

Title	立位姿勢における筋の粘弾性の解明
Sub Title	Muscle stiffness estimation during quiet standing
Author	内山, 孝憲(Uchiyama, Takanori)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2019
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2018.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>筋の粘弾性は、対象者を計測装置に固定して計測するしかなく、立位を維持しているときの粘弾性は明らかにされていない。また、床反力計では、重心が動揺する面積や動揺の軌跡長が評価されてきたが、筋の粘弾性を推定した例は存在しない。本研究では、成人男性6名を対象として、下腿の筋と足関節の粘弾性を推定した。床反力計の上に対象者を立たせ、下腿の筋の1つである内側腓腹筋に電気刺激を与えて重心の揺らぎ（圧力中心の揺らぎ）を計測した。計測した圧力中心の揺らぎには、ヒトが立位姿勢を維持するときの本来の揺らぎに電気刺激によって誘発された揺らぎが重畳する。そこで、電気刺激を与えずにヒトが立位姿勢を維持するときの本来の揺らぎを計測し、これを自己回帰モデルで近似して、カルマンフィルタを構成した。このカルマンフィルタを用いて、電気刺激による揺らぎをノイズと見做して取り除き、電気刺激を与えたときのヒトの本来の揺らぎとした。これを重畳する信号から差し引いて、電気刺激による揺らぎを抽出した。次に、電気刺激を基準として電気刺激による揺らぎを同期加算平均した。電気刺激を入力とし、同期加算平均した電気刺激による揺らぎを出力とするシステムを同定して、4次の伝達関数を得た。これを2次の伝達関数の積に分解し、その極から固有周波数を求めた。固有周波数は、2Hz程度と0.5Hz程度であった。前者は、歩行中の内側腓腹筋の固有種周波数と同程度であり、後者は足関節周りの共振周波数に近い値であった。内側腓腹筋を円柱と仮定し、体重にしめる内側腓腹筋の割合から内側腓腹筋の質量を求めて弾性を見積もると、30N/m程度であった。また、ヒトを足関節周りに粘弾性を持つ倒立振子と仮定して弾性を見積もると、800nm/rad程度であった。これらの値は、過去の報告と同程度であった。本研究によって、床反力計を用いて、下腿の筋と足関節の弾性を同時に推定することが可能になった。</p> <p>Muscle stiffness has been estimated by fixating participant's hand or leg to an measurement equipment. Therefore the muscle stiffness during quiet standing is unknown. Force plate has been used to measure center of pressure (COP) fluctuation, and the area and length of the fluctuation ere evaluated. It has been never used to estimate muscle stiffness. Six young male participated in the experiment. A participant stood on the force plate and their medial gastrocnemius muscles were electrically stimulated. The COP fluctuation was measured. The COP fluctuation involved intrinsic fluctuation and electrically induced fluctuation. Therefore, the intrinsic fluctuation was model with an autoregressive (AR) model. The AR model was used to construct a Kalman filter. The Kalman filter was used to smooth the measured signal to extract the electrically induced fluctuation. The electrically induced fluctuation was synchronously averaged. The averaged signal was used to estimate the transfer function from the electrical stimulation to the fluctuation. The transfer function was identified as the fourth-order model. The fourth-oder model has two natural frequencies. They were approximately 2 and 0.5 Hz. The natural frequency of 2 Hz provided the medial gastrocnemius muscle stiffness of 30 N/m. The natural frequency of 0.5 Hz provided the ankle stiffness of 800 N/rad. These stiffness were closed to those in previous reports. This study proposed a novel method to estimate muscle and ankle stiffness using a force plate.</p>
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2018000005-20180073

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	教授	補助額	100 (C) 千円
	氏名	内山 孝憲	氏名 (英語)	Takanori Uchiyama		
研究課題 (日本語)						
立位姿勢における筋の粘弾性の解明						
研究課題 (英訳)						
Muscle stiffness estimation during quiet standing						
1. 研究成果実績の概要						
<p>筋の粘弾性は、対象者を計測装置に固定して計測するしかなく、立位を維持しているときの粘弾性は明らかにされていない。また、床反力計では、重心が動揺する面積や動揺の軌跡長が評価されてきたが、筋の粘弾性を推定した例は存在しない。本研究では、成人男性 6 名を対象として、下腿の筋と足関節の粘弾性を推定した。床反力計の上に対象者を立たせ、下腿の筋の 1 つである内側腓腹筋に電気刺激を与えて重心の揺らぎ(圧力中心の揺らぎ)を計測した。計測した圧力中心の揺らぎには、ヒトが立位姿勢を維持するときの本来の揺らぎに電気刺激によって誘発された揺らぎが重畳する。そこで、電気刺激を与えずにヒトが立位姿勢を維持するときの本来の揺らぎを計測し、これを自己回帰モデルで近似して、カルマンフィルタを構成した。このカルマンフィルタを用いて、電気刺激による揺らぎをノイズと見做して取り除き、電気刺激を与えたときのヒトの本来の揺らぎとした。これを重畳する信号から差し引いて、電気刺激による揺らぎを抽出した。次に、電気刺激を基準として電気刺激による揺らぎを同期加算平均した。電気刺激を入力とし、同期加算平均した電気刺激による揺らぎを出力とするシステムを同定して、4 次の伝達関数を得た。これを 2 次の伝達関数の積に分解し、その極から固有周波数を求めた。固有周波数は、2 Hz 程度と 0.5 Hz 程度であった。前者は、歩行中の内側腓腹筋の固有種周波数と同程度であり、後者は足関節周りの共振周波数に近い値であった。内側腓腹筋を円柱と仮定し、体重にしろめる内側腓腹筋の割合から内側腓腹筋の質量を求めて弾性を見積もると、30 N/m 程度であった。また、ヒトを足関節周りに粘弾性を持つ倒立振子と仮定して弾性を見積もると、800 nm/rad 程度であった。これらの値は、過去の報告と同程度であった。本研究によって、床反力計を用いて、下腿の筋と足関節の弾性を同時に推定することが可能になった。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>Muscle stiffness has been estimated by fixating participant's hand or leg to an measurement equipment. Therefore the muscle stiffness during quiet standing is unknown. Force plate has been used to measure center of pressure (COP) fluctuation, and the area and length of the fluctuation ere evaluated. It has been never used to estimate muscle stiffness. Six young male participated in the experiment. A participant stood on the force plate and their medial gastrocnemius muscles were electrically stimulated. The COP fluctuation was measured. The COP fluctuation involved intrinsic fluctuation and electrically induced fluctuation. Therefore, the intrinsic fluctuation was model with an autoregressive (AR) model. The AR model was used to construct a Kalman filter. The Kalman filter was used to smooth the measured signal to extract the electrically induced fluctuation. The electrically induced fluctuation was synchronously averaged. The averaged signal was used to estimate the transfer function from the electrical stimulation to the fluctuation. The transfer function was identified as the fourth-order model. The fourth-order model has two natural frequencies. They were approximately 2 and 0.5 Hz. The natural frequency of 2 Hz provided the medial gastrocnemius muscle stiffness of 30 N/m. The natural frequency of 0.5 Hz provided the ankle stiffness of 800 N/rad. These stiffness were closed to those in previous reports. This study proposed a novel method to estimate muscle and ankle stiffness using a force plate.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
T. Uchiyama, A. Sugiyama	Muscle Stiffness Estimation Using Center of Pressure Fluctuations Induced by Electrical Stimulation	World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018	2018 年 6 月			