

令和 4 年 5 月 6 日現在

機関番号：10107

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01750

研究課題名(和文) スポーツ障害の動作解析とスポーツ履歴調査による発症因子の解明と予防・治療への試み

研究課題名(英文) Elucidation of onset factors and attempts at prevention and treatment by motion analysis of sports injuries and sports history surveys

研究代表者

小原 和宏 (Obara, Kazuhiro)

旭川医科大学・医学部・助教

研究者番号：40548749

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：膝蓋腱炎は膝伸展機構を酷使用するジャンプ動作の多いバレーボール競技に多く発症し、使い過ぎ症候群の一つとされている。膝蓋腱炎は、「繰り返し負荷」と「強い負荷」が膝蓋腱に加わることで誘発される。しかし、同じ運動負荷の選手が発症するわけではない。そこで、我々は膝蓋腱炎の発症に特異的な動力学的特徴が存在すると考えた。バレーボール選手のスパイクジャンプの動作解析を行い、踏切と着地の膝関節角度と膝関節モーメントに着目した。膝関節においては、健常被験者群と膝蓋腱炎群に差は無かったが、膝蓋腱炎群の発症膝において特異的な膝関節モーメントが生じていた。このジャンプ動作が繰り返されることで膝蓋腱炎が発症すると考えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

膝蓋腱炎の発症初期は、選手達は疼痛自制内でパフォーマンスは低下することなくスポーツ活動の継続が可能である。しかし、治療をすることなく運動を継続すると頑固な疼痛に移行し、パフォーマンスの低下や引退に至ることもしばしばない。本研究の結果をフォームチェックや装具、トレーニングに応用することで、スポーツ活動を休止することなく、膝蓋腱炎の治療にいかにせよと考えている。更に、発症前の選手に動作解析を行うことで発症予防にも活用していきたいと考えている。

研究成果の概要(英文)：Patellar tendinopathy, also known as overuse injury, is related to jumping actions that require repetitive and forceful quadriceps muscle contraction such as volleyball. However, not all athletes with the similar repetitive and forceful loads develop patellar tendinopathy. Therefore, we hypothesized that some specific dynamic biomechanical changes are what causes patellar tendinopathy. We examined knee joint angles and moments during take-off and landing in spike jumps performed by volleyball players. There were no significant differences in knee joint angles between the control and patellar tendinopathy groups. However, specific joint moments were observed in the knee joints with patellar tendinopathy in the patellar tendinopathy group. Consequently, we concluded that repetitive jumping actions that generate such specific knee joint moments may cause development of patellar tendinopathy.

研究分野：スポーツ医学

キーワード：動作解析 スポーツ障害 膝蓋腱炎 スポーツ科学

1. 研究開始当初の背景

東京オリンピック招致が決定し、スポーツ愛好家からトップアスリートまでスポーツ活動が盛んになってきた。結果を求める学生部活動や競技スポーツではスポーツ活動量の増加に伴い膝蓋腱炎に代表されるスポーツ障害が重要視されるようになってきた。膝蓋腱炎はジャンプ動作の多いバレーボール競技に多く発症し、使い過ぎ症候群の一つとして有名である。症状が悪化するとスポーツレベルの低下や引退に至る選手も少なくない。よって、本疾患は発症予防や治療、再発予防が非常に重要であるため、選手や指導者、医療関係者は、発症に至る要因を知る必要がある。発症に至る要因は、内因的・外因的・動力学的要因に分けられる。内因的要因は、アライメント異常、男性である事、体重増加などがあり、外因的要因は、練習量の多さや固い床、経験年数の長さなどがあげられる。しかし、動力学的要因においては統一された見解はないようである。その理由として、先行研究において異なる発症部位や発症側の選手が一括して膝蓋腱炎群として抽出されていることがあげられる。我々は多くの選手達を診察し、内因的・外因的要因が同等の選手全員に発症するわけではないことに気付いた。そこで、我々は発症に至る動作・動力学的特徴が存在し、それが繰り返されることで膝蓋腱炎が発症するという作業仮説を立てるに至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、膝蓋腱炎発症に至る動作・動力学的要因を解明することである。

3. 研究の方法 (表1)

(1)被験者の抽出

動作・動力学的要因を解明するために、健常被験者群 (以下C群) と膝蓋腱炎群 (以下PT群) の内因的・外因的要因を可及的にそろえた。膝蓋腱炎は、発症部位に多様性 (内側・中央・外側) があり、各々に対応した動作・動力学的要因が存在すると考えた。そこでPT群の発症側は左膝のみとし、発症部位は膝蓋腱の膝蓋骨付着部内側に統一した。被験者はバレーボール選手でC群7名とPT群6名であった。年齢、体重、身長、脚長、BMI、練習時間、経験年数において差は無かった。スポーツ履歴調査から、利き腕、聴き足、レギュラー選手、ポジション (スパイカー)、練習場の床の性状 (木製) を統一した。

