

修士学位論文

筋膜マニピュレーションが健常者における
立位アライメントに与える影響

(西暦) 2019年 7月 4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：17895608

氏名：澤野 朋己

(指導教員名：網本 和)

(西暦) 2019 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名

筋膜マニピュレーションが健常者における立位アライメントに与える影響

学位の種類：修士（理学療法学）

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：17895608

氏名：澤野 朋己

(指導教員名：網本 和)

【背景と問題提起】滑走不全を生じさせる結合組織の癒着を取り除き、他動的可動域を確保しておくことは重要である。癒着の一因であるヒアルロン酸の凝集化が最も起きている深筋膜の下層や筋外膜までアプローチできる手法として、筋膜マニピュレーション(Fascial Manipulation, 以下 FM)が挙げられる。FM は一方向の筋力が収束する筋外膜上の点(協調中心)に対して介入する手法であり、筋膜の連続性ゆえ当該部位だけでなく同側筋膜配列や拮抗筋への波及効果も望まれる。そのため FM によるアライメント変化への期待は大きい。しかし、アライメント変化を詳細に検証した研究は渉獵する限り見られない。またアライメントを考える上で、床面と接する足部や踵骨に付着する腓腹筋の影響を考えることは必須である。

【目的】Mediomotion-Talus(以下 ME-TA)という協調中心である腓腹筋内側頭に FM を施行し、立位アライメントの変化を検証することを目的とした。

【方法】対象は健常成人男性 30 名で、FM を施行する群(以下 FM 群)15 名と、FM を施行しない群(コントロール群, 以下 CR 群)15 名の 2 群にランダムに分けた。FM 群は、FM 開始前に評価項目である各測定を行い、その後 FM を ME-TA に施行した。FM は荷重量が多い下肢側に対して、Numerical Rating Scale が 3 以下になるまで施行した。FM 後は FM 施行前と同様の各測定を行った。さらに一週間後に同様の各測定を行った。一方 CR 群は、FM 群と同様のタイミングで各測定を行った。介入としては、荷重量が多い下肢側に対して、ME-TA に圧を加えることなく 5 分間触れるのみとした。評価項目は、荷重量、Q-angle、FTA、骨盤傾斜角度、膝関節角度、leg-heel alignment(以下 LHA)、アーチ高率、筋膜移動距離、そして筋硬度とした。統計解析は、各評価項目の結果を変数とし、群(FM 群、CR 群)と評価時期(介入前、介入後、介入 1 週間後)を 2 要因とした繰り返しのある二元配置分散分析反復測定法を実施した。交互作用が認められた評価項目に対しては、Bonferroni 法を用いて多重比較を行った。

【結果】LHA では、FM 群にて介入前後にかけて有意差を認めた($p=0.03$)。アーチ高率では、FM 群にて介入前後、そして介入後から 1 週間後にかけて、それぞれ有意差を認めた($p=0.043$, $p=0.049$)。筋膜移動距離では、FM 群にて介入前後にかけて有意差を認めた($p=0.048$)。その他の項目では、群と時期の 2 要因において差を認めなかった。

【考察】本研究は、筋外膜の高密度化が生じやすい ME-TA に対して、この 1 部位のみへの FM 介入を施行した。骨盤・下肢アライメントに有意な変化は起きなかったが、即時的な内側縦アーチの上昇が生じた。この結果は、筋外膜までアプローチできる FM を用いたことが要因と考えられた。今回 1 部位への介入におけるアライメント変化を検証できたことは、本来のアセスメントチャートを用いた評価からの治療戦略を考える上で意義のあるものと思われた。

【要旨】

筋外膜までアプローチできる手法として、筋膜マニピュレーション (Fascial Manipulation, 以下 FM) が挙げられる。本研究は、Mediomotion-Talus (以下 ME-TA) という協調中心である腓腹筋内側頭に FM を施行し、立位アライメントの変化を検証することを目的とした。対象は健常成人男性 30 名で、FM を施行する群 (以下 FM 群) 15 名と、FM を施行せず ME-TA に 5 分間触れるのみの群 (コントロール群) 15 名の 2 群にランダムに分けた。評価項目は、荷重量、Q-angle、FTA、骨盤傾斜角度、膝関節角度、leg-heel alignment (以下 LHA)、アーチ高率、筋膜移動距離、そして筋硬度とし、評価時期を介入前、介入後、介入 1 週間後とした。LHA、アーチ高率、そして筋膜移動距離では、FM 群にて有意な介入前後差を認めた。この結果から、FM を用いたことで即時的な内側縦アーチの上昇を生んだと考えられた。また 1 部位への介入におけるアライメント変化を検証できたことは、本来のアセスメントチャートを用いた評価からの治療戦略を考える上で意義のあるものと思われた。

