

筋弾性計を用いた腹部筋力評価の試み

Study of abdominal muscle strength assessment using the muscle hardness meter

片 平 誠 人

山 本 利 春

Makoto KATAHIRA

Toshiharu YAMAMOTO

福岡教育大学

国際武道大学

(平成25年9月30日受理)

Abstract

The objective of this study was to investigate the appropriateness of measuring muscle hardness to assess abdominal muscle strength. Fourteen male university students were included in the study. The participants were divided into an upper group ($n = 7$) and a lower group ($n = 7$) based on the number of repetitions during the sit-up test. Furthermore, the participants were also divided into those with and those without lower back pain (seven each). Analysis was performed from these two points of view for each measurement. These measurements included the sit-up test (with and without the feet anchored) and the degree of muscle hardness during abdominal muscle contraction and relaxation. We determined that the difference in abdominal muscle hardness was larger in the upper sit-up test group than in the lower sit-up test group. In addition, the number of repetitions during the sit-up test was lower in the group with lower back pain than in the group without back pain. The difference in muscle hardness was also lower, suggesting lower abdominal muscle strength. Based on the relationship between the sit-up test and muscle hardness, these results suggest the possibility that measurements of abdominal muscle hardness can be used to assess isometric abdominal muscle strength.

Key words : Muscle Hardness, Sit-up Test , Transversus Abdominis

I. 緒言

スポーツ活動によって生じる腰痛症を予防するためには、主に腰背筋群、股関節周囲筋群、下肢筋群の柔軟性を保つとともに、腹部を中心とした体幹筋力の強化が求められる。特に、体幹筋力の減少や筋持久力の低下は、腰痛発生の重要な成因として考えられている^{1) 2)}。

Goel ら³⁾ は、体幹筋は体幹の運動と安定化に寄与しており、腰椎部への負担を軽減させる働きをしていると述べている。また、Sihvonen ら⁴⁾ は、体幹筋力が低下すると、体幹の安定性が失われ、腰椎部への負荷が増大することで腰痛の原因にな

ると述べている。これらのことから、体幹筋力を評価するために様々な評価方法が用いられ、腰痛予防の指標として活用されている。

Hasue ら⁵⁾ は、Cybex を用いて体幹筋力の評価を行い、腰痛患者の体幹筋力は、健常人と比べて低下していることを明らかにしている。また、後藤ら⁶⁾ も、Cybex を用いて体幹筋力を測定し、健常群と慢性腰痛群を比較した結果、慢性腰痛群において、体幹屈曲筋力および伸展筋力が有意に低かったことを報告している。このように各種筋力測定器 (Cybex, KIN-COM, LIDO など) を用いた方法が数多くみられるが、近年では、超音

波画像診断装置により筋厚を測定し、評価する方法が用いられることも多い^{7) 8) 9) 10)}。齋藤ら⁷⁾は、超音波画像により腹横筋の機能評価を行い、上村ら⁸⁾は、超音波画像を用いて、各種運動時における腹横筋活動の比較を行っている。また、村上ら⁹⁾は、腰痛経験の有無と、腹部筋群との関連性を明らかにするため、超音波診断装置にて腹部筋群厚の測定を行っている。

このように、腹部の筋力評価は、各種筋力測定器や超音波画像による筋力評価が主流であるが、実際のスポーツ現場においては、腹部の筋力評価を、「上体起こしテスト」(Sit-up Test)により行うことが多く、腰痛予防の指標として用いられることもある¹¹⁾。また、実際のスポーツ動作において、「腹を締める」という表現があるように、腹部の筋群を等尺性収縮させることにより、体幹を安定させる局面が多く存在するため、腹部引き込み動作(Draw-in)時における腹横筋の触診方法¹⁰⁾など、硬さによる評価も行われている。

