

平成22年 6月21日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2008～2009

課題番号：20800061

研究課題名（和文）異なるスポーツ活動種目における腱形態特性の違い

研究課題名（英文）Effects of the different sport activities on tendon architectures

研究代表者

石川 昌紀 (ISHIKAWA MASAKI)

大阪体育大学・体育学部・講師

研究者番号：20513881

研究成果の概要（和文）：本研究は、超音波筋腱イメージング測定方法を開発し、異なるスポーツ競技選手のアキレス腱・膝蓋腱の形態特性（太さ・長さ）を明らかにすることである。本研究成果は、超音波筋腱映像を分析するソフトウェアを開発し、650名の競技スポーツ6年以上の経験を有する選手を対象に形態測定を実施した。その結果、水泳選手では左右差が見られず、比較的細い腱が観測され、逆に、槍投げや跳躍の陸上選手にのみ左右差として利き足のアキレス腱肥大が認められた。他の競技選手では左右差が認められず、非常に大きなストレスをかけているスポーツ競技においてのみ腱の特異的なトレーニング適応が起こっている可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of the present study is to examine effects of the different sport activities on the tendon architectures. The 650 sport athletes were volunteered for this study. The length and cross-sectional area (CSA) for Achilles and patella tendons were measured by the musculoskeletal ultrasonography. The results showed that the tendon length and CSA of the dominant leg were significantly greater than those of non-dominant leg in the shot-put and high-jump athletes. The CSA of the swimmers was significantly smaller than other sport athletes. Our results suggest that the specific tendon adaptation can be occurred only in the high-impact sport activities.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,050,000	315,000	1,365,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,250,000	675,000	2,925,000

研究分野：バイオメカニクス

科研費の分科・細目：超音波装置のレンタル代、超音波映像保存用のハードディスク

キーワード：

骨格筋、超音波、身体運動、弾性エネルギー、ストレッチ・ショートニング・サイクル

1. 研究開始当初の背景

近年、超音波組織断層撮影法を用いたヒト生体での運動中の筋腱の動態計測の確立により、生体外部からの情報（関節角度やトルク）による推定だけでなく生体内部の筋・腱組織動態の直接情報も利用し、身体運動中の骨格筋メカニクスが盛んに探索されている。我々は非侵襲超音波組織断層撮影法による身体運動中の筋動態高速スキャンニングを世界に先駆けて可能にしてきた。その結果、ヒト生体の反動を伴うダイナミックな身体運動中、腱の弾性利用が重要な役割を果たしていることを確認し、その腱の弾性を効果的に利用するために筋肉の長さが調整されていることを示してきた。ヒト筋腱複合体において、これまで筋に関するトレーニング効果や競技特性に関する研究は数多くなされてきたが、腱に関するそれらの報告は十分なされてきていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、超音波筋腱イメージング測定方法を開発し、異なるスポーツ競技選手のアキレス腱・膝蓋腱の形態特性（太さ・長さ）を明らかにし、様々なスポーツ運動種目の多様性と腱の形態特性の関係を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本学スポーツクラブに所属する競技歴6年以上の大学生650人が本研究に同意し、測定に参加した。本研究では、超音波組織断層撮影法(Nemio20, 東芝)を用いてアキレス腱・膝蓋靭帯の長さ・横断面積の測定を行った。同時に、それらの動画像を解析するオフライン解析システムの開発を行った。

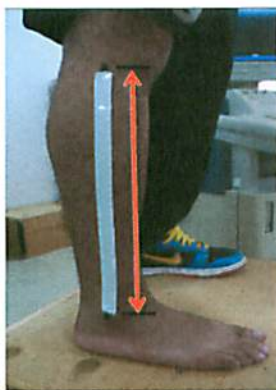


図1. 下腿長の測定  
大腿骨外側上顆点から外果最突出点を下腿長とした。

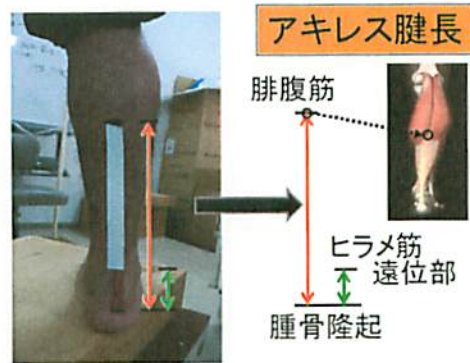


図2. 超音波を用いたアキレス腱長の測定  
超音波装置を用いて、腓腹筋遠位部とヒラメ筋遠位部を同定し、踵骨隆起からの距離をそれぞれ、腓腹筋アキレス腱長、ヒラメ筋アキレス腱長とした。

