

試合期におけるサッカー競技者のスプリント技術トレーニングが スプリントおよびジャンプ能力におよぼす影響

谷川 聡¹⁾ 島田一志²⁾ 一川大輔³⁾ 吉岡 宏⁴⁾ 尾縣 貢¹⁾

The effect of sprint technical training program on sprint and jump ability of soccer players in competition season

Satoru Tanigawa¹⁾, Kazushi Shimada²⁾, Daisuke Ichikawa³⁾, Hiroshi Yoshioka⁴⁾ and Mitsugi Ogata¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of sprint technical training program on sprint and jump ability of soccer players in competition season.

The first group ($n=13$, ST group) performed a combined resistance and sprint training program at same training session. The second group ($n=6$, JT group) performed a combined jump and sprint training and the third group ($n=6$, MT group) performed jog-walk and sprint training with technical instructions. Squat jump, Countermovement jump, Rebound drop jump, Standing long jump and 3 steps long jump were tested as jump performance. The 30-m and 80-m dash and agility run were tested as sprint performance. Sprint movement of JT and MT groups were recorded by high speed video camera.

After training, JT group performed faster significantly in the 30m dash, while MT group in 80m dash. JT and MT groups performed faster in sprint velocity with longer stride length and performed better in 3 steps long jump, while ST group performed slower in the 30m and 80m dash. We suggested that stiff leg of JT group and early leg scissors timing of the MT group made them run faster with longer stride length.

We must take into consideration difference of the effect of ST, JT and MT program based with sprint technique in competition season. It is concluded that coaches have to assess the optimal balance between soccer training and sprint training components.

Key words: sprint running, training method, walking, coaching for technical movements
スプリント走, トレーニング方法, 歩行, 技術的動作指導

I. 緒言

サッカー競技は、90分間走り続ける持久力、スプリントスピード、瞬間的なパワー、コンタクトの中でのボディバランスなど、ボールを扱う技術だけでなくさまざまな体力要素が重要である。トレーニングではチーム戦術などボールを扱うものが多く、J1リーグのあるトップチームにおいても、1週間の中で、ボールを扱う技術戦術トレーニングを5回、スキルトレーニングを1回、ボールを扱わない筋力トレーニングを2

回、持久力トレーニングを1回という構成になっている（日本サッカー協会, 2000）。また、トレーニングのほとんどが集団もしくは対人でトレーニングをおこなっており、一年を通じて試合が数多くあるため、試合的コンディショニングを維持することが優先され、実際には根本的に個々の体力要素を向上させる目的で、トレーニングをおこなうことは難しいと考えられる。

サッカー競技者のパフォーマンスとしては、ボールを扱う能力と同時に、最大スプリント速度が最も重要

-
- 1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
 - 2) 金沢星稜大学人間科学部
Faculty of Human Sciences, Kanazawa Seiryō University
 - 3) 東洋大学理工学部
Department of Biomedical Engineering, Toyo University
 - 4) 株式会社フットボールクラブ水戸ホーリーホック
Mito Holly Hock

な能力であるとされており (Bangsbo, 1992; Reilly et al., 2000), プレミアリーグの上位チームは下位チームよりも試合中の高速度 (14km/h以上と19km/h以上) の移動距離が多いことが指摘されている (Rampinini et al., 2007a). また, JFA フィジカルガイドラインにおいても, 世界トップ10を目指すとしてスプリントテストが重要視されている (日本サッカー協会, 2000). スプリント能力を高める研究においては, スプリント能力が筋力およびジャンプ能力との関連性が強いこと (Delecluse, 1997; 有賀, 2002; Sleiver and Taingahue, 2004; Wisloff et al., 2004) や, 球技系競技者を対象にして, 筋力トレーニングおよびジャンプトレーニングによってスプリント能力が改善された報告 (Delecluse et al., 1995; Kotzmandis et al., 2005) があり, 試合期においてサッカー競技者のパフォーマンスを維持向上するために, 筋力トレーニング, ジャンプおよびスプリントトレーニングの組み合わせが重要であるとされている (Bangsbo, 1992). スプリント能力を高めるため, 指導書でも, 筋力トレーニング, ジャンプトレーニングと組み合わせたたくさんのスプリントトレーニングメニューについて示されている (小野, 1998; ペーター・シュライナー, 2000). しかし, スプリントの仕方については「すばやく手足を動かす」とのみ記載されていることが多く, サッカー競技者のスプリント技術の詳細はほとんど示されていない.

サッカー競技者のスプリント能力を高めるために, スプリント動作のどのような点に注意してトレーニングをおこなうべきか, 具体的な指導法が示されるべきであると指摘されている (大橋ら, 1998). 特にスプリント動作は, 長年にわたって学習され自動化され, 個々のさまざまな運動に影響を受けている可能性があり (阿江ら, 1989), 球技競技者には, 特有のスプリント技術が存在している (岩壁ら, 1995). またスプリント能力を高めるには, 固有のスキルが要求されるため (Mayhew et al., 1989; Chu, 1996; Kotzmandis et al., 2005), 筋力トレーニングおよびジャンプトレーニングでもスプリント固有の技術と結び付けなければ, スプリント技術を改善することは難しいと考えられる. 金子 (2002) は, ステレオタイプ化された動作ほど, コーチは選手の運動感覚共振の道を避けて, 体力トレーニングプログラムを与え, そのマネジメントに終始したくなると述べている. すなわち, チームスポーツほど, 集団や対人で, その場で数値化されやすい体力指標として示されるトレーニングプログラム

を用いており, スプリントにおいてもタイムを競い合いながら評価しがちで, スプリント技術を改善してスプリント能力を高めるための技術トレーニングをおこなうことが難しいのが現状であると考えられる. したがって, サッカー競技者のスプリント技術の詳細を示し, スプリント動作のどのような点に注意してトレーニングをおこなうべきか明らかにする必要があると考えられる.

