

## 一流サッカー選手のボールキックパフォーマンスに関する研究

松 本 光 弘・菅 野 淳\*・秋 間 広\*\*\*\*  
 杉 森 弘 幸・久 野 譜 也・\*\*・西 嶋 尚 彦\*\*\*  
 勝 田 茂・萩 原 武 久・森 岡 理 右

## A study on ball kicking performance of elite soccer players

Mitsuhiro MATSUMOTO, Atsushi KANNO, Hiroshi AKIMA,  
 Hiroyuki SUGIMORI, Shin-ya KUNO, Takahiko NISHIJIMA,  
 Shigeru KATSUTA, Takehisa HAGIWARA and Riu MORIOKA

The purpose of this study was to investigate the correlations of isokinetic leg extensional force, muscle cross-sectional area of kicking leg and motor skill performance of splinting, jumping and throwing with ball kicking performance in elite soccer players.

The subjects were 20 Japanese and Korean elite soccer players who have been playing soccer more than 5 years. Initial velocity of ball kicking, isokinetic leg extensional force, muscle cross-sectional area of right thigh using MR, average velocity of 30-m sprint, distance of 5-step bounding and backward-throwing distance of medicineball were measured.

In the previous investigations, high degree of correlation ( $r=0.63$ ,  $p<0.01$ ) have been reported between initial velocity of ball kicking and isokinetic leg extensional force.

However, significant correlation coefficients of isokinetic leg extensional force and muscle cross-sectional area of leg with initial velocity of ball kicking were not obtained in this study. On the other hand, low correlations ( $r=0.49$ ,  $p<0.05$ ,  $r=0.60$ ,  $p<0.01$ ) were statistically significant between initial velocity of ball kicking and distance of 5-step bounding as well as backward-throwing distance of medicine ball.

From these results, it was supposed that factors as for ball kicking performance in elite soccer players was not associated only muscle power but also another physical fitness.

Key words: Soccer, Initial ball velocity, Muscle cross-sectional area, Isokinetic muscle power, Ball kicking skill

## I. 緒 言

サッカー競技に特有なボールキック運動に関する研究では、多くの場合、キックされたボールの

スピード（初速度）、遠蹴距離、正確性を用いて、ボールキック運動に関与する運動技能を測定している<sup>(2-5)</sup>。

浅見らは、ボールキック運動に関与する能力をボールキック力と定義し、キック力を規定するものには技術的因子と体力的因子が考えられるが、これを客観的に区別して測定することは容易なことではなく、一般には1) ボールのスピード、2)

\*筑波大学大学院体育研究科

\*\*筑波大学大学院医学研究科

\*\*\*茨城大学教養部

\*\*\*\*筑波スポーツ科学研究所

ボールの飛距離, 3) 正確性などの測定からキック力を判定していると述べている<sup>(3)</sup>。

強く, スピードのあるボールをキックするには, 体力要因として, 筋パワー, 特に蹴り脚の等速性脚伸展力の関与が大きいことが浅見<sup>(4)</sup>, 浅見ら<sup>(5)</sup>によって報告されている。また, 浅見<sup>(4)</sup>, 浅見ら<sup>(5)</sup>の研究に代表される従来の報告では, 座位姿勢で発揮される等速性脚伸展力とボールキックにおけるボール初速度との間には統計的に有意な相関関係が認められている。その結果, ボールのキック力を規定する体力要因として, 脚伸展力の強さを挙げている。

サッカー競技選手の等速性脚伸展力に関する研究は, 数多くなされてきており, 日本代表選手<sup>(7,11-13)</sup>, 日本リーグ選手<sup>(12,13)</sup>, 大学サッカー選手<sup>(1,6,8)</sup>など, わが国一流サッカー選手についての報告がみられる。

また, 最近わが国の一流サッカー選手の大腿部の筋横断面積についての報告がいくつかなされている<sup>(5-7)</sup>。しかし, ボールキックパフォーマンスとこれらのパラメータとの関係についての検討はなされていない。

