

成人女性における下腿周径囲と下腿筋硬度の日内変動

Diurnal Variation of the Lower Leg Girth and Gastrocnemius Muscle Hardness

嶋田 卓 (日本女子体育大学大学院スポーツ科学専攻)
 藤田 英二 (鹿屋体育大学)
 福永 哲夫 (鹿屋体育大学)

大森 秋桜 (日本女子体育大学大学院スポーツ科学専攻)
 田中 寿志 (株式会社グローバルヘルス)
 沢井 史穂 (日本女子体育大学)

抄録

【目的】成人女性を対象として、長時間の座位姿勢による下肢のむくみの程度と、それに伴う下腿筋硬度の変化の有無を検討することを目的とした。【方法】健常な女性9名(年齢:23.6±2.4歳)を被験者として、朝8:00-8:30と夕17:30-18:00に、下肢水分量(生体電気インピーダンス法による)、下腿周径囲、下腿筋硬度を測定した。携帯型のBモード超音波装置のプロープに圧力計を内蔵することで、加えた圧力に対する筋組織そのものの変形量をリアルタイムに計測できる装置(荷重超音波装置: mhULT)を用い、超音波のプロープ圧と筋厚との間の一次回帰直線の勾配を筋硬度の指標とした。【結果】朝より夕の方が下腿周径囲と下肢水分量は有意に増加した。一方、下腿筋硬度は朝と夕で有意な差は認められなかった。【考察】朝から夕にかけての下腿周径囲の増加は、継続的な水分量の貯留によるものと推察され、筋に重力や運動による大きな負荷がかからない座位姿勢による日常生活の範囲内であれば、下腿の形状変化はあるものの、筋硬度の大きな変動はないと考えられた。

1. 緒言

ヒトの肢体容積は、重力やホルモン、活動量など様々な要因が影響して、経時的に変化している。そのため、ヒトの形態には日内変動が存在することが知られている。下肢の形状変化は、成人女性におけるむくみの評価・判定のための指標として用いられている(丸山・飯塚, 1988; 李ほか, 1987; Winkel, 1981)。若年女性における生活習慣と足のトラブルやフットケアの関連性についての実態調査を実施した米山ほか(2007)の報告によれば、下腿の冷え、むくみ、倦怠感、痛み、痺れ、ほてり、痙攣、搔痒、知覚過敏などの症状を抱えていること、さらにこ

れらの症状の中でも、むくみの症状を訴えた者は約50%に上ることが示されている。このことから、女性では日常生活において何らかの身体的トラブルや不快感を有しており、中でもむくみは女性の代表的な不定愁訴のひとつであると考えられる。一般的にむくみとは、毛細血管内腔から周囲の皮下組織に間質液が過剰に貯留した状態であるとされている(細川ほか, 2006)。また、作業姿勢が下腿の容積変化に及ぼす影響について検討したWinkel(1981)の研究によると、ほとんど動かず椅子に座ったまま1日中仕事をしたときと、15分に1回約2分間の歩行動作を加えたときとを比較すると、歩行動作を加えた時の下腿容積の変化率は長時間座位で過ごした時の半分であったという。したがって、日常生活における生活姿勢や作業姿勢は、下肢の形状変化を生じる原因と言える。

一方、仕事での作業姿勢が下肢のむくみと筋疲労に及ぼす影響について検討した須藤ほか(2010)の研究によると、朝方から夕方にかけて下腿の体積が有意に増加し、筋硬度が増加したこと、さらに立ち仕事とデスクワークにおける姿勢の比較においては、立ち仕事の方がデスクワークよりも下腿体積が有意に増加したものの、両姿勢間における筋硬度の変化量には有意差がなかったことが報告されている。しかしながら、この研究に用いられた筋硬度計は圧入型のものであったことから、筋組織そのものの硬さを直接反映しているとは言い難い。その理由として、圧入型の筋硬度計で得られる組織の反力は、皮膚および皮下脂肪の影響を受けることが報告されている(河合ほか, 2010; 松林・土肥, 2011; 村木, 2009)。加えて、圧入型の筋硬度計によるヒト骨格筋の筋硬度測定は、測定を行う検者の習熟度による測定誤差を伴いやすいことから、その妥当性や信頼性には限界があるとの指摘がある(斎藤, 2006)。筋硬度を測定する新たな手法として近年、超音波診断装置によって組織の硬さをリアルタイムに評価できるstatic elastography法(廣野ほか, 2013)や、dynamic elastography