そこで本研究では, サッカー競技者にとって有効なトレーニングに関する基礎的知見を得るために, 大学サッカー競技者を対象にして, トレーニングの違いによる試合期前後のスプリントおよびジャンプ能力, さらにスプリント動作の変化の違いを明らかにすることを目的とした.

II. 研究方法

1. 被検者およびトレーニング方法

1) 被検者およびトレーニング群分け

被検者は, 週6回試合もしくはトレーニングをおこなっている大学サッカー競技者51名であった. サッカートレーニング群として30名, スプリント技術と結びつけたスプリントトレーニング群としてジャンプトレーニング群10名および移動運動トレーニング群11名を対象にした.

2) 試合期までのトレーニング

各群とも, スクワット, レッグエクステンションおよびレッグカールを10RMで10回3セットを週3回4週間おこない, 試合期に入る前までの2週間で最大筋力向上を目的として5RMで週2回おこなった. スクワットは膝が90度になるまで腰を沈め, エクステンションとレッグカールと同様に「最大努力で, できるだけ速く」おこなうよう指示した.

3) 各群のトレーニング内容 (表2)

試合期に試合を含むボールを扱ったトレーニングを週6日おこないながら, 大学リーグ戦が行われている9週間で, 各群のトレーニングを計15回おこなった.

① サッカートレーニング群 (Soccer Training group: ST群)

スクワット, レッグエクステンションおよびレッグカールを10RMで10回3セットおこない, 「試合期を通じて筋力を落とさないこと」を伝えた. 筋力トレーニング後, 50mを全力でおこない, スプリント動作では「すばやく手足を動かすこと」を伝えた. 9週間, 怪我などをせずすべてのトレーニングと試合をこなす

ことができた13名をサッカートレーニング群 (ST群: 表1) とした. 筋力トレーニングの種目は表2に示すとおりである. 筋力トレーニングは, 試合翌日と試合3日前におこなった.

②スプリント技術トレーニング群

スプリント技術を改善するため, 「スプリントの専門的トレーニングによってスプリント能力向上を図ること」を伝え. 週1回の筋力トレーニングをおこない, スプリント技術と結び付けた2回のジャンプもしくは移動運動トレーニングをおこなった.

②-1 ジャンプトレーニング群 (Jump Training group: JT群)

JT群は, スプリント能力を高めるためのジャンプトレーニングの方法を, 関子ら (2007) で示されたジャンプの仕方を基にトレーニングをおこなった. 「短い時間で大きな力を発揮すること」を意識させ, 接地中に膝関節角度を変化させない垂直系のジャンプとしてハードルジャンプ, 水平系のジャンプとしてバウンディングをスプリントと組み合わせてトレーニングをおこなった (表2).

②-2 移動運動トレーニング群 (Movement Training group: MT群)

MT群は, ジャンプトレーニング群のトレーニングを1セットおこなった後, ジョグおよび速歩20mからのスプリントをおこなった. この時, スプリント動作と関連付けた移動運動トレーニングとして, 谷川ら (2008) が示した, 国内一流陸上競技者の移動運動の特徴を用いて, 歩行では「身体の真下に接地すること」, 速歩では「両脚を挟み込むこと」, ジョグでは「前足部での接地」をスプリント動作と結び付けて指導した. スプリントにおいて高い速度を得て維持するには, 身体重心の真下に近いところに接地すること (安井, 1999), 接地時間が短いこと (杉田, 2003) や, すばやいシザース動作 (阿江, 2002) が特徴として指摘されている. これらのスプリント動作特性が, 国内一流陸上競技者の移動運動にも同様に存在することから, 移動運動トレーニングは, スプリントでポイント

になる動作を歩行, 速歩およびジョギングにおいて繰り返し正確におこなわせ, スプリント技術を改善させるトレーニング効果を期待したものである.

また, JT群およびMT群ともにトレーニングの前後に最大努力下で50mSprintをおこなわせた. これは, 主観的努力度80%および90%を意図し, 操作可能なスプリント動作の中で, トレーニングでおこなった動作の仕方を意識できるようにしたものである (村木ら, 1999; 伊藤と村木, 2005).

9週間, 怪我などをせず各群のすべてのトレーニングと試合をこなすことができたJT群6名, MT群6名を対象にした.

2. 測定方法

1) 運動能力テスト

トレーニング開始前とトレーニング終了後, 同じ方法, 手順で次の運動能力テストをおこなった. 30mおよび80mの全力疾走 (以下, 30mSprintおよび80mSprint), 7m四方の方向転換走 (Agility Run, 以下AGRRun) のタイム, 立幅跳び (Standing Long Jump, 以下SLJ), 立3段跳び (3Steps Long Jump, 以下3SLJ) の距離を計測した. マットスイッチ (マルチジャンプテスター・DKH社製) の上でスクワットジャンプ (Squat Jump, 以下SJ), カウンタームーブメントジャンプ (Counter Movement Jump, 以下CMJ), リバウンドドロップジャンプ (Rebound Drop Jump, 以下RDJ) をおこない, 滞空時間および接地時間を計測した. 跳躍高は, 滞空時間を以下の式に代入することにより算出した.

$$\text{跳躍高} = 8^{-1} \cdot 9.81 \cdot \text{滞空時間}^2$$

$$: 9.81 \text{は重力加速度 (m/s}^2\text{)}$$

RDJ-indexは跳躍高を接地時間で除すことで算出した. いずれのジャンプも2回ずつ行わせ, 跳躍高およびRDJ-indexが高値を示したものを分析に用いた.

