

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K19323

研究課題名（和文）膝前十字靭帯再建術後の反対側における衝撃吸収パターンの解明

研究課題名（英文）Shock absorption patterns on the contralateral side after anterior cruciate ligament reconstruction

研究代表者

菊元 孝則（Kikumoto, Takanori）

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：10780653

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：成長期における女性の膝前十字靭帯（ACL）損傷は、ACL再建術後における反対側の損傷率が高い問題を抱えている。その要因として、筋力に着目した競技への復帰基準が一般的であり、運動学的な基準が確立されていないことが考えられる。本研究は、膝前十字靭帯再建術後の反対側における片脚着地時の衝撃吸収パターンを検証することを目的とした。再建術側では、股関節衝撃吸収量が反対側に比して有意に高値（ $p=0.02$ ）を示し、反対側では、足関節衝撃吸収量が再建術側に比して有意に高値（ $p=0.01$ ）を示した。ACL再建術後の下肢関節の衝撃吸収パターンは異なり、再損傷の危険因子は異なる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、膝前十字靭帯（ACL）損傷の好発動作である片脚着地において、下肢関節の衝撃吸収パターンは再建術側と反対側で異なる可能性が示唆された。現在の一般的な競技復帰基準は下肢筋力による指標であるが、現状、ACLの再損傷率の低下には至っていない。片脚着地時の下肢関節衝撃吸収パターンに着目した危険因子が明らかになることにより、今まで見落とされていた運動学的な危険因子を有する選手をあぶり出すことが可能となると考える。ACL再損傷率はもちろん、初発損傷の低下にも期待することができ、新たな復帰基準や予防法の解明の一助になると期待される。

研究成果の概要（英文）：Anterior cruciate ligament (ACL) injuries in women are associated with a high rate of contralateral ACL injuries after ACL reconstruction surgery. This may be due to the lack of established kinematic criteria for return to sports, which are generally based on muscular strength. The purpose of this study was to examine the shock absorption pattern during single-legged landing on the contralateral side after ACL reconstruction. The hip joint shock absorption strategy was significantly higher ( $p=0.03$ ) on the reconstructive side than on the contralateral side, and the ankle joint shock absorption strategy was significantly higher ( $p=0.02$ ) on the contralateral side than on the reconstructive side, suggesting that lower extremity joints have different shock absorption strategy patterns after ACL reconstruction surgery and may have different risk factors for re-injury.

研究分野：スポーツ理学療法

キーワード：膝前十字靭帯損傷 反対側 衝撃吸収パターン

## 1.研究開始当初の背景

膝前十字靭帯(ACL)損傷は、近年、「成長期」にあたる小児期から思春期のジュニア選手における発生数増加の報告が認められる。本邦中高生の ACL 損傷率についても 2005 年以降の 10 年間で増加傾向にあり、特に女子アスリートではバスケットボール競技中での発生件数が多く、年間平均で約 1~3 万件の ACL 損傷後の再建術が行われている(笹木.2018)。競技復帰まで長期間を要する症例が一般的であり、競技力向上の妨げになっている。加えて、ACL 再建術後における「再建術側」の再損傷は 6.8%(Hui C.2011)程度であるにも関わらず、「反対側」の損傷率は 26%と高値を示している (Leys.2012)ことが問題視されている。

「反対側」ACL 損傷の受傷機転は約 73%が非接触型損傷であり(Boden.2009)、損傷時に発生する唯一の外力である床反力成分、その中でも関節衝撃吸収量が最大値となる垂直床反力成分(VGRF)のピーク値が危険因子のひとつと考えられている(Shultz.2010)。ACL に歪みを発生させる膝関節前方剪断力と VGRF ピーク値との間に正の相関関係も認められており(Hewett.2017)、この外力をいかにして下肢関節で衝撃吸収をすることが、ACL 損傷予防に繋がると考えられている(Decker.2013)。またバスケットボールなどの片脚着地動作を必要とするスポーツでは、競技復帰後の「反対側」損傷率が、片脚着地を必要としない競技に比べ 4.3 倍も高いことから(Heg.2016)、片脚着地動作に関する運動学的研究、および損傷反対側に着目した研究の重要性が浮き彫りとなるが、そのようなデータは世界的にも乏しい。

