

## 【実践研究】

シーズン中の 6 週間のコンプレックストレーニングが大学女子サッカー選手の筋力・パワー，およびスプリント能力に及ぼす影響

金子 憲一<sup>1)</sup>

1) 徳島文理大学総合政策学部

Effects of 6 Weeks of In-Season Complex Training on Lower Extremity Strength, Jumping and Sprinting Ability in College Female Soccer Players.

### 要旨

本研究では，大学女子サッカー選手を対象に，シーズン中に 6 週間のレジスタンストレーニング（Resistance Training；以下 RT）とプライオメトリックトレーニング（Plyometric Training；以下 PT）を組み合わせたコンプレックストレーニング（Complex Training；以下 CT）を実施し，トレーニング前後の筋力・パワー，およびスプリント能力の変化を検討した．参加者は，18 歳から 21 歳までの大学女子サッカー部に所属する 12 名であった．測定項目は，バックスクワット（Back squat；以下 BS），反動動作を用いたカウンタームーブメントジャンプ（Counter movement jump；以下 CMJ），および 10m 走を計測した．6 週間の CT 期間において，全ての体力要素が有意に向上した．このことから，シーズン中でも，6 週間の CT によって，大学女子サッカー選手の筋力・パワーおよびスプリント能力を向上させることが示唆された．

### Key words

コンプレックストレーニング，筋力・パワー，スプリント，大学女子サッカー

#### 1. はじめに

現代のサッカーは，競技中の高強度ランニング（19.8km/h 以上）やスプリント（25km/h 以上）の移動距離がますます増加傾向にあり（Bush et al., 2015；Di Salvo et al., 2009），試合展開のスピード

化が顕著である．また，競技中は，ボールキック，タックル，ジャンプなど，大きなパワー発揮が求められることから，筋力・パワーの体力要素は，優れたパフォーマンスを発揮するために必須の能力であると言えよう（Little and Williams, 2005；

Turner and Stewart, 2014).

これら、サッカー選手に必要とされる体力要素（筋力・パワー、スピード、アジリティなど）を高めるために、多くのトレーニング研究が行われている。中でも、近年では、高強度のレジスタンストレーニング（Resistance Training；以下 RT）と競技パフォーマンスで高めたい動作と類似したプライオメトリックトレーニング

（Plyometric training；以下 PT）などを組み合わせたコンプレックストレーニング（Complex Training；以下 CT）が、盛んに行われている（Chu, 1996；Ebben and Watts, 1998；Ferley et al., 2020；

Maciejczyk et al., 2021；Mujika et al., 2009）。CT は、RT によって高閾値の運動単位をより多く動員して興奮水準を高め、神経-筋の伝達効率の向上やアクチン-ミオシンレベルの活性化（リン酸化）によって収縮力が増加し、結果として、筋力・パワー発揮が増大するという論理に基づいている（Sale, 2002）。その一方で、トレーニングの効果を最大限に引き出すために CT が活用されているものの、女子サッカー選手を対象とした CT を用いた事例はまだまだ少ない（Maciejczyk et al., 2021）。中でも、身体的発達が可能で期待できる大学生は、サッカー選手に必要とされる体力要素（筋力・パワー）をより高められる時期で

あり、したがって、シーズンに関係なく年間を通して鍛錬を積む上で、CT も有効的に活用できると考えられる。

そこで、本研究では、大学女子サッカー選手を対象に、シーズン中の目標とする大会に向けて 6 週間の RT と PT を組み合わせた CT を実施し、大学女子サッカー選手の筋力・パワー、およびスプリント能力の変化を検討することとした。

## 2. 研究方法

### 2.1 参加者

参加者は、18 歳から 21 歳までの大学女子サッカー部に所属する 12 名（年齢： $18.8 \pm 1.3$  歳，身長： $158.5 \pm 3.5$ cm，体重： $55.6 \pm 5.2$ kg，競技歴： $10.3 \pm 2.8$  年）であった。参加者全員が RT や PT について半年以上の経験を有していた。本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に遵守し、文書にて実験の目的、方法、危険性およびデータの管理方法等、インフォームドコンセントに関する十分な説明を口頭および書面にて行い、実験参加への同意を署名により得た。また、実験参加に同意した後でも測定期間中であれば文書により同意を撤回できることを告知し、実験参加者が不利益を受けないように配慮した。