2) 動作分析

JT群およびMT群は, スプリント動作分析のため40mの全力疾走 (以下, 40mSprint) をおこなった.

Table 1 Subject's characteristics

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
ST (n=13)	20.2±1.4	176.0±5.3	67.8±5.9
JT (n=6)	20.7±1.5	175.0±4.3	68.9±3.3
MT (n=6)	20.7±1.2	172.8±9.7	67.5±7.8

1. Values are mean (M) and standard deviation (SD): M±SD

Table 2 Training Menu

ST Group Training Menu	JT Group Training Menu	MT Group Training Menu
1. Soccer Official or Training Match 1 or 2 times pre week 2. Soccer Training 5times pre week 3. W.T. 2times pre week ① Squat 10RM×10 3sets ② Lunge20m 30kg 3sets ③ Leg extension 10RM 3sets ④ Leg curl 10RM 3sets ⑤ V-sit-ups×30 2sets ⑥ Back extension 30回 2sets ① Maximal Sprinting 50m × 5 Maximal effort	1. Soccer Official or Training Match 1 or 2 times pre week 2. Soccer Training 5times pre week 3. W.T. 1time pre week ① Squat 10RM×10 3sets ② Lunge20m 30kg 3sets ③ Leg extension 10RM 3sets ④ Leg curl 10RM 3sets ⑤ V-sit-ups×30 2sets ⑥ Back extension 30回 2sets 4. Jump Training 2times pre week ① Sub-maximal Sprinting 50m×2 Sub-maximal effort(50msprint-time+10%) ex.Sub-maximal effort Sprint-time:7.7s (50mSprint-time:7.0s⇒7.0s+0.7s)	1. Soccer Official or Training Match 1 or 2 times pre week 2. Soccer Training 5times pre week 3. W.T. 1time pre week ① Squat 10RM×10 3sets ② Lunge20m 30kg 3sets ③ Leg extension 10RM 3sets ④ Leg curl 10RM 3sets ⑤ V-sit-ups×30 2sets ⑥ Back extension 30回 2sets 4. Movement Training 2times pre week ① Sub-maximal Sprinting 50m×2 Sub-maximal effort(50msprint-time+10%) ex.Sub-maximal effort Sprint-time:7.7s (50mSprint-time:7.0s⇒7.0s+0.7s)
	② Jump Training Bounding 30m×4×2 Hopping 30m×4×2 Hurdle Jump 10H×3	② Jump Training Bounding 30m×4×1 Hopping 30m×4×1 Hurdle Jump 10H×1
	③ Sub-maximal Sprinting 50m×2 Sub-maximal effort(50msprint-time+5%) ex.Sub-maximal effort Sprint-time:7.35s (50mSprint-time:7.0s⇒7.0s+0.35s)	③ Movement Training Jogging 20m + Sprinting 30m×2 Fast Walking 20m + Sprinting 30m×2 Fast Walking 30m + Sprinting 50m×3 ④ Sub-maximal Sprinting 50m×2 Sub-maximal effort(50msprint-time+5%) ex.Sub-maximal effort Sprint-time:7.35s (50mSprint-time:7.0s⇒7.0s+0.35s)
スプリント技術指導 「しつかり地面を蹴る」 「手足を素早く動かす」	スプリント技術指導 「短い時間で大きな力を」 「支持期に膝関節を曲げない」	スプリント技術指導 「短い時間で大きな力を」 「身体の真下近くでの脚操作する」 「遊脚の早期引き戻し、股関節挟み込む」 「支持期に膝関節を曲げない」

球技系競技者の特性から (Bangsbo,1992), 最大スプリント速度が出現するとされる30~40m地点の10mを走路の側方からハイスピードカメラ (HSV-500C³, NAC社製, 毎秒250フィールド, 露出時間1/1000秒)を用いてパニング撮影した。スプリントの動作分析として以下の項目を算出した。

- ①スプリント速度：分析の対象になった1サイクルにおける身体重心の移動距離からスプリントにおける速度を算出した。
- ②ピッチおよびストライド：それぞれのピッチとストライドは2歩の平均値とした。
- ③支持時間, 滞空時間：左足が接地している時間を支持時間, 両足が離地している時間を滞空時間とした。
- ④接地距離, 離地距離および支持距離：それぞれ接地瞬時および離地瞬時の身体重心から拇子球までの

の水平距離を身長で除し, 100を乗じた値を接地距離および離地距離とし, その和を支持距離とした (図1)。

- ⑤下股関節角度：接地時の体幹角度 ($\theta 1$) および股関節 ($\theta 2$), 膝関節 ($\theta 3$), 足関節 ($\theta 4$) の各関節角度, 支持期中の体幹角度 ($\theta 5$) 股関節 ($\theta 6$), 膝関節 ($\theta 7$) および足関節最小角度 ($\theta 8$), 離地時の体幹角度 ($\theta 9$) および股関節 ($\theta 10$), 膝関節 ($\theta 11$), 足関節 ($\theta 12$) の各関節角度をそれぞれ算出した (図1)。また, 支持期を規格化して各関節角度を算出した。
- ⑥シザースタイミング：両脚のシザース動作の指標 (阿江, 2002; 中田ら, 2003; 谷川ら, 2008) として, シザースタイミングの速さを, 接地時の両脚股関節の角度 ($\theta 13$) の大きさとした (図1)。

