

サッカー選手の等速性筋出力

戸莉 晴彦* 大橋 二郎* 大串 哲朗**

* 東京大学教養学部

** 上智大学

Isokinetic Muscle Strength of Football Players

Haruhiko Togari*, Jiro Ohashi*, Teturo Ohgushi**

* Department of Sports Sciences, College of Arts and Sciences, University of Tokyo

** Sophia University

Abstract

The purpose of this study is to measure the dynamic muscle strength of football players and to discuss the strength through comparison: considerations were about made various technical levels; other different kinds of sports; regular players and substitutes; and different positions.

181 persons were examined: subjects composing of 20 Japan national team members; 86 Japan Soccer League (JSL) players (37 regular players and 49 substitutes); 40 candidates for the national team for Universiade; and 35 candidates for the youth national team. Cybex II was used to measure the leg extension power at the velocity levels of 10, 20, 30, 40 and 50 rpm.

The following results were obtained: regarding various technical levels the members of the national team and the JSL players were superior, followed by the candidates for the youth national team and the candidates for the Universiade team at all velocity levels. No significant differences were found between these groups. In comparison with other kinds of sports the football players showed high values next to the rugby football forward players and oarsmen. The football players had the best values of Nm/kg with regard to the physique. When comparing different positions goalkeepers and defenders were superior at the low velocity level. No difference was found between positions at the middle and high velocity levels.

Conclusively, the football players had better leg extension power compared with players of other kinds of sports. The reason can be given as follows: the principal muscle of kicking is the quadriceps, and this muscle is usually well trained in the case of a football player, therefore the quadriceps is on a high trained level. This can also be the reason why we could not obtain distinctive differences between the different technical levels, between regular players and substitutes, etc. It is remarkable, however, that the players of a high technical level such as members of the national team, JSL players or regular players showed high values. Goalkeepers attained the best values. This may be accounted for that genetical factors as muscle fiber composition and acquired factors during training play an important role. But the physique of a goalkeeper might not be ignored as an explanation.

緒 言

これまで動的な最大筋力の測定にはDeLorme¹⁾ (1945) が提唱した1RMが主として用いられてきたが、技術的な問題などが測定値に大きな影響をもたらすため実験室的には積極的に使用されてこなかった。しかし、1969年ごろからCybexなど測定器具の開発により人工的に速度を一定にできる工夫がなされ、等速性筋出力として動的な最大筋力が測定可能になり、多くの報告がみられるようになった。その対象としては整形外科的なリハビリテーション、筋肉に関する基礎生理学、そしてスポーツ選手の筋出力およびトレーニングなどがあり、多岐にわたっている。

国内でのスポーツ選手を対象にしたものの多くは個人競技種目で宮下ら²⁾、磨井ら¹¹⁾、菊池ら⁴⁾の水泳、磨井ら¹¹⁾、菊池ら⁵⁾の陸上競技、吉松ら¹²⁾のスキー、根本ら⁷⁾のスケートなどがみられる。一方、団体競技種目、とりわけボールゲームの選手を対象としたものは少なく、金久ら³⁾の五輪候補選手の測定報告にグラウンドホッケー、ハンドボール選手が含まれ、その他には小田⁸⁾のラグビーがある程度である。

サッカーについてみると、国内では戸荻ら¹⁰⁾が体格、体力を報告した中に一部加えられているに過ぎない。また国外のものとしてはÖbergたち⁹⁾がスウェーデン選手をポジション別に検討したもののしか見あたらない。

そこで本研究は一流サッカー選手の等速性筋

出力を測定し、その特徴を分析するとともに技術レベル、他のスポーツ種目、レギュラーとサブスティテューション(以下サブという)、ポジションなどについても比較、検討することを目的とした。

方 法

被検者は日本代表20名、日本リーグ86名(レギュラー37名、サブ49名)、ユニバシアード代表候補40名、ユース代表候補35名の合計181名である。平均年齢はそれぞれ24.2歳、25.6歳、20.5歳、17.5歳であった。測定は昭和57年6月から59年3月までの間で、測定場所は東京大学教養学部および東京大学検見川運動場であった。