キーワード：筋膜マニピュレーション、アライメント、LHA、アーチ高率、筋膜移動距離

【本文】

I. 背景と問題提起

臨床場面において、筋機能不全に対しては運動療法が適応となりうる。しかし、筋の滑走不全があれば正常な筋の伸張や収縮を阻害するため、運動療法を開始する前に筋の滑走性を改善させておくことが必要となる¹⁾。そのため、徒手療法において、滑走不全を生じさせる結合組織の癒着を取り除き他動的可動域を確保しておくことは重要である²⁾。ただし徒手療法においては、癒着の一因であるヒアルロン酸の凝集化が最も起きている深筋膜の下層や筋外膜³⁾までアプローチ出来ないものが多い⁴⁾。我々理学療法士の目指すところは、出現している症状だけでなく可能な限りの要因への対処である。深筋膜の下層や筋外膜の高密度化は、筋の滑走不全はもちろん筋膜全体に滑走不全を引き起こす⁵⁾ため、筋外膜までアプローチできる徒手療法の使用が求められる。

筋膜は身体全体を通して連続的に緊張したネットワークを形成し、すべての器官、筋、神経と、小さい筋線維も覆って連結しているとされ⁶⁾、「第二の骨格」とも言われるほどに全身をくまなく覆っている⁷⁾。その筋膜には筋収縮の際の滑走を助ける役割があり、筋膜の機能異常による滑走不全や基底張力の変性は疼痛の原因となる³⁾。筋膜の機能異常のメカニズムとしては、筋外膜を形成するコラーゲン線維とエラスチン線維の高密度化、細胞間基質のゲル化、ヒアルロン酸の凝集化の 3 徴候が挙げられる⁸⁾。生活習慣や既往にある症状により筋膜に負荷がかかり筋外膜に高密度化が生じると、深筋膜の下層や深筋膜と筋外膜の間の疎性結合組織に存在するヒアルロン酸が凝集する⁹⁾。そのヒアルロン酸濃度が高くなることで粘稠性が増大し¹⁰⁾、深筋膜の滑走に障害をもたらすこととなる。また、筋外膜は筋周膜と筋内膜に連続している¹¹⁾ため、筋外膜の高密度化は筋膜全体への滑走障害をもたらす。さらに、組織温度が低下するとヒアルロン酸のさらなる粘稠性増大をもたらす、基質をゲル化させてしまう¹⁰⁾。このこともまた筋膜の滑走を阻害する一因となる。

このように筋外膜までアプローチする必要はあるが、アプローチできる手法として筋膜

マニピュレーション(Fascial Manipulation, 以下 FM)が挙げられる。FM は一方向の筋力が収束する筋外膜上の点(協調中心)にて、摩擦を伴う機械的刺激を与えて熱を生み出すことで一時的な炎症を生じさせる。そのことによりコラーゲン線維とエラスチン線維が引き伸ばされ、基質の密度が変化し、筋膜の高密度化を解消させていく手法とされる。筋膜による連続性ゆえ、当該部位だけでなく同側筋膜配列や拮抗筋への波及効果も考えられるため、FM によるアライメント変化への期待は大きい。FM の効果については症例報告や運動検証にて散見されるが、科学的な検証はいまだに乏しいのが現状である。Takei ら¹²⁾は FM を用いて足関節背屈可動域の向上まで検証しているが、アライメント変化を詳細に検証した論文は渉猟する限り見られない。

アライメントを考える上で、床面と接する足部や踵骨に付着する腓腹筋の影響を考えることは必須である。腓腹筋内側頭の停止部であるアキレス腱は距骨下関節軸の外側で踵骨に付着するため、その拘縮は後足部外反や内側縦アーチ高の減少をまねく可能性があり、足関節アライメントへの影響は大きい。Blackman ら¹³⁾は屍体足を用いてアキレス腱張力を変化させた際の足部アライメント変化を検証し、主に距骨に対する第一中足骨背屈・舟状骨外転増大を認めたと報告した。Cheung ら¹⁴⁾は有限要素解析を用いてアキレス腱張力の増大をシミュレーションし、内側縦アーチ高が減少すると報告した。Arangio ら¹⁵⁾は片側アキレス腱拘縮を有する両側扁平足患者を対象とし、X 線画像を用いた足部アライメント・アーチ高の計測を行った。アキレス腱拘縮側では後足部外反、距骨に対する踵骨底屈および第一中足骨背屈増大、内側縦アーチ高の減少が認められたため、アキレス腱拘縮は後足部外反や関連する変形の増大を導くと結論づけた。以上より、アキレス腱張力が増大している状態では扁平足様の足部アライメント変形をまねき、内側縦アーチ高は減少する可能性があると考えられる。FM は、この張力の増大など筋膜の機能異常や組織の癒着が一因とみられる状態に対して、有効な解決手法と考えられる。そこで今回は、Mediomotion-Talus(以下 ME-TA)という協調中心である腓腹筋内側頭に FM を施行し、立位での足部を中心としたアライメント変化を検証することとした。

