

雀啄術が筋硬度に及ぼす影響の超音波診断装置による検討 — 筋膜および筋中での比較 —

仲村正子¹⁾, 松熊秀明¹⁾, 辻涼太¹⁾, 堀川奈央¹⁾, 脇英彦²⁾, 鍋田智之¹⁾

¹⁾ 森ノ宮医療大学 保健医療学部 鍼灸学科

²⁾ 森ノ宮医療大学 保健医療学部 臨床検査学科

要 旨

- 【目的】はり師・きゅう師養成校において、学生に指導する基本的な刺鍼中の手技である雀啄術を筋膜および筋中に実施し、筋硬度の変化を観察した。
- 【方法】研究内容について同意が得られた森ノ宮医療大学教職員で、刺激部位に問題を有さない8名を対象とした。被験者に安静仰臥位を指示した後、左右の前脛骨筋に筋膜刺激 (Fascia: F群) および筋中刺激 (Muscle: M群) のいずれかを実施した。介入順序はPCで作成した乱数に従ってランダム化した。前脛骨筋における刺入部位は、筋硬度が高い部位とした。使用した鍼はセイリン株式会社製ディスプレイ鍼 50mm 20号鍼で、超音波診断装置で鍼尖部の位置を確認しながら刺入した。目的の深度に達した後、1秒間に5mm以内の上下1往復を行う雀啄術を10回実施した。筋硬度の評価は、超音波診断装置 (キャノンメディカル社製 Aplio500) を用いたエラストグラフィ法で測定した。測定は刺鍼前、切皮後、雀啄刺激後、置鍼5分、10分時点、抜鍼直後、抜鍼後5分、10分時点の計8回とした。
- 【結果】両群ともに鍼刺入前値と比較して有意な筋硬度変化は認められなかった。F群では置鍼中に筋硬度の低下傾向を示した。M群では筋硬度の上昇傾向を示した。両群の刺入前値に対する変化量を算出して群間比較を行った結果、置鍼10分後に有意 ($p<0.01$) にF群の方が低値を示し、その傾向は抜鍼10分後まで継続した ($p<0.05$)。
- 【考察】学生に指導する基本的な刺鍼中の手技である雀啄術では、筋硬度の低下は認められなかった。しかし、F群とM群で異なる経時的変化を示し、群間に有意差が認められたことから、F群の方が筋硬度を低下させる可能性が考えられた。養成校教育では、鍼刺入時に深部組織の硬度変化を鍼抵抗感覚から理解するように指導することが多い。しかし、本研究で用いた手法では明確な筋硬度変化は認められなかった。一方、刺激組織の違いによる差は検討の余地があった。以上の結果から、学生への技術指導について再考の必要があると考える。

キーワード：超音波エラストグラフィ法, 筋硬度, 前脛骨筋, 筋膜刺激, 雀啄

連絡先：仲村 正子 NAKAMURA Masako

〒559-8611 大阪市住之江区南港北1-26-16

森ノ宮医療大学 保健医療学部 鍼灸学科

I. 序論

筋疲労や筋損傷に伴い筋硬度が増加することは複数報告されている。鍼灸治療は筋緊張緩和を起こすことが知られており、筋硬度変化の評価は治療効果の指標として重要である。鍼刺激による筋緊張緩和のメカニズムは、軸索反射や反射性筋収縮の抑制などによる筋血流増加などが報告されている^{1,2)}。鍼刺激の目的組織についても、侵害受容器の分布や閾値の変化を指標とした報告がある³⁾。石丸らは遅発性筋痛モデルにおいて痛覚閾値が低下する組織を検討し、鍼刺激特有の得気感覚に関連する受容体は、骨膜や筋膜に多く分布するとしている⁴⁾。鍼灸刺激の受容器とされるポリモーダル受容器も皮下、筋膜、骨膜に広く分布しており、筋膜への刺激が有効であるとする文献は散見される⁵⁾。これらの報告から鍼の刺入組織を選別する技術が求められる。

