

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12932

研究課題名(和文)筋個別の筋トルク寄与率に基づいた筋の選択的評価・トレーニング方法の開発

研究課題名(英文)Development of individual muscle evaluation and training method based on contribution ratio of the individual muscle

研究代表者

坪山 直生 (Tsuboyama, Tadao)

京都大学・医学研究科・教授

研究者番号：90261221

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、超音波を用いて計測された筋の弾性率に筋厚を乗じることによって筋張力指標を考案した。筋張力指標を用いて、非荷重位での股関節運動および荷重位での姿勢保持における股屈筋群個々の筋張力および筋張力バランスを分析した。非荷重位での運動では、股屈曲主動筋である腸骨筋と長内転筋のところが補完的関係にあることが示された。また荷重位での姿勢保持では、骨盤・体幹後傾位で股屈筋群の筋張力は増加するが、そのパターンは筋によって一様ではなかった。ただし、股屈筋群の筋張力バランスは姿勢によらずほぼ一定であった。筋張力指標を応用することで、筋個別の評価・トレーニング方法の開発が可能になると考える。

研究成果の概要(英文)：In this research project, muscle tension index was devised by multiplying muscle elasticity measured by elastography function by muscle thickness. We analyzed muscle tension and muscle tension balance of individual hip flexor muscle groups in hip motion at non-weight bearing condition and maintaining posture at weight bearing condition using muscle tension index. It was shown that there was complementary relationship between the iliacus muscle and adductor longus muscle in hip flexion motion. Moreover, in the weight bearing condition, the muscle tension of the hip flexors increased with posterior tilt of the pelvis and trunk. However, its pattern was not uniform by the muscle. Furthermore, the muscle tension balance of the hip flexors was almost constant regardless of posture. The muscle tension index will contribute to develop evaluation and training for each individual muscle.

研究分野：整形外科

キーワード：筋張力 超音波エラストグラフィー 評価 トレーニング

1. 研究開始当初の背景

筋力の評価・トレーニングは、高齢者の運動機能維持や障害を有する者の機能改善、アスリートの競技力向上のためなど、様々な場面で必須である。なかでも、複数の筋が関与した関節運動としての筋力(筋トルク)の評価・トレーニングだけではなく、筋個別の選択的な評価・トレーニングは、とりわけ、障害者やアスリートの機能改善において重視されている(Ha SM et al., 2013)。しかし、基礎的知見は十分でなく、科学的に検証された評価・トレーニング方法はほとんど存在しない。

従来、ある関節運動にかかわる複数の筋の中での個別筋の相対的な寄与率は、筋電図を用いて運動時の筋活動を記録し筋間の筋活動量の比率を算出することで推定されてきた(Sidorkewicz N et al., 2014)。しかし、筋電図では、神経学的な筋の活動程度は比較できるものの、筋の大きさや静止張力の異なる筋間の比較においては、それは必ずしも発揮される筋張力を反映しない。

近年、筋張力の指標として超音波せん断波エラストグラフィ機能による筋の弾性率計測が用いられている(Bouillard K et al., 2012)。この方法を用いることで、筋個別の運動時の筋張力を推定することが可能である(図1)。ただし、さらに近年、筋張力が同じであっても断面積が大きな筋ほど筋内一部位で計測された弾性率は低値を示すことが報告された。そのため、我々は、筋張力を推定するためには弾性率に筋の形態的指標(断面積や筋厚)を乗じるにより筋張力をより高い精度で推定可能であると考えた。

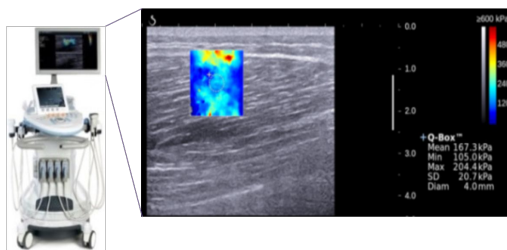


図1 超音波せん断波エラストグラフィ機能による筋弾性率の計測

2. 研究の目的

本研究課題では、新たに考案された筋張力指標を用いて、非荷重位及び荷重位での関節運動あるいは姿勢保持時の各関節周囲筋の筋張力を推定するとともに寄与率を求め、筋の選択的な評価・トレーニングに有用な知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

実験1 非荷重位での股関節運動による検証

対象：健康若年成人 18 名とした。
方法：背臥位での膝関節伸展位股関節屈曲運動(SLR)を運動課題とした。被験者は背臥

位となり、まず安静時の股関節屈筋各筋の筋厚を測定した。対象筋は、腸骨筋、大腿直筋、大腿筋膜張筋、長内転筋とした。骨盤はベルトで固定し、被験者は股関節屈曲 15° 位膝伸展 0° 位で下肢を保持した。安定して姿勢を保持している最中に、上記各筋の弾性率を超音波せん断波エラストグラフィ機能を用いて計測した。さらに、計測された弾性率に各筋の筋厚を乗じることで各筋の筋張力を推定した。本研究課題では、股関節屈筋群の中での各筋の補完的作用を分析する目的で、各筋の筋張力指標間の相関関係を分析した(Spearman rank correlation coefficient)。

