

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350825

研究課題名(和文) 足部力発揮能力を決定する解剖機能的役割の解明と新たな転倒予防トレーニングの開発

研究課題名(英文) Detecting the role of neuromuscular and anatomical function of the foot intrinsic and extrinsic muscles for preventing the fall

研究代表者

栗原 俊之 (Kurihara, Toshiyuki)

立命館大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号：10454076

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：足内在筋と足外在筋が独立にはたらい足趾筋力が発揮されるが、足アーチに荷重が加わったときには、足内在筋および後脛骨筋が同時に活動することで足アーチを高く保つことができる。一般に、足趾筋力が強いほど運動パフォーマンスやバランス能力がよくなり、逆に、足内在筋がうまく活動できない人は扁平足などの障害を生じる。一方、普段から走る・跳ぶを繰り返しているアスリートでは、足趾筋力と運動パフォーマンスの関係に非常に大きなばらつきが確認され、足趾筋力を規定する因子が複雑であることが分かった。また、高齢者において足趾筋力とバランス能力との関係が確認され、足趾の筋力向上は転倒予防に役立つことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The toe flexor muscle strength (TFS) is correlated with the size of the plantar intrinsic and extrinsic muscles. During controlled external loading, greater arch deformation was significantly associated with increased muscle activation of both tibialis posterior and plantar intrinsic muscles. The weakness of TFS would impair the function of the foot and ankle and cause a pathological deformation onto the toe and/or foot. In sedentary subjects, the relationship between sprint time, vertical jump height, and TFS are significant, which indicates the importance of the plantar intrinsic muscles. While, the ability to change direction among athletes is slightly affected by TFS. It suggests that the contribution of the TFS is less important than the strength on ankle, knee and hip joints. Furthermore, TFS is important for balance or postural control for elderly, indicating that decreased TFS might be the risk of falls for elderly.

研究分野：バイオメカニクス

キーワード：足趾筋力 筋電図 MRI 足内在筋・外在筋 バランス能力

1. 研究開始当初の背景

ヒトは二足歩行の達成により、手を自由に動かすことができるようになった半面、立位姿勢を維持するために唯一の接地面である足底二点のバランス能力の向上が必須事項となった。したがって、下腿部の筋力が低下した高齢者のバランス能力において足底部の筋の重要性が増すと予想される。一方、ヒトの移動手段として歩行動作があるが、歩行中の離地の最終局面では、踵足が地面から離れて中足指節(MTP)関節の背屈が大きくなる。このときの地面反力に対抗するのはMTP関節の底屈トルクが主となる。歩行中の筋活動を定量した研究では、足部内在筋(短母趾屈筋、短趾屈筋、母趾外転筋、小趾外転筋)の活動はプッシュオフ局面で大きくなる。足部内在筋の減弱によるMTP関節底屈トルクの低下は歩行時のバランス低下を引き起こすと予想される。

このように、バランス能力や歩行動作においても足部筋機能は重要であるにも関わらず、これまでは足・膝・股関節の役割に着目されていたため、足部の力発揮能力を制御する要因については、解剖学的にも神経生理学的にも不明な点が多い。この理由の一つに足部の内在筋は層をなして複雑に絡み合っていることから、それぞれの筋の持つ機能を構造的・解剖学的に同定することは困難であること、全筋が統合されて足趾筋力が発揮されるために動作中の筋活動を個別に定量できないことがあげられる。

この足部の筋機能を詳細に分析し、足部が立位姿勢や歩行動作でどのような役割をしているのかを明らかにすることは、高齢者の転倒予防に直結する。高齢者における足部筋力の低下はバランス能力低下の原因となり、転倒リスクを高める(Menz et al., 2006 J Gerontology)。転倒予防のためには、足部の筋力向上(あるいは筋力維持)をする必要があるが、最近の研究から、筋力トレーニングによって高齢者の筋力低下が防げることは明らかになってきた。

2. 研究の目的

本研究は、解剖学的手法と神経生理学的手法を総動員し、足部筋機能の制御メカニズムを明らかにすることを目的とする。また、若齢者と高齢者で足部筋機能を比較することにより、加齢に伴う足部筋機能の変化を特定し、高齢者の転倒予防のための足部の筋機能向上に向けた新しいトレーニングを考案する。

