

# 超音波画像診断装置を用いたばね靭帯厚計測方法と信頼性の検証

田中謙次<sup>1)2)</sup> 工藤慎太郎<sup>1)3)</sup>

- 1) 森ノ宮医療大学大学院 保健医療学研究科 2) たつえクリニック  
3) 森ノ宮医療大学 保健医療学部 理学療法学科

**キーワード:**超音波画像診断装置・扁平足・ばね靭帯

## はじめに

足部には3つのアーチが存在する。その中で内側縦アーチは荷重や衝撃緩衝に重要で、外傷や繰り返す足部への負担により内側縦アーチの破綻が起きた足を成人後天性扁平足(以下、扁平足)と呼ぶ。扁平足の理学療法を展開していくときに内側縦アーチの安定化機構の理解が必要である。重要な動的安定化機構には後脛骨筋など足部内側の筋が、静的安定化機構には足底腱膜、長・短足底靭帯、ばね靭帯などがある。ばね靭帯は踵骨と舟状骨の間に存在する靭帯で距骨頭を支持する。ばね靭帯の繊維束の構成は **superomedial part**, **inferoplantar oblique part**, **medioplantar part** の3つの部分に分けられ、特に **superomedial part** は距骨頭の内側面を支持しており内側縦アーチの保持に重要といわれている。ばね靭帯の解剖的特徴的なものとして、**superomedial part** の距骨等と接する部分には繊維軟骨の層があり、距骨等との間に関節様の構造を呈している。またばね靭帯の中では、唯一 **superomedial part** が超音波画像診断装置(以下US)による観察が可能な部位である。(図1, 2)

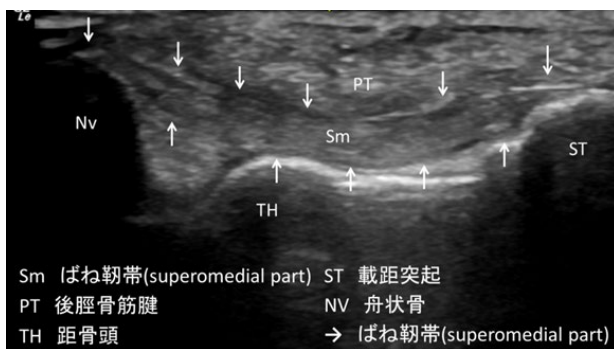


図1. 超音波画像診断装置によるばね靭帯

踵骨の載距突起と舟状骨粗面の上にプローブをあてると、両骨間を走行するばね靭帯が確認できる。

扁平足の発生機序は、1989年にJohnson<sup>1)</sup>らが提唱した分類が細分化され、本邦では今も一般に使用されており、後脛骨筋腱機能不全症に続発してばね靭帯などの静的安定化機構

が破綻し扁平足が進行するとしている。近年Pasapula<sup>2)</sup>らは、ばね靭帯が主要な内側アーチの支持組織であるとの考えから、新しい扁平足の重症度分類を提唱しており、後脛骨筋腱機能不全は、ばね靭帯不全に続発して発症し、扁平足が進行すると考えている。いずれにしろ扁平足の保存療法において、ばね靭帯の形態と機能を評価することは重要と我々は考えている。しかしMRIやUSによる評価は散見されるが、ゴールドスタンダードは未だ確立されていないのが現状である。特にUSを用いた研究については計測部位が報告者により異なり、再現性や妥当性の検証も不十分である。

そこで、本研究の目的はUSを用いた、ばね靭帯厚計測方法の信頼性を検討することとした。

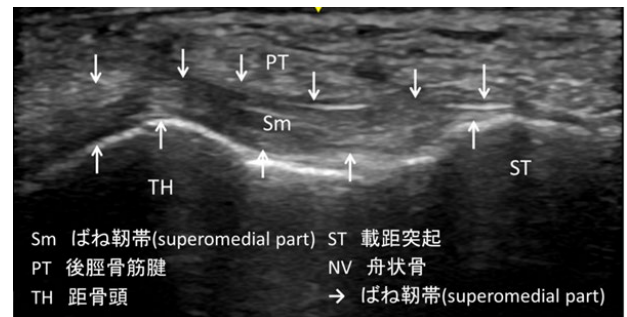


図2. 計測画像

図1から舟状骨側のプローブ端をわずかに背側に回転すると舟状骨が描出されない図2の画像となる。舟状骨付近は盤靭帯が不明瞭なことがあり、本研究ではこの状態の画像を計測画像とした。

## 方法

対象は健常男女8名16足(男5名、女3名 平均年齢21.7歳、平均身長168.8cm、平均体重60.6Kg)とした。計測部位は計測側下肢を下にした側臥位、計測下肢は膝関節伸展位・足関節底背屈中間位とした。足部内側面にあるばね靭帯の **superomedial part** をUS (Canon, Aplio300, リニアプローブ使用, B-mode, 18MHz) を用いて長軸で描出し靭帯厚を計測した。計測部位は、先行研究で用いられている距骨頭の最腓隆部である距骨頭(以下TH)部<sup>3)</sup>、後脛骨筋腱中点とばね靭

帯の接する点から繊維パターンに垂直に計測した後脛骨筋腱(以下PT部)<sup>4)</sup>、PT部から5mm前方(以下PT5部)<sup>4)</sup>の3か所とした(図3)計測は各3回行い、級内相関係数ICC(1.1)、(1.3)、標準誤差(以下SEM)を用いて検査の信頼性を検討、最小可検変化量(Minimal Detectable Change ; MDC)の95%信頼区間(以下MDC<sub>95</sub>)を算出した。

