

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500585

研究課題名(和文) 膝前十字靭帯損傷のハイリスク選手に対する90度側方カッティング動作の分析

研究課題名(英文) ANALYSIS OF RECTANGULAR SIDESTEP CUTTING WITH HIGH RISK ATHLETES FOR ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY

研究代表者

浦邊 幸夫 (URABE, YUKIO)

広島大学・医歯薬保健学研究院(保)・教授

研究者番号：40160337

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：膝前十字靭帯損傷予防のためには、ハイリスク選手を見つけ出し、予防プログラムを実施することが効率がよい。本研究ではバイクテストによってハイリスク選手を抽出した。バイクテストで toe-out & knee-in のアライメントをとる選手をハイリスクとした。サイドステップカッティング動作の三次元動作分析により、ハイリスク選手は右方向の移動で左膝関節の最大外反が大きいことが示された。ハイリスク選手に膝前十字靭帯損傷予防プログラムを実施し、膝関節の最大外反角度が減少するか確認することが今後の課題である。

研究成果の概要(英文)：anterior cruciate ligament injury is one of major problem with athletes. The selection for high risk athletes with anterior cruciate ligament injury is very important. The anterior cruciate ligament injury prevention program can activate for the high risk athletes compare with non-risk athletes. The high risk athletes were selected by bicycle test. The high risk athlete was decided the knee-in and toe out with bike test. The high risk group increase maximum knee joint valgus angle at the analysis of 3 dementional side step cutting maneuver with right rectangular direction. If the high risk group attend the anterior cruciate ligament injury prevention program, it may show the decrease of maximum knee joint valgus angle.

研究分野：スポーツ理学療法学

キーワード：膝前十字靭帯損傷 スポーツ外傷予防 ハイリスク選手 バイクテスト 膝関節運動学 左右差

## 1. 研究開始当初の背景

「膝前十字靭帯損傷のハイリスク選手に対する90度側方カッピング動作の分析」

膝前十字靭帯 (anterior cruciate ligament; ACL) 損傷の予防は急務である。ジャンプ着地動作、ランニングからのストップ動作、方向転換のカッピング動作で ACL 損傷が発生しやすい。筆者らはジャンプ着地動作の分析で得た成果を、サイドステップカッピングの分析に応用しようと考えた。サイドステップカッピング動作は、ランニングからのストップ動作がまず行われる。サイドステップ動作は、前半が着地動作とストップ動作、後半が側方への方向変換動作で構成される。

ACL 損傷は左膝の発生率が高く、右方向と左方向のサイドステップカッピングで膝関節の運動学が異なることが予測されたため、その視点での比較も行った。

また、ハイリスク選手として新たに「バイクテスト」を考案し、その結果とサイドステップカッピング動作の関係を調査した。ハイリスク者はスポーツ活動時に「過度な膝関節外反」をおこし、これは「Knee-in & Toe-out」として知られている。ACL 損傷予防プログラムでは、「適正なアライメントを保ち、マルアライメントを避ける」指導を行う。しかしながら、ランニング、ストップ、ジャンプ着地などのスポーツ動作でおこる「Knee-in & Toe-out」を客観的に示す指標は少なく、指導者側の評価もあいまいになりがちである。

## 2. 研究の目的

ACL 傷の発生の危険が高いジャンプ着地動作から、ACL 損傷のハイリスク選手を選出する。本研究の目的は、ハイリスク選手とそうでない対照選手に対して、ACL 損傷の発生の危険がさらに高いカッピング動作を実施・分析することで、両者の違いを明らかにすることである。カッピング動作の分析は十分に進んでおらず、ハイリスク選手と対照選手の動作の違いを示すことの意義は大きい。ハイリスク選手の特徴を客観的に示すことで、今後の ACL 損傷予防プログラムを効果的に推進することができるようになる。ハイリスク選手の抽出には、今回は固定自転車による「バイクテスト」を考案し実施した。バイクテストで検出されたハイリスク選手が実際のスポーツ動作でどのような所作を示すのかを確認した。

## 3. 研究の方法

対象は膝 ACL 損傷の既往のない、高校ならびに大学女子学生 42 名 84 下肢である。平均年齢 18.5 歳、身長 163.3cm、体重 56.1kg、BMI 21.0kg/m<sup>2</sup> だった。