等速性筋出力の測定はCybex II (Lumex社製)を用い、運動速度は10、20、30、40、50rpmの5種類とした。動作は脚伸展運動で、被検者は椅座位の姿勢で膝関節角度を90度に保ち、入力レバーの長さを脚長に合わせ調節し、足頸部はバンドで固定した。運動は下肢を全力で上方にけりあげるように脚伸展をするよう指示した。そのとき上体、腰の移動をなくするために身体をベルトで固定した。トルクはレコーダーに記録されたピーク値(極大)をとり、試行は原則として1速度3回とし、その最大値を用いた。

結果と考察

1. 技術レベル別の比較

技術レベル別にみた各速度の等速性筋出力の平均、標準偏差を表1に示した。対象とした被検者

表1 技術レベル別にみられる等速性筋出力

	身長 cm	体重 kg	年齢 yes	10rpm Nm	20rpm Nm	30rpm Nm	40rpm Nm	50rpm Nm
日 本 代 表	175.3	69.7	24.2	254.4	201.8	157.4	123.2	101.2
	5.79	5.03	2.48	52.51	36.83	24.35	17.09	16.53
	20	20	20	20	20	20	20	20
日 本 リ ー グ	174.2	69.8	25.6	245.0	202.6	161.8	133.1	102.4
	4.91	5.00	3.01	44.99	33.78	21.91	21.04	17.48
	37	37	37	37	27	37	27	37
ユニバシアード代表候補	176.1	68.9	20.5	230.0	170.8	148.6	107.1	94.7
	4.18	4.53	1.00	30.08	26.04	24.44	20.53	13.67
	40	40	40	40	16	40	16	40
ユース代表候補	175.5	67.9	17.5	237.2	180.7	146.4	116.3	96.5
	5.61	5.44	0.71	33.11	41.92	21.76	24.42	16.14
	35	35	35	35	12	35	12	35

上段：平均，中段：標準偏差，下段：人数

群は日本代表のような明らかに技術水準の高い群もあるが、日本リーグ、ユニバシアード代表候補の中には日本代表に入るような選手も含まれており4群を技術的に区別するにはやや問題もある。しかし、ここでは年齢も含め4群に技術的なレベル差があるものとして取扱うことにした。ただし、日本リーグはレギュラーだけを対象にすることとした。

結果は表1に示すように10rpmの値が最も大きく、以下運動速度が増すにしたがって筋出力も低下する傾向を示した。

各速度ごとにみると、低速である10rpmは各群の平均が 254.4 ± 52.51 Nmから 230.0 ± 30.08 Nmの幅の中にあり、日本代表、日本リーグ、ユース、ユニバシアードの順に大きな値を示した。20rpmは同様に 201.8 ± 31.60 Nmから 173.6 ± 47.51 Nmの幅の中にあり、日本リーグ、日本代表、ユース、ユニバシアードの順に大きな値を示した。中間的な速度である30rpmは各群の平均が 157.4 ± 24.35 Nmから 146.4 ± 21.76 Nmの幅の中にあり、その順序は日本リーグ、日本代表、ユニバシアード、ユースの順で、低速の結果と後2者が違う傾向を示した。高速である40rpmは各群の平均が 133.1 ± 21.04 Nmから 108.9 ± 19.99 Nmの幅の中にあり、日本リーグ、日本代表、ユース、ユニバシアードと20rpmと同様の傾向を示した。最も速度の高い50rpmは各群の平均が 102.4 ± 17.48 Nmから 94.8 ± 13.84 Nmの間にあり各群ほとんど差はないが、40rpmと同様の傾向を示した。

