

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：32643

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19487

研究課題名（和文）MPIによる動作解析を用いたインソールの有効性と安全性に関する研究

研究課題名（英文）The effectiveness and safety of insoles using MPI-based motion analysis

研究代表者

宮本 亘（Wataru, Miyamoto）

帝京大学・医学部・講師

研究者番号：30437553

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）：内側アーチサポートあるインソールが膝関節の運動学的および動力学的に及ぼす影響についてはこれまで不明であった。大学レベルの女子アスリートに参加してもらい、3つの異なる内側アーチの高さの装具を着用してもらった。カッティング動作を行い、下肢の動作解析を行った。結果、下肢が接触した瞬間の膝関節外反角度は、内側アーチサポートが高いほど外反角度が小さくなることが分かった。アーチサポートの高いインソールは、前十字靭帯損傷のリスク軽減に有効である可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

非接触型の前十字靭帯損傷は若年女性に多く、損傷の瞬間に膝関節が外反になることで損傷すると知られている。内側アーチサポートのあるインソールが有効ではないかという推測がされていたが、今までに実際にそれを検証した研究はない。今回、高い内側アーチサポートのインソールを用いると、足が地面に接触した瞬間の膝関節外反角度が低下したことが分かった。このことは、このようなインソールが前十字靭帯損傷の予防やリハビリに有効である可能性を示唆している。今後はどのような人に効果があるか、どの程度の高さが必要かな度を調査するさらなる研究が期待される。

研究成果の概要（英文）：The effects of insoles with medial arch support on the kinematics and dynamics of the knee joint have been unknown. College-level female athletes were asked to participate and wear orthoses with three different medial arch heights. Cutting movements were performed and lower extremity motion analysis was performed. The results showed that the knee joint valgus angle at the moment of lower limb contact was smaller with higher medial arch support. Insoles with higher arch support may be effective in reducing the risk of anterior cruciate ligament injury.

研究分野：医学（運動器再建・再生学）

キーワード：前十字靭帯損傷 内側アーチサポート インソール

1. 研究開始当初の背景

前十字靭帯(ACL)断裂は膝関節損傷の半数以上を占め、米国では毎年 20 万関節以上の膝関節に影響を及ぼし、その直接的・間接的コストは年間 70 億ドルを超える。ACL の完全断裂を治療せずに放置すると、膝の不安定性、半月板や軟骨表面の損傷、変形性膝関節症、その他の病的な膝の状態を引き起こす可能性がある。したがって、ACL 断裂のリスクを軽減することは、変形性膝関節症を予防するためにも重要であるが、アスリートが高いレベルのパフォーマンスを維持・達成するためにも極めて重要である。

大腿四頭筋の角度の増加や後脛骨の傾斜の増加などの内在的要因から、女性は ACL 損傷を受けやすい。損傷は急激な減速や着地の際にも起こりうるが、主に横方向への方向転換を必要とするカッティング動作の際に起こる。非接触損傷では、最初の接触から約 40ms 後に膝関節の外反と下腿の内旋が生じ、このときに ACL が損傷すると報告されている。このような動作の組み合わせでは、膝の外反角と下腿の内旋モーメントが大きくなり、傷害のリスクが高くなる。神経筋トレーニングプログラムが開発され、傷害のリスクを軽減することがいくつかの研究で示されているが、このような膝の異常な動きを予防する方法は、さらに改良することが有益であろう。

足部装具は、疼痛を軽減し機能的パフォーマンスを向上させるために、様々な足部や下肢の問題に対して適応されるが、いくつかの研究では、ACL 損傷のリスク軽減のための効果的な解決策となりうるものとして、足部装具の使用について述べられている。Jenkins らの報告によると、インソールを装着していない大学女子バスケットボール選手は、装着している選手に比べて ACL 損傷を負う可能性が 7.14 倍高かった。この研究では、内側アーチは後足部の外反角を減少させ、膝関節の外反角度を矯正し、ACL 損傷を減少させる可能性があるかと推測している。しかし、足部装具を使用したスポーツにおけるこれらの動きの分析に関する研究はほとんど行われていない。我々の知る限り、ACL 損傷を最も引き起こしやすい動作として知られているカッティング動作について、特に足部装具に着目して動作解析を行った報告は過去にない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、内側アーチサポート型足部装具が女子アスリートの膝関節の運動学的および運動動態に及ぼす影響を明らかにすることである。本研究の結果は、ACL 損傷のリスク軽減における足部装具の有効性と、ACL 手術後の患者のリハビリテーションにおける有用性を示唆するものである。したがって、本研究の目的は、女性アスリートにおいて、足部装具の内側アーチサポートが、カッティング動作中の膝関節外反角度と膝関節外反モーメントの増加を抑制できるかどうかを明らかにすることである。

