

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：33111

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07304

研究課題名(和文) 扁平足に起因する膝蓋大腿関節症の発生メカニズム解明に向けた研究

研究課題名(英文) Elucidation of the occurrence mechanism of patellofemoral pain syndrome occurring in the flat foot

研究代表者

高林 知也 (Takabayashi, Tomoya)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・助教

研究者番号：00780339

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は正常足と扁平足で膝蓋大腿関節症に関与する協調性パターンを膝蓋大腿関節ストレスを検証することを目的とした。はじめに、正常足の後足部と下腿の協調性パターンに着目し、後足部と下腿にはanti-phaseがあることを明らかにした。次に、ランニング中の足部の動きの性差を調べ、後足部の動きには性差があることを明らかにした。この知見により、正常足と扁平足で男女の人数はマッチさせる必要があることが示唆された。現在、この知見をもとに正常足と扁平足をリクルートし、協調性パターンと膝蓋大腿関節ストレスを比較している。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to verify the patellofemoral joint stress and the coordination pattern related to patellofemoral pain in normal foot and flat foot. First, we focus on the coordination pattern between the rearfoot and shank in the normal foot, and it was revealed that anti-phase presents between the rearfoot and shank. Next, we examined the gender difference of foot segment kinematics during running, and clarified that there is gender difference in the rearfoot kinematics. This finding suggested that it is necessary to match the number of men and women with normal foot and flat foot. Currently, we recruit normal foot and flat foot based on this finding and are comparing coordination pattern and patellofemoral joint stress.

研究分野：スポーツ障害

キーワード：ランニング 性差 協調性 膝蓋大腿関節ストレス 扁平足

1. 研究開始当初の背景

扁平足は一般的に知られている足部変形疾患であり、健常成人で 14.7%の発生率を占める (Michelson, 2002). 臨床的に、扁平足は後足部回内や内側縦アーチの低下を示すが、大部分は無症候性である。しかし、扁平足は様々なランニング障害の危険因子であり (Kaufman, 1999), ランニング障害は一度発生すると慢性化しやすい。そのため、ランニング障害に対する適切な治療を展開するためには、扁平足におけるランニング障害の発生メカニズムを明らかにする必要がある。

ランニング障害は膝関節に頻発し、特に膝前面痛が主症状である膝蓋大腿関節症 (PFP)はランニング障害全体の 25%を占め (Devereaux, 1984), 扁平足がこの障害の危険因子であることも前向き研究で明らかになっている (Boling, 2009). 治療介入として、膝蓋大腿関節症に対し足底板で足部アライメントを修正する治療が広く行われており、治療効果も確認されている (Powers, 2003). しかし、扁平足の足部アライメント異常が、下腿から膝蓋骨へどのように運動学・運動力学的に影響を及ぼし、膝蓋大腿関節症の発生に関与するか明確にわかっていない。

近年、セグメント間の協調性パターンや膝蓋大腿関節ストレスが PFP に関与することが明らかになっており、PFP を対象とした検証が行われている。しかし、扁平足が PFP のリスクファクターであるにも関わらず、扁平足を対象に検証されていないのが現状である。

2. 研究の目的

協調性パターンの検証方法は近年報告されているものの (Needham, 2015), 正常足において後足部と下腿間の協調性パターンは明らかになっていない。そこで、まずは正常足におけるランニング中の後足部と下腿間の協調性パターンを検証した。次に、扁平足と正常足をリクルートするうえで、男女差を考慮したほうがよいのか明らかになっていなかった。そのため、ランニング中における足部セグメント kinematics の性差を検証した。

3. 研究の方法

正常足におけるランニング中の後足部と下腿間の協調性パターン

健常成人男性 10 名を対象とした。対象者に対し直径 9.5 mm の体表マーカーを右下腿と足部に貼付し、ジョギング程度の速度でランニングを実施してもらった。反射マーカー位置から後足部と下腿の角度を算出し、modified vector coding technique を用いて後足部と下腿間の coupling angle (図 1) を算出し、この値を 4 つの協調性パターン (Needham, 2015) に分類した。

