

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：82632

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26882060

研究課題名(和文) 急激な方向転換を可能にする左右肢の制御メカニズムの解明

研究課題名(英文) Multi-step mechanism during change of direction task at maximal effort

研究代表者

山下 大地 (Yamashita, Daichi)

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・その他部局等・研究員

研究者番号：00734815

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：最大努力での直線走と45度方向転換走課題中における身体重心速度と角度を比較した。方向転換の際、新しい方向とは逆側の足が最も角度変化に貢献していたが、15度程度であり、その前後の足(新しい方向側の足)もそれぞれ10度と9度と、大きく貢献していることが明らかになった。また45度方向転換走における、方向転換足とその次の足の地面反力および身体重心に対する接地位置を比較した。方向転換足のほうがより外側に接地し、側方の地面反力を獲得しており、方向転換における各足の役割の違いが明らかとなった。これらの結果はさまざまな状況での方向転換時における各足の役割を考慮する上で有益な知見となる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we compared the center of mass horizontal velocity and direction during straight run to 45-degree change of direction over several steps at maximal effort. The biggest angle change occurred during an execution foot (a foot on the opposite side to the new direction) contact, but it was only 15 degrees. Steps before and after the execution foot (steps on the same side to the new direction) contributed to change direction to some extent (10 and 9 degrees, respectively). We also compared ground reaction forces and foot placements relative to the center of mass during the execution and the following feet contact during 45-degree change of direction task. Compared to the following foot, the execution foot landed more laterally and produced greater medial ground reaction impulse. Our results offer new insight into the multi-step strategy of change of direction.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：方向転換走 バイオメカニクス 動作分析

1. 研究開始当初の背景

サッカーやバスケットボールなどの対人競技において、方向転換は頻繁に行われる動作である(Bloomfield et al., 2007)。方向転換中に前十字靭帯の損傷など重大な非接触型外傷が発生することから、これまでは主に傷害予防に焦点をあてた研究が行われてきた。一方で素早く急激な方向転換を行う能力は、試合の勝敗を決定する大事な要素である。バスケットボールにおける一対一の状況を模した実験では、二者の側方速度の差が勝敗を左右することが明らかになっており(Fujii et al., 2014)。攻撃者は大きな側方速度を獲得することが重要である。

Vanrenterghem et al. (2012) は45度の方向転換課題をさまざまな助走速度で行い、方向転換足接地中の角度変化を定量化したところ、最大下速度(< 5 m/s)の助走条件でさえ十分に側方速度を獲得することができず、45度方向転換を達成できていないことを明らかにした。したがって、方向転換能力を理解するためには複数歩にわたる下肢の制御機構を明らかにしなければならない。

スポーツ場面でみられる方向転換は、最大努力での加速中に行われることが多い。そのような状況では、防御者との距離を広げるために、方向転換足の接地以降に大きな角度変化をすることが重要である。しかしながらこれまで最大努力での方向転換走において、各足の接地でどの程度角度変化が生じるのかを報告した研究はない。また Havens と Sigward (2014) は最大努力での直線走と方向転換を行い、方向転換走では方向転換足を大きく側方に接地することによって側方地面反力を獲得していたと報告している。つまり方向転換走において、側方に接地し側方の地面反力を得ることが重要だと考えられる。以上のことから、方向転換足とその次の足の接地位置および地面反力を比較することによって、各足の方向転換角度および角度変化に作用する各足の制御が明らかになると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、全力助走での方向転換走における 1) 複数歩による方向転換角度および速度変化パターンを明らかにすること、2) 方向転換足とその次の足の接地位置および地面反力の違いを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

被検者は大学および社会人アメリカンフットボール選手 10 名であった。15 分以上の十分なウォーミングアップの後、直線走 (RUN 課題) と方向転換走 (CUT 課題) を行った。RUN 課題は 15 ヤード (13.73m) の全力走を行う課題であり、CUT 課題は 10 ヤード (9.15m) の助走の後、右に 45 度方向

