

地域在住高齢者における扁平足と足の自覚症状、 および肥満との関連

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|-------------------------|-------------------|
| オオツカ 大塚 | レイ 礼* | ヤツヤ 八谷 | ヒロシ 寛* | ミウラ 三浦 | ヤヨイ 弥生 ^{2*} | ムラタチヨエ 村田千代栄* |
| タマコシ 玉腰 | コウジ 浩司* | オオシロ 大城 | コウジ 宏治* | ニシオ 西尾 | ナオキ 直樹* | イシカワミユキ 石川美由紀* |
| チヨウ 張 | フイミン 恵明* | シオザワ 塩澤まゆみ ^{2*} | コバヤシ 小林あゆみ ^{2*} | イトウ 伊藤 | ミカ 美果 ^{2*} | |
| ホリ 堀 | ヨウコ 容子* | コンドウ 近藤 | タカアキ 高明* | トヨシマ 豊嶋 | ヒデアキ 英明* | |

目的 扁平足は足の矢状方向のアーチ高が低下した状態であり、高齢者において足の痛みとの関連が報告されている。一方、健康成人では痛みとの関連はないとの報告もあり、扁平足と足の痛みとの関連性については定かでない。また小児では扁平足と肥満との関連が示されているが、高齢者における関連は明らかでない。本研究では簡便なフットプリント法を用いて、地域在住高齢男女における扁平足の頻度を求め、扁平足と足の痛みや疲れとの関連、ならびに扁平足と肥満の関連について検討する。

方法 長野県阿南町に居住する60歳以上の在宅自立高齢者2,392人のうち、調査に参加した340人（男性98人、女性242人）を対象とした。身長、体重の計測、フットプリント（足跡印画）の採取を行い、足に関する症状や日常の身体活動に関するアンケートを行った。フットプリントより H ライン（内足部接線と外足部接線の交点と、第二趾先端部とを結ぶ線）、footprint index（土踏まず面積/五趾部を除いた足底面積）を測定し、少なくとも一方の足で土踏まずの窩みが H ラインより内側である場合を扁平足とした。足裏の痛みや疲れは「まったくない」、「歩いたり立つとある」、「いつもある」のいずれかから選択させた。肥満度の指標として body mass index (BMI: kg/m²) を用い、男女別に求めた BMI の 3 分位による分類と扁平足との関連性について検討した。

結果 扁平足は男性の26.5% (95%信頼区間: 22.0-31.0)、女性の25.7% (95%信頼区間: 20.2-31.2) に認められた。扁平足を有する者における足裏の痛みは男性32.0%、女性28.3%、疲れは男性34.6%、女性48.3%に認められ、扁平足なしの者におけるその割合に比し高く（痛み：男性17.2%、女性22.2%、疲れ：男性19.7%、女性28.0%）、特に女性における疲れと扁平足との関連は有意であった。BMI と足裏の症状には関連性は認められなかった。女性では BMI の増加に伴い扁平足を有する者の割合は増加し ($P=0.04$)、footprint index も低値をとった ($P=0.02$)。男性では BMI 3 分位が第 2、第 3 分位群では第 1 分位群に比し扁平足を有する者の割合が高かったが、その差は有意ではなかった。

結論 扁平足の者では足裏の痛みや疲れを感じている者の割合が高く、女性では扁平足と肥満の間に有意な正の関連性が認められた。

Key words: 扁平足、フットプリント、肥満、痛み、疲れ、横断研究

* 名古屋大学大学院医学系研究科
健康社会医学専攻 社会生命科学講座
公衆衛生学/医学ネットワーク管理学分野
2* 長野県阿南町民生課
連絡先: 〒466-8550 名古屋市昭和区鶴舞町65
豊嶋英明

緒 言

高齢社会となった現在、高齢者の健康管理、医療問題がますます大きな社会問題となってきている。また、単なる平均余命の延長ではなく、高齢

者がいかに老年期を活動的に充実して過ごせるかという健康寿命の延伸に重点が置かれるようになってきた。

高齢者が自立した生活を行っていく上で、移動能力や歩行能力は不可欠な要素であるが、足は体重の支持、推進力の伝達、バランスの保持といった身体活動を維持する上で重要な役割を担っている。