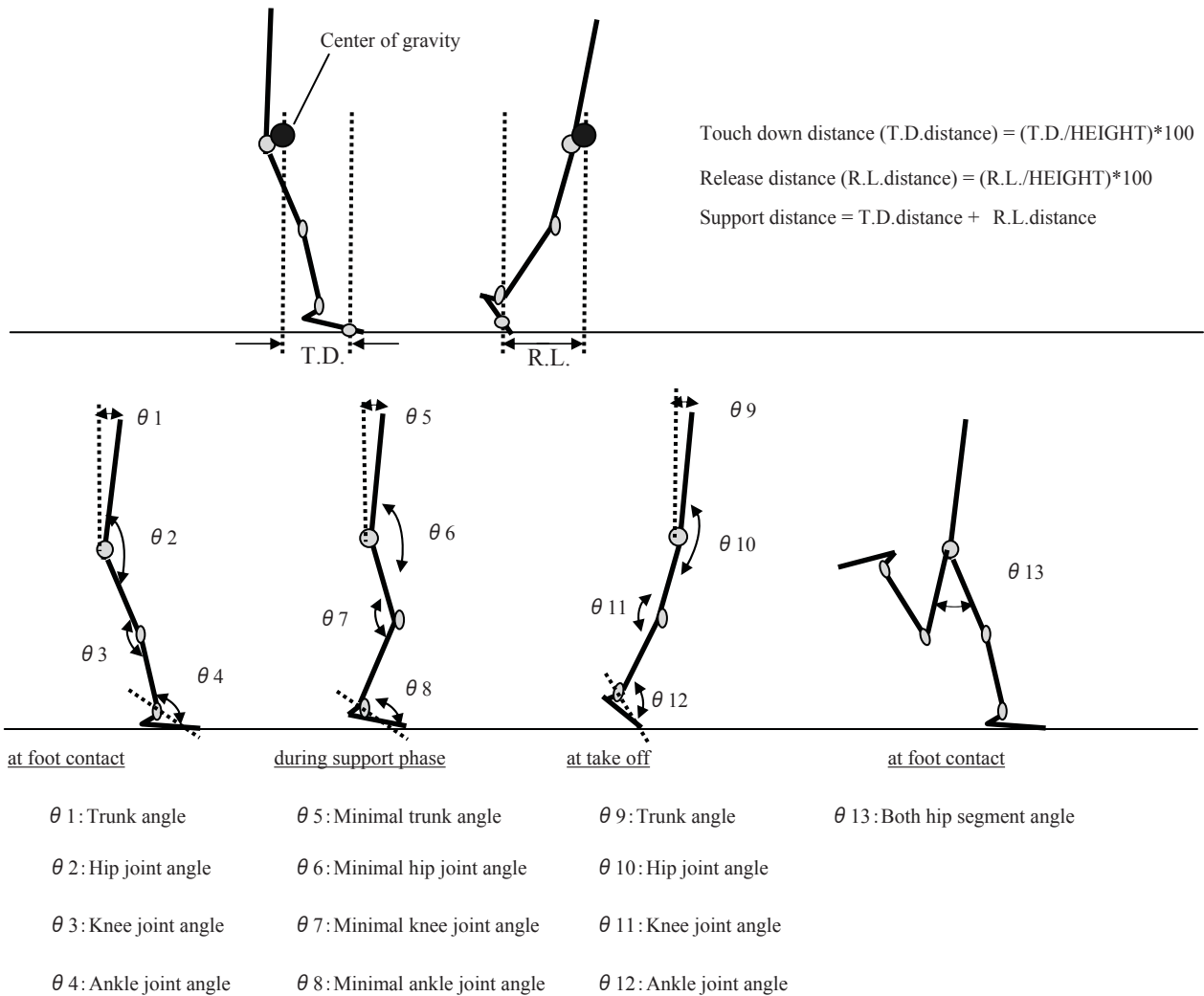


Figure 1 Analyzed kinematics variables

3. 統計処理

各測定項目の値を平均値±標準偏差で示した。試合期9週間のスプリントおよびジャンプテストを前後におこない対応のあるt検定を用いて検討した。また、トレーニングによる検定には分散分析を用い、F値が有意であった項目については、Tukey-Kramer法によりさらに多重比較をおこなった。なお、有意性は危険率5%とした。

Ⅲ. 結果

1. 運動能力テスト (表3・4)

1) ST群

30mSprintタイム (4.12±0.13s→4.22±0.16s) および80mSprintタイム (10.02±0.23s→10.35±0.34s) が有意に遅くなったが、ジャンプ能力には変化がなかった。

2) JT群

30mSprintタイム (4.14±0.09s→4.01±0.11s) および方向転換走タイム (15.48±0.39s→14.22±0.16s) が有意に改善された。

3SLJ (764±48cm→812±47cm), RDJ-index (2.30

±0.26m/s→2.56±0.30m/s) が有意に改善された。

3) MT群

80mSprintタイム (10.02±0.25s→9.81±0.26s) および方向転換走タイムが (15.41±0.39s→14.57±0.26s) が有意に改善された。