転換し 5 ヤード (4.575m) 走る課題であった (図 1)。どちらの課題も 10 ヤード地点に埋設されたフォースプレートを左足で踏むように指示した。「実際の試合のように、最大努力で助走し、10 ヤード地点でできる限り急激に方向転換をする」よう指示した。どちらの課題もランダムな順序で 4 試行ずつ行った。

方向転換足を EXE (Execution step)、その一步前の足を APP (Approach step)、一步後の足を FOL (Following step) と定義した (図 1)。全身 31 か所に反射マーカーを貼付し、3次元動作分析システム (250 Hz、Vicon 社製) によってマーカー座標から身体重心 (COM) 位置を算出し、4 枚のフォースプレート (1000 Hz、Kisler 社製) によって EXE および FOL の地面反力および足圧中心 (COP) 位置を取得した。

COM スピードおよび角度は水平面に投影したスピードおよび角度とした。COM スピードは速度ベクトルの大きさとし、COM 角度は助走方向と COM 速度ベクトルのなす角とした。各足の接地による COM スピードおよび角度の変化を定量化するため、それぞれの接地前後の跳躍期 (それぞれ before APP, before EXE, after EXE, after FOL とした) の COM スピードおよび角度を算出した。

時々刻々と変化する COM ベクトルに作用する接地位置および地面反力を定量化するため、Glaister et al. (2007) の方法に従って COM 位置を原点とする COM 速度ベクトルに沿ったローカル座標系を定義し、COM から COP までの側方距離 (速度ベクトルに垂直な成分とし、左側を正とする) を算出した。COP 側方距離は身長で正規化し、接地中の最大側方距離を比較した。また COM 速度ベクトルに垂直な地面反力成分は COM 角度に作用する。力積の側方成分を算出し、体重で正規化した。

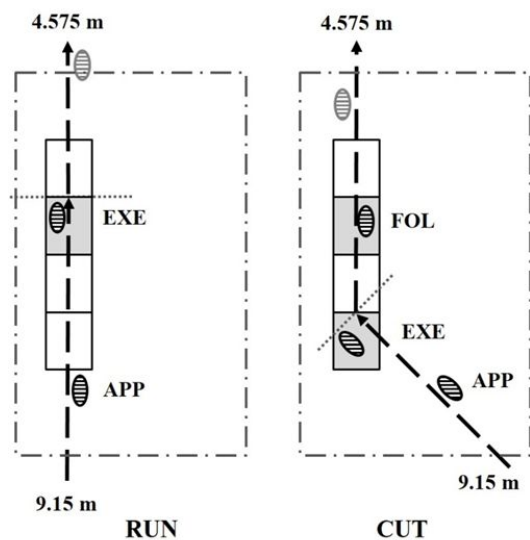


図 1 実験設定と各接地足の定義。

4. 研究成果

CUT 課題では APP 接地前において RUN 課題

より COM 角度が大きく、すでに方向転換が開始されていた(図2)。一方で FOL 接地後も COM 角度は 38.4 度までしか達しておらず、3 歩でも 45 度方向転換が完了していなかった。各足での角度変化は APP で 9.7 度、EXE で 15.3 度、FOL で 9.0 度であり、EXE 中に最も大きな方向転換をしていた。CUT 課題の EXE は RUN 課題の EXE、CUT 課題の FOL と比較してより最大側方距離が大きく(図3)、より大きな側方の力を発揮していた(図4)。

CUT 課題での COM スピードは、APP 接地前より RUN 課題より低値であった(図5)。RUN 課題では接地毎に加速していたが、CUT 課題では EXE で減速傾向であり、APP と FOL で加速していた。

本実験のように右側に方向転換する課題において、右足(APP、FOL)より左足(EXE)のほうがより左側に接地できるのは当然であり、左右肢の接地による角度変化の違いは側方距離の違いが大きく影響していることが示唆された。しかしながら先行研究と同様に方向転換足のみでは 45 度方向転換を達成できず、本実験課題ではわずか 1/3 程度しか貢献していなかった。また方向転換の前後の接地時に COM スピードが増加しており、角度変化は大きくないが、加速に貢献するという役割の違いが示唆された。これらの結果は、さまざまなスポーツ場面でみられる急激な方向転換走の制御メカニズムを明らかにするためには従来注目されてきた方向転換足のみではなく、その次の足の作用にも着目する必要があることを示すものである。