実験2 荷重位での姿勢保持による検証

対象：健康若年成人 20 名とした。
方法：本研究課題では、股関節屈筋群の働きと姿勢保持の関係性を調べるために、片脚立位で体幹および骨盤を後傾させた姿勢を選択した。具体的には、股関節・骨盤・体幹中間位での片脚立位姿勢(基本肢位)、基本肢位から体幹のみ 10° 後傾させた姿勢(体幹後傾)、基本肢位から骨盤と体幹をともに 10° 後傾させた姿勢(骨盤体幹後傾)の 3 肢位とした(図2)。なおこれら 3 肢位で重心位置を一定にするために、計測時には重心動揺計を用いて重心位置を確認した。まず、安静背臥位にて対象筋(腸骨筋、大腿直筋、大腿筋膜張筋、長内転筋、縫工筋)の筋厚を計測した(図3)。次に、各課題時の各筋の弾性率を計測した。筋張力の指標として、各筋の弾性率に各筋筋厚を乗じた値を用いた。腸骨筋については、すべての筋の筋張力の総和に対する腸骨筋の筋張力比も求めた。3 課題間の筋張力指標に関して、反復測定一元配置分散分析および多重比較を行った。

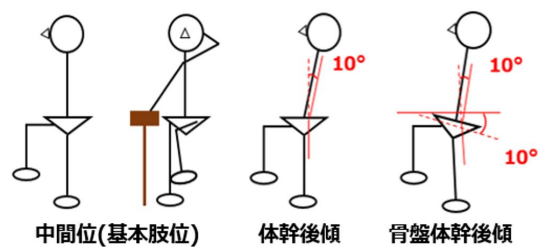


図2 荷重位での測定課題

各筋の測定箇所 (下記部位で筋線維が明瞭に映る箇所)	
腸骨筋(①)	ASISより4cm遠位かつ大腿動脈外側
縫工筋(②)	ASISと踵足を結んだ線上で、ASISより8cm遠位
大腿直筋(③)	ASISと膝蓋骨上縁を結ぶ線分の中点
長内転筋(④)	内転筋群に沿って、恥骨結合より4横指遠位
大腿筋膜張筋(⑤)	ASISと大腿骨外側顆を結ぶ線上の近位1/6

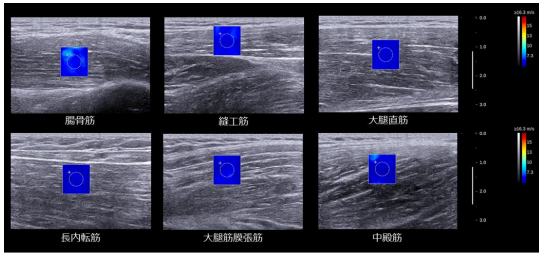


図3 各筋の筋厚及び弾性率計測部位

4. 研究成果

実験1

相関分析の結果、腸骨筋と長内転筋の間に有意な負の相関を認めた(図4)。すなわち、股関節屈筋の主動筋である腸骨筋の筋張力が低下した場合、長内転筋が代償的に筋張力を増加させて股関節屈曲力を補完する関係性にあることが分かった。しかし、腸骨筋と大腿筋膜張筋および腸骨筋と大腿直筋の間には有意な関係性を認めなかった。

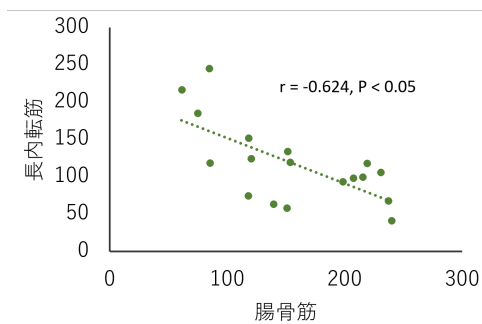


図4 筋張力指標間の関連性

実験2

各筋の筋張力指標について、長内転筋を除くすべての筋で課題間の有意差を認めた。事後検定の結果、腸骨筋、大腿直筋、大腿筋膜張筋、縫工筋は、中間位と比較して骨盤体幹後傾位で有意に筋張力が増加した。また、腸骨筋と大腿筋膜張筋では、体幹後傾よりも体幹骨盤後傾位で有意に増加し、大腿直筋、大腿筋膜張筋、縫工筋は中間位と比して体幹後傾で増加した。一方、腸骨筋の筋張力比は課題間で有意さを認めずほぼ一定であった(図5)。

