

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700561

研究課題名(和文) 胸郭筋群に対する筋硬度計の再現性と有用性の検証 呼吸理学療法評価の確立に向けて

研究課題名(英文) Validation of the reproducibility and efficacy of a muscle hardness meter for the thoracic musculoskeletal group: Establishing an evaluation method for respiratory physical therapy

研究代表者

松本 香好美 (MATSUMOTO, KAYOMI)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・講師

研究者番号：20586200

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円、(間接経費) 660,000円

研究成果の概要(和文)：胸郭筋群に対する筋硬度計を新たに製作した。本筋硬度計は胸郭筋群に常に一定の圧力が加わるように工夫し、呼吸時の吸気と呼気の差が胸郭の拡張差となるように製作した。健康成人男性12名に対し、胸郭に筋硬度計の接触子をあて呼吸時の胸郭拡張差を測定した結果、深呼吸時に有意な拡張差を認めた。しかしながら、対象者間や接触子面の圧力の違いにより、筋硬度計の動きに差が認められたため、引き続き改良の検討が必要である。

研究成果の概要(英文)：A new muscle hardness meter was developed for the thoracic musculoskeletal group. This meter is designed such that a constant fixed pressure can be applied on the thoracic musculoskeletal group so that the difference between inhalation and exhalation remains the same when the chest expands. When the contact piece of the muscle hardness meter was applied on chests of 12 healthy adult men to measure differences in chest expansion while breathing, a significant difference in chest expansion was observed while deep breathing. However, continuous investigation is needed with further improvements in the meter, as the performance of the muscle hardness meter varied depending on the subject or the level of pressure applied on the contact pieces.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：筋硬度計 胸郭筋群 呼吸理学療法

### 1. 研究開始当初の背景

呼吸リハビリテーションの1つである呼吸理学療法の効果には、呼吸困難の軽減や1回換気量の増大、肺活量の改善、胸郭可動域の改善などがある。胸郭可動域の改善には、胸郭の柔軟性を定量的かつ客観的に評価する必要があるが、その評価方法には再現性があるという報告がほとんどなく、根拠を示していく必要がある。本来、胸郭の柔軟性とは、胸郭を構成する胸郭筋群の柔軟性や関節・靭帯の可動性、柔軟性、肺の硬さで構成された要素を総称したものを言う。これらの構成要素のうち、本研究で使用する開発装置は筋の柔軟性を測るための機器である。ただし、実際に測定するのは胸郭筋群だけではなく、その周囲の軟部組織も含んでいる。開発装置は、胸郭筋群の柔軟性を定量的および客観的に評価できるツールとして期待できる。本研究は、そのための、再現性と有用性を検証することを目的とした研究である。

### 2. 研究の目的

我々は、胸郭の柔軟性を客観的に評価する方法を確立する目的で、筋硬度計の開発を試みた。開発器は、呼吸に関する胸郭筋群に用いることができる。本研究は、製作した筋硬度計の測定に関して、結果の再現性と有用性を基礎的に検証することを目的としたものである。

### 3. 研究の方法

#### (1) 製作した筋硬度計の概要

図1に本筋硬度計のイメージとデータ処理のための機器を接続した解析システムを示す。

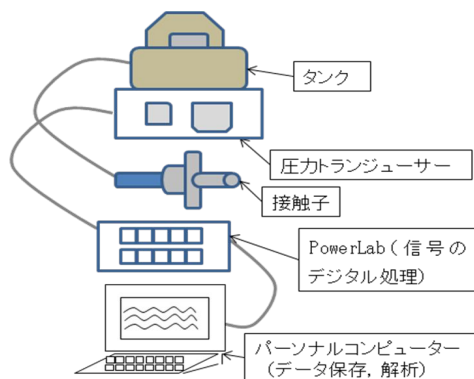


図1 解析システム（本筋硬度計とデータ処理機器）

本筋硬度計は空気圧のマニピレーターを用い圧力を計測し、powerLabに圧力の変位量と荷重を変換しトレーシングすることにより、経時的に圧力の変位量が確認できるようにした。本筋硬度計の接触子面は直径6mm、ストロークは15mmとし、接触子はピストン運動を行うように製作した。これは、一般成人の肋骨間が約15mm程度であることを念頭に、肋骨間の胸郭筋群に対し接触面が全面接触