3SLJ (749±52cm→781±49cm) が有意に改善された。

2. スプリント動作 (表5・6)

1) JT群

スプリント速度が高くなり (7.83±0.03m/s→8.29±0.17m/s), 滞空比が大きくなった。接地時に膝および足関節を伸展位で接地させ、接地中の足関節の変位が有意に小さくなった (58.9±16.4deg→51.1±9.5deg)。

2) MT群

スプリント速度が高くなり (7.88±0.11m/s→8.32±0.05m/s), 滞空比が大きくなった。関節角度などに有意な変化がなかったが、ストライドが大きくなり (1.89±0.13m/s→2.09±0.17m/s), 支持期の両脚のシザース動作のタイミングが、早期になっていた (48.56±7.51deg→44.10±7.87deg)。

Table 3 Sprint performances

	ST			JT			MT		
	Pre-training	Post-training	%Change	Pre-training	Post-training	%Change	Pre-training	Post-training	%Change
30mSprint (s)	4.12±0.13	4.22±0.16	2.4*	4.14±0.09	4.01±0.11	-3.3*#	4.16±0.11	4.15±0.09	0.2
80mSprint (s)	10.02±0.23	10.35±0.34	3.3*	9.93±0.25	9.83±0.25	-1.1	10.02±0.25	9.81±0.26	-2.1*
AGRun (s)	15.23±0.35	14.88±0.34	-2.3	15.48±0.39	14.22±0.16	-8.1*	15.41±0.39	14.57±0.26	-5.4*

1. Values are mean(M) and standard deviation(SD) : M±SD

2. * Significant difference within groups

3. # Significant difference between groups

Table 4 Jump performances

	ST			JT			MT		
	Pre-training	Post-training	%Change	Pre-training	Post-training	%Change	Pre-training	Post-training	%Change
SLJ (cm)	248±11	249±11	0.4	252±13	265±11	4.1	250±10	258±17	3.2
3SLJ (cm)	748±38	738±40	-1.4	764±48	812±47	6.3*	749±52	781±49	4.3*
SJ (cm)	38.0±4.3	39.2±4.5	3.2	40.6±3.7	39.8±3.9	-1.9	38.2±2.6	38.6±5.8	1.0
CMJ (cm)	43.2±3.6	43.2±3.9	0.0	45.0±3.3	44.1±5.5	-2.0	44.2±1.6	44.3±5.2	0.2
RDJ-index (m/s)	2.38±0.39	2.32±0.40	-2.5	2.30±0.26	2.56±0.30	11.3*#	2.30±0.37	2.37±0.19	3.0

1. Values are mean(M) and standard deviation(SD) : M±SD

2. * Significant difference within groups

3. # Significant difference between groups

Table 5 Performance variables

	JT			MT		
	Pre-training	Post-training	%Change	Pre-training	Post-training	%Change
Sprinting velocity (m/s)	7.83±0.03	8.29±0.17	5.9*	7.78±0.11	8.32±0.05	6.9*
Stride length (m)	1.91±0.11	2.02±0.10	5.8	1.89±0.13	2.09±0.17	10.6*
Stride frequency (steps/s)	4.13±0.28	4.10±0.22	-0.6	4.12±0.21	3.99±0.27	-3.1
Support time (s)	0.13±0.01	0.13±0.01	-1.5	0.13±0.01	0.12±0.01	-7.6*
Non-Support time (s)	0.11±0.02	0.11±0.01	2.3	0.11±0.02	0.12±0.02	9.0*
Non-Support time/Support time	0.77±0.15	0.84±0.13	9.1*	0.78±0.21	0.93±0.10	19.2*
T.D. distance (%)	19.60±3.04	20.03±5.15	2.2	21.11±1.99	21.14±3.23	0.1
R.L. distance (%)	37.73±2.30	37.50±2.96	-0.6	35.44±4.47	37.21±2.66	5.0
Support distance (%)	58.57±2.71	57.53±7.41	-1.1	56.82±2.48	58.57±2.71	3.1
Scissors timing (deg)	50.52±6.31	49.78±11.34	-1.5	48.56±7.51	44.10±7.87	-9.1*

1. Values are mean(M) and standard deviation(SD) : M±SD

2. * Significant difference within groups

3. # Significant difference between groups

Table 6 Analysed Angles

	JT			MT		
	Pre-training	Post-training	diference	Pre-training	Post-training	diference
<u>Angles at foot contact (deg)</u>						
Trunk	14.3±5.0	11.0±3.9	-4.3	14.3±4.5	12.2±3.0	2.1
Hip	128.1±4.3	132.0±9.0	3.9	128.7±8.5	126.8±7.5	1.9
Knee	143.5±5.33	153.6±8.2	10.1*	143.4±7.4	150.7±5.7	7.3
Ankle	109.7±7.4	116.8±7.3	7.1*	113.4±7.0	122.1±8.7	8.7
<u>Minimal angles during support phase (deg)</u>						
Trunk	14.3±5.0	11.0±3.9	-3.3	14.3±4.5	12.2±3.0	2.1
Hip	128.1±4.3	132.0±9.0	3.9	128.7±8.5	129.8±7.5	1.1
Knee	131.9±6.2	137.1±6.7	5.2*	133.1±5.1	137.6±5.6	5.5
Ankle	91.3.5±9.2	99.3±8.5	8.0	91.8±6.9	96.4±5.3	4.6
<u>Angles at take off (deg)</u>						
Trunk	8.9±3.4	7.3±4.5	-1.6	11.7±4.1	9.3±3.7	2.6
Hip	195.7±3.7	194.6±5.6	-1.1	193.2±12.5	197.8±3.7	4.6
Knee	152.5±3.9	148.4±4.1	-4.1	147.2±5.6	147.9±3.1	0.7
Ankle	131.9±6.6	132.9±10.9	1.0	131.9±6.8	136.6±4.3	4.7
<u>Angular displacement during support phase (deg)</u>						
Hip	67.6±5.36	62.6±6.37	-5.0*	64.5±9.46	68.0±5.80	3.5
Knee	27.5±12.0	27.8±9.4	0.3	24.4±8.9	28.0±12.5	3.6
Ankle	58.9±16.4	51.1±9.5	-7.8**	61.8±18.6	65.8±9.0	4.0