そこで本研究では, 一流サッカー選手のボールキック力を規定する体力要因を探るために, 蹴り脚の等速性最大脚伸展力, 蹴り脚の大腿部の筋横断面積, そしてフィールドテストによる走, 跳, 投の基礎運動能力技能を測定し, それらとボール初速度との関係について検討した。

## II. 方 法

### A 被検者

被検者は, 過去5年以上にわたって専門的にトレーニングを積んできた日本及び韓国の大学チームに所属する一流サッカー選手, 計20名(日本T大学チーム: 9名, 韓国S大学チーム: 11名)であっ

た。両大学チームとも, それぞれの国内の大学リーグ戦においてベスト4以上の成績をもつ競技レベルにある。また, 被検者の中には, 日本代表選手1名, 日本B代表選手1名, オリンピック日本代表候補選手2名, 韓国ユース代表選手4名, ユニバーシアード韓国代表選手1名, 韓国B代表選手1名が含まれている。被検者の身体的特徴(年齢, 身長, 体重)およびサッカー競技の経験年数をTable 1に示した。

### B 測定項目

サッカー競技におけるボールキックは, その目的によって, スピードのある(速い, 強い)ボールを蹴ること, 遠くへ蹴ること, 正確に蹴ることに大別されるので, サッカー競技に基礎的に要求される運動技能の1つであるボールキック技能は, ボールスピード, 蹴距離, 正確性から構成されると考えられる<sup>(3)</sup>。本研究ではこのうちのボールスピードに着目し, ボールキックのパフォーマンスとしてインステップキックによるボール初速度を測定した。

また, 高松ら<sup>(9,10)</sup>は, サッカー競技に限らず, 運動のパフォーマンスを規定する体力要因は, 筋パワー, 筋力, 持久力, 柔軟性および調整力であると定義している。

そこで, インステップキックにおける運動特性を考慮して, 体力要因の中から筋パワーを取りあげ, 蹴り脚の等速性最大脚伸展力を測定した。これに加えて, 等速性最大脚伸展力を発揮するための要因の1つである大腿部筋横断面積を測定した。また, インステップキックによるボールキック運動には, 筋パワーの発揮に伴い, 調整力も関与していると考えられる。そこで, 筋パワーの発揮に伴って調整力が関与すると考えられる走, 跳, 投の基本的運動能力技能をみるために, 30m疾走の平均速度, 立ち5段跳びの跳躍距離, メディ

Table 1 Characteristics of subjects

Items	Total (N=20)		Japan (N= 9)		Korea (N=11)	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
Age (years)	20.3±1.2		21.0±0.9		19.8±1.2	
Body height (cm)	176.0±4.8		175.5±5.6		176.5±4.3	
Body weight (kg)	70.9±4.0		70.1±4.8		71.6±3.2	
Playing experience (years)	9.5±2.9		11.8±1.7		7.6±2.0	

シンボールの後方遠投距離を測定した。

#### C 測定方法

##### a) ボール初速度

各被検者に、全力でインステップキックを2回ずつ行わせた。蹴り脚は被検者の利き脚（全員右脚）とした。同時に右側方からビデオカメラを用いて、毎秒60コマ、シャッター速度1/500秒で撮影し、ボールキック運動およびキックされたボールの運動を収録した。その際、遠近誤差を最小限にするために、望遠レンズを装着したビデオカメラを試技の位置より30mの地点に設置した。得られた画像より、ビデオポジションアナライザーを用いて、ボールの軌跡の座標値を求めた。これをマイクロコンピュータに収録し、コンピュータ画面上の座標値を実測値に換算し、インパクト直後の最大ボールスピードを初速度 (m/sec.) として求めた。2回の試技のうち、ボール初速度の大きい方の値を統計的分析に用いた。

##### b) 筋パワー

右膝関節伸展時の等速性最大脚伸展力の測定には、Cybex IIIを用いた。測定に用いた角速度は、30, 180, 300 deg./sec.であった。試技は、各速度で2回ずつ行わせ、記録の良い方を統計的分析に用いた。

##### c) 大腿部筋横断面積

磁気共鳴装置 (MR) により得られた右大腿部の横断像により、全筋横断面積、伸筋である大腿四頭筋、さらに大内転筋および薄筋を含む屈筋群の横断面積を求めた。なお、測定法は久野ら<sup>(7)</sup>の研究と同様に行った。

