

カッティング動作における慢性足関節不安定症例の下肢運動特性 -足関節弛緩性，足関節内旋を含めた検討-

スポーツ医科学研究領域
5013A011-6 板花 俊希

研究指導教員：福林 徹 教授

【諸言】

足関節内反捻挫は最も一般的なスポーツ傷害の1つであり，高い再発率が特徴として挙げられる．足関節内反捻挫受傷後には慢性足関節不安定症（CAI）を呈し，*giving way* や足関節内反捻挫の再発を繰り返す状態に陥ることがある．近年の足関節内反捻挫受傷シーンを解析した研究により足関節内反捻挫は急激な足関節内反及び内旋により生じることが示唆されている．しかしながら，CAIのスポーツ動作における足関節内旋動態は未だ明らかになっていない．また，近年の研究により機能的不安定症（FI）だけでなく構造的不安定症（MI）もCAIの下肢関節キネマティクスに影響を及ぼすことが示唆されているが，足関節弛緩性の程度が下肢関節キネマティクスに及ぼす影響は不明である．本研究の目的は足関節捻挫が頻発するサイドカッティングにて，①FI症例の下肢関節キネマティクスを，足関節内旋を含めて検討すること（研究1），②FI症例における定量測定による足関節弛緩性と下肢関節キネマティクスの関連性を明らかとすること（研究2）とした．

【研究1】

慢性足関節不安定症例におけるカッティング時

下肢運動特性－足関節内旋を含めた検討－

方法：被験者：FI群8名（男性4名女性4名， 21.13 ± 2.03 歳， 167.00 ± 7.10 cm， 58.00 ± 6.96 kg），健常群8名（男性4名女性4名， 20.50 ± 1.73 歳， 165.00 ± 9.74 cm， 57.00 ± 8.97 kg）とした．装置：三次元動作解析システムを用い，赤外線カメラ8台，床反力計1枚を使用した．反射マーカーは先行研究に基づき全身に41個貼付し

た．動作課題：180度方向のサイドカッティングとした．被験者には①床反力計から40cm離れた位置で膝45度屈曲位の姿勢を取り，②1歩のサイドステップを行い床反力計上に接地し，③180度方向に方向転換をして走り抜けさせた．裸足にて実施し，3回の成功試技となるまで実施した．データ解析：床反力垂直成分が10Nを超えた時間を初期接地（IC）として，IC前100msからIC後100msの足関節，膝関節，股関節角度をそれぞれ3軸で算出した．足関節は底屈，内反，内旋，膝・股関節は屈曲，外転，内旋を正の値とした．統計解析：IC前100msからIC後100msの下肢関節角度について対応のないt検定を用いて群間比較を行った．有意水準は5%未満とした．**結果**：足関節に関してはIC前32ms～IC後4msにおいて内反角度がFI群で有意に小さく，IC前52ms～IC後48msにおいて内旋角度がFI群で有意に小さかった（ $p < 0.05$ ）．膝関節に関してはIC前100ms～68ms及びIC後40ms～80msにおいて屈曲角度がFI群で有意に小さく，IC前20ms～IC後36ms及びIC後52ms～76msにおいて内旋角度がFI群で有意に小さかった（ $p < 0.05$ ）．股関節に関してはIC前72ms～IC後4msにおいて外転角度がFI群で有意に小さかった（ $p < 0.05$ ）．その他には2群間で有意な差が認められなかった．

考察：180度方向のサイドカッティングにおいてFI症例は足関節内旋を含めすべての下肢関節キネマティクスが変化していることが明らかとなり，足関節内反ストレスを避ける保護戦略をとっている可能性が示唆された．しかしながらIC後

