時の約70%、300度/秒では60度/秒時の約50%である。また、屈曲力においては、角速度180度/秒および300度/秒が60度/秒時のそれぞれ約75%、65%という結果であった。このことは、低角速度時のピークトルク値が高いほど、高角速度時のピークトルクも高い傾向にあることを意味しており、今後低角速度および高角速度の筋力評価の指標として用いることができる。

この点で見ると、サッカー群において膝関節伸展時の高速度時ピークトルク値が、今回のデータでは低く出現している。これが、競技特性によるものなのか、あるいは単にトレーニング不足によるものなのかは、今後さらに検討していくべく課題である。

さて、結果でも述べたように、スポーツ選手の膝関節伸展・屈曲力は、一般人と比べて有意に高いことが分かった。これは、日常生活時における運動およびトレーニングの量的

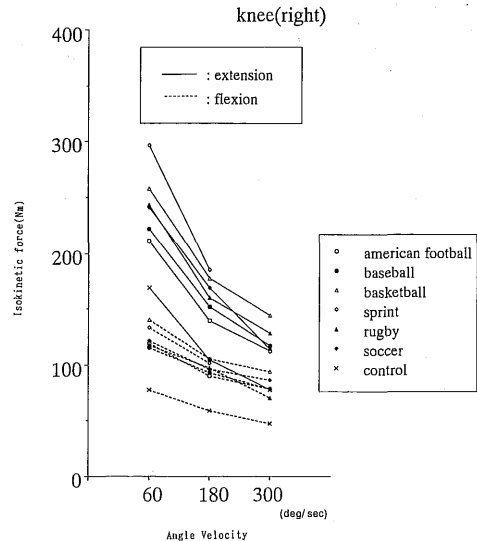


図1 各種スポーツ競技者および一般人の膝関節の等速性伸展力・屈曲力

・強度的な違いが大きく影響を及ぼしているものと考えられる。

ところで、今回のデータを深代ら²⁾が報告している各種競技スポーツにおける日本一流選手のものと比較してみる。

日本一流選手群では、角速度60度/秒において水泳群を除いて膝関節伸展力が約250 Nm、膝関節屈曲力が160 Nmであることが分かる。一方、今回のデータである筑波大学選手群の膝関節伸展力は、250 Nmに達していないスポーツ種目もあるが、全てのスポーツ種目において200 Nm以上あり、比較的高いレベルにあることが推測される。このことは、筋力トレーニング等を含んだ基礎体力トレーニングが徹底されているという裏付けでもあり、今後のトレーニング如何では、さらにピークトルク値が増加する可能性を含んでいる。

膝関節屈曲力については軒並み低い傾向にある。このことは、一流選手と一般選手との間で見られる、筋力特性の違いであると考えられ、今後の課題としたい。

体重当たりの筋力をみると、日本一流選手

群では、角速度60度/秒において水泳群を除いて膝関節伸展力が約3.5 Nm、膝関節屈曲力が2.2 Nmである。

そこで今回のデータと比較してみると、膝関節伸展力で、サッカー群では同等レベル、短距離走群においては非常に高い値が出ていることが判明した。

しかし、その他のスポーツ種目では低い傾向にあり、一般的にみて、一流選手群に比べて低値を示すものと考えられる。なかでもバスケットボール群においては、ピークトルク値においては日本一流選手群の平均とほとんど変わらなかったものの、体重当たりのピークトルク値においては低くなっていた。このことが、先天的能力差によるものなのか、それとも選手に対する後天的な働きかけ、すなわち基礎体力トレーニングの影響によるものなのかは、議論の余地を残すところである。

膝伸展力に対する膝屈曲力の比は、角速度60度/秒において、日本一流選手群では、水泳群を除いて約0.65であり、これより膝伸展力対膝屈曲力は約3対2となることが分かる。

今回扱ったデータでは、約0.55であり、日本一流選手に比べて膝伸展力に対する膝屈曲力が低いことが判明し、これは今後のトレーニング内容について参考となるべきものである。特にピークトルク値や体重当たりのピークトルク値で非常に高い値を出していた短距離群が、この項目においては著しく劣っている。膝伸展筋群と膝屈曲筋群の最大筋力比が崩れると、肉離れ等のスポーツ傷害につながりやすいという報告³⁾もあり、バランスのとれた筋力トレーニングが指摘される。

以上、膝関節伸展・屈曲筋力に関して本研究で対象にしたスポーツ種目の中では、短距離群が高いレベルにあり、これは日本一流選手のデータに匹敵するようなものであった。このことは、ウエイトトレーニング等を含んだ基礎体力トレーニングはもちろんのこと、

いわゆる補強トレーニングといわれているようなものを、積極的に取り入れている成果であることが考えられる。このことは深代らの報告²⁾でも同様なことが述べられている。すなわち、基礎体力レベルがそれほど高くないスポーツ種目においては、陸上・短距離のように基礎体力向上に取り組むことによって、一段と高いレベルで競技を行うことができると考えられる。

ところで、特に今回のデータでは、ピークトルク値においてアメリカンフットボール群が他のスポーツ種目群より有意に低い値を示していた。これは、アメリカンフットボール選手のほとんどが体育専攻学生でなく、いわゆる一般学生であるため、元来基礎体力に劣っていることが示唆される。このことは、今後のトレーニング計画に関して、十分な基礎資料となり得る。

