

2種類の圧入式筋硬度計の比較検討

内田 誠也¹ 岡田 雄太¹ 山岡 淳¹

抄 録

目的：アナログ型の筋硬度計TDM-NA1とデジタル型のTDM-Z2の2種類の筋硬度計に関する検出値の比較および相関を調べることである。

実験方法：2種類の筋硬度計を用いて、3種類の実験を行った。(実験1)6段階のシリコンゴムを用いて、物理的な硬度の違いを計測し、検出値の相関を調べる。(実験2)3種類の体勢(弛緩体勢、通常体勢、緊張体勢)の違いによって生じる肩の筋硬度の違いを測定し、検出値を比較する。(実験3)岡田式浄化療法の施術前後の肩の筋硬度の違いを測定し、検出値の相関を調べる。N=89。平均年齢は55.3歳(SD16.2)であった。

結果：(実験1)6種類のゴム硬度の違いに関して2種類の筋硬度計の数値は有意な相関(0.999、 $p<0.001$)が認められた。(実験2)3種類の体勢の違いによる筋硬度の違いを評価することができた。(実験3)岡田式浄化療法の施術後に、2種類の筋硬度計共に有意に減少した。施術前および、施術後、差分に関する2種類の筋硬度計による数値は有意な相関が認められた(施術前の相関係数:0.78、施術後の相関係数:0.79、差分の相関係数:0.34)。

結論：ゴムの硬度や3種類の体勢、岡田式浄化療法の施術前後に関して、2種類の筋硬度計は高い相関を示した。

キーワード

TDM-NA1、TDM-Z2、シリコンゴム、岡田式浄化療法

1. 緒 言

厚生労働省の報告によれば、女性の有訴者率(複数回答・人口千対、2007年:131.1、2013年:125.0、2016年:117.5)の第一位が肩こりであり、男性(2007年:61.0、2013年:60.2、2016年:57.0)でも腰痛に次いで第二位となっている¹⁻³⁾。つまり、肩こりは、日本人にとって非常に多い症状の一つである。竹内ら⁴⁾によれば、都市化、およびパソコンやスマートフォン等を使用するVDT(Visual Display Terminals)作業の仕事、

運動不足等でストレスが増強し、肩こりを訴える人が増えていると報告している。

肩こりの状態を客観的に評価する方法として、近赤外分光法を用いて僧帽筋内の血流を計測する方法⁵⁾が報告されている。近赤外分光法は機器のコストが高く、汎用的に使うには問題があると考えられる。一方で、肩の物理的な硬さを簡便に計測する方法として、皮膚に圧力をかけてひずみを計測する、圧入式の筋硬度計を用いて評価する研究が約20年前から行われている⁶⁻⁸⁾。近年では簡易型の圧入式の筋硬度計が開発され、鍼灸⁹⁾やリハビリテーション¹⁰⁾、スポーツ医学¹¹⁾の分野で用いられている。筋肉が疲労し、硬くなった時は筋硬度が高く計測され、筋肉が弛緩した時は低く計測されること^{7,8)}で、運動による疲労やさまざまな療法による筋肉の弛緩を評価することが可能である。

そこで我々は、圧入式の筋硬度計測を用いて、岡田

¹一般財団法人MOA健康科学センター

〒413-0038 静岡県熱海市西熱海町1-1-60

連絡先:

内田誠也. TEL: 0557-86-0663, FAX: 0557-86-0665,

E-mail: seiya-u@mhs.or.jp

受付日: 2017年8月31日, 受理日: 2018年1月12日.

式浄化療法の施術¹²⁻¹⁴⁾や運動療法¹⁵⁾、自然散策¹⁶⁾の効果を評価してきた。これらの研究ではアナログ型の筋硬度計TDM-NA1(有限会社トライオール製、以下「NA1」と表記)とデジタル型の筋硬度計PEK-1(株式会社井本製作所製)の2種類の筋硬度計を用いていたが、被験者の自覚的な硬さの変化や癒しに関連して肩の筋硬度が有意に減少した機器はNA1であった。NA1はPEK-1より付加圧が高く、より深部の情報を収集できるため、それらの効果を評価できたと考える¹²⁾。このように、NA1はコストが低く、簡便で、肩の筋硬度の変化を評価できる有益な機器である。しかし、測定者の熟練度によって、計測値にばらつきが出やすい構造上の問題点があった。そこで、近年その点を改良したデジタル型の筋硬度計TDM-Z2(有限会社トライオール製、以下「Z2」と表記)が開発された。