鍼灸師は刺鍼中の鍼先から伝わる感覚と体表からの触診の2点から筋の状態を判断することが多い。鍼灸師養成校では、鍼先から伝わる生体内の硬さの変化を会得するために、硬さの異なるシリコン枕を重ねた刺鍼練習台を用いた教育方法などが実践されている。刺鍼中の刺激方法として、鍼の上下運動、回旋、振動、圧迫、留置など様々な手技が存在し、東洋療法学校協会が編纂しているはりきゅう実技の教科書には17種類の手技が記載されている⁶⁾。養成校ではこれらの技術指導を行う際に、筋硬度の変化を感知するように指導しているが、筋硬度に問題が認められない健常学生同士で患部を想定した実習を行うことが多く、刺鍼による筋硬度の変化を経験することが難しい。また、平時の指導内容で筋硬度変化が生じるか否かや、目的組織による違いなどについては十分に検証されていない⁷⁾。本研究では、はり師・きゅう師養成校において、学生に指導する基本的な鍼刺入技術である雀啄術を筋膜および筋中の異なる組織に実施し、超音波診断装置を用いて筋硬度の変化を観察した。

II. 方法

1. 対象

本学学生及び教職員で、研究内容について予め文書にて説明し、文書にて同意が得られた8名（男性4名 女性4名 平均年齢33.4±10.6歳）の健常成人とした。左右の前脛骨筋に疼痛や違和感などの自覚的問題を有している者は除外した。

2. 介入と群の設定

介入は鍼を筋中に入る前で留めた群（Fascia:以下F群）と、筋中まで刺激する群（Muscle:以下M群）を設定した。研究デザインはクロスオーバー法とし、両群の実施には1週間以上の期間を空けた。介入の順序はMicrosoft Excelにて1-8の乱数を立ち上げ、奇数をF群→M群、偶数をM群→F群としてランダム化した。また、介入によって刺入する足を左右で交換し、その順序もランダム化した。

介入時の肢位は仰臥位とし、5分間の安静を指示した。前脛骨筋の収縮に影響する足関節については、安静位で動かさないようにだけ指示し、角度は特に指示しなかった。刺入部位は、安全性を考慮し、深層に有害事象を引き起こす組織がなく、また人体刺入練習の初期に用いることが多い点から、前脛骨筋の上部にある足三里穴（ST36）の近傍で、術者の触診で筋硬度が高いと判断した部位とした。使用した鍼はセイリン株式会社製ディスポーザブル鍼50mm 20号鍼（鍼長50mm 直径0.20mm）で、術者は1名とし、鍼の直側から超音波診断装置で鍼尖部の位置を確認した。刺激方法は雀啄術（組織内で鍼尖を上下に動かす技術）をタイマーで確認しながら1Hz10回、振幅は5mm以内とした。

3. 評価

1) メインアウトカム

超音波エラストグラフィ法にて筋硬度の指標である Shear Wave Elastography (以下 SWE) を測定した。筋肉の中を伝搬する剪断波の速度は伝搬する筋肉の弾性係数と正の関係にある。剪断波の伝搬速度が速いほど筋硬度は高いといえる^{8,9)}。本研究では、前脛骨筋に収束超音波（プッシュパルス）を照射して発生した横波の弾性波（剪断弾性波）を超音波パルスで捉え、その伝搬速度である SWE によって前脛骨筋の筋硬度を評価した。SWE 測定は超音波診断装置（キャノンメディカル社製 Aplio500、プローブはキャノンメディカル社製リニア式電子スキャンプローブ）を用い、発標準駆動周波数 10MHz で行った。計測にあたりプローブを鍼施術部位に位置し、1cm の関心領域を設定した。1 回の収束超音波の照射で関心領域 3 か所の関心領域を測定した。測定は同一部位に 3 回行い、その平均値を鍼施術部位の SWE とした。測定は刺鍼前、切皮後、雀啄刺激後、置鍼 5、10 分時点、抜鍼直後、抜鍼後 5、10 分時点の計 8 回とした。測定は臨床検査技師が行った（図 1）。

