

足部アーチ異常に対する効率的な治療法の考案 —超音波エラストグラフィ法を用いた筋機能の解明から—

小林 匠

北海道千歳リハビリテーション大学 健康科学部 リハビリテーション学科

1. はじめに

足部はヒトの身体運動時に唯一地面と接する部位であり、足部アーチ構造は足部にかかる衝撃を吸収する重要な役割を持つ。足部アーチが過剰に低下した足は扁平足、足部アーチが高い足は凹足と称され、これらの足部アーチの異常は足部・足関節をはじめとする下肢スポーツ障害発生やスポーツパフォーマンスとの関連が示唆される²。足部アーチは骨・靭帯などの静的支持組織と筋・腱などの動的支持組織によって保持されており、静的支持組織の破綻や動的支持組織の機能不全が足部アーチの異常を招く。

足部アーチ異常に対する治療の第一選択は、運動療法や装具療法などを含めた保存療法とされる。静的支持組織の破綻に対しては、主にインソール等の装具療法が用いられ、動的支持機構の機能不全には、筋力トレーニング等の運動療法が用いられる。いくつかの先行研究によって、インソールが足部のアライメントやキネマティクスに及ぼす影響が明らかにされてきたが^{4, 10, 17}、筋力トレーニングを含めた運動療法が足部アーチに及ぼす影響については不明な点が多い。その原因として、足部アーチに異常を有する足における足部・足関節周囲筋の形態的・力学的特性が十分に解明されていないことが考えられる。

近年、超音波画像診断装置を用いて、足部アーチの保持に貢献する筋群の形態を高い信頼性で計測できることが示された^{3, 5, 6}。過去の超音波画像診断装置を用いた研究において、足部アーチ高が低下した足では、足部内在筋である母趾外転筋 (Abductor hallucis; AbH) や短母趾屈筋 (Flexor hallucis brevis; FHB)、足部外在筋である長母趾屈筋 (Flexor hallucis longus; FHL) や長趾屈筋 (Flexor digitorum longus; FDL) の筋厚や筋断面積が正常アーチ群と異なることが示された^{1, 19}。しかし、これらの研究は非荷重時の筋形態の特徴を捉えたものであり、荷重条件における特徴は不明である。また、近年の超音波剪断波エラストグラフィ法の開発により、個々の筋の弾性変化も捉えることが可能となった^{9, 11}。この方法は、表面筋電計による筋活動の測定とは異なり、表層のみならず深層筋まで筋組織の形態や性質そのものを個別に評価可能という利点を有し、表面筋電計では計測不可能な深層筋の測定も可能である。しかし、これまでに荷重増加に伴う足部アーチ高の変化と足部アーチの保持に貢献する個々の筋の形態的・力学的特性の関連性を検討した研究は存在しない。

以上より、本研究は荷重量の変化に伴う足部アーチ高と超音波画像診断装置を用いた筋の断面積および弾性変化を同時に計測することで、扁平足に特徴的な筋の形態的・力学的特性を明らかにし、扁平足に対する効率的な治療・予防法考案に寄与することを目的とする。

2. 研究方法①

2.1 対象

整形外科的疾患および下肢に疼痛を有さない健常成人男性 21 名 21 足を対象とした。体表から足

部アーチ形態を評価する指標である Foot posture index-6 item measure (FPI-6) を用いて、足部アーチ高が正常な群 (Normal 群) と低下している群 (Flat 群) に分類した。FPI-6 は安静立位時の足部アライメントに関連する 6 項目を各項目 0-2 点で評価し、合計点が 0-5 点を正常足、6-12 点を回内足と判断する方法である¹³。全ての対象者の足部を同一検者が評価し、Normal 群 10 名 (右 8・左 2, FPI-6: 0-3 点), Flat 群 11 名 (右 7・左 4, FPI-6: 6-11 点) に分けた。なお、全ての対象者に対して研究参加前に研究内容を十分に説明し、同意を得た上で実験を実施した。本研究は研究代表者が所属する臨床研究審査委員会による承認を得て実施された。

2.2 測定方法

2.2.1 足部内側縦アーチ高

足部内側縦アーチ高の指標である Arch height index (AHI)¹⁸ を算出するため、体重の 10% 荷重 (椅子座位)・50% 荷重 (立位)・90% 荷重 (片脚立位) の 3 肢位における足長、切頂足長 (踵骨〜第 1 中足趾節関節の長さ)、足長の 50% におけるアーチ高を自作の測定器にて測定した (図 1)。

2.2.2 筋断面積・筋弾性

AHI の測定と同じく、体重の 10% 荷重 (椅子座位)・50% 荷重 (立位)・90% 荷重 (片脚立位) の 3 肢位で足部外在筋群の筋断面積および筋弾性を計測した。被検筋は、長腓骨筋 (Peroneus longus; PL)・短腓骨筋 (Peroneus brevis; PB)・長母趾屈筋 (Flexor hallucis longus; FHL)・長趾屈筋 (Flexor digitorum longus; FDL)・後脛骨筋 (Tibialis posterior; TP) とした。先行研究に準じて、腓骨頭から外果下端までの距離の近位 20%・50%・60% で PL・FHL・PB を測定し、膝関節内側裂隙から内果までの距離の近位 40%・50% で TP・FDL を測定した³。筋断面積および筋弾性の測定には超音波剪断波エラストグラフィ装置 (Aixplorer Ver.4, SuperSonic Imagine, France) およびリニアプローブ (4-15MHz, 2-10MHz) を使用した。測定足を体重計に乗せた状態で計測し、荷重量の変化が生じないようモニタリングしながら計測を行った。

