

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：82632

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16557

研究課題名(和文)球技選手の方向転換走における側方速度獲得メカニズムの解明

研究課題名(英文)The mechanics of change of direction maneuvers in ball-game athletes

研究代表者

山下 大地(Daichi, Yamashita)

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ科学部・研究員

研究者番号：00734815

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：球技などでは様々な状況での方向転換が頻繁に用いられる。本研究は方向転換の角度と助走速度の違いをどのように調節して方向転換が行われているかを明らかにすることを目的として研究を行った。我々は方向転換角度を変えた条件と、助走速度を変えた条件で実験を行った。その結果、方向転換の角度および速度の増大に対して、接地位置を調節し、より前方に、より側方に、またより身体重心を低くして接地することが明らかになった。そして下肢関節の伸展トルク発揮によって速度が保たれていることが明らかになった。これらの知見は方向転換走の基本となるものであり、指導やトレーニングに活かすことができるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでスポーツで用いられる方向転換動作は、必要とされる関節のトルク発揮に主に焦点が当てられていた。しかしながら本研究において、足を接地する位置および身体重心を低くするという姿勢調節が方向転換の角度と速度を調節するために重要であることが明らかになった。また姿勢だけでなく、下肢関節の伸展トルクが方向転換角度と速度と関連しており、伸展筋力やパワー発揮を高めることが重要であることも明らかになった。これらのことは、巧みな方向転換を行うための基礎的な知見であり、コーチングやトレーニングに役立つものである。

研究成果の概要(英文)：In ball-game sports, athletes often conduct change of direction maneuvers. This study aimed to identify how to control the center of mass (COM) speed and direction during change of direction. We conducted experiments of different directional angle conditions (constant directional angle) and different running speed conditions (constant running speed). As a result, we identified that the relative position between the COM and the foot at contact was controlled depending on the running speed and directional angle. For example the foot landed more forward, lateral, and the COM was lower with speed and directional angle. Also, the hip, knee, and ankle extension torques were increased by speed. These findings are fundamental to change of direction maneuvers and offer useful information for coaching and training.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：バイオメカニクス 方向転換 アジリティ キネマティクス キネティクス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

球技などの多くのスポーツにおいて、方向転換能力は勝敗を決定する要因であり、特に1対1の場面において攻撃者と防御者の側方速度の差が勝敗を左右する(Fujii, Yamashita, Yoshioka, Isaka, & Kouzaki, 2014)。そのため、選手の選抜やトレーニング効果の検証として様々な方向転換を含むアジリティテストが用いられている。しかし方向転換能力は多くの要因が関与しており、単純にテストのタイムで評価することは難しく、跳躍テストなどの相関関係により間接的に検討されてきた。したがって接地位置等の技術や下肢出力のためのトレーニングはコーチの経験や主観といった暗黙知によって指導されていることが多く、方向転換メカニズムを客観的な指標で、それぞれの要素を直接的かつ包括的に明らかにしていく必要がある。

2. 研究の目的

本研究ではまず、(1)最大努力での45度方向転換走を行う際の方向転換角度の獲得メカニズムについて、接地位置の観点から明らかにすることを目的とした。次に(2)異なる角度での接地位置および下肢関節の運動力学的特徴について検討し、最後に(3)異なる速度での接地位置および下肢関節の運動力学的特徴を明らかにすることを目的として実験を行った。

3. 研究の方法

(実験1)10名のアメリカンフットボール選手を対象に、最大努力での10ヤード(9.14 m)の助走の後に右45度への方向転換を行う方向転換走をそれぞれ4試行を行った。被験者に反射マーカートを貼付し、3次元動作解析システムおよびフォースプレートによって身体各部位の位置座標および方向転換足(左足)の足圧中心位置を取得した。方向転換足接地中の方向転換角度と、身体重心に対する足圧中心位置の水平距離(前方および側方)との関係を検討した。

(実験2)9名の球技経験のある男性を対象に、助走速度(4 m/s)での方向転換走を4つの角度条件(0度、15度、30度、45度)をそれぞれ4試行を行った。右足をフォースプレート上に接地して左に方向転換を行い、方向転換の前後は速度を維持するように教示した。助走速度は助走区間に光電管を設置することにより統制した。被験者に反射マーカートを貼付し、3次元動作解析システムおよびフォースプレートによって身体各部位の位置座標および地面反力を取得し、逆動力学法によって下肢関節の仕事を算出した。