扁平足は筋肉や韌帯の機能不全、骨の形態等により足の縦方向のアーチが低下したものであり、足底全体、またはその大部分が接地する状態として特徴づけられている。その分類には病態の違いから、足根骨癒合による固定性扁平足 (rigid flatfoot) と筋および韌帯の脆弱性と過重な静力学的負担が同時に存在することによって足部の骨格構成が正位に保持されないために起こる静力学的扁平足 (static flatfoot) があり、後天性の扁平足の大半は後者に属するとされている。

扁平足で病院を受診した患者を対象とした報告では、扁平足では立位作業や歩行によって増強し、安静によって軽快または消失する疼痛が認められている¹⁾。しかし、一般集団を対象とした研究において、扁平足が足の痛みと関連するとした報告とそれとは相反する報告があり、扁平足が足の痛みと関連しているかは定かではない^{2,3)}。

さらに、アーチ構造が形成される成長期の児童を対象とし、成長に伴う足跡の変化や足底圧、扁平足の治療の是非について論じた報告は数多いが^{4~9)}、高齢者を対象とした扁平足に関する報告は少なく、特にわが国の高齢者における扁平足の頻度は明らかではない。また小児を対象とした研究において肥満児では扁平足を有する者の割合が高く、扁平足の成因として肥満による足趾への過重負荷^{7,9,10)}が指摘されているが、高齢者における扁平足と肥満との関連は明らかでない。

このため本調査では、地域在住高齢者における扁平足の頻度をフットプリント（足跡印画）を用いて求め、更に扁平足と足の痛みや疲れとの関連、ならびに扁平足と肥満の関連を検討した。

II 研究方法

1. 調査対象者

長野県阿南町における足の裏の健康づくり事業「ふっと・ふっと—足底ケア下肢筋力強化運動—」

の一環として、足の裏および身体機能に関するベースライン調査を2001年7月26日～30日に町内の4地区で実施した。

同町に居住する60歳以上の男女（2,686人、男性1,128人、女性1,558人）から施設入所者（79人）および在宅要介護者（215人）を除外した2,392人に対して、老人クラブの連絡網あるいは隣組回覧を利用して参加者を募集した結果、14%にあたる340人（男性98人、女性242人）が本調査に参加した。調査会場において、口頭で調査研究内容を説明し、同意を得た。

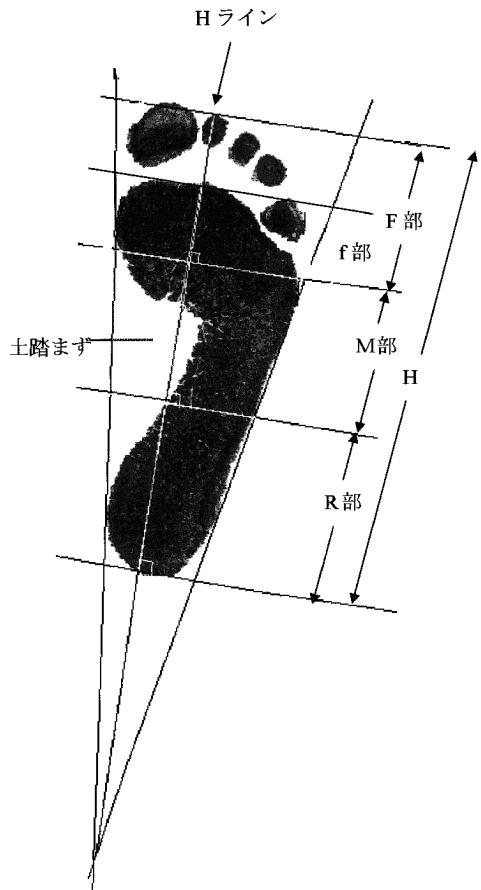
阿南町は長野県の南部に位置し、最大標高差が1,329 m の起伏の多い傾斜地帯で、集落は標高320 m から960 m の間に点在している。2003年3月31日現在の人口は6,076人で、65歳以上高齢者は2,258人（高齢化率37.2%）である。産業別就業人口（2000年度）は第一次産業16%，第二次産業37%，第三次産業47%であるが、第一次産業就業者の67%を65歳以上高齢者が占める¹¹⁾。一方、高齢者のうち26%が就業しており、その主な内訳は農業（48%）、建設業（12%）、製造業（9%）である。主要公共交通機関はバスであるが、高齢者における自家用車免許保有率（男性67%，女性11%）は、全国平均（男性64%，女性11%）と同程度である¹²⁾。

