

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：32717

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350757

研究課題名(和文) ダイナミック動作における下肢と足部筋の力発揮の関連性の解明と足部装具開発への応用

研究課題名(英文) Investigation force generation association between lower limb and foot muscles during dynamic movements and applied for development of foot-ankle apparatus

研究代表者

小山 桂史 (Koyama, Keiji)

桐蔭横浜大学・スポーツ健康政策学部・准教授

研究者番号：70637090

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：テーピングでの足関節・足部固定は裸足と比べると、垂直跳びの離地直前の単位時間あたりの力を低下させ、跳躍高も減少させた(Koyama et al., 2014)。またシューズの着用の有無が歩行の圧力中心の軌跡に影響することも明らかとなった(小山と小島, 2015)。足関節の強固な固定は足関節の底屈筋力のみならず、足指筋力も低下させ(Yamauchi and Koyama, 2015)、これらの結果を踏まえると、傷害予防のための足部装具による足関節および足部固定は、その制限の程度によっては、固定された関節周りの筋群の力発揮を低下させ、それはパフォーマンスの低下につながることを示唆された。

研究成果の概要(英文)：The proper use of an ankle brace is required to prevent major impairment of the muscle functions of the ankle-foot complex. While, ankle taping impairs countermovement jump performance, because of a decreased ability to develop large force rapidly on the ground before the take-off (Koyama et al. 2014). The structure and materials of shoe influence progression excursion of the center of pressure during walking (Koyama and Kojima, 2015). Also, ankle splint decreases generation muscle force at foot and ankle joint (Yamauchi and Koyama, 2015). Therefore, although athletes need to use ankle braces for both practice and sports competition settings to prevent reinjury, they should understand the side effects of an ankle brace on the ability to generate muscle force in the ankle-foot complex.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：足指 足指把持筋力 足部 足関節 地面反力 シューズ 裸足

1. 研究開始当初の背景

ヒトのダイナミック動作では、股関節で発揮された力が二関節筋を介して身体の近位から遠位へと伝えられている。ヒトの運動パフォーマンスは身体から外部に発揮される力の大きさによって決定され、骨格筋から各関節を介して、下肢では股関節、膝関節、足関節、最終的には足指関節へと順に伝達される。特に足部は骨格筋で発揮された全ての力が集約されて地面に力を伝達すること、また地面からの衝撃を緩衝する機能を持ち、力の伝達性を考える上では非常に重要なパーツである。またこれらの関節には複数の筋が跨っており、関節角度の変化や筋の収縮速度によって力発揮が異なるため、各関節に付着する筋の長さ-張力関係、力-速度関係から筋の力発揮特性の議論がされてきた。しかしながら、動作時の下肢筋、および足部筋の役割に関しては、個別に報告がされているものの、ダイナミック動作における下肢と足部筋の力発揮の関連性に関しては詳細に検討されていない。

2. 研究の目的

本研究では、ヒトのダイナミック動作における下肢と足部筋の力発揮の連関性メカニズムの解明を目的とした。

3. 研究の方法

足関節と足部の外在筋と内在筋の力発揮特性を、筋の長さ-張力関係、力-速度関係から検討するため、足関節と足部の外在筋と内在筋の力発揮を筋力計、筋電図、フォースプレート、動作分析システムを使用した。具体的には、ダイナミック動作の下肢三関節とMTP関節を動作分析、足部が発揮する力の定量、各関節周りの筋活動量を定量して、それらの力発揮の連関性メカニズムを評価した。下肢三関節動作やMTP関節の動作もしくは、その周りの筋群の力発揮がテーピングやサポーター、シューズの機能性によって及ぼされる影響を検討した。また傷害予防や臨床、運動パフォーマンスの視点から目的に沿った足部装具の開発への情報提供を学会発表や学術誌等で実施した。