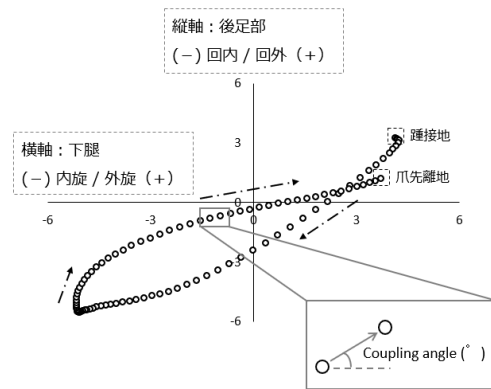


図1. Angle-angle diagram

ランニング中における足部セグメント kinematics の性差

健常成人男性 12 名、健常成人女性 12 名を対象とした。対象者に対し直径 9.5 mm の体表マーカーを右下腿と足部に貼付し、ジョギング程度の速度でランニングを実施してもらった。反射マーカー位置から後足部、中足部、前足部角度、foot strike angle を算出した。さらに、non-dimensional analysis (Hof, 1996) を用いて男女のランニングスピード、ケイデンス、ステップ長を計算した。各セグメント角度と foot strike angle、ランニングパラメータを男女差で比較した。

4. 研究成果

正常足におけるランニング中の後足部と下腿間の協調性パターン

本研究より、ランニング中の下腿と後足部間の協調性パターンは anti-phase (下腿内旋と後足部回外のペア、あるいは下腿外旋と後足部回内のペア) を示していた (図 2)。さらに、in-phase with proximal dominance (下腿内旋と後足部回内かつ下腿がより動く、あるいは下腿外旋と後足部回外かつ下腿がより動く) の割合が吸収期と推進期で最も多くの割合を占めていた (図 2)。

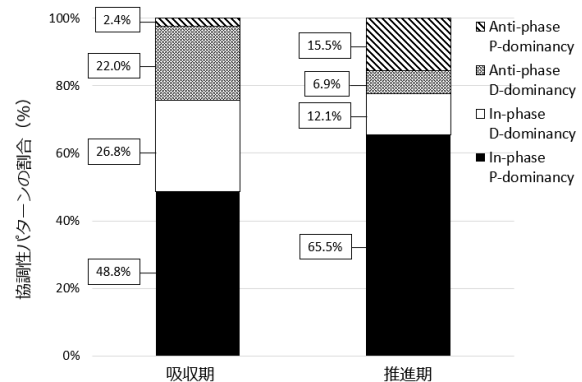


図2. 協調性パターンの割合

ランニング中における足部セグメント kinematics の性差

ランニングパラメータと foot strike angle に性差はなかった。つまり、これらのパラメータは足部セグメント kinematics の性差には影響を及ぼさないと考えられる。男性と比較して、女性は後足部の底屈ピーク値と ROM(矢状面のピーク to ピーク), 女性は中足部の背屈ピーク値と ROM(矢状面のピーク to ピーク)が有意に増加しており, 効果量も large を示していた。

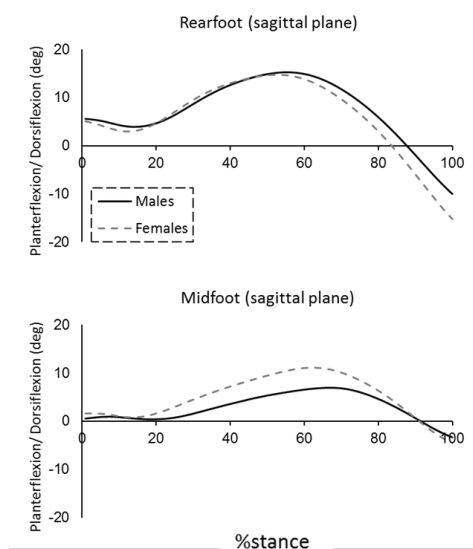


図3. 後足部と中足部の角度

以上の研究の知見をもとに、現在は正常足と扁平足をリクルートし、後足部と下腿間の協調性パターンと膝蓋大腿関節ストレスを検証している。

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 21 件)

