

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：32620

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700661

研究課題名(和文) ロングパイル人工芝と足底圧の関係～サーフェイス・シューズ・個体要因の側面から～

研究課題名(英文) Relationship between plantar pressure and long pile artificial turf

研究代表者

福士 徳文(FUKUSHI, Norifumi)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・助手

研究者番号：70616185

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円、(間接経費) 750,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、人工芝上でのスポーツ活動における傷害発生予防(第5中足骨疲労骨折)に向けた調査を、サーフェイス・シューズ・個体要因の側面から検討することを目的とした。その結果、シューズを替えて使用するだけでは予防につながりがないと考えられる結果が得られた。また、膝伸展筋の最大筋力の高い者が、ターン動作時の足底に高い圧力がかかる可能性が考えられた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to examine from the side of surface, shoes, the individual factors, the research aimed at injury occurrence prevention in sports activities on artificial turf. As a result, it does not lead to prevention to just use in place of the shoes. The person with high knee extension muscular power, plantar pressure becomes high.

研究分野：コーチング

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：人工芝 足底圧 筋力 コーチング

1. 研究開始当初の背景

人工芝のグラウンドは天然芝と比較して、芝生の維持や管理が簡便で、それらにかかる経費も大幅に軽減されることから、多くの学校やスポーツ施設に導入されてきた。さらに人工芝の改良が進み、ロングパイル人工芝が開発されてからは、人工芝グラウンドの導入数が急速に増加している。その一方で、人工芝というグラウンドサーフェイスの変化に伴い、スポーツ活動時の傷害発生状況に変化がみられていることが問題視されている。例えば、前十字靭帯損傷や第5中足骨疲労骨折の発生件数が増加傾向にあることが報告されている。これらは、長期のスポーツ活動離脱を余儀なくされ、再発のリスクも決して低くないことから、発生予防が重要である。

このような問題から、人工芝上でのスポーツ活動時の生体変化に着目した様々な調査が行われ、傷害発生状況の変化に関わる要因が検証されてきた。我々も、第5中足骨疲労骨折の発生件数増加の要因を探るべく多くのスポーツ活動中にみられるターン動作に着目し、足底圧の変化を人工芝と天然芝で比較した。その結果、人工芝も天然芝も小指の付け根付近の足底圧がその他の部位と比べて顕著に高く、その圧力は天然芝よりも人工芝の方が明らかに高かった。そして、このような高い圧力が繰り返しかかることが、第5中足骨疲労骨折の発生要因の一つと考え、その圧力が天然芝よりも人工芝の方が高かったことが発生件数を増加させている原因ではないかと考えた。しかし、これらの結果を個別にみると、人工芝と天然芝で明らかな変化がみられた対象者と、そのような変化がみられなかった対象者がいた。

これまで、人工芝と傷害発生に関する問題の解決策としては、芝そのものやシューズといった道具の改良が主として講じられてきた。しかし、我々の調査でもみられたように同一条件で動作を行わせても足底圧の変化には個人差がある。そのため、単にシューズだけを改良しても、全てが傷害予防につながるとは考えがたい。これまでにも、傷害発生の要因として着目すべき点として、個人の形態や筋力の相違、動作そのものに問題があることが指摘されてきた。そこで、これら複数の要因から、足底圧に変化がみられる者と、みられない者の何が違うのか、を明らかにすることで、人工芝上でスポーツ活動を行う際の、傷害発生予防へとつながる身体づくりや動きづくりを目的としたトレーニング方法を立案できるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

人工芝グラウンドでのスポーツ活動の機会が増加したことで、傷害発生状況に変化がみられていることが問題視されている。そのため、これまでに人工芝そのものやシューズ等の道具の改良は進められてきたが、実際の

身体づくりや動きづくりに関しては十分な検討が行われていない。そこで、本研究では、人工芝上でのスポーツ活動における傷害発生予防を目的とした調査を行う。

3. 研究の方法

(1) 被験者

被験者は、関東大学サッカー1部リーグに所属する男子サッカー部員10名(年齢:20.9歳)とした。

被験者は、本研究の目的、方法、内容、および参加に伴う危険性に関する詳細な説明を受けた後、実験参加への同意を署名にて行った。また、本研究は、順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科における倫理委員会により承認を得た上で実施された。

(2) 運動プロトコル

被験者は、往復20mの折返し走を、丸型ポイントスパイク(MP)、刃型ポイントスパイク(BP)、トレーニングシューズ(TR)の3種類を使用し、天然芝および人工芝上にて全力で行った。試技を行うにあたり被験者は、スタートから10mの折り返し地点に設置されているマーカーの間に、右足を着き、軸脚(内足脚)が左脚となるよう統一された。但し、全力による試技を優先し、設置場所を意識しすぎることがないように促した。