2.3 解析方法

2.3.1 足部内側縦アーチ高 (AHI)

AHI は先行研究の方法に準じて、体重の 10%・50%・90% 荷重における値を算出した (図 2)¹⁸。

2.3.2 筋断面積・筋弾性

筋断面積は、各測定部位における超音波 B モード短軸像を撮像し、画像解析ソフト Image J¹⁴ を用いて同一検者によって計測した。なお、TP は短軸像にて全周を捉えることが不可能であったため、測定しなかった。

筋弾性は、超音波剪断波エラストグラフィ撮影時の剪断波伝播速度に基づき、各被検筋の筋束部におけるヤング率をキロパスカル単位で周波数 2Hz にて 5 秒間記録した (図 3)。その後、超音波エラストグラフィ画像解析プログラム (S-17115, 竹井機器, 東京) を用いて、結合組織を除いた鮮明な筋束を含む関心領域を選択し、5 秒間の平均ヤング率を算出した。先行研究に基づき、取得したヤング率を 3 で除すことで得られる剪断弾性係数を筋弾性の解析に用いた⁸。なお、剪断弾性係数は弾性が高いほど高値となる。なお、PL は筋内腱よりも浅層 (PLs) と深層 (PLd) で傾向が異なったため、それぞれ分析した。なお、剪断波の伝搬が不十分な例は解析から除外した。

2.4 統計解析

統計処理には SPSS 25.0J (SPSS Japan INC., 東京) を使用した。身体特性 (年齢, 身長, 体重, 足長) の群間比較には, Mann-Whitney U 検定を用いた。身長, 体重, BMI, 足長と PL・PB・FHL・FDL の断面積との相関は, Spearman の順位相関係数を用いて検討した。AHI と筋断面積, 筋弾性の比較には, 反復測定二元配置分散分析 (群×荷重) を用いた。なお, いずれの解析も有意水準 5% とした。

3. 結果①

3.1 身体特性

Flat 群で有意に体重が重かった ($p < 0.05$)。年齢, 身長, BMI, 足長に二群間で有意差は認めなかった (表 1)。また, 体重および BMI と PL, PB の断面積に中等度の有意な正の相関を認めた (PL: $r = 0.52 \sim 0.55, p < 0.05$; PB: $r = 0.57 \sim 0.67, p < 0.01$)。

3.2 足部内側縦アーチ高 (AHI)

交互作用は認めず, 群および荷重に主効果を認めた。Flat 群は Normal 群より AHI が低く, 10% 荷重と比較して 50%・90% 荷重で AHI は有意に低かった (群: $p < 0.05$; 荷重: $p < 0.001$, 図 4)。

3.3 筋断面積

結果 3.1 で示したとおり, 二群間で体重に有意差を認めたこと, 体重および BMI と PL, PB の断面積に有意な相関を認めたことから, 各筋の断面積を BMI で標準化した後に統計解析を実施した。その結果, PB の筋断面積にのみ交互作用を認め, いずれの荷重条件においても Flat 群で PB の断面積が Normal 群よりも有意に大きかった ($p < 0.001$, 図 5)。

3.4 筋弾性

TP を除く全ての筋で荷重に主効果を認め, 10% 荷重と比べて 50%・90% 荷重で有意に弾性が高かった ($p < 0.01$)。PLs および FDL に交互作用を認めた ($p < 0.05$)。PLs は両群ともに 10%・50% と比べて 90% 荷重で有意に弾性が高かった ($p < 0.01$, 図 6)。FDL は 50%・90% 荷重で Flat 群が Normal 群よりも有意に弾性が高く ($p < 0.001$), Flat 群のみ 10% と比べて 50%・90% 荷重で有意に弾性が高かった ($p < 0.01$, 図 7)。

4. 研究方法②

4.1 対象

整形外科の疾患および下肢に疼痛を有さない, 健常成人 27 名 27 足を対象とした。2.1 と同じく, 同一検者が FPI-6 を用いて対象者を Normal 群 14 名 (男 8・女 6, 右 9・左 5, FPI-6: 0-3 点) と Flat 群 13 名 (男 7・女 6, 右 4・左 9, FPI-6: 7-10 点) に分類した。なお, 全ての対象者に対して研究参加前に研究内容を十分に説明し, 同意を得た上で実験を実施した。本研究は研究代表者が所属する臨床研究審査委員会による承認を得て実施された。

4.2 測定方法

4.2.1 足部内側縦アーチ高

2.2.1と同じく、体重の10%荷重（椅子座位）・50%荷重（立位）・90%荷重（片脚立位）の3肢位における足長、切頂足長（踵骨～第1中足趾節関節の長さ）、足長の50%におけるアーチ高を自作の測定器にて測定した（図1）。

4.2.2 筋断面積・筋弾性

体重の10%荷重（椅子座位）・50%荷重（立位）・90%荷重（片脚立位）の3肢位で足部内在筋群の筋断面積および筋弾性を計測した。被検筋は、母趾外転筋（Abductor hallucis; AbH）・短母趾屈筋（Flexor hallucis brevis; FHB）・短趾屈筋（Flexor digitorum brevis; FDB）・足底方形筋（Quadratus plantae; QP）・足底腱膜（Plantar fascia; PF）とした。先行研究に準じて、踵骨～舟状骨結節間の最大筋厚部でAbHを、第1中足骨基部の内側でFDBを、足底面の踵骨隆起～第3趾の線上の最大筋厚部でFDBおよびQPを、足底面の踵骨隆起～第2趾の線上の最大肥厚部でPFを測定した^{3, 5, 6, 12}。筋断面積および筋弾性の測定には超音波剪断波エラストグラフィ装置（Aixplorer Ver.4, SuperSonic Imagine, France）およびリニアプローブ（2-10MHz）を使用した。足底からプローブを当てられるように測定足を自作の台に乗せ、非測定足を体重計に乗せた状態で測定を行った（図8）。