Taku SHIMADA (Graduate School of Sports Science, Japan Women's College of Physical Education)

Sakura OOMORI (Health and Sports Science Japan Women's College of Physical Education)

Eiji FUJITA (National Institute of Fitness and Sports in Kanoya)

Hisashi TANAKA (Global Health Co. Ltd.)

Tetsuo FUKUNAGA (National Institute of Fitness and Sports in Kanoya)

Shiho SAWAI (Japan Women's College of Physical Education)

受付日: 2016/6/30 受理日: 2016/12/14

法(Shinohara et al., 2010)が開発された。これら手法では、取得した超音波画像に表示された任意の範囲における硬さを高精度に評価することができるという利点がある。しかしながら、これらの手法に用いられる測定装置は「高価である」ことや、「持ち運びが困難である」ことなどから、スポーツやリハビリテーションなどの実践現場において手軽に利用するには適当とはいえないという短所がある。

一般的に硬さとは変形を与えた際の抵抗と定義される(寺沢・岩崎, 1981)ことから、筋硬度も力(応力)と変位(歪)の関係から定量的に評価することができると考えられる。藤田ほか(2015)は、携帯型のBモード超音波装置のプローブに圧力計を内蔵することにより、加えた圧力に対する筋形状の変形量をリアルタイムに計測できる装置(荷重超音波装置: muscle hardness ultrasonography; mhULT)を用いて、ヒト骨格筋の筋硬度を客観的かつ定量的に評価する手法(超音波筋硬度測定法)を考案した。この装置を用いた研究において、藤田ほか(2015)は、上腕屈筋群を対象に計測したプローブ圧と筋厚の変化の関係における一次回帰式の傾きから筋硬度を算出し、その妥当性および再現性を検証している。この装置は、移動可能で比較的安価な装置であることから、実験室内だけでなく、スポーツやトレーニングのフィールド測定においても活用することが可能である。したがって、この装置を用いることで、皮膚および皮下脂肪の影響を除いた筋組織そのものの変形量を簡便に定量化することが可能となる。

そこで本研究は、成人女性を対象として、長時間の座位姿勢による下肢のむくみの程度と、それに伴う下腿筋硬度の変化の有無をmhULTを用いて検討することを目的とした。先行研究(須藤ほか, 2010)においては、朝から夕方にかけてデスクワークの姿勢でも下腿の体積、筋硬度ともに有意に増加したことが報告されているが、皮膚および皮下脂肪の影響を除いた筋組織自体の硬さについては明らかにされていないからである。

II. 方法

(1) 被験者

本研究の被験者は、某大学に属する健常な女子学生及び事務作業を主に行っている女性教職員9名(年齢: 23.6 ± 2.4歳, 身長: 155.8 ± 4.2cm, 体重: 53.8 ± 5.4kg)であった。