3. 研究の方法

研究1: 足趾筋力の定量(直接法と間接法の比較検討)

若齢成人を対象に、足部の力発揮能力を制御する要因を定量するために、直接的に筋力を測定する方法(直接法)と間接的に筋サイズから筋力を推定する方法(間接法)を用いた。直接法では、中足指節(MTP)関節と足

関節の関節角度を変え、各趾の筋力をそれぞれ測定できるような新しい筋力測定器を開発して、正確な足趾筋力を測定した。間接法ではMRI法を用いて足内在筋・足外在筋の各筋量を計測し、各筋の力発揮能力を推定した。直接法と間接法で得られた結果を比較検討し、足趾筋力を規定する要因を同定した。

研究2: 足趾筋力発揮時の足内在筋・足外在筋活動測定(MRI-T2値測定、筋電図測定) 健常成人男女被験者20名を対象に、新しく作製した筋力測定器を用いて、運動課題時の筋活動を測定した。表層部の筋は表面筋電、深部に位置する長母趾屈筋、短母趾屈筋、後脛骨筋、母趾外転筋の筋活動は筋腹よりワイヤー筋電を用いて筋活動量を定量した。ワイヤー筋電計がどの筋に達しているのかを超音波法により筋の位置を目視して確認し、ワイヤー筋電計に通電することで神経筋生理学的に筋を同定してから行った。足部内側縦アーチは足内在筋や後脛骨筋が活動することによってその高さが保たれることが知られている。そこで、1) 座位安静時とした状態で膝上に荷重すること、あるいは、2) 立位姿勢になって自体重の負荷がかかることによって、縦アーチを変形させたときに、足内在筋が活動するか否かを確認した。さらに、足趾筋力計を用いて、3) MTP関節の関節角度を変えて筋力を発揮した際の筋活動の違いを定量した。

次に、一般成人男性8名に対して片脚立位で足指のみを接地した姿勢での筋力発揮を測定した。被験者は1) カーフレイズ状態で静止5分間、あるいは2) 片脚連続ジャンプ5分間を行った後にMRI-T2画像を用いて、筋活動が行われた筋群の定量を行った。

研究3: 足部筋(足内在筋・足外在筋)機能の加齢変化

地域在住の健常な高齢者(60歳以上)を対象とし、厚生労働省の介護予防マニュアル(改訂版)ならびに文部科学省の新体力テストから抜粋した体力測定項目(握力、開眼片足立ち、Timed Up & Goテスト、歩行時間(通常、最大)、日常生活活動テスト、長座体前屈、10m障害物歩行、6分間歩行)に加えて、足趾筋力の測定を行った。

4. 研究成果

研究1: 握力計を模して作られた足指筋力計(T.K.K. 3361、竹井機器)を用いて、健常成人男女被験者28名を対象に足指筋力を測定した。測定姿勢は、座位、長座位、両足立位、片足立位、両足立位荷重負荷の5試技とし、さらに運動パフォーマンスやバランス能力との相関をみるために、垂直跳び、立ち幅跳び、ファンクショナルリーチ、静止立位保持課題などを行った。同時にMRIにより足部の筋横断面積を求めた。足指筋力と筋断面積の間に相関が認められた。また、跳躍能力や

バランス能力と足指筋力にゆるやかな相関 ($r=0.63$, $r=-0.59$) が認められ、足指筋力が各種運動能力に関連することが示唆された。内側部 (短母趾屈筋、短趾屈筋、母趾外転筋) の筋横断面積と足指筋力にゆるやかな相関が認められた ($r=0.55$, $r=0.48$)。