II. 目的

本研究の目的は、健常者に対し ME-TA に FM を施行することで、立位アライメントに与える影響を明らかにすることとした。

III. 方法

1. 対象

対象は健常成人男性 30 名で、その内訳は FM を施行する群(以下 FM 群)15 名、FM を施行せず ME-TA に触れるのみの群(コントロール群, 以下 CR 群)15 名とした。属性は表 1 に示した。本研究への参加に際して、実験の方法や臨床的意義について十分に説明した上で、書面にて同意を得た。なお、本研究は首都大学東京荒川キャンパス研究安全倫理委員会の承認のもと実施された(承認番号: 18049)。除外基準は、下肢に過度な可動域制限を有する者、FM にて Numerical Rating Scale(以下 NRS)が 9 以上ある者、足関節の靭帯損傷を有したことがある者、皮膚障害や知覚障害がある者とした。

表 1：対象者属性

※表内数値：平均値(標準偏差)

	FM 群(n=15)	CR 群(n=15)	p 値
年齢(歳)	29.7(6.7)	29.9(6.1)	0.96
身長(cm)	172.5(2.9)	172.5(3.4)	0.95
体重(kg)	59.7(6.0)	59.2(5.9)	0.81

2. 研究手続きプロトコル

(1) 筋膜移動距離と筋硬度における検者内信頼性の検討

筋膜移動距離と筋硬度に関して検者内信頼性を検討した。後述する方法(Ⅲ-3-4)にて、検査者 1 名が被験者 3 名に対して、それぞれ 3 回測定した。各測定間隔を 1 分間とした。

(2) FM の効果検証

FM の効果検証に関するプロトコルを図 1 に示した。参加した 30 名は全員除外基準に該当せず、研究期間中の脱落はなかった。その 30 名に対して、封筒法にて FM 群と CR 群に 15 名ずつランダムに割り付けた。FM 群は、FM 開始前に評価項目である各測定(Ⅲ-3)を行い、その後 FM を ME-TA に施行した。FM は、評価項目の一つである荷重量において、後述する方法(Ⅲ-3-1)で規定した荷重量が多い下肢側に対して、NRS が 3 以下になるまで施行した。FM 後は、FM 施行前と同様の各測定を行った。さらに、一週間後に同様の各測定を行った。一方 CR 群は、FM 群と同様のタイミングで各測定を行った。介入としては、荷重量が多い下肢側に対して、ME-TA に圧を加えることなく 5 分間触れるのみとした。

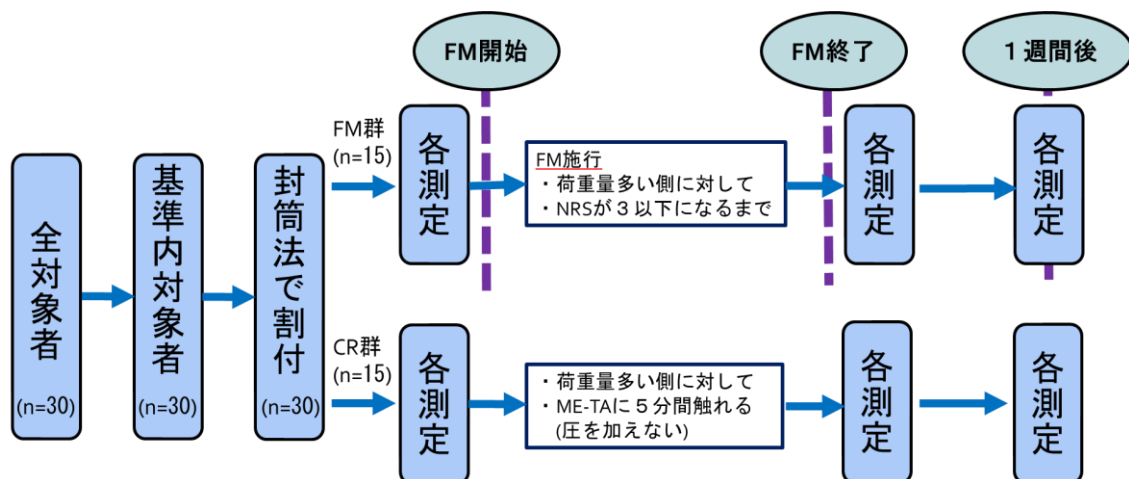


図 1：FM の効果検証プロトコル

3. 評価項目

(1) 荷重量

荷重量は、体重計(YAGAMI, TANITA 社)2 個を使用し、両脚立位でそれぞれの下肢を各体重計に乗せて計測した。数度足踏みをしてもらい、爪先が前方を向いた状態で計測した¹⁶⁾。3 回の平均値を計測値として使用した。また、荷重量の多い側を FM アプローチ側(CR 群は触れる側)とした。