本研究を行うに際し、被験者には所属機関における研究倫理規程に基づき、事前に測定趣旨、内容ならびに危険性について説明を行い、参加への同意を得た。

(2) 測定時間

各被験者が休憩時間以外はほぼ座位で過ごしている平

日の1日を測定日に選び、朝(8:00-8:30)と夕(17:30-18:00)の2回、下記項目の測定を行った。

(3) 形態計測および下肢水分量測定

形態計測として身長、体重、右下肢の水分量、右下腿長及び最大周径囲を計測した。身長は、身長計(シルバーワイドTK-11253)を用いて計測した。また、体重及び下肢の水分量の測定には、ボディコンポジションアナライザー(Biospace社製InBody3.2)を用いた。この測定器は、生体電気インピーダンス法に基づいて導出された電流の抵抗値から、体脂肪率及び身体各部の水分量といった身体組成を推定できる装置である。本研究では、体水分検査における右下肢水分量の値を朝と夕で比較することにより、下肢における水分貯留の日内変動を確認するための指標とした。むくみの指標となる細胞外水分量比(細胞外液量/体水分量)についても、朝と夕で比較を行った。下腿の最大周径囲は、スチール製のメジャーを用いて、立位時における下腿長近位30%の位置において計測した。そして、朝と夕の下腿の最大周径囲を比較することにより、下腿の形状変化を知る指標とした。

(4) 筋硬度の測定

筋硬度測定には、mhULTである「みるキューブ」(グローバルヘルス社製)を用いた。本装置は、携帯型のBモード超音波装置のリニア型プローブ(6MHz)に圧力計を内蔵することで、加えた圧力に対する筋形状の変形量をリアルタイムに計測できる装置であり、ヒト骨格筋の筋硬度を客観的かつ定量的に評価することが可能である(藤田ほか, 2015)。プローブが内部ケースと外部ケースの二重構造になっており、ケース間に圧力計が装着されていることにより(図1a)、1gf単位でプローブによる圧力をかけていった際の筋厚変化をリアルタイムに記録することができる(図1b)。筋硬度の測定に用いたプローブ振動子は64素子、取得される画像データの画素数は113 × 320dot(0.325mm/dot)、有効測定深度は80mmである。

下腿筋硬度の測定部位は、下腿周径囲測定と同様に、下腿長の近位から30%部位(安倍・福永, 1995)とした。肢位はベッド上での伏臥位とし、被験者には下腿の筋を十分弛緩させるように指示した。測定部位の皮膚表面にmhULTのプローブを当て、0-1000gf程度までゆっくりと(1秒当たり100gfずつのペースで)圧迫力をかけていく過程での下腿三頭筋の筋厚(腓腹筋外側頭とヒラメ筋を合わせた厚さ)の変化の画像を記録した後、先行研究の手法(藤田ほか, 2015)に基づいて、圧迫力と筋厚の間に直線性が認められる区間(100-600gf)の一次回帰式を求め、その勾配を筋硬度の指標とした。この時、一次回帰式の直線性については、プローブ圧と筋厚の関係につい