##### d) 基礎運動能力技能

30m 疾走の平均速度は、1/100秒単位で計測した30mの全力疾走タイムをもとにして求めた。スタートはスタンディングの姿勢で行わせた。

立ち5段跳びの跳躍距離は、両足を揃えた状態から1歩目の踏切を行わせ、ついで片足を交互にバウディングさせて、5歩目を再び両足で着地させることにより得た。

メディシンボールの後方遠投距離は、4 kgのメディシンボールを両手を用いて後方へ、できるだけ遠くへ投げさせることにより得た。

各測定項目とも、試技を2回ずつ行わせ、記録の良い方を統計的分析に用いた。

#### D 統計的方法

ボール初速度の信頼性は、テスト—再テスト

法により求めた。各測定項目とも、日本、韓国および両国の合計に分けて、それぞれの平均値、標準偏差値、変動係数を算出した。ボールキックパフォーマンスと体力要因との関連性を検討するために、ボール初速度と等速性最大脚伸展力、大腿部筋横断面積および走、跳、投の各基礎運動能力技能との間の相関を求めた。

### Ⅲ. 結 果

インステップキックによって得られたボール初速度の信頼性係数は、0.955と非常に高いものであった。

ボールキックにおけるボール初速度、右大腿部の筋横断面積、右脚の等速性最大脚伸展力および走、跳、投の基礎運動能力技能の測定結果をTable. 2に示した。

日韓両大学の合計でみるとボール初速度の平均値は $27.0 \pm 1.2$  m/sec.であった。また、等速性最大脚伸展力の平均値は、30deg./sec.では $275.1 \pm 48.2$  Nm, 180deg./sec.では $147.7 \pm 28.8$  Nm, 300deg./sec.では $102.8 \pm 25.4$  Nmであった。大腿部全筋の横断面積の平均値は $206.3 \pm 18.7$  cm<sup>2</sup>, 伸筋群の横断面積の平均値は $118.6 \pm 8.0$  cm<sup>2</sup>, 屈筋群の横断面積の平均値は $83.9 \pm 11.3$  cm<sup>2</sup>であった。

また、30 m 疾走の平均速度の平均値は $6.8 \pm 0.2$  m/sec., 立ち5段跳びの跳躍距離の平均値は $12.4 \pm 0.9$  m, メディシンボールの後方遠投距離の平均値は $11.2 \pm 1.7$  mであった。

ボール初速度と各測定項目との相関係数をTable. 3に示した。ボール初速度と3種の角速度における等速性最大脚伸展力および大腿部筋横断面積（全筋横断面積、伸筋群および屈筋群筋横断面積）との間には、いずれも統計的に有意な相関関係は得られなかった。一方、基礎運動能力技能については、ボール初速度と30m 疾走の平均速度との間には、有意な相関関係は認められなかったが、立ち5段跳びの跳躍距離 ( $r=0.490$ ,  $p<0.05$ ) およびメディシンボールの後方遠投距離 ( $r=0.599$ ,  $p<0.01$ ) との間には、いずれも有意な相関関係が認められた。

### Ⅳ. 考 察

これまでの報告において、ボールキック運動におけるボール初速度と等速性最大脚伸展力との間

Table 2 Means, standard deviations and coefficients of variation of measurement items

Measurement Items	Total			Japan			Korea		
	$\bar{X}$	SD	CV	$\bar{X}$	SD	CV	$\bar{X}$	SD	CV
Initial velocity of ball kicking(m/sec.)	27.0±1.2	4.4		27.5±1.0	3.6		26.7±1.4	5.2	
Isokinetic leg extentional force(Nm)									
30 deg./sec.	275.1±48.2	17.5		283.3±47.3	16.7		266.9±28.3	10.6	
180 deg./sec.	147.7±28.8	19.5		156.1±34.8	22.3		139.2±23.4	16.8	
300 deg./sec.	102.8±25.4	24.7		103.7±18.4	17.7		101.9±21.8	21.4	
Muscle cross-sectional area of thigh(cm <sup>2</sup> )									
All muscle	206.3±18.7	9.1		210.7±19.1	9.1		201.8±18.3	9.1	
Extensional muscle group	118.6±8.0	6.7		115.2±9.0	7.8		122.0±8.0	6.6	
Flexional muscle group	83.9±11.3	13.5		92.0±16.6	18.0		75.7±9.4	12.4	
Average velocity of 30-m splint(m/sec.)	6.8±0.2	2.9		7.0±0.1	1.4		6.8±0.2	2.9	
Distance of 5-step bounding(m)	12.4±0.9	7.3		12.9±0.6	4.6		12.0±0.9	7.5	
Backward-throwing distance of medicine ball(m)	11.2±1.7	15.2		12.2±1.3	10.7		10.3±1.5	14.6	

