

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：33929

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350759

研究課題名(和文) 思春期男子におけるスプリント加速能力の発達とトレーナビリティ

研究課題名(英文) Development and trainability of sprint acceleration during the adolescent growth spurt in male

研究代表者

星川 佳広 (Yoshihiro, Hoshikawa)

東海学園大学・スポーツ健康科学部・准教授

研究者番号：60394095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、形態変化が大きく生じる思春期サッカー選手計417名を対象に、加速能力(20mタイム)およびピッチ、ステップ長と形態測定を実施し、横断的、縦断的(2年間)に形態変化と加速能力の関係性を分析した。その結果、20mタイム短縮には選手個人の中では身長増加によるステップ長増加の効果が大きい、加速能力の優劣は主にピッチによることが示された。また、元々加速能力が高い選手が成長期を通して能力維持するには、下肢長の発育に対して高いピッチを維持することが重要と考えられた。これらの結果は、思春期選手の加速能力の向上については、従来のステップ長を伸ばすという指導法とは異なる考え方が必要と考えられた。

研究成果の概要(英文)：In the study, 417 male junior soccer players were measured during the adolescent growth spurt to investigate the relation between development in ability of sprint acceleration (time for 20-m sprinting) and height growth. To this end, changes in step length and pitch, with relation to height growth, from the start to 8th steps in a 20-m sprint were followed for 2 years. Reduction in the 20-m time was attained mainly by increase in the step length, which was a direct result from height growth. In contrast, inter-individual difference in the ability largely depended on how much a player could increase the pitch. In addition, it is suggested that to maintain higher ability in acceleration a junior player must maintain a higher pitch regardless of lengthening in lower limbs. So far, training methods such as how to run faster during adolescence have been recommended based on increase in step length; however, a different way of thinking might be needed for sprint acceleration at this age.

研究分野：Sports science

キーワード：adolescence peak height age acceleration step length soccer player

1. 研究開始当初の背景

(1) 短い距離を全力で走る動作(スプリント)の能力の優劣は、陸上競技短距離走のみならず、多くのスポーツにおいてパフォーマンスを左右する重要な要因である。そのなかでも、サッカー等のボール競技ではスプリントは極めて短い距離(～20m)で出現するため、スプリント能力の向上において、最高速度を高める指導よりも加速能力を高める指導がより重要といえる。

スプリント能力の発達過程に関する先行研究は、走速度はピッチ(一秒当たりの歩数、歩/秒)とステップ長(一步あたりの距離、m/歩)の積で決まるが、ピッチが幼少期から成人まで約4歩/秒で一定であるのに対して、ステップ長が年齢に比例して直線的に増加し、それが成長期の走能力の向上の理由であることを明らかにしてきた。これらの研究結果は、子どものスプリント能力の発達促進に、神経系の発育発達が活発な児童期にはピッチ増加を、筋力系の発達が著しい思春期以降では、ステップ長増加を重点的に指導すべきという、大原則につながっている。

(2) しかし多くの先行研究は、ピッチ、ステップ長の分析に、50m走等のスプリントを対象にし、その全体の平均値もしくは最高走速度到達時の値を記述した場合が多い。一方のスプリントの加速期に関しては、その能力とピッチ、ステップ長の関係性、あるいは成長期の形態変化との関係性については、最高走速度到達時のそれと比べて研究が十分でない。その結果、スプリントのうち加速期については科学的根拠のある指導方法、特に成長期の子どもに対する指導法が確立していない。

(3) 研究代表者(星川)は、研究開始当初までに、加速能力(20mのスプリント走タイム)がプロサッカー選手の選抜に強く作用していること、その能力改善が成熟以降(17歳以降)では極めて難しいことを報告し、成長期より早い段階での評価(選手の位置づけ)とそれに則した指導が必要と考え、競技力の高いジュニアサッカー選手を対象とした年齢別の20mタイムの5段階評価基準案を1000名以上の選手のデータを元に発表した(星川ら、体育学研究2012)。さらに思春期サッカー選手を縦断的に追跡し、上記評価基準に基づき能力が高いと位置づけられる選手にあっては、身長成長のスパート期を終える頃(14～15歳)には加速能力の向上がほぼ終息することを示した。

(4) しかしながら、(3)における20mタイムの年齢変化において、ピッチやステップ長がどのように変化するか、あるいは思春期に生じる大きな形態変化とどのように関係するかについては調べられていない。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は、サッカー等のボール競技で出現する短い距離(20m以下)のスプリ

