サッカー育成年代の身体組成と下肢多関節動作で発揮されるパワーおよび スプリント能力の発育・発達特性

金子 憲一¹, 袴田 智子¹, 柏木 悠², 伊藤 知之², 船渡 和男³

Developmental Characteristics of Body Composition and Lower-Leg Multi-Joint Power Outputs and Sprint Ability in Junior and Youth Soccer Players

Ken-ichi Kaneko¹, Noriko Hakamada¹, Yu Kashiwagi², Tomoyuki Ito² and Kazuo Funato³

¹ 日本体育大学スポーツ・トレーニングセンター, 〒227-0033 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1221-1 (*Sports Training Center, Nippon Sport Science University, 1221-1 Kamoshida-cho, Aobaku, Yokohama, Kanagawa, 227-0033, Japan*)

² 日本体育大学大学院トレーニング科学系, 〒227-0033 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1221-1 (*Graduate school of Health and Sport Science, Nippon Sport Science University, 1221-1 Kamoshida-cho, Aobaku, Yokohama, Kanagawa, 227-0033, Japan*)

³ 日本体育大学, 〒227-0033 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1221-1 (*Nippon Sport Science University, 1221-1 Kamoshida-cho, Aobaku, Yokohama, Kanagawa, 227-0033, Japan*)

Received: October 11, 2011 / Accepted: December 19, 2011

Abstract The purpose of this study was to investigate the cross-sectional development characteristics of body composition, lower-leg multi-joint power output and sprint running in non-elite junior and youth soccer players. The leg extension power, counter-movement vertical jump (CMJ), and 30m-sprint time for eighty male soccer players aged 13.8-18.1 yrs were measured. Junior and youth soccer players were compared with sedentary normal identical aged boys. Statistical analysis was used by one-way ANOVA and multiple comparisons of variance were performed on the basis of the Tukey-Kramer HSD test. Statistical significance was accepted at level of $p < 0.05$. Relative increases from 14 yrs to 18 yrs players were significantly ($p < 0.05$) indicated; body height (7.7%), leg extension power (87.8%), CMJ (35.3%), 30m-sprint (8.7%). 10m-sprint time was negatively correlated with both leg extension power ($r = -0.52$) and CMJ ($r = -0.60$). Comparison of relative values of increase from 14 to 18 yrs in junior and youth soccer players to those in sedentary normal boys were as follows; 2.3 (body height), 2.5 (leg extension power), 3.0 (CMJ), 2.1 (sprint ability). It might be suggested that consistent regular soccer training from junior and youth aged might prompt developmental gains not only largely for lower-leg multi-joint power but also not a little for sprint ability.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 61(2): 259-266 (2012)

Keywords : Soccer players, Cross-sectional developmental characteristics, Leg extension power, counter-movement vertical jump, Sprint running

緒 言

サッカー選手の年齢による段階的指導においては、～8・9歳を「プレゴールデンエイジ」9～12歳を、「ゴールデンエイジ」と定義して、それぞれの育成方針が提示されている¹⁾ (財団法人日本サッカー協会, 以下JFA)。これらの年代での段階的な指導では、Scamonの発育発達曲線²⁾に示されるように、8歳から10歳前後に神経系が筋力に比べ著しく発達することから、技術の習得に最も適した時期とされ、一方「ゴールデンエイジ」以降では一般的に筋力や持久力が著しい発達を示すことから、サッカー選手に必要な特異的な動きでの発揮パワー

やスキルの向上に主眼が置かれている。JFA¹⁾では、13歳以降(中学生)の年代は、「ポストゴールデンエイジ」または、ジュニアユースとも呼ばれ、16歳以降(高校生)からは、「インディペンデント・エイジ」または、ユース年代と呼ばれており、これらすべての年代をまとめて「育成年代」と定義している。