技術レベル別にみた全体の傾向としては、一部逆転するものの日本代表、日本リーグがすぐれ、以下ユース、ユニバシアードという順に大きな値を示す傾向にあった。前二者についてはこの結果を肯定できるものの、後二者についてはユニバシアードが年齢制限が23歳未満、ユースは20歳未満ということからいってユニバシアードの方がすぐれていてもよく、この点トレーニングのやり方などについてやや問題があることが指摘できる。

しかし、統計的に群間の差を検討したところ、5%水準でいずれの間にも有意差は認められなかった。このように技術レベルによってはっきりした差がでてこないのは、測定に用いた脚伸展動作

がサッカーのキック動作に類似しており主働筋がほぼ同じであるということであろう。つまり、このレベルの選手になれば、これまでに相当な脚伸展動作のトレーニングがなされており、脚筋力はトレーナビリティのかなり高いレベルに達していると考えられる。とはいえ有意差はみられないにしてもサッカーの技術水準が高い日本代表、日本リーグ群が相対的にすぐれている傾向にあるという点については更に詳細な検討が必要であろう。

2. 他のスポーツ種目との比較

次に、スポーツ選手の中でサッカー選手がどのレベルにあるのかを知るために、他の種目との比較を行った。まず低速である10rpmについては金久ら²⁾、金久³⁾、磨井ら¹¹⁾、小田⁸⁾のものがあるが、ラグビーのカナダ代表FW、日本代表FWがそれぞれ 317.9 Nm, 264.3 Nm, ポート 258.2 Nm, ハンドボール 250.0 Nm, 柔道 240.2 Nmなどが大きな値を示した。これらと比較するとサッカーの日本代表が示した 254.4 Nmもかなり高い数値と考えるとよいようである。20rpmの報告はきわめて少なく、金久³⁾によるポートの 215.2 Nm, 相撲 190.9 Nm, スケート 178.6 Nmで、これらと比較しても表1に示したようにサッカー選手の値はかなり高いものといつてよい。中間的な速度である30rpmは10rpmと同様の報告がみられるが、ラグビーのカナダ代表FW, 196.9 Nm, ポート 173.4 Nm, ラグビー日本代表FW 165.1 Nm, 相撲 155.0 Nm, 柔道 152.7 Nm, スケート 151.4 Nm, 陸上競技(短距離, 跳躍) 147.8 Nmなどが比較的高い値であり、サッカーの日本リーグが示した 162.0 Nmもかなりすぐれた値といつてよい。40rpm, 50rpmの報告も20rpmと同じくきわめて少ないが、金久ら²⁾の五輪選手, 菊池ら^{4), 5)}の水泳, 陸上競技(50rpmのみ), 小田⁸⁾のラグビー(50rpmのみ)などの資料がみられる。40rpmではポート 130.7 Nm, スケート 124.9 Nm, 相撲 121.1 Nm, 50rpmではラグビーのカナダ代表FW 135.9 Nm, 日本代表FW 108.3 Nm, ポート 102.0 Nm, スケート 102.4 Nm, 相撲 97.5 Nmという値が相対的に高い値であった。これらと表1に示したサッカー選手の高速における数値を比較しても、資料が少ないとはいえ国内のスポーツ選手の間では、サッカー選手はかなり高

表2 体重に対するピークトルクの割合

	10rpm	20rpm	30rpm	40rpm	50rpm
日本代表	3.63	2.88	2.25	1.76	1.44
	0.71	0.47	0.32	0.22	0.19
	20	20	20	20	20
日本リーグ	3.52	2.89	2.33	1.91	1.47
	0.63	0.50	0.34	0.32	0.26
	37	30	37	30	37
ユニバシード代表候補	3.36	2.53	2.16	1.59	1.37
	0.41	0.33	0.31	0.25	0.19
	40	15	40	15	40
ユース代表候補	3.50	2.67	2.15	1.72	1.45
	0.36	0.55	0.28	0.30	0.23
	35	12	35	12	35