バイクテストとして固定自転車でのペダリング動作をビデオ撮影し、歩行およびランニングと比較した。

バイクテストには固定自転車 (エアロバイク 75XL3) でのペダリング動作、ならびにランニングとストップ動作を、下肢とシューズにマーカーを貼付しビデオ撮影をした。バイクテストでは、トゥクリップは使用せず、サドルの高さはサドル上端中央部からペダルの下死点までの距離を各対象の転子果長に一致させた。1) 指示なし、2) 足尖を前方に向け、両足部を平行にする、3) 両膝蓋骨を前方に向ける、という3種類のバイクテストを実施した。

バイクテストおよびランニングのサポートフェーズ、ストップ動作についてビデオ画像から、フリーソフト (Image J.1.46r) を使用し足尖の外転角を測定した。足尖の内転を (-)、前方を向く者を (N)、5° までの外転を (+)、5° 以上外転を (++) とした。膝蓋骨については内側に向くほど膝関節外反が大きいと考え、外側を向く者を (-)、前方を向く者を (N)、内側を向く者を (+)、著明に内側を向く者を (++) として記録した。

カッピング動作の分析は、実験室内で前方への助走から停止し (停止期)、右か左に 90° 側方移動する (側方移動期)。その際に、床反力計、3次元動作解析システム、筋電図を測定する。分析項目は 1) 停止期と側方移動期の膝関節外反角度、2) 停止期の膝関節最大屈曲角度、3) 停止期と側方移動期の下肢筋活動である。これを、ハイリスク群、コントロール群で比較する。そして、各群について着地動作とカッピング動作で、1) 膝関節最大外反角度、2) 膝関節屈曲角度に相関があるかを検定した。

統計学的分析として、バイクテストとランニングならびにストップ動作の各条件間でカイ二乗検定を行った。足尖の外転角の平均値の差の検定には対応のある t 検定を使用した。危険率 5% 未満を統計学的有意とした。

## 4. 研究成果

バイクテストの 1) 指示なしの状態でのペダリング動作を行わせた場合、足尖のマーカーの外転角は (平均 ± SD) 4.5 ± 2.9° だった。(+) が 35 膝、(++) が 22 膝、(N) が 25

膝だった。膝蓋骨のマーカ-は、(+)が 60 膝、(++)が 9 膝だった。足尖と膝蓋骨の両方が(+)か(++)となる組み合わせは 35 下肢に認められた。2)で足部を平行にすると膝蓋骨の(+), (++)が増加し、3)で膝蓋骨を前方に向けると足尖の(+), (++)が増加した。

ランニングでは足尖のマーカ-の外転角は  $6.5 \pm 3.7^\circ$  になり、1)と比較し有意に増加した ( $p < 0.05$ )。ランニングで足尖と膝蓋骨が(+)か(++)となる組み合わせは 32 下肢に認められ、バイクテストの結果と高い一致度を示した。このことから、対象 42 名のうち、問題がない対照群 26 名と、ハイリスク群と 16 名を選出した。ストップ動作では足尖のマーカ-の外転角は  $2.9 \pm 2.7^\circ$  になり、1)と比較し有意に増加した ( $p < 0.05$ ) だった。膝蓋骨の(+), (++)が増加し、バイクテストの 2)と類似した結果になった。

なお、ペダルの踏力、サドル高、ペダリング速度を変化させてもバイクテストの結果はほとんど影響を受けなかった。

サイドステップカッティングの 1 周期は 300msec 以下で、ストップ期と側方移動期はほぼ同程度の時間を要していた。ストップ期に 1 度、側方移動期に 1 度、計 2 回の膝関節外反のピークがあった。対象によっては、この 2 回の外反のピークが 1 回になるような症例もあった。

左右のサイドステップカッティングについて膝関節屈曲角度の変化、膝関節外反角度変化を対照群 26 名とハイリスク群 16 名で比較した。本研究の対象は、ボールを蹴る下肢が右である者が 42 名中 40 名だった。右方向にサイドステップカッティングを行いやすい選手が 42 名中 30 名だった。1 周期について左右を比較するとストップ期は右膝関節が周期の 52%、左膝関節が 49% だった。側方移動期は右膝関節が周期の 48%、左膝関節が 52% だった。左右について有意差はなかった。群間でも差はなかった。全体の最大膝関節屈曲角度は全体で右膝関節が  $57.1 \pm 7.1^\circ$ 、左膝関節が  $54.3 \pm 7.0^\circ$  となり、左膝関節が  $2.8^\circ$  屈曲角度が小さかったが、左右について有意差はなかった。群間でも差がなかった。最大膝関節外反角度は右膝関節が  $4.8 \pm 2.7^\circ$ 、左膝関節が  $7.2 \pm 3.6^\circ$  となり、左膝が  $2.4^\circ$  大きな外反角度を示したが、左右については有意差がなかった。ハイリスク群で有意に左膝の外反角度が大きくなった ( $p < 0.05$ )。1 度目の膝関節外反のピークは 1 周期の約 20%