次に、中足趾節関節を中心軸に回転する機械を作製し、従来の足指筋計と併用して足指筋力を測定した。新しい機械は中足趾節関節の角度を 15 度刻みで変化させることができ、関節角度 - 筋力関係を見出すことができた。この機械を用いて、一般成人に加えて大学生アスリート 171 名 (アメリカンフットボール部 20 名、ゴルフ部 34 名、レスリング部 7 名、日本拳法部 11 名、ダンサー 30 名、陸上競技短距離部 27 名、陸上競技長距離部 42 名) の足指筋力を測定した。競技種目による有意な筋力差が認められなかったが、跳躍能力やバランス能力などいくつかの運動能力との間に相関が認められた。アメリカンフットボール部の選手において、中足趾節関節背屈位で測定できる新しい筋力計の方が、底屈位で測定する従来の筋力計よりも運動パフォーマンスとの関係性が高いことが示された。実際の競技中には中足趾節関節背屈位で活動することが多いことから、アスリートに対する足指筋力の測定は背屈位で評価する方が望ましいことが明らかとなった。

研究 2: 長母趾屈筋、短母趾屈筋、後脛骨筋、母趾外転筋の筋腹にワイヤ電極を挿入し、足指筋力発揮中の筋活動量を定量した。その結果、1) 安静時の負荷条件では、被験者によって様相が異なり、アーチ高が大きく変化する被験者 (Flexible arch subject) では筋活動がみられ、アーチ高の変化が少ない被験者 (Rigid arch subject) では筋活動が認められず、アーチの頑強さと筋活動が関連することが示唆された。ただし、2) 立位ではその傾向がなく、全ての被験者で筋活動が惹起される様相が認められた。3) 足指筋力発揮中の筋活動量を定量したところ、背屈位で測定する新しい筋力計の場合には従来の足指筋力計よりも足内在筋 (短母趾屈筋、母趾外転筋) の活動が大きくなった。

片脚立位時の筋力発揮は、カーフレイズ状態で 5 分静止しているよりも、連続ジャンプ後の方が MRI-T2 値の変化が大きかったことから、連続ジャンプ時に足内在筋全体が活動していることが確認された。

研究 3: 地域在住の高齢者運動教室において協力を募り、筋量、筋力、歩行能力、バランス能力などの測定を 115 名に対して行った。高齢者の場合、足趾筋力とバランス能力に有意な相関は認められなかった ($r=0.17$, $p=0.18$) が、筋量との間に相関は認められた ($r=0.44$, $p<0.01$)。測定は 1 年後にも行い、2 年続けて参加された方は 71 名 (平均 75 歳、男性 18 名、女性 53 名) であった。バランス

能力の指標である静止立位時の重心同様速度の変化と足趾筋力の変化との間にゆるやかな相関が認められた ($r=-0.30$)。

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 40 件)

Hashizume Satoru, Fukutani Atsuki, Kusumoto Kazuki, Kurihara Toshiyuki, Yanagiya Toshio, Comparison of the Achilles tendon moment arms determined using the tendon excursion and three dimensional methods, *Physiological Reports*, 査読有, 2016, Vol.4, e12967
DOI: 10.14814/phy2.12967

Yanagisawa Osamu, Kurihara Toshiyuki, Intramuscular water movement during and after isometric muscle contraction: evaluation at different exercise intensities, *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 査読有, 2016, Vol.36(5), 368-375
DOI: 10.1111/cpf.12239

Toda Yoko, Kimura Tetsuya, Taki Chinami, Kurihara Toshiyuki, Homma Toshiyuki, Hamaoka Takafumi, Sanada Kiyoshi, New ultrasonography-based method for predicting total skeletal muscle mass in male athletes, *Journal of Physical Therapy Science*, 査読有, 2016, Vol.28(5), 1556-1559
DOI: 10.1589/jpts.28.1556

Tottori Nobuaki, Kurihara Toshiyuki, Otsuka Mitsuo, Isaka Tadao, Relationship between lateral differences in the cross-sectional area of the psoas muscle and curve running time, *Journal of Physiological Anthropology*, 査読有, 2016, Vol.35(3)
DOI: 10.1186/s40101-016-0086-6