4.3 解析方法

4.3.1 足部内側縦アーチ高（AHI）

AHIの解析は、2.3.1と同様の方法で算出した（図2）。

4.3.2 筋断面積・筋弾性

筋断面積は、2.3.1と同様の方法で計測した。なお、短軸像にて全周を捉えることが可能であったAbH, FDB, QPを解析対象とした。筋弾性も2.3.1で示す方法で算出した。なお、剪断波の伝搬が不十分、剪断弾性係数が上限値を上回る例は解析から除外した。

4.4 統計解析

統計処理にはSPSS 25.0J（SPSS Japan INC., 東京）を使用した。身体特性（年齢、身長、体重、足長）の群間比較には、Mann-Whitney U検定を用いた。身長、体重、BMI、足長とAbH, FDB, QPの断面積との相関は、Spearmanの順位相関係数を用いて検討した。AHIと筋断面積、筋弾性の比較には、反復測定二元配置分散分析（群×荷重）を用いた。なお、いずれの解析も有意水準5%とした。

5. 結果②

5.1 身体特性

年齢、身長、体重、BMI、足長に二群間で有意差は認めなかった（表2）。また、身長、体重、足長とAbH, FDBの断面積に中等度以上の有意な正の相関を認めた（AbH: $r = 0.55 \sim 0.60$, $p < 0.01$; FDB: $r = 0.53 \sim 0.77$, $p < 0.01$ ）。

5.2 足部アーチ高 (AHI)

交互作用を認め ($p < 0.05$), 全ての荷重条件において Flat 群は Normal 群と比較して AHI は低かった ($p < 0.001$, 図 9)。

5.3 筋断面積

足長と AbH, FDB の断面積に最も強い相関を認めたことから, 各筋の断面積を足長で標準化した後に統計解析を実施した。その結果, 解析対象とした AbH, FDB, QP の全てで交互作用を認めた ($p < 0.01$)。AbH は, Normal 群では荷重増加に伴い断面積が有意に増加したのに対し, Flat 群は荷重増加に伴い断面積が有意に減少した ($p < 0.05$, 図 10)。FDB および QP は, Flat 群のみ 10% 荷重と比べて 50%・90% 荷重で有意に断面積が減少した ($p < 0.05$, 図 11, 12)。また, 10% 荷重における FDB の断面積は Flat 群で有意に大きかった ($p < 0.05$, 図 12)。

5.4 筋弾性

全ての筋および PF で荷重に主効果を認め, 荷重量の増加に伴い有意に弾性が増加した ($p < 0.05$)。AbH のみ交互作用を認め ($p < 0.001$), 90% 荷重において Flat 群が Normal 群よりも有意に弾性が高かった ($p < 0.05$, 図 13)。

6. 考察

本研究は, 複数の荷重条件において, 扁平足に特徴的な筋の形態的・力学的特性を明らかにし, 扁平足に対する効率的な治療・予防法考案に寄与することを目的とした。足部外在筋, 内在筋群を対象とした実験の結果から, 以下に示す扁平足に特徴的ないくつかの知見が得られた。形態的特性の指標である筋断面積については, ①Flat 群は PB の断面積が大きい, ②Flat 群は荷重増加に伴い FDB・QP の断面積が減少する, ③Normal 群は荷重増加に伴い AbH の断面積が増加するが Flat 群では減少する, の 3 点の結果が得られた。また, 力学的特性の指標である筋弾性については, ①PLs は 90% 荷重条件で弾性が増加する, ②Flat 群は 50%・90% 荷重条件で FDL の弾性が高い, ③Flat 群は 90% 荷重条件で AbH の弾性が高い, の 3 点が明らかになった。

これまで, 扁平足を対象に荷重量を変化させた際の足部外在筋, 内在筋群の断面積を検証した研究は存在せず, 多くの先行研究は非荷重条件における検討である。Angin ら¹は, 扁平足群では非荷重条件における PL や AbH の断面積が正常足群よりも小さく, FHL や FDL は大きいと報告した。一方, Zhang ら¹⁹は, AbH や FDB, FDL の断面積は扁平足群で有意に大きいと報告しており, 扁平足における筋断面積の特徴については一致した見解が得られていない。本研究では, 二群間で PL や FHL, FDL といった足部外在筋群に有意差を認めず, PB のみ Flat 群で有意に断面積が大きかった。いずれの研究においても扁平足の指標には FPI-6 が用いられており, 足部形態に大きな差は無いと推測されるため, 荷重条件の違いが結果に影響したと考えられる。本研究では, Flat 群で荷重増加に伴い足部内在筋群 (AbH, FDB, QP) の断面積が減少した。また, Normal 群は荷重増加に伴い AbH の断面積が増加した一方で, Flat 群では減少した。Flat 群では荷重増加に伴い足部アーチが過剰に低下することで, これらの筋群が伸長された結果, 断面積が減少した可能性がある。

これまで, 足部外在筋, 内在筋群の筋弾性の変化を検証した研究は存在しない。Tas ら¹⁶は, 非荷重条件における AbH, FHL, FDB, PF の弾性を正常足群と扁平足群で比較し, 両群間に有意差