しかし、硬さによる評価は、一般的には験者の主観によって評価がなされることが多く、客観的な方法での評価は行われていない。

筋の硬さである筋硬度と筋力との関係については、いくつかの報告がみられるが、村山ら¹²⁾は、上腕二頭筋において、発揮筋力の増大に伴い、筋硬度が上昇したことを報告している。また、鈴木¹³⁾は、筋肉量が多いほど収縮時の筋硬度が高くなると報告している。

したがって、筋弾性計を用いた腹部筋硬度の測定は、新たな腹部筋力の評価指標として活用できる可能性があると考えられる。

そこで本研究では、筋弾性計を用いた腹部筋力評価法の妥当性を明らかにすることを目的とし、Sit-up Test と筋硬度との関係や、腰痛経験の有無と筋硬度との関係から検討した。

Ⅱ. 方法

A. 対象

対象は、陸上競技部に所属する男子大学生 14 名とした(表 1-1)。

分析 1 として、被験者 14 名における Sit-up Test (足部固定あり)の結果から、回数が高かった上位 7 名(以下、上位群)と、回数が低かった下位 7 名(以下、下位群)に分け、2 群間における筋硬度特性の差異について比較検討を行った。

また、分析 2 として、被験者 14 名における既往歴調査の結果から、腰痛経験のない 7 名(以下、腰痛未経験群)、腰痛経験のある 7 名(以下、

腰痛経験群)に分け、2 群間における Sit-up Test の結果および筋硬度特性の差異について比較検討を行った。

B. 測定項目及び測定手順

測定項目は、Sit-up Test、腹部筋硬度、皮下脂肪厚とした。

Sit-up Test は、山本¹⁴⁾の方法を参考に、30 秒間における上体起こし回数を測定した。また、小林ら¹⁵⁾の方法を参考に、「足部固定あり」(写真 1)と「足部固定なし」(写真 2)の 2 条件の方法を用いて、上体起こし回数の測定を行った。

腹部筋硬度の測定は、井元製作所製筋弾性計 PEK-1 を用いて、立位姿勢における左右合計 14 ヶ所の弛緩時および収縮時の硬度を、1 点につき 3 回ずつ測定し、平均値を算出した(写真 3)。また、これらの値から筋硬度差を算出した。筋硬度の測定点は、三浦ら¹⁶⁾、中俣ら¹⁷⁾など研究による筋電図電極の貼り付け位置や、吉田ら¹⁸⁾の超音波画像診断においてプローブをあてる位置を参考にしながら、側腹部上部・中部・下部、腹直筋上部・中部・下部、腹横筋触診部とした。

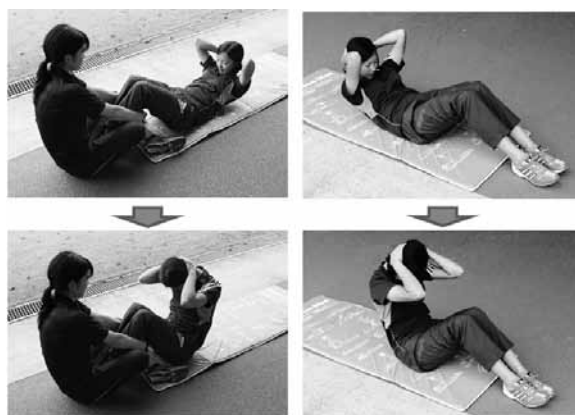


写真 1

Sit-up Test (足部固定あり)

写真 2

Sit-up Test (足部固定なし)