本研究の目的は、NA1とZ2の2種類の筋硬度計を用いて下記の3つの実験を行い、検出値の比較や相関を検討することである。(実験1)6段階のシリコンゴムを用いて、物理的な硬度の違いを計測し、検出値の比較および相関を調べる。(実験2)3種類の体勢の違いによって生じる肩の筋硬度の違いを測定し、検出値を比較する。(実験3)岡田式浄化療法¹⁷⁾の施術前後の肩の筋硬度の違いを測定し、検出値の比較および相関を調べる。

2. 方法

2-1 筋硬度計

写真1に本研究で用いた筋硬度計NA1と筋硬度計Z2を示す。Z2の付加圧や付加圧面の面積、測定子の直径はNA1と同じであるが、NA1の表示はアナログであり、Z2はデジタル表示である。測定者がNA1を使用する際、ばねがついた押圧ハンドルを一定の長さ稼働して付加圧をかけ、ピープ音になって、測定者が付加圧をかけることを停止する。その時のメモリ板上の置針の位置を読んで、計測値を判読する。ピープ音になって付加圧を停止するまでの時間が遅くなると、高めの数値が表示されることとなる。また、測定者の目の位置とメモリ板上の置針が、メモリ板と垂直でないと間違った数値を判読する。測定者の熟練度が低いと、こ

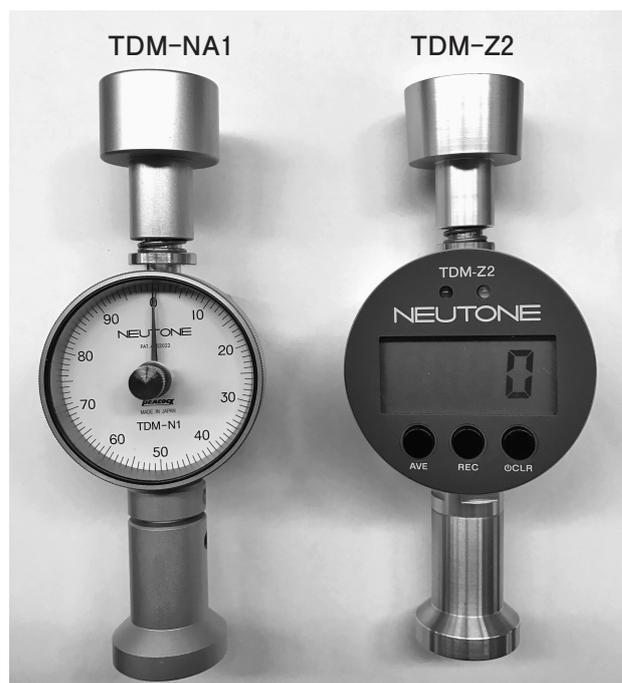


写真1 2種類の筋硬度計の外観

れらの影響で計測値がばらつき、誤差が生じる。一方で、Z2は一定の付加圧がかかった時、自動的に計測値を判別して、デジタルで表示する。Z2は測定者の熟練度が計測値に影響することが少ない筋硬度計となっている。

2-2 実験方法

2-2-1 実験1 6段階のシリコンゴムの評価方法

6段階のシリコンゴムは、2種類のシリコンラバー液(SLJ3266、VP7550、旭ワッカーシリコーン株式会社)の配合割合を変えて作製した。配合されたシリコンラバー液は凝固剤を入れて、直径36mmで深さ20mmの円筒形の入れ物に注入して凝固させた。ゴム1が最も柔らかく、ゴム2、ゴム3、ゴム4、ゴム5と硬くなり、ゴム6がもっとも硬かった。

2種類の筋硬度計をそれらのシリコンゴムに垂直にあてて、各5回計測し、平均値および標準偏差を求めた。次に、6段階のシリコンゴムについて2種類の筋硬度計の平均値の相関を計算した。