1. Takabayashi T, Edama M, Yokoyama E, Kanaya C, Kubo M. Quantifying coordination among rearfoot, midfoot, and forefoot segments during running. *Sports Biomechanics*. 17(1): 18-32. 2018.
2. Takabayashi T, Edama M, Yokoyama E, Kanaya C, Inai T, Tokunaga Y, Kubo M. Changes in kinematic coupling among the rearfoot, midfoot, and forefoot segments between running and walking. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 108(1): 45-51. 2018.
3. Inai T, Takabayashi T, Edama M, Kubo M. Relationship between movement time and hip moment impulse in the sagittal plane during sit-to-stand movement: A combined experimental and computer simulation study. *BioMedical Engineering OnLine* 17 (48). 2018.
4. Inai T, Takabayashi T, Edama M, Kubo M. Evaluation of factors that affect hip moment impulse during gait: A systematic review. *Gait & Posture*. 61:488-492. 2018 .
5. Morishita S, Tsubaki A, Takabayashi T, Jack F. Relationship between the rating of perceived exertion scale and the load intensity of resistance training: a narrative review. *Strength and Conditioning Journal*. 40 (2): 94-109. 2018.
6. Takabayashi T, Edama M, Nakamura M, Nakamura E, Inai T, Kubo M. Gender differences associated with rearfoot, midfoot, and forefoot kinematics during running. *European Journal of Sport Science*. 17 (10):1289-1296. 2017.
7. Takabayashi T, Edama M, Nakamura E, Yokoyama E, Kanaya C, Kubo M. Inter-segment coordination of rearfoot, midfoot, and forefoot during walking. *Journal of Foot and Ankle Research*. 10 (42). 2017.
8. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 金谷知晶, 柳宗, 稲井卓真, 久保雅義. ランニングにおける下腿と後足部間の協調性パターン. *理学療法学*. 44 (5): 332-339. 2017.
9. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 金谷知晶, 柳宗, 稲井卓真, 大森豪, 久保雅義. 静的な足部評価方法である Arch height index と動的中足部機能との関連性. *J Sports Injury* 22. 2017.

10. Inai T, Edama M, Takabayashi T, Kubo M. Relationship Between Hip Flexion Contracture and Hip-Joint Contact Force in Standing Posture: A Computer Simulation Study. *Journal of Ergonomics*. 7 (3). 2017 .
 11. Edama M, Kageyama I, Kikumoto T, Nakamura M, Ito W, Nakamura E, Takabayashi T, Hirabayashi R, Inai T, Onishi H. The effects on calcaneofibular ligament function of differences in the angle of the calcaneofibular ligament with respect to the long axis of the fibula: A simulation study. *Journal of Foot and Ankle Research* 10(60). 2017.
 12. Edama M, Kageyama I, Kikumoto T, Nakamura M, Ito W, Nakamura E, Hirabayashi R, Takabayashi T, Inai T, Onishi H. Morphological features of the anterior talofibular ligament by the number of fiber bundles. *Annals of Anatomy* 216: 69-74. 2017.
 13. Ohya S, Nakamura M, Aoki T, Suzuki D, Kikumoto T, Nakamura E, Ito W, Hirabayashi R, Takabayashi T, Mutsuaki Edama. The effect of running task on muscle shear elastic modulus of posterior lower leg. *Journal of Foot Ankle Research*. 10(56). 2017.
 14. Edama M, Kageyama I, Nakamura I, Nakamura M, Kikumoto T, Nakamura E, Ito W, Takabayashi T, Inai T, Onishi H. Anatomical study of the inferior patellar pole and patellar tendon. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 27(12): 1681-1687. 2017.
 15. 江玉睦明, 影山幾男, 中村雅俊, 菊元孝則, 伊藤渉, 中村絵美, 高林知也, 稲井卓真, 大森豪, 大西秀明. 前距腓靭帯の線維束数の違いと足関節内反制動との関係. *J Sports Injury* 22. 2017.
 16. 高林知也, 江玉睦明, 横山絵里花, 金谷知晶, 徳永由太, 久保雅義. ランニング中における後足部, 中足部, 前足部の運動連鎖関係の定量化. *J Sports Injury* . 2: 7-9 . 2016 .
 17. 高林知也, 江玉睦明, 横山絵里花, 金谷知晶, 徳永由太, 久保雅義. 歩行時における後足部, 中足部, 前足部セグメント間の運動連鎖の定量化. *理学療法新淵* . 19: 19-22 . 2016 .
 18. Edama M , Kubo M , Onishi H , Takabayashi T , Inai T , Watanabe H , Nashimoto S, Kageyama I. Differences in the degree of stretching applied to Achilles tendon fibers when the calcaneus is pronated or supinated. *The Foot and Ankle Online Journal*. 9(3). 2016.
 19. Edama M , Kubo M , Onishi H , Takabayashi T , Yokoyama E , Inai T , Watanabe H , Nashimoto S , Kageyama I. Structure of the Achilles tendon at the insertion on the calcaneal tuberosity. *Journal of Anatomy*. 229(5): 610-614. 2016.
 20. 稲井卓真, 江玉睦明, 高林知也, 久保雅義. 下肢関節の屈曲拘縮が立位姿勢の関節角度と関節モーメントに及ぼす影響: 力学シミュレーションによる解析. *体力科学* 65 (6): 511-520 . 2016 . 江玉睦明, 久保雅義, 大西秀明, 高林知也, 横山絵里花, 稲井卓真, 渡辺博史, 梨本智史, 影山幾男. 膝蓋腱発生メカニズムの解剖学的検討. *J Sports Injury* 21 : 11-13 . 2016.
 21. 稲井卓真, 久保雅義, 江玉睦明, 高林知也, 小熊雄二郎. 3次元上の股関節の動きが大腰筋の伸張率に及ぼす影響: 数理モデルによる解析. *理学療法学* . 42 (5): 392-400 . 2016.
- 〔学会発表〕(計 12 件)
1. 高林知也, 江玉睦明, 中村絵美, 稲井卓真, 大森豪, 久保雅義. 日本人大学生における女性の足部アーチモビリティの基準値. 第 23 回スポーツ障害フォーラム(大阪), 2018.1.20.
 2. 高林知也, 江玉睦明. 日本人若年女性に