(2)骨盤・下肢アライメント

骨盤・下肢アライメントは、Q-angle, FTA, 骨盤傾斜角度, および膝関節角度を計測対象とした。松村ら¹⁶⁾の方法を参考とし、図2のように三脚上に設置した一眼レフカメラ(Canon EOS Kiss X4)にて、10m先の対象者の全体像を撮影した。対象者には図3の2枚重ね円板上で数度足踏みをして爪先が前方に向く状態とし、安楽な立位肢位をとらせた。また、反射マーカ(インターリハ株式会社, VACC-V1611)の貼付位置は、左右ともに、上前腸骨棘, 上後腸骨棘, 大転子, 内果, 外果とした。円板は直径40.5cmの2枚重ねであり、検査者によって90°ずつ回転させることができ、前額面(前面)に引き続き、矢状面(左半身), 前額面(後面), そして矢状面(右半身)を連続して撮影した(図4)。撮影した画像を表2に基づき、画像解析ソフトであるシルエット計測(Medic Engineering社, ver4.0)にて処理し、各角度を算出した。



図2：撮影方法

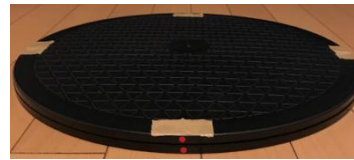


図3：2枚重ね円板



図4：撮影方向

表2：角度算出点

前額面 (前面)	Q-angle	上前腸骨棘—膝蓋骨中央—脛骨粗面上縁中央
	FTA	上前腸骨棘—内外側膝裂隙の midpoint—内外果の midpoint
矢状面	骨盤傾斜角度	床面との平行線—上前腸骨棘—上後腸骨棘
	膝関節角度	大転子—外側膝裂隙中央—外果

(3)足関節アライメント

足関節アライメントは、leg-heel alignment(以下 LHA)およびアーチ高率を計測対象とした。骨盤・下肢アライメントの前額面(後面)撮影時に足関節も撮影対象となり、その撮影画像を LHA の計測に使用した。また、計測角度を下腿長軸と踵骨長軸のなす角度とし(図5)、シルエット計測にて算出した。内側のアーチ高率は立位での実測とした。アーチ高率は、(舟状骨高/足長)×100(%)で算出した(図6)。足長はメジャーにて計測し、舟状骨高は図7の自作ノギスにて計測した。



図5：LHA



図6：アーチ高率



図7：自作ノギス

(4) 筋膜移動距離と筋硬度

超音波診断装置(Noblus, 日立アロカメディカル社)を用いて, 筋膜移動距離と筋硬度を測定対象とした. リニア型プローブの先端にカプラアタッチメント(EZU-TEATC1, 日立アロカメディカル社)を装着したものを使用した. 筋膜移動距離は, 腓腹筋内側頭の深層筋膜の移動距離を対象とした. 測定肢位は, ベッド上で腹臥位, 膝関節 0°位とした. 腓腹筋内側頭にプローブを当て, 描出時の深層筋膜と筋線維の交点を探す指標点とした. また, プローブは筋形状に変化を及ぼさない最小かつ明瞭な超音波画像を得られる接触強度とした. 移動距離は, Bモードにて矢状面画像を描出し, 研究協力者によって足関節底屈 10°位を保持して指標点を画面上で決めたのち, 他動的に背屈 10°位まで動かした距離とした. その間検査者は画面上で交点を追視し, スケール機能を利用して指標点間距離を測定した(図 8). なお測定前に, 正しい運動を学習させるために十分な練習を行った. 筋硬度は, 測定肢位をベッド上で腹臥位, 膝関節 0°位とし, 研究協力者により足関節 0°位を保持した. プローブを当てる部位は筋膜移動距離時と同部位とした. この際, 筋硬度の比較対照として, プローブと皮膚の間に厚さ 5mm の SONAGEL(N0511, タキロン社製)を挟んだ(図 9). SONAGEL は音響カプラーゲルであり, 生体曲面への密着性に優れ, 組織高度の定量化に用いられる. また, Real-time Tissue Elastography 機能を利用し, 画面上で確認しながら一定の圧を数回加え, 適切な圧を加えることのできたものを抽出し測定画像とした. SONAGEL(A)と深層筋膜(B)の歪比(strain ratio)をそれぞれ算出し, B/A を筋硬度の値とした(図 10). 筋膜移動距離および筋硬度の測定をそれぞれ 3 回ずつ行い, 平均値を採用した.