形態発育と機能発達においてヒトの成長現象は並行して進行するものではなく、成長速度には必ず個人差があるものの、身長や体重は男子で概ね14歳前後に増加率のピークを迎える。さらに思春期発育スパートにおける身長の最大の発育速度をPeak height velocity (PHV)と呼び、筋力とパワーはこのPHV後に最大成長に到達する²⁾。

育成年代と言われる日本のサッカー選手が筋力トレーニングやハイパワー系のトレーニングを開始するのは, 基本的には高校(ユース)に入学してからであり, このようなPHVが現れる中学生(ジュニアユース)年代では, 筋力トレーニングなどを行う習慣がないのが一般的である。また, サッカーのような集団スポーツの場合にはチーム単位で活動することから, 指導者がトレーニングや筋力トレーニングを選手に指導する際, 生物学的な成熟度を考慮した個別のトレーニングプログラムを提供することは一般的には困難であり, 実際にはトレーニングの量や質で調整しているのが現状であると考えられる。

サッカーの試合において, ボールを保持していない状況下での主な動作は, スプリント, 方向転換, ジャンプなどであり, これらの多くの動きでは素早い力の立ち上がりが必要とする³⁾。特に試合中の重要とされる局面や, ゴールに直結する局面になるほど, より高い筋出力や動きの加速能力が必要となると考えられる。シニアおよびジュニアのエリートサッカー選手を対象とした研究では, 単発的な筋出力と動きの加速能力が高いこと, および両者に高い相関関係が示されることが, 競技力の高いサッカー選手の特徴として報告されている⁴⁻⁸⁾。このようなエリートサッカー選手の特徴である機能要素は, 子どもの頃のどの年代で培われる基本的能力なのであろうか。つまり, サッカースクールやクラブ活動に参加する競技レベルが低く, 育成年代となる中学, 高等学校の生徒にもあてはまるか否かについては不明である。本研究においては, 下肢動作での単発な筋出力とスプリント能力および両者の相関関係に関する横断的データを収集し, エリートサッカー選手の知見や一般の中学, 高等学校の生徒の値と比較し, サッカー競技の育成年代における特徴と示すことにより, 選手育成に貢献することをねらいとした。また, 下肢の単発的な筋収縮において発揮されるパワーや繰り返しの筋収縮において発揮されるスプリント能力は, 育成年代のうちにどのような推移を経てどのくらい発達するかについてはこれまで示されていない。そのため, サッカーに重要とされる機能発達の増加率を明らかにすることは, 選手を育成する立場の指導者にとって, 選手の体力の現状を把握することができ, かつトレーニング指導の方向性を決定する上で非常に有益な情報であると考えられる。

以上のことから, 本研究ではPHV後に筋力とパワーの最大成長が現れ, 形態発育において増加率のピークを迎えることになる14歳から18歳までの育成年代の一般的なサッカー選手を対象として, 身体組成と下肢多関節動作で発揮されるパワーおよびスプリント能力を測定することにより, 形態面および機能面の増加率を横断的に比較することを目的とした。また, サッカー選手にとってボールを蹴ったり, 瞬時にジャンプをするといった単発

的な脚筋パワーは, 走動作のスプリント能力と平行に発達するものなのか否かを検討し, 育成年代の成長過程の特徴を記述しようと試みた。さらに, この年代のサッカー選手と日頃スポーツを行っていない同年代の者との間に, 形態発育や筋機能の発達傾向にどの程度の差があるのかは不明であることから, 日本人の体力標準値Ⅱ⁹⁾による同世代の一般人男子のデータと比較し, 育成年代におけるサッカー選手の形態発育と機能発達の増加率の特徴を把握することを試みた。

方 法

被験者 被験者は, 定期的にサッカーのトレーニング及び試合を実施している14歳から18歳の男子ジュニア, ユースサッカー選手80名であった。被験者の身体的特徴を表1に示した。被験者の競技パフォーマンスレベルは, ジュニアユースのサッカークラブおよび国立, 公立高校のサッカー部に所属し, 選抜された経験のない選手を対象とした。被験者および保護者には, 事前に文書にて実験内容および安全性について説明し, 書面にて同意を得た。さらに被験者には測定前に, 測定の安全面と手順について十分に説明をしてから実施した。なお本研究は, 日本体育大学倫理委員会(第010-H27号)の承認を得て実施した。