2. 調査項目

調査に参加した全ての者について身長、体重の計測、足裏の型の採取を行った。フットプリントを採取するため、被検者はキレート液を浸したウェットスーツ生地の上に5秒間立位保持し、足裏にキレート液を十分付着させた後、その前方に置かれたキレート紙の上に片足ずつ順に移動した。両足を平行に約5 cm 開脚し、キレート紙上に直立位を獲得した後、初めに移動させた足から順に前方に移動した。キレート紙に記録されたフットプリントをトレース紙に転写した後、プラニメーター（ウチダ製デジタルプラニメーター KP-90N）を用い、足底各部面積、土踏まず面積を測定した¹³⁾（図1参照）。測定誤差を最小にするため、各部面積はそれぞれ3回測定し、その平均値を当該部位の面積とした。

調査に先立って対象者に足に関する症状の有無や日常の身体活動に関するアンケート用紙を配布し、自宅で記入させた。アンケート用紙は、検査

図1 フットプリントの計測法



f 部：五趾部を除いた足底前部

F 部：五趾部と足底前部

M 部：足底中部

R 部：足底後部

Footprint Index：土踏まず面積/五趾部を除いた足底面積

F 部, M 部, R 部は足の長さ (H) を 3 等分した部位にあたる。

H ラインは内足部接線と外足部接線の交点と、第二趾先端部とを結んだライン。

当日回収し、未解答欄があった場合はその場で被検者に記入させた。

3. 扁平足の定義

扁平足の判定には H ライン判定法を用いた^{13,14)}。これは図 1 に示すように内足部接線と外足部接線の交点と、第二趾先端部とを結んだラインを H ラインとし、土踏まずの窩みが H ラインより内側にある場合を扁平足と判定する方法である。左右少なくとも一方の足が扁平足であれば、

扁平足であると定義した。別に footprint index^{15~18)}（土踏まず面積/五趾部を除いた足底面積）を左右の足毎に求め、その平均値を各人の footprint index とした。

4. 足裏の痛みおよび足裏の疲れ

足裏の痛みおよび足裏の疲れについてそれぞれ、その有無を自記式アンケートで調査した。具体的には「足の裏について、あなたが普段感じている症状についておききします。(一番よくあてはまる番号に○印をつけてください)」という質問を設け、足の裏の痛み、足の裏の疲れそれぞれについて「1. まったくない、2. 歩いたり立つとある、3. いつもある」のいずれかのうちあてはまるものを選択させた。痛みまたは疲れが「歩いたり立つとある」、「いつもある」と回答した者については、その部位をそれぞれ「1. 親指周辺、2. 前方、3. かかと周辺、4. その他」からあてはまる部位全てを選択させ、「その他」の場合は具体的にその部位を記入させた。

扁平足の有無と痛みまたは疲れを感じる部位との関連を検討するために、本分析では痛みまたは疲れの部位として「親指周辺」、「前方」と答えた者は「前方」とし、「かかと周辺」と答えた者は「後方」とした。「その他」を選択し、具体的な部位として「全体」と答えた者（痛み：2 人、疲れ：7 人）と「前方」および「後方」の両者を選択した者（痛み：6 人、疲れ：6 人）は「全体」とした。また「その他」として「土踏まず」を記入した者（痛み：6 人、疲れ：10 人）は「土踏まず」とした。