Ido Ayumi, Nakayama Yuki, Ishii Kojiro, Iemitsu Motoyuki, Sato Koji, Fujimoto Masahiro, Kurihara Toshiyuki, Hamaoka Takafumi, Satoh-Asahara Noriko, Sanada Kiyoshi, Ultrasound-derived abdominal muscle thickness better detects metabolic syndrome risk in obese patients than skeletal muscle index measured by dual-energy x-ray absorptiometry, *PLoS One*, 査読有, 2015, Vol.10(12), e0143858
DOI: 10.1371/journal.pone.0143858

K. Michael Rowley, Danielle N. Jarvis, Toshiyuki Kurihara, Yu-Jen Chang, Abigail L. Fietzer, Kornelia Kulig, Toe flexor strength, flexibility and function and flexor hallucis longus tendon morphology in dancers and non-dancers, *Medical Problems of performing artists*,

査読有, 2015, Vol.30(3), 152-156
<https://www.sciandmed.com/mppa/journalviewer.aspx?issue=1210&article=2110>
Yamauchi Junichiro, Kurihara Toshiyuki,
Yoshikawa Maki, Taguchi Sadayoshi,
Hashimoto Takeshi, Specific
characterization of regional storage fat
in upper and lower limbs of young healthy
adults, Springer Plus, 査読有, 2015, Vol.4,
402
DOI: 10.1186/s40064-015-1181-6
Otsuka Mitsuo, Yamauchi Junichiro,
Kurihara Toshiyuki, Morita Nobuteru,
Isaka Tadao, Toe flexor strength and
lower-limb physical performance in
adolescent, Gazzetta Medica Italiana
Archivio per le Scienze Mediche, 査読有,
2015, Vol.174 (7-8),307-313
<http://www.minervamedica.it/en/journals/gazzetta-medica-italiana/article.php?cod=R22Y2015N07A0307>
Fukutani Atsuki, Kurihara Toshiyuki,
Comparison of the muscle fascicle length
between resistance-trained and untrained
individuals: cross-sectional observation,
Springer Plus, 査読有, 2015, Vol.4,341
DOI: 10.1186/s40064-015-1133-1
Otsuka Mitsuo, Otomo Satoshi, Isaka
Tadao, Kurihara Toshiyuki, Ito Akira,
Recommendations for instructional content:
relationships of hurdle clearance motion
with body height and hurdle running time
in 12-14 year old boys, Journal of Physical
Education and Sport, 査読有, 2015,
Vol.15(2), 194-201
<https://www.questia.com/library/journal/1P3-3739507581/recommendations-for-instructional-content-relationship>
Fukutani Atsuki, Kurihara Toshiyuki,
Isaka Tadao, Factors of force potentiation
induced by stretch-shortening cycle in
plantarflexors, PLoS One, 査読有, 2015,
Vol.10(6), e0120579
DOI: 10.1371/journal.pone.0120579
久野峻幸, 楠本一樹, 栗原俊之, 石川昌
紀, 川上泰雄, 小田俊明, 個人のアキレス腱
形状と筋力データを用いた有限要素シミュ
レーションによる運動時のアキレス腱局所
変形の推定, バイオメカニクス研究, 査読有,
2015, 19巻1号, 2-10
Morita Noriteru, Yamauchi Junichiro,
Kurihara Toshiyuki, Fukuoka Ryosuke,
Otsuka Mitsuo, Okuda Tomoyasu, Ishizawa
Nobuhiro, Nakajima Toshihiro, Nakamichi
Rio, Matsuno Syuzo, Kamiie Suguru, Shide
Noriyuki, Kambayashi Isao, Shinkaiya
Hisashi, Toe flexor strength and foot arch
height in children, Medicine and Science
in Sports and Exercise, 査読有, 2015,
Vol.47(2), 350-356