4. 研究成果

テーピングでの足関節・足部固定は裸足と比べると、垂直跳びの離地直前の単位時間あたりの力を低下させ、跳躍高も減少させ、シューズの着用の有無が歩行の圧力中心の軌跡に影響することも明らかとなった。また足関節の強固な固定は足関節の底屈筋力のみならず、足指筋力も低下させた。これらの結果を踏まえると、傷害予防のための足部装具による足関節および足部固定は、

その制限の程度によっては、固定された関節周りの筋群の力発揮を低下させ、それはパフォーマンスの低下につながる事が示唆された。これらの研究成果を学会発表および学術論文で発表した。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計10件)

- 1) 小山桂史. 裸足と裸足に類似したシューズでジョギング時の衝撃力変数の比較. 靴の医学. 30: 42-46, 2017.
- 2) 小山桂史, 栗巢玲生, 柴田風香. 裸足と裸足に類似したシューズでジョギングの接地中の下肢筋活動量の比較. 日本スポーツ健康科学誌. 3: 9-15, 2016.
- 3) 小山桂史. ランニングにおける足の機能. RUNNING style. 69: 18-21, 2015.
- 4) 小山桂史, 小島賢悟. シューズ着用と裸足での歩行における圧力中心の移動量の比較. 日本スポーツ健康科学誌. 2: 21-26, 2015.
- 5) Yamauchi J +,* and Koyama K+. Influence of ankle braces on the maximum strength of plantar and toe flexor muscles. International Journal of Sports Medicine. 36: 592-595, 2015.
- 6) Otsuka M, Yamauchi J *, Kurihara T, Morita N and Isaka T. Toe flexor strength and lower-limb physical performance in adolescent. Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche. 174: 307-313, 2015.
- 7) Morita N+,*, Yamauchi J +,*, Kurihara T, Fukuoka R, Otsuka M, Okuda T, Ishizawa N, Nakajima T, Nakamichi R, Matsuno S, Kamiie S, Shide N, Kambayashi I and Shinkaiya H. Toe flexor strength and foot arch height in children. Medicine & Science in Sports & Exercise. 47: 350-356, 2015.
- 8) 山内潤一郎. ヒト複合関節動作の神経-筋制御システム: スポーツ・日常動作に必要なパワー発揮能力とその向上ための最適なトレーニング方法とは? ストレングス&コンディショニングジャーナル. 22: 10-15, 2015.
- 9) Koyama K, Kato T and Yamauchi J. The effect of ankle taping on the ground reaction force in vertical jump performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 28: 1411-1417, 2014.
- 10) Kurihara T+, Yamauchi J+,*, Otsuka M, Tottori N, Hashimoto T and Isaka T. Maximum toe flexor muscle strength and quantitative analysis of human plantar intrinsic and extrinsic muscles by a magnetic resonance imaging technique. Journal of Foot and Ankle Research. 7:

26, 2014.

(学会発表)(計 22 件)