項目および測定方法

身体組成 身体組成の計測は, Bod Pod (Body Composition System Mab-1000, Life Measurement Inc社製: 以下Bodpod)を用いた。肺容量についてはre-breathingにより, 5回の平均値より算出した。体重値, 肺容量, 全身の体積値より身体密度を求め, Brozekの式を用いて, 体脂肪率を算出した。

脚伸展パワー 脚伸展パワーの測定は, 油圧性等速性レッグプレスマシン(T.K.K.1865 LEGPOWER, 竹井機器社製)を使用した。このマシンは, 長座位姿勢における単発脚伸展パワーを測定する装置で, 実際のスポーツ場面同様に, 多関節運動における脚伸展パワーの評価をすることができる。測定では, レッグプレスマシンから出力される速度と力のアナログデータを, AD変換機(PowerLab, ADInstruments)を通し, パーソナルコンピュータに記録した。記録のサンプリング周波数は1kHzとした。被験者は, レッグプレスマシンに座り, 両腕を胸の前で組んだ姿勢で計測を行なった。非伸縮性のベルトを腰部に巻き, 膝関節90度の位置から, 股関節, 膝関節および足関節において最大伸展動作を行った。試技は両脚(両脚同時), 一側性(右脚, 左脚)の順に試技を2回行なった。設定速度は1.0m/sとした。等速性筋収縮条件とするため, 速度データが一定となった区間を平均値算出のための分析区間として平均パワー($\bar{P}$)を

求めた。

跳躍高 (CMJ) 垂直跳び (以下CMJ) の測定には、床反力計フォースプレート9287B (600mm×900mmKistler社製Switzerland, 以下FP) を使用した。被験者は裸足でフォースプレートに乗り、両手を腰に置いた状態のまま、最大努力において反動動作を用いた両脚踏切CMJ(カウンタームーヴメントジャンプ)を行った。2回の試技を行い、記録の良い方を分析対象とした。跳躍の高さは、床反力データの滞空時間 (t) より跳躍高を算出した。跳躍高の算出式は以下の通りである。

$$\text{Jump height} = 1/8gt^2$$

ここでの t は滞空時間 (sec), g は重力加速度 (9.81m・sec⁻²) とした。

30mスプリントタイム 30mスプリントの測定には、レーザードップラー方式距離計測装置 (LDM 300C SPORT;JENOPTIK社製: 以下Laveg) を用いた。距離—時間データを、1Hzのローパスフィルター (4次のバターワース型) を用いて平滑処理を行い、5m, 10m, 15m, 20m, 30mの通過タイムを算出した。計測はLavegを三脚でほぼ被験者の腰の高さ (50~90cm) に固定し、スタート地点より10m後方からカメラを構えた。レンズ内の計測焦点を被験者の腰椎部に合わせるように、検者は熟練を積んだ。スタートの合図で30m先までの全力疾走を2回行ない、記録の良い方を分析対象とした。Lavegでの距離の精度は、算出は0.5mから400mまでで測定誤差はおおよそ7cmとされ、正確性は非常に優れていることが報告されている¹⁰⁾。なお、本論文の考察においては、根拠を示したうえで10mスプリントタイムと脚筋出力との関係を求めた。

統計処理 各測定値はすべて平均値 (Mean) ± 標準偏差 (SD) で示した。統計処理には、SAS社製の統計処理ソフトJMPバージョン8.0を用いて行った。各測定値と年齢群において、一元配置の分散分析を行った後に、

年代間による違いをTukey-kramerのHSD検定 (多重比較) を用いて検定した。全ての有意水準は危険率5%以内とした。また、脚伸展パワーと跳躍高およびスプリントタイムの関係は、Pearsonの相関関係を用いた。