可能となるように、かつ肋骨から肋骨筋に至るまでの深さを考慮し製作したためである。筋硬度計の先端（接触子面）にかかる圧力は10気圧で約500gに相当する。既製の筋硬度計の接触面に対する圧力は約1.5kgであり、安全性が確認され、すでに市販化されている。本筋硬度計の接触面に対する圧力は、1cm<sup>2</sup>あたり約500gである。また、筋硬度は、筋群に常に一定の圧力が加わった時の筋側の反力とし、接触子面にかかる圧力の変位量として表わす。つまり、呼吸時の吸気と呼気により、ピストンの動きの差が胸郭の拡張差となるように製作した。筋硬度計の単位は「cm」とし、表示値が小さければ筋群の柔軟性が高いことを示す。

#### (2) 製作した筋硬度計の再現性の検証

##### 1) 研究1

###### 対象物

対象物は日本ゴム協会標準規格に規定されている硬度のウレタン樹脂を用いた。硬度については軟部組織の硬度を考慮した上で、低硬度・中硬度・高硬度の異なる3種類の硬度とした。超軟質ウレタン樹脂は、人間の胸郭をイメージし平面のものではなく半球面のものを選択した。

###### 測定方法

測定は、本筋硬度計の接触子を対象物へ印をつけた部位に直接当て、5秒間一定の圧力をかけ、超軟質ウレタン樹脂に対する反力として接触子の長さを測定した。測定で得られた情報は、PowerLabシステムを用いてデジタル処理をし、パーソナルコンピュータでデータを保存し解析した。各超軟質ウレタン樹脂の反力を5回測定したうち、最大値と最小値を除いた3回分の平均値を測定データとし、これを硬度毎に100回ずつ行った。

##### 2) 研究2

###### 対象者

対象者は同意が得られた健常成人12名(全て男性)とした。対象者の平均年齢±標準偏差は20.9±1.2歳であった。また、身長、体重、BMI (Body Mass Index)の平均値と標準偏差は各々174.4±4.5cm, 66.6±9.4kg, 21.8±2.4であった。

###### 測定方法

対象者はベッド上で背臥位となり、5分間安静にしたのち、リラックスした状態で測定を開始した。本筋硬度計の接触面に対する圧力は、1cm<sup>2</sup>あたり約500gであり接触子面の直径が6mmである。既製の筋硬度計の接触面に対する圧力は約1.5kgであることから、本筋硬度計の接触面に対する圧力も1.5kgを基準にその半分の0.75kg、1.5倍の2.25kgに設定し、3つの異なる圧力で測定した。測定部位は全対象者の右胸郭の鎖骨近位部（鎖骨内側3cm位の鎖骨下）、第3肋骨下近位部（胸骨内側2cm位の第3肋骨下）、第3肋骨下遠位部（胸骨内側10cm位の第3肋骨下）、第5肋骨下遠位部（胸骨内側約14cm位の第5肋骨下）

骨下)の4部位とした。本筋硬度計の接触子を各々の測定部位にあて、安静呼吸時、深呼吸時、呼気抵抗負荷時にわけてそれぞれ各5呼吸ずつ測定した。呼気抵抗負荷の設定は、対象者の最大呼気口腔内圧を測定し、その30%の抵抗負荷量とした。測定で得られた情報は、PowerLabシステムを用いてデジタル処理をし、パーソナルコンピュータでデータを保存し解析した。測定した5呼吸のうち、最初と最後の呼吸時を除いた安定した3回分の値を採用し、最大吸気時と最大呼気時での接触子の長さの差(変化量)を胸郭拡張差とし、その平均値を解析データとした。なお、測定中対象者はフローセンサのマウスピースを口にくわえ、呼吸のタイミングをモニタリングし、位相における換気量も測定した。換気量も同様に、測定した5呼吸のうち、最初と最後の呼吸時を除いた安定した3回分の値を採用し、最大吸気時と最大呼気時での流量の差(変化量)の平均値を解析データとした。