2-2-2 実験2 3種類の体勢の違いによる評価方法

被験者に、先行研究¹⁴⁾と同じように両肩に印をつけ

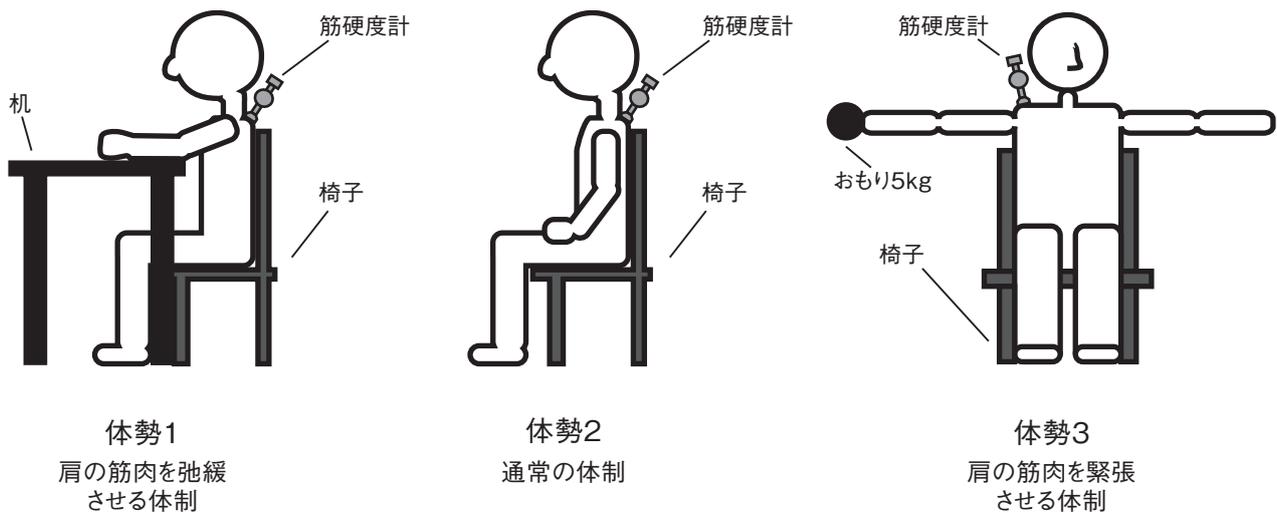


図1 3種類の体勢

て、図1のような3種類の体勢を取った状態で、2種類の筋硬度計を用いて、右肩の筋硬度を計測した。計測位置は先行研究¹⁴⁾と同じで、第7頸椎と右肩峰を結んだ中点と肩甲骨の上端との中点付近とした。

体勢1：椅子に座り、テーブルに肘をのせ、肩の筋肉の力を抜く体勢をとる。体勢2：先行研究¹⁴⁾と同じで、被験者は肘かけがついていない椅子の背もたれに背を付けて、背筋を伸ばして、手は、ももの上に置いて座った体勢をとる。体勢3：被験者は背筋を伸ばして、5kgの重りを水平に持った体勢をとる。

2種類の筋硬度計を被験者の皮膚に垂直にあてて、各10回計測し、平均値および標準偏差を求めた。各体勢間の違いはWilcoxon検定で評価した。

2-2-3 実験3 岡田式浄化療法の施術前後の評価方法

(1) 対象

統合医療の考えを元に各種健康法を体験できる施設（奥熱海療院、伊豆の国市）へ来院し、岡田式浄化療法を体験する人に対して、研究担当者が研究を始める前に、口頭で研究内容の詳細を説明し、口頭で同意した人が対象となった。対象者は89名で、男性が32名、女性が57名であった。平均年齢が55.3歳（SD16.2）であった。

本研究は、世界医師会総会において承認されたヘルシンキ宣言（1964年承認、2013年修正）の精神を遵守

し、平成19年に「岡田式浄化療法が人の心理・生理に及ぼす影響」という課題名で、一般財団法人MOA健康科学センター治験審査委員会による審査の承認を得た研究である。調査期間は、2016年7月から2017年6月であった。

(2) 岡田式浄化療法の施術

岡田式浄化療法は相補代替医療の中のエネルギー療法的一种に含まれる。人の体内及び体の周りに存在すると言われているが、未発見であるエネルギーを施術者の手のひらを通して、被験者に影響を与え、健康増進に寄与する方法としている¹⁷⁾。科学的な研究として、痛みやうつ症状の改善¹⁸⁾や、脳波のアルファ波の増加¹⁹⁾、肩の筋硬度の低下¹³⁾、副交感神経活動の増加¹³⁾が報告されている。臨床的な研究としてSS貧血症²⁰⁾、更年期障害²¹⁾等で改善が報告されている。

本研究では、一般社団法人MOAインターナショナルが認定する岡田式浄化療法士2級または3級資格の取得者が30分間から60分間施術した。

(3) 筋硬度の計測

先行研究¹⁴⁾と同じように両肩に印をつけて、岡田式浄化療法の施術前後で2種類の筋硬度計を用いて計測した。図1の体勢2のように、被験者は肘かけがついていない椅子の背もたれに背を付けて、背筋を伸ばして、手は、ももの上に置いて座った体勢をとった。筋硬度計を測定場所に垂直にあてて、3回計測し、平均