3. 研究の方法

大学レベルの女子アスリート 16 名がボランティアとして参加した。参加者は、以下の 3 つの異なる内側アーチの高さの装具を用いて、30° のサイドステップカットを行うよう求められた：(1)アーチサポートのないフルフラットな装具「Low」、(2)市販の一般的な高さのアーチサポート付き装具「Mid」、(3)市販の 2 倍の高さのアーチサポート付き装具「High」の 3 種類の装具を用いて 30° サイドステップカットを行い、過矯正時の膝への影響を観察した。膝関節の運動学および運動動態は、2 枚のフォースプレートを備えたマーカースレスモーションキャプチャシステムにより収集し、誤差項に同一症例の測定値間の相関を仮定した線形回帰分析を用いて装具タイプ間で比較した。

4. 研究成果

初回接触時の膝関節外反角は、内側アーチサポートの高さが「Low」で 2.3 ± 5.2 度、「Mid」で 2.1 ± 5.8 度、「High」で 0.4 ± 6.6 度であった。アーチサポートの高さが高くなると、初期接触時の膝関節のバルジ角が有意に減少した ($p=0.002$)。その他の運動学的および運動学的測定値は、群間で差がなかった。本研究では、足部装具の内側アーチサポートによって、足部接触初期における膝関節外反角度を減少させることができることを実証した。さらに、内側アーチサポートが高いほど、初期接触時の膝関節外反角度の減少が大きくなった。カッティング動作の動作分析は、ACL 損傷メカニズムの研究に有用である。しかし、我々の知る限り、これらの損傷メカニズムを明らかにしようとした先行研究は文献上存在しない。

Kinetic, kinematic, or COM variables	Medial arch support height		
	Low	Mid	High
Knee valgus angle at initial contact (deg) [min, max]	2.3 ± 5.2 [- 11.0, 12.0]	2.1 ± 5.8 [- 12.4, 10.0]	0.4 ± 6.6 [- 11.8, 10.0]
Knee valgus angle at peak contact (deg) ^a [min, max]	5.2 ± 10.0 [- 10.0, 23.4]	4.7 ± 10.4 [- 10.0, 21.4]	7.4 ± 10.0 [- 10.0, 20.2]
Knee flexion angle at initial contact (deg) [min, max]	11.4 ± 6.6 [0.0, 22.9]	9.6 ± 6.1 [0.0, 25.0]	11.0 ± 6.3 [1.0, 28.0]
Knee flexion angle at peak contact (deg) [min, max]	23.4 ± 9.2 [5.0, 41.0]	22.3 ± 8.0 [8.0, 41.0]	22.5 ± 7.5 [10.0, 39.0]
Knee varus/valgus moment (varus+) (%BW*Ht) [min, max]	2.0 ± 0.7 [0.7, 4.1]	1.9 ± 0.6 [0.3, 3.0]	2.0 ± 0.8 [0.3, 4.2]
Medial distance COM (m) [min, max]	0.26 ± 0.02 [0.21, 0.29]	0.24 ± 0.03 [0.15, 0.31]	0.25 ± 0.03 [0.16, 0.33]
Posterior distance COM (m) [min, max]	0.35 ± 0.05 [0.25, 0.46]	0.35 ± 0.05 [0.26, 0.47]	0.35 ± 0.05 [0.25, 0.47]
Speed (m/s) [min, max]	4.3 ± 0.3 [3.6, 5.0]	4.3 ± 0.3 [3.5, 4.9]	4.3 ± 0.3 [3.7, 5.0]

足部装具による内側アーチサポートの高さによって、膝の初期接触時の外反角が減少した。アーチサポートの高さを高くすることで、初回接触時の膝の外反角が減少する可能性がある。足部装具の内側アーチサポートは、ACL 損傷のリスク軽減に有効であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Seikai Toyooka, Keisuke Tsukada, Youich Yasui, Yasuaki Saho, Yasuaki Okawa, Shuji Ando, Takumi Nakagawa, Hiroataka Kawano, Wataru Miyamoto	4. 巻 Dec 19
2. 論文標題 Association of medial arch support of foot orthoses with knee valgus angle at initial contact during cutting maneuvers in female athletes: a controlled laboratory study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BMC Sports Sci Med Rehabil	6. 最初と最後の頁 214
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s13102-022-00608-w.	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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 豊岡青海、宮本亘、
2. 発表標題 内側アーチサポートがカッティング動作時の膝関節運動に与える影響
3. 学会等名 第48回日本整形外科学スポーツ医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊岡青海 宮本亘
2. 発表標題 カッティング動作において、インソールは膝関節の動きにどのように影響するか
3. 学会等名 第13回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊岡青海 宮本亘
2. 発表標題 Influence Of Medial Arch Support On Knee Joint Kinematics During Cutting Motion
3. 学会等名 ISAKOS 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊岡青海 宮本亘
2. 発表標題 内側アーチサポートがカッピング動作時の膝関節運動に与える影響
3. 学会等名 第36回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊岡青海
2. 発表標題 カッピング動作において、インソールは膝関節の動きにどのように影響するか
3. 学会等名 JOSKAS/JOSSM meeting 2021
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