### 2.2 測定および評価方法

測定項目は、下肢筋力の指標としてバックスクワット (Back squat : 以下 BS), パワーの指標として、反動動作を用いたカウンタームーブメントジャンプ (Counter movement jump : 以下 CMJ), スプリント能力の指標として 10m 走を計測した。BS は 1RM test を用いて評価し、測定手順は、トレーニング専門書 (Baechle and Earle, 2002) のガイドラインに準拠して実施した。試技の正否については、特定非営利活動法人 NSCA ジャパン認定資格 (ストレングス&コンディショニングスペシャリスト : CSCS) を有する者がすべての試技を判断した。CMJ は、片手中指にチョークで印をつけ、壁から 15~20cm ほどの離れた位置から腕を伸ばして基準点を設けた後、参加者の足をそのまま動かさないようにし、手を振りながら上体を上げて最高到達点で壁にタッチさせるようにした。2 回の試技を行い、基準点から最高到達点までを記録 (cm) とした。本研究では、サッカー選手が競技中に行うスプリント回数のうち、そのほぼ半数が 10m 以下であると報告されていることから (Stolen et al., 2005), スプリント能力の評価として 10m 走を採用した。10m 走は、光電管 (タイム計測器 TMN-03, 玉川商店社製) をスタートとゴール位置に配置し通過時間を計測した。測定開始は、参加者の任

意のタイミングでスタートさせた。計測は、2 回行いタイムの速い方を記録 (秒) とした。全ての測定 (プレテスト) 終了後、6 週間のトレーニングを実施し、7 週間後に再び同じ項目を測定 (ポストテスト) した。

### 2.3 コンプレックストレーニング (CT)

参加者の所属チームは、1 月~3 月はオフシーズンとプレシーズン、4 月からいくつかの公式戦が始まり 11 月に全国大会出場をかけた地域大会、12 月に全国大会を控える年間スケジュールであった。本研究の CT は地域大会 2 ヶ月前の時期に実施した。6 週間の CT は、1 週間に 2 回の頻度で実施し、プログラム作成には RT+PT の組み合わせによる先行研究を参考にした (Hammami et al., 2019 ; Spinetti et al., 2016)。参加者の BS の負荷設定は、1RM テストを基準に設定した。その他の RT は、主に、下肢のメニューを補完的に加え、さらに、体幹トレーニングを数種目加えた。PT は、先行研究 (Maciejczyk et al., 2021 ; Ozbar et al., 2014) を参考にジャンプの総回数と運動強度 (ジャンプ高) を考慮しながら、徐々に運動強度が高くなるようにデザインした (表 1)。参加者には、すべての種目において、適宜、休憩時間を設けるように指示した (表 1)。

表1 6週間のコンプレックストレーニング (CT) プログラムデザイン

レジスタンストレーニング (RT)				プライオメトリックトレーニング (PT)					
メニュー	%1RM	回数	セット	メニュー	回数	セット	ジャンプ (回数)	ハードル高 (cm)	メモ
<b>1~2週</b>				<b>1~2週</b>					
バックスクワット	60%	10	3	フロントハードルジャンプ	8	4	32	15~20	
シングルレッグランジ ウイズケトルベル	8~12kg	15/15	2	スタンディングブロードジャンプ	7	4	28	15~20	
コア		100~200		フロントコーンホップ	5	3	15	15~20	
<b>3~4週</b>				<b>3~4週</b>					
バックスクワット	70%	8	4	スプリットスクワットジャンプ	12	3	36	15~20	
ヒップリフトウイズ バランスボール		Total50		サイドハードルジャンプ	8	4/4	64	15~20	
コア		100~200		フロント&サイドハードルジャンプ	8	4	32	15~20	
<b>5~6週</b>				<b>5~6週</b>					
バックスクワット	80%	6	4	コーン&バージャンプ	6	3	18	60	フロントサイド
シングルレッグランジ ウイズケトルベル	8~12kg	20/20	2	ボックスジャンプウイズ メディシンボール (5kg)	20	1	20	45	
コア		100~200		ボックスジャンプ	20/20	1	40	30	シングルレッグ