表1 被験者

	平均 (標準偏差)	
	健常群 男性=5 女性=2	膝蓋腱炎群 男性=6 女性=1
年齢	20.3 (3.2)	18.5 (1.9)
体重 (kg)	64.7 (5.4)	63.9 (8.1)
身長 (cm)	172.9 (6.7)	173.3 (6.6)
脚長 (cm)	93.6 (3.1)	93.1 (7.6)
BMI (kg/m ²)	21.8 (1.7)	21.2 (1.8)
練習時間 (時間/週)	15.9 (4.0)	15.5 (2.3)
経験年数 (年)	7.9 (1.9)	6.7 (1.4)

(2)データの取得

三次元動作解析装置と床反力計を用いて被験者の体表面に張り付けた反射マーカの空間座標と床反力データを取得した。最大努力のスパイクジャンプを3試技行った。

(3)データの解析

膝関節角度と膝関節モーメントを算出した。膝蓋腱にかかる張力は、大腿四頭筋収縮力が最大値の時が最も強いと考えられる。よって、スパイクジャンプの踏切りと着地時における伸展モーメントが最大値の時の、膝関節角度 (屈曲・外内反・外内旋) と膝関節モーメント (外内反・外内旋) を抽出した。更に、データを取得する際に使用するPCソフトウェアのスティックピクチャーを用いて、被験者らの全試技において、膝関節と床反力ベクトルの位置関係を観察した。

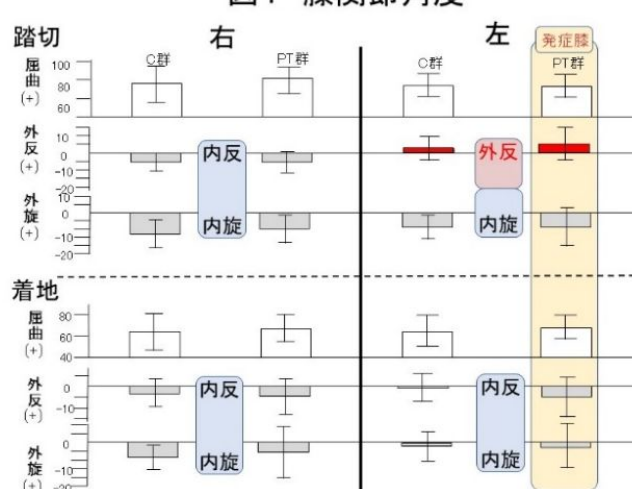
4. 研究成果

膝関節角度においては、両群間で有意差を認めなかった。しかし、膝関節モーメントにおいては、PT群の左膝 (患側) でC群とは明らかに異なる膝関節モーメントが発生していた。また、スティックピクチャーを用いて観察した膝関節と床反力ベクトルの位置関係では、健常膝と発症膝において明らかに異なる傾向が観察された。

(1) 膝関節角度

膝関節角度においては、C群とPT群において差を認めず、両群共に同じ傾向を認めた。踏切においては、両群で、右膝は屈曲・内反・内旋傾向。左膝は屈曲・外反・内旋傾向であった。着地においては、両群の両膝で、屈曲・内反・内旋傾向であった。バレーボール競技のスパイクジャンプは、ネットに向かい助走を行った後に踏切るが、ネットにぶつからないようにするために、助走のスピードを左下肢でブレーキする必要がある。この際、左膝は外反・内旋位

図1 膝関節角度



になりやすく、バレーボールの競技特性による肢位と考えられる。

(2) 膝関節モーメント

踏切は、C群の両膝とPT群の右膝(健側)において、外反・外旋傾向であった。PT群の左膝(患側)では、内反・内旋傾向を呈しており各々で有意差を認めた。

着地は、C群の両膝において、踏切と同様に外反・外旋傾向であったが、PT群の両膝において内反・外旋傾向であり、左膝(患側)の内反モーメントにおいて有意差を認めた。

(3) 膝関節角度と膝関節モーメントから膝蓋腱発症に至る動力学的メカニズムの考察

本研究のPT群の被験者らは、左膝の膝蓋腱内側に膝蓋腱炎が発症している。よって、膝蓋腱内側に偏った張力が発生していると推測した。先行研究において、内側に発症する理由として、膝関節の生理的外反位が膝蓋腱内側への負荷を増強しやすいという報告や、ジャンプ時は外反・内旋位となり、その肢位が膝蓋腱内側に偏った張力を生じさせるという報告が存在する。本研究においても、左膝関節(P T群の患側)は外反・内旋位である。しかし、これはバレーボールの競技特性上生じる肢位であり、両群間において観察されている。よって、この肢位だけでは発症に至る決定的な要因とはいえない。本研究では、この肢位に加えて踏切時の膝関節モーメントは、内反・内旋モーメントを呈していた。C群の踏切・着地の両膝とPT群の踏切の右膝(健側)においては、外反・外旋モーメントを発生しており、PT群の左膝(患側)は明らかに異なる関節モーメントであることがわかる。以上から、図3を用いて発症に至る動力学的機序を考察する。(a)踏切時、大腿四頭筋の収縮が最大となった時、膝関節は外反・内旋位であり、膝蓋腱内側に張力が発生しやすい状況になっている。(b)この時、膝関節モーメントは、内反・内旋モーメントを発生しているため、(c)膝蓋腱内側に偏った張力が生じていると考えた。この関節肢位と関節モーメントが繰り返されることで、膝蓋腱内側に膝蓋腱炎が発症すると考えた。