上段：平均，中段：標準偏差，下段：人数，単位：Nm/kg

い水準にあると考えてよいようである。

このように等速性筋出力はサッカー選手もすぐれているが、ラグビーFW、ボートなどの選手が更に大きな値を示している。これには体格の面、つまり脚長及び筋量の大小が影響を及ぼすはずである。そこで一つの分析法としてトルク値を体重で除した値、Peak Torque/Weight、つまりNm/kgを算出して比較してみた(表2)。そして、先に示した他のスポーツ種目の一部と比較してみた。

その結果、10rpmでは、サッカー選手は日本代表3.63Nm/kg、日本リーグ3.52Nm/kg、ユース3.50Nm/kg、ユニバシード3.36Nm/kgで、陸上競技(短距離、跳躍)3.53Nm/kg、ハンドボール3.22Nm/kg、ボート3.22Nm/kgなど他の種目と比較すると高い値を示した。特にボートなど絶対値で上位にあった種目より高くなった。

また、30rpmではサッカー選手が日本リーグ2.33Nm/kg、日本代表2.25Nm/kg、ユニバシード2.16Nm/kg、ユース2.15Nm/kgで、陸上競技(短距離、跳躍)2.21Nm/kg、ボート2.16Nm/kgという他の種目と比較しても10rpm同様高い値を示したといえる。

50rpmでは比較資料がないが、サッカーは日本リーグ1.47Nm/kg、ユース1.45Nm/kg、日本代表1.44Nm/kg、ユニバシード1.37Nm/kgという値を示した。

以上の結果からサッカー選手は他の種目とくらべて身体の大きさのわりには脚伸展動作の筋出力

は大きな値を示すといつてよい。これは先にも述べたように、測定時の動作とサッカーのキック時の動作が類似しており、両者とも主働筋が大腿四頭筋であるためであろう。つまり、サッカー選手はキック動作により大腿四頭筋を多用するので活動性肥大がおり、筋力の絶対値が高い。しかも一回一回のキックを最大努力で瞬発的におこなうことが多いため、筋力を体重当りで表わすと更に高くなる。即ち神経系のトレーニングがなされ、単位断面積当りの筋力がすぐれているものと推測される。

3. レギュラーとサブの比較

図1は日本リーグの常時出場している選手をレギュラーとし、ほとんど出場していない選手をサブとして等速性筋出力の平均及び標準偏差を示したものである。この結果が示すように各速度ともわずかではあるがレギュラーが大きい値を示した。しかし、両群間の差を検定したところすべての速度に有意な差は認められなかった(5%水準)。

戸村たち¹⁰⁾は一流サッカー選手の体格・体力に関する報告の中で、レギュラーとサブの差を分析している。これによると筋力も含めた多くの項目でレギュラーが有意にすぐれているが、静的最大筋力である脚伸展力についてはその差がみられなかったとしている。つまり、脚伸展動作については、サッカー選手はレギュラー、サブの差にかかわらずトレーニングのある程度水準にまで

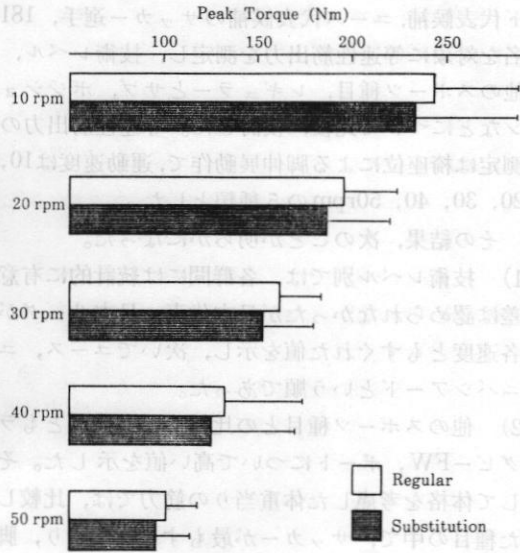


図1 日本リーグ選手の等速性筋出力
——レギュラーとサブの比較——

到達しているのでは、はっきりした差があらわれないのではないかとと思われる。

しかし、技術レベルの比較の項でもみられたように、日本代表、日本リーグの選手たちは統計的な有意差はなかったがすぐれた傾向を示したのと同様に、レギュラーはすべての速度においてすぐれた傾向を示した。このことはトレーニングされたなかで、なおかつ良い選手は脚伸展パワーにすぐれているといってもよいように思われる。