## 2.4 統計処理

各変数は、平均値±標準偏差 (SD) で示した。6週間のCTにおける各変数のプレとポストの比較には対応のあるt検定を行った。また、効果量の算出にはCohen's d (Cohen, 1992) を用い、dが0.2以上0.5未満を小、0.5以上0.8未満を中、0.8以上を大として評価した。解析ソフトウェアは、SPSS Statistics ver. 22 (IBM) を用い、いずれの検定においても、危険率5%未満をもって有意とした。

## 3. 結果と考察

本研究では、大学女子サッカー選手を対象に、シーズン中に6週間のRTとPTを

組み合わせたCTを実施し、トレーニング前後の筋力・パワー、およびスプリント能力の変化を検討した。

### 3.1 参加者の体重および筋力について

6週間のCT期間において参加者の体重値に変化はみられなかった ( $55.6 \pm 5.2 \text{kg} \rightarrow 55.9 \text{kg} \pm 5.6 \text{kg}$ )。BSは、絶対値、相対値ともに有意に向上した (表2)。本研究のBS相対値 (1.06~1.13 kg/BW) は、同じ大学女子サッカー選手を対象とした先行研究 (Larson-Meyer et al., 2000) (1.51 kg/BW) や NCAA ディビジョン I に所属する女子サッカー選手 (Nesser and Lee, 2009) (1.30 kg/BW)、さらには、国内の同世代の大学

表2 6週間のCTによるプレからポストの各変数の変化

(n=12)		プレ	ポスト		
種目		平均+SD	平均+SD	p 値	効果量 (d)
バックスクワット (BS)	Kg	58.8±7.9	63.1±8.1	0.002	0.54 (中)
バックスクワット (BS) 相対値	Kg/BW	1.06±0.14	1.13±0.14	0.004	0.50 (中)
CMJ	cm	41.4±6.2	43.6±5.2	0.007	0.38 (小)
10m走	秒	2.15±0.09	2.09±0.06	0.016	0.78 (中)

女子サッカー選手を対象とした先行研究 (吉田ほか, 2021) (1.88~2.02 kg/BW) の記録よりも低値であった。すなわち、本研究に参加した大学女子サッカー選手の下肢筋力は、同年代のサッカー選手と比べて、高い水準ではなかったと思われる。

### 3.2 パワー (CMJ) について

CMJ (41.4~43.6cm) の記録は、NCAA ディビジョン I に所属する女子サッカー選手 (Nesser and Lee, 2009) (CMJ : 53.1cm) よりも低く、国内の先行研究 (吉田ほか, 2021) (CMJ : 32~29cm) よりも高値を示したが、どちらの先行研究とも測定方法が異なるため、跳躍高については比較することはできない。一方、15歳から22歳までの女子サッカー選手を対象に8週間のPTを実施した先行研究では、PTの実施群のみが20m走タイムが有意に短縮し、PTの効果が報告されている (Ozbar et al., 2014)。PTは下肢の

筋や腱が持つ弾性要素や伸張反射を高め、筋が力を発揮する際のスピードを高める効果があることから (Baechle and Earle, 2002)、10m走タイムの短縮にも効果をもたらしたと思われる。

### 3.3 スプリントについて

10m走のタイムは、プレからポストにかけて-2.8%タイムが短縮した。Silva et al. (2015) はレビュー論文の中で、10mや40mのスプリントパフォーマンスを改善するためには、BSによる1RM値を高める必要があると指摘している。同様に、先行研究において下肢の最大筋力 (BSの1RMや膝伸展筋力) とスプリント能力には高い相関関係があることが報告されており (Penailillo et al., 2016)、本研究においても下肢筋力の向上が、10m走にも良い影響を与えたと推察される。

### 3.4 女子サッカー選手のCTの伸び率

本研究では、6 週間の (RT と PT を組み合わせた) CT によって BS で 7.3%, CMJ は 5.3% の伸び率を示したが、この伸び率は先行研究と比べて低かった (Silva et al., 2015) . しかし、これらの先行研究で示されている BS の伸び率は、ほとんどが男性アスリートを中心とした報告であること、さらに、発育期の選手ほど、高い伸び率が示される傾向にある (Christou et al., 2006 ; Ferley et al., 2020 ; Hammami et al., 2018 ; Mujika et al., 2009) . したがって、単純に本研究の結果と先行研究を比較することは困難であるが、シーズン中において、6 週間程度の (RT と PT を組み合わせた) CT の実施によって、女子サッカー選手の下肢の最大筋力・パワー (CMJ), および、スプリント能力を改善できることが示唆された.