結 果

身体組成 身長、体重および除脂肪量は、年代が増すに従い高くなる結果を示した。18歳と14歳の結果において統計上有意差が認められた (p < 0.05)。また、17歳と14歳の結果においても統計上有意差 (p < 0.05) が認められた。除脂肪量 (LBM) は、体重と同様の傾向を示した (表1)。

脚伸展パワー 両脚および右脚で発揮される脚伸展パワーは、身体組成同様に年齢が増すに従い高い値を示し、18歳と17歳の値は、14歳と15歳よりも有意に高い値を示した (p < 0.05)。また、対体重値においても、14歳と15歳よりも有意に高い値を示した (p < 0.05) (表2)。

CMJ 跳躍高は、14歳と15歳では差はみられず、16歳以降、年齢が増すに従い高い値を示し、18歳と17歳は、14歳と15歳および16歳と比較して有意に高い値を示した (p < 0.05) (表2)。

30mスプリントタイム 30mスプリントにおいて、5m, 10m, 15m, 30mの各スプリントタイムは、年齢が増すに従いタイムが短縮する傾向が示されたものの、16歳以降において、タイム差が生じにくくなる傾向が示された。30mタイムの比較では、18歳は、14歳と15歳および16歳と比較して有意に速い値を示した (p < 0.05)。17歳も14歳と15歳と比較して有意に速い値を示した (p < 0.05)。また、16歳は14歳と比較して有意に速い値を示した (p < 0.05) (表3)。

Table 1. Physical characteristics in each aged group. Significant differences (p<0.05) compared to different aged groups as to 14yrs(a), 15yrs(b), 16yrs(c), 17yrs(d) and 18yrs(e) were also indicated.

group	n	Age	Height	Weight	LBM
		(yrs)	(cm)	(kg)	(kg)
14	9	14.2±0.3	161.5±6.3 ^{cde}	52.0±5.3 ^{cde}	45.6 ±4.1 ^{cde}
15	11	15.3±0.3	166.9±5.0 ^e	54.9±6.5 ^{de}	49.3±5.8 ^{de}
16	24	16.1±0.2	168.3±4.2 ^a	57.4±4.9 ^{de}	52.6±4.1 ^{de}
17	23	17.1±0.2	171.9±6.3 ^a	62.5±5.9 ^{abc}	56.9±5.2 ^{abc}
18	13	17.8±0.2	173.9±5.7 ^{ab}	65.1±6.0 ^{abc}	60.1±5.7 ^{abc}

Table 2. Leg power and CMJ in each aged group. Significant differences ($p < 0.05$) compared to different aged groups as to 14yrs(a), 15yrs(b), 16yrs(c), 17yrs(d) and 18yrs(e) were also indicated.

group	Leg Power (Bilateral)		Leg Power (Right)		CMJ (cm)
	(W)	(W/kg)	(W)	(W/kg)	
14	688.3±235.9 ^{cde}	13.2±4.1 ^{cde}	481.2±77.9 ^{cde}	9.3±1.1 ^{cde}	32.1±3.4 ^{de}
15	835.7±236.3 ^{cde}	15.7±5.4 ^e	569.8±88.1 ^{cde}	10.5±1.8 ^{de}	32.1±5.8 ^{de}
16	1042.1±151.3 ^{be}	18.3±3.1 ^a	678.9±89.5 ^{bde}	11.9±1.5 ^a	36.8±4.7 ^{de}
17	1195.6±186.6 ^{ab}	19.2±3.1 ^a	807.7±98.3 ^{abc}	13.0±1.6 ^{ab}	42.6±6.4 ^{abc}
18	1292.7±175.2 ^{abc}	20.0±3.0 ^{ab}	852.6±85.8 ^{abc}	13.2±1.4 ^{ab}	43.5±6.1 ^{abc}