値を算出した。計測順序はNA1の後にZ2で計測した。

施術前後の両肩の筋硬度は、Wilcoxon検定で評価した。左右両肩のデータを合わせて、2種類の筋硬度計の計測値のSpearman相関を調べた。

2-3 解析

本研究では、エクセル統計 (BellCurve for Excel、株式会社 社会情報サービス) Ver. 2.13を用いて、統計解析を行った。

3. 結果

3-1 6段階のシリコンゴムの結果 (実験1)

図2に6種類のシリコンゴムに関する2種類の筋硬度計の硬度の相関を示す。横軸がNA1、縦軸がZ2の硬度である。ゴム1のNA1 / Z2の硬度が10.4 (SD0.55) / 17.2 (SD0.84) であり、ゴム2のNA1 / Z2の硬度が14.8 (SD0.45) / 21.6 (SD0.89) であり、ゴム3のNA1 / Z2の硬度が20.0 (SD0.71) / 28.8 (SD0.45) であり、ゴム4のNA1 / Z2の硬度が24.6 (SD0.55) / 35.4 (SD0.55) であり、ゴム5のNA1 / Z2の硬度が30.8 (SD0.45) / 43.4 (SD0.55) であり、ゴム6のNA1 / Z2の硬度が35.8 (SD0.55) / 50.8 (SD0.45) であり、ほぼ線形に図示された。相関係数は0.999であり、有意であった ($p < 0.001$)。

3-2 3種類の体勢の違いの結果 (実験2)

図3に2種類の筋硬度計を用いた3種類の体勢の筋硬度の違いを示す。NA1の筋硬度計を用いた3種類の体勢の筋硬度は、体勢1が17.2 (SD1.32)、体勢2が27.2 (SD1.23)、体勢3が33.0 (SD0.94) であった。体勢1と体勢2の筋硬度の差は有意 ($p < 0.01$) であり、体勢2と体勢3の筋硬度の差も有意 ($p < 0.01$) であった。Z2の筋硬度計を用いた3種類の体勢の筋硬度は、体勢1が16.6 (SD1.51)、体勢2が33.7 (SD1.77)、体勢3が46.9 (SD1.29) であった。体勢1と体勢2の筋硬度の差は有意 ($p < 0.01$) であり、体勢2と体勢3の筋硬度の差も有意 ($p < 0.01$) であった。

3-3 岡田式浄化療法の施術前後の結果 (実験3)

図4に2種類の筋硬度計による施術前後の変化を示す。左肩の筋硬度NA1の数値は施術前に30.7 (SD4.2) であったが、29.7 (SD4.0) へ有意に減少した ($p < 0.001$)。右肩の筋硬度NA1の数値は施術前に30.7 (SD4.2) であったが、29.0 (SD4.2) へ有意に減少した ($p < 0.001$)。左肩の筋硬度Z2の数値は施術前に40.5 (SD5.5) であったが、38.9 (SD5.4) へ有意に減少した ($p < 0.001$)。