を認めなかったと報告した。本研究でも非荷重条件に近い10%荷重では、PLsを除く全ての筋で二群間の弾性に有意差を認めず、先行研究と同様の結果となった。一方、荷重増加に伴う変化では、Flat群でのみFDLとAbHの弾性増加を認めた。この結果には、筋の伸長によって生じる静的筋弾性の増加と筋の収縮によって生じる動的筋弾性の増加という2つの要因が関連していたと考えられる⁸。扁平足では筋の弾性や活動張力が低下すると考えられるため、Flat群でFDLやAbHの伸長が特異的に生じていたと推測される。Flat群におけるAbHの断面積の減少も筋が伸長された結果として生じていた可能性が高い。しかしながら、足部アーチの低下に抗するための筋収縮が生じていた可能性も否定できない。

本研究は、いくつかの限界と課題を有している。本研究では、各被検筋の筋活動を計測していないため、荷重増加に伴って生じた断面積や弾性の変化が筋の伸長によって生じたものなのか、筋の収縮によって生じたものかについては現時点では不明である。今後、筋羽状角や筋活動などの計測によって、この点を明らかにすることが可能と考える。また、扁平足のなかにも荷重増加に伴う足部アーチ高の変化が異なることが報告されていることから⁷、足部アーチ高の変化と各筋の断面積・弾性変化の関連性も検討すべきである。さらに、外反母趾患者ではAbHおよびFHBの弾性が低下していたことが報告されていることから¹⁵、外反母趾を含めた足趾アライメントとの関係などについてもさらなる検討が必要である。

7. まとめ

本研究は、足部アーチ正常(Normal)群と低下(Flat)群を対象に、複数の荷重条件における筋の形態的・力学的特性を明らかにすることを目的とした。足部外在筋、内在筋群を対象とした実験の結果、Flat群では短腓骨筋(PB)、母趾外転筋(AbH)、短趾屈筋(FDB)、足底方形筋(QP)の断面積と長趾屈筋(FDL)、母趾外転筋(AbH)の筋弾性にNormal群とは異なる傾向を認めた。今後、これらの筋群を対象とした筋活動等を含めたさらなる検証が、扁平足に対する効率的な治療・予防法の考案につながると考える。

8. 謝辞

本研究の遂行にあたり、研究助成金を交付いただいたミズノスポーツ振興財団に深く感謝申し上げます。

参考文献

1. Angin S, Crofts G, Mickle KJ, Nester CJ. Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus. *Gait Posture*. 2014;40(1):48-52.
2. Beckett ME, Massie DL, Bowers KD, Stoll DA. Incidence of Hyperpronation in the ACL Injured Knee: A Clinical Perspective. *J Athl Train*. 1992;27(1):58-62.
3. Crofts G, Angin S, Mickle KJ, Hill S, Nester CJ. Reliability of ultrasound for measurement of selected foot structures. *Gait Posture*. 2014;39(1):35-39.
4. Eslami M, Begon M, Hinse S, Sadeghi H, Popov P, Allard P. Effect of foot orthoses on magnitude and timing of rearfoot and tibial motions, ground reaction force and knee moment during running. *J Sci Med Sport*. 2009;12(6):679-684.
5. Franettovich Smith MM, Hides JA, Hodges PW, Collins NJ. Intrinsic foot muscle size can be measured reliably in weight bearing using ultrasound imaging. *Gait Posture*. 2019;68:369-374.
6. Fraser JJ, Mangum LC, Hertel J. Test-retest reliability of ultrasound measures of intrinsic foot motor function. *Phys Ther Sport*. 2018;30:39-47.
7. Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait Posture*. 2013;37(3):445-451.
8. Hug F, Tucker K, Gennisson JL, Tanter M, Nordez A. Elastography for Muscle Biomechanics: Toward the Estimation of Individual Muscle Force. *Exerc Sport Sci Rev*. 2015;43(3):125-133.
9. Koo TK, Guo JY, Cohen JH, Parker KJ. Relationship between shear elastic modulus and passive muscle force: an ex-vivo study. *J Biomech*. 2013;46(12):2053-2059.
10. MacLean C, Davis IM, Hamill J. Influence of a custom foot orthotic intervention on lower extremity dynamics in healthy runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(6):623-630.
11. Maisetti O, Hug F, Bouillard K, Nordez A. Characterization of passive elastic properties of the human medial gastrocnemius muscle belly using supersonic shear imaging. *J Biomech*. 2012;45(6):978-984.
12. Mickle KJ, Nester CJ, Crofts G, Steele JR. Reliability of ultrasound to measure morphology of the toe flexor muscles. *J Foot Ankle Res*. 2013;6(1):12.
13. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(1):89-98.
14. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nat Methods*. 2012;9(7):671-675.
15. Tas S, Cetin A. Mechanical properties and morphologic features of intrinsic foot muscles and plantar fascia in individuals with hallux valgus. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2019;53(4):282-286.
16. Tas S, Unluer NO, Korkusuz F. Morphological and mechanical properties of plantar fascia and intrinsic foot muscles in individuals with and without flat foot. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2018;26(3):2309499018802482.
17. Williams DS, 3rd, McClay Davis I, Baitch SP. Effect of inverted orthoses on lower-extremity mechanics in runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(12):2060-2068.
18. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther*. 2000;80(9):864-871.
19. Zhang X, Aeles J, Vanwanseele B. Comparison of foot muscle morphology and foot kinematics between recreational runners with normal feet and with asymptomatic over-pronated feet. *Gait Posture*. 2017;54:290-294.