Table 3. 30m-Sprint time as well as 5m, 10m and 15m split times in each aged group. Significant differences ($p < 0.05$) compared to different aged groups as to 14yrs(a), 15yrs(b), 16yrs(c), 17yrs(d) and 18yrs(e) were also indicated.

group	30m-Sprint (sec)			
	5m	10m	15m	30m
14	1.34±0.07 ^e	2.13±0.08 ^{de}	2.84±0.10 ^{de}	4.87±0.17 ^{de}
15	1.34±0.07 ^e	2.12±0.09 ^{de}	2.82±0.11 ^{de}	4.77±0.21 ^{de}
16	1.30±0.06	2.07±0.06 ^e	2.75±0.06 ^e	4.66±0.10 ^{ae}
17	1.27±0.09	2.03±0.09 ^{ab}	2.70±0.11 ^{ab}	4.57±0.15 ^{ab}
18	1.23±0.13 ^{ab}	1.98±0.13 ^{abc}	2.64±0.13 ^{abc}	4.48±0.15 ^{abc}

Fig 1. Correlation between 10m-Sprint time and CMJ (A), 10m-Sprint time and right leg power (B).

スプリントタイムと跳躍高および脚伸展パワーの関係
全被験者を対象とした10mスプリントタイムと跳躍高および脚伸展パワーの間には、それぞれ有意な負の相関関係が認められた（跳躍高，図1A： $r = -0.52$, $p < 0.001$, 右脚伸展パワー，図1B： $r = -0.60$, $p < 0.001$ ）。

考 察

下肢筋出力とスプリント能力の機能発達 サッカー選手の脚の筋出力や跳躍力およびスプリント能力は、競技レベルの高い選手ほど高いとされる^{8,11-15}。さらに、競技レベルの高い選手ほど、より動きの加速能力に優れかつ試合中のスプリント回数が多く^{3,16}、プレー中のスプリントの49%が10m以下の短い距離であるとされる¹⁷。本研究では10mスプリントタイムと30mスプリントタイムの間に有意な相関関係（ $r = 0.91$, $p < 0.001$ ）が示された。また、10mスプリントの歩数は14～15歳では8～9歩、16歳～18歳は6～8歩を示したことから、年齢とともにストライドが大きくなることが示された。本研究の10mタイムは、14歳で2.13秒、18歳で1.98秒であり、これらの結果は、JFA¹⁸による同年代の日本代表選手（14歳：1.86秒、18歳：1.83秒）や安松ら¹⁹（日本代表：1.745秒、ドイツプロ選手：1.680秒）の成人の各国の代表選手の結果と比較して遅いタイムであった。一方本研究の跳躍高の結果は、14歳で32.1cm、18歳で43.5cmであったが、こちらはJFA¹⁸による同年代の日本代表選手（14歳：36.6cm、18歳：39.6cm）よりも、18歳では本研究の結果が高い値を示した。跳躍高は下肢の瞬発力（パワー）の指標として用いられ、跳躍高とサッカーの競技レベルとの間には相関関係があることはこれまでに報告されている⁶。本研究においても、図1（A）で示した通り、10mまでのスプリントタイムと跳躍高との相関関係（ $r = -0.52$, $p < 0.001$ ）が認められた。また図1（B）で示したように10mスプリントタイムと片脚での脚伸展パワーにおいても相関関係（ $r = -0.60$, $p < 0.001$ ）が認められた。これらのことから、14歳から18歳までの育成年代のサッカー選手において、年代に関係なくサッカーのプレー中のスプリントにおいて重要とされる10mまでの加速局面における6～9歩の全力“ダッシュ”能力に優れる選手は、単発での脚による筋出力発揮能力も優れていると推察される。中屋敷²⁰は大学サッカー選手に対して、バウンディング各種を適宜組み合わせ、片脚ずつの跳躍トレーニングを4ヵ月実施した結果、疾走タイムと跳躍力の向上がみられ、片脚ずつの跳躍トレーニングが疾走技術改善とパワー強化に有効な手段であると報告している。両脚での脚伸展パワーについて船渡ら^{21,22}は、12歳から60歳までの男子1551人、女子498人を測定している。それによると、男子では平均1220W、女子では、平均690Wであり、女子の場合、12歳から20歳までのパ