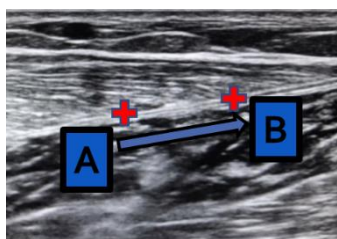


図 8 : 筋膜移動距離

A : 底屈 10° 時, B : 背屈 10° 時
A-B 間距離を筋膜移動距離として算出



図 9 : SONAGEL

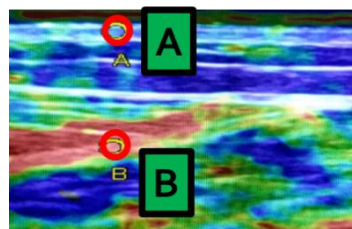


図 10 : 筋硬度

A : SONAGEL の歪比
B : 深層筋膜の歪比
B/A を筋硬度として算出

4. 介入方法

FM の介入方法として, 肢位をベッド上腹臥位とした. 介入者は Fascial Manipulation Japan が主催する level 1 を修了した者とした. 荷重量の多い下肢側に対し, 肘を使い ME-TA に圧を加え, NRS が 3 以下になるまで加え続けた. 対象者には事前に NRS に関する説明をし, 数字の変更があった際には適宜口頭で答えてもらい, 3 以下を答えた時を終了時期とした. 一方 CR 群に対しては, 圧を加えることなく 5 分間触れるのみとした.

5. 統計学的解析

統計学的解析において、対象者属性には対応のないt検定を実施した。筋膜移動距離および筋硬度の検者内信頼性は、それぞれ ICC(1, 1)で算出した。介入の効果判定には、各評価項目の結果を変数とし、群(FM 群, CR 群)と評価時期(介入前, 介入後, 介入1週間後)を2要因とした繰り返しのある二元配置分散分析反復測定法を実施した。交互作用が認められた評価項目に対しては、Bonferroni 法を用いて多重比較を行った。なお、筋硬度には単位が存在しないため、各群ともに介入前を100%として検定した。解析に際して IBM SPSS Statistics 26 を使用し、有意水準を5%とした。

IV. 結果

1. 筋膜移動距離および筋硬度の検者内信頼性

筋膜移動距離および筋硬度の検者内信頼性を表3に示した。筋膜移動距離の ICC(1,1)は0.92、筋硬度の ICC(1,1)は0.91と良好な結果を得た。

表3：超音波診断装置での測定における検者内信頼性

筋膜移動距離	単位：mm			筋硬度	単位：なし		
	1回目	2回目	3回目		1回目	2回目	3回目
被験者 A	5.8	5.7	5.8	被験者 A	15.8	16.0	15.8
被験者 B	6.0	6.0	6.1	被験者 B	18.5	20.6	21.2
被験者 C	5.6	5.7	5.6	被験者 C	14.3	15.3	14.6
ICC(1,1)	0.92			ICC(1,1)	0.91		

2. 評価項目

評価項目における結果を表4-7に示した。全ての結果表示は、FMアプローチ側である荷重量が多い側とした。

(1) 荷重量(表4)

荷重量においては、FM 群と CR 群に差を認めず、各群の時期による差も認めなかった(p=0.51)。

表4：荷重量の結果

※pre：介入前, post：介入後, 1post：介入1週間後 ※表内数値：平均値(標準偏差)

・ 荷重量 単位：kg

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
29.9(3.0)	29.3(2.8)	29.8(2.9)	29.6(3.0)	29.5(2.6)	29.7(2.8)	p=0.51

(2) 骨盤・下肢アライメント(表5)

骨盤・下肢アライメントにおいては、全て FM 群と CR 群に差を認めず、各群の時期による差も認めなかった(Q-angle：p=0.89, FTA：p=0.69, 骨盤傾斜角度：p=0.88, 膝関節角度：p=0.99)。

表 5 : 骨盤・下肢アライメントの結果

※pre : 介入前, post : 介入後, 1post : 介入 1 週間後 ※表内数値 : 平均値(標準偏差)

・ Q-angle 単位 : °

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
19.0(1.3)	18.9(1.6)	18.9(1.4)	18.8(1.3)	18.9(1.2)	18.9(1.0)	p=0.89

・ FTA 単位 : °

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
177.2(1.7)	177.6(1.2)	177.3(1.4)	177.2(1.6)	177.5(1.7)	177.6(1.2)	p=0.69

・ 骨盤傾斜角度 単位 : °

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
2.4(1.0)	2.3(1.0)	2.5(0.8)	2.5(1.1)	2.4(1.1)	2.3(1.0)	p=0.88

・ 膝関節角度 単位 : °

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
177.2(2.0)	177.5(2.2)	177.4(1.8)	177.5(1.6)	177.8(1.6)	177.7(1.5)	p=0.99

(3)足関節アライメント(表 6)

LHA においては, FM 群で介入前から介入後にかけて有意差を認めた(p=0.03). アーチ高率においては, FM 群で介入前から介入後, そして介入後から介入 1 週間後にかけて, それぞれ有意差を認めた(p=0.043, p=0.049). また, LHA およびアーチ高率ともに, FM 群と CR 群に差を認めなかった.