なお、一部の分析では、足裏の痛み、或いは疲れを「歩いたり立つとある」または「いつもある」と回答した場合を「あり」、「全くない」と回答した場合を「なし」と二分した値を用いた。

5. 日常の身体活動

日常の身体活動は「現在、何か体を動かすことを行っていますか。」という質問を設け、「1. 特になし、2. 農作業、3. ラジオ体操、4. 散歩、5. ジョギング、6. 水泳、7. その他」からあてはまる項目全てを選択させ、「その他」の場合は具体的にその内容を記入させた。「その他」としては、ゲートボール、マレットゴルフ、体操、草取り等の回答があった。

分析では「特になし」と回答した者を「身体活

動なし」、それ以外の者を「身体活動あり」とした。

6. 統計解析

解析は男女別に行った。はじめに扁平足および肥満各々の有無と足裏の痛みおよび疲れの有無のクロス集計を行い、割合の差は χ^2 検定を用いて検定した。肥満度の指標としては、体重 (kg) を身長 (m) の二乗で除した body mass index (BMI: kg/m²) を用いた。割合の傾向性の検定には Cochran-Armitage 検定を用いた。男性の BMI の 3 分位のカットポイントは第 1 分位 (T1): 14.42-20.39, 第 2 分位 (T2): 20.53-23.08, 第 3 分位 (T3): 23.25-39.79, 女性では T1: 15.63-21.41, T2: 21.43-23.96, T3: 23.98-35.41 であった。また BMI の 3 分位における footprint index の平均値を計算し、その差を一元配置分散分析によって検定した。 χ^2 検定における多重比較には Bonferroni の方法、一元配置分散分析では Tukey の方法を用いた。解析には SPSS 11.0J for Windows を用い、全ての検定において $P < 0.05$ を統計学的有意水準とした。

III 研究結果

1. 解析対象者の特徴

表 1 に対象者の年齢、扁平足の有無、BMI、ならびに footprint index を示した。男女ともに年齢が 70~79 才である者が全体の 60% 以上を占め、平均年齢は男性 75.2 才、女性は 73.5 才であった。扁平足は、男性では 26.5% (95% 信頼区間: 22.0~31.0)、女性では 25.7% (95% 信頼区間: 20.2~31.2) に認められた。BMI が 18.5 kg/m² 未満の者は男性で 10.2%、女性で 6.2% であり、男性は女性に比し BMI が低い者の割合が高かった。男女ともに footprint index が 0.2~0.3 である者の占める割合が最も高く、男性では 35.7%、女性では 45.9% を占めた。また扁平足ありの者における footprint index の平均値は男性 0.29、女性 0.28、扁平足なしの者では男性 0.15、女性 0.13、であり、男女ともに扁平足ありの者で有意に高値であった ($P < 0.01$, t 検定)。

2. 扁平足と足裏の痛みおよび疲れとの関連

表 2 に扁平足の有無と足裏の痛みおよび疲れの有無との関連を示した。扁平足ありの者において痛みを有する者の割合は男性 32.0%、女性 28.3%

表 1 対象者の年齢、扁平足の有無、BMI、Footprint Index

| | 男 (N=98) | | 女 (N=242) | | P* |
|-------------------------|-------------|------|--------------|------|------|
| | N | % | N | % | |
| 年齢 | | | | | |
| 60-69 | 15 | 15.3 | 57 | 23.6 | |
| 70-79 | 66 | 67.3 | 154 | 63.6 | 0.18 |
| 80-89 | 17 | 17.3 | 31 | 12.8 | |
| 年齢: 平均値 | 75.2 | | 73.5 | | 0.01 |
| 扁平足 | | | | | |
| あり | 26 | 26.5 | 62 | 25.7 | |
| なし | 72 | 73.5 | 179 | 74.3 | 0.89 |
| BMI(kg/m ²) | | | | | |
| <18.5 | 10 | 10.2 | 15 | 6.2 | |
| 18.5~25 | 64 | 65.3 | 166 | 68.6 | 0.44 |
| 25≤ | 24 | 24.5 | 61 | 25.2 | |
| BMI: 平均値 | 22.3 | | 22.9 | | 0.13 |
| Footprint Index | | | | | |
| <0.1 | 8 | 8.2 | 21 | 8.7 | |
| 0.1~0.2 | 23 | 23.5 | 47 | 19.4 | |
| 0.2~0.3 | 35 | 35.7 | 111 | 45.9 | 0.47 |
| 0.3~0.4 | 28 | 28.6 | 53 | 21.9 | |
| 0.4≤ | 4 | 4.1 | 10 | 4.1 | |
| Footprint Index: 平均値 | 0.25 | | 0.24 | | 0.41 |