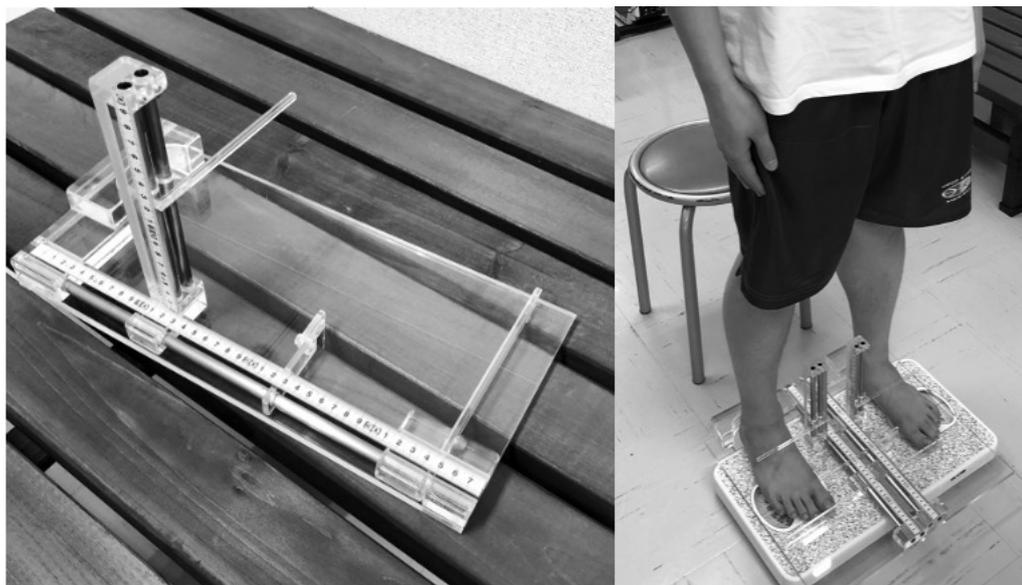


図1. 足部形態の測定方法

左図に示す測定器を用いて、各荷重条件下での足長、切頂足長（踵骨～第1中足趾節関節の長さ）、足長の50%におけるアーチ高を測定した（右図は50%荷重条件）。

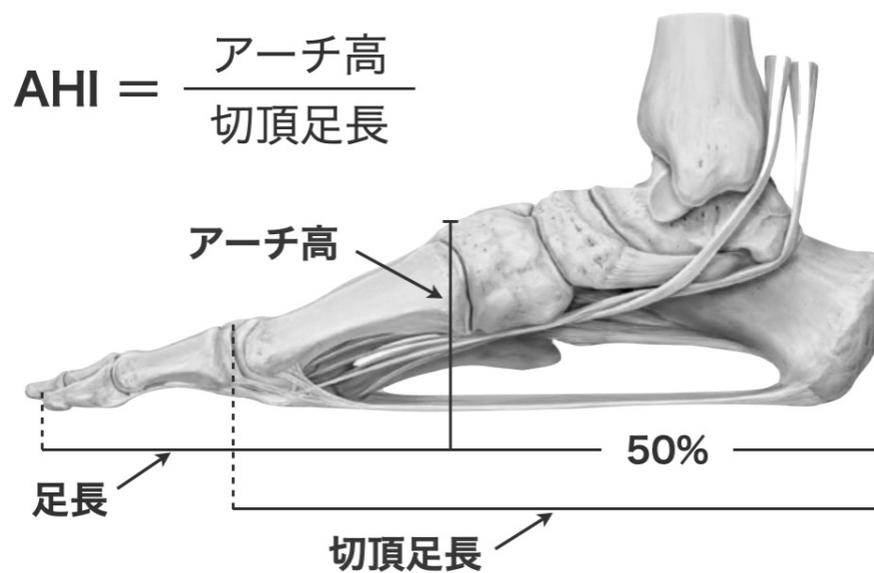


図2. Arch height index (AHI)