現在、ACL 再建術後の競技復帰基準として、膝関節伸展筋力ピークトルク値の健患比(Harris.2014)が一般的に用いられており、競技復帰に関する学術論文は 82%が膝関節伸展筋力に着目している(Undheim.2015)。一方で、反対側を再損傷してしまう症例が後を絶たず、競技復帰基準の再考が急務である。この現状から、『女子成長期の片脚 ACL 再建術既往者で、片脚着地時の衝撃吸収パターンの解明とその変調を明らかにする』ことで、損傷因子である VGRF ピーク値を規定する要因と成り得るか否かの検証を行い、復帰基準再考の一助とする。

## 2.研究の目的

成長期の女子バスケットボール選手を対象にし、片脚着地時における、下肢関節の衝撃吸収パターンの分類を行い、ACL 再建術後の「反対側」における衝撃吸収パターンの解明とその変調を明らかにすることを目的とした。

## 3.研究の方法

ACL 再建術を施行した選手の競技復帰後における、片脚着地時における「再建術側」と「反対側」の衝撃吸収パターンの違いの解明と、その変調を検証した。対象は、初回の片脚 ACL 再建術後 1 年以上が経過し、既に日本バスケットボール協会主催の公式戦に競技復帰している 14~16 歳の女子バスケットボール選手 10 名とした。多用途筋機能評価運動装置(Biodex System4)による膝関節伸展筋力の計測により、一般的に用いられている基準値である健患比 85%より低値を示した選手は除外した。再損傷リスクの少ないと考えられる「再建術側」から測定を行い、測定時のリスクを最小限にした。対象には着用シューズの特性を

排除するため、全対象者に同一シューズ（申請備品）、また高密着タイツ（申請備品）を着用させた。課題試技は、文部科学省が推奨する新体力テストの立ち幅跳びによる片脚着地とした。両脚での跳躍を開始し、床反力計上に片脚による着地を左右脚各々20回の計測を実施した。14.0mm 径の反射マーカを全身の38点に貼付し、3次元動作解析装置（周波数250Hz）、フォースプレート（周波数1000Hz）を使用した。解析区間は、初期接地から40msec以内とし、解析項目は下肢関節内のモーメント（Nm/kg）、関節角速度（deg/s）、関節パワー（W/kg）、衝撃吸収量（W/kg/s）とした。下肢関節内のモーメントに、関節角速度を乗じたものを関節パワー、それを時間で積分したものを衝撃吸収量として算出した。各関節の衝撃吸収量が、片脚着地時の衝撃吸収にどの程度寄与しているか、重回帰分析により寄与率を導き出した。

#### 4.研究成果

片脚着地時において、ACL 再建術側では股関節衝撃吸収量が反対側に比して有意に高値（ $p=0.02$ ）を示し、反対側では足関節衝撃吸収量が再建術側に比して有意に高値（ $p=0.01$ ）を示した。

ACL 再建術後の下肢関節の衝撃吸収パターンは反対側とは異なり、再損傷の危険因子は異なる可能性が示唆された。ACL 再建術後の競技復帰基準は、衝撃吸収量を構成する関節モーメント、関節角速度、関節パワーなどの運動学的な評価基準も設ける必要があると考えられる。加えて、ACL 損傷予防に向け、股関節衝撃吸収量が高値となる着地動作の習得が必要である可能性が高い。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 菊元孝則, 久保雅義, 大森 豪
2. 発表標題 慢性足関節不安定症が片脚着地動作時の膝関節に与える影響
3. 学会等名 第31回 日本臨床スポーツ医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊元孝則, 小林真里奈, 江玉睦明, 伊藤 涉, 稲葉洋美, 熊崎 昌, 三瀬貴生, 横田裕丈, 平林怜, 関根千恵, 松浦由生子, 久保雅義, 大森 豪
2. 発表標題 バスケットボール選手の足関節靭帯再損傷と荷重位での足関節可動域との関連性
3. 学会等名 第32回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菊元孝則, 水谷準, 松田孝史, 八子元気, 岡田洋和, 宮坂 大, 近 良明
2. 発表標題 バスケットボール選手に対する大規模アンケートによる足関節捻挫の実態調査
3. 学会等名 第34回日本臨床整形外科学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菊元孝則, 水谷 準, 信田純一, 上松大輔
2. 発表標題 バスケットボール選手における慢性足関節不安定症の病態分類
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菊元孝則
2. 発表標題 Functional Movement Screenと障害発生との関連性についての検証
3. 学会等名 日本バスケットボール学会 第8回学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菊元孝則, 伊藤篤史, 小林真里奈, 若月弘久
2. 発表標題 大学生バスケットボール選手における functional movement screen と障害発生 との関連性についての検証
3. 学会等名 第21回新潟医療福祉学会 学術集会
4. 発表年 2021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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関