表 6 : 足関節アライメントの結果

※pre : 介入前, post : 介入後, 1post : 介入 1 週間後 ※表内数値 : 平均値(標準偏差) ※p<0.05 : *

・ LHA 単位 : °

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
7.8(1.3)	7.3(1.4)	7.7(1.5)	7.8(1.6)	8.0(1.9)	7.9(1.8)	p=0.02 *

時期における多重比較法		
FMpre-FMpost	FMpost-FM1post	FMpre-FM1post
p=0.03 *	p=0.14	p=1.00

・ アーチ高率 単位 : %

FMpre	FMpost	FM1post	CRpre	CRpost	CR1post	交互作用
17.4(1.0)	18.1(1.2)	17.8(1.0)	17.5(0.9)	17.3(1.2)	17.5(1.0)	p=0.03 *

時期における多重比較法		
FMpre-FMpost	FMpost-FM1post	FMpre-FM1post
p=0.043 *	p=0.049 *	p=0.74

(4)筋膜移動距離と筋硬度(表 7)

筋膜移動距離においては、FM 群で介入前から介入後にかけて有意差を認めた(p=0.048).
また、FM 群と CR 群に差を認めなかった。筋硬度においては、FM 群と CR 群に差を認め
ず、各群の時期による差も認めなかった(p=0.41).

表 7：筋膜移動距離と筋硬度の結果

※pre：介入前， post：介入後， lpost：介入 1 週間後 ※表内数値：平均値(標準偏差) ※p<0.05：*

・筋膜移動距離 単位：mm

FMpre	FMpost	FMlpost	CRpre	CRpost	CRlpost	交互作用
5.7(1.4)	6.4(1.5)	5.9(1.3)	5.9(1.2)	5.7(1.3)	6.1(1.2)	p=0.042 *

時期における多重比較法		
FMpre-FMpost	FMpost-FMlpost	FMpre-FMlpost
p=0.048 *	p=0.34	p=1.00

・筋硬度 単位：%

FMpre	FMpost	FMlpost	CRpre	CRpost	CRlpost	交互作用
100(0)	141.3(45.2)	108.7(34.0)	100(0)	122.7(47.7)	107.3(12.8)	p=0.41

V. 考察

1. 荷重量

荷重量においては、群と時期の 2 要因において差を認めなかった。左右の荷重量差は異常アライメントによるところが大きいですが、本研究は事前に全身アライメントや各関節、そして運動連鎖を考慮したものではなく、1 部位に FM を用いてその後のアライメントを検証するものであった。結果としては、足関節アライメントにおいて LHA およびアーチ高率の介入前後差を生み、距骨下関節や内側縦アーチの即時的変化を示した。そのため荷重量差も生じさせると思われたが、越野¹⁷⁾によると、足関節の内外反に変位が生じると体幹や骨盤のわずかな側屈にて元来の荷重量差に戻そうとする作用が働くとしている。そのことから、左右の荷重量差に影響を及ぼさなかったと考えられる。

2. 骨盤・下肢アライメント

骨盤・下肢アライメントにおいては、群と時期の 2 要因において差を認めなかった。本研究は腓腹筋内側頭への特定介入であり、下腿筋膜に影響を与えるには不十分と思われた。Mochizuki ら¹⁸⁾は、縫工筋、薄筋、半腱様筋、半膜様筋、および腓腹筋で生じる強い緊張によって、腓腹筋内側頭を覆う下腿筋膜は複雑な筋膜張筋として作用する可能性があり、直立姿勢の際の膝関節の内側安定に重要な役割をもつと述べている。そのため、腓腹筋内側頭への特定介入だけではこの複雑に作用する下腿筋膜に影響を与えることは不十分であり、骨盤や股関節はもちろん膝関節位置に変化を及ぼすのは難しいと考えた。

3. 足関節アライメント

足関節アライメントにおいては、LHA およびアーチ高率ともに FM 群にて介入前後での有意差を認めた。LHA は有意に低下し、一方アーチ高率は有意に上昇し、この 2 つの結果から内側縦アーチが即時的に上昇したことを示した。江玉¹⁹⁾によると、筋腱複合体(下腿三頭筋-アキレス腱)は踵骨を介して足底腱膜と連結しているため、筋腱複合体の張力は踵骨を底屈させ足底腱膜を伸張させると述べている。また Abbassian²⁰⁾によると、足底腱膜炎患者に対する腓腹筋内側頭の筋膜切開法の術後成績が良好であることを報告している。このことから、下腿三頭筋のなかでも特に腓腹筋内側頭の過緊張や伸張性が踵骨や足底腱膜に大きく影響を与えていると思われる。本研究では腓腹筋内側頭に直接介入しており、腓腹筋内側頭の過緊張抑制や伸張性向上を誘発して、即時的な内側縦アーチの上昇を生んだと考えられる。