Table 3 Correlation coefficients between initial velocity of ball kicking and another measurement results in this study

Initial velocity of ball kicking vs	
Isokinetic leg extentional force	
30 deg./sec.	0.058
180 deg./sec.	0.297
300 deg./sec.	0.328
Muscle cross-sectional area of thigh	
All muscle	0.219
Extensional muscle group	0.122
Flexional muscle group	0.251
Average velocity of 30-m splint	0.373
Distance of 5-step bounding	0.490*
Backward-throwing distance of medicine ball	0.599**

N=20 \*: p&lt;0.05, \*\*: p&lt;0.01,

に有意な相関関係が存在する<sup>(4,5)</sup> ことにより、本研究ではボール初速度と等速性最大脚伸展力及び大腿部筋横断面積との間には有意な相関関係が得られるとの仮説を設けた。なぜならば、等速性最大脚伸展力と大腿部筋横断面積の間には有意な相関関係が認められているためである<sup>(6,7)</sup>。しかし、本研究ではボール初速度とこれらの測定項目との間に有意な相関関係は認められず、浅見<sup>(4)</sup>、浅見ら<sup>(5)</sup>の報告と矛盾する結果を示した。

これらの報告と本研究における最も大きな相違点は、被検者の競技レベルである。前述の研究で

上級のパフォーマンスを示す群として用いられた被検者は、関東大学サッカーリーグ2部チームに所属している選手であった。加えて、被検者間の競技レベル差も本標本に比べて大きかったと推察される。本研究では日本の大学チームのレギュラー選手に加え、現在アジアでNo.1といわれている韓国の大学チームのレギュラー選手のみを被検者群として用いていること、および日韓両国代表クラスの選手を含んでいることなどを考慮すると、被検者の競技レベルはこれまでの報告に比べて高いと推察される。また、Table 2に示したボール初速度の変動係数が、日韓両大学の合計でみると4.7であったことを考慮すれば、本研究の被検者はボールキック力に関する限り等質集団であったと考えられる。

したがって、競技レベルが低い場合、あるいは被検者間の競技レベルが均一でない集団で、等速性最大脚伸展力および大腿部筋横断面積はボールキック運動におけるボール初速度を規定する重要な要因になると考えられるが、高い競技レベルを持った等質の集団では、必ずしもそれを規定する要因にはならないことが推察される。

一方、本研究では立ち5段跳びおよびメディシンボール後方遠投の成績とボール初速度との間に有意な関係が認められた。この結果は興味深い。身体運動では、調整力が運動スキルに影響を及ぼすと考えられている。立ち5段跳びあるいはメディシンボール後方遠投の成績には、筋パワーの発揮とともに調整力も大きく関与していると考え

られる。このことは、ボールキック運動においても同様である。したがって、立ち5段跳びあるいはメディシンボール後方遠投の成績と、ボール初速度との間に有意な相関関係が成立したのも、一つには両者に共通して要求される調整力の優劣が関与しているものと推察される。

浅見ら<sup>(5)</sup>は、ボールキック運動におけるボール初速度を規定する要因の一つとして、ボールキックの技術的要因である“ボールキックスキル”をあげている。本研究では、ボールキックにおける蹴り脚の大腿部筋横断面積あるいは等速性最大脚伸展力が、キックパフォーマンスに及ぼす影響は小さいことが認められた。このことは、このような高い競技レベルをもった等質の集団のキック力には、体力要因のほかに技術的要因も大きく関与していることを示唆するものと考えられている。しかし、この点については、今後の検討が必要である。