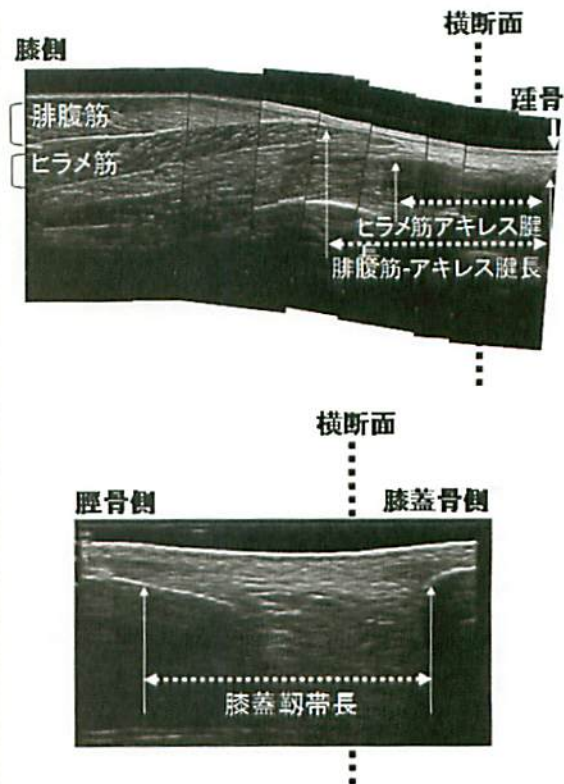
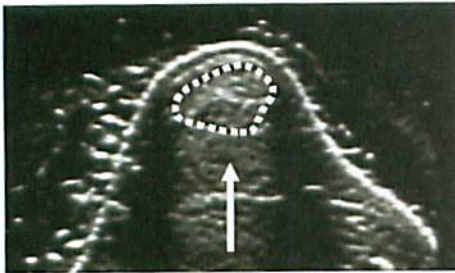


図3. 超音波装置を用いたアキレス腱・膝蓋腱長測定図

### アキレス腱横断面積



### 膝蓋靭帯横断面積

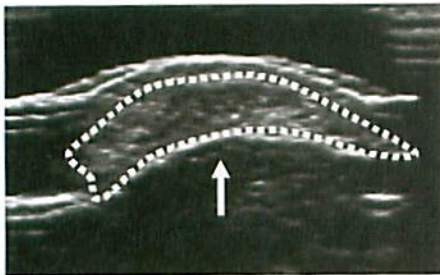


図4. 超音波装置を用いたアキレス腱・膝蓋靭帯横断面積測定図

#### 4. 研究成果

本研究の結果、作成した超音波筋腱イメージ計測ソフトの開発によって、多くの応用研究が可能となった(下記、主要な発表論文①-④参照)。また測定した結果、水泳選手では左右差が見られず、比較的細い腱が膝蓋腱にのみ視測された。逆に、槍投げや跳躍の陸上選手にのみ左右差として利き足のアキレス腱肥大が認められた。他の競技選手では左右差が認められず、筋と異なり、腱の特異的なトレーニング適応が起こっている可能性が示唆された。つまり十分な強度のトレーニングを行わないと腱の形態を変化させることができない我々の仮説をサポートする結果となった(下記、主要な学会発表①, ③参照)。今後、スポーツ競技レベルと腱形態・機能特性の関係、さらに競技シーズン通しての腱形態・機能特性の変化、トレーニングによる縦断的研究、スポーツ種目・動作に合わせた身体を適応させていく積極的な筋腱トレーニングプログラムの開発など行っていく必要性が指摘された。