図2 関節モーメント

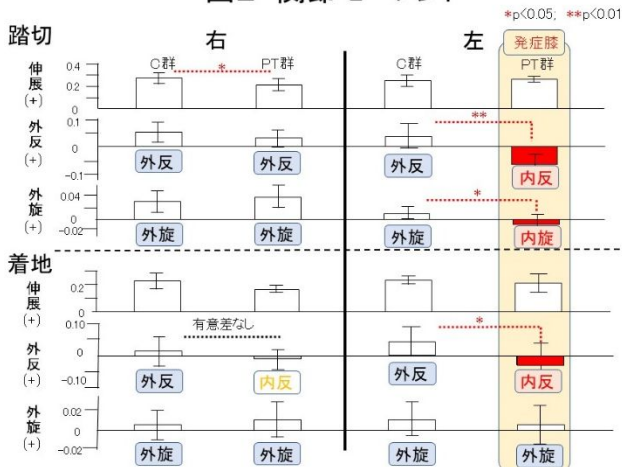
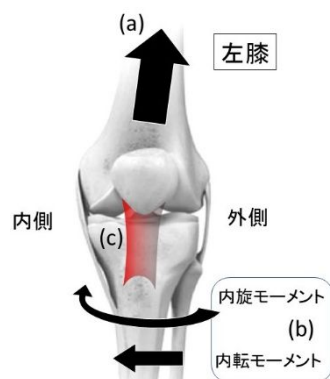


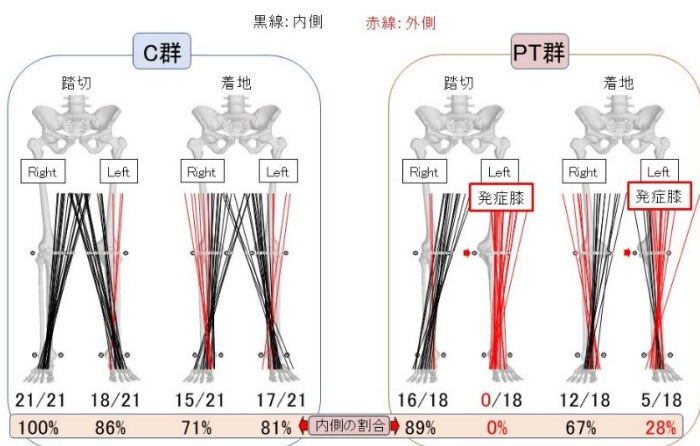
図3 動力学的発症機序



(4) 膝関節と床反力ベクトルの位置関係

図4に示す黒い線は膝関節の中心より内側を通過しており、赤い線は外側を通過していることを意味する。C群の両膝とPT群の右膝(健側)においては、多くが内側を通過していることがわかる。一方で、PT群の左膝(患側)においては、踏切の全試技で外側を通過していた。着地においても多数が外側を通過していることが分かった。スティックピクチャーを被験者らに提示し説明することで、難しい物理的・医学的な専門用語を用いずに、膝関節に生じた動力学的特徴を説明することが出来るツールになると考えている。

図4 床反力ベクトルと膝関節の位置関係



(5) 研究成果の応用

本研究の結果から足底板・装具・トレーニング・フォームチェック法などを考案し、膝蓋腱炎の発症予防・治療・再発予防に生かすことが可能になると考えている。

< 引用文献 >

Kazuhiro Obara, Ryosuke Chiba, Mirai Takahashi, Takeo Matsuno, Kaoru Takakusaki, Knee dynamics during take-off and landing in spike jumps performed by volleyball players with patellar tendinopathy, J Phys Ther Sci, 2022 Feb;34(2):103-109

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 Kazuhiro Obara, Ryosuke Chiba, Mirai Takahashi, Takeo Matsuno, Kaoru Takakusaki	4. 巻 34
2. 論文標題 Knee dynamics during take-off and landing in spike jumps performed by volleyball players with patellar tendinopathy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 103 ~ 109
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/jpts.34.103	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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小原和宏
2. 発表標題 膝蓋腱炎を発症したバレーボール選手のスパイクジャンプの三次元動作解析
3. 学会等名 第99回日本生理学会北海道地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原和宏
2. 発表標題 バレーボール競技のセッターポジションに発症した膝蓋腱炎の動作解析
3. 学会等名 臨床歩行分析研究会定例会
4. 発表年 2018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
連携研究者	高草木 薫 (Takakusaki Kaoru) (10206732)	旭川医科大学・医学部・教授 (10107)	

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	千葉 龍介 (Chiba Ryousuke) (80396936)	旭川医科大学・医学部・准教授 (10107)	
連携研究者	大田 哲生 (Ota Tetsuo) (20233132)	旭川医科大学・医学部・教授 (10107)	

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