## V. ま と め

日本及び韓国の大学一流サッカー選手を用いて、ボールキック運動におけるボール初速度を規定する要因を体力的なパラメータから検討した結果、これまでの報告とは異なり、ボール初速度と等速性最大脚伸展力あるいは大腿部筋横断面積との間には有意な相関関係が認められなかった。この原因としては、本研究で用いた被検者が高いレベルの競技歴を持った等質の集団であったことが考えられた。

## 引用・参考文献

- 1) 秋間 広, 久野譜也, 西嶋尚彦, 山中邦夫, 松本光弘, 勝田 茂 (1990): シーズンを通じてのハイパワーおよび筋力トレーニングが大学サッカー選手の筋機能に対してどのような影響を及ぼすか—NMRによる非侵襲的検討一, トレーニング科学.
- 2) 浅井 武, 小林一敏 (1979): サッカーのインステップキックについての力学的考察. 日本体育学会第30回大会号, p. 369.
- 3) 浅見俊雄, 戸荻晴彦 (1968): サッカーのキック力に関する研究. 体育学研究 12: 267-272.
- 4) 浅見俊雄 (1973): 巧みさ (その実験的研究), サッカーにみられる Physical Resources と Performance との関係. 体育の科学 23: 300-304.
- 5) 浅見俊雄, 戸荻晴彦, 菊地武道, 足立長彦, 北川 薫, 佐野裕司 (1974): サッカーのキックにみられるパワーとパフォーマンスとの関係について. (編) キネシオロジー研究会, 「身体運動の科学 1 Human power の研究」, 杏林書院, pp. 147-157.
- 6) 久野譜也, 竹部益世, 勝田 茂, 土肥徳秀, 松本光弘 (1989): 大学サッカー選手における筋線維特性と有酸素的・無酸素的作業能力に関する研究. Jpn J Sports Sci 7: 62-68.
- 7) 久野譜也, 秋間 広, 秋貞雅祥, 勝田 茂, 西嶋尚彦, 山中邦夫, 新津 守, 阿武 泉 (1990): サッカー・ワールドカップ予選前後における日本代表選手の筋エネルギー代謝, 筋断面積および脚筋力の変化 —<sup>31</sup>P NMR, MRIによる検討一, Jpn J Sports Sci 9: 310-314.
- 8) 松本光弘, 丹 信介, 西嶋尚彦 (1985): サッカーの脚伸展能力に関する研究. 筑波大学体育科学系紀要 8: 93-100.
- 9) 高松 薫, 小倉文雄, 恩田昌史, 勝田 茂 (1987): ホッケー競技選手のフィールドテストによる体力測定法・評価法 その1 体力測定法の試案. 昭和61年度日本体育協会医・科学研究報告, No. II 競技種目別競技力向上に関する研究—第10報一, No.15 ホッケー, pp. 271: 278.
- 10) 高松 薫, 勝田 茂, 小倉文雄, 安田善治郎, 和田正信, 麻場一徳, 大石康晴, 宮坂雅昭, (1988): ホッケー競技選手のフィールドテストによる体力測定法・評価法 その2 シニア, ジュニア, ユース・ホッケー競技選手の体力の実態, 昭和62年度日本体育協会医・科学研究報告, No. II 競技種目別競技力向上に関する研究—第11報一, No.9 ホッケー, pp. 139: 155.
- 11) 戸荻晴彦, 浅見俊雄, 足立長彦, 山本恵三, 杉山 進, 大橋二郎 (1979): 一流サッカー選手の体力について. 東京大学教養学部体育学紀要 13: 33-42.
- 12) 戸荻晴彦, 大橋二郎, 小宮喜久, 大串哲朗, 磯川正教, 滝井敏郎, 掛水 隆, 松原 裕 (1984): 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, pp. 131-136.
- 13) 戸荻晴彦, 大橋二郎, 大串哲朗 (1985): サッカー選手の等速性筋出力, 東京大学教養学部体育学紀要 19: 75-81.