(実験3)8名の健常男性を対象に、30度の方向転換走を3条件の助走速度(3 m/s、4 m/s、5 m/s)でそれぞれ4試行を行った。左足をフォースプレート上に接地して右に方向転換を行い、方向転換の前後は速度を一定に保つように教示した。助走区間に光電管を設置し、助走速度を統制した。被験者に反射マーカートを貼付し、3次元動作解析システムおよびフォースプレートによって身体各部位の位置座標および地面反力を取得し、逆動力学法によって下肢関節の仕事を算出した。逆動力学法により、股関節、膝関節、足関節のトルクおよびパワーを算出した。

4. 研究成果

(実験1)方向転換足接地時における接地位置の側方距離と、方向転換角度変化の間には相関関係がみられなかったが、接地位置の前方距離と方向転換角度変化の間には有意な相関関係がみられた(図1)。また、接地位置の前方距離と接地中の力積の側方成分との間にも有意な相関関係がみられた。一方で、接地位置の前方距離と疾走速度変化の間には相関関係がみられなかった。つまり、より前方に接地した選手は大きな力積の側方成分を獲得し、大きな方向転換角度を達成しており、それらは減速が原因ではなかった。

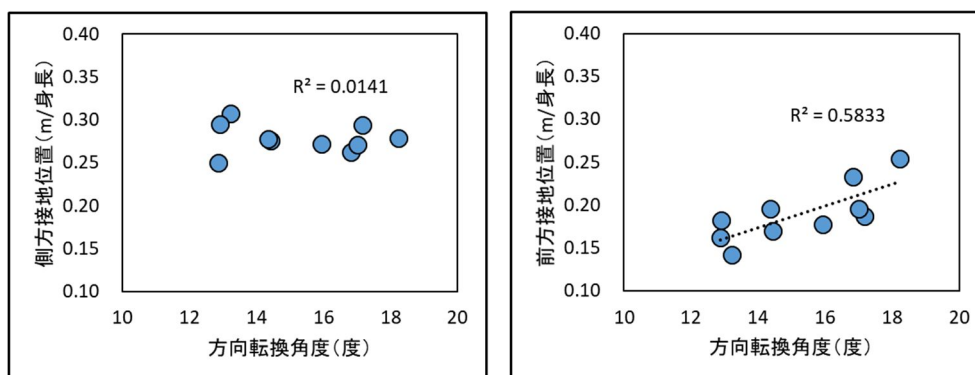


図 1 接地中の方向転換角度変化と接地時の身体重心に対する足圧中心位置の関係

(実験 2) 方向転換角度の増大に伴って力積のブレーキ成分(後方)と側方成分(左方向)が大きくなった。方向転換角度の増大に伴って身体重心に対してより側方に、前方に接地していた。また方向転換角度の増大に伴って身体重心が低い位置で接地するようになった。また方向転換角度の増大に伴って足関節伸展トルクによる正の仕事量が大きくなり、一方で膝関節伸展トルクによる負の仕事量が大きくなった。股関節伸展および外転による仕事量は方向転換角度との関連がみられなかった。

(実験 3) 助走速度の増大に伴って足が身体重心に対してより側方に、前方に接地していた。また身体重心が低い位置で接地するようになった。接地中における股関節、膝関節、足関節の伸展ピークトルクは、3 m/s と比較して 5 m/s で有意に増大した。また伸展屈曲軸の正の平均パワーも同様であった(図 2)。一方で股関節の外転ピークトルクおよび内転外転軸の正の平均パワーは 3 m/s と 5 m/s で違いがみられなかった。