4. 筋膜移動距離と筋硬度

筋膜移動距離においては、FM 群にて介入前後での有意差を認めた。筋膜移動距離が即時的に大きくなったことは深層筋膜の滑走性が上がったことを示すが、Ingber ら²¹⁾は、滑走性は癒着した繊維性組織がほどける際に向上するとし、結果として伸張性が低下した筋を正常な状態に近づけさせるとしている。そのため介入による深層筋膜の滑走性向上は、アキレス腱の伸張性を向上させ、足関節アライメントに影響を及ぼしたと思われる。また Ichikawa ら²²⁾は、FM よりも介入強度が低い筋膜リリースにて即時的な深層筋膜の移動距離の向上を超音波画像により提示している。本研究では筋外膜までアプローチできる FM を用いており、FM が深層筋膜の移動距離に大きく影響を及ぼしたと考えられる。一方筋硬度においては、群と時期の 2 要因において差を認めなかった。筋硬度は筋柔軟性を示す指標であるが、Guimberteau ら²³⁾によると、繊維性組織の癒着が大きくはがれて滑走性が十分に確保された上で筋柔軟性に変化をもたらすとの報告がなされている。そのため、筋柔軟性を有意に変化させる程の滑走性向上が見られなかったと考えられる。さらに本研究では、標準化するために足関節 0°位での測定としており、安楽肢位での測定ではなかったことがばらつきを生んだ一因とも思われる。

5. ME-TA への FM 介入がもたらした意義

これまでに FM 介入におけるアライメント変化を詳細に検証した論文はなく、本研究で筋外膜の高密度化が生じやすい ME-TA に対して、この 1 部位のみへの FM 介入を行い検証した。その結果、骨盤・下肢アライメントに有意な変化をもたらすことは出来なかったが、内側縦アーチに即時的な上昇を生じさせた。アキレス腱は人体における最大の腱組織であり、歩行時には体重の約 4 倍の負荷が加わるとされる²⁴⁾。またアキレス腱が付着する踵骨は、歩行時には三次元的に非常に大きな可動性を有する²⁵⁾。このように、歩行時においてアキレス腱には大きな衝撃吸収能と可動性に耐えうる機能が求められる。そのためアキレス腱の過緊張抑制や伸張性向上は重要であり、足関節アライメントに大きく影響を及ぼすことが考えられる。今回はアキレス腱を構成する腓腹筋内側頭という筋外膜の高密度化が生じやすい部位に対して、筋外膜までアプローチできる手法を用いたことで内側縦アーチの即時的な上昇を生んだと思われる。

本来 FM は 1 部位のみに用いる手法ではなく、アセスメントチャートを使用した評価を行い、治療戦略を立てた後に、必要な協調中心から順次アプローチしていくものである。それにより介入した協調中心の高密度化が大きく減じたり、遠方の協調中心に影響を及ぼしたり、全身を整えることで持続的な効果を生むものである。そのため介入が先行することはないが、1 部位への介入におけるアライメント変化を検証できたことは、評価後の治療戦略を考える上で意義のあるものと思われる。

6. 本研究の限界

アキレス腱は腓腹筋内側頭・外側頭、ヒラメ筋の 3 筋の停止腱の複合体であり、3 筋のなかでもヒラメ筋が最も筋重量や断面積が大きい²⁶⁾。そのため、ヒラメ筋の影響を考慮することなくアキレス腱の過緊張や伸張性変化を考察することは不十分である。また、腓腹筋内側頭は筋外膜の高密度化を生じやすい部位ではあるが、被験者により介入前の NRS に違いがあった。介入前の NRS が 4 や 5 の被験者が、介入後にアライメントの変化を起こすのは非常に難しい。そのため、今後は介入前の NRS により群分けする必要があると考える。

VI. 引用文献

- 1) 蒲田和芳：骨盤マルアライメントの治療。Sportsmedicine, 189 : 19-20, 2017.
- 2) 山下智子, 梶原真裕, 伊藤一也・他：棘下筋と三角筋後部線維間に対する組織間リリースが肩関節内旋可動域および筋間の滑走性に及ぼす効果。日本整形外科超音波学会, 30 : 86, 2018.
- 3) Carla Stecco, R Stern, A Porzionato: Hyaluronan within fascia in the etiology of myofascial pain. Surg Radiol Anat 33: 891-896, 2011.
- 4) 砂川勇, 竹井仁：軟部組織モビライゼーション。竹井仁編著, 系統別治療手技の展開, 改訂第 3 版 : 206-224, 協同医書出版社, 東京, 2014.
- 5) Matteini P, Dei L, Carretti E, et al.: Structural behavior of highly concentrated hyaluronan. Biomacromolecules 10(6): 1516-1522, 2009.
- 6) Luigi Stecco, Carla Stecco : 基本原理。Luigi Stecco, Carla Stecco 編著, 筋膜マニピュレーション実践編 : 3-15, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2011.
- 7) 竹井仁：筋膜リリース。竹井仁編著, 系統別治療手技の展開, 改訂第 3 版 : 138-158, 協同医書出版社, 東京, 2014.
- 8) Stecco C, Porzionato A, Lancerotto L, et al.: Histological study of the deep fasciae of the limbs. J Bodyw Mov Ther 12(3): 225-230, 2008.
- 9) McCombe D, Brown T, Slavin J, et al.: The histochemical structure of the deep fascia and its structural response to surgery. J Hand Surg Br 26(2): 89-97, 2001.
- 10) Matteini P, Dei L, Carretti E, et al.: Structural behavior of highly concentrated hyaluronan. Biomacromolecules 10(6): 1516-1522, 2009.
- 11) Luigi Stecco : 筋膜単位の解剖学。Luigi Stecco 編著, 筋膜マニピュレーション理論編 : 13-20, 医歯薬出版株式会社, 東京, 2011.
- 12) Takei H, Ichikawa K, Hata M, et al.: The time course of the effect of intervention using fascial manipulation® - Analysis by diagnostic ultrasound, and ROM and