- 1) 小山桂史, 山内潤一郎. 跳躍パフォーマンスにおける足部筋力の重要性. 第 169 回日本体力医学会関東地方会, 東京, 2017.
- 2) 小山桂史, 長藤祐介, 山内潤一郎. 足部と下腿部の筋力・パワートレーニングがバランス能力および跳躍時の力発揮能力に及ぼす効果. 第 71 回 日本体力医学会大会, 岩手, 2016.
- 3) Koyama K, Nagahuji Y, Yamauchi J. Maximum muscle strength and balance performance after the high intensity strength and agility exercise of the foot and leg muscles. 21 th annual congress of the European College of Sport Science, Austria, 2016.
- 4) 下石怜央, 綾部誠也, 犬飼義秀, 齋藤誠二, 小山桂史, 石崎聡之. 足関節保護装具の装着がカッピング動作の足関節内反角度に及ぼす影響. フットボール学会, 東京, 2016.
- 5) 清水麻由子, 小池英晃, 小山桂史, 山内潤一郎. ランニング時の腕振りがエネルギー消費に及ぼす影響. S&C カンファレンス 2015, 東京, 2015.
- 6) 清水麻由子, 小池英晃, 小山桂史, 山内潤一郎. 歩行時の腕振りがエネルギー消費量と足圧に及ぼす影響. S&C カンファレンス 2015, 東京, 2015.
- 7) 小山桂史, 長藤祐介, 山内潤一郎. 足部と下腿部の高強度パワー・エクササイズが最大筋力とバランス能力に及ぼす影響. S&C カンファレンス 2015, 東京, 2015.
- 8) 小山桂史, 大塚諒介, 山内潤一郎. 足関節装具の着用が反復横跳びのパフォーマンスおよび力発揮に及ぼす影響. 第 70 回日本体力医学学会, 和歌山, 2015.
- 9) 小山桂史, 荻原涼子, 藤田洸樹, 百田笑, 二宮健斗. 足関節の固定強度が跳躍パフォーマンスに及ぼす影響. 第 3 回日本スポーツ健康科学学会, 神奈川, 2015.
- 10) 小山桂史, 山内潤一郎. ダイナミック動作着地時の姿勢制御と足部安定度の新たな評価方法の検討. 第 164 回日本体力医学会関東地方会, 神奈川, 2015.
- 11) Koyama K, Otsuka R, Shibata H, Yamauchi J. Effects of ankle support on the ground reaction force during the repeated side step. 20 th annual congress of the European College of Sport Science, Sweden, 2015.
- 12) 小山桂史, 山内潤一郎. 足関節底屈

速度変化に伴う下腿三頭筋と拇指外転筋の活動特性. 第 27 回バイオエンジニアリング講演会, 新潟, 2015.

- 13) 大坂慎, 小山桂史, 廣瀬立朗, 山内潤一郎. 足関節底屈における下腿三頭筋と拇指外転筋の筋活動量. S&C カンファレンス 2014, 東京, 2014.
- 14) 栗巢玲生, 小山桂史, 柴田風香, 山内潤一郎. シューズの機能性はジョギング時の衝撃力に反映されるのか? S&C カンファレンス 2014, 東京, 2014.
- 15) Koyama K, Kurisu R, Shibata H, Koike H, Yamauchi J. Vertical ground reaction force during jogging in bare and shod conditions. 19th annual Congress of the European College of Sport Science, Amsterdam, 2014
- 16) 小山桂史, 小島賢悟. シューズの着用が歩行の圧力中心の軌跡に及ぼす影響. 第 2 回 日本スポーツ健康科学学会, 岡山, 2014.
- 17) 小山桂史, 栗巢玲生, 柴田風香, 山内潤一郎. シューズ着用が低速走行時の着地衝撃力に及ぼす影響. 第 69 回日本体力医学学会, 長崎, 2014.
- 18) 五十澤彩, 小山桂史, 大塚諒介, 山内潤一郎. 足関節サポータの着用した垂直跳び時の下肢の筋活動量について. S&C カンファレンス 2014, 東京, 2014.
- 19) 小山桂史, 山内潤一郎. シューズ着用がドロップジャンプ時の衝撃力およびパフォーマンスに及ぼす影響. S&C カンファレンス 2014, 東京, 2014.
- 20) 佐々木美穂, 小山桂史, 加藤知生, 廣瀬立朗, 山内潤一郎. 足趾把持筋力と新体力テストとの関係性. S&C カンファレンス 2014, 東京, 2014.
- 21) 柴田風香, 小山桂史, 栗巢玲生, 山内潤一郎. 異なる機能性のシューズでジョギングした下肢の筋活動量の比較. S&C カンファレンス 2014, 東京, 2014.
- 22) Koyama K, Kurisu R, Shibata H, Yamauchi J. Vertical ground reaction force during jogging in bare and shod conditions. 2th International Congress on Sport Science Research and Technology Support, Italy, 2014

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小山桂史 (KOYAMA KEIJI)

桐蔭横浜大学・スポーツ健康政策学部・准教授

研究者番号: 70637090

(2) 研究分担者

山内潤一郎 (YAMAUCHI JUNICHIRO)

首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授

研究者番号:70552321