の膝屈曲角度の低下は動的バランスの要因となり、giving way や足関節内反捻挫再受傷のリスク因子となる可能性がある。

【研究 2】慢性足関節不安定症例における 定量測定による足関節弛緩性とカッピング時 下肢関節キネマティクスの関連性

方法：被験者：男性 13 名（ 21.77 ± 1.85 歳， 174.00 ± 7.40 cm， 64.90 ± 8.01 kg）の FI を呈する 17 脚を測定対象とした。足関節弛緩性の定量測定：Ankle Arthrometer を用い一定負荷を加えた際の前後偏位量（mm）及び内外反偏位量（°）を測定した。装置及び動作課題：研究 1 に順ずる。データ解析：床反力垂直成分が 10N を超えた時間を IC として IC 時の足関節，膝関節，股関節角度をそれぞれ 3 軸で算出した。足関節は底屈，内反，内旋，膝・股関節は屈曲，外転，内旋を正の値とした。統計解析：定量測定による足関節弛緩性と Cumberland ankle instability tool

（CAIT）スコア及び IC 時下肢関節角度の関連性をピアソンの積率相関係数を用いて検討した。また，前後偏位量と内外反偏位量の数値が平均値を上回る脚は MI を有する FI 群（FI+MI），下回る脚は MI の無い FI 群（pure FI）として，CAIT スコア，IC 時下肢関節角度について対応のない t 検定を用いて群間比較を行った。いずれも有意水準は 5%未満とした。

結果：足関節弛緩性と CAIT スコアに有意な相関は認められなかった。足関節弛緩性と IC 時下肢関節角度の相関係数を右表に示す。前後偏位量に関しては足関節底屈角度と有意な負の相関，膝屈曲角度，股関節屈曲・内旋角度と有意な正の相関が認められた（ $p < 0.05$ ）。内外反偏位量に関しては足関節内反角度，膝関節屈曲角度と有意な正の相関が認められた（ $p < 0.05$ ）。その他には有意な相関関係は認められなかった。また，群間比較では FI+MI で pure FI に比較して足関節底屈角度が有意に小さく，足関節内反角度，膝・股関節屈曲角度が有意に大きかった（ $p < 0.05$ ）。その他に

は有意差は認められなかったが，股関節内旋角度は FI+MI で pure FI に比較し大きい傾向が見られた（ $p < 0.10$ ）。

考察：180 度方向のサイドカッピングにおいて FI 症例は下肢関節キネマティクスが足関節弛緩性の程度に影響を受け，MI を有する FI 症例と MI の無い FI 症例では giving way や足関節内反捻挫再受傷リスクの因子が異なる可能性が示唆された。

【総合考察】

180 度方向サイドカッピングにおける足・膝関節内旋，股関節外転角度の低下は FI 症例の運動特性であり，足関節底屈・内反，膝関節屈曲，股関節屈曲・内旋角度は足関節弛緩性の程度により変化する関節運動であることが示唆された。FI 症例における giving way や足関節内反捻挫のリスク因子は足関節弛緩性によって異なる可能性があり，MI の無い FI 症例に関しては足関節底屈位での接地や接地後の下肢伸展・外旋傾向がリスク因子となると考えられる。MI を有する FI 症例では足関節内反位での接地が足関節内反捻挫の直接的なリスク因子となりうると考えられる。また，FI 症例は MI の有無によりリスク肢位は異なるが，前十字靭帯損傷などの上位関節傷害リスクも高めている可能性が示唆された。

足関節弛緩性と IC 時下肢関節角度の相関係数

| | 前後偏位量(mm) | | 内外反偏位量(°) | |
|-------|-----------|--------|-----------|-------|
| | 相関係数 | p値 | 相関係数 | p値 |
| 足関節底屈 | *-0.488 | 0.047 | -0.474 | 0.055 |
| | 0.455 | 0.066 | *0.606 | 0.010 |
| | 0.035 | 0.893 | 0.088 | 0.737 |
| 膝関節屈曲 | **0.673 | 0.003 | *0.606 | 0.010 |
| | 0.242 | 0.350 | 0.050 | 0.850 |
| | 0.361 | 0.154 | 0.296 | 0.249 |
| 股関節屈曲 | **0.806 | <0.001 | 0.449 | 0.071 |
| | -0.029 | 0.911 | 0.006 | 0.981 |
| | *0.599 | 0.011 | 0.300 | 0.242 |

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$