て相関分析を行いその直線性を検証した。測定例を図2に示す。回帰直線の傾きが大きいほど、筋が柔らかいということになる。

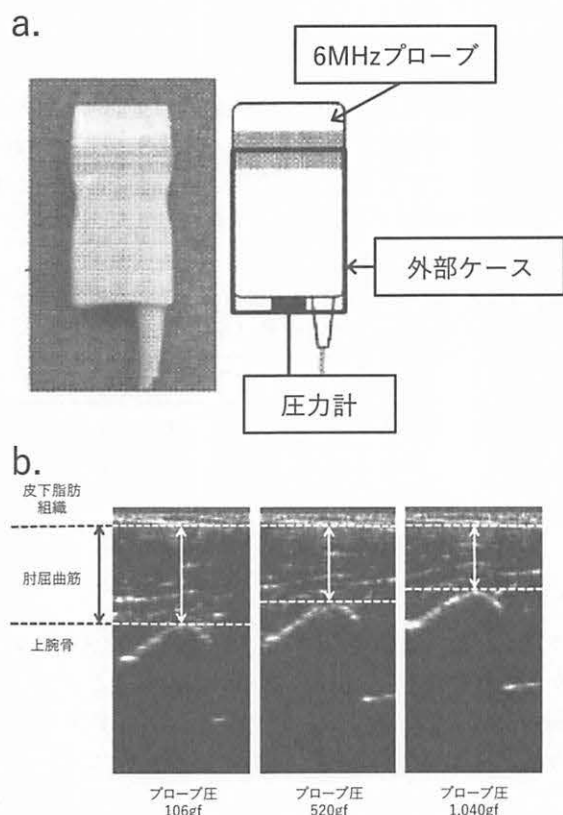
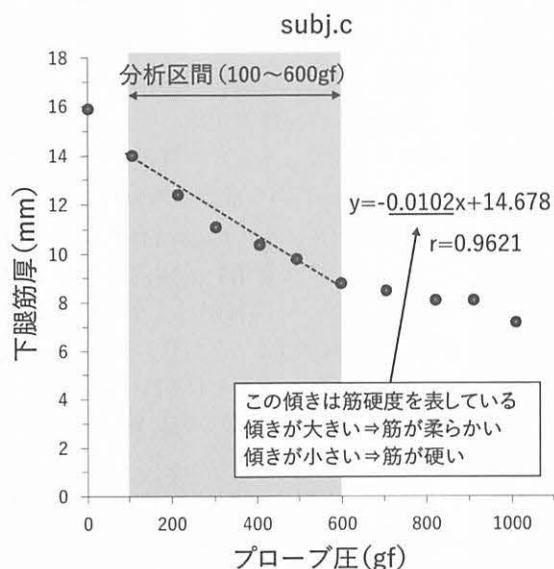


図1 荷重超音波装置プローブ構造 (a) プローブ圧迫による筋厚の変化 (b) (画像は先行研究における肘屈曲筋の例) (藤田ほか, 2015)



下腿筋厚とは下腿三頭筋の厚さを表す

図2 プローブによる圧迫力と下腿筋厚との関係

(5) 筋厚及び皮下脂肪厚の測定

本研究では、超音波法 (安部・福永, 1995) により、筋硬度の計測の際に取得した画像から、下腿三頭筋の筋厚及び同部位の皮下脂肪厚を計測した。下腿三頭筋の筋厚及び皮下脂肪厚は、筋硬度測定時における圧力がかかっていない状態 (0gf) の画像を用いて計測した。

(6) 統計処理

朝と夕の下腿周径围, 下肢水分量, 下腿三頭筋硬度の平均値の比較には対応のある t 検定を用いた。筋硬度の評価に当たり、分析区間内の mhULT のプローブ圧と筋厚との間の一次回帰式を求め、ピアソンの積率相関係数の検定を行い、直線性を確認した。統計処理にはエクセル統計 2015 を用い、有意水準は危険率 5% 未満とした。

III. 結果

下腿周径围, 下肢水分量, 下腿三頭筋硬度の日内変動を表1に表す。下腿周径围の平均値は、朝は 35.0 ± 1.90 cm, 夕は 35.5 ± 2.02 cm であり、朝より夕のほうが下腿周径围は有意に増加した ($p < 0.05$)。

表1 朝と夕における下腿周径围, 下肢水分量, 下腿筋硬度 (すべて右側)の測定結果 (平均値±標準偏差)

	下腿周径围(cm)	下肢水分量(L)	腓腹筋硬度
朝	35.0 ± 1.90	4.32 ± 0.44	0.0131 ± 0.0027
夕	$35.5 \pm 2.02^*$	$4.42 \pm 0.51^*$	0.0138 ± 0.0026

下腿筋厚とは下腿三頭筋の厚さを表す

*: 朝より夕の方が有意に高値を示したことを表す ($P < 0.05$)。

下肢の水分量の平均値を見ると、朝は 4.32 ± 0.44 L, 夕は 4.42 ± 0.51 L であった。朝と夕で、下肢の水分量にも有意な差がみられ ($p < 0.05$)、夕の方が、下肢の水分量は増加していた。また、表2にはむくみの指標となる細胞外水分量比 (細胞外液量/体水分量) を朝と夕で示した。細胞外水分量比も、朝 0.314 ± 0.009 から夕 0.320 ± 0.010 に有意に増加した。