1. Values are mean(M) and standard deviation(SD) : M±SD

2. * Significant difference within groups

3. # Significant difference between groups

IV. 考 察

本研究では、サッカー競技者にとって有効なトレーニングに関する基礎的知見を得るために、大学サッカー競技者を対象にして、トレーニングの違いによる試合期前後のスプリントおよびジャンプ能力、さらに

スプリント動作の変化の違いを明らかにすることを目的とした。期間は大学リーグ戦が行われている9週間で、各群とも計15回のトレーニングをおこなった。

ST群はジャンプ能力に変化がなかったものの、30mSprintおよび80mSprintタイムが有意に遅くなった。試合期での筋力およびスプリント能力低下にとも

なうサッカーパフォーマンスの低下が指摘され、試合期間に筋力トレーニングとスプリントトレーニングをおこなうことが推奨されているが (Bangsbo, 1992), ST群ではジャンプ能力に変化はないものの、スプリント能力の低下が見られた。これは、これまで多くのチームでおこなわれてきた、筋力トレーニングとスプリントトレーニングの組み合わせでは、スプリント能力を改善することは難しいことを示唆している。サッカー競技者は、トレーニングだけでなく試合においてもスプリントを繰り返している。スプリントトレーニングをおこなっている競技者がスプリントトレーニングを多量におこなうことによって、スプリント能力を低下させてしまうという報告 (Rimer and Sleivert, 2000) もあることから、スプリント能力を高めるための、固有のスキル (Mayhew et al., 1989; Chu, 1996; Kotzmandis et al., 2005) を獲得できるような効果的な技術トレーニングが必要であることが示唆された。

JT群およびMT群においてともに方向転換走タイムと3SLJが改善され、JT群の30mSprintタイムおよびMT群の80mSprintタイムが有意に向上した。安部と深代 (1998)、谷川 (2006) および土江 (2008) などが報告しているように、スプリントにおいては、スタートから速度の立ち上がりはスクワットジャンプなどの最大筋力、さらに最大スプリント速度に達するまでは3SLJなどのパワー、最大スプリント速度維持には加速走などのスピードが重要であるとされている。岩竹ら (2002) が、リバウンドジャンプおよび3SLJと加速局面のスプリント速度と最大スプリント速度に強い相関関係を示したように、JT群はジャンプ能力の向上によって、加速局面と最大スプリント速度の上昇が見られたものと考えられる。また、Farley and Gonzalez (1996) および図子ら (2007) の報告では、ジャンプトレーニングにより脚のスティッフネスが高まったことが接地時間を短くし、ストライドが伸びることが指摘されているように、JT群は3SLJおよびRDJ-indexが改善され、支持期中の足関節の変位を減らし、膝関節を伸展位で扱いながら有意でないもののストライドを伸ばしていた。すなわち、サッカー競技者もスプリント能力向上のためのJT群のようなジャンプトレーニングをおこなうことで、脚を伸展位で伸展屈曲動作を小さくし下肢を固くしながら、スプリント速度を高めることが示唆された。サッカー競技で狭いスペースで競り勝つためには、短い距離でのスピードの立ち上がりと方向転換の切り返しの速さが重要であることから、JT群のトレーニングは、サッカー競

技者のパフォーマンスを高めるのに効果的なトレーニング方法であると考えられる。

一方、MT群は30mSprintタイムの向上は見られないものの、80mSprintタイムおよび最大スプリント速度が高まったことから、最大スプリント速度もしくは速度維持の改善がみられた。これは、最大スプリント速度が出現するスプリント動作のポイント (谷川ら, 2008) を、ジョグおよび速歩動作で繰り返し学習したことから、最大スプリント速度の向上もしくは速度維持ができるスプリント動作の改善がおこなわれたものと考えられる。先行研究 (Kuitunen et al., 2002; Yanai and Hay, 2004) で、接地時に回復脚が早期に引き戻されることは、プレーキ局面でスプリント方向の加速力を生み出しストライドを伸ばすと指摘されているように、球技競技者は後方に脚が流れてしまう動作が特徴的であるが (岩壁ら, 1995), MT群はトレーニングによって接地に向けて脚をはさみこむシザースのタイミングが早期になっていた。MT群は、シザースのタイミングを早期にすることで、接地時間を短くしながらも、速く走るために重要となる大きな鉛直方向の力を地面に伝えること (Weyand et al., 2000) ができるようになり、ストライドを伸ばしてスプリント速度が高まったと考えられる。サッカー競技では、試合中10km以上走るものの、ボールを扱っていない時間が多く、広いスペースで攻守にわたって、より高いスプリント能力が重要である (Mohr et al., 2000)。MT群のトレーニングは、方向転換走のタイムも向上したことから、方向転換能力および最大スプリント速度および最大スプリント速度維持能力を高めることができ、サッカー競技者にとって有効なトレーニング方法であると考えられる。