### 3.5 シーズン中に行う CT について

Ferley et al. (2020) は、13 歳から 18 歳までの男女サッカー選手 31 名 (男性 16 名, 女性 15 名) を対象に、オフシーズンに傾斜トレッドミルを用いたスプリントインターバルトレーニングと RT と PT を組み合わせた CT (週 3 回) を 8 週間実施した結果、プレからポストにかけて CMJ は 10.2%, 9.1m のスプリントタイムは -4.0% と、本研究の伸び率 (CMJ : 5.3%,

10m 走 : -2.8%) よりも高かった. また、15 歳から 18 歳までの男性エリートサッカー選手 40 名を対象に、シーズン中に 8 週間、ボールを用いた技術・戦術トレーニングの一部を体力トレーニング (BS とジャンプ動作および 15m スプリントを組み入れたコントラストトレーニング) に置き換えて実施した研究では、プレからポストにかけて BS は 46.4%, CMJ は 23.0% と、本研究 (BS : 7.3%, CMJ : 5.3%) よりも非常に高い伸び率が示されている

(Hammami et al., 2019) . 一般的に、トレーニング研究は、シーズン中では体力トレーニングに時間を割くことが難しいため、オフシーズンからプレシーズンの時期に行われることが多い. しかし、前述の先行研究 (Hammami et al., 2019) のように、シーズン中でも時間的配慮があり計画的に実施することが可能ならば、どのシーズンでもトレーニングの効果 (変化) に大きな差はないと思われる. ただし、(本研究では CT を週 2 回にとどめたように) 本来、シーズン中は、体力トレーニングが最優先されるべきことではないため、シーズン中に体力トレーニングを実施するならば、目標とする大会に合わせてトレーニングの目的を明確にし、かつ、選手のコンディションに配慮しながら、計画的に実施することが望ましいと考えられる.

ジュニアエリートサッカー選手を対象に筋力・パワーの向上を主眼とした RT プログラムと（ボールキック・パス・コントロールなどの）特異的なドリルを組み合わせた CT とスプリントトレーニングの効果を比較した研究では、CT 実施群のみ、15m 走タイムが有意に短縮したと報告されている (Mujika et al., 2009)。若手プロサッカー選手を対象に 3 週間の RT 実施群とアジリティ・バランス・コーディネーション能力の向上を目的としたアジリティトレーニング (Agility training ; 以下 AT) 実施群では、RT 群のアジリティのタイムは AT 群よりも有意に遅かったと報告されている (Jullien et al., 2008)。前者の研究 (Mujika et al., 2009) の CT では、筋力・パワーの向上を目的に（体重比 15～50%程度の負荷設定による）RT が組み込まれていたのに対して、RT と AT を比較した後者の研究 (Jullien et al., 2008) では、サーキット形式の AT を 1 週間に 5 回も実施していた。これらのことは、当然ながら、選手に最も向上させたい体力要素に対するトレーニング方法によって、それぞれのトレーニングの効果を導く「トレーニングの特異性」を示している。しかしながら、実際の指導現場では、トレーニングの効率性や相乗効果を求めたいゆえ、一度に多くの体力要素をバランス良く高めるプロ

グラムを作成してしまいがちである。我々指導者は、常にトレーニングの本来の目的を見失わずに、トレーニングの効果を最大限に引き出すことができるよう個別性に則ったプログラムを作成するべきであろう。

#### 4. 結論

本研究では、大学女子サッカー選手を対象に、シーズン中に 6 週間の RT と PT を組み合わせた CT を実施した結果、女子サッカー選手の筋力・パワー、およびスプリント能力を向上させることが示唆された。

#### 文献

- Baechle, T.R, and Earle, R.W. (2002) NSCA 決定版ストレングス&コンディショニング第 2 版.東京:有限会社ブックハウス・エイチディ.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015) Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*, 39: 1-11.
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T, and Tokmakidis, S.P. (2006) Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players.