(3) 足底圧分布測定

足底圧分布測定は、足底圧測定システムF-スキャンモバイル(ニッタ社製)を使用した。測定フレーム数は、300フレーム/secであった。

分析には、ターン動作の内足脚となる左足が地面に接地してから離地するまでの間に、最も高い圧力がかかった時の値であるピーク圧の側面から分析・評価を行った。エリア分割は、足底各部の圧力分布状況を把握するために、足底全面接地の足圧分布図をもとに、足底面をエリア1(以下、A1)からエリア6(以下、A6)に6分割した(図1)。

(4) 下肢筋力測定

下肢筋力測定は、等速性筋力訓練装置BIODEXsystem3(BIODEX社製)を用いて行った。膝関節においては、短縮性収縮下の角速度毎秒60・180・300度、伸張性収縮下の角速度毎秒60・180度および60度屈曲位における等尺性収縮で測定した。足関節においては、短縮性収縮および伸張性収縮下の角速度毎秒60・120度で測定した。最もトルクの大いものをピークトルクとし、それを指標とした。測定時に用いた単位はN・mとした。

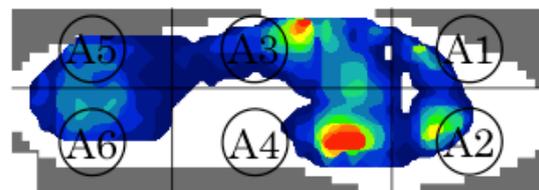


図1. 足底エリア分割図

(5)統計処理

各エリアのシューズ間のピーク圧の検定には、一元配置分散分析を用いた。主効果が認められた場合には、Bonferroni の Post-hoc テストにより、多重比較を行った。各筋力と各エリアのピーク圧との相関関係をみるために、Pearson の積率相関係数を用いた。各種検定の有意水準は、危険率5%未満とした。

4. 研究成果

(1)結果

①天然芝上での各シューズのピーク圧

天然芝上での各シューズのピーク圧を図 2 に示した。A3において、MP(1.66±0.35kg/cm²)と TR (1.3±0.27kg/cm²)、BP (1.75±0.43kg/cm²)と TR の間で有意差がみられた。

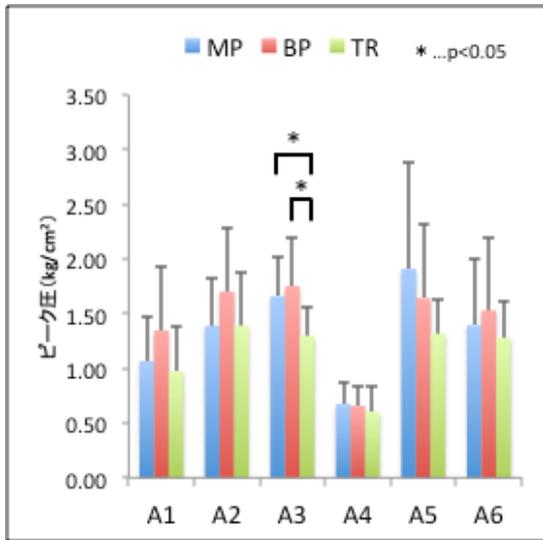


図 2. 天然芝におけるピーク圧のシューズ間比較

②人工芝上での各シューズのピーク圧

人工芝上での各シューズのピーク圧を図 3 に示した。A1 において MP(1.12±0.36kg/cm²)と BP(1.33±0.44kg/cm²)、A3 において MP(1.78±0.4kg/cm²)と TR(1.48±0.37kg/cm²)、A5 において MP(2.31±0.79kg/cm²)と BP(1.7±0.87kg/cm²)の間で有意差がみられた。

③ピーク圧と下肢筋力の関係

MP の A3 のピーク圧と、膝関節伸展の等尺性筋力の間で強い正の相関がみられた (r=0.676) (図 4) が、その他の筋力との相関はみられなかった。さらに、TR に対する MP のピーク圧の割合を算出し、各種筋力との相関を調べたが、有意な相関はみられなかった。

(2)考察

第5中足骨疲労骨折は、足底外側に繰り返し負荷が生じるために起こるとされており、その解明のために足底圧測定を行った報告 (平野ら:1992、葛山ら:2008、小田ら:2009) は多くみられ、足底圧測定が第5中足骨疲労