各荷重条件において、アーチ高を切頂足長で除して算出した。

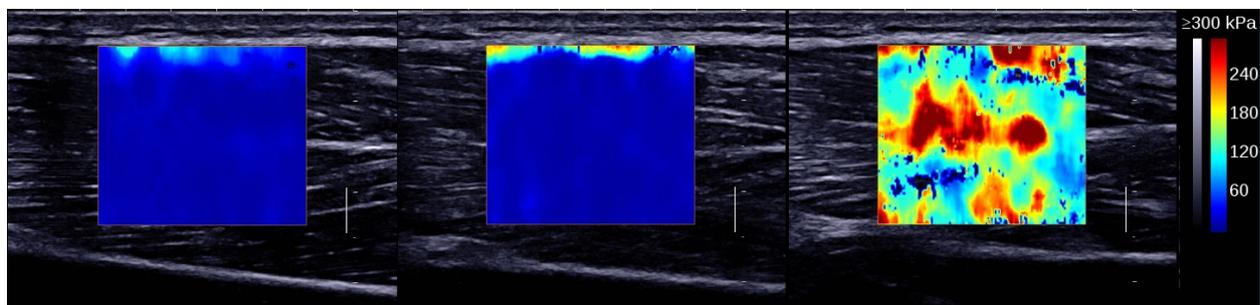


図3. 長腓骨筋 (PL) の剪断波エラストグラフィ画像
左：10%荷重，中：50%荷重，右：90%荷重

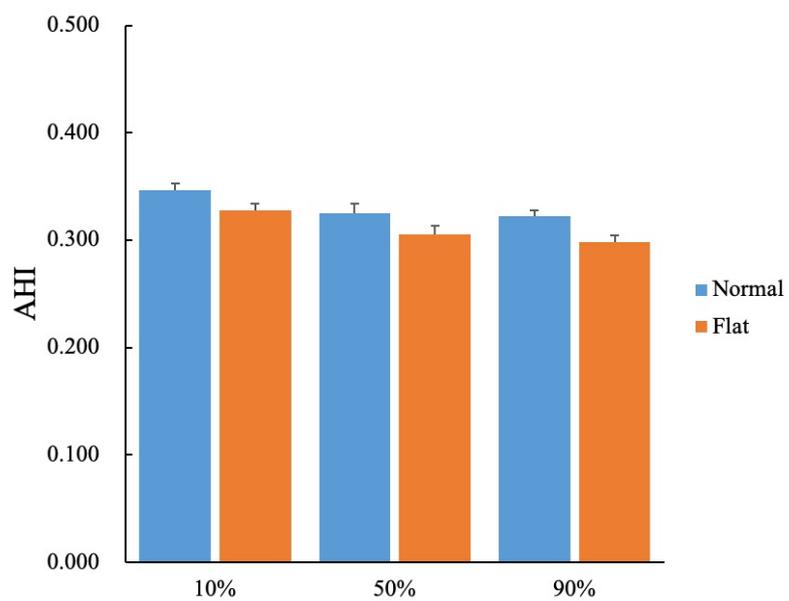


図4. AHI①

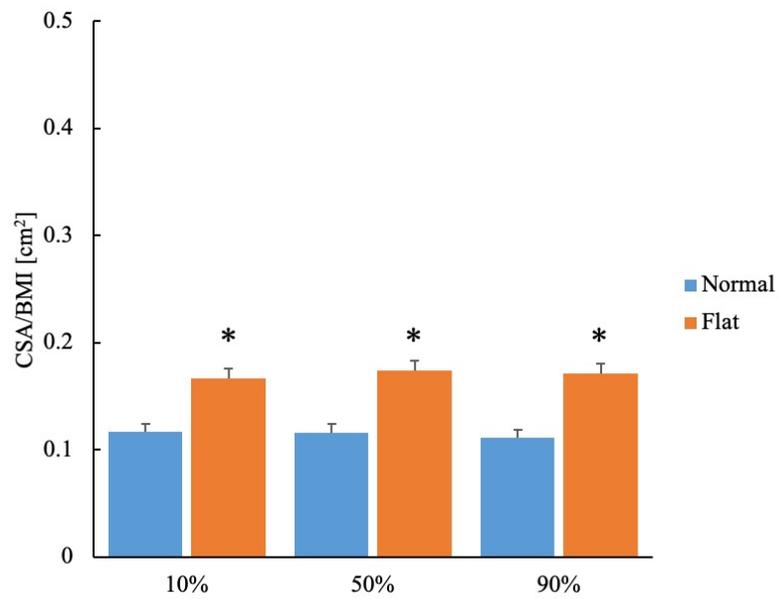


図5. 短腓骨筋 (PB) の BMI で標準化した筋断面積

* : $p < 0.001$ (vs. Normal)

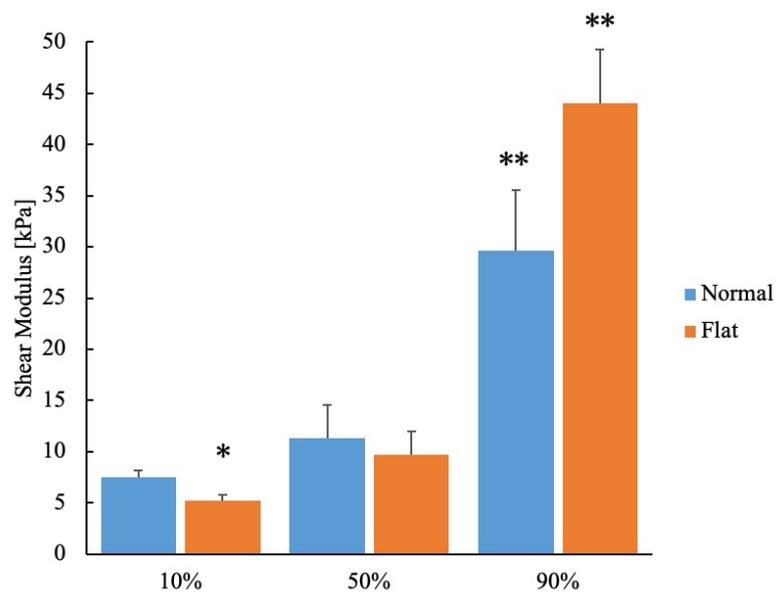


図6. 長腓骨筋浅層 (PLs) の筋弾性

* : $p < 0.05$ (vs. Normal)

