アーチ高率の違いによる内外側方向における 足圧中心位置の検討

*Centre of Foot Pressure in a Mediolateral Direction and Arch Ratio
as a Reliable Measure for Flat-Footedness*

三秋 泰一¹⁾ 加藤 逸平²⁾

HIROICHI MIAKI, RPT, BA, MHSc, PhD¹⁾, IPPEI KATO, RPT, BHSc²⁾

¹⁾ Division of Rehabilitation Science, Department of Health Sciences, Graduate School of Health Studies, The University of Kanazawa: 11-80 Kodatsuno 5, Kanazawa, Ishikawa 920-0942, Japan. TEL +81 76-265-2621

²⁾ Department of Medical Rehabilitation Services, Yonezawa Orthopaedic Hospital

Rigakuryoho Kagaku 22(3): 409-412, 2007. Submitted Feb. 22, 2007. Accepted Apr. 17, 2007.

ABSTRACT: This study examined the relationship between foot arch ratio and centre of foot pressure in the mediolateral direction (CFP). Twenty women were divided into three groups with four, eight and eight participants, respectively, according to their foot arch ratio. Group 1 had an arch ratio of less than 11%, group 2 between 11% and 15%, and group 3 larger than 15%. The mean (SD) arch ratio of group 1 was 10.7 (0.2)%, group 2 11.8 (0.5)%, and group 3 16.7 (1.2)%, with the latter being significantly higher than that of the other two groups. CFPs of groups 1 and 2 were found to be significantly displaced to the medial side of the foot compared to that of group 3. These findings suggest that CFP in the mediolateral direction can be used as an assessment tool for persons with flat feet. The arch ratio may also be considered as a useful parameter when measuring for an arch support.

Key words: centre of foot pressure, flat foot, arch ratio

要旨: 本研究の目的は、足アーチ高率と内外側方向における足圧中心位置の関係を検討することであった。20名の健康女性の足アーチ高率を測定し、足アーチ高率が11%以下の低い群（4名）、11～15%の中等度群（8名）、15%以上の高い群（8名）の3群に分け、それぞれの内外側方向における足圧中心位置を比較した。足アーチ高率は低い群で10.7±0.2%、中等度群で11.8±0.5%、高い群で16.7±1.2%であり、足アーチ高率は、低い群および中等度に比較して高い群が有意に高かった。内外側方向における足圧中心位置は、低い群および中等度群が高い群と比較して有意に内側へ偏移していた。これらの結果は、扁平足の評価において内外側方向における足圧中心位置が一指標となりえることが示唆され、足底板を作製する際、この足アーチ高率は、足底板の高さを決める指標に使用できると思われた。

キーワード: 足圧中心位置、扁平足、アーチ高率

¹⁾ 金沢大学大学院 医学系研究科保健学専攻リハビリテーション科学領域：石川県金沢市小立野5-11-80（〒920-0942）TEL 076-265-2621

²⁾ 整形外科米澤病院 理学診療部

受付日 2007年2月22日 受理日 2007年4月17日

I. はじめに

足は唯一地面に接し、体重を支持し移動させるだけでなく、地面および身体の状態変化に対応している。人の足には特徴的な足アーチ構造があり、立位や歩行において、衝撃を吸収し荷重を分散するスプリングの役割を担っている。足アーチは内側縦アーチ、外側縦アーチ、横アーチで構成され、特に内側縦アーチは体重支持、運動中に働くことから臨床上重要視されているといわれている¹⁾。扁平足とは、その内側縦アーチの低下を示すものである。扁平足には先天性なもののほか、外傷や麻痺、炎症を原因とするものもあるが、発育に伴う体重増加、活動量の増加が原因となる場合や靱帯の弱化、筋力低下によりアーチが扁平化するものもある。このように、過大な負荷などの静力学的負担に耐えられずに足アーチの低下をきたすものを、一般的に静力学的扁平足 (static flat foot) といい、扁平足の中で最も多く90%を占めるとされている^{1,2)}。足アーチの評価としてフットプリントを使用した評価が広く行われてきた^{3,4)}。しかし、フットプリントによる評価は足底の筋肉や脂肪などの影響を受け、アーチ高の評価としては間接的であり問題であるとする研究者もいる⁵⁾。それに対し、横倉法によるX線学的評価は優れた評価法であると言われているが、検査に費用がかかるなど、問題も指摘されている⁶⁾。