ワーの発達は、15歳で達成される傾向を示したものの、男子では、思春期から急激なパワー発達がみられたとしている。本研究の等速性での速度規定（1.0m/秒）条件による船渡ら^{21,22}との値を比較すると、年代が増すに従いパワーの発達傾向がみられ、絶対値では、本研究の18歳のサッカー選手がやや高い結果を示した。

14歳を基準とした相対的発育量の比較 図2には、14歳の各測定項目の値を100%とした場合の各年代の相対的增加率を示した。18歳の身長と30mスプリントの平均速度は15歳から18歳までにほぼ同じ増加率を示し、18歳では、身長が7.7%、30mスプリントの平均速度では8.7%の増加率であった。一方、18歳の除脂肪量は約31.6%の増加率を示し、年齢が増すに従い増加した。全身の骨格筋量を反映する除脂肪量に関しては、Scammonの発育発達曲線におけるホルモン分泌に関係する生殖型の発育が著しい14歳から20歳にかけて最も増加し20歳以降で成人値に達する²³。また、単位弾面積当たりの筋力の増加速度は、13から14歳付近が最も高いとされる²¹。脚伸展パワーの絶対値は、15歳は21.4%、16歳で51.4%、17歳で73.7%、18歳で87.8%と、高い増加率を示した。しかしながら、対体重値では、15歳は18.9%、16歳は38.7%、17歳で45.8%、18歳は51.7%の増加率を示し、絶対値よりも低くなる傾向が示された。跳躍高は、14歳、15歳では変化はみられず、その後、16歳で14.6%、17歳で32.4%、18歳で35.3%と17歳以降に急に増加することが示された。このように単発のパワー発揮能力である下肢筋出力の発達は体重（除脂肪量）が増すに従い発達する傾向がみられる一方で、スプリント能力の15歳以降の増加率は低く、身長の増加率と並行していることが示された。

図3には、日本人の体力標準値Ⅱ⁹から14歳の値を100%として増加率に改編した相対発育の変化を示した。同世代の一般人男子の身長と50mの平均速度の増加率は、図2で示したサッカー選手と同様、他の機能の増加率よりも低い値を示した。しかし、身長の増加率について同世代の一般人男子と（本研究でのサッカー選手、図2からの値）を比較してみると、15歳で1.8%（3.3%）、16歳で2.7%（4.8%）、17歳で3.3%（6.4%）、18歳で3.4%（7.7%）となり、サッカー選手が同世代の一般人男子と比較して14歳からの平均身長の増加率において2.3倍高い値を示した。また、サッカー選手の下肢筋出力において、脚伸展パワーは、18歳まで87.8%（図2）の増加率を示したのに対し、同世代一般人男子の脚筋力の増加率は35.1%であり（図3）、サッカー選手が2.5倍高い値であった。さらに、サッカー選手の跳躍高は18歳で35.3%の増加率を示したが（図2）、同世代の一般人男子の跳躍高の増加率は11.6%（図3）と、サッカー選手が3倍高い値であった。これらのことから、育成年代のサッカー選手は、日

Fig 2. Relative values of development based on the values of 14 yrs as 100% for body composition, CMJ, 30m-sprint and leg power in soccer players.
(BH : Body Height, BW : Body Weight, LBM : Lean Body Mass, CMJ : Countermovement Vertical Jump, 30m(m/s) : 30m-Sprint Velocity, Leg Power : Bilateral Leg Power, Leg Power /kg : Bilateral Leg Power /kg)

頃のトレーニングによって獲得した下肢多関節動作で発揮されるパワーの発達においては、除脂肪量の増加とともに高い増加率を示し、同世代の一般人男子と比較して大きな増加率を示した。また、同世代の一般人男子50m走速度の18歳の増加率は4.1%、一方本研究のサッカー選手30m走速度の18歳の増加率は8.7%となり、他の項目と比較して増加率は低いものの、サッカー選手が2.1倍高い値を示した。