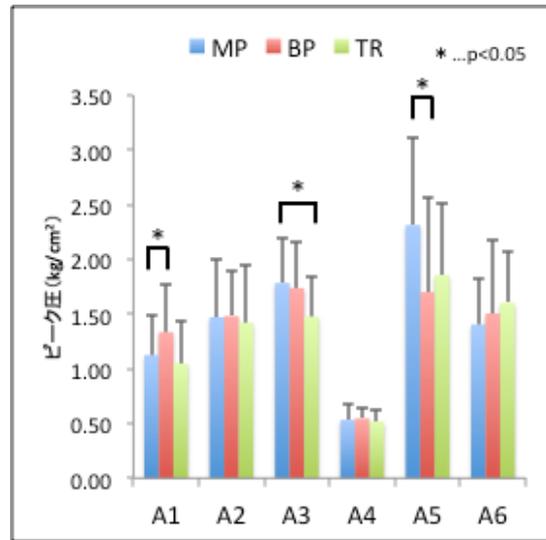


図 3. 人工芝におけるピーク圧のシューズ間比較

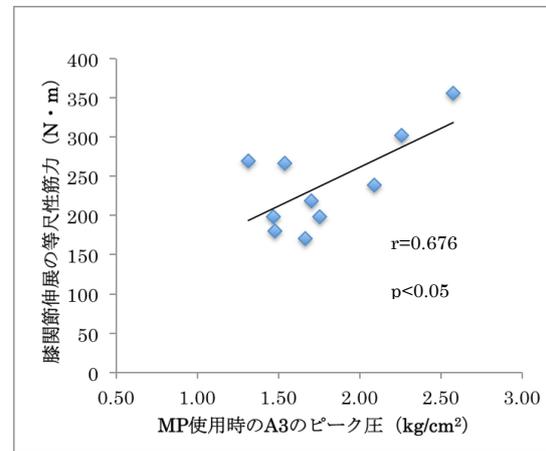


図 4. A3 のピーク圧と膝関節伸展の等尺性筋力の相関

骨折の指標として使われている。そのため、本研究では、足底圧測定器を用い、ピーク圧の観点から分析を進めた。

足底圧は、一般的に鉛直方向の力が増加すると、足底圧分布面積が拡大するか、足底圧が増加する (高橋ら:2000)。天然芝における A3 のピーク圧は、MP および BP が TR より有意に高かった。グリップ性が高い MP および BP と比較し、グリップ性の低い TR はパフォーマンスの低下やすべりによりピーク圧が低くなったと考えられる。

人工芝における A3 のピーク圧は、MP が TR より有意に高かった。また、MP のピーク圧が最も高い数値を示したが、MP と BP、BP と TR 間で有意差がみられなかった。これらの結果は、同じシューズを使用しても、天然芝と同様の結果がみられなかったことも含め、単にシューズだけを替えて使用しても傷害発生予防にはつながりがたいことを示唆していると考えられる。今回調査したサーフェイスとシューズの関係からは、傷害予防へ向けて

の方向性を見出すことは難しく、今後新たな検討が必要である。

続いて、人工芝上での足底圧測定の結果と、個体要因である、下肢筋力との関連を調査したところ、MP の A3 のピーク圧と、膝関節伸展の等尺性筋力の間で強い正の相関がみられた。これらの結果は、膝関節伸展の最大筋力が高い選手が、ターン時の足底に高い圧がかかっている可能性を示唆している。大腿四頭筋などの下肢の筋力は、ジャンプやキック、タックル、ターン、ペースの変化に大きく関与する（財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会：2011）。また、有意ではないが、MP の A3 のピーク圧と折返し走のタイムの間には、負の相関関係がみられた（ $r=-0.613$ ）。これらを合わせて考えると、膝関節伸展の最大筋力が高く、ターンなどの方向転換を伴った動きのパフォーマンスが高い人が、足底に高い負荷を受ける可能性があるため、身体各部の機能不全を防ぐためのウォーミングアップやクーリングダウンなどのケア等に注意をする必要があると考えられる。

(3) 今後の展望

今後の展望としては、一つの現象のみを対象にするのではなく、傷害発生におけるより詳細なメカニズムを調査することである。

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）

〔学会発表〕（計 2 件）

①福士徳文、ターン動作における足底圧と下肢筋力の関係～第 5 中足骨疲労骨折との関連を中心に～、日本体育学会第 65 回大会、平成 26 年 8 月 25 日～28 日発表予定、岩手大学他

②福士徳文、シューズの相違がターン動作における足底圧に及ぼす影響～第 5 中足骨疲労骨折との関連を中心に～、第 26 回日本トレーニング科学会大会、平成 25 年 11 月 8 日、ZAO たいらぐら

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福士 徳文 (FUKUSHI, Norifumi)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・助手

研究者番号：70616185