** : $p < 0.01$ (vs. 10%, 50%)

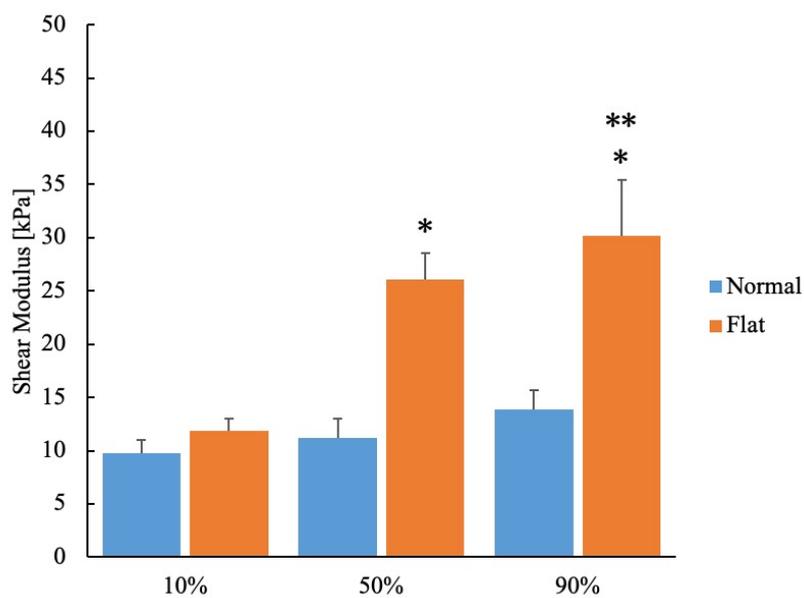


図7. 長趾屈筋 (FDL) の筋弾性

* : $p < 0.001$ (vs. Normal)

** : $p < 0.01$ (vs. 10%, 50%)



図8. 足部内在筋の測定方法

測定足を自作の台に乗せ、非測定足を体重計に乗せた状態でプローブを足底面から当てた状態で測定した。

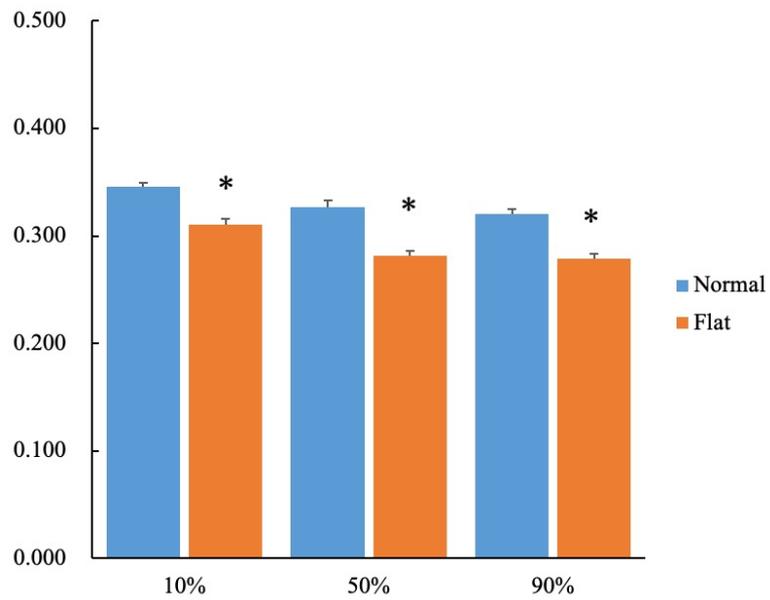


図9. AHI②

* : $p < 0.001$ (vs. Normal)

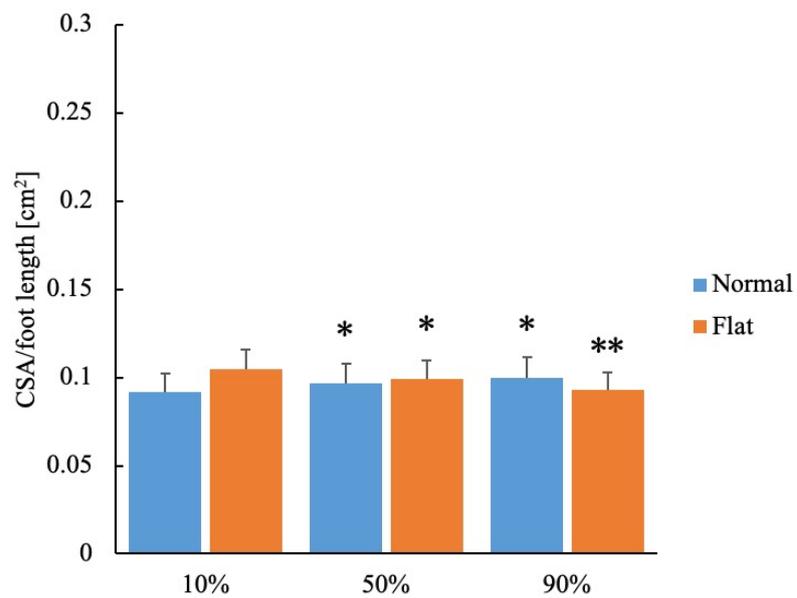


図10. 母趾外転筋 (AbH) の足長で標準化した筋断面積

* : $p < 0.05$ (vs. 10%)

** : $p < 0.05$ (vs. 10%, 50%)

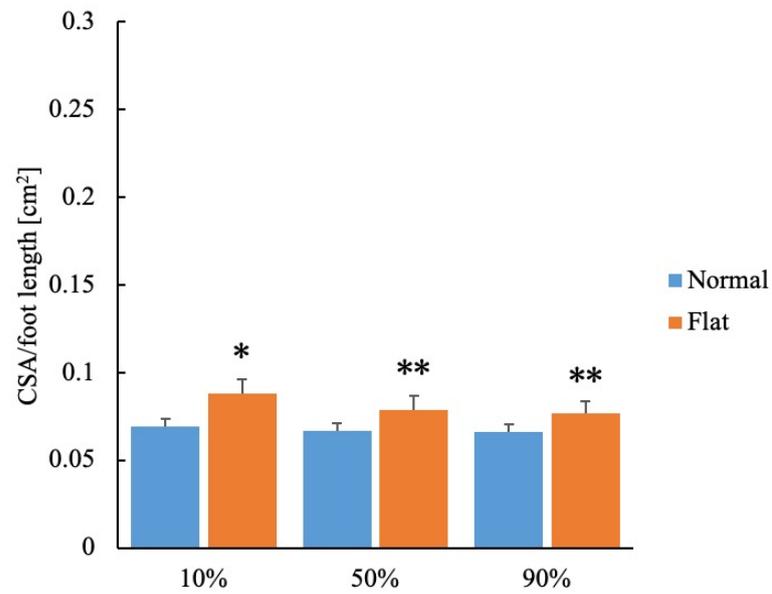


図 1 1. 短趾屈筋 (FDB) の足長で標準化した筋断面積

* : $p < 0.05$ (vs. Normal)