4. ポジション別の比較

表3は全部の対象選手をゴールキーパー(GK),

ディフェンダー(DF),ミッドフィールダー(MF),フォワード(FW)の4群に分け, 10, 30, 50rpmにおける等速性筋出力及び等速性筋出力を体重で除したNm/kgの平均, 標準偏差を示したものである。

この結果と図2をみると, 全体にGKがややすぐれた傾向を示し, 特に低速である10rpmにおいてはFWとの間に5%水準で有意差がみられた。しかし, 30, 50rpmではフィールドプレイヤーとの間にほとんど差は認められなかった。またフィールドプレイヤーは10rpmではDF, MF, FWの順に大きな値を示したが, 30, 50rpmではほぼ同様の値であった。

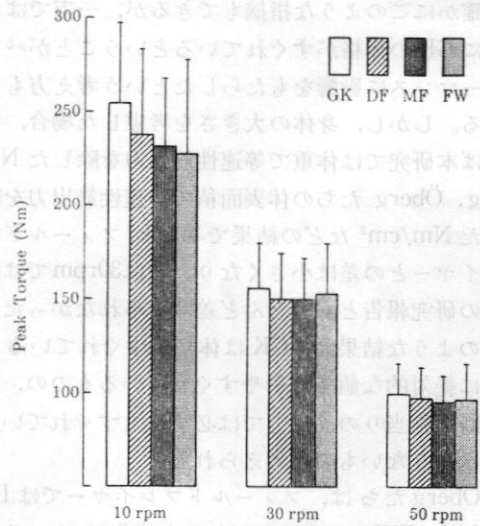


図2 ポジション別にみられる等速性筋出力

表3 ポジション別にみられる等速性筋出力

	身長	体重	Peak Torque (Nm)			Peak Torque/Weight(Nm/kg)		
			10rpm	30rpm	50rpm	10rpm	30rpm	50rpm
Goalkeeper	180.0	73.8	255.1	154.4	101.4	1.39	2.15	3.59
	2.79	3.12	41.12	26.98	17.59	0.22	0.32	0.52
	20	20	20	20	20	20	20	20
Defender	176.0	69.3	237.6	150.0	97.5	1.42	2.16	3.38
	4.61	5.23	42.67	25.54	16.51	0.25	0.34	0.54
	54	54	53	54	54	53	54	54
Midfielder	172.9	66.5	232.0	149.8	95.6	1.44	2.25	3.52
	4.59	4.63	36.52	23.12	14.89	0.22	0.30	0.54
	41	41	41	41	41	41	41	41
Forward	173.9	67.8	228.6	153.3	96.8	1.43	2.28	3.41
	4.85	5.29	49.83	26.84	18.26	0.25	0.34	0.64
	61	61	61	61	61	61	61	61

上段:平均, 中段:標準偏差, 下段:人数

Öbergたち⁹⁾はスウェーデンのサッカー選手(N=180)を対象に等速性筋出力をポジション別に比較をしている。その結果は本研究と同様に GK がすぐれ、特に低速の 5 rpm では MF, FW との間に有意差があったとしている。そしてその理由として筋線維組成や神経筋パターンなどの遺伝的なものと、フィールドプレイヤーとのトレーニングによる差が影響しているのだらうと述べている。特にトレーニングの影響については GK が数多く行なう重直方向へのジャンプ、膝角度を 120~130 度ぐらいにした構えの姿勢など、大腿の伸展筋が主働筋になる運動が多いので筋力が向上するのであろうとしている。