2) 体幹の等速性伸展力・屈曲力からみた各種スポーツ競技者の特性

体幹における伸展力および屈曲力であるが、比較できるような一般人の値が不足しており考察するまでには至らなかった。したがって、今後の課題として膝関節伸展・屈曲力も含めて、①スポーツ種目の拡大、②各スポーツ種目における被検者数の増大、③年齢別、性別における一般人の筋力評価、④女子大学スポーツ選手の筋力評価等が挙げられる。

3) スポーツクリニックにおける等速性筋力測定の意義

今回の研究では過去6年間にさかのぼり、トレーニングクリニックに設置されているBIODEXの中に蓄積されていたデータを、データベースとして整理するところから始まった。

ところで、近年の等速性筋力測定器におけるソフトおよびハード面の技術的進歩は目ざましく、測定時間を短縮させることに成功し、

機能性という点では非常に向上してきている。

したがって今後、この種の測定は数多く行われることが予想される。そこで、トレーニングクリニックの中での等速性筋力測定器の意義について、考察を加える。

緒言のところでも述べたが、この等速性筋力測定器は、スポーツ傷害の復帰過程という点で数多く用いられてきた。実際、トレーニングクリニックにおいても、スポーツ傷害を持つ選手が多数詰めかけており、いわゆる、アスレチックリハビリテーションの中における等速性筋力測定器の活用は十分になされてきていると言ってもよい。このことは、トレーニング過程で実施されるメディカルチェック時における測定ということに関しても同様なことが言える。

ところで、トレーニングクリニックの果たすべき役割として次の3点が考えられる。①メディカルチェック、②アスレチックリハビリテーション、③コンディショニングである。今回のデータは、コンディショニングに含まれるべきものである。ここでいうコンディショニングとは、スポーツパフォーマンスの向上を目的とするものであり、そういう意味では、今回のように選手の体力評価を行う場合、種目特性を考慮した種目内での評価と、種目間を越えて様々なスポーツ種目と比較検討を行うことが重要となってくる。

したがって、多くのスポーツ種目選手の定期的な測定、スポーツ現場へのフィードバックおよびデータ管理等が、円滑に進むようなシステム作りがトレーニングクリニックの中で急務であると考えられる。

まとめ

大学男子競技スポーツ選手の膝関節および体幹の筋力特性を明らかにすることを目的として、等速性筋力測定を実施した結果について比較検討したところ、以下のような知見を

得た。

- ①膝関節伸展力・屈曲力は、角速度の増大に伴い減少した。
- ②膝関節伸展力・屈曲力は、一般人と比べると有意に高い値を示した。
- ③膝関節伸展・屈曲時における体重当たりのトルク値は、角速度60度/秒においてそれぞれ約3.3Nm、1.6Nmであった。
- ④膝関節伸展力に対する膝関節屈曲力は、約0.55であり、これは日本一流選手の値より低いものであった。
- ⑤膝関節伸展力・屈曲力は、陸上・短距離群が他の種目に対して高い値を示した。
- ⑥体幹の体重当たりの伸展力・屈曲力は、角速度60度/秒においてそれぞれ約4.9Nm、2.8Nmであった。

参考文献

- 1) Barnes, W.:The relationship of motor unit activation to isokinetic muscular contraction at different contractive velocities. *Physical Therapy*, 60 : 1152-1158, 1980.
- 2) 深代 千之, 小林 規, 若山 章信, 柳 等, 小嶋 俊久:各種競技スポーツにおける日本一流選手の瞬発力を比較する. *Training Sci.*, 5 : 35-41, 1993.
- 3) 砦田 智也, 白木 仁, 宮永 豊, 下條 仁士, 阿武 泉, 吉岡 大, 板井悠二, 福林 徹他:スポーツにおける大腿筋群肉離れの回復過程に関する研究. 平成5年度筑波大学スポーツクリニック業務・研究報告, 42-53 1994.
- 4) 木野田 典保, 石井 慎一郎, 渡辺 要一, 浅沼 辰志, 高橋 仁:アメリカンフットボール選手のポジション別筋力特性. *Training Sci.*, 4 : 169-173, 1992.
- 5) 松元 剛, 金芳 保之, 佐々木 聡, 佐々木 美代治, 一番合戦 清旨, 宮永 豊, 下條 仁士, 福林 徹:スポーツ選手の頸

- 椎変化と頸部周囲筋群筋力特性について.
J.J.SPORTS SCI., 13 : 125-130, 1994.
- 6) 大井 淑雄: 等運動性筋収縮の理論と整形外科領域への応用について. 日整会誌, 50 : 1011-1021, 1976.
- 7) 田口 正公, 竹下 幸喜, 高木 浩信, 森島 誠: スポーツ競技の種目別に見た筋力発揮特性について. Training Sci., 4 : 84-91, 1992.
- 8) Thorstensson, A., Grimby, G., and et al.: Force velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. J. Appl. Physiol., 40 : 12-16, 1976.
- 9) 戸塚 学, 鳥羽 寿範, 安部 孝: 競技力との関連でみたクロスカントリースキー選手の等速性筋出力. Training Sci., 5 : 35-41, 1993.
- 10) 上野 裕一, B.D.Wilson: ラグビフットボール選手の身体特徴と脚の等速性伸展・屈曲力. Training Sci., 2 : 37-42, 1990.
- 11) 臼田 滋: 膝前十字靭帯再建術後の早期筋力増強訓練とその効果について. 理学療法学, 20 : 392-398, 1993.
- 12) 山本 利春, 山本 正嘉, 繁田 進, 小林 敬和: 十種競技選手における脚筋力と競技成績との関係. Training Sci., 3 : 7-12, 1991.