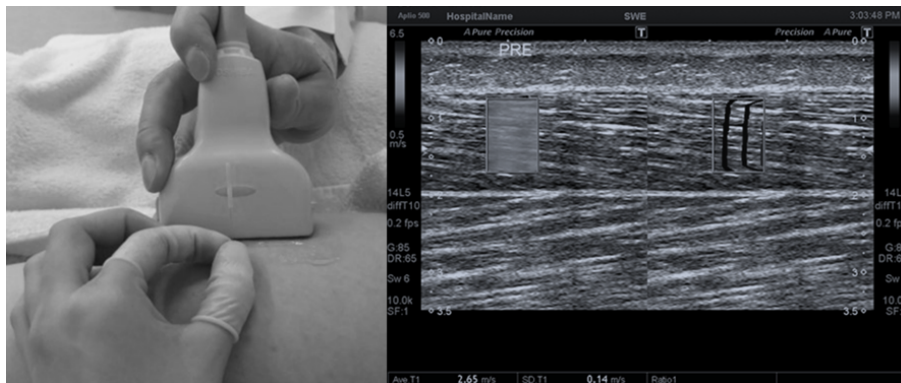


図 1. 超音波診断装置による筋硬度測定

(左) 鍼の刺入部位の近くにプローブをあて、(右) 画面で刺入部位を確認した。

2) サブアウトカム

鍼刺入から抜鍼後 10 分までの 7 測定時点で、鍼の「響き(得気)感覚」の有無を評価表で聴取した。「響き感覚」とは、鍼を刺入した時に受療者が感じる感覚で、酸(だるいような)、張(張ったような)、重(重たいような)、麻(痺れるような)に分類される。これらの感覚は、皮下および深部組織に分布する侵害受容器が興奮したことによるものとされ、受容器の分布や閾値と関係が深い¹⁰⁾。本研究では、酸、脹、重、麻に感覚なしを加えた 5 つの評価を聴取した。また、鍼を皮膚に刺入する際の痛み(切皮痛)について、Visual Analogue Scale (VAS) にて評価した。

5. 解析

解析は統計解析ソフト SPSS ver.22(IBM) を用いて行った。F 群と M 群における SWE の経時的変化については、Friedman 検定を行った。介入前を基準とした筋硬度変化量の群間比較を Mann-Whitney 検定にて行った。有意水準は 5% 以下とした。

6. 研究倫理

被験者には予め研究方法・考えられる利益と不利益・研究参加および中止の自由を保障する旨を文書にて説明した。説明文書は被験者に渡し、同意書は 2 通作成して双方が保管した。本研究は森ノ宮医療大学学術研究委員会研究倫理審査部会の承認を受けて行った(承認番号 2019-034)。

III. 結果

被験者1名において研究当日に左前脛骨筋に違和感があったため参加を中止した。結果、F群は8足(右足4、左足4)、M群は7足(右足4、左足3)で分析を行った。全足において、鍼刺入後の有害事象は認められなかった。

F群およびM群の刺鍼前後の8時点において、いずれも筋硬度の変化に有意な差は認められなかった(表1 筋硬度)。介入前を基準として筋硬度の変化量を検討した結果、F群では筋膜刺激後に筋硬度が低下する傾向を示し、M群では上昇する傾向を示した(表1 変化量)。両群の変化量を各時点で比較したところ、置鍼10分後にF群の方が有意に低値を示した($p<0.01$)。その傾向は抜鍼10分後まで継続した($p<0.05$)。

表1. SWEの変化

F群とM群の間で筋硬度の変化に有意な差は認められなかった。介入前を基準として筋硬度の変化量を検討した結果、F群では筋膜刺激後に筋硬度が低下する傾向を示し、M群では上昇する傾向を示した。両群の変化量を各時点で比較したところ、置鍼10分後からF群の方が有意に低値を示した。値はmedian(max-min)を示す。

	筋硬度		変化量		変化量
	F群	M群	F群	M群	F群vsM群
pre	3.14(2.69-3.71)	3.20(2.57-3.26)	0.0000	0.0000	N.S.
切皮	3.16(2.48-3.98)	3.04(2.55-3.05)	0.03(-0.21-0.27)	-0.09(-0.20-0.40)	N.S.
刺入時	2.94(2.72-3.91)	3.12(2.49-3.84)	-0.11(-0.44-0.31)	0.17(-0.17-0.58)	N.S.
雀啄	3.13(2.56-3.68)	3.13(2.49-3.99)	-0.07(-0.36-0.08)	0.02(-0.22-0.73)	N.S.
置鍼5分	2.87(2.71-3.65)	3.17(2.77-3.58)	-0.15(-0.82-0.42)	0.20(-0.26-0.52)	N.S.
置鍼10分	2.88(2.74-3.26)	3.41(2.59-4.35)	-0.20(-0.60-0.12)	0.37(0.02-1.09)	0.003
抜鍼直後	2.82(2.49-3.31)	3.07(2.32-4.27)	-0.27(-0.60-0.09)	0.13(-0.25-1.01)	0.012
post5分	2.90(2.57-3.23)	3.20(2.62-4.48)	-0.18(-0.73-0.12)	0.13(-0.03-1.22)	0.003
post10分	2.99(2.57-3.39)	3.21(2.73-3.65)	-0.18(-0.45-0.17)	0.16(-0.24-0.43)	0.019

Friedman検定 群内比較 N.S.