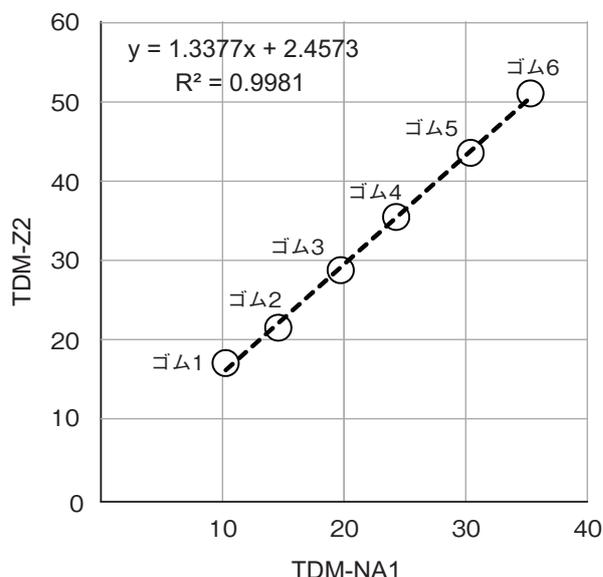


図2 6種類のシリコンゴムに関する2種類の筋硬度計を用いた硬度の相関

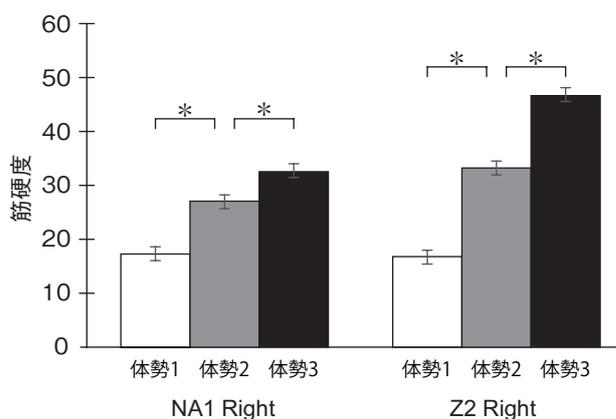


図3 3種類の体勢による筋硬度の違い

* $p < 0.01$, Wilcoxon検定

体勢1: 筋肉が弛緩した体勢、体勢2: 筋硬度計で計測する通常の体勢、体勢3: 筋肉が緊張した体勢

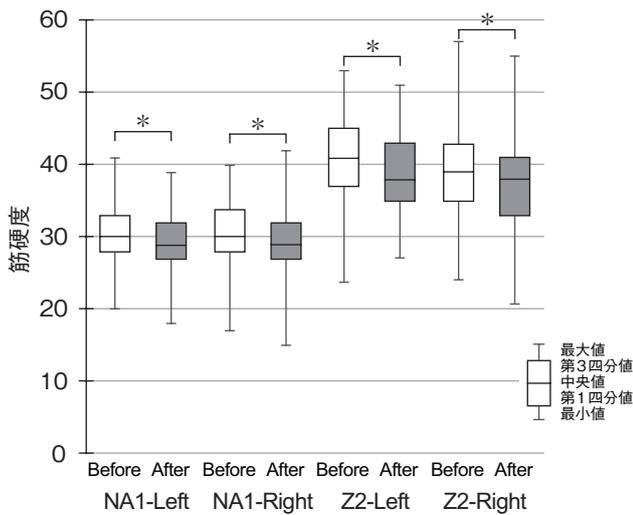


図4 岡田式浄化療法の施術前後における肩の筋硬度の変化

* $p < 0.001$ 、Wilcoxon検定

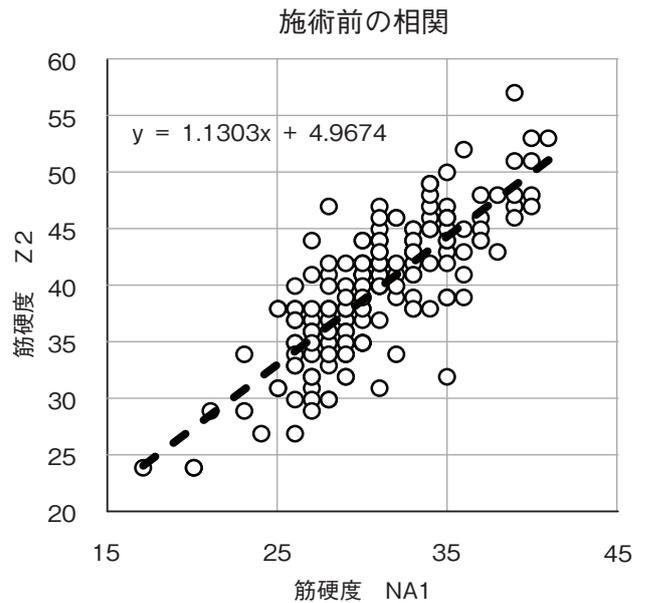


図5 岡田式浄化療法の施術前に関する2種類機器の筋硬度の相関

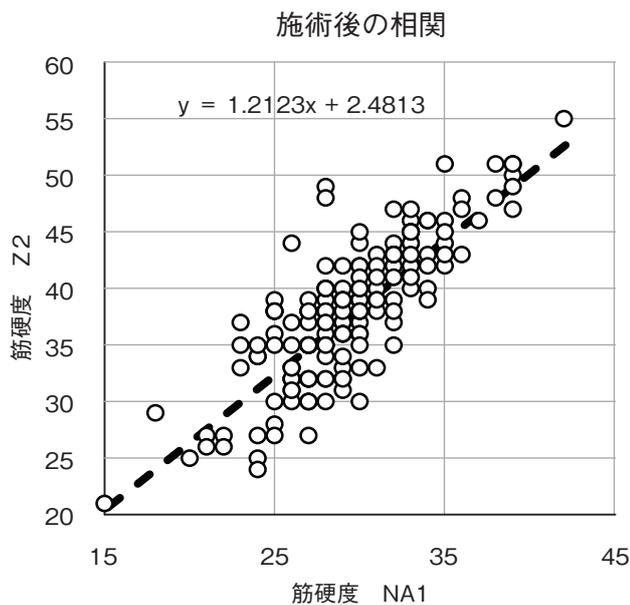


図6 岡田式浄化療法の施術後に関する2種類機器の筋硬度の相関

減少した ($p < 0.001$)。右肩の筋硬度Z2の数値は施術前に38.8 (SD6.3)であったが、37.3 (SD6.6)へ有意に減少した ($p < 0.001$)。

図5に施術前のNA1とZ2の数値の散布図を示す。NA1とZ2の数値のSpearman相関係数は0.78であり、有意な相関を示した ($p < 0.001$)。図6に施術後の

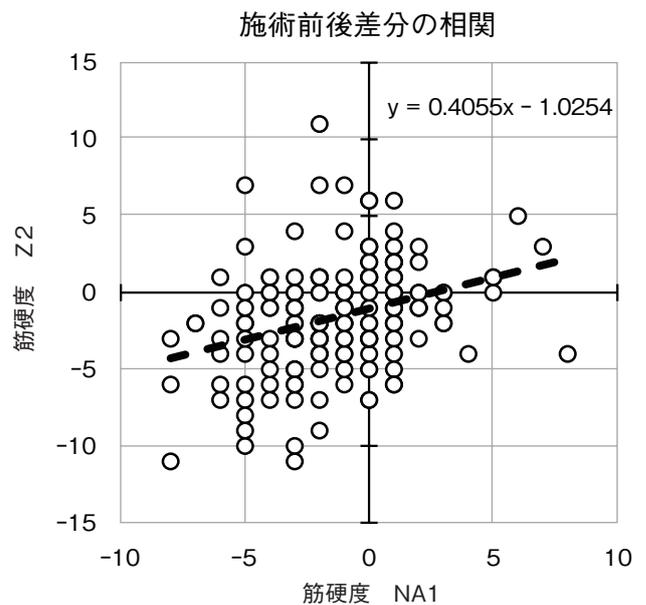


図7 岡田式浄化療法の施術前後差分に関する2種類の機器の筋硬度の相関