表2 朝と夕における細胞外水分量比 (平均値±標準偏差)

	細胞外水分量比
朝	0.314 ± 0.009
夕	$0.320 \pm 0.010^*$

細胞外水分量比; 細胞外液量を体水分量で除した値

*: 朝より夕の方が有意に高値を示したことを表す ($P < 0.05$)。

一方、朝と夕の下腿三頭筋の筋硬度の平均値は、朝は 0.0131 ± 0.0027 、夕は 0.0138 ± 0.0026 で、両者の間に有意な差は認められなかった。代表例として、被験者3名における朝と夕それぞれのmhULTのプロープ圧と下腿三頭筋の筋厚との関係を図3に示した。この例のように、いずれの被験者も朝と夕の回帰直線はほぼ重なっており、

下腿三頭筋の筋硬度に日内変動は認められなかった。なお、筋硬度を算出した際の、プロープ圧と下腿筋厚との一時回帰式の相関係数の平均値は朝 0.964 ± 0.043 、夕 0.923 ± 0.055 であった。さらに、0gf時(圧迫力をかけない状態)の下腿三頭筋の筋厚の平均値を見ると、朝は $19.33 \pm 5.31\text{mm}$ 、夕は $18.74 \pm 4.05\text{mm}$ であり、皮下脂肪厚の平均値は、朝 $6.51 \pm 1.95\text{mm}$ 、夕 $6.38 \pm 2.17\text{mm}$ であったが、筋硬度と同様に朝と夕で有意差は見られなかった(表3)。また、下腿三頭筋の筋硬度と筋厚及び同部位の皮下脂肪厚との間に相関関係は認められなかった。

表3 朝と夕における下腿三頭筋の筋厚及び同部位の皮下脂肪厚の測定結果(平均値±標準偏差)

	筋厚(mm)	皮下脂肪厚(mm)
朝	19.33 ± 5.31	6.51 ± 1.95
夕	18.74 ± 4.05	6.38 ± 2.17

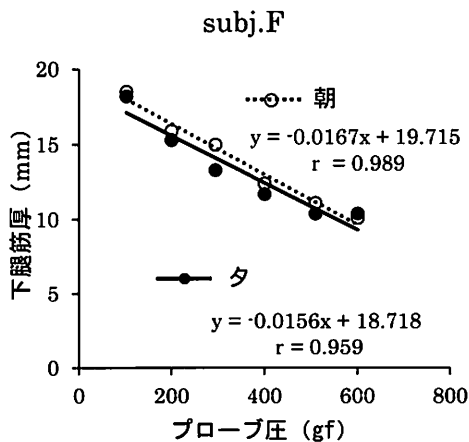
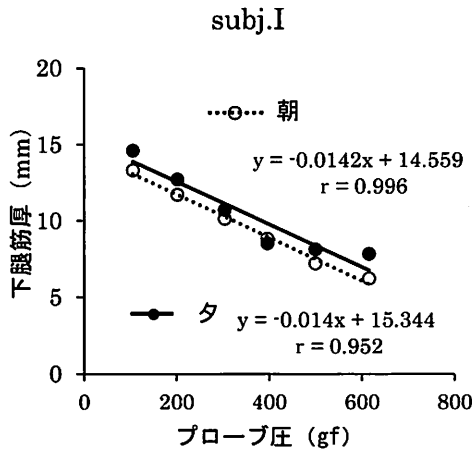
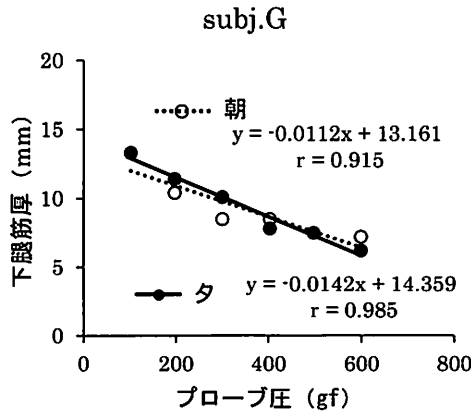