** : $p < 0.05$ (vs. 10%)

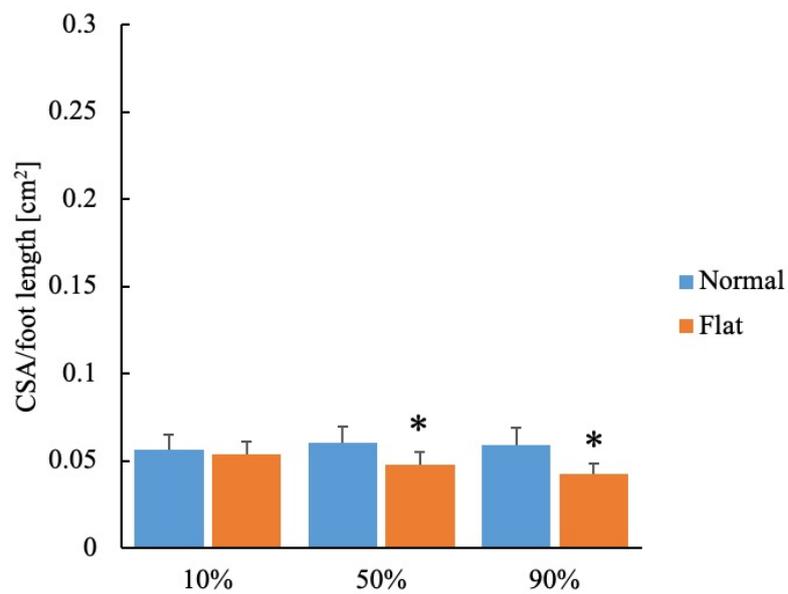


図 1 2. 足底方形筋 (QP) の足長で標準化した筋断面積

Normal 群, Flat 群ともに 12 名の結果

* : $p < 0.05$ (vs. 10%)

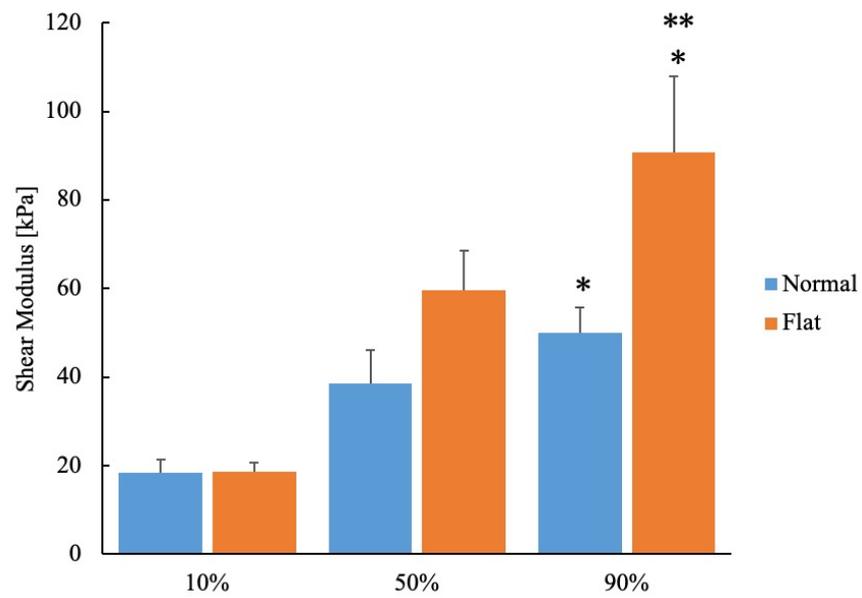


図13. 母趾外転筋 (AbH) の筋弾性

* : $p < 0.05$ (vs. 10%, 50%)

** : $p < 0.05$ (vs. Normal)

表 1. 身体特性①

	Normal	Flat
年齢 (歳)	21.0 (21.0-21.0)	21.0 (21.0-21.0)
身長 (cm)	172.0 (169.6-173.0)	175.0 (172.0-176.5)
体重 (kg)	61.5 (59.0-70.4)	75.0 (68.0-83.3) *
BMI (kg/cm ²)	21.1 (20.0-23.7)	23.9 (22.4-27.0)
足長 (cm)	24.9 (24.5-25.8)	26.2 (25.6-26.5)

* : p < 0.05

表 2. 身体特性②

	Normal	Flat
年齢 (歳)	21.0 (21.0-21.0)	21.0 (21.0-21.0)
身長 (cm)	169.1 (157.8-172.3)	164.0 (157.9-175.0)
体重 (kg)	61.5 (54.5-73.5)	59.0 (55.0-70.0)
BMI (kg/cm ²)	22.6 (21.7-24.2)	22.3 (20.6-23.6)
足長 (cm)	24.7 (22.6-25.7)	24.7 (23.7-26.1)