ント走に関し、その能力(加速能力)の自然成長が緩やかになる思春期中期・後期において、指導方法の工夫により一層の能力向上が達成できるか検証することである。本研究ではその前段階として、具体的な指導法の提案のため、対象者を成熟段階と能力(上記1.(3)に示した評価基準による)で層別化したうえで、20mタイムとピッチ、ステップ長の関係性およびその思春期に生じる大きな形態変化との関係性を分析することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 被験者は、中学、高校のサッカー選手であった。結果的に、4年間の研究期間内に12-17歳の417名(総計917回)の測定を行った。そして、そのうち107名については2年以上の縦断的追跡を行った。これらのデータを基に、1.(3)にある星川ら(2012)の評価基準により20mタイムで被験者の加速能力を5段階に分類したうえで、能力別のステップ長、ピッチを横断的、縦断的に分析した。さらに44名については半年ごと5回の縦断追跡を行ったので、半年間の身長成長量から发育速度(cm/年)を算出し、選手の成熟度を判別し(身長スパート期に対する相対位置)、20m走タイムの変化と、形態、ピッチ、ステップ長の変化について縦断的分析を行った。

(2) 20mタイムおよびステップ長、ピッチは、研究開始当初は300fpsのハイスピードカメラによりスプリント動作を側面より撮像し、動画像より算出した。しかし動画像の分析に多大な時間と人手間を要したので、研究途中より、走タイムは光切断式Witty System、ステップ長、ピッチ等は、OptoJump System(ともにMicro Gate社)を利用した。ステップ長、ピッチについては絶対値とともに、形態を考慮したステップ長身長比およびピッチ指数(ピッチ×(下肢長/g)^{0.5})を求めた。

(3) 20m走タイムの測定日においては、同時に身長、座高、身体組成(インピーダンス式)、膝関節伸展力、垂直跳の測定を行った。

4. 研究成果

(1) 測定対象の形態変化およびタイム変化研究成果の代表として、3(1)に示した2年以上半年ごとの縦断的追跡を行った被験者44名の身長、体重、除脂肪量、20mタイム、垂直跳びの2年間の変化を表1にまとめた。これらの被験者から得られた20mタイムに関する主たる結果を(3)縦断的分析にまとめた。

表1 2年間の縦断変化(44名)

	身長 cm	体重 kg	除脂肪 量 kg	20mタ イム 秒	垂直跳 cm
平均	10.4	13.6	10.7	-0.23	11.4
SD	5.2	4.8	3.4	-0.11	5.08
最大	19.5	27.1	21.4	-0.61	22
最小	1.3	4.4	4.3	-0.09	3

(2) 横断的分析

加速能力別のピッチ、ステップ長の特徴
中学1年生、2年生、3年生(以下、中1、中2、中3)それぞれ、89名、75名、71名で横断的分析を行った。各学年の形態および20mタイムを表2に示した。また、各学年における20mタイムの5段階評価別の平均値を表3に示した。

表2 横断的分析対象者の基本情報

	身長 cm	体重 kg	除脂肪量 kg	20m タイム 秒
中1	157.3±9.5	45.5±8.5	39.1±6.2	3.47±0.19
中2	162.7±8.1	50.7±8.7	43.4±5.8	3.36±0.18
中3	167.6±6.4	55.7±6.4	47.5±4.5	3.28±0.14

表3 各評価区分の20mタイム(秒)

	遅い	やや遅い	平均的	やや速い	速い
中1	3.69±0.09	3.51±0.06	3.37±0.06	3.23±0.05	3.13±0.04
中2	3.55±0.07	3.36±0.05	3.24±0.05	3.13±0.06	2.98±0.08
中3	3.44±0.09	3.28±0.04	3.16±0.04	3.04±0.02	3.01±0.00

形態については、中1、中2では(特に中1)“遅い”から“速い”へと評価区分があがるほど、身長、除脂肪量、除脂肪量身長比が大きくなった。すなわち、中1、中2では加速能力の優劣に成熟の遅速が影響していると考えられた。一方、中3では、“遅い”群で身長、除脂肪量ともに小さい傾向にあったが、それ以外の評価区分では、身長、除脂肪量が大きいほど評価区分が高いわけではなかった。