BMI: body mass index

*: 割合の差の検定は χ^2 検定、男女間の平均値の差は t 検定による。

であった。これは扁平足なしの者におけるその割合 (男性 17.2%、女性 22.2%) に比し高かったが、男女ともその差は統計学的に有意ではなかった (男性 $P = 0.26$ 、女性 $P = 0.58$, χ^2 検定)。

扁平足ありの者のうち、疲れを感じている者の割合は男性では 34.6%、女性では 48.3% であった。これは扁平足なしの者におけるその割合 (男性 19.7%、女性 28.0%) に比し高く、女性ではその差は有意であった (男性 $P = 0.15$ 、女性 $P = 0.02$, χ^2 検定)。

足裏の疲れを有する者のうち男性では 62%、女性では 55% が足裏の痛みをも有していた。疲れのみ有する者における扁平足ありの者の割合は男性では 25.0%、女性では 39.4% であり、痛みのみを有する者におけるその割合 (男性 16.7%、女性 21.4%) に比し高かった。また疲れと痛みの両者を有する者における扁平足の割合は男性 53.8%，

表2 扁平足の有無と足裏の痛みおよび疲れの有無別人数と割合

| | 男 性 | | | | P* | 女 性 | | | | P* |
|--------------|----------|-----------|---------|---------|------|-----------|-----------|--------|----------|------|
| | 全くない | 歩いたり立つとある | いつもある | 合計† | | 全くない | 歩いたり立つとある | いつもある | 合計† | |
| <u>足裏の痛み</u> | | | | | | | | | | |
| 扁平足あり (%) | 17(68.0) | 6(24.0) | 2(8.0) | 25(100) | 0.26 | 43(71.7) | 15(25.0) | 2(3.3) | 60(100) | 0.58 |
| 扁平足なし (%) | 58(82.9) | 10(14.3) | 2(2.9) | 70(100) | | 137(77.8) | 33(18.8) | 6(3.4) | 176(100) | |
| <u>足裏の疲れ</u> | | | | | | | | | | |
| 扁平足あり (%) | 17(65.4) | 6(23.1) | 3(11.5) | 26(100) | 0.15 | 30(51.7) | 23(39.7) | 5(8.6) | 58(100) | 0.02 |
| 扁平足なし (%) | 57(80.3) | 12(16.9) | 2(2.8) | 71(100) | | 126(72.0) | 42(24.0) | 7(4.0) | 175(100) | |

*: χ^2 検定

†: 合計人数は無回答者があるため、表1のそれと必ずしも一致しない。

表3 扁平足の有無と足裏の痛みおよび疲れの部位

| | 男 性 | | | | P* | 女 性 | | | | P* | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------|
| | 前方 | 後方 | 全体 | 土踏まず | | 前方 | 後方 | 全体 | 土踏まず | | | |
| <u>足裏の痛み</u> | | | | | | | | | | | | |
| 扁平足あり (%) | 5 (83.3) | 0 (0) | 1 (16.7) | 0 (0) | 0.69 | 10 (62.5) | 1 (6.3) | 3 (18.8) | 2 (12.5) | 16 (100) | 0.57 | |
| 扁平足なし (%) | 8 (80.0) | 0 (0) | 1 (10.0) | 1 (10.0) | 10 (100) | 20 (62.5) | 6 (18.8) | 3 (9.4) | 3 (9.4) | 32 (100) | | |
| <u>足裏の疲れ</u> | | | | | | | | | | | | |
| 扁平足あり (%) | 5 (71.4) | 1 (14.3) | 1 (14.3) | 0 (0) | 7 (100) | 0.39 | 13 (52.0) | 1 (4.0) | 6 (24.0) | 5 (20.0) | 25 (100) | 0.15 |
| 扁平足なし (%) | 7 (58.3) | 4 (33.3) | 0 (0) | 1 (8.3) | 12 (100) | | 23 (54.8) | 9 (21.4) | 6 (14.3) | 4 (9.5) | 42 (100) | |