近年、簡易的で、かつ適切に扁平足を評価する方法として、大久保らの提唱している足アーチ高測定法が使用されてきている⁶⁾。しかし、この方法による扁平足の指標は明確ではなく、文献により様々な値を示す^{6,7)}。

内側縦アーチの低下は距骨が前内方に滑り、踵骨が後方に回転する。それにより距踵靱帯が緊張し舟状骨が下にさがることが原因であるといわれており^{9,10)}、大野ら⁷⁾は、足アーチの低下により、いわゆる土踏まずの部分にまで圧力分布を認めると述べている。したがって、内側縦アーチの変化に対応して足圧中心位置 (Center of foot pressure ; 以下CFP) も変化すると考えられる。そこで今回われわれは、内側縦アーチの低下によりCFPがより内側に偏移するという仮説を立て、大久保らの足アーチ高測定法を使用して、アーチ高 (アーチ高率) の違いによる内外側方向におけるCFPの違いを検討することを目的とした。

II. 対 象

対象は、あらかじめ測定手段、方法を十分に説明し、

実験に同意の得られた下肢に整形外科的疾患の既往のない健康女性20名とした。測定した20名の被検者のアーチ高率を元にアーチ高率の低い群 (L群) 4名、中等度群 (M群) 8名、高い群 (H群) 8名に分類した。年齢、身長、体重はL群では、 21.3 ± 1.0 歳、 165.3 ± 11.5 cm、 52.3 ± 6.6 kg、M群では 21.9 ± 2.4 歳、 158.4 ± 3.7 cm、 51.4 ± 5.6 kg、H群では 21.6 ± 1.1 歳、 158.8 ± 4.7 cm、 53.1 ± 6.7 kgであった。

III. 方 法

1. 実験装置

測定には床反力計 (Kistler社製9281CA) を使用した。床反力計は、一側の内外側方向のCFPを検出するために用いた。サンプリング周波数は、100 Hzで行った。

2. 実験手順

アーチ高率の測定は、大久保ら⁴⁾の足アーチ高測定方法を使用した。アーチ高測定法は、足長に対する舟状骨粗面高の割合を算出したものである (図1)。舟状骨粗面を触診により決定し、静止立位荷重時の床面から舟状骨粗面までの高さを舟状骨粗面高とした。同時に足長、足幅も測定した。これらの測定にはYSマルチン氏人体測定器を使用した。アーチ高率のL群、M群、H群の分類は、鳴海ら¹⁾の分類結果を元に行なった。すなわち、アーチ高率が11%以下の群をL群、11~15%の範囲内の群をM群、15%以上の群をH群とした。被検者は、右足を床反力計上に、左足を床反力計と同じ高さの台に乗せた。右足は、足部内側縁を床反力計左右方向の+方向 (左方向) に15 cm移動し、踵部を前後方向0 cmの位置においた (図2)。裸足で両足内側面を平行にし、足幅を10 cm開いた立位姿勢をとらせた。その姿勢で10秒間保持させた。被検者には、測定中はまっすぐ前方を見て視線をずらさないように指示した。この10秒間を1試行とし、これを5回繰り返した。試行間には椅座位で10秒間の休憩を挟み、休憩中は足位置を動かさないように指示した。

3. データ処理方法

1試行中の内外側方向のCFPの平均値を求め、さらに5試行分平均した値をCFPとした。15 cmからCFPを引くことで、内側縁からの距離を算出し、さらに個人差をなくするため足幅で除し、足部内側縁からの距離を百分率で表した。