確かにこのような指摘もできるが、一方では単純に GK の体格がすぐれているということがパフォーマンスに影響をもたらしたという考え方もできる。しかし、身体の高さを考慮した場合、例えば本研究では体重で等速性筋出力を除いた Nm/kg, Öberg たちの体表面積で等速性筋出力を除いた Nm/cm² などの結果でみると、フィールドプレイヤーとの差は小さくなり、特に 30rpm では二つの研究報告ともほとんど差はみられなかった。このような結果は、GK は体格がすぐれているために絶対的な値ではややすぐれているものの、単位断面面積当りの筋出力では必ずしもすぐれているとはいえないものと考えられる。

Öberg たちは、フィールドプレイヤーでは DF が MF, FW よりすぐれていたと報告している。その理由はポジションに要求される固有の特性があり、DF はよいタックラーであり、そのためにすばしっこい筋力が必要であると論じている。本研究では低速である 10rpm ではやや DF がすぐれた傾向を示したが、フィールドプレイヤー間には統計的な有意差はなかった。このように低速で DF がややすぐれた傾向を示したのは、Öberg たちのいうポジションに要求される体力的な特性よりも体格的なものの影響であり、30, 50rpm では各群間に差がなかったことも併せ、ポジションによる差はほとんどないものと考えた方がよいと思われる。

結 語

本研究は日本代表、日本リーグ、ユニバシア

ード代表候補、ユース代表候補のサッカー選手、181 名を対象に等速性筋出力を測定し、技術レベル、他のスポーツ種目、レギュラーとサブ、ポジションなどについて比較、検討した。等速性筋出力の測定は椅座位による脚伸展動作で、運動速度は 10, 20, 30, 40, 50rpm の 5 種類とした。

その結果、次のことが明らかになった。

- 1) 技術レベル別では、各群間には統計的に有意差は認められなかったが日本代表、日本リーグが各速度ともすぐれた値を示し、次いでユース、ユニバシアードという順であった。
- 2) 他のスポーツ種目との比較では各速度ともラグビーFW、ボートについて高い値を示した。そして体格を考慮した体重当りの筋力では、比較した種目の中で、サッカーが最もすぐれており、脚伸展力の強さを示した。
- 3) レギュラーとサブではすべての速度において前者がすぐれていたが、統計的な有意差は認められなかった。
- 4) ポジション別に比較すると、低速度では GK, DF がすぐれ、中、高速度でははっきりした差は得られなかった。

本研究の資料収集にあたっては日本サッカー協会技術委員会科学研究部々員の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する次第である。

文 献

- 1) DeLorme, T.L.: Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. *J. Bone Joint Surg.* 27, 645-667, 1945.
- 2) 金久博昭他: 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.
- 3) 金久博昭: 未発表資料
- 4) 菊池邦雄他: 水泳選手の上肢と下肢の等速性筋力, 日本体育学会第34回大会号, 370, 1981.
- 5) 菊池邦雄他: 陸上競技ジュニア選手の等速性筋力の特性, 日本体育学会第32回大会号, 262, 1983.
- 6) 宮下充正, 金久博昭: 水泳選手の等速性収縮力, 日本体育学会第29回大会号, 199, 1978.
- 7) 根本 勇, 星野 仁: スピード・スケート選手のトレーニング, 月刊トレーニング・ジャーナル, 5 (2), 56-61, 1983.

- 8) 小田伸午：ラグビー選手の等速性筋出力，昭和57年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告，275-278，1982.
- 9) Öberg, B. et al: Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players, *Int. J. Sports Med*, 5, 213-216, 1984.
- 10) 戸菊晴彦他：日本代表及び日本リーグ選手の体力について，第4回サッカー医・科学研究会報告書，131-136，1984.
- 11) 磨井祥夫他：水泳・陸上選手の等速性筋収縮力，日本体育学会第30回大会号，225，1979.
- 12) 吉松俊一他：スキー選手の基礎体力について，第35回日本体力医学会大会予稿集，148，1980.