これまで、サッカーエリートとノンエリート競技者の違いはスプリントスピードにあるといわれているおり (Davis et al., 1992; Reilly et al., 2000; Rampinini et al., 2007b), 高いスプリント能力を獲得するためのトレーニング実施が重要であると考えられ、そのためのテストもおこなわれてきた (日本サッカー協会, 2000; Bangsbo et al., 2008)。また、サッカーは一試合10~12kmの移動距離があり、オシム監督が指揮をとった日本代表でもポジションにかかわらず「走るサッカー」が推奨されてきた (高部, 2008)。しかし、試合期のトレーニングにおいて、どのようなトレーニングをおこない、スプリント能力および動作の変化を示す研究はされてこなかった。本研究の結果から、ST群のような従来のサッカー競技者のトレーニングより

も、JT群およびMT群でおこなわれたようなトレーニングによって、ジャンプ能力およびスプリント能力を高め、スプリント動作を変化させることができることが示され、試合期にスプリント能力を維持向上させるには、スプリントおよびジャンプの技術指導をおこなうことが有効であることが示された。したがって、チームのトレーニングにおいてボールを扱う時間の多いサッカー競技者にとって、筋力トレーニングと全力のスプリントを繰り返すようなトレーニングよりも、スプリント能力を高めるためには、スプリント技術トレーニングをおこなうことが、結果的にサッカーのパフォーマンスを高めることにつながる可能性を示唆したものと考えられる。

これまで指導書および研究から、現場ではスプリント能力を高めるためのトレーニングとして、筋力トレーニング、ジャンプトレーニングおよびスプリントトレーニングを組み合わせたトレーニング内容が多かった(小野, 1998; ベーター・シュライナー, 2000)。一方で、スプリント技術に関する技術指導はほとんどなく、ボールを使い、対人のトレーニング中で全力のスプリントを続けるほどサッカー競技者のステレオタイプ化した動きが身につくことが考えられる(岩壁ら, 1995)。しかし、本研究の結果から、トレーニング現場においてスプリント能力を改善するための技術的専門指導が欠如しており、スプリント能力の固有スキル(Mayhew et al., 1989; Chu, 1996; Kotzmandis et al., 2005)の向上を目指したジャンプおよび移動運動などのスプリント技術トレーニングが、有効であることが示唆された。サッカーの試合では、ボールを扱っていない時間が多く、高いスプリント能力が重要になる場面が多い。今後は、サッカーの試合中の運動量やスプリント速度および動作などを評価しながら、トレーニングの状態を把握し、目的に応じた筋力トレーニングおよびスプリント技術トレーニングを選択的に組み合わせ、トレーニングの効果を検討していくような実践的な研究をおこなう必要がある。

V. まとめ

本研究では、サッカー競技者にとって有効なトレーニングに関する基礎的知見を得るために、大学サッカー競技者を対象にして、トレーニングの違いによる試合期前後のスプリントおよびジャンプ能力、さらにスプリント動作の変化の違いを明らかにすることを目

的とした。

サッカー競技の一般的な筋力とスプリントを組み合わせた従来のトレーニングでは、スプリント能力を低下させる可能性があることが示された。一方で、スプリント技術トレーニングを導入することで、スプリントおよびジャンプ能力の向上が期待できることが示唆された。さらに、スプリント技術トレーニングとしてのジャンプおよび移動運動トレーニングは、スプリント能力の向上および動作の改善に違いがあることが示された。

サッカーの試合では、ボールを扱っていない時間が多く、スプリント能力が重要になる場面が多いが、トレーニング現場においてスプリント能力を改善するための技術的専門指導が欠如していることが考えられる。本研究の結果から、サッカー競技者のパフォーマンスやスプリント能力を高めるうえで、目的に応じてジャンプおよびスプリント技術トレーニングをおこなうことが重要であることが示された。また今後は、サッカーの試合中の運動量やスプリント速度および動作などを評価しながら、トレーニングの効果を検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 安部 孝・深代千之(1998)ある仮説 スプリント走における各局面の主要体力要素の研究. バイオメカニクス研究, 2: 316-317.
- 阿江通良・岡田守彦・陸 愛雲・斎藤建治・結城匡啓(1989)運動学的パラメーターからみた日本人と欧米人の歩行. 昭和63年度科学研究費補助金研究成果報告書(一般研究C課題番号62540627). 日本人と欧米人の歩容の差異とその生体機構に関する研究(代表者: 岡田守彦): 7-14.
- 阿江通良(2002)関節力およびトルクパワーからみたモリス・グリーン短距離走法. 体育の科学 52: 715-720.
- 有賀誠司(2002)筋力トレーニングのスポーツ選手への適用. バイオメカニクス研究, 6: 227-239.
- Bangsbo, J. (1992) Fitness Training in Football. A Scientific Approach. August Krogh Institute. Copenhagen.
- Bangsbo, J. Iaia, F., Krustup, P. (2008) The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. Sports Med., 38: 37-51.
- Blazevich, A. and Jenkins, D. (2002) Effect of the movement speed of resistance training exercises on sprint and strength performance in concurrently training elite junior sprinters. J. Sports Sci., 20: 981-990.
- Bobert, M.F., Huijing, P.A. and Van Ingen-Schnau, G.J. (1987) The influence on jumping techniques on the biomechanics of jumping. Med. Sci. Sports Exerc., 19: 332-338.
- Chu, D.A. (1996) Explosive Power and Strength. Champaign, IL: Human Kinetics: Illinois.