Mann-Whitney検定

鍼刺入による得気の有無について、各時点での例数を表2に示した。切皮時のVASおよび得気感覚の有無に関して、群間での差は認められなかった(表2)。

表2. 切皮時のVASと測定時の得気感覚の有無

各群の切皮痛のVAS(平均±SD)と、鍼刺入による得気の有無について、各時点での例数(人)を示す。それぞれ両群間に差は認められなかった。

	切皮痛VAS (平均±SD)	得気を感じた人数(人)						
		刺入時	雀啄	置鍼5分	置鍼10分	抜鍼直後	post5分	post10分
F群	5.58±5.20	5	5	2	2	2	0	0
M群	4.26±5.57	4	4	2	2	5	1	0

N.S.

IV. 考察

本研究では、1年次に基礎実技で指導する雀啄術後の筋硬度の低下は認められなかった。しかし、M群では置鍼中に筋硬度が上昇する傾向を示し、F群は低下する傾向を示した。

1) 刺激部位による筋硬度の変化の違いについて

鍼治療、ストレッチ、マッサージによる筋硬度の変化について、皮膚表面から圧迫することにより筋硬度を計測する方法（以下、筋硬度計）を用いて評価した文献は散見される¹²⁾。筋硬度計は操作が簡易で安価であり、その有効性が認められるものの、押圧の角度によって測定値に変動があり、評価できるのは皮膚表面から深部組織全体の硬さまでにとどまる。また、計測時の押圧刺激によって筋硬度に変化を与える可能性も考えられる。本研究で用いたSWE法は非侵襲性に筋硬度の測定が可能で客観性が高いことから、結果の信頼性は高いと考える。

鍼治療における筋硬度の低下は筋緊張の緩和が要因と考えられる。筋緊張緩和の一因として、筋血流の改善が関与するとした報告がある^{1,2)}。鍼刺激が組織損傷や侵害受容器を興奮させることによって、軸索反射を介した局所血管拡張が報告されている²⁾。また、血管内皮細胞からのNO放出が局所性血管拡張を引き起こす可能性も報告されている²⁾。他に交感神経系の興奮による筋紡錘の張力変化の結果、Ia求心性神経を介した反射性筋緊張を鍼刺激が抑制するのではないかという見解もあるが、十分な検証報告が無く推測の域を出ない。太田らは筋電図や深部血液量と組み合わせて鍼刺激深度による筋硬度変化を観察している。その結果筋放電量の減少と筋硬度の低下には高い相関があり、深部血液量の増加も認めている¹¹⁾。この結果は、鍼刺激による局所血流量の増加だけでなく、神経系を介した筋活動も筋緊張の緩和に関与していることを示している。

鍼刺激の目的組織には皮下、筋膜、筋中、骨膜などがある。鍼刺激の種類には皮膚の接触刺激である小児鍼、皮膚組織を微小破壊する皮内鍼や円皮鍼、深部組織に鍼尖を到達させる鍼などがある。また、刺入中に鍼を上下方向や回旋方向に動かす、周囲の組織を振動させるなどの多様な手技が存在する。目的組織は異なっているが侵害受容器の刺激を目的としている点は共通しており、機械・熱・化学の各刺激に反応するポリモーダル受容器が入力系とする説が重視されている⁵⁾。この受容器は皮下・筋膜・骨膜などに広く分布しているが、遅発性筋痛モデルやトリガーポイントの検証では筋膜での感作による閾値の低下が顕著であり⁴⁾、治療時の目的組織として考えられている。これらの報告から、鍼刺激が筋血流量の増加などを介して筋緊張を緩和すること、目的組織は侵害受容器の感作部位であり、運動器系の疾患では筋膜が有力視されている。よって本研究では筋膜と筋中のそれぞれを刺激する2群を設定し検討を行った。

本研究では介入前と比較した筋硬度変化は認められなかったが、目的組織の違いによる経時変化には差が認められた。筋硬度の低下傾向は筋膜刺激で認められており、例数を増やして検討することで、筋硬度低下を誘発する目的組織を明らかに出来る可能性が考えられる。得気の有無については、その出現と硬度変化ともに筋中・筋膜で差は認められなかった。筋中に刺入する際には筋膜を必ず通過し、雀啄術で鍼を上下に動かす際にも筋膜の偏位が起こることは否定できず、両群の差が認められなかった一因と考える。得気の有無による変化についても、例数を増やして検討する必要があると考える。