図3 プロープによる圧迫力と下腿筋厚との関係 代表例における朝と夕の比較

IV. 考察

本研究では、下腿周径囲と下腿三頭筋硬度の朝から夕にかけての変化を、mhULTを用いて調べることにより、下腿の形状変化と筋の硬さとの関連性について検討した。

今回、下腿の形状変化を判断する指標として、下腿周径囲と下肢水分量を用いた。これまでの先行研究では、労働現場における疲労調査の一つとして下腿周径囲の測定が行われており、特に立位姿勢での労働条件下では下腿周径囲が大きくなることが報告されている(石山ほか, 2012; 須藤ほか, 2010)。立位労働条件下にある手術室の専属勤務者の下腿周径囲を調べた研究(近藤・瀬尾, 1997)においても、勤務前に比べて、昼食時、勤務後の下腿周径囲が増加していたという。下肢は心臓より下に位置するため、重力によって体液が滞ってしまうために下肢のむくみが起こりやすくなることが報告されている(内山, 2006)。また、身体内のある部分に水分貯留が生じると、その部位のインピーダンスが下がる(有澤ほか, 1996)ことから、インピーダンス法を用いて体内の水分量の分布を測定することにより、時間経過により生じた下腿内部の水分環境の変化を観測することができることが報告されている。本研究では、朝と夕のそれぞれにおいて下腿周径囲と下肢水分量を測定した結果、朝に比べて夕の方が両者とも有意に増加していた。朝から夕にかけての増加率を算出したところ、下腿周径囲は約1.5%、下肢水分量では約2%の増加率であった。したがって、日常生活における生活姿勢は、下肢の水分量や周径囲の日内変動に影響を及ぼすことが予想される。もちろん、下肢水分量には大腿、下腿及び足部の水分量が含まれており、必ずしも

下腿の水分量を直接的に表しているとはいえない。一方、立位姿勢と座位姿勢における下肢のむくみについて検討した報告(須藤ほか, 2010)によると、立位姿勢では、下腿周径囲における朝から夕にかけての増加率は、座位姿勢の約3倍程度であったという。このデータから、下腿容積の増加率を立位姿勢と座位姿勢全員の平均値から算出してみたところ、その増加率は約3.6%であった。この値に比べると、本研究の下腿周径囲及び下肢水分量における増加率は低かったといえるが、本研究の被験者の生活姿勢が座位姿勢中心であったことを考慮すると、妥当な値であったと考えられる。また、本研究で体水分量の測定に用いたInBody3.2においてむくみの評価指標とされる全身の細胞外水分量比を見たところ、朝から夕にかけて明らかなむくみ(細胞外水分量比0.35以上)が生じたとはいえない結果であった。とはいえ、下肢水分量と下腿の周径囲に有意な増加が確認されたことから、座位中心の生活姿勢であっても、朝から夕にかけて下肢の水分量が増加し、それに伴い下腿部においてもむくみ傾向が生じたものと推察され、座位姿勢で過ごした際においても、下肢の水分量及び下腿周径囲には、日内変動が存在することが明らかとなった。