ステップ長については、学年別で見た場合、その絶対値は中3>中2>中1であったが、身長比では差がなかった。すなわち、平均的にはステップ長の延伸は身長成長とほぼ同程度であり、中1から中3へのタイム短縮は、形態変化に付随したものであり、加速能力の向上を意味しないと考えられた。

評価区分別で見た場合、ステップ長の絶対値、身長比ともに、“速い”がそれ以外と比較し大きい傾向にあった。しかし、中3の10m近辺のそれは、評価区分ごとの明確な差異傾向は見られなくなった。

ピッチについては、学年別で見た場合、中3=中2>中1であったが、ピッチ指数は中3>中2>中1であった。また、スタート直後3-4歩目にはすでに学年間にピッチの差異が見られた。

評価区分別で見た場合、ピッチ、ピッチ指数ともに、評価区分の順に大きくなった。“速い”は、スタート直後(2-3歩目)においてすでに、他評価区分と比較し、ピッチ、ピッチ指数ともに高く、それは中3になっても顕著であった。

これらの結果は、身長成長期にあるサッカー

選手の20mタイムの短縮は、選手個人の中では身長増加によるステップ長増加の効果が大いだが、加速能力の優劣はおもにピッチによることが示唆された。

速いシニア(大学生)選手との比較
競技力の高いシニア(大学生)サッカー選手で同様の測定をした場合、大学生の方が20mタイムがよく、かつ身長、ステップ長の絶対値は大きかったが、ステップ長身長比は中学生と大学生で差異がなかった。一方、大学生のなかで相対的に“遅い”と評価される群においても、中学生の“速い”群と同等の高いピッチを示しており、大学生における“速い”群は中学生の“速い”群より高いピッチを示した。これらの結果は、長期的視点では、加速能力の向上にピッチ改善が重要であることを示唆した。

(3) 縦断的分析

20mタイム変化

中1~中3の2年間の追跡ができた被験者47名において、中1の段階で「やや速い」以上に分類された加速能力の高い選手は14名いた。このうち中3において「やや速い」以上を維持した選手は7名のみで、残り7名は20mタイム短縮がわずかであり「平均的」以下に評価を下げた。一方、中1段階で「平均的」以下の評価であった選手のうち、中3において「やや速い」以上に評価を上げたものは皆無であった。

一方2年間の20mタイムの短縮量は、中1時点の初期値タイムおよびその後の2年間の身長変化それぞれと係数-0.69、-0.32に有意に負に相関していた。すなわち20mタイム短縮が大きいのは元々相対的に遅く、身長が低い(晩熟と考えられる)選手群であった。これらの結果は、中1~中3にかけては加速能力の高い選手ほど、その能力のさらなる改善が難しくなることを示唆した。

身長変化との対応

2年間、半年ごとの5回の測定ができた選手44名について、身長変化パターンからその選手の成熟段階を、身長スパート前(G1)、身長スパート開始から身長成長のピーク(PHA:Peak Height Age)(G2)、PHA付近(G3)、PHAから最終身長年齢(G4)、最終身長年齢以降(G5)の5段階に分類して検討した。

その結果、20mタイム短縮はG3>G2、G4>G1>G5の順で大きく、また、G1-G3においては1年目より2年目の方が大きく、G4-G5では1年目より2年目が小さくなった。すなわち、思春期における20mタイム短縮と身長変化の量的関係性はほぼ同様のパターンをたどることが示された。

ここで、年間身長変化1cmあたりのタイム短縮を求めると、G1-G4においてはいずれも約0.02秒/cmであり、身長成長のタイム短縮にもたらす効果は、成熟段階に関係なくほぼ一定であることが示唆された。

これらの結果および の結果は、本研究開始

までの先行研究を再確認するものであり、多くのジュニア選手においてはPHAを超える中3頃に加速能力の向上は極めて限定的になると考えられた。

ステップ長、ピッチについては、PHA前では、身長成長にあわせてステップ長そのものは増大するが、ステップ長の身長比はほぼ変化せず、PHA後では、身長成長にもかかわらず、加速期のステップ長増加は頭打ちになり、ステップ長身長比はむしろ低下する傾向にあった(身長成長ほどステップ長が伸びなくなる)。また、ピッチはいずれの成熟段階においても、身長成長に関わらずほぼ一定であるが、下肢長成長を考慮したピッチ指数は、身長成長とともに徐々に増加した。