2) 鍼灸師養成校における鍼実技教育について

多くの養成校では1年次に基礎実技として鍼の刺入技術を教育する。この際、鍼の刺入深度を意識させるために、硬度の異なるシリコンを重ねた練習用具などを用いることが多い。これは、皮下組織や筋組織における硬度変化を認識する技術の修得を目的としており、人体施術に移った場合にも組織の硬度

変化を意識するように指導される。また、得気と呼ばれる侵害受容感覚の有無と組織の硬度変化を組み合わせて、刺入深度や手技を駆使して得気をコントロールする術を身に着けるように指導される。実際臨床では触診によって筋の硬度変化を探索し、筋硬度が亢進している「硬結」や侵害受容器が感作されている「圧痛点」を治療部位とすることが多い¹³⁾。しかし、反応は病的状態にある患者において生じるものであり、健常成人同士で練習する学生指導において必ずしも認められるとは限らない。健常成人に鍼を施術しても筋硬度の変化が発生している保証はなく、学生が学習する基本的な技術では本研究の結果で示した通り、筋硬度変化が起こるとは限らない。学生指導は「患者であればこうした変化が起こる」を想定したものであり、臨床で体感される生体の変化を経験することは難しいと考えられる。学生指導をより適切に行うためには、技術教育の各段階において健常成人を対象とした変化を検証し、臨床と異なる反応が起こりえるのであれば、それを想定した指導に変える必要があると考える。2018年に発行された養成校認定規則では、教育内容に「生体観察」を含めるように改定された。これはより臨床を意識し、生体の反応を観察し、適切な部位に施術できる人材の育成を目的としたものである。学生指導を低学年における人体刺鍼指導と、高学年における生体観察に基づく施術指導に分けて構成することが求められると考える。

V. 結語

本研究の結果、基本的な技術である雀啄術では筋硬度変化が認められなかったが、筋膜と筋中で異なる反応が生じる可能性が考えられた。前述の通り運動器疾患では筋膜の侵害受容感覚の感作が考えられることから、同部位を刺激することが重要と我々は考えている。本研究では刺激の目的組織や得気の有無などによる有意差は認められなかったが、例数の増加による検討を継続する必要があると考える。本研究では鍼を上下させる雀啄術に特化して検証したが、まだ多くの技術が未検証である。養成校教育で行われている技術指導を再検証するために、他の技術に関する検証も継続したい。

付記

本研究は2019-21年度科学研究費助成事業補助金「超音波診断装置を用いた教材開発」(19K03019)の支援を受けて実施した。

引用文献

- 1) Sato A, Sato Y, Shimura M, Uchida S. Calcitonin gene-related peptide produced skeletal muscle vasodilation following antidromic stimulation of unmyelinated afferents in the dorsal root in rats. *Neurosci Lett.* 2000; 283(2): 137-40.
- 2) 川喜田健司, 矢野忠. 鍼灸臨床最新科学 メカニズムとエビデンス. 第1版. 医歯薬出版株式会社. 東京. 2014: 77-81.
- 3) 川喜田健司. 針灸刺激の末梢受容機序とツボの関連. *日本生理誌.* 1989;51:303-15.
- 4) Ishimaru K, Kawakita K, Sakita M. ShareAnalgesic effects induced by TENS and electroacupuncture with different types of stimulating electrodes on deep tissues in human subjects. *Pain.* 1995 Nov; 63(2): 181-7.
- 5) Ito K, Kawakita K. Effect of indomethacin on the development of eccentric exercise-induced localized sensitive region in the fascia of the rabbit. *Jpn J Physiol.* 2002; 52: 173-80.
- 6) 教科書執筆小委員会. はりきゅう実技〈基礎編〉. 第2版. 公益社団法人東洋療法学校協会(編). 医道の日本社. 神奈川. 2014: 22-9.