DOI : 10.1249/MSS.0000000000000402
NAID: 40020517933
Fukutani Atsuki, Kurihara Toshiyuki,
Isaka Tadao. Influence of joint angular
velocity on electrically evoked
concentric force potentiation induced by
stretch-shortening cycle in young adults,
Springer Plus, 査読有, 2015, Vol.4,82
DOI: 10.1186/s40064-015-0875-0
Fukutani Atsuki, Kurihara Toshiyuki,
Tendon cross-sectional area is not
associated with muscle volume, Journal of
Applied Biomechanics, 査読有, 2015,
Vol.31, 176-180
DOI: 10.1123/jab.2014-0183
Fukutani Atsuki, Hashizume Satoru,
Kusumoto Kazuki, Kurihara Toshiyuki,
Influence of neglecting the curved path of
the Achilles tendon on Achilles tendon
length change at various ranges of motion,
Physiological Reports, 査読有, 2014, Vol.
2 (10), e12176
DOI: 10.14814/phy2.12176
Jiromaru Takumi, Kurihara Toshiyuki,
Isaka Tadao, Measurement of muscle
length-related electromyography activity
of the hip flexor muscles to determine
individual muscle contributions to the hip
flexion torque, Springer Plus, 査読有,
2014, Vol.3, 624
DOI: 10.1186/2193-1801-3-624
Kurihara Toshiyuki, Yamauchi Junichiro,
Otsuka Mitsuo, Tottori Nobuaki, Hashimoto
Takeshi, Isaka Tadao, 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, 査読有, 2014, Vol. 7, 26
DOI: 10.1186/1757-1146-7-26

〔学会発表〕(計 58 件)

Yuasa Yasuhiro, Kurihara Toshiyuki,
Isaka Tadao, Effects of the joint angles
and muscular length on toe flexor strength
in shod and barefoot athletes, 2016年12
月1日, 10th International Conference on
Strength Training, Ryukoku University,
Kyoto, Japan.

栗原俊之, 伊坂忠夫, 下肢単関節の疲労
課題による動的姿勢制御の変化: 筋電図に
よる解析, 2016年11月13日, 第37回バイオ
メカニクス学術講演会、富山県立大学(富山
県・射水市)

栗原俊之, 磁気共鳴画像(MRI)を用いた
ヒト骨格筋機能評価, 2016年10月8日, 第
43回日本臨床バイオメカニクス学会、か
でる2・7(北海道・札幌市)

栗原俊之, 伊坂忠夫, 中足趾関節底屈、
足関節底屈および股関節外転運動における

疲労が動的姿勢制御に与える影響、2016年9月24日、第71回日本体力医学会大会、いわて県情報交流センター(岩手県・盛岡市)

黒岩美幸、栗原俊之、天笠志保、久米美代子、妊婦の足低圧の変化 文献検討、2016年7月31日、日本ウーマンズヘルズ学会、リーガロイヤルホテル東京(東京都・新宿区)

Toshiyuki Kurihara, Youka Izumoto, Tadao Isaka, Differences In Postural Control During Single-Leg Stance Between Young Golfers And Healthy Controls, 2016年7月20日, World Scientific Congress of Golf VII, St. Andrews, Scotland.

Imai Aiko, Kurihara Toshiyuki, Sanada Kiyoshi, Association between skeletal muscle mass and depressive symptoms in Japanese community-dwelling elderly women : A cross-sectional study, 2016年7月6日, 21st Annual Congress of the European College of Sport Science, Vienne, Austria.

栗原俊之, Kevin Michael Rowley, Kornelia Kulig, 伊坂忠夫, 足趾筋力発揮時における足内在筋・外在筋の貢献度, 2015年11月29日, 第36回バイオメカニズム学術講演会, 信州大学(長野県・上田市)

今井あい子、真田樹義、栗原俊之、地域に在住する女性高齢者の身体活動量に関連する体力要素の検討、2015年11月14日、第28回日本トレーニング科学会大会、鹿屋体育大学(鹿児島県・鹿屋市)

湯浅康弘、栗原俊之、藤本雅大、伊坂忠夫、足趾筋力および足部の筋横断面積と方向転換能力との関係、2015年11月14日、第28回日本トレーニング科学会大会、鹿屋体育大学(鹿児島県・鹿屋市)

栗原俊之, MRI を用いた筋活動量の定量, 2015年11月1日, スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2015, 立命館大学(滋賀県・草津市)

K Michael Rowley, Danielle N Jarvis, Toshiyuki Kurihara, Yu-Jen Chang, Abbigail L.Fietzer, Kornelia Kulig, Toe flexor strength, flexibility and function and flexor hallucis longus tendon morphology in dancers and non-dancers, 2015年10月10日, IADMS 25th Annual meeting, Pittsburgh, USA.