#### 解析

胸郭拡張差と換気量の相関関係はピアソンの相関係数を用い、各呼吸毎の胸郭拡張差については一元配置分散分析を用いて解析した。なお、p値が0.05以下を有意とした。

### 4. 研究成果

#### (1) 研究1

最初は接触子のストロークが超軟質ウレタン樹脂の硬度差によって異なり、中硬度、高硬度、低硬度の順で短かった。これは測定にあたりエアリークの問題が浮上したため、改良を行い再度測定した。その結果、低硬度では  $11.54 \pm 0.24\text{cm}$ 、中硬度では  $12.02 \pm 0.50\text{cm}$ 、高硬度では  $14.26 \pm 0.1\text{cm}$ であった。

#### (2) 研究2

##### 換気量と胸郭拡張差の関係

図2から図8まで呼吸別、部位別、接触子面の圧力別の換気量と胸郭拡張差の関係を示す。いずれにおいても、換気量の変化が大きいほど胸郭拡張差は有意に増加した。図4の安静時・第3肋骨下近位部・1.5kg圧以外、全て深呼吸時に鎖骨近位部と第5肋骨下遠位部でいずれの接触子面の圧力においても有意差が認められた。

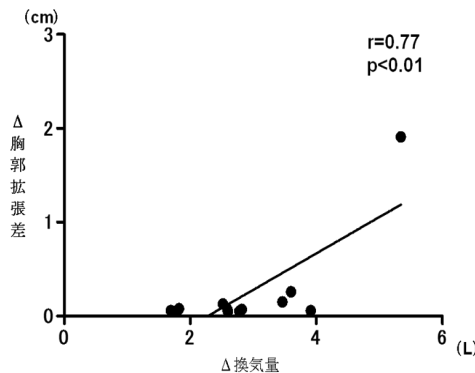


図2. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(深呼吸時・鎖骨下近位部・0.75kg圧)

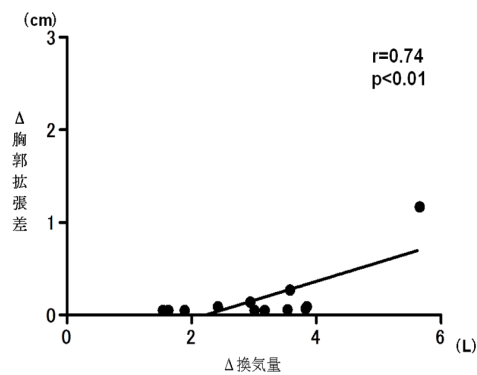


図3. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(深呼吸時・第5肋骨下遠位部・0.75kg圧)

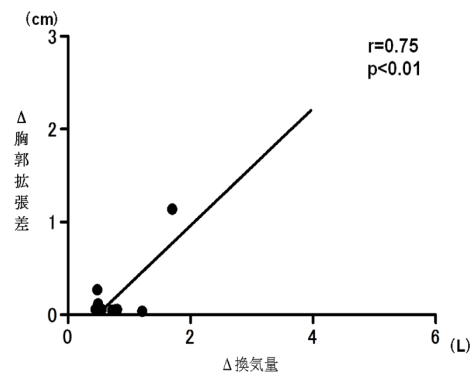


図4. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(安静時・第3肋骨下近位部・1.5kg圧)

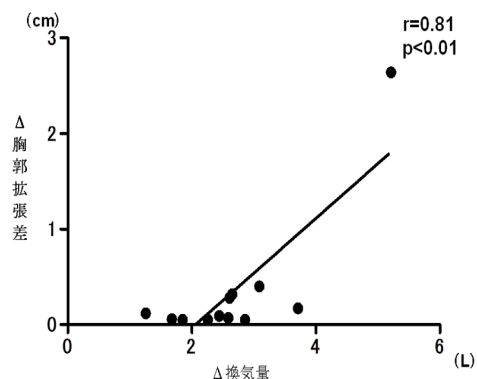


図5. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(深呼吸時・鎖骨下近位部・1.5kg圧)