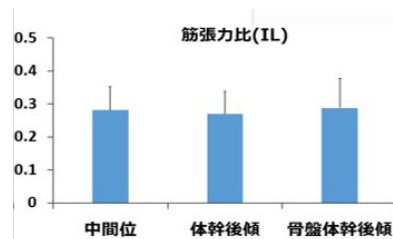
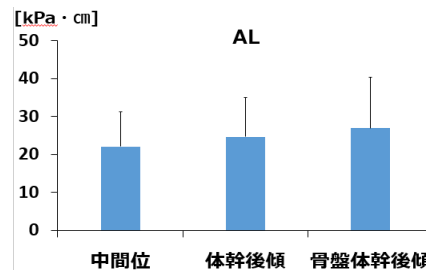
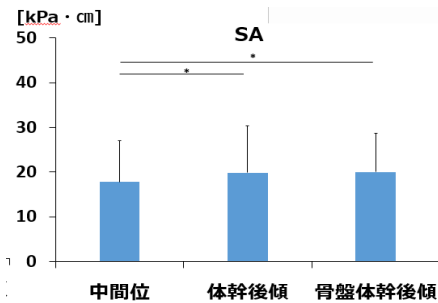
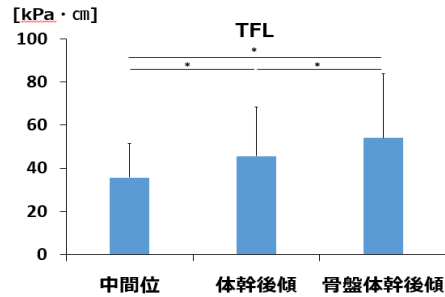
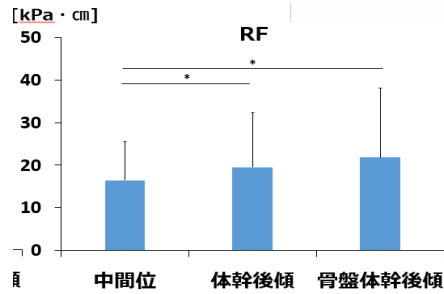
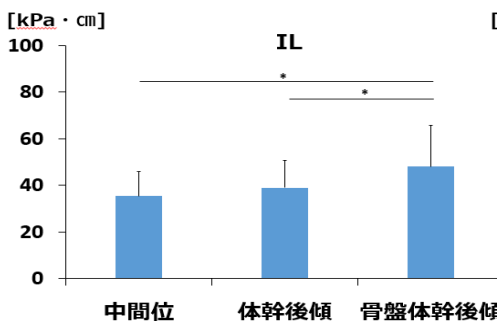


図5 各筋の筋張力指標および腸骨筋の筋張力比

IL, 腸骨筋; RF, 大腿直筋; TFL, 大腿筋膜張筋; SA, 縫工筋; AL, 長内転筋
* P < 0.05

すなわち、体幹や骨盤が後傾した姿勢では股関節屈筋はそれぞれ異なったパターンで筋張力を増加させるが、股関節屈筋群の中での筋張力バランスを表す腸骨筋の筋張力比は一定に保たれていることが明らかとなった。

本研究課題の実施により、超音波せん断波

エラストグラフィ機能により計測される筋の弾性率と筋厚とを用いた新たな筋張力指標により、関節運動時や姿勢保持時の筋の筋張力を筋個別に推定することができる可能性が示された。我々の追加分析により、本研究で用いた筋弾性率に筋厚を乗じて筋張力値を推定する方法は、筋弾性率のみから筋張力を推定するよりもより妥当性が高くなることが示されており、今後さらに股関節以外の部位でも検証を進める予定である。

本研究結果を応用することで、筋委縮の程度が筋によって一定ではないとされる一般高齢者や、上下肢や体幹に障害を有する患者での筋機能の評価・トレーニング、あるいはアスリートの競技力向上のための筋個別の評価・トレーニング方法の開発が可能になると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計4件)

Yagi M, Tateuchi H, Saeki J, Umehara J, Hirono T, Motomura Y, Ichihashi N, The compensatory relationship between the muscle tension of the iliacus muscle and other hip flexors in healthy subjects. The 23th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2018.

八木優英, 建内宏重, 栗生瑞己, 水上優, 本村芳樹, 市橋則明, トーマステスト返報時の股関節運動に関連する筋の特定. 第52回日本理学療法学会, 2017.

建内宏重, 変形性股関節症の病期に沿った運動療法の観点から. 第43回日本股関節学会, 2016

近藤勇太, 建内宏重, 坪山直生, 市橋則明, せん断波エラストグラフィ機能を用いた腸骨筋筋張力の非侵襲的測定. 第3回日本運動器理学療法学会学術大会, 2016.

〔図書〕(計0件)

〔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
京都大学大学院医学研究科人間健康科学系
専攻臨床バイオメカニクス研究室

<http://clin-biomech.hs.med.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坪山直生 (TSUBOYAMA, Tadao)
京都大学・医学研究科・教授
研究者番号: 90261221

(2) 研究分担者

市橋則明 (ICHIHASHI, Noriaki)
京都大学・医学研究科・教授
研究者番号: 50203104

建内宏重 (TATEUCHI, Hiroshige)
京都大学・医学研究科・特定准教授
研究者番号: 60432316