栗原俊之、湯浅康弘、伊坂忠夫、足趾の接地不良が動的姿勢制御に与える影響、2015年9月18日、第70回日本体力医学会大会、和歌山県民文化会館(和歌山県・和歌山市)

Tottori Nobuaki, Kurihara Toshiyuki, Mitsuo Otsuka, Guilherme M. Ceser, Tadao Isaka, Preferred foot strategy for sprint initiation in children, 2015年9月10日, 24th Annual Meeting of the ESMAC, Heidelberg, Germany.

Toshiyuki Kurihara, The role of intrinsic and extrinsic foot muscle on

maintaining foot longitudinal arch, 2015年9月2日, Tokyo University of Science-University of Oregon Biomechanics Workshop, Tokyo University of Science, Chiba, Japan.

栗原俊之, MRI による人体計測, 2015年9月1日, 第3回デジタルヒューマン技術協議会, 産業総合研究所総研(東京都・江東区)

Toshiyuki Kurihara, K. Michael Rowley, Stephen F. Reischl, Lucinda L. Baker, Kornelia Kulig, Intrinsic and extrinsic foot muscles have unique roles in functional standing postures, 2015年8月6日, 39th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics, Columbus, USA.

K. Michael Rowley, Toshiyuki Kurihara, Stephen Reischl, Lucinda Baker, Kornelia Kulig, Flexible foot longitudinal arches are lowered more in passive loading and lifted more during single-leg stance compared to rigid arches although muscle activations are similar, 2015年7月14日, XXV Congress of the International Society of Biomechanics, Glasgow, UK.

Fukutani Atsuki, Kurihara Toshiyuki, Isaka Tadao, Force potentiation induced by stretch-shortening cycle depends on the joint angular velocity, 2015年7月6日, 21st Congress of the European Society of Biomechanics, Prague, Czech Republic.

Toda Yoko, Kimura Tetsuya, Taki Chinami, Kurihara Toshiyuki, Homma Toshiyuki, Kitamura M, Hamaoka Takafumi, Sanada Kiyoshi, A new estimation method for male athlete's total skeletal muscle mass by using ultrasonography: difference of prediction model with sedentary population, 2015年6月26日, 20th annual congress of the European College of Sport Science, Malmo, Sweden.

② Fukuoka Ryosuke, Morita Noriteru, Kurihara Toshiyuki, Yamauchi Junichiro, Effect of weight bearing on toe flexor strength and foot arch height, 2015年6月25日, 20th annual congress of the European College of Sport Science, Malmo, Sweden.

② 栗原俊之、島田浩全、古畑雄一朗、真田樹義、小学生を対象とした超音波法による全身骨格筋量推定法の開発、2015年3月7日、京都滋賀体育学会第144回大会、立命館大学(京都府・京都市)

③ 鳥取伸彬、栗原俊之、大塚光雄、伊坂忠夫、小中学生におけるスタンディングスタートの前後足配置と足の使い方、2015年3月7日、京都滋賀体育学会第144回大会、立命館大学(京都府・京都市)

④ 栗原俊之、大塚光雄、鳥取伸彬、橋本健志、伊坂忠夫、山内潤一郎、短距離走選手の足指筋力と足底部筋断面積、2014年11月

8日,第35回バイオメカニズム学術講演会、岡山大学(岡山県・岡山市)

②⑤ 栗原俊之、舟木一世、鳥取伸彬、大塚光雄、伊坂忠夫、山内潤一郎、足指筋力と立位姿勢調整機能の関係、2014年9月21日、第69回日本体力医学会大会、長崎大学(長崎県・長崎市)

②⑥ Jiroumaru Takumi, Kurihara Toshiyuki, Isaka Tadao, The possibilities of recording the iliopsoas muscle activity by surface EMG, 2014年7月11日, 7th World Congress of Biomechanics, Boston, USA.

②⑦ Kurihara Toshiyuki, Jiroumaru Takumi, Isaka Tadao, EMG-angle relationship of hip flexor muscles during maximum isometric hip flexion, 2014年7月9日, 7th World Congress of Biomechanics, Boston, USA.