NA1とZ2の数値の散布図を示す。NA1とZ2の数値のSpearman相関係数は0.79であり、有意な相関を示した ($p < 0.001$)。図7に施術前後の差分に関するNA1とZ2の散布図を示す。施術前後差分のNA1とZ2の相関係数は0.34であり、有意な相関を示した ($p < 0.001$)。

筋硬度の変化の一致性について、NA1およびZ2共に

減少した対象者は57.9%であり、NA1およびZ2共に増加した対象者は9.0%であった。一方で、NA1が減少し、Z2が増加した対象者は16.3%であり、NA1が増加し、Z2が減少した対象者は16.8%であった。

4. 考察

本研究では先行研究で用いたNA1と新しく開発されたZ2を用いて、3種類の実験を行い、比較および相関を調べた。実験1では、物理的な硬度が違うゴムを用いて、2種類の筋硬度計による計測値の相関を調べ、ほぼ直線的な相関を持つことが明らかになった。つまり、2種類の筋硬度計の物理的な硬度に対する特性はほぼ同じであった。

実験1では、測定されるゴムの硬度は均質であるが、人の肩の構造は皮膚、脂肪、筋肉、骨等からなり、複雑である。そこで、実験2では、人が3種類の体勢をとり、明らかに肩の筋硬度が違う状態で、2種類の筋硬度計で評価できるかを調べた。体勢1は筋肉が弛緩した体勢であり、体勢2は筋硬度計で計測する通常の体勢であり、体勢3は筋肉が緊張した体勢であった。その結果、2種類の筋硬度計共に、筋肉の弛緩では数値が有意に低くなり、筋肉の緊張では数値が有意に高くなった。この体勢の違いでは、皮膚および脂肪の下にある筋肉の硬度だけを変化させていることから、3種類の体勢の違いによる筋硬度を2種類の筋硬度計は評価することができたと考える。