で認められた。2 度目の膝関節外反のピークは左右とも平均約  $2.0^\circ$  の外反を示した。本研究の結論として、バイクテストにより ACL 損傷のハイリスク群の抽出が客観的に可能になることと、サイドステップカッティングでハイリスク群の左膝関節の最大外反角度が大きくなることが示された。これが、女子バスケットボールの左膝 ACL 損傷の発生率と関係することが予測された。サイドステップカッティング動作の左右差を確認した研究は他にはなく、今後 ACL 損傷予防に寄与できると考える。

プログラムの介入を実施することで、ハイリスク群バイクテストならびにサイドステップカッティングの運動学に変化があるかを検証する必要がある。

## 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 8 件)

1. 浦辺幸夫, 事柴壮武, 岩田 昌, 笹代純平, 前田慶明, 左右方向のサイドステップカッティング動作時の膝関節運動の差異. JOSKAS (査読あり) 2015, 40(1): 112-113
2. 加藤茂幸, 浦辺幸夫, 非予測の片脚着地動作における筋活動様式の性差 -筋電位ピーク到達時間に関する考察-. J Athletic Rehabilitation (査読あり) 10(1), 2013, 17-28
3. 浦辺幸夫, 女子バスケットボール選手のスポーツ復帰 -再発予防そして損傷予防へ-. 理学療法学 (査読あり) 40(8), 2013, 618-623
4. 浦辺幸夫, 越智光夫, 前田慶明, ランニングシューズとバスケットシューズの違いによるカッティング動作への影響. J Athletic Rehabilitation (査読あり) 10(1), 2013, 9-16
5. 大岡恒雄, 金澤 浩, 白川泰山, 浦辺幸夫, 前田慶明, 藤井絵里, 大学女子バスケットボール選手の functional movement screen のスコアと体力の関係. J Athletic Rehabilitation (査読あり) 10(1), 2013, 3-8
6. Xin Die, Urabe Yukio, Ochiai Jyo, Kobayashi Rie, Maeda Noriaki, Sidestep cutting maneuvers in female basketball players -Stop phase poses greater risk for anterior cruciate ligament injury-. Knee (査読あり) (20)2, 2012, 85-89
7. 小林恵理, 落合 錠, 浦辺 幸夫, 女子バスケットボール選手のカッティングにおける筋電図学的研究. 体力科学 (査読あり) 61 (4), 2012, 443-446
8. 藤井絵里, 浦辺幸夫, 前田慶明, 篠原

博, 笹代純平, 両脚着地動作における足部接地方法の相違が床反力および膝関節運動に与える影響. 運動・物理療法 (査読あり), 2012, 23(3), 265-270

〔学会発表〕(計 16 件)