*: χ^2 検定

†: 合計人数は無回答者があるため、表2のそれと必ずしも一致しない。

女性31.7%と痛みのみを有する者におけるその割合に比し高く、疲れのみを有する者とは同程度か高率であった（男性 $P=0.12$ 、女性 $P=0.06$ 、 χ^2 検定）。

表3に足裏に痛みまたは疲れのある者における扁平足の有無と足裏の痛みおよび疲れの部位との関連を示した。男女共通して扁平足ありの者も、なしの者も、足の前方に症状を訴える者の割合が最も高かった。しかし扁平足の有無による痛みや疲れの部位に関する違いは認められなかった（ $P > 0.1$ 、 χ^2 検定）。

3. 扁平足と肥満の頻度との関連

表4に示したごとく、男性ではBMI階級T1, T2, T3における扁平足を有する者の割合は、そ

れぞれ21.8%, 30.3%, 27.3%であり、BMIの最も低い階級で扁平足ありの者の割合が低かったが、その差は有意ではなかった。女性における扁平足を有する者の割合は、それぞれ19.0%, 24.7%, 33.3%であった。この割合に有意差は認められなかったが、階級で表されたBMIの増加に伴う割合の増加傾向は有意であった（ $P=0.04$ 、Cochran-Armitageの検定）。

T1, T2, T3の各階級におけるfootprint indexの平均値は、男性ではそれぞれ0.27, 0.25, 0.25（ $P=0.57$ 、一元配置分散分析）、女性ではそれぞれ0.27, 0.24, 0.22であり、女性においてはBMIの階級の増加に伴いfootprint indexは有意に低値をとった（ $P=0.02$ 、一元配置分散分析、Tukey

表4 BMIの3分位による扁平足の有無とFootprint Index平均値

| | 男 性 | | | | | | 女 性 | | | | | |
|---------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|------|-------------|------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|------|-------------|
| | BMI 3分位 (kg/m ²) | | | 合計 | P* | trend P† | BMI 3分位 (kg/m ²) | | | 合計 | P* | trend P† |
| | T1 | T2 | T3 | | | | T1 | T2 | T3 | | | |
| | 14.42- 20.39 | 20.53- 23.08 | 23.25- 39.79 | | | | 15.63- 21.41 | 21.43- 23.96 | 23.98- 35.41 | | | |
| 扁平足あり(%) | 7 (21.8) | 10 (30.3) | 9 (27.3) | 26 (26.5) | 0.74 | 0.63 | 15 (19.0) | 20 (24.7) | 27 (33.3) | 62 (25.7) | 0.11 | 0.04 |
| 扁平足なし(%) | 25 (78.1) | 23 (69.7) | 24 (72.7) | 72 (73.5) | | | 64 (81.0) | 61 (75.3) | 54 (66.7) | 179 (74.3) | | |
| Footprint Index 平均値 | 0.27 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.57 | | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.24 | 0.02 | |

BMI: body mass index

*: 割合の差の検定は χ^2 検定、平均値の差の検定は一元配置分散分析による。

†: Cochran-Armitage の検定

補正)。

4. 肥満と足裏の痛みおよび疲れとの関連

T1, T2, T3 それぞれにおける足裏の疲れを有する者の割合は、男性では 22.6%, 18.2%, 30.3%, 女性では 34.2%, 37.7%, 26.9% であり、BMI 階級と足裏の疲れには関連性は認められなかった。同様に T1, T2, T3 における足裏の痛みを有する者の割合は、男性では 25.8%, 9.7%, 27.3%, 女性では 27.8%, 20.0%, 23.1% であり、BMI 階級と足裏の痛みとの間に関連性は認められなかった。