一方、下腿三頭筋の筋硬度に朝と夕では有意な差が認められなかった。筋硬度は、筋の内部における環境変化(筋内圧(Sadamoto et al., 1983; Sejersted, OM et al., 1984)や血流量(村山, 2016)、腫脹(Murayama et al., 2000)など)の影響を受けることが知られている。土居・小林(1988)は、一般的に筋硬度の増加は、運動負荷後の代謝産物蓄積による血流障害が筋内外の浸透圧上昇を引き起こし、水分が筋線維内に蓄積することに伴う筋内圧上昇に起因すると述べている。村山(2014)の下腿三頭筋を対象にした筋硬度研究においても、足関節底屈運動の負荷が増加するにつれ、動脈血流量が増えて、下腿の筋硬度が増したという。このように、対象動作の筋に大きな負荷抵抗を課すような身体活動を行えば、筋への血液流入量の増加や筋緊張の高まりにより筋硬度が増加することが予想される(村山, 2014)。また、立位姿勢と座位姿勢における下腿の筋硬度について検討した報告(須藤ほか, 2010)においては、朝に比べて夕に筋硬度の有意な増加が認められ、立位姿勢の方が座位姿勢よりも有意ではないものの、筋硬度の増加量が大きかったと述べられている。これに対し、本研究の結果においては、座業に従事している者の場合、一日の中で下腿周径囲や下肢水分量は変化するものの、下腿の筋そのものの変形量から評価した筋硬度に日内変動は認められないことが確認された。本研究では、休憩時間以外の時間を座位で過ごした1日について観察したため、下肢への大きな重力負荷も運動負荷も課せられない状況にあり、筋緊張や筋疲労、

筋損傷などから来る筋内圧の上昇や筋への血流量の増大が生じることがなく、筋の容積が変わらなかった(朝と夕の筋厚に有意差なし)結果、筋硬度には日内変動が生じなかったものと考えられる。すなわち、朝から夕にかけての下腿周径囲の増加は重力の影響による継時的な下肢への体水分の貯留によるものであり、そのことは下腿の筋硬度には影響を与えないと考えられた。但し、本研究における下腿周径囲や下肢水分量の増加率は僅か(2%以内)であったことから、より顕著な下肢のむくみが生じるような条件下においては、下腿の筋厚や筋硬度が変動する可能性は考えられる。また、本研究では下腿三頭筋の最大周径囲とその部位の筋硬度しか評価していないが、下腿のむくみと筋硬度との関連性を明らかにするためには、より遠位における周径囲と筋硬度の変化や下腿三頭筋以外の筋硬度の変化の有無についても検討する必要があるだろう。

V. まとめ

本研究では、休憩時間以外を座位で1日過ごしたときの下腿周径囲、下肢水分量、およびmhULTを用いた下腿三頭筋硬度の日内変動を検討した。その結果、朝より夕の方が、下腿周径囲と下肢水分量は有意に増加した。しかし、下腿の筋硬度には朝と夕で有意な差はみられなかった。このことから、朝から夕にかけての下腿周径囲の増加は、継時的な水分量の貯留によるものと推察され、筋に重力や運動による大きな負荷がかからない座位姿勢による日常生活の範囲内であれば、下腿の形状変化はあるものの、筋硬度の大きな変動はないと考えられた。

文献

- 安部 孝・福永哲夫(1995)日本人の体脂肪と筋肉分布。杏林書院, p.100.
- 有澤正義・福庭一人・関隆・持丸文雄(1996)生体インピーダンス法による妊産婦浮腫の評価。日本産婦人科学会雑誌, 48(1): 25-31.
- 土居陽治郎・小林一敏(1998)筋肉の硬さ測定に関する研究。筑波大学体育学紀要, 11: 265-274.
- 藤田英二・沢井史穂・田中寿志・福永哲夫(2015)圧力計を搭載した超音波装置によるヒト筋硬度の評価。理学療法学, 42(03): 255-261.
- 廣野準一・向井直樹・高柳尚司・宮川 俊平(2013)一過性運動が腓腹筋およびアキレス腱の硬度に及ぼす影響—超音波 Real-time Tissue Elastographyを用いた検討—。体力科学, 62(3): 199-205.
- 細川賀乃子・近藤和泉・岩田学(2006)リンパ浮腫に対するリハビリテーション・アプローチ。リハビリテーション医学,