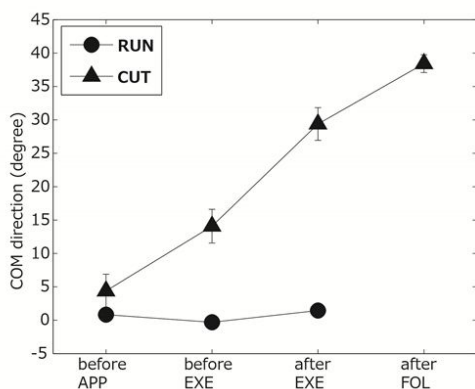


図2 直線走(RUN)と方向転換走(CUT)における各足接地前後のCOM角度。

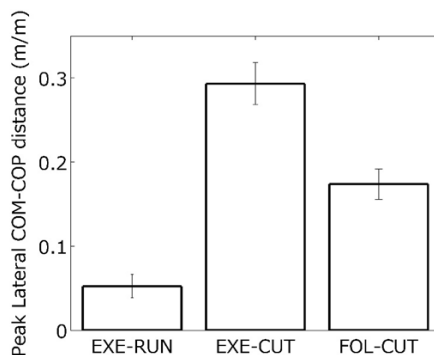


図3 直線走(RUN)と方向転換走(CUT)におけるEXE、FOLのCOPの最大側方距離。

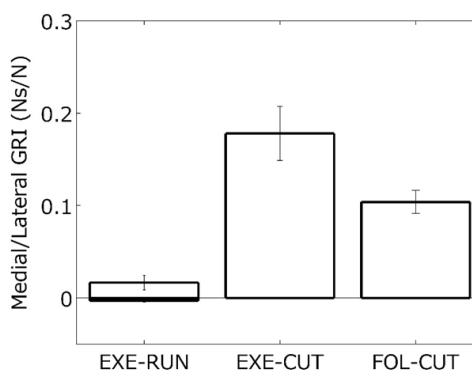


図4 直線走(RUN)と方向転換走(CUT)におけるEXE、FOLの力積側方成分。

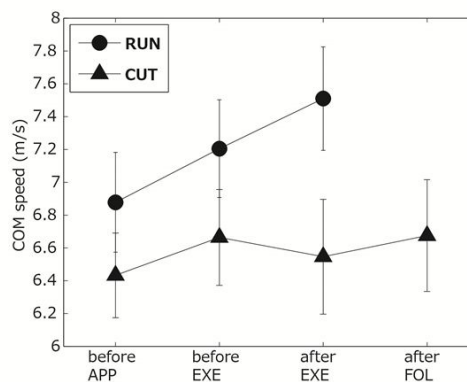


図5 直線走(RUN)と方向転換走(CUT)における各足接地前後のCOMスピード。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

山下大地、朝倉全紀、伊藤良彦、山田晋三、アメリカンフットボールにおけるスカウティングコンバインの競技レベル間比較

日本代表候補選手とNFL コンバイン招待選手との比較 -、NSCA ジャパン S&C カンファレンス、2015年12月5-6日、東京都

Yamashita D、Inaba Y、Asakura M、Ito Y、Whole body center of mass velocity and direction during change of direction task at maximum speed、The 25th Congress of the International Society of Biomechanics、2015年7月15日、イギリス・グラスゴー

山下大地、稲葉優希、朝倉全紀、伊藤良彦、最大努力での方向転換走における身体重心の速度および角度変化、NSCA ジャパン S&C カンファレンス、2014年12月6日、東京都

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下 大地 (YAMASHITA Daichi)
国立スポーツ科学センター・スポーツ科学部・契約研究員
研究者番号：00734815