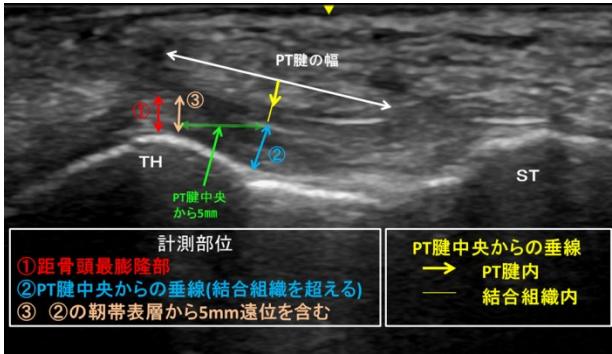


図3. 計測部位

計測は先行研究に用いられている①TH部②PT部③PT5部の3か所。

## 結果

ばね靭帯厚は TH 部  $2.17 \pm 0.35$ mm, PT 部  $2.81 \pm 0.47$  mm, PT5 部  $2.40 \pm 0.49$  であった。ICC(1.1) は TH 部/ PT 部/ PT5 部の順に  $0.92 / 0.49 / 0.69$ , ICC(1.3) は  $0.97 / 0.74 / 0.87$  であった。SEM は  $0.10 / 0.33 / 0.19$ , MDC<sub>95</sub> は  $0.28 / 0.92 / 0.54$  であった。

表1. 本研究の結果

	平均靭帯厚(SD)mm	95%CI	ICC(1.1)	ICC(1.3)	SEM	MDC <sub>95</sub>
TH部	2.17(±0.35)	2.07-2.2	0.92	0.97	0.1	0.28
PT部	2.81(±0.47)	2.67-2.9	0.49	0.74	0.33	0.92
PT5部	2.4 (±0.49)	2.3 -2.5	0.69	0.87	0.19	0.54

## 考察

今回の研究でのばね靭帯厚計測の信頼性は、PT 部、PT5 部では再現性が低いことが分かった。PT 部、PT5 部で信頼性が低下した原因として、ばね靭帯を描出するためのわずかなプローブ走査でも PT 腱の位置や形が変化し、計測位置が一定となりにくいこと測定誤差が生じやすいためと考えられる。TH 部では ICC(1.1) が  $0.92$ , ICC(1.3) が  $0.97$  と高い再現性が得られた。また絶対的信頼性の指標である SEM も小さく再現性が高かった。MDC<sub>95</sub> は TH 部で  $0.28$ mm であり、今後靭帯機能特性を検討するときに健常被検者、扁平足患者の荷重・非荷重時など条件の違いによる靭帯厚変化  $0.3$ mm 以上を真の変化と考えられる可能性がある。

先行研究における正常ばね靭帯厚は TH 部平均  $3$ mm<sup>3)</sup>、PT 部/PT5 部平均  $4$ mm/ $3.6$ mm<sup>4)</sup>などの報告がある。今回の研究における靭帯厚の平均値は、先行研究と比較して小さい。

その理由として、gliding layer の存在が考えられる。(図4) gliding layer は、ばね靭帯と PT 腱との間に存在する疎性結合組織で PT 腱の滑走を助けている。先行研究では gliding layer を計測に含むが、我々の研究では靭帯組織ではない gliding layer や繊維軟骨層を含まないためと考えられる。

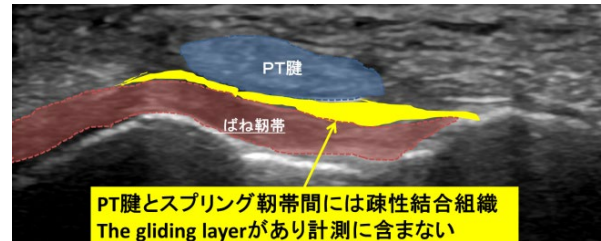


図4. PT 腱とばね靭帯の間にある疎性結合組織 gliding layer を黄色で示す。先行研究では計測に含むが、本研究では計測に含まない。

また先行研究は北米やヨーロッパの研究が多い。日本人を対象とした Taniguchi ら<sup>5)</sup>の研究では平均  $2.5$ mm となっており、今回の我々の結果に近い。このことから、人種の違いも一つ理由となる可能性がある。

本研究の結果は超音波画像診断装置によるばね靭帯厚計測の大規模なデータを集めるための基礎的検討として有意義な結果であったと考えられる。今回の検査で用いた計測方法を標準化し普及することで、本邦におけるばね靭帯厚の標準値を策定し、健常者のばね靭帯の足部肢位変化、荷重の影響に靭帯厚変化や、扁平足患者との比較を行うことで扁平足患者のばね靭帯の機能特性を明らかにできる可能性がある。

結論として、US を用いたばね靭帯厚の計測は TH 部で実施することが望ましいと考えられる。

## 文献

- 1) Johnson KA, et al. : Tibialis posterior tendon dysfunction. Clin Orthop Relat Res 239:196-206, 1989
- 2) Pasapula C, et al. : Modern Theory of the Development of Adult Acquired Flat Foot and an Updated Spring Ligament Classification System. Clinical Research on Foot & Ankle 5, 247: 2017
- 3) Harish S, et al, Sonography of the superomedial part of the spring ligament complex of the foot: a study of cadavers and asymptomatic volunteers. Skelet Radiol 36:221-228: 2007
- 4) Ramy S, et al, Ultrasound assessment of the spring ligament complex. Eur Radiol 18: 2670-2675:2008
- 5) Taniguchi A, et al, Anatomy of the spring ligament. J Bone Jt Surg Am 85:2174-2178:2003