サッカー育成年代選手におけるトレーニングの指針 14歳から18歳までの増加率は、身長ではサッカー選手が7.7%（同世代の一般人男子は3.4%）、平均走速度ではサッカー選手が8.7%（同世代の一般人男子は4.1%）であったのに対し、下肢筋出力においては、脚伸展パワーが87.8%（同世代の一般人男子は35.1%）、跳躍高は35.3%（同世代の一般人男子は11.6%）であった。このように、14歳以降のサッカー選手のトレーニングの指針は、特に脚伸展パワーや跳躍高のような筋力、筋パワーの発揮能力において年齢が増すに従い大きくなると言えよう。これらのことから、14歳以降定期的にサッカーのトレーニングを継続することは、下肢多関節動作で発揮されるパワーあるいは、それよりもトレーニングの指針は低いもののスプリント能力においても発達を促進する可能性があることが示唆された。つまり同世代の一般人男子との比較結果からそれらの増加は、プレ・ゴールデンエイジやゴールデンエイジといった神経系の発達が著しいとされる思

春期以前の年代から、ボールキック動作やジャンプ、スプリント等の速い動作を行うことによる、サッカーの専門的能力の発達の影響が大きいと考えられる。その結果として、思春期以降のポストゴールデンエイジ（ジュニアユース）年代からの増加率において、同世代の一般人男子と比較して、より14歳以降の増加率において大きな差がみられたものと推察される。思春期スパート期にさしかかるポストゴールデンエイジ以降の指導現場におけるトレーニングでは、脚筋力を高めるような指導を取り入れていくことで、ボールキック動作やジャンプといったサッカーの専門的能力である下肢筋出力をより発達させることができると提言できる。また、ポストゴールデンエイジ以降において、脚筋力を発達させる指導方法を取り入れていくことで、一般的に増加率が低いとされる走動作であるスプリント能力も向上させる可能性がある。特にスプリント能力は14歳以降、他の項目と比較して低い増加率を示したことから、プレ・ゴールデンエイジやゴールデンエイジにおいてはスプリント能力向上のために、特にピッチあるいはストライドの増加に主眼をおく指導を取り入れることが大切であると考えられ、そのことによって思春期以降においても同世代の一般人男子よりスプリント能力の増加率は高くなる可能性があると言えよう。

まとめ

本研究では14歳から18歳までの育成年代のサッカー選

Fig 3. Relative values of development based on the values for 14 yrs as 100% for BH, BW and lower-leg multi-joint power outputs in Japanese sedentary boys (standard values⁹⁾).

(BH : Body Height, BW : Body Weight, VJ : Vertical Jump, 50m(m/s) : 50m-Sprint Velocity, Leg Power : Bilateral Leg Power)

手の身体組成と下肢多関節動作で発揮されるパワーおよびスプリント能力について横断的に比較し、それぞれ形態および機能の増加率の特徴を検討することを目的とした。その結果、14歳から18歳までの増加率を育成年代のサッカー選手と同世代の一般男子を比較した結果、サッカー選手は身長が2.3倍、脚筋力は2.5倍、跳躍高は3倍、スプリント能力は2.1倍高い値を示した。14歳以降のサッカー選手の脚伸展パワーや跳躍高のような筋力、筋パワーの発揮能力は年齢が増すに従い大きくなることが示されたと同時に、14歳以降の増加率が低いスプリント能力においてもサッカーのトレーニングを継続することで、発達を促進する可能性があることが示唆された。