②⑧ Hashizume Satoru, Fukutani Atsuki, Kusumoto Kazuki, Kurihara Toshiyuki, Yanagiya Toshio, Error evaluation of the tendon excursion for determining the Achilles tendon moment arm by comparing the three-dimensional value, 2014年7月9日, 7th World Congress of Biomechanics, Boston, USA.

②⑨ Fukutani Atsuki, Hashizume Satoru, Kusumoto Kazuki, Kurihara Toshiyuki, Comparison of the achilles tendon length change obtained between direct and indirect measurement, 2014年7月8日, 7th World Congress of Biomechanics, Boston, USA.

③⑩ Morita Noriteru, Yamauchi Junichiro, Kurihara Toshiyuki, Fukuoka Ryosuke, Otsuka Mitsuo, Okuda Tomoyasu, Ishizawa Nobuhiro, Nakajima Toshihiro, Nakamichi Rio, Matsuno Syuzo, Kamiie Suguru, Shide Noriyuki, Kambayashi Isao, Shinkaiya Hisashi, Toe flexor strength and foot arch height in children, 2014年7月4日, 19th Annual Congress of the European College of Sport Science, Amsterdam, Netherland.

③⑪ Fukuoka Ryosuke, Morita Noriteru, Kurihara Toshiyuki, Otsuka Mitsuo, Okuda Tomoyasu, Nakajima Toshihiro, Ishizawa Nobuhiro, Nakamichi Rio, Shide Noriyuki, Kambayashi Isao, Shinkaiya Hisashi, Yamauchi Junichiro, Developmental difference between hand and foot grip strengths from children to college students, 2014年7月4日, 19th Annual Congress of the European College of Sport Science, Amsterdam, Netherland.

③⑫ Yoshikawa Maki, Kurihara Toshiyuki, Taguchi Sadayoshi, Yamauchi Junichiro, Hashimoto Takeshi, The relationship between subcutaneous fat and intramuscular lipid in human limb, 2014年7月2日, 19th Annual Congress of the European College of Sport Science,

Amsterdam, Netherland.

③⑬ Yuki Nakayama, Ayumi Ido, Toshiyuki Kurihara, Koji Sato, Mitsuo Otsuka, Motoyuki Iemitsu, Takafumi Hamaoka, Kiyoshi Sanada, Relationships among visceral adipose tissue area observed in the multiple-slice, metabolic syndrome risks and cardiorespiratory fitness, 2014年5月28日, 61st Annual Meeting of American College of Sports Medicine, Orlando, USA.

③⑭ Fukutani Atsuki, Kurihara Toshiyuki, Kazushige Goto Tendon cross sectional area is not associated with muscle volume, 2014年5月28日, 61st Annual Meeting of American College of Sports Medicine, Orlando, USA.

〔図書〕(計 2件)

栗原俊之, 伊坂忠夫, 足趾の筋力と機能 その2 -ワイヤ筋電図による筋活動の定量-, 2015年8月, 日本トレーニング指導者協会機関誌, 10-12

栗原俊之, 伊坂忠夫, 足趾の筋力と機能 -身体動作に及ぼす足趾の役割と筋力測定方法-, 2015年6月, 日本トレーニング指導者協会機関誌, 12-13

6. 研究組織

(1) 研究代表者

栗原 俊之 (Kurihara Toshiyuki)
立命館大学・スポーツ健康科学部・助教
研究者番号: 10454076

(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

大塚 光雄 (Otsuka Mitsuo)
立命館大学・スポーツ健康科学部・助教
研究者番号: 20611312

福谷 充輝 (Fukutani Atsuki)
立命館大学・総合科学技術研究機構・特別研究員
研究者番号: 80722644

(3) 連携研究者

伊坂 忠夫 (Isaka Tadao)
立命館大学・スポーツ健康科学部・教授
研究者番号: 30247811

(4) 研究協力者

Kornelia Kulig
Dept. Biokinesiology and Physical Therapy,
University of Southern California,
Professor