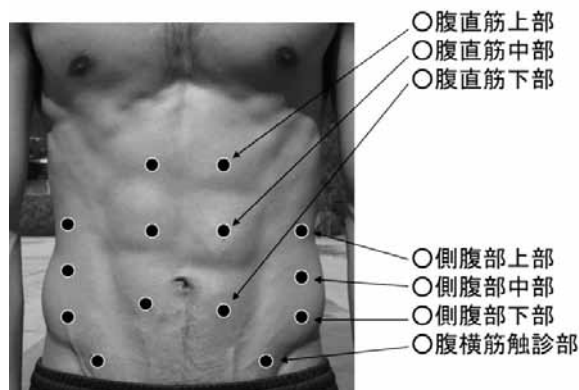


写真 3 筋硬度の測定部位

○腹直筋上部
○腹直筋中部
○腹直筋下部

○側腹部上部
○側腹部中部
○側腹部下部
○腹横筋触診部

表 1-1 被験者の身体的特性

| | | | | | 身長 (cm) | 体重 (kg) | 年齢 (歳) | %Fat (%) | 皮脂厚 | | |
|-----|------------|------|-----|-----|-------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | | | | | | | | | 腹部 (mm) | 肩甲骨部 (mm) | 上腕部 (mm) |
| 全体 | 男子学生 14 名 | | | | 174.2 ± 0.1 | 65.3 ± 5.8 | 19.9 ± 1.6 | 9.6 ± 1.7 | 8.0 ± 1.2 | 9.9 ± 1.4 | 8.6 ± 1.9 |
| 分析① | Sit-up | Test | 上位群 | n=7 | 174.7 ± 0.0 | 66.1 ± 4.6 | 20.2 ± 1.2 | 9.7 ± 1.4 | 7.5 ± 1.1 | 10.4 ± 1.0 | 8.7 ± 1.7 |
| | Sit-up | Test | 下位群 | n=7 | 173.7 ± 0.1 | 64.5 ± 7.1 | 19.7 ± 2.0 | 9.5 ± 2.1 | 8.5 ± 1.2 | 9.5 ± 1.6 | 8.5 ± 2.2 |
| 分析② | 腰痛未経験群 n=7 | | | | 173.5 ± 0.0 | 65.0 ± 5.2 | 20.0 ± 1.2 | 9.4 ± 1.5 | 7.5 ± 1.1 | 10.3 ± 1.1 | 8.6 ± 1.7 |
| | 腰痛経験群 n=7 | | | | 174.8 ± 0.1 | 65.6 ± 6.6 | 19.7 ± 1.8 | 9.8 ± 2.0 | 8.6 ± 1.0 | 9.5 ± 1.5 | 8.6 ± 2.0 |

平均値 ± 標準偏差

皮下脂肪厚の測定は、北川¹⁹⁾の方法により、上腕背部、肩甲骨下部、腹部の皮下脂肪厚を、ヤガミ社製の栄研式皮脂厚計により測定した。また、測定した3点の値から、体脂肪率を算出した²⁰⁾。

C. 統計処理

測定結果をもとに、分析1、分析2ともに、2群間における各測定項目の平均値を算出し、対応のないT検定により分析した。また、Sit-up Testと筋硬度における相関の有無を検討した。

Ⅲ. 結果と考察

筋肉の硬さを皮膚の表面上から測定するという点においては、硬度に対する皮下脂肪の影響は無視することはできないと考えられる。したがって、上腕背部、肩甲骨下部、腹部の皮下脂肪厚を測定し、さらに体脂肪率を算出したが、各群における皮下脂肪厚ならびに体脂肪率には有意差はみられなかった(表1-1)。また、土居ら²¹⁾は、皮下脂肪は運動の前後及び運動中(筋収縮中)に軟らかくなったり、あるいは皮下脂肪の厚さが増大することは考えられず、皮膚厚入計で測定された硬さの変化は筋肉自体の硬さの変化であると述べており、皮下脂肪が筋硬度に及ぼす影響は小さいことを示唆している。これらのことから、本研究においては、筋硬度に対する皮下脂肪の影響は少ないものと考え考察を進めることとした。

分析1として、2群間におけるSit-up Testの実施回数を比較したところ、Sit-up Test(足部固定あり)において、上位群が下位群よりも有意に高い値($p<0.05$)を示した(表2-1、図1-1)。