加速能力の高い選手のうち、成長期を通して評価を維持する選手の特徴

(3) に示した中1段階で「やや速い」以上に分類された加速能力の高い選手14名について、さらに2年間の縦断追跡でタイム短縮の大きかった4名と小さかった4名を比較した。前者は、後者と比較し、形態的な変化としては除脂肪量身長比の増加が大きいことが特徴であった。

また、両群ともにステップ長は増加するものの、ステップ長身長比は同程度にやや低下した。その一方で、前者の方がスタートから5歩目以降のピッチ指数の増加が大きい傾向にあった。これらの結果は、高い加速能力を維持するために、下肢長の発育に対して高いピッチを維持できること、そのために筋の自然発育以上の発育が必要なことが示唆された。

さらに前者は、縦断分析2年間において、ピッチを高めながらも、接地時間がピッチの増加ほど短縮していなかった。すなわち、加速能力を維持するためには、ピッチを上げながらも、力を地面に伝える接地時間の短縮を限定的にすることも重要である可能性が示唆された。

(4) 研究結果に基づく指導法への示唆と今後の展望

(1)~(3)の結果をまとめると、元々加速能力が高い選手群に対して、身長成長期においてさらなる加速能力向上を図るためには、スタート直後数歩のステップ長を減することなく、ピッチを高める(あるいは下肢長が伸びながらもピッチを維持する)トレーニングを行うことが重要となろう。これは子どものスプリント能力の発達促進における従来の指導原則、すなわち、筋力系の発達が著しい思春期以降では、ステップ長増加を重点的に指導すべきという考え方とは、大きく異なるものと考えられる。

また、本研究では身長成長の及ぼす20mタイム短縮量への効果が成熟段階に依存しないことが確認できた。したがって、本研究にもとづき身長成長分を考慮したうえで20mタイム短縮が評価できるようになり、今後、思春

期男子における加速能力について、形態変化によらないトレーナビリティを検証するための土台が整備できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

星川佳広、中馬健太郎 日本の育成期サッカー選手の Long-term Athlete Development. トレーニング科学(査読無し),第28巻,2017, pp29-42

〔学会発表〕(計7件)

星川佳広,黒須雅弘,中田有紀,天野雅斗. スプリント加速期の接地時間とその割合:ジュニアサッカー選手の年齢変化および速い選手と遅い選手の比較,第30回日本トレーニング科学会,2017.10.17, 日本体育大学(東京都)

星川佳広,黒須雅弘,中田有紀,天野雅斗. 身長スパート期にあるジュニアサッカー選手のスプリント加速期におけるステップ長とピッチ-2年間の縦断調査,日本体育学会第68回大会,2017.9.10, 静岡大学(静岡県)

Hoshikawa, Y. and Chuman, K.

Cross-sectional and longitudinal analyses on development of sprinting in Japanese youth soccer players, 5th NSCA International Conference 2017.1.28,幕張メッセ(千葉県)

小崎翔,星川佳広,黒須雅弘,天野雅斗,中田有紀 ジュニアサッカー選手のスプリント加速区間のステップ長とピッチ-速い選手と遅い選手の年齢別の比較検討, 5th NSCA International Conference, 2017.1.28,幕張メッセ(千葉県)

星川佳広,黒須雅弘,中田有紀,天野雅斗 身長成長期にあるサッカー選手におけるスプリント加速区間のステップ長-スプリント能力別の横断的、縦断的年齢変化の検討,日本体育学会第67回大会, 2016.8.25,大阪体育大学(大阪府)

星川佳広,中田有紀,黒須雅弘,天野雅斗 ジュニアサッカー選手のスプリント加速期間における接地時間、ステップ長、ピッチの能力別特徴,第28回日本トレーニング科学会,2015.11.14 鹿屋体育大学(鹿児島県)

星川佳広,今野脩史,天野雅斗 大学サ

サッカー選手のスプリント加速期間における接地時間、ステップ長、ピッチの能力別特徴,第27回日本トレーニング科学会
2014.11.23、産業総合研究所(東京都)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

星川 佳広 (Hoshikawa Yoshihiro)

東海学園大学・スポーツ健康科学部・准教授

研究者番号: 60394095

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

黒須 雅弘 (Kurosu Masahiro)

東海学園大学・スポーツ健康科学部・講師

研究者番号: 60469054

中田 有紀 (Nakata Yuki)

日本保育サービス

研究者番号: 20728224

(4)研究協力者

天野 雅斗 (Amano Masato)

トライデントスポーツ医療看護専門学校

中馬 健太郎 (Chuman Kentaro)

株式会社ジュピロ