実験3では、岡田式浄化療法による肩の筋硬度の変化を2種類に筋硬度を用いて評価し、相関を調べた。NA1を用いた先行研究^{13,14)}では、岡田式浄化療法によって筋硬度が有意に低下し、本研究でも同様に有意に低下した。先行研究と本研究の対象者および岡田式浄化療法の施術者は異なるので、岡田式浄化療法による肩の筋硬度の低下は再現性が高い効果であると考えられる。Z2を用いた岡田式浄化療法による筋硬度の変化も有意に減少した。また、施術前および施術後、前後差分に関する両筋硬度の相関係数も有意に高かった。Z2も、NA1と同様に岡田式浄化療法が人の肩の筋硬度に及ぼす影響を評価する方法として有効であると考えられる。

一方で、施術前 (0.78) および施術後 (0.79) の相

関係数と比較すると、前後差分に関する相関係数が0.34であり、かなり低めであった。約33%の対象者で、施術前後の変化の符号が一致していなかった。前後差分の相関係数が低下した原因の可能性として、計測の問題と岡田式浄化療法の効果の問題がある。計測の問題として、NA1で3回測った後に、Z2で3回続けて測るが、その間の被験者の肩の筋硬度が一樣でなかった可能性がある。筋硬度計の付加圧に対する反射や呼吸などが影響し、ばらつきを大きくしている可能性がある。今後は順序や交互に計測することを検討したい。また、岡田式浄化療法の効果の問題として、施術による肩の筋硬度に及ぼす影響が少なかった例が含まれていた可能性がある。施術の効果が少なかった例では、前後差は0を中心にばらつき、NA1とZ2の施術前後差の符号が一致していないのは当然の結果であると考えられる。逆に考えると、施術の効果をNA1とZ2を同時に図ることによって、同じような数値が出た場合、その数値の信頼度を高める可能性もある。さらに例数を増やして、明らかな施術の効果が見られた例について再度検討すべきである。

4-1 研究限界

本研究では、2種類の筋硬度計の検出値について、計測者の筋硬度計の熟練度による影響が考慮されていない。本研究では筋硬度計を使い慣れている1名の測定者が実施した。しかし、使い慣れていない計測者は、測定箇所や測定角度、付加圧のかけ方、NA1の手技等によるばらつきが影響している可能性もある。今後は、例数を増やして、NA1とZ2の比較を行い、不一致な例を再解析して、原因を突き止め、精度を上げる必要がある。

4-2 結語

- ゴムの硬度の違いに関して、NA1とZ2は高い相関を示した。
- 3種類の体勢による肩筋硬度の違いをNA1とZ2は評価することができた。
- 岡田式浄化療法の施術前後の肩の筋硬度に関して、NA1とZ2は高い相関を示した。