また、2群間における弛緩時筋硬度および収縮時筋硬度をそれぞれ比較したところ、有意な差はみられなかった。しかし、2群間における筋硬度差を比較したところ、上位群が下位群よりも有意に高い値を示し(表3-1、3-2、図1-2、1-3)、Sit-up Testの実施回数が多い上位群ほど、側腹部中部(左: ns, 右: $p<0.05$)、側腹部下部(左:

表 2-1 各群における Sit-up Test の回数

| | | | | | Sit-up Test (回) | |
|-----|------------|------|-----|-----|-----------------|------------|
| | | | | | 固定あり | 固定なし |
| 全体 | 男子学生 14 名 | | | | 30.9 ± 4.8 | 23.1 ± 3.8 |
| 分析① | Sit-up | Test | 上位群 | n=7 | 34.3 ± 4.1 | 25.0 ± 4.3 |
| | Sit-up | Test | 下位群 | n=7 | 27.7 ± 3.0 | 21.9 ± 2.0 |
| 分析② | 腰痛未経験群 n=7 | | | | 32.3 ± 5.2 | 25.3 ± 4.1 |
| | 腰痛経験群 n=7 | | | | 29.4 ± 5.5 | 21.6 ± 3.3 |

平均値 ± 標準偏差

ns, 右: $p<0.05$)、腹横筋触診部(左: $p<0.05$, 右: $p<0.01$)、腹直筋下部(左: ns, 右: $p<0.01$)の筋硬度差が有意に大きくなる傾向がみられた。

なお、各種シットアップテストと弛緩時筋硬度、収縮時筋硬度、筋硬度差の相関の有無を分析したところ、有意な相関はみられなかった。

内山ら²²⁾は、上腕二頭筋における等尺性収縮力と筋の硬さは、比例的に増加したことを報告している。また、村山ら¹²⁾は、上腕二頭筋において、発揮筋力の増大に伴い、筋硬度が上昇したことを報告している。さらに、豊永ら²³⁾は、安静時と負荷時の硬度差が筋力との間に有意な相関を示したことを報告しており、硬度差が大きいほど筋力が高いと述べている。本研究においても、Sit-up Testの上位群ほど、腹筋群の弛緩時と収縮時の筋硬度差も大きくなる傾向がみられたことから、腹部筋力が筋硬度差に反映したのではないかと推察され、腹部筋力を筋硬度差で評価することの妥当性が示唆された。

分析2として、2群間におけるSit-up Testの回数を比較したところ、Sit-up Test(足部固定なし)において、腰痛経験群が有意に低い値($p<0.05$)を示した(表2-1、図2-1)。小林ら¹⁵⁾は、筋電図解析から足固定の上体起こしでは大腿直筋の筋活動が顕著であることを明らかにしている。また、Rolf²⁴⁾は、腹筋の強化をねらいとした上体起こしを行うときには、足部をおさえて実施すると腸腰筋に力が入り腹筋にはさほど力が入らず適さ