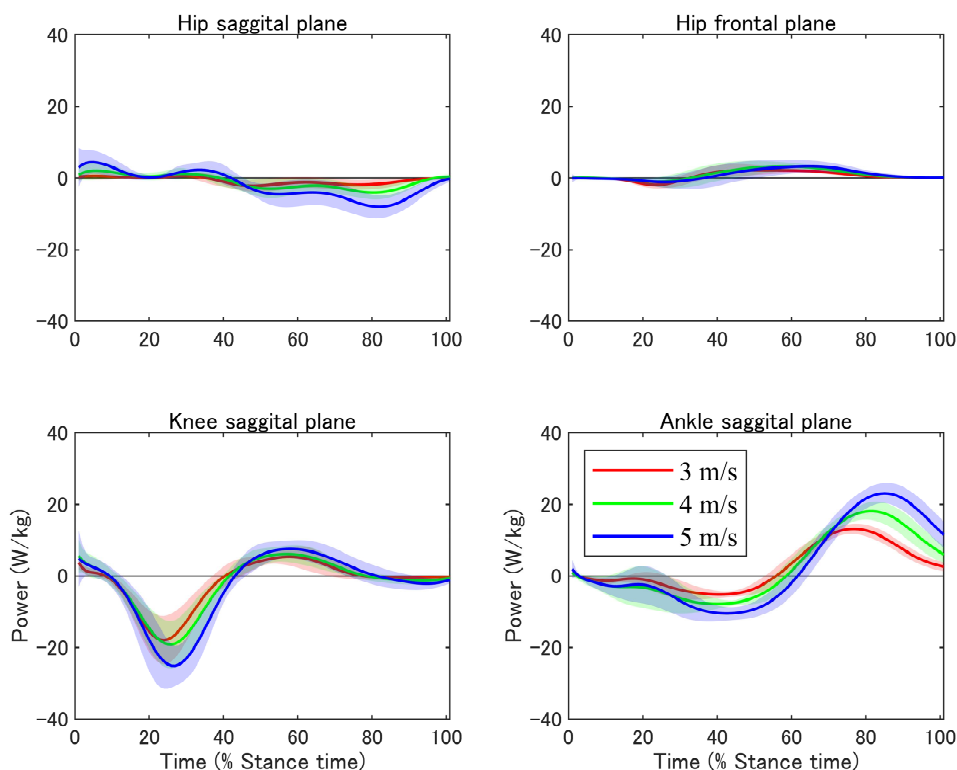


図 2 接地中の下肢関節のパワー

上記の結果をまとめると、方向転換走における速度や角度を大きくするためには、まず方向転換足をより前方に、より側方に接地することが重要である。また最大速度では、特により前方に接

地することが大きな方向転換角度を獲得できる要因となる。また、下肢関節は主に足関節のパワー吸収と生成により、また膝関節のパワー吸収により制御されており、股関節外転トルクおよびパワーは、速度や角度と関連がないことが明らかとなった。これらの結果は「足をどこに置くべきか」といったコーチングにおける視点や、下肢のどの筋力やパワーを高めるトレーニングをしたらよいかといったトレーニングにおける視点に新たな示唆を与えるものである。

<引用文献>

Fujii, K., Yamashita, D., Yoshioka, S., Isaka, T., & Kouzaki, M. (2014). Strategies for Defending a Dribbler: Categorisation of Three Defensive Patterns in 1-on-1 Basketball. *Sports Biomechanics*, 13(3), 204-214. doi:10.1080/14763141.2014.953983

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 藤井慶輔、山下大地	4. 巻 31
2. 論文標題 対人競技における学習された動きの評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 23-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamashita Daichi, Fujii Keisuke, Yoshioka Shinsuke, Isaka Tadao, Kouzaki Motoki	4. 巻 57
2. 論文標題 Asymmetric interlimb role-sharing in mechanical power during human sideways locomotion	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanics	6. 最初と最後の頁 79 ~ 86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi: 10.1016/j.jbiomech.2017.03.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山下大地、吉開正貴、芹澤隆介、奥野純平	4. 巻 25
2. 論文標題 ラグビートップリーグにおけるメンバー登録選手の体力特性：メンバーと非メンバーの比較	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Strength & Conditioning Journal Japan	6. 最初と最後の頁 20 ~ 25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamashita, Daichi; Asakura, Masaki; Ito, Yoshihiko; Yamada, Shinzo; Yamada, Yosuke	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Physical characteristics and performance of Japanese top-level American football players	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Strength and Conditioning Research	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1519/JSC.0000000000001714	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 山下大地、伊藤良彦、朝倉全紀、山田晋三
2. 発表標題 アメリカンフットボール大学日本代表選手の体力特性
3. 学会等名 第15回日本フットボール学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamashita Daichi、Ito Yoshihiko、Asakura Masaki、Yamada Shinzo
2. 発表標題 Physical characteristics of elite U-19 Japanese American football players. NSCA National Conference
3. 学会等名 NSCA National Conference
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamashita Daichi、Ito Yoshihiko、Asakura Masaki、Wajima Hiromi、Yamada Shinzo
2. 発表標題 Physical characteristics and performance of collegiate and under-19 Japanese top-level American football players
3. 学会等名 5th NSCA International Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamashita Daichi、Inaba Yuki、Asakura Masaki、Ito Yoshihiko
2. 発表標題 Relation between initial foot placement and change in center of mass direction during rapid change of direction maneuvers
3. 学会等名 10th International Conference on Strength Training (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----