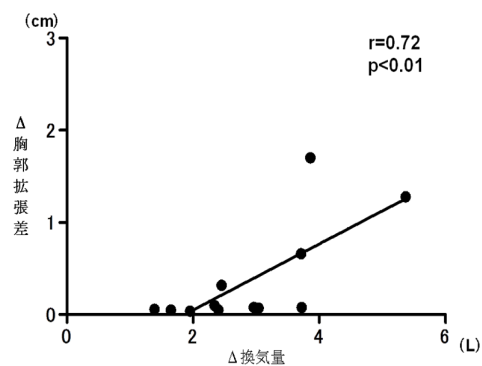


図6. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(深呼吸時・第5肋骨下遠位部・1.5kg圧)

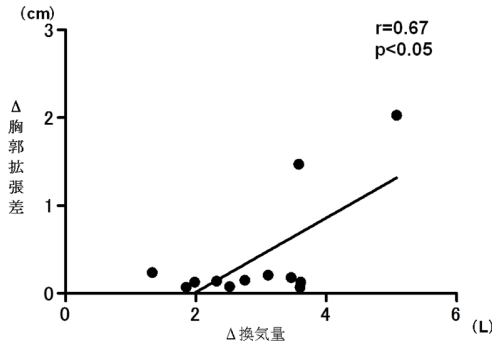


図7. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(深呼吸時・鎖骨下近位部・2.25kg圧)

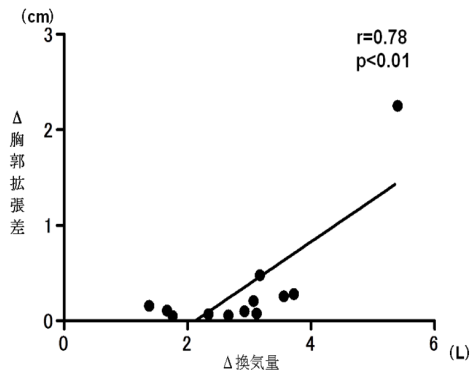


図8. 換気量と胸郭拡張差の関係  
(深呼吸時・第5肋骨下遠位部・2.25kg圧)

#### 呼吸別の胸郭拡張差

図9から図11まで呼吸別にみた胸郭拡張差の変化を示す。

図9は、鎖骨近位部・接触子面の圧力が2.25kg圧時のグラフである。安静時に比べ呼気抵抗負荷時で有意に胸郭拡張差が認められた。

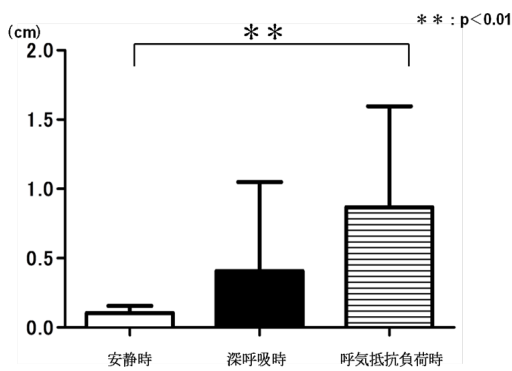


図9. 呼吸別 胸郭拡張差の変化  
(鎖骨下近位部・2.25kg圧)