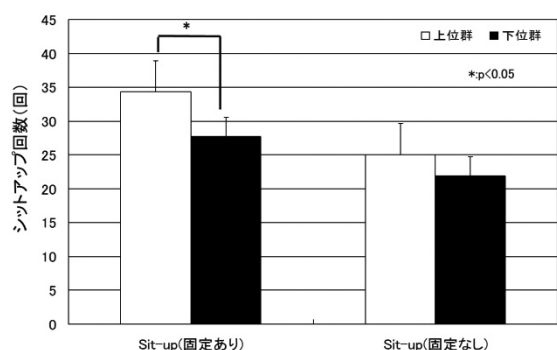


図 1-1 上位群・下位群における各種シットアップテスト回数の比較

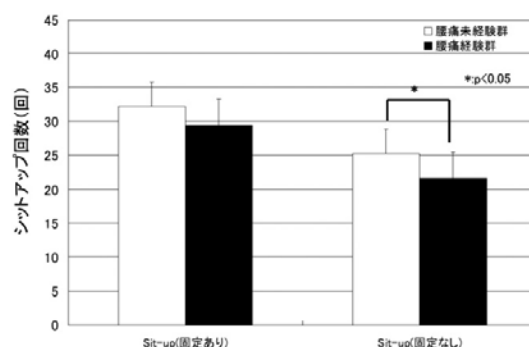


図 2-1 腰痛経験群と未経験群における各種シットアップテスト回数の比較

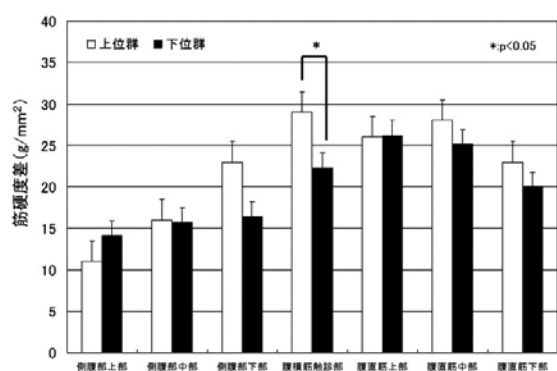


図 1-2 上位群および下位群における筋硬度差の比較 (左腹部)

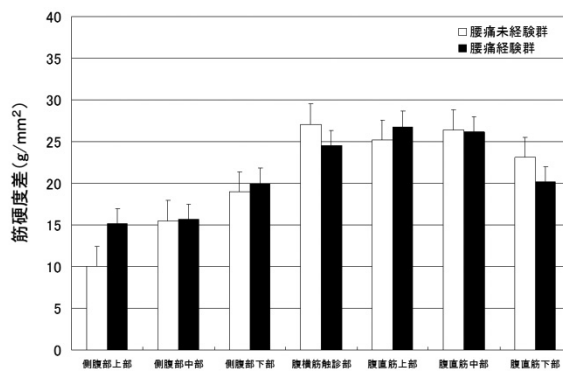


図 2-2 腰痛経験群と未経験群における筋硬度差の比較 (左腹部)

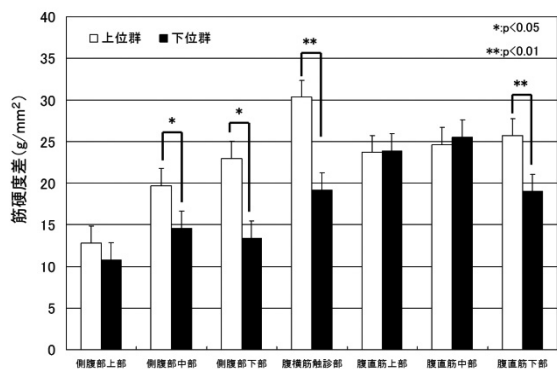


図 1-3 上位群および下位群における筋硬度差の比較 (右腹部)

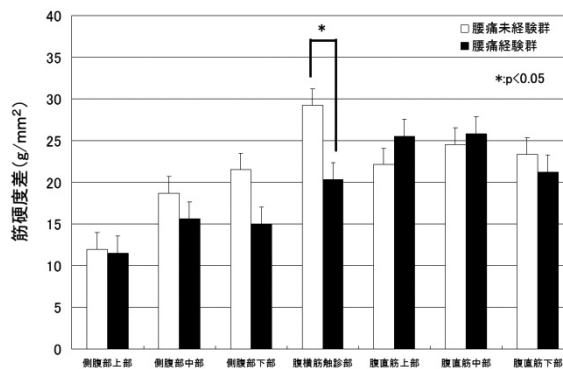


図 2-3 腰痛経験群と未経験群における筋硬度差の比較 (右腹部)

ないと述べている。このことから、足部固定ありの Sit-up Test の場合は、上体起こし動作時に大腿直筋や腸腰筋などの股関節の屈筋群が関与すると思われる。これに対し、足部固定なしの Sit-up Test の場合は、足部を固定しないことで股関節屈筋群の関与が小さくなり、腹直筋を中心とした腹部の単独に近い筋力評価となることが推察される。