- 7) 村上高康, 新原寿志, 浦田繁. The effect of manual acupuncture stimulation on motor evoked potential induced by transcranial magnetic stimulation. 医学と生物. 2013; 157(6-1): 885-91.
- 8) Akagi R, Kusama S. Comparison between neck and shoulder stiffness determined by shear wave ultrasound elastography and amuscle hardness meter. Ultrasound Med Biol. 2015; 41: 2266-71.
- 9) Yamamoto A, Yamakoshi Y, Ohsawa T, Shitara H, Ichinose T, Shiozawa H, et al. Shear wave velocity measurement of upper trapezius muscle by color Doppler shear wave imaging. J Med Ultrasonics. 2018; 45: 129-36.
- 10) 奈良上眞, 和辻直, 渡邊勝之, 篠原昭二. 「得気」(鍼のひびき) とその臨床的意義について. 東方医学. 1992; 8(1): 1-10.
- 11) 太田喜穂子, 矢野忠. 頸肩部の筋緊張に対する鍼刺激の効果 筋硬度、深部血流量および筋電図を指標として. 日温気物医誌. 2005; 68(2): 122-33.
- 12) 木村啓作, 和辻直, 有馬義貴, 篠原昭二. 体表から得られる筋の硬さと血行動態の変化. Health Sciences. 2007; 23(1): 54-63.
- 13) Kawakita K, Okada K, Kawamura H. Analysis of a questionnaire on the characteristics of palpable hardenings: a survey of experienced Japanese acupuncturists. JAM. 2005; 1: 1-8.

Effect of the technique taught in acupuncture practice on muscle hardness : Comparison in fascia and muscle

Masako Nakamura¹⁾, Hideaki Matsukuma¹⁾, Ryota Tsuji¹⁾,
Nao Horikawa¹⁾, Hidehiko Waki²⁾, Tomoyuki Nabeta¹⁾

¹⁾ Department of Acupuncture, Faculty of Health Sciences, Morinomiya University of Medical Sciences

²⁾ Department of Medical Technology, Faculty of Health Sciences, Morinomiya University of Medical Sciences

Abstract

[Purpose] In acupuncturist or moxibustionist training schools, we teach students the sparrow pecking technique, a basic acupuncture technique, to stimulate muscles and fascia and observe the changes in muscle hardness.

[Method] Eight faculty members and students from the Morinomiya University of Medical Sciences, who consented to the study content and had no issues at the stimulation site, were included in the study. After instructing the participant to rest in the supine position, the left and right tibialis anterior muscles were stimulated with either fascial stimulation (Fascia: Group F) or intramuscular stimulation (Muscle: Group M). The intervention order was randomized according to random numbers created by a computer. The insertion site in the tibialis anterior muscle was the site of muscle tension found via palpation. The acupuncture needle used for the procedure was a 0.20 × 50 mm disposable acupuncture needle manufactured by Seirin Corporation, and the muscle or fascia was needled while positioning the acupuncture tip using ultrasonic diagnostic equipment. After reaching the target depth, the sparrow pecking technique was performed 10 times, moving the needle up and down within a range of 5 mm, once per second. The muscle hardness was measured with shear wave elastography (SWE) using ultrasonic diagnostic equipment (Aplio500, Canon Medical Systems Corporation). Measurements were recorded eight times in total: before acupuncture, after skin penetration, after stimulation with the sparrow pecking technique, 5 minutes after retaining the needle, 10 minutes after retaining the needle, immediately after removing the needle, 5 minutes after removing the needle, and 10 minutes after removing the needle.

[Results] Neither group showed any significant change in SWE when compared to the pre-acupuncture values. Group F showed a decreasing trend in SWE during needle retention, while Group M showed an increasing trend. The results of calculating the amount of change from the pre-insertion value in both groups and comparing the values of the groups showed that the value was significantly lower in Group F 10 minutes after retaining the needle ($p < 0.01$), and this tendency persisted for up to 10 minutes after removal of the needle ($p < 0.05$).

[Discussion] There was no decrease in the SWE values with the sparrow pecking technique, a basic acupuncture technique used to train students. However, Group F and Group M exhibited different changes over time. There was a significant difference between the groups, suggesting that Group F may have had a greater reduction in muscle hardness. In acupuncture training schools, students are often instructed to ascertain the change in the hardness of deep tissue from the sensation of resistance felt via the acupuncture needle when it is inserted. However, there was no clear change in SWE with the technique used in this study. The differences could be due to variations in the stimulated tissue. The above results suggest the necessity of reconsidering the technique guidance taught to students.

Key words: ultrasound elastography, muscle hardness, tibialis anterior muscle, fascial stimulation, sparrow pecking technique