謝 辞

本研究を実施するにあたって、実験の広報、対象者の同意、実験のスケジュール管理、岡田式浄化療法の施術等に関して奥熱海療院の多くのスタッフにご協力いただきました。誠に感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 厚生労働省. 平成19年 国民生活基礎調査の概況統計表. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa07/toukei.html>, (accessed 2017-07-27).
- 2) 厚生労働省. 平成25年 国民生活基礎調査の概況統計表. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/dl/06.pdf>, (accessed 2017-07-27).
- 3) 厚生労働省. 平成28年 国民生活基礎調査の概況世帯員の健康状況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/dl/04.pdf>, (accessed 2017-07-27).
- 4) 竹内武昭, 中尾睦宏, 野村恭子ほか. ストレス自覚度ならび社会生活指標が腰痛・関節痛, 肩こりに及ぼす影響. *心身医学*. 47(2), 103-109. 2007
- 5) 中村賢治, 埜田和史, 北原照代ほか. 精神的ストレスが僧帽筋内のヘモグロビン動態に及ぼす影響. *産業衛生学雑誌*. 49, 225-233. 2007
- 6) Horikawa M, Ebihara S, Sakai F, et al. Non-invasive measurement method for hardness in muscular tissues. *Med Biol Eng Comput*. 31, 623-627. 1993
- 7) Komiya H, Maeda J, Takemiya T. A new functional measurement of muscle stiffness in humans. *Adv Exerc Sports Physiol*. 2, 31-38. 1996
- 8) Murayama M, Nosaka K, Yoneda T, et al. Changes in hardness of the human elbow flexor muscles after eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*. 82, 361-367. 2000
- 9) 奥野浩史, 竹田太郎, 笹岡知子ほか. 肩こりと肩上部の硬さとの関係. *全日本鍼灸学会雑誌*. 59(1), 30-38. 2009
- 10) 松原由未子, 粟井瞳, 木村護郎ほか. 疲労に至る等尺性運動後の筋硬度回復に対する振動刺激の効果. *理学療法科学*. 19(4), 341-345. 2004
- 11) 大下泰司, 満園良一, 伊集院俊博. 競歩選手のトレーニング時におけるオートストレッチングの影響. *久留米大学健康・スポーツ科学センター研究紀要*. 12(1), 37-40. 2004
- 12) Tsuda Y, Uchida S, Kuramoto I, et al. An examination for measuring the softness of human shoulders (1). *J Intl Soc Life Info Sci*. 23(2), 332-336. 2005
- 13) 内田誠也, 津田康民, 木村友昭ほか. 肩の筋硬度計測による肩こりの評価に関する検討. *心身医学*. 51, 1120-1132. 2011
- 14) 内田誠也, 岡田雄太, 山岡淳. 岡田式浄化療法による肩の筋硬度の変化: 性別, 年齢, 施術前の筋硬度による違いの検討. *MOA 健科報*. 19, 13-23. 2015
- 15) 内田誠也, 岡田雄太, 山岡淳. 岡田式浄化療法と, 運動療法の併用が肩の筋硬度に及ぼす影響. *MOA 健科報*. 20, 41-48. 2016
- 16) 内田誠也, 岡田雄太, 木村友昭ほか. 庭園や美術品の鑑賞による癒しが人の心理や生理に及ぼす効果. *MOA 健科報*. 16, 31-39. 2012
- 17) 鈴木清志, 片村宏. エネルギー療法の基礎と臨床. *日本統合医療学会誌*. 8(1), 21-28. 2015
- 18) Suzuki K, Uchida S, Kimura T, et al. A large cross-sectional, descriptive study of self-reports after biofield therapy in Japan: Demography, symptomology, and circumstances of treatment administration. *Altern Ther Health Med*. 18(4), 38-50. 2012
- 19) Uchida S, Iha T, Yamaoka K, et al. Effect of biofield therapy in the human brain. *J Altern Complement Med*. 18(9), 875-879. 2012
- 20) Minga TM, Koto FK, Egboki H, et al. Effectiveness of biofield therapy for individuals with sickle cell disease in Africa. *Altern Ther Health Med*. 20(1), 20-26. 2014
- 21) 畑山道子, 鈴木清志, 石田アサエほか. 更年期障害に対する岡田式浄化療法(生体エネルギー療法)の長期効果. *MOA 健科報*. 12, 13-19. 2009

Comparison and Correlation between Two Types of Muscle Hardness Meters

Seiya UCHIDA¹, Yuta OKADA¹ and Kiyoshi YAMAOKA¹

Abstract

Purpose: To compare and investigate the correlation between two types of muscle hardness meters: the analog type muscle hardness meter, TDM-NA1 and the digital type muscle hardness meter, TDM-Z2.

Methods: Three experiments were conducted using the two types of muscle hardness meters. In Experiment 1, the differences among six different stages of hardness of silicone rubber were measured, to compare detection accuracy and correlation. In Experiment 2, the differences in muscle hardness of the shoulder with the body at three different postures (relaxed posture, normal posture, and tense posture) were measured, and the detection accuracy was compared. In Experiment 3, the differences in muscle hardness of the shoulder before and after the Okada Purifying Therapy (OPT) were measured, and the detection accuracy and correlation were compared. Data from 89 participants (average age, 55.3 years; standard deviation, 16.2 years) were collected.

Results: In Experiment 1, there was a significant correlation (0.999, $p < 0.001$) between the results obtained using the two types of muscle hardness meters with respect to the measured hardness of six different types of rubber. In Experiment 2, the differences in muscle hardness in three different postures were measured successfully. In Experiment 3, measured values with both types of muscle hardness meters decreased significantly after OPT. The differences observed using the two types of muscle meters before and after OPT indicated a significant correlation (correlation coefficient before OPT: 0.78, correlation coefficient after OPT/correlation coefficient of difference: 0.34).

Conclusion: The two types of muscle hardness meters correlated strongly with respect to the measurement of rubber hardness and muscle hardness of a person's shoulder.

Keywords:

TDM-NA1, TDM-Z2, silicone rubber, Okada Purifying Therapy

¹MOA Health Science Foundation, 1-1-60 Nishi-Atami, Atami, Shizuoka 413-0038, Japan.

Corresponding author: Seiya Uchida, Ph.D. TEL: (+81)557-86-0663, FAX: (+81)557-86-0665, E-mail: seiya-u@mhs.or.jp

Received 31 August 2017; accepted 12 January 2018.