- muscle strength measurement. IFOMPT 2016: PO2-MT-059, 2016.
- 13) Blackman AJ, Blevins JJ, Sangeorzan BJ, et al.: Cadaveric flatfoot model. Ligament attenuation and Achilles tendon overpull. *J Orthop Res* 27: 1547-1554, 2009.
 - 14) Cheung JT, Zhang M, An KN: Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech* 21: 194-203, 2006.
 - 15) Arangio G, Rogman A, Reed JF 3rd. Hindfoot alignment valgus moment arm increases in adult flatfoot with Achilles tendon contracture. *Foot Ankle Int* 30: 1078-1082, 2009.
 - 16) 松村将司, 宇佐英幸, 小川大輔・他: 若年健常者の骨盤と下肢の姿勢分類ーアライメント・関節可動域・筋力との関連ー. *日本保健科学学会誌*, 16(1): 29-37, 2013.
 - 17) 越野裕太: 足関節安定性障害. 小林巧, 三木貴弘編, 足部・足関節 理学療法マネジメント: 99-100, メジカルビュー社, 東京, 2018.
 - 18) Mochizuki T, Akita K, Muneta T, et al.: Pes anserinus: layered supportive structure on the medial side of the knee. *Clin. Anat* 17(1): 50-54, 2004.
 - 19) 江玉睦明: 足関節底屈機構(heel cord)の障害. 小林巧, 三木貴弘編, 足部・足関節 理学療法マネジメント: 73, メジカルビュー社, 東京, 2018.
 - 20) Abbassian A: Proximal medial gastrocnemius release in the treatment of recalcitrant plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 33(1): 14-19, 2012.
 - 21) Ingber DE, Prusty D, Sun Z, et al.: Cell shape, cytoskeletal mechanics, and cell cycle control in angiogenesis. *J. Biomech* 28: 1471-1484, 1995.
 - 22) Ichikawa K, Takei H, Usa H, et al.: Comparative analysis of ultrasound changes in the vastus lateralis muscle following myofascial release and thermotherapy: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 19(2): 327-336, 2015.
 - 23) Guimberteau JC, Sentucq-Rigall J, Panconi B, et al.: Introduction to the knowledge of subcutaneous sliding system in humans. *Annales de Chirurgie Plastique Esthetique* 50(1): 19-34, 2005.
 - 24) Giddings VL: Calcaneal loading during walking and running. *Med Sci Sports Exerc* 32(3): 627-634, 2000.
 - 25) Lundgren P: Invasive in vivo measurement of rear-, mid- and forefoot motion during walking. *Gait Posture* 28(1): 93-100, 2008.
 - 26) Samuel CS: The effect of relaxin on collagen metabolism in the nonpregnant rat pubic symphysis: the influence of estrogen and progesterone in regulating relaxin activity. *Endocrinology* 137(9): 3884-3890, 1996.

Effects of Fascial Manipulation on standing alignment in healthy subjects

Introduction, Purpose : Fascial Manipulation (FM) is a method can approach the myocardium. In this study, we applied FM to the medial gastrocnemius, a coordination center called Mediomotion-Talus (ME-TA), and aimed to verify changes in standing alignment.

Methods : Participants were 30 healthy adult males, and were randomly divided into two groups, the experimental group with FM (FM group, n=15) and the control group with non-FM and only touching ME-TA (CR group, n=15). Outcome were as follows; load amount, Q-angle, FTA, pelvic inclination angle, knee joint angle, leg-heel alignment (LHA), arch height ratio, fascia movement distance, and muscle stiffness. Assessment timing were before and after intervention, and one week after intervention.

Results : The LHA, arch height rate, and fascia movement distance showed significant differences before and after intervention in the FM group.

Discussion : Our results suggest that the application of FM raised the medial longitudinal arch immediately. In addition, the verification of the alignment change due to one point treatment may be effective treatment strategy as compared to the conventional method.

Keywords: Fascial Manipulation, alignment, LHA, arch height ratio, fascia movement distance