2 群間における弛緩時および収縮時筋硬度を比較したところ、有意な差はみられなかったが、筋硬度差を比較したところ、腹横筋触診部において

腰痛経験群が腰痛未経験群よりも有意に低い値 ($p < 0.05$) を示した。なお、他の部位では有意な差を示さなかった (表 3-1, 3-2, 図 2-2, 2-3)。また、各群における各種 Sit-up Test と、弛緩時筋硬度、収縮時筋硬度、筋硬度差との間には、有意な相関はみられなかった。

本研究において、測定点として用いた腹横筋触診部は、臨床的触診部位とされる位置ではあるが、実際には腹横筋が単独で走行をしているのではなく、内腹斜筋の影響も受ける部位と考えられる。しかし、スポーツ現場での腹部筋力評価で

表 3-1 各群における筋硬度差 (左)

| | | 側腹部上部 | 側腹部中部 | 側腹部下部 | 腹横筋触診部 | 腹直筋上部 | 腹直筋中部 | 腹直筋下部 |
|-----|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 全体 | 男子学生 14 名 | 12.6 ± 6.4 | 15.6 ± 4.9 | 19.5 ± 7.5 | 25.8 ± 6.6 | 26.0 ± 6.2 | 26.3 ± 6.1 | 21.5 ± 5.0 |
| 分析① | Sit-up Test 上位群 n=7 | 11.1 ± 6.6 | 15.6 ± 6.6 | 22.7 ± 7.4 | 29.3 ± 5.6 | 25.8 ± 7.7 | 27.5 ± 6.4 | 23.3 ± 6.0 |
| | Sit-up Test 下位群 n=7 | 14.1 ± 6.2 | 15.7 ± 2.8 | 16.4 ± 6.5 | 22.3 ± 5.9 | 26.2 ± 4.7 | 25.1 ± 6.0 | 20.0 ± 2.3 |
| 分析② | 腰痛未経験群 n=7 | 10.0 ± 7.1 | 15.5 ± 6.6 | 19.0 ± 9.0 | 27.1 ± 7.1 | 25.2 ± 7.6 | 26.4 ± 7.5 | 23.1 ± 6.2 |
| | 腰痛経験群 n=7 | 15.2 ± 4.4 | 15.7 ± 3.2 | 20.0 ± 6.3 | 24.5 ± 7.3 | 26.8 ± 4.6 | 26.2 ± 4.7 | 20.2 ± 4.3 |

平均値 ± 標準偏差 (単位: g/mm²)

表 3-2 各群における筋硬度差 (右)

| | | 側腹部上部 | 側腹部中部 | 側腹部下部 | 腹横筋触診部 | 腹直筋上部 | 腹直筋中部 | 腹直筋下部 |
|-----|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 全体 | 男子学生 14 名 | 11.8 ± 3.6 | 17.1 ± 4.9 | 18.2 ± 8.9 | 24.7 ± 8.5 | 23.8 ± 6.5 | 25.0 ± 4.6 | 21.9 ± 5.8 |
| 分析① | Sit-up Test 上位群 n=7 | 12.8 ± 2.9 | 19.7 ± 5.0 | 23.0 ± 9.1 | 30.3 ± 5.2 | 23.7 ± 7.6 | 24.6 ± 5.7 | 25.7 ± 3.7 |
| | Sit-up Test 下位群 n=7 | 10.8 ± 4.1 | 14.6 ± 3.3 | 13.4 ± 5.9 | 19.2 ± 7.6 | 23.9 ± 5.9 | 25.5 ± 3.7 | 19.0 ± 3.8 |
| 分析② | 腰痛未経験群 n=7 | 12.0 ± 2.3 | 18.7 ± 4.0 | 21.5 ± 9.5 | 29.2 ± 5.9 | 22.1 ± 8.1 | 24.5 ± 5.6 | 24.3 ± 3.5 |
| | 腰痛経験群 n=7 | 11.5 ± 4.7 | 15.6 ± 5.1 | 15.0 ± 7.4 | 20.2 ± 8.8 | 25.1 ± 4.2 | 25.3 ± 3.7 | 20.2 ± 6.3 |