- Davis, J.A., J. Brewer, and D. Atkin. (1992) Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *J. Sports Sci.*, 10 : 541-547.
- Delecluse, C., Van Coppenolle, C., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R. and Goris, M. (1995) Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27 : 1203-1209.
- Delecluse Christophe (1997) Influence of strength training on sprint running performance. *Sports Med.*, 24 : 147-156.
- Farley, C.T. and Gonzalez, O. (1996) Leg stiffness and stride frequency in human running. *J. Biomech.*, 29 : 181-186.
- 伊藤浩志・村木征人 (2005) スプリント走における主観的努力度の違いが疾走速度, ピッチ・ストライド, 下肢動作に及ぼす影響. *スポーツ方法学研究*, 18 : 61-73.
- 岩壁達男・尾縣 貢・関岡康雄・永井 純・清水茂幸 (1995) 球技プレイヤーにおける疾走動作の検討. *スポーツ教育学研究*, 15 : 91-97.
- 岩竹 淳・鈴木朋美・中村夏実・小田宏行・永澤 健・岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 47 : 253-261.
- 金子朋友 (2002) わざの伝承～運動文化の伝承～. 明和出版, 東京.
- Kotzamanidis, C., D. Chatzopoulos, C. Michailidis, G. Paiakovou, and D. Patikas. (2005) The effect of a combined high intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J. Strength Cond. Res.*, 19 : 369-375.
- Kuitunen, S., Komi, P.V., Kyröläinen, H. (2002) Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34, 166-173.
- Mayhew, J.L., Piper, F.C., and Ball, T.E. (1989) Contribution of speed, agility, and body composition to anaerobic power measurement in college football players. *J. Appl. Sports Sci. Res.*, 3 : 101-106.
- Mohr, M., Krustup, P., Bangosbo, J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J. Sports Sci.*, 21 : 519-528.
- 村木征人・伊藤浩志・半田佳之・金子元彦・成万祥 (1999) 高強度領域での主観的努力度の変化がスプリント・パフォーマンスに与える影響. *スポーツ方法学研究*, 12 : 59-67.
- 中田和寿・阿江通良・宮下 憲・横澤俊治 (2003) バイオメカニクスデータを活用した短距離疾走動作の改善. *陸上競技学会誌*, 1 : 30-38.
- 日本サッカー協会指導委員会 (2000) サッカー指導教本. 日本サッカー協会: 東京.
- 小野 剛 (1998) 世界に通用するプレイヤー育成のためのクリエイティブサッカー・コーチング. 大修館書店: 東京.
- 大橋二郎・長浜尚史・宮城修 (1998) サッカーのゲーム中における「動き」の分析によるパフォーマンスの評価. 平成9年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 No2競技力向上に関する研究-第21報- : 283-287.
- ペーター・シュライナー (2000) サッカーのコーディネーショントレーニング. 大修館書店. 東京.
- Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R., and Impellizzeri, F. (2007a) Variation in top level soccer match performance. *Int. J. Sp. Med.*, 28 : 1018 - 1024.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., and Impellizzeri, F. (2007b) Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int. J. Sp. Med.*, 28 : 228-235.
- Reilly, T., Williams, A.M., Nevill, A. and Franks, A. (2000) A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J. Sports Sci.*, 18 : 695-702.
- Rimmer, E. and Sleivert, G. (2000) Effect of a plyometrics intervention program on sprint performance. *J. Strength Cond. Res.*, 14 : 295-301.
- Sleiver, G., and Taingahue, M. (2004) The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 91 : 46-52.
- 杉田正明 (2003) 100m走における接地時間(支持時間)について-陸上競技のサイエンス-. *月刊陸上競技*, 37 : 142-143.
- 高部 務 (2008) オシム主義. 日本文芸社: 東京.
- 谷川 聡 (2006) スプリント走およびスプリントハードル走パフォーマンス向上のためのトレーニングの研究と実践. *陸上競技学会誌*, 4 : 19-24.
- 谷川 聡・島田一志・岩井浩一・尾縣 貢 (2008) 競技者と一般人の走および歩動作の特長. *体育学研究*, 53 : 75-85.
- 土江寛裕 (2008) スプリント走の各局面に影響を及ぼす体力と技術. *陸上競技研究*, 75 : 2-11.
- Weyand, G.P., Sternlight, B.D., Bellizzi, J.M. and Wright, S. (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movement. *J. Appl. Physiol.*, 89 : 1991-1999.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgaerud, J., Jones, R. and Hoff, J. (2004) Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br. J. Sports Med.*, 38 : 285-288.
- Yanai, T. and Hay G.J. (2004) Combinations of Cycle Rate and Length for Minimizing the Muscle Power Requirement in Human Running. *J. Appl. Biomech.*, 20 : 51-70.
- 安井年文 (1999) 短距離走のBaton pass 2 より速く走る. トム・エッカー著, 澤村博ほか訳, 基礎からの陸上競技バイオメカニクス. ベースボールマガジン社: 東京.
- 関子浩二・永原 隆・石井泰光 (2007) スプリントパフォーマンスの向上に対するプライオメトリクスの可能性. *スプリント研究*, 17 : 21-31.

平成22年9月7日受付
平成23年1月13日受理