図1 アーチ高率測定方法

$$\text{アーチ高率 (\%)} = \frac{\text{舟状骨高 (mm)}}{\text{足長 (mm)}} \times 100$$

舟状骨高：床から舟状骨粗面までの高さ

足長：踵から母趾までの距離

足幅：第1中足骨頭から第5中足骨頭までの距離

IV. 統計処理

3群間のCFP，アーチ高率の比較においてはBonferroni多重比較検定を行なった。有意水準は5%とした。

V. 結果

3群間のアーチ高率は，L群，M群，H群それぞれ10.7±0.2%，11.8±0.5%，16.7±1.2%であり，L群，M群のアーチ高率がH群に比較して有意に低かった（表1）。

静止立位時のCFPはL群，M群，H群それぞれ足部内側縁から40.7±3.3%，41.9±2.5%，47.4±4.2%に位置しており，CFPはH群と比較して有意にL群，M群の方が足部の内側にあった。L群とM群の間には有意差は認められなかった（表2）。

VI. 考察

足アーチ高の測定の精度はX線学的計測値が優れており，足アーチの評価法は横倉法が代表的である。Saltzman⁸⁾は足長に対する舟状骨の高さの比が，内側縦アーチ構造のX線学的指標と密接な相関関係を示したと報告している。大久保らの足アーチ高測定法も横倉法と相関があるとされており⁹⁾，今回足アーチ高を測定するにあたり大久保らの方法を用いた。

扁平足となるにはまず，体重の増加や活動量の増加，筋や靱帯の弱化などにより足アーチの力学的平衡が破綻して骨配列から得られるアーチ支持力が低下し，骨配列が崩れることから始まる。Kapandji¹¹⁾によると，踵骨

図2 床反力上の足位置

表1 グループ別アーチ高率 (%)

	L 群	M 群	H 群
	10.7	11.7	15.4
	10.9	11.4	20.2
	10.6	11.4	15.4
	10.5	11.6	17.0
		11.6	16.4
		11.7	15.1
		11.8	16.0
		13.0	18.3
平均	10.7**	11.8**	16.7
SD	0.2	0.5	1.7

**：H群との比較（ $p < 0.01$ ）

L群：アーチ高率の低い群

M群：アーチ高率の低い群

H群：アーチ高率の高い群

と内側アーチと外側アーチへかかる体重比は，踵骨：内側アーチ：外側アーチ=3：2：1となると述べている。すなわち，全体重はまず距腿関節で距骨にかかり，そこから3箇所分散されていくと考えられるが，扁平足では距骨の前内方への滑りがおこることにより，体重は内側縦アーチによりかかるものと考えられる。そこで内側

表2 アーチ高率別足圧中心位置

	L 群	M 群	H 群
CFP (%)	40.7 ± 3.3*	41.9 ± 2.5*	47.4 ± 4.2

*: H 群と比較して有意差あり ($p < 0.05$)

L 群: アーチ高率の低い群, M 群: アーチ高率の中等度群, H 群: アーチ高率の高い群, CFP: 足内側縁から外側方向への足圧中心位置を表している。

縦アーチの低下はCFPを内側に偏移させるという仮説を立て実験を行ない、アーチ高率の高い群に比較して中等度群と低い群はCFPが内側に偏移するという結果を得た。このことは、扁平足を評価するうえでCFPの内外側方向の位置が一指標となりえると考えられた。