図10は、第3肋骨下遠位部・接触子面の圧力が2.25kg圧時のグラフである。安静時に比べ深呼吸時および呼気抵抗負荷時で有意に胸郭拡張差が認められた。

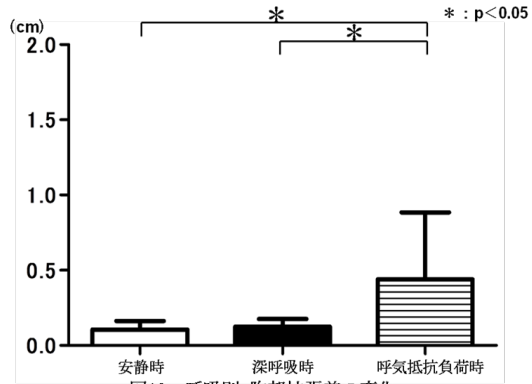


図10. 呼吸別 胸郭拡張差の変化  
(第3肋骨下遠位部・2.25kg圧)

図11は、第5肋骨下遠位部・接触子面の圧力が2.25kg圧時のグラフである。安静時に比べ深呼吸時および呼気抵抗負荷時で有意に胸郭拡張差が認められた。

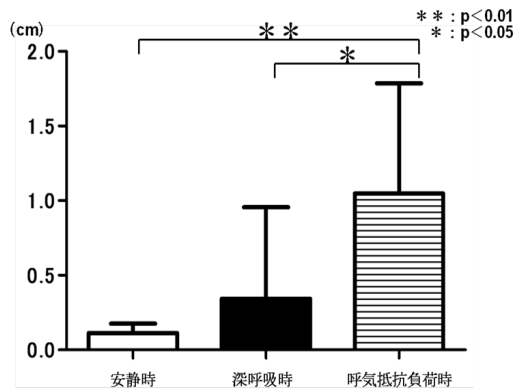


図11. 呼吸別 胸郭拡張差の変化  
(第5肋骨下遠位部・2.25kg圧)

以上の結果から、健常成人男性を対象としているために胸郭の柔軟性があり、通常の安静呼吸では胸郭の拡張差が得られなかった。そこで、COPD患者を想定し呼気抵抗負荷を加えたところ、胸郭拡張差は有意に増加した。しかしながら、胸郭拡張差と換気量の変化には有意な関係は認められなかった。また、測定部位により胸郭の筋層の違いがあることから、接触子面の圧力の違いにより胸郭拡張差の変化に差があることが考えられた。つまり、あらゆる条件において、胸郭筋群の収縮に連動したピストンの動きが起こるように改良していくことが求められる。さらに、測定上の問題点として、胸郭に本筋硬度計を固定して測定することが出来ず、把持しながら行った点も挙げられる。

本研究により、胸郭筋群に対する筋硬度計を製作したが、再現性を検証するまでに上記の問題点が残った。更に検討を重ね、引き続き改良していく必要がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- (1) 松本香好美. 訓練できる身体をつくる！  
リハビリ病棟の呼吸リハ 介助者が行う  
方法. リハビリナース 6(2): 2013,  
27 - 34.

〔学会発表〕(計2件)

- (1) Kayomi Matsumoto, Rika Imanishi,  
Miyuki Ishihara, Yasuko Naito, Chiyoko  
Kondo, Chihumi Inagaki, Seiya Masegi,  
Hajime Kurosawa, Shouzoh Ueki .  
Relationships between smoking status  
and cognitive function in  
community-dwelling elderly men . 18th  
Congress of the Asian Pacific Society  
of Respirology, 2013.11.11-14,  
Yokohama
- (2) 松本香好美, 今西里佳, 石原美由紀, 内  
藤康子, 近藤千代子, 稲垣千文, 柵木聖  
也, 黒澤一, 植木章三. 地域在住男性高  
齢者における喫煙状況と認知機能の関係 .  
第23回日本呼吸ケア・リハビリテーシ  
ョン学会, 2013.10.10-12, 東京

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 香好美 (MATSUMOTO KAYOMI)  
新潟医療福祉大学・医療技術学部理学療法  
学科・講師  
研究者番号: 20586200

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

研究協力者

黒澤 一 (KUROSAWA HAJIME)  
東北大学大学院・医学系研究科産業医学分  
野・教授  
今西 里佳 (IMANISHI RIKA)  
新潟医療福祉大学・医療技術学部作業療法学  
科・准教授