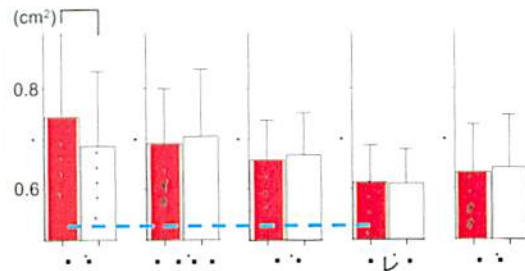


図5. 異なるスポーツ種目選手のアキレス腱横断面積

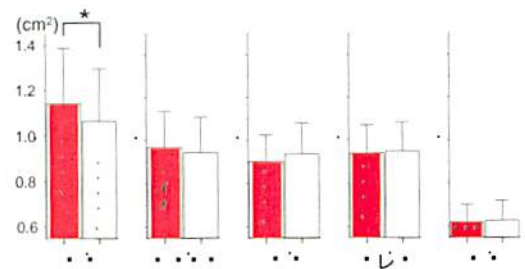


図6. 異なるスポーツ種目選手の膝蓋靭帯横断面積

#### 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4件)

- ① Cronin NJ, Peltonen J, Ishikawa M, Komi PV, Avela J, Sinkjaer T, Voigt M. Achilles tendon length changes during walking in long-term diabetes patients. *Clinical Biomech.* 査読有 [Epub ahead of print], 2010. (In press)
- ② af Klint R, Cronin NJ, Ishikawa M, Sinkjaer T, Grey MJ. Afferent contribution to locomotor muscle activity during unconstrained overground human walking: an analysis of triceps surae muscle fascicles. *J. Neurophysiol.* 査読有 103:1262-1274, 2010.
- ③ Cronin NJ, Ishikawa M, Af Klint R, Komi PV, Avela J, Sinkjaer T, Voigt M. Effects of prolonged walking on neural and mechanical components of stretch responses in the human soleus muscle. *J Physiol.* 査読有 1:587(Pt 17):4339-4347, 2009.

- ① Cronin NJ, Ishikawa M, Grey MJ, af Klint R, Komi PV, Avela J, Sinkjaer T, Voigt M. Mechanical and neural stretch responses of the human soleus muscle at different walking speeds. J Physiol. 査読有 1:587(Pt 13):3375-3382. 2009.
- [学会発表] (計 7 件)
- ① Ishikawa M, Cronin N, Hoferen M, af Klint R, Komi PV. (2010) Neuromuscular-tendon interaction during human locomotion. 6th World Congress on Biomechanics, Singapore, 1-5 August.
- ② Komi PV, Hoffren M, Ishikawa M (2010) Neuromechanics of aging and fatigue: impact of sports and physical activity. 6th World Congress on Biomechanics, Singapore, 1-5 August.
- ③ Ishikawa M, Komi PV (2010) Neuromuscular-tendon interaction during human locomotion. 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, Antalya, Turkey, 23-26 June.
- ④ Cronin N, Peltonen J, Ishikawa M, Avela J, Komi PV, Sinkjaer T, Voigt M (2009) Muscle fascicle stretch velocity in relation to stretch reflex activation at different condition levels in human triceps surae. The Japanese society of Physical fitness and sports medicine (Japanese Journal of Physical fitness and sports medicine pp 52.)
- ⑤ Cronin NJ, Ishikawa M, Grey MJ, af Klint R, Komi PV, Avela J, Sinkjaer T, Voigt M. (2009) Effects of walking speed on human soleus stretch responses. XXII Congress of the International Society of Biomechanics, Cape Town, South Africa, 5-9th, July.
- ⑥ Cronin NJ, Ishikawa M, af Klint R, Komi PV, Avela J, Sinkjaer T, Voigt M. (2009) Prolonged walking increases compliance in the human soleus muscle-tendon unit: Implications for the short latency stretch reflex. 14th Annual Congress of the European College of Sport Science, Oslo, Norway, 24-27th, June.
- ⑦ Hoffrén M, Ishikawa M, Komi PV. (2009) Age-specific and training-induced muscle activation profiles during repetitive hopping. 14th Annual Congress of the European College of Sport Science, Oslo, Norway.

24-27th, June.

[図書] (計 1 件)  
 (編集) Komi PV, Nicol C, Duchateau J. (分筆  
 著者) Ishikawa M, Komi PV. The  
 Encyclopaedia of Sports Medicine.  
 "Neuromuscular adaptations to Exercise, Fatigue,  
 Training, disuse and Ageing: special emphasis on  
 SSC" Chapter 8 Fascicle-tendon interactions in  
 natural human movement. Wiley-Blackwell,  
 Massachusetts, USA (In press)

[産業財産権]  
 ○出願状況 (計 0 件)  
 ○取得状況 (計 0 件)

[その他]  
 ホームページ等

6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
 石川 昌紀 (ISHIKAWA MASAKI)  
 大阪体育大学 体育学部 講師  
 研究者番号: 20513881
- (2) 研究分担者  
 ( )  
 研究者番号:
- (3) 連携研究者  
 ( )  
 研究者番号: