

修士学位論文

論文題名

(注：学位論文題名が欧文の場合は和訳をつけること。)

超音波診断装置による徒手療法及び温熱療法の 治療効果の検討

平成 24年 1月 6日 提出

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻
理学療法科学域

学修番号：10895601

氏名：市川 和奈

(指導教員名： 竹井 仁 准教授)

【要旨】

本研究は超音波診断装置を使用し、筋膜リリースと温熱療法の治療効果を比較検討することを目的とした。対象者は健康成人男性 12 名、平均年齢 27.0(22-34)歳であった。対象者の左外側広筋に対し、筋膜リリース 4 分、ホットパック 20 分、ホットパック 10 分、常温パック 20 分、常温パック 10 分、の 5 つの介入を同一被験者に対し順序は無作為に実施した。測定項目は筋膜移動距離、超音波診断装置及び筋硬度計による筋硬度測定、の 3 項目とした。結果、筋膜リリースは全ての項目で治療効果を認めた。筋膜移動距離では浅層深筋膜でより効果を認め、超音波診断装置による筋硬度は浅層部・深層部共に効果を認めた。20 分ホットパックは筋硬度計による筋硬度のみ効果を認めたが他の項目では効果を認めず、深層部への効果はないことが示唆された。本研究では筋膜リリースのみが全ての項目で効果を認めたことから、筋・筋膜の滑走性及び柔軟性の改善には圧迫に加えて持続的な伸張が必要であることが示唆された。

キーワード：筋膜リリース、ホットパック、超音波診断装置、筋膜移動距離、筋硬度

【はじめに】

臨床において、筋・筋膜の機能異常を対象とした理学療法技術は数多く存在する。筋・筋膜の機能異常への介入方法の一つとして、徒手療法に属する筋膜リリース (Myofascial Release: 以下 MFR)がある。これは異常な筋膜の高密度化と基質のゲル化を解消する目的で実施する技術である。MFR は、関節運動を伴わず刺激も穏やかな治療手技であるため様々な疾患・年齢層に対応することができ、その臨床意義は大きい。

MFR を用いた先行研究では、関節可動域、疼痛改善に効果を示したという報告¹⁾³⁾や 1 回の MFR の持続効果について一日以上効果が持続したという報告⁴⁾がある。また、ホットパックとの比較では僧帽筋上部線維の筋筋膜炎に対して、MFR を加えた治療プログラムで疼痛の緩和と関節可動域の改善に効果を認めたという報告⁵⁾や、健康者の肩関節に対し MFR を行った群とホットパック群で両者ともに有意に肩関節の可動域が改善したという報告⁶⁾がある。しかし、MFR を実施した後、生体内の筋・筋膜にどのような形態的変化が起きているかを報告したものはない。

近年、超音波診断装置の技術的な発展により生体内での筋の形態的変化を非侵襲的にかつリアルタイムに観察することが可能になってきた。筋の形態的変化をみるために超音波診断装置 B モードを使用した研究には、等尺性収縮時の羽状角の評価および筋厚の計測⁷⁾⁸⁾、等尺性収縮および筋伸張時の筋膜と筋束の交点の移動距離 (以下: 筋膜移動距離) の計測⁹⁾¹⁰⁾などがある。筋膜と筋束の交点の移動距離の計測に関しては測定方法の検者間信頼性の報告¹¹⁾もあり、高い再現性を示している。また、Real-time elastography(以下: RTE)機能という組織の硬さの違いを画像化する技術も開発されている。これは、生体組織を圧迫した時に軟らかい組織は大きく歪むが、硬い組織は歪みが小さいという現象を利用したものであり、体表から圧力を加えた時の組織の変化量を演算し、相対的な生体組織の硬度を画像化・カラー表示することが可能である¹²⁾¹³⁾。さらに、RTE 画像内に 2 つの関心領域を設定し、両者の歪み比を算出することで、組織の硬さを半定量的に評価することが可能である。

そこで本研究では超音波診断装置を使用し、生体内の筋・筋膜を可視化した状態で筋膜移動距離、筋硬度を測定することにより、筋膜リリース及び温熱療法の介入前後で筋・筋膜の滑走性及び柔軟性にどのような変化を生じるのかを、深達度という観点も含め比較検討したので報告する。

【対象】

対象者は整形外科的既往のない健常成人男性 12 名で、平均年齢 27.0(22-34)歳、身長と体重の平均値（標準偏差）は身長 172.6(4.5)cm、体重 66.7(4.1)kg であった。本研究は首都大学荒川キャンパス研究安全倫理審査委員会の承認（承認番号：09048）を得たうえで、被験者に対して事前に研究趣旨について十分に説明した後、書面での同意を得て実施した。

【方法】

1. 介入方法

対象者の左外側広筋に対し、1. MFR4 分、2. ホットパック 20 分、3. ホットパック 10 分、4. 常温パック（ホットパックに使用したものを室温と同じ温度の水につけ使用）20 分、5. 常温パック 10 分、の 5 種類の介入を同一被験者に対して順序は無作為に実施した。なお、MFRでの介入後、他の介入を行う場合は約 1 ヶ月期間を置いた。MFR 以外の介入は約 2 週間おきに実施した。肢位は左側臥位とし、左股関節が中間位になるように高さの調節できる台を使用した。MFR は大腿近位と遠位に手を当て、左外側広筋の走行に沿ってクロスハンドでの長軸方向リリースを 4 分間実施した(図 1)。MFR 施術者は、理学療法士歴 25 年で、現職者に対する講習会等で指導経験のある理学療法士 1 名とした。ホットパックは水温を 80℃に保ったハイドロコレータ(酒井医療社製)内に 1 時間以上浸したものを使用し、体に当てる側が 8 層になるようにコットンタオルで包んだ。熱の放散を防ぐため体に当てる反対側にビニールを当てた¹⁴⁾。常温パックは室温と同じ温度の水に 1 時間以上浸したものを使用し、ホットパックと同様の方法でコットンタオルに包んだ。ホットパック、常温パックともに、大転子と大腿骨外側上顆を結んだ直線上の midpoint が中心になるよう実施した。なお、介入時および測定時には室温 26℃、湿度 70%を基準としてほぼ一定にした。



図1 筋膜リリース

2. 測定方法

測定項目は筋膜移動距離、超音波診断装置の RTE 機能を使用した筋硬度測定、筋硬度計を使用した筋硬度測定、の 3 項目とした。すべて、左側臥位にて、大転子と大腿骨外側上顆を結んだ直線上の midpoint かつ、腸脛靭帯の腹側で計測した。

1) 筋膜移動距離の測定

介入後の筋・筋膜の形態的变化をとらえるために、乙戸ら¹⁰⁾の方法を参考に筋膜移動距離の測定を実施した。超音波診断装置(日立メディコ社、EUB-7500)の B モードを使用し、外側広筋の矢状面画像を抽出した。プローブは幅 40 mm のリニア型を用い、皮膚面に垂直に軽く当て、輝度が高く筋膜と筋束の接点が最も明瞭に描出される位置に角度を調節し、圧迫による筋の変形が生じないことをモニターで確認した。

また、測定中プローブの位置に変化がないことを確認するために、皮膚にアルミテープを貼り一部が映るようにプローブを当てた。このテープ部分は超音波透過性が減衰するため画像では陰影(黒色)に表示される。この陰影部の右側を基準点 A(以下:A)とした。次に A に近い位置で、観察できる筋膜と筋束の接点を指標点 B(以下:B)として、AB それぞれに画面上でマーキングを行い、静止画面で保存した。続いて他動的に膝関節 0 度から屈曲 45 度に関節角度を変化させ、関節の角度変化に伴い移動する B を指標点 B' (以下:B')とし画面上のカーソルで追従した。膝関節が屈曲 45 度になった時点で A が陰影部と一致していることを確認した後、B' にマーキングし静止画面で保存した。A が陰影部と一致していない場合は測定中にプローブが動いた可能性があるため、再計測を行った。

計測には画像解析ソフト ImageJ1.44(米国国立衛生研究所)を用い、得られた画像から AB 距離と AB' 距離を計測し、これらの差を移動距離とした(図 2)。測定箇所は超音波画像にて確認できた皮下組織と外側広筋の間の深筋膜(以下:浅層深筋膜)と、外側広筋と中間広筋の間の深筋膜(以下:深層深筋膜)とした。

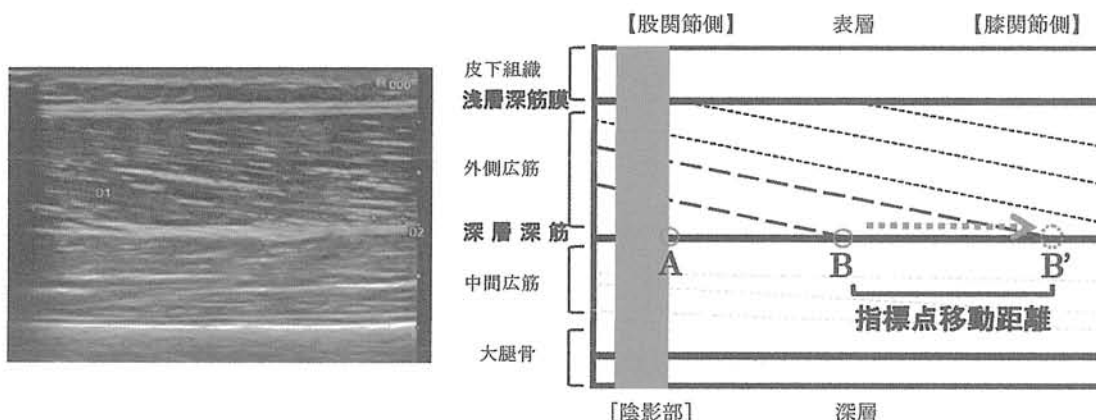


図 2 超音波画像による指標点移動距離の解析方法

○は筋膜と筋束の交点

浅層深筋膜上と深層深筋膜上で測定

指標点移動距離 = AB'間 - AB 間

また、外側広筋測定の前研究がなかったため、本研究に先立ち予備実験を行い、測定方法の信頼性の検討を実施した。信頼性の検討には級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficient : 以下 ICC)と最小可検変化量(Minimal Detectable Change : 以下 MDC)を用いた。MDC は再テストなどの繰り返し測定により得られた 2 つの測定値が測定誤差によるものである限界域を示したものであり、一般的には MDC の 95%信頼区域である MDC_{95} が用いられる¹⁶⁾。よって介入前後の測定値を比べる際にその差が MDC_{95} 以上であれば真の変化が生じたと判断される。被験者は整形外科的既往のない健康成人 5 名 10 肢(男性 5 名)とした。平均年齢は 25.0(21-34)歳、身長と体重の平均値(標準偏差)は 172.1(5.1)cm, 60.2(0.9)kg であった。超音波診断装置での測定は 2 名の理学療法士(臨床経験 6 年と 4 年)で行い、画像解析ソフトによる移動距離の計測は 1 名の理学療法士(臨床経験 6 年)が行った。 MDC_{95} は 1 名の理学療法士(臨床経験 6 年)の 1 回目と 2 回目の測定値差の標準偏差と ICC を用いて測定標準誤差(standard error of measurement : 以下 SEM)を算出したのち、 $MDC_{95}=SEM \times 1.96 \times 2^{1/2}$ で求めた。予備実験の結果、浅層深筋膜移動距離の検者内信頼性(ICC1.1)=0.98、浅層深筋膜移動距離の検者間信頼性(ICC2.1)=0.97、深層深筋膜移動距離の検者内信頼性(ICC1.1)=0.96、深層深筋膜移動距離の検者間信頼性(ICC2.1)=0.99 であった。 MDC_{95} は浅層深筋膜移動距離=0.41mm、深層深筋膜移動距離=0.40 mm であった。

2) 超音波診断装置を用いた筋硬度測定

超音波診断装置での筋硬度測定は RTE 機能を使用して行った。生体組織を圧迫した時に軟らかい組織は大きく歪むが、硬い組織は歪みが小さいという現象を利用したものであり、プローブにて体表から圧力を加えた時の組織の変化量(歪み量)を演算し、相対的な生体組織の硬度を画像化・カラー表示することが可能となる¹⁷⁾。また得られた RTE 画像から 2 つの領域を設定することで両者の歪み比を算出することができる。本研究では Niitsu ら¹⁸⁾の方法を参考に筋肉冷却用ゲル比較対象として、外側広筋との歪み比を算出した。硬さが一定である筋肉冷却用ゲル¹⁹⁾を使用することで、加える圧の程度が多少変化しても 2 つの組織の歪み比率は一定となり¹⁷⁾、外側広筋の硬さをより定量化することが可能である。筋肉冷却用ゲル(6 cm×5 cm×8 mm)は専用のスタビライザーに貼りプローブに装着した。測定は測定箇所に対しプローブで体表から軽い圧迫操作をリズムカルに加えて行った。この操作は徒手で行うが、RTE には圧迫速度を 7 段階にリアルタイムで表示する機能があり、圧迫速度を一定にすることで、圧迫操作を一定にすることが可能である。圧迫速度は、1-2 では速度不足、3-5 は適切、6-7 は速度過剰となっている。本研究では画面上の速度表示を参考にし、圧迫速度レベルが 4 になるように調節した。また筋肉冷却用ゲルの歪み量が一定になるよう、事前にプローブ操作の練習を十分に行った。

得られた画像内に関心領域を 2 か所設定し(筋肉冷却ゲル領域と外側広筋領域)、介入前後で外側広筋との歪み比(外側広筋の歪み量/筋肉冷却ゲルの歪み量)を測定した。歪み比は外側広筋の浅層深筋膜付近の浅層部と深層深筋膜付近の深層部の 2 か所に対し測定を行った(図 2)。各測定時で RTE 画像を無作為に 3 つ選択し平均値を求め、介入前後での差を測定値として算出した。なお、測定値は軟らかい組織では数値が大きくなり、硬い組織では数値が小さくなる。

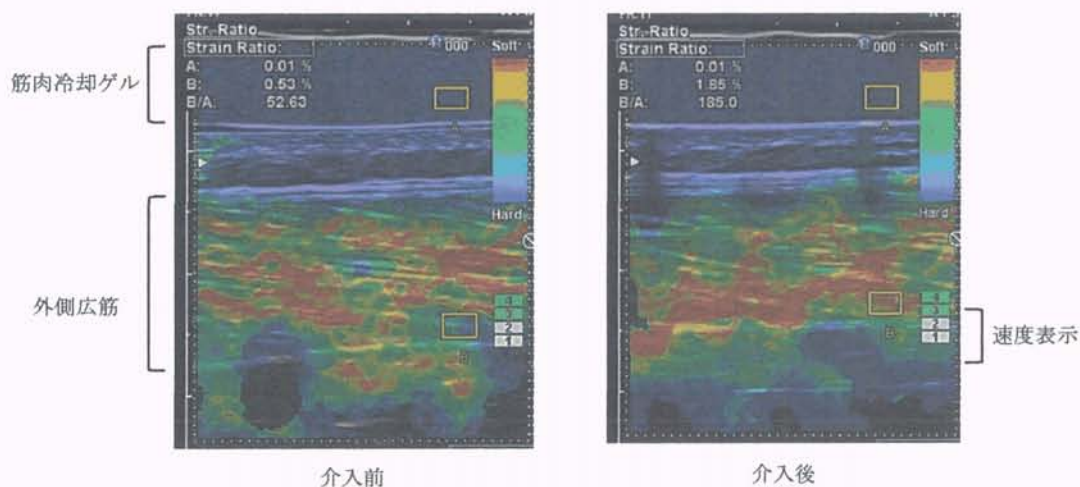


図2 RTE 画像

3) 筋硬度計を用いた筋硬度測定

筋硬度計（アスカーゴム硬度計 FP 型：ASKER 高分子計器株式会社）を使用し測定部位を測定した。測定は連続して 5 回行い、最大値と最小値を省いた 3 回の平均値を測定値とした。

4) 統計的解析

筋膜移動距離、RTE による筋硬度は測定時(介入前・介入後)と層の違い(浅層・深層)を 2 要因とした反復測定による二元配置分散分析を行った。有意差を認めた介入方法に対しては介入前後での変化率および変化量を算出し、浅層と深層で対応ある t 検定を実施した。筋硬度計による筋硬度は介入前と介入後の測定値において対応ある t 検定を実施した。

また、すべての測定項目にて、有意差を認めた介入方法が複数ある場合は各測定項目で介入方法間での比較を行った。分析には SPSSver19.0 を使用し、有意水準は 5%とした。

【結果】

1. 筋膜移動距離

筋膜移動距離[mm]では MFR のみ測定時と層の違いで交互作用を認めた(表 1)。浅層深筋膜の筋膜移動距離の平均値(標準偏差)は介入前 5.2(1.0)mm から介入後 7.3(1.2)mm に、深層は介入前 28.5(4.3) mm から 32.4(4.0)mm に指標点の遠位方向への移動量が有意に増加した。層の違いでは介入前介入後ともに有意差を認めた。介入前の測定値に有意差を認めた為、移動距離の変化率及び変化量を算出し、浅層と深層において対応ある t 検定を行った。結果、変化率では浅層が有意に大きい値を示し、変化量では深層が大きい値を示した。(表 2)

表1 筋膜移動距離[mm]の平均値 (標準偏差)

	介入前	介入後
浅層	5.2(1.0)	7.3(1.2)
深層	28.5(4.3)	32.4(4.0)

* : p<0.05

表2 変化率[%]及び変化量[mm]の平均値 (標準偏差)

	浅層	深層
変化率	42.0(15.0)	15.1(1.2)
変化量	2.2(0.6)	3.9(1.2)

* : p<0.05

2. RTEによる筋硬度測定

RTEによる筋硬度ではMFRのみが介入前と介入後で主効果を認めた。外側広筋浅層部のRTEによる筋硬度の平均値(標準偏差)は介入前22.9(18.7)から介入後38.7(25.6)に、深層部は介入前29.7(17.0)から介入後53.0(27.0)となり、浅層部、深層部ともに介入前後で有意差を認めた(表3)。層の違いでは有意差を認めなかった(表4)。

表3 RTEによる筋硬度の平均値 (標準偏差)

	介入前	介入後
浅層部	22.9(18.7)	38.7(25.6)
深層部	29.7(17.0)	53.0(27.0)

* : p<0.05

表4 変化率[%]及び変化量[mm]の平均値 (標準偏差)

	浅層	深層	有意差
変化率	108.7(98.3)	133.0(128.0)	n.s.
変化量	27.0(18.9)	35.6(23.4)	n.s.

n.s. : not significant

3. 筋硬度計による筋硬度測定

筋硬度計による筋硬度ではMFRと20分ホットパックにおいて介入前と介入後で主効果を認めた(表5)。変化率及び変化量では20分ホットパックに対しMFRが有意に小さい値を示した。(表6)

表5 筋硬度計による筋硬度[g]の平均値 (標準偏差)

	介入前	介入後
筋膜リリース	141.0(8.3)	127.5(7.1)
20分ホットパック	139.9(12.0)	137.8(11.6)

* : p<0.05

表6 変化率[%]および変化量[g]の平均値 (標準偏差)

	筋膜リリース	20分ホットパック
変化率	-29.2(7.9)	-5.0(7.3)
変化量	-12.7(3.8)	-2.8(3.0)

* : p<0.05

【考察】

1. 筋膜移動距離について

介入前後で MFR のみが治療効果を認めた。また、MDC₉₅ は浅層深筋膜移動距離で 0.41mm、深層深筋膜移動距離で 0.40 mmであったため、浅層深層ともに MDC₉₅ の値より大きな変化を示し、測定誤差を超えて変化したことが確認できた。

筋膜は身体全体を通じて連続したネットワークを形成し、すべての器官、筋、神経を覆って連結している。筋膜は筋や筋線維が滑走する際の緩衝剤としての機能や血管、神経、リンパ管を支持し、通過させる機能を有している^{20)・22)}。

また、Stecco ら²³⁾は、深筋膜は6つの層に分けることができ、これらの層の間にも滑走性があると報告している。深筋膜には膠原線維が主体とした密性結合組織が存在している。この密性結合組織は同じ筋膜の中において、異なる平面で、それぞれ異なる方向に線維が整列しており、深筋膜の中で3つの層を形成している²⁴⁾。しかし、これらの層の間に滑走性がなければ形を変化させることはできない。そのため、ヒアルロン酸に富んだ疎性結合組織が線維方向の異なる密性結合組織の間に存在し、緩衝材としての役割と、組織を分離させる役割を持ち組織間の滑走性を担っている。このことから深筋膜自体の層での滑走性も重要であることが示唆されている^{23)・25)}。本研究で用いた筋膜移動距離は筋膜と筋や筋膜と皮下組織の間の滑走のみでなく、深筋膜の中で筋束のつく層とその上層での滑走も反映している可能性がある。本研究の結果からはどの部分の滑走性が改善したかは言及できないが、筋膜の持つ滑走性の改善に MFR が有効であることが示唆された。

また、浅層と深層を比較すると実測値である変化量では深層が有意に大きい値を示したが、変化率では浅層が有意に大きい値を示した。今回用いた深筋膜に対する長軸リリースは体表から深筋膜まで圧を加え、筋膜の制限を解除する方向に伸張を加える手技である²⁰⁾。ゆっくり軽い力で行う穏やかな手技であるため、圧は徐々に浅層から深層に届く。はじめに皮下組織と外側広筋間にある浅層深筋膜への圧と伸張が加わり、外側広筋の筋外膜、筋周膜、筋内膜を介して、徐々に外側広筋と中間広筋の間の深層深筋膜へも圧と伸張が加わることとなる。そのため、4分間の介入時間では浅層部分への効果が大きく、浅層深筋膜での滑走量が増加したと考えた。しかし、深層深筋膜も介入前後で有意に大きい値を示しているため、介入時間を延長すれば浅層深筋膜と同様の効果が見込めたのではないかと考える。

2. 筋硬度測定について

RTE での筋硬度測定では MFR のみが介入前後で有意差を認め、治療効果が確認できた。層による効果の違いは見られず、浅層部、深層部共に筋硬度が低下した。よって MFR は浅層部と同様に深層部まで効果が波及することが示唆された。

RTE では外側広筋を超音波画像で確認し、筋硬度の測定を行った。骨格筋の力学的特性には大きく収縮、弾性、粘性、塑性があるが、外力に対する変位の大きさを測定する筋硬度には筋の粘弾性が最も関与していると考えられる。骨格筋における粘弾性を担っているのはアクチンフィラメント、ミオシンフィラメント、コネクチンといった筋原線維自体で発揮されるものと筋膜によって発揮される要素がある。特に粘性は筋膜の基質部分が関与して

いとされている²⁶⁾。本研究では MFR により筋膜の基質部分はその粘性を変化させたことにより筋硬度が低下したと考えた。

筋硬度計での筋硬度測定では MFR と 20 分ホットパックにて介入前後で治療効果を認めた。筋硬度計による筋硬度の測定は体表面に筋硬度計を置くことで筋硬度計自体が荷重負荷となり、体表面の変位を指標としている。そのため、得られる測定値は皮下組織と筋の両者が複合されたものとなる²⁷⁾。一方、RTE による筋硬度測定では可視化した状態で組織を識別したうえで測定を行うことが可能である。20 分ホットパックでは筋硬度計による筋硬度では介入前後で有意差を認めしたが、RTE による筋硬度では効果を認めなかったことから、外側広筋の筋硬度には効果がないが、皮下組織の柔軟性改善に効果あることが示唆された。

3. MFR の治療効果について

本研究において、MFR のみが筋膜移動距離、筋硬度のすべての項目に効果を認めた。先に述べたように今回の測定項目では筋膜の関与が大きい。筋膜は膜に強度と形態を与える膠原線維と形態記憶性と伸張性を与える弾性線維からなり²⁰⁾²¹⁾、半流動性で粘稠度を持つ基質に存在している²²⁾。筋膜の基質は粘性に富んでおり、ヒアルロン酸をはじめとするグリコサミノグリカン(glycosaminoglycan 以下、GAGs)、プロテオグリカン、多種結合性タンパク質からなる²¹⁾²⁸⁾

膠原線維は弾性線維の収縮力によって通常は波状に縮められている。膠原線維自体に伸張性はないが、組織が伸張されると弾性線維の弾力がこれに応じ、膠原線維の波状の走行が直線状に配列を変化することで伸張することが可能である²⁰⁾²²⁾。また GAGs は膠原線維の滑剤として存在している可能性があり、骨格筋の弛緩、伸張に相まって生じる膠原線維の配列変化はこれらが滑剤として摩擦を軽減している。このように本来基質の中で膠原線維と弾性線維は形を変化させる。しかし、長時間の安静や同一姿勢、反復運動により交差する膠原線維と弾性線維に高密度化が起こり、基質が脱水することでゾル状からゲル状に変化する。基質のゲル化は膠原線維、弾性線維の動きを妨げ、筋膜の制限や機能障害を引き起こすことになる²²⁾。

線維の高密度化や基質の粘稠度を変化させるには強く早い負荷よりも低い負荷、すなわち穏やかな持続した伸張や圧が効果的である²¹⁾。また、基質は温度の変化に反応する特性を持つ²⁹⁾。持続的に低負荷を与えた後に軟部組織に生じる形態の変化をクリープ (creep) といい、この際の物質が形を変えたり変えられたりする仕事から発熱を引き起こすヒステレーシス (hysteresis) が生じる²⁰⁾。これらのことから MFR による深筋膜への持続的な圧や伸張が膠原線維と弾性線維の高密度化を解除しゲル化した基質をゾル化したと考えた。本研究では MFR のみに治療効果を認めたことから、ホットパックによる温熱と圧および常温パックによる圧のみでは筋・筋膜の滑走性や柔軟性を変化させることができず、筋・筋膜の滑走性および柔軟性の改善には深筋膜までの圧を加えた持続的な伸張が必要であることが示唆された。また、MFR では短時間の介入で深層まで効果を波及させることが可能であり、その点においても非常に有用な治療手技であると考えられる。

4. ホットパックと常温パックについて

本研究では、ホットパック、常温パックには筋膜移動距離および RTE による筋硬度に有意差は見られなかった。

ホットパックは表在性温熱療法に属し、疼痛制御、膠原線維の軟化、軟部組織の伸展性の向上、筋緊張低下、循環改善、精神的緊張の緩和などの効果が期待でき、適応となる疾患や症状は多岐にわたる¹⁴⁾。成書において軟部組織の伸張性の向上について言及されている場合、Lehmann³⁰⁾らの報告が参考としている場合が多い。彼らは、ラットの尾の腱を用いて温熱を作用させたときの伸張性を検討している。それによると 25℃の水と 45℃の温水に浸した腱では、45℃の温水に浸して伸張したほうが組織を損傷せずに大きな伸張性を得ることができるとしている。このことから腱の主成分である膠原線維は温熱により伸張性が高まると言われている。しかし、現在臨床で用いられている温熱療法では、生体を 45℃まで加温することは不可能であり、仮に加温できても蛋白質の変性を想起する可能性がある³¹⁾。

健常成人を対象とし、軟部組織の伸張性を得るためにホットパックを用いた研究報告では、篠原ら³²⁾は健常成人の大腿後面に対しホットパックを実施し、他動的 SLR 時股関節角度を測定したが、変化を認めなかったとしている。また、本研究で使用した湿熱性のホットパックではないが、Henricson ら³³⁾は健常成人の大腿後面に対し電気ホットパックを適応する方法とハムストリングスに対するストレッチングを適応する方法をそれぞれ単独で実施する場合と両方法を併用して適応させたときの股関節の関節可動域への影響を検討している。それによるとストレッチング単独の場合と、温熱療法とストレッチングの併用において関節可動域が拡大し、温熱用法のみでは関節可動域に変化がなかったとしている。本研究のように超音波診断装置を使い筋膜移動距離や筋硬度を測定した研究はないため、先行研究では実際に何がどのように改善したかが不明であり、本研究と先行研究を単純に比較することはできない。しかし、筋・筋膜の滑走性や柔軟性のいずれかが改善していれば、関節可動域は拡大しているはずである。したがって、先行研究の関節可動域に変化がないという結果は、筋・筋膜の滑走性や柔軟性にも変化が生じていないことを示唆していると考えた。また、本研究の結果、20分ホットパックでは筋硬度計による筋硬度において効果を認めたので皮下組織の柔軟性改善には効果があったといえるが、筋膜移動距離や RTE には効果がみられず深筋膜や筋への効果はないことが示唆された。よって先行研究と本研究の結果から、ホットパックのような表在性温熱療法を単独で用いた場合、筋・筋膜の滑走性や柔軟性を改善することは困難であると考えた。

次に常温パックであるが、パックの温度が介入中変化しないように室温と同じ温度に設定した。結果としてパックの温度は体温より低い温度となった。そのため介入によって組織温が低下し、組織の伸張性を低下させる結果となったと考える。

【本研究の臨床的意義】

本研究において MFR のみが筋・筋膜の滑走性や柔軟性に対し治療効果を認め、ホットパックによる温熱と圧および常温パックによる圧のみでは筋・筋膜の滑走性や柔軟性を変化させることができないことが示唆された。治療方法を選択する際には、短時間でかつ効果のある方法を選択することが求められる。ホットパックは多くの適応疾患および症状を

有し、その簡便さから臨床にて多く利用されている。しかし本研究の結果からホットパック単独では筋・筋膜の滑走性や柔軟性を改善することはできないことが明らかになった。一方 MFR は短時間の介入で効果を示し、治療手技も穏やかであるため、筋・筋膜に機能異常を持つ患者にとって有用な手技であると考え。よって本研究は臨床において理学療法を行う際の治療手技選択の一助になるのではないかと考える。

【結論】

本研究では人体への侵襲が少ない超音波診断装置を使用し、筋膜移動距離および筋硬度を測定することで、MFR と温熱療法の治療効果を比較検討した。本研究の結果から、MFR のみが筋膜移動距離、筋硬度のすべての項目で効果を認め、筋・筋膜の滑走性や柔軟性の改善に非常に効果的であることが示唆された。20分ホットパックでは筋硬度計による筋硬度のみ効果を認めたが他の項目では効果を認めず、深層への効果はないことが示唆された。MFR は筋膜を単に伸張するのではなく、深筋膜への圧と持続的な伸張により高密度化した膜組織の制限を解除し、ゲル化した基質をゾル化する手技である。よって、ホットパックのように温熱のみでは筋・筋膜の滑走性や柔軟性を変化させることができず、筋・筋膜の滑走性および柔軟性の改善には持続的な伸張と圧が必要であることが示唆された。また、MFR では短時間の介入で効果がある点でも非常に有用な治療手技であると考え。

【引用文献】

- 1)Hanten WP, Chandler SD : Effects of myofascial release leg pull and sagittal plane isometric contract-relax techniques on passive straight-leg raise angle. J Orthop Sports Phys Ther 20(3)138-44.1994.
- 2)MS Ajimsha : Effectiveness of direct vs indirect technique myofascial release in the management of tension-type headache. J Bodyw Mov Ther 15(4) : 431-5. 2011.
- 3)Marilene MM : Effects of the myofascial release in diffuse systemic sclerosis. J Bodyw Mov Ther 13 : 320-327, 2009.
- 4)勝又泰貴, 竹井仁, 若尾和昭他 : MFR の効果—即時効果と持続効果に関する検討. 徒手理的理学療法, 10(2) : 39-44, 2010.
- 5)Hou CR, Tsai LC, Cheng KF et al : Immediate effects of various physical therapeutic modalities on cervical myofascial pain and trigger-point sensitivity. Arch Phys Med Rehabil 83(10) : 1406-14, 2002.
- 6)Jay K : Comparison of an indirect tri-planar myofascial release technique and a hot pack for increasing range of motion. J Bodyw Mov Ther 14 : 1-5, 2010.
- 7)Fukunaga T, Ichinose Y, Ito M, et al : Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. J Appl Physiol 82(1) : 354-358, 1997.
- 8)池添冬芽, 浅川康吉, 島浩人他 : 加齢による大腿四頭筋の形態的特徴および筋力の変化について : 高齢女性と若年女性との比較. 理学療法学, 34(5) : 232-238, 2007.
- 9)川上泰雄, 小田俊明, 栗原俊之他 : 中・高齢者における足関節可動域の規定因子. 体力科学, 52(Suppl) : 149-156, 2003.

- 10) Kubo, H, Kanehisa, Y, Kawakami et al : Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 90 : 520-527, 2001.
- 11) 乙戸崇寛, 澤田豊, 竹井仁他 : 超音波診断用プローブの手把持固定法及び器具固定法による検者間測定信頼性の相違-腓腹筋中心腱膜移動距離の測定. *日本保健科学学会誌*, 13(4), 193-200, 2011.
- 12) 香西和久 : 組織の硬さの画像化技術. *超音波検査技術*, 32(6) : 646-651, 2007.
- 13) 三竹毅, 松村剛, 脇康治他 : Real-time elastography 技術の開発. *医用画像情報学会雑誌*, 23(2) : 70-74, 2006.
- 14) 篠原英記著 : ホットパック・パラフィン. 網本和編 : 標準理学療法学専門分野 物理療法学. 62-64, 医学書院, 東京, 2001.
- 15) 乙戸崇寛, 竹井仁, 妹尾敦史 : 腓腹筋への定量的加圧が安静時及び等尺性筋収縮時の筋形状変化に及ぼす影響. *日本保健科学学会誌*, 10(3) : 174-181, 2007.
- 16) 下井俊典, 谷浩明 : 最小可変量を用いた 2 種類の継ぎ足歩行テストの絶対信頼性の検討. *理学療法科学*, 25(1) : 49-53, 2010.
- 17) 香西和久 : 組織の硬さの画像化技術. *超音波検査技術*, 32(6) : 46-651, 2007.
- 18) Niitsu M, Michizaki A, Endo A et al : Muscle hardness measurement by using ultrasound elastography : a feasibility study. *Acta Radiologica* 52(1) : 99-105, 2011.
- 19) 柳澤修, 新津守, 栗原俊介ら : 超音波 Real-time Tissue Elastography による運動後の骨格筋硬度の評価. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 19(1) : 132-135, 2011.
- 20) 竹井仁著 : 筋膜リリース. 奈良勲, 黒澤和生, 竹井仁編 : 系統別・治療手技の選択 改訂第 2 版 : 95-102, 協同医書, 東京, 2007.
- 21) 竹井仁著 : 結合組織の解剖・生理学的基礎と治療手技の展開. 奈良勲, 黒澤和生, 竹井仁編 : 系統別・治療手技の選択 改訂第 2 版 : 95-102, 協同医書, 東京, 2007.
- 22) 沖田実, 日比野至著 : 筋膜の構造と機能. 沖田実編 : 関節可動域制限 病態の理解と治療の考え方 : 89-111, 三輪書店, 東京, 2008.
- 23) Carla Stecco, R. Stern, A. Porzonate et al : Hyaluronan with fascia in the etiology of myofascial pain. *Surg Radiol Anat* 33 : 891-896, 2011.
- 24) Luigi Stecco 著, 竹井仁訳 : 筋膜マニピュレーション理論編 : 65-67, 医歯薬出版, 東京, 2011.
- 25) Langevin HM, Fox JR, Koptiuch C, et al : Reduced thoracolumbar fascia shear strain in human chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord* 12.203 : 1-11, 2011.
- 26) 中徹 : 骨格筋におけるヒアルロン酸の研究と理学療法. *理学療法*, 20 : 748-756, 2003
- 27) 村木里志, 大沼誠, 福本清剛他 : 膝伸展運動の運動強度・時間の違いが筋硬度に及ぼす影響-超音波弾性計測装置を用いて. *臨床スポーツ医学*, 28(2) : 225-231, 2011.
- 28) Michael H Ross, Wojciech Pawlina 著, 内山安男, 相磯貞和監訳 : Ross 組織学 原書第 5 版 : 161-162, 南江堂, 東京, 2010.
- 29) R. Louis Schultz, Rosemary Feitis 著, 鈴木三央訳 : エンドレス・ウェブ - 身体の動きをつくり出す筋膜の構造とつながり : 39-43, 市村出版, 東京, 2010.
- 30) Lehmann JF, Masock AJ, Warren CG et al : Effect of therapeutic temperatures on tendon extensibility. *Arch Phys Med Rehabil* 47 : 481-487, 1996.

- 31)中野治郎, 井上貴行, 沖田実: 軟部組織の器質的変化に対する物理療法の効果. 沖田実編: 関節可動域制限 病態の理解と治療の考え方: 170-173, 三輪書店, 東京, 2008.
- 32)篠原英記、市橋則明、吉田正樹: 伝導性温熱療法による筋の伸張性の効果. 運動生理, 8(2) : 79-83, 1993
- 33) Henricson AS, Fredricksson K, Persson I et al : The effect of heat and stretching on range of hip motion. JOSPT 6 : 110-115, 1984.

Abstract

The purpose of this study was to compare the effects of myofascial release and thermotherapy with the ultrasonography. Twelve healthy adult male subjects (mean age, 27.0 years) were participated. For the left vastus lateralis muscle of subjects, 4 min myofascial release, 20min hydrocollator hot pack, 10min hydrocollator hot pack, 20min pack in room temperature, and 10min pack in room temperature were carried out to subject randomly. Motion of the deep fascia(superficial and deep of vastus lateralis muscle) when knee flexed at 0 to 45degrees, muscle stiffness with durometer and an ultrasound elastography(superficial and deep of vastus lateralis muscle)were in vivo and analyzed. By results, myofascial release indicated the effect on all items compared to pretreatment. 20minute hydrocollator hot pack was reduced muscle stiffness by durmeter. However, it was not significant in other items. So, it was suggested that there is no effect to the depths by 20minute hydrocollator hot pack. Based on results, myofascial release is an effective treatment for producing motion of the deep fascia and reducing muscle stiffness.

Keywords: myofascial release, hydrocollator hot packs, ultrasoundgraphy, motion of the deep fascia, muscle stiffness