平均値 ± 標準偏差 (単位: g/mm²)

は、腹横筋の触診部位として正しく収縮しているかを筋収縮時の硬さで確認する部位であり¹⁰⁾、収縮時に硬度が高まることは、体幹の安定化や腰痛予防のためには重要であると考えられている。Kibler ら²⁵⁾ は、腹直筋、内・外腹斜筋、腹横筋には、収縮により腹腔内圧を高める機能を有し、脊柱の安定性に寄与していると述べている。また、Carolyn ら²⁶⁾ は、体幹筋の中で、脊椎の分節の安定性をつかさどる腹横筋などのローカル筋の筋活動は、腰痛を有する場合に減少すると述べている。さらに、村上ら⁹⁾ は、腰痛経験者は未経験者に比べ腹横筋筋厚が低値であったことを超音波診断装置より明らかにしている。このことから、腰痛予防という観点からも、腹部筋群において、特に腹横筋の持つ機能が重要であると推察される。本研究における腰痛経験者は、Sit-up 動作に必要な腹部筋力が低いだけでなく、特に腹腔内圧を高め、体幹を安定させるために機能している腹横筋の筋力も低下している可能性があると考えられる。このように、筋弾性計を使用し腹部筋硬度を測定することは、腹筋群における部位別の客観的評価指標として活用できる可能性があることが示唆された。

Ⅳ. 結語

本研究の結果から、Sit-up Test の実施回数が多い群ほど、腹部筋硬度差の値も大きいという特性があることが明らかになった。また、腰痛経験者は、足部固定なしの Sit-up Test の実施回数が低回数であるとともに、腹横筋触診部の筋硬度差

が小さく、体幹筋力が低い傾向がみられた。

以上のことから、Sit-up Test と筋硬度との関係から、筋弾性計を用いた腹部筋硬度の測定は、腹部等尺性筋力の評価法となりうる可能性が示唆された。また、腰痛経験群における腹横筋触診部の特性から、筋弾性計を用いた方法は、腹部における部位別の筋力評価法となりうる可能性が示唆された。

文献

- 1) 伊藤俊一：筋力と身体諸機能(8)疼痛と筋力強化－腰痛症と体幹筋力について．理学療法ジャーナル，32(11)，847-854, 1998
- 2) 石田和宏，伊藤俊一，隈元庸夫，白土 修，高橋尚明，菊本東陽，金田清志：慢性腰痛症患者における体幹筋持久力評価法－腹筋評価法の改良に関して－．理学療法学，25 (Supplement 2)，497，1998
- 3) Goel, Vijay K.; Kong, Weizeng; Han, Jung S.: A Combined Finite Element and Optimization Investigation of Lumbar Spine Mechanics With and Without Muscles. Spine 18, 1531-1541, 1988. (Supplement 2), 497, 1998
- 4) Sihvonen, T., Herno, A., Paljärvi, L., Airaksinen, O., Partanen, J., Tapaninaho, A.: Local Denervation Atrophy of Paraspinal Muscles in Postoperative Failed Back Syndrome. Spine 18, 575-581, 1988.
- 5) Hasue, M., Fujiwara, M., Kikuchi, S.: A New Method of Quantitative Measurement of Abdominal and Back Muscle Strength.