参 考 文 献

- 財団法人日本サッカー協会・技術委員会：サッカー指導教本2007, 財団法人日本サッカー協会, 東京, 26-33, 2007.
- Malina RM, Boucahrd C (高石昌弘, 小林寛道監訳), 発育・成熟・運動, 大修館書店, 東京, 3-9, 38-57, 216-232, 1994.
- Bangsbo J(長谷川 裕, 安松幹展, 上田滋訳), 2育成年代におけるサッカー選手の身体的発達とトレーニング, ゲーム形式で鍛えるサッカーの体力トレーニング, 大修館書店, 東京, 23-32, 2008.
- Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and Team performance in Soccer. *Med Sci Sports Exerc* 36 : 278-285, 2004.
- Capranica L, Cama G, Fanton F, Tessitore A, Figura F. Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 32 : 358-363, 1992.
- Balsom P. Evaluation of physical performance. In: *Handbook of sports medicine Football (soccer)* (Ekblom B. eds), IOC Medical Commission Publications Advisory Sub-Committee, Cambridge, Massachusetts, USA, 111-116, 1994.
- Vescovia DJ, Mcguigan RM. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *J Sports Sci* 26 : 97-107, 2008.
- Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 38 : 285-288, 2004.
- 首都大学東京体力標準値研究会編. 新・日本人の体力標準値Ⅱ, 不昧堂出版, 東京, 21-26, 71-77, 172-175, 181-186, 199-202, 2007.
- 高橋流星, 小川幸三, 船渡和男：レーザードップラー方式距離計測装置によって得られた歩行運動の移動距離と速度の正確性及び妥当性, 日本体育大学紀要, 40 : 35-42, 2010.
- Gissis I, Papadopoulos C, Kalapotharakos I.V, Sotiropoulos A, Komsis G, Manolopoulos E. Strength and speed characteristics of Elite, Subelite, and Recreational Young Soccer Players. *Res. Sports Med* 14 : 205-214, 2006.
- 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 中嶋由晴：サッカー選手における膝関節伸展・屈曲トルクと大腿部筋体積の年

- 齢変化, 体育学研究, 52 : 431-442, 2007.
- 13) 澁川賢一, 星川佳広, スプリントトレーニングの計画と実際, スプリントトレーニング -速く走る・泳ぐ・滑るを科学する-, 日本トレーニング科学会(編), 朝倉出版, 東京, 138-144, 2009.
 - 14) 津越智雄, 浅井武: Jリーグサッカークラブにおける上位カテゴリーへの選手選抜に関する横断的研究 - 体力・運動能力を対象として -, 体育学研究, 55 : 565-576, 2010.
 - 15) Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Renterghem BV, Bourgeois J, Vrijens J, and Philippaerts RM. A multidisciplinary selection model for youth soccer the Ghent Youth Soccer Project. *Br J Sports Med* 40 : 928-934, 2006.
 - 16) Bangsbo J, Norregaard L, and Thorso F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sports Sci* 16 : 110-116, 1991.
 - 17) Stolen TK, Chamari C, and Castagna U. Wisloff. Physiology of soccer. *Sports Med* 35 : 501-536, 2005.
 - 18) 財団法人日本サッカー協会技術委員会フィジカルフィットネスプロジェクト: 第2章 - 世界の指標 -, JFAフィジカル測定ガイドライン2006年版, 財団法人日本サッカー協会編, 日本サッカー協会, 東京, 8-21, 2006.
 - 19) 安松幹展, 広瀬統一: フィジカルチェック結果からみた日本人の選手の特徴: *Journal of Training Science for Exercise and Sport*, 22 : 307-312, 2010.
 - 20) 中屋敷真: サッカー選手の短距離疾走能力のトレーニング効果について, 第4回サッカー医・科学研究会報告書, 財団法人日本サッカー協会, 東京, 104-109, 1984.
 - 21) 船渡和男: 筋収縮力の成長・加齢, *体育の科学*, 38 : 431-438, 1988.
 - 22) 船渡和男, トレーニングに及ぼす生物学的因子, *トレーニング科学ハンドブック*, 朝倉書店, 東京, 305-322, 1996.
 - 23) 星川佳広: 筋のつき方の男女差, *Strength & Conditioning Journal*, 17, 2-10, 2010.