1. Takahiko Yamamoto, Yukio Urabe, Noriaki Maeda, Effect of dynamic neuromuscular training on muscle activity in single-leg landing. 17<sup>th</sup> WCPT congress, 1-4 May 2015, Singapore
2. Yukio Urebe, Noriaki Maeda, Does laterality exist during side step cutting? 17<sup>th</sup> WCPT congress, 1-4 May 2015, Singapore
3. 岩田 昌, 浦辺幸夫, 前田慶明, 笹代純平, 藤井絵里, 森山信彰, 山本圭彦, 河原大陸, 佐々木英文, 吉村香映, 予測しない状況下での 90° サイドステップカutting動作が膝関節運動の左右差に与える影響. スポーツ選手のためのリハビリテーション研究会第 32 回研修会, 16 Nov 2014, 広島大学広仁会館, 広島県広島市
4. 浦辺幸夫, 前田慶明, 岩田 昌, 笹代純平, 森山信彰, サイドステップカutting動作のリスク要因の分析. 第 25 回日本臨床スポーツ医学会学術集会, 8-9 Nov 2014. 国立スポーツ科学センター, 東京都
5. 山本圭彦, 浦辺幸夫, 前田慶明, 岩田 昌, 動作指導による片脚スクワットの筋活動の変化. 第 11 回広島保健学学会学術集会, 11 Oct 2014, 広島大学広仁会館, 広島県広島市
6. 浦辺幸夫, 岩田 昌, 前田慶明, 藤井絵里, 吉村香映, 膝前十字靭帯損傷予防のためのサイドステップカutting動作の分析. 第 69 回日本体力医学会大会, 19-21 Sep 2014, 長崎大学文教キャンパス, 長崎県長崎市
7. 岩田 昌, 浦辺幸夫, 前田慶明, 篠原博, 笹代純平, 山本圭彦, 予測および非予測でのサイドステップカuttingの違い. 6<sup>th</sup> JOSKAS, 24-27, Jul 2014, 広島国際会議場, 広島県広島市
8. 浦辺幸夫, 岩田 昌, 笹代純平, 前田慶明, 山本圭彦, 左右方向のサイドステップ動作時の膝関節運動の差異. 6<sup>th</sup> JOSKAS, 24-26 Jul 2014, 広島国際会議場, 広島県広島市
9. 山本圭彦, 浦辺幸夫, 前田慶明, 篠原博, 下肢アライメントと片脚スクワット時の筋活動. 6<sup>th</sup> JOSKAS, 24-26 Jul 2014, 広島国際会議場, 広島県広島市

10. 佐々木理恵子, 浦辺幸夫, 笹代純平, 藤井絵里, ジャンプ着地肢位の指示方法の違いによる下肢筋活動開始時間の変化. 6<sup>th</sup> JOSKAS, 24-26 Jul 2014, 2014 広島国際会議場, 広島県広島市
11. 山本圭彦, 浦辺幸夫, 前田慶明, 片脚着地時の膝外反角度と筋活動. 第 3 回日本アスレティックトレーニング学会学術集会, 12-13 Jul 2014, 名古屋国際会議場, 愛知県名古屋市
12. 事柴壮武, 浦辺幸夫, 前田慶明, Toe-out でのサイドステップカutting動作が膝関節運動学, 筋活動様式に及ぼす影響. 第 49 回日本理学療法学術大会, 30 May- 1 Jun 2014, パシフィコ横浜 神奈川県横浜市
13. 浦辺幸夫, 事柴壮武, 岩田 昌, 笹代純平, 前田慶明, 膝前十字靭帯損傷予防のためのハイリスク選手検出の試みー膝関節運動の左右差に着目してー. 第 49 回日本理学療法学術大会, 30 May- 1 Jun 2014, パシフィコ横浜 神奈川県横浜市
14. 岩田 昌, 浦辺幸夫, 前田慶明, 篠原博, 笹代純平, 藤井絵里, 森山信彰, 事柴壮武, 山本圭彦, 河原大陸, 非予測条件での 90° サイドステップカutting動作が膝関節運動に与える影響. 第 49 回日本理学療法学術大会, 30 May- 1 Jun 2014, パシフィコ横浜 神奈川県横浜市
15. Urabe Yukio, Kotoshiba Somu, Iwata Sho, Sasadai Junpei, Maeda Noriaki, Fujii Eri, Moriyama Nobuaki, Yamamoto Takahiko, Does laterality exist during side step cutting maneuver? IOC World Conference Prevention of Injury and Illness in Sports, 9-12 Apr 2014, Monaco Convention Center, Monaco
16. 浦辺幸夫, 笹代純平, 森山信彰, 事柴壮武: 膝前十字靭帯損傷のハイリスク選手を検出するバイクテストの試み. 第 2 回日本アスレティックトレーニング学会 学術集会. 29-30 Jun 2013, 国際武道大学. 千葉県勝浦市

〔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：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホ ム ペ ー ジ 等  
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/urabeken>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

浦辺 幸夫 (URABE YUKIO)  
広島大学・大学院医歯薬保健学研究院  
(保)・教授  
研究者番号：40160337

##### (2) 研究分担者

前田 慶明 (MAEDA NORIAKI)  
広島大学・大学院医歯薬保健学研究院  
(保)・助教  
研究者番号：10536783

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：