- Spine5, 143-148, 1980
- 6) 後藤博史, 永田見生: 臨床的見地からみた体幹筋力測定結果の解釈—腰痛症患者における体幹筋力—. 日本腰痛学会雑誌, 7(1), 35-39, 2001
 - 7) 齋藤昭彦, 樋口善英, 新井正一, 丸山仁司: 超音波画像による腹横筋の機能評価. 理学療法学, 30(Supplement_2), 187, 2003
 - 8) 上村龍輝, 山田浩二: 超音波画像を用いた各種運動時の腹横筋変化の比較. 総合リハ, 36(5), 492-496, 2008
 - 9) 村上幸士, 櫻庭景植, 永井康一: 腰痛の有無にて比較した腹部筋群の筋厚—超音波画像を使用して—. 理学療法科学, 25(6), 893-897, 2010
 - 10) 笠原政志, 小粥智浩: 体幹筋力 器具を用いない筋力評価法. 臨床スポーツ医学, 28, 臨時増刊号, 82-91, 2011
 - 11) 尾方啓純, 山本利春: 腰痛予防のための体幹筋力評価法の研究 Sit-up Test 法の妥当性の検討. 体力科学, 42(6), 650, 1993
 - 12) 村山光義, 南谷和利, 米田継武, 野坂和則: 上腕二頭筋収縮時の筋硬度と筋力の関係. 体力科学, 46(6), 642, 1997
 - 13) 鈴木敏和: 筋硬度計による筋硬度測定の適用. 理学療法学, 34(Supplement_2), 151, 2007
 - 14) 山本利春: 測定と評価. 第1版, ブックハウスHD, 東京, 2004
 - 15) 小林寛和, 宮下浩二, 浦辺幸夫, 川野哲英: スポーツ活動における腰痛発生パターンの分析(第1報)—上体起こし運動における体幹のアライメント及び腹筋・股関節屈筋の筋活動について—. 理学療法学, 19(Supplement_2), 362, 1992
 - 16) 三浦雄一郎, 福島秀晃, 森原 徹, 鈴木俊明: 慢性腰痛患者に対する体幹筋の表面筋電図評価, 日本腰痛会誌, 14(1), 122-128, 2008
 - 17) 中俣 修, 金子誠喜: 前方および下方への上肢の等尺性押し動作における腹筋活動の分析. 理学療法科学, 25(2), 291-297, 2010
 - 18) 吉田昌弘, 吉田 真, 盛 智子: Draw-in による腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化. 北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要, 2, 63-69, 2011
 - 19) 北川 薫: 皮下脂肪厚測定. 保健の科学, 30(6), 342-347, 1988
 - 20) 勝野久美子, 西山久美子, 浦田秀子, 江藤宏美, 田原靖昭, 綱分憲明, 森 俊介, 大塚健作: 保健婦学生における体脂肪率(水中体重法)と肥満の評価. 長崎大学医療技術短期大学部紀要, 4, 85-89, 1991
 - 21) 土居陽治郎, 小林一敏: 筋肉の硬さ測定に関する研究. 筑波大学体育科学系紀要, 11, 265-274, 1988
 - 22) 内山孝憲, 大杉健司, 村山光義: 押し込み反力計測による筋の硬さの評価—等尺性収縮力依存性と筋疲労の影響—. バイオメカニズム, 18, 219-227, 2006
 - 23) 豊永敏宏, 秋富末男, 川島圭司, 田久保龍三, 城石晴子: 筋硬度測定器(筋レオメータ)による筋硬度と筋力の関係. 日本リハビリテーション医学会誌, 21(6), 401, 1984
 - 24) Rolf, W., 金子公宥, 松本迪子訳: 目で見える動きの解剖学 スポーツにおける運動と身体のメカニズム, 第14版, 大修館書店, 東京, 1995
 - 25) Kibler WB., Press J., Sciascia A.: The role of core stability in athletic function. Sports Med, 36(3), 189-198, 2006
 - 26) Carolyn, R., Julie, H., Paul, W.: 齋藤昭彦訳: 腰痛に対するモーターコントロールアプローチ—腰椎骨盤の安定性のための運動療法—. 医学書院, 東京, 2010