- 43 : 51-62.
- 石山歩・伊藤泰・入間田美咲・片岡満里奈・佐藤悠里・篠田祐子・関根孝幸・小野部純 (2012) 健常人における下肢容積の日内変動量と活動量の関係. 第47回日本理学療法学術大会抄録集, 04 (39-2) : 1212.
- 河合恒・大淵 修一・小島基永・新井武志・小島成実・鈴木隆雄・吉田英世・金憲経・平野 浩彦・吉田祐子・島田裕之・齋藤 京子 (2010) 超音波測定による大腿前面の筋の硬さと膝伸筋力の関係. 理学療法科学, 25 (06) : 969-975.
- 近藤雄二・瀬尾明彦 (1997) 手術室看護業務の立位姿勢と疲労. 人間工学, 33 (特別号) : 352-353.
- 松林武生・土肥美智子 (2011) ヒト骨格筋硬度の客観的評価法の確立. デサントスポーツ科学, 32 : 154-161.
- 丸山康子・飯塚幸子 (1988) 成人女子下腿部及び足部形態における日内変動に関する研究. 実践女子大学家政学部紀要, 25 : 56-63.
- 村木里志・福田修・福元剛 (2009) 超音波粘弾性計測装置を用いた筋力評価の有効性の検討. デサントスポーツ科学, 30 : 105-113.
- 村山光義 (2014) 筋硬度研究の全体および計測法, 硬さを測る意義—硬さそのもの, hardness という概念について—. Sportsmedicine, 166 : 8-15.
- 村山光義 (2016) 押し込み反力計測による筋硬度評価の意義. バイオメカニズム学会誌 40 (2) : 79-84
- Murayama, M., Nosaka, K., Yoneda, T., Minamitani, K. (2000) Changes in hardness of the human elbow flexor muscles after eccentric exercise. Eur J Appl Physiol, 82 (5-6) : 361-367.
- 李英淑・大野静枝・福田明子 (1987) 成人女子下腿部の表面積ならびに容積の季節, 性周期, 日内の変化について. 日本家政学会誌, 38 (03) : 205-212.
- Sadamoto, T., Bonde-Petersen F., Suzuki, Y. (1983) Skeletal muscle tension, flow, pressure, and EMG during sustained isometric contractions in humans. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 51 (3) : 395-408.
- 斉藤秀之 (2006) 痛みに関連する生体情報の測定法. 理学療法 23 (1) : 99-104.
- Sejersted, OM., Hargens, AR., Kardel, KR., Blom, P., Jensen, O., Hermansen, L. (1984) Intramuscular fluid pressure during isometric contraction of human skeletal muscle. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol, 56 (2) : 287-295.
- Shinohara, M., Sabra, K., Gennisson, JL., Fink, M. and Tanter, M. (2010) Real-time visualization of muscle stiffness distribution with ultrasound shear wave imaging during muscle contraction. Muscle Nerve, 42 (3) : 438-441.
- 須藤元喜・千葉亜弥・上野加奈子・矢田幸博・赤滝久美・武貞征孝・伊東保志・三田勝己 (2010) 下肢のむくみと筋疲労の関係. 日本生理人類学会誌, 8 (15-3) : 21-26.
- 寺沢正男・岩崎昌三 (1981) 硬さの周辺—硬さのおはなし—日本規格協会, 東京 (第1版) : 29-52.
- 内山聖 (2006) 臨床検査のガイドライン 2005/2006. 日本臨床検査医学会 : 14-19.
- Winkel, Jürgen (1981) Swelling of the lower leg in sedentary work—a pilot study. J. Hum. Ergol, 10 : 139-149.
- 米山美智代・八塚美樹・石田陽子・新免望・原元子・松井文 (2007) 大学生の足や爪のトラブルとフットケアに関する実態調査. 富山大学看護学会誌, 6 (2) : 27-35.

連絡責任者

住所 : 〒157-0061 東京都世田谷区北烏山8-19-1

氏名 : 嶋田 卓

電話番号 : 03-3300-6954

E-mail : 2015m008st@g.jwpc.ac.jp