桜庭¹²⁾によると、扁平足により疼痛などの諸症状を訴えるものは16%であり、扁平足でも無症候性であることが多く、逆に、足アーチの低下が見られなくても、足の酷使によって慢性の疼痛を生ずることがあると述べている。本実験のアーチ高率の低い群でも全員が無症候性であった。このように、アーチ高率の低い者であっても症状がなく日常生活を送っているものが多いと思われる。しかし、Kaufmanら¹³⁾は扁平足と関係の深い足部周囲の疾患として外反母趾、後脛骨筋炎、足底腱膜炎などをあげている。また、Lafortuneら¹⁴⁾は扁平足によりknee-in & toe-outとなり、膝関節にも影響し、足底腱膜炎などを引き起こすと述べている。したがって、現在痛みなどの症状がない今回の被検者においても今後痛みが発生する可能性も考えられる。痛みなどの症状を有する扁平足患者に対して足底板療法がよく行われており、佐本ら¹⁵⁾は扁平足患者に対して足底板を使用することで、下肢のアライメントを矯正し荷重線を正常に近づけることができたと報告している。よって、今回のアーチ高率の低い群、中等度群に対して、足底板を処方することによりCFPが変化する可能性があり、足底板の効果判定にCFPが利用できるのではないかと考えられる。足底板の処方の際のアーチサポートの高さを明確に示している文献は見当たらない。そこで、今回使用した足アーチ高率を測定し左右の比較や正常足とみなされるアーチ高率と比較することで、扁平足を改善するために必要なアーチサポートの高さを数値として明確に表せられると考えられるが、これらについては今後さらに検討していく必要がある。

Acknowledgement The authors' appreciation is addressed to Prof. Shimpachiro Ogiwara, RPT, SRP(UK), ONC(UK),

MCPA(C), BPT(C), MA(USA), PhD(USA) and Mrs. Sandra M. Ogiwara, CSP(UK), HT(UK), CPA(C), BScPT(C), for their review and advice on the manuscript.

引用文献

- 1) 武田さおり, 長谷川至, 尾田 敦: 長時間立位による足部アライメントの変化に関する検討—アーチ高率と足底圧から—, 東北理学療法学, 1999, 11: 36-41.
- 2) 鳴海陽子, 尾田 敦: 足部形態が足関節筋力に及ぼす影響, 東北理学療法学, 2002, 14: 1-7.
- 3) 清水新悟, 佐橋政次, 清田信幸・他: 変形性膝関節症の足底板療法の評価, 日本義肢装具学会誌, 2006, 22(1): 38-42.
- 4) 永山理恵, 横尾 浩, 大山貴裕・他: 小学生の足型計測 (第2報), 靴の医学, 2006, 19(2): 117-120.
- 5) 水野祥太郎: ヒトの足の研究—扁平足問題からの展開—, 医歯薬出版, 東京, 1973, p32.
- 6) 大久保 衛, 島津 晃, 上野憲司・他: メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討, 臨床スポーツ医学, 1989, 6(別冊): 336-339.
- 7) 大野 修, 吉井 隆: 足底圧力分布と足アーチの関連性について, 日整会誌, 1990, 64: S1350
- 8) Saltzman CL, Nawoczenski, DA, Talbot, KD: Measurement of the longitudinal, Arch Arch Phys Med Rehabil, 1995, 76: 45-49.
- 9) 矢部裕一郎: 足底挿板の臨床応用とその限界, 理学療法, 2000, 17(5): 455-461.
- 10) 蒲田和芳: スポーツ外傷の症候群としての捉え方 扁平足症候群, Sportsmedicine Quarterly, 2000, 12(2): 117-127.
- 11) Kapandji IA (著), 荻島秀男 (監訳): カパンディ関節の生理学II 下肢 原著第5版, 医歯薬出版, 東京, 1996, p228.
- 12) 桜庭景植: 扁平足障害, 臨床スポーツ医学, 2001, 18(臨増): 353-359.
- 13) Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, et al.: The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries, Am J Sports Med, 1999, 27: 585-593.
- 14) Lafortune MA, Cavanagh PR, Sommer III HJ, et al.: Foot inversion-eversion and knee kinematics during walking, J Orthop Res, 1994, 12: 412-420.
- 15) 佐本憲宏, 杉本和也, 藤井唯誌・他: 扁平足における足関節アライメントについて—荷重線の通過位置について—, 日本足の外科学会雑誌, 1996, 17(2): 228-231.