- における Arch height index の基準値の作成 .第 42 回日本足の外科学会(名古屋), 2017.11.9 ~ 11.10.
3. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 大森豪, 大筋周平, 久保雅義 . 大学生男女における Arch height index の性差 .第 28 回臨床スポーツ医学会(東京), 2017.11.18 ~ 11.19.
 4. 高林知也, 江玉睦明, 稲井卓真, 鈴木眞美, 樋口知華, 久保雅義 . Arch height index を用いた日本人若年女性の足部評価基準値の作成 . 第 17 回新潟医療福祉学会 (新潟), 2017.10.28.
 5. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 稲井卓真, 久保雅義 . ランニング中における下腿と後足部間の協調性パターンの定量化 .第 2 回夏の学校(長崎), 2017.8.19 ~ 8.20.
 6. Takabayashi T, Edama M, Nakamura M, Nakamura E, Kanda M, Kanaya C, Yanagi S, Inai T, Kubo M. Gender differences of lateral longitudinal arch angle during running. WCPT-AWP&PTAT (Thailand), 2017.6.27 ~ 6.30.
 7. 高林知也, 江玉睦明 . ランニング中の下腿と後足部間の協調性パターンの性差 . 第 9 回 JOSKAS (札幌), 2017.6.22 ~ 6.24.
 8. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 金谷知晶, 柳宗, 稲井卓真, 久保雅義 . ランニングにおける中足部の運動学的な性差 . 第 52 回日本理学療法学会(千葉), 2017.5.12 ~ 5.14.
 9. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 金谷知晶, 柳宗, 久保雅義 . ランニング中における中足部回内と Arch Height Index の関連性 . 第 22 回スポーツ障害フォーラム (大阪), 2017.1. 21.
 10. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 大森豪, 久保雅義 . ランニング中における内外側縦アーチと中足骨の運動学的解析 . 第 27 回日本臨床スポーツ医学会 (千葉), 2016.11.5~11.6.
 11. 高林知也, 江玉睦明, 中村雅俊, 中村絵美, 金谷知晶, 柳宗, 久保雅義 . ランニング中における中足部回内と Arch Height Index の関連性 . 第 16 回新潟医療福祉学会 (新潟). 2016.10.29.
 12. 高林知也, 江玉睦明, 中村絵美, 金谷知晶, 柳宗, 久保雅義 . 歩行中における足部セグメント間の協調性パターンの定量 - modified vector coding technique を用いた解析 - . 第 1 回基礎理学療法学「夏の学校」(新潟), 2016.8.20~8.21.
- 6 . 研究組織
- (1)研究代表者
高林知也 (Takabayashi Tomoya)
新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・助教
研究者番号 : 00780339
 - (2)研究分担者
該当者なし
 - (3)連携研究者
該当者なし
 - (4)研究協力者
久保雅義 (Kubo Masayoshi)
江玉睦明 (Edama Mutsuaki)