- J. Strength Cond. Res. 20: 783-791.
- Chu, D. Explosive power & strength :  
Complex training for maximum  
results (1996) Human Kinetics. 3-8.
- Cohen, J. (1992) A power primer. Psychol  
Bull. 112: 155-159.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G.,  
Tordoff, P, and Drust, B. (2009)  
Analysis of high intensity activity in  
Premier League soccer. Int J. Sports  
Med. 30: 205-212.
- Ebben, WP, and Watts, PB. (1998) A  
review of combined weight training  
and plyometric training modes:  
Complex training. Strength Cond. J.  
20: 18-27.
- Ferley, D.D., Scholten, S, and Vukovich,  
M.D. (2020) Combined Sprint  
Interval, Plyometric, and Strength  
Training in Adolescent Soccer  
Players: Effects on Measures of  
Speed, Strength, Power, Change of  
Direction, and Anaerobic Capacity. J.  
Strength Cond. Res. 34(4): 957-968.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard,  
J.R, and Chelly, M.S. (2019) Effects  
of Contrast Strength vs. Plyometric  
Training on Lower-Limb Explosive  
Performance, Ability to Change  
Direction and Neuromuscular  
Adaptation in Soccer Players. J.  
Strength Cond. Res. 33(8): 2094-2103.
- Hammami, M., Negra, Y., Billaut, F.,  
Hermassi, S, Shephard, RJ, and  
Chelly, MS. (2018) Effects of Lower-  
Limb Strength Training on Agility,  
Repeated Sprinting With Changes of  
Direction, Leg Peak Power, and  
Neuromuscular Adaptations of Soccer  
Players. J. Strength Cond. Res. 32(1):  
37-47.
- Jullien, H., Bisch, C., Largouet, N.,  
Manouvrier, C., Carling, C,J, and  
Amiard, V. (2008) Does a short  
period of lower limb strength training  
improve performance in field-based  
tests of running and agility in young  
professional soccer players? J.  
Strength Cond. Res. 22: 404-411.
- Larson-Meyer, E.D., Hunter, G.R.,  
Trowbridge, C.A., Turk, J.C., Ernest,  
J.M., Torman, S.L, and Harbin, P.A.  
(2000) The effect of creatine  
supplementation on muscle strength  
and body composition during off-  
season training in female soccer  
players. J. Strength Cond. Res. 14:  
434-442.

- Little T and Williams A.G. (2005) Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 19: 76-78.
- Maciejczyk, M., Błyszczuk, R., Drwal, A., Nowak, B, and Strzała, M. (2021) Effects of Short-Term Plyometric Training on Agility, Jump and Repeated Sprint Performance in Female Soccer players, *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 18(5): 2274.
- Mujika, I., Santisteban, J, and Castagna, C. (2009) In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players, *J. Strength Cond. Res.* 23(9): 2581-2587.
- Nesser, T.W., and Lee, W.L. (2009) The relationship between core strength and performance in division I female football players. *J. Exerc. Physiol.* 12: 21-28.
- Ozbar, N., Ates, S, and Agopyan, A. (2014) The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer player. *J. Strength Cond. Res.* 28: 2888-2894.
- Penailillo, L., Espildora, F., Jannas-Vela, S., Mujika, I, and Zbinden-Foncea, H. (2016) Muscle Strength and Speed Performance in Youth Soccer Players. *J. Hum Kinet.* 50: 203-210.
- Sale, D, G. (2002) Postactivation potentiation : role in human performance. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 30(3): 138-143.
- Silva, J.R., Nassis, G.P, and Rebelo, A. (2015) Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Med Open.* 1: 17.
- Spinetti, J., Figueiredo, T., Bastos de Oliveira, V., Assis, M., Fernandes de Oliveira, L., Miranda, H., Machado de Ribeiro, Reis, VM, and Simao, R. (2016) Comparison between traditional strength training and complex contrast training on repeated sprint ability and muscle architecture in elite soccer players. *J. Sports Med Phys Fitness.* 56: 1269-1278.
- Stolen, T.K., Chamari, C., Castagna, C, and Wisloff, U. (2005) Physiology of soccer: An update. *Sports Med.* 35: 501-536.

Turner, A.N, and Stewart, P.F. (2014)

Strength and Conditioning for Soccer

Players. Strength Cond J. 36(4): 1-13.

吉田拓矢・川原布紗子・福田有紗・白井  
蒼・佐久間彩・関子あまね・浅井武・谷  
川聡・平嶋裕輔. (2021) 大学女子サッ  
カー選手のリバウンドジャンプにおける  
下肢筋力・パワー発揮特性：各種走能  
力，筋力との関係性および競技レベルに  
よる違い. 体育学研究, 66: 467-479.

(令和 4 年 10 月 26 日受理)