なお、BMI 階級で層別化した場合、扁平足ありの者における足裏の疲れを有する者の割合は T1 で男性 28.6%, 女性 53.3%, T2 で男性 30.0%, 女性 61.1%, T3 で男性 44.4%, 女性 36.0%, 扁平足なしの者における足裏の疲れを有する者の割合は T1 で男性 20.8%, 女性 30.2%, T2 で男性 13.0%, 女性 30.5%, T3 で男性 25.0%, 女性 22.6% と、男女とも扁平足を有する者は、なしの者に比べ、足裏の疲れの訴え率が高いという関連性は対象者の BMI 3 分位の各層において変わらなかった(表5)。足裏の痛みと扁平足との関連性についてもほぼ同様であった。

5. 身体活動と扁平足、足裏の症状、肥満度の関連

対象者中、日常に何らかの身体活動を行っている者の割合は男性で 92.9%, 女性で 87.1% であった。扁平足ありの者における身体活動ありの割合は男性で 84.6%, 女性で 88.7%, 扁平足なしの者における身体活動ありの者の割合は男性で 95.8%, 女性で 87.1% であり、扁平足の有無によ

る身体活動をしている者の割合に明らかな差は認められなかった(男性 $P=0.06$, 女性 $P=0.67$, χ^2 検定)。

身体活動の有無と足裏の症状、肥満度との関連を表6に示した。男女ともに、身体活動ありの者における痛みを有する者の割合(男性 21.6%, 女性 24.6%), あるいは疲れを有する者の割合(男性 24.4%, 女性 35.3%) は身体活動なしの者におけるそれらの割合より高く(痛み: 男性 14.3%, 女性 16.7%, 疲れ: 男性 14.3%, 女性 16.7%), 特に女性における足裏の疲れは身体活動ありの者で有意に高かった($P=0.04$, χ^2 検定)。扁平足の有無で層化した場合、女性の扁平足なし群では、身体活動ありの者における足裏の疲れを有する者の割合が有意に高かったが(31.1% vs. 8.3%, $P=0.02$, χ^2 検定), 女性の扁平足あり群では、身体活動の有無に関わらず約 50% の者が足裏の疲れを有していた(48.1% vs. 50.0%, $P=0.93$, χ^2 検定)。男性では有意な関連は認められなかった。

女性では肥満者(BMI ≥ 25)の割合が身体活動ありの者で身体活動なしの者における割合に比し低い傾向が認められたが、その差は有意でなかった(23.7% vs. 35.5%, $P=0.21$, χ^2 検定)。

IV 考 察

1. 扁平足の頻度

本研究では扁平足をフットプリントの H ラインを用いて判定し、本研究対象である地域在住自立高齢者において男性の 26.5%, 女性の 25.7% に扁平足を認めた。

H ラインを用いて、日本人大学生を対象とし

表5 肥満度3分位の各層毎にみた扁平足の有無と足裏症状の有無

| 男 性 BMI 3分位 | | | | 女 性 BMI 3分位 | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| T1 | | T2 | | T3 | | T1 | |
| 痛みあり | 痛みなし | P* | 痛みあり | 痛みなし | P* | 痛みあり | P* |
| 扁平足あり(%) (33.3) 6 (24.0) | 4 (66.7) 19 (76.0) | 0.64 (20.0) 2 (4.8) | 0.18 (80.0) 8 (95.2) | 4 (44.4) 5 (20.8) | 5 (55.6) 19 (79.2) | 0.18 (42.9) 16 (25.0) | 0.18 (57.1) 48 (75.0) |
| 疲れあり | 疲れなし | P* | 疲れあり | 疲れなし | P* | 疲れあり | P* |
| 扁平足あり(%) (28.6) 5 (20.8) | 5 (71.4) 3 (13.0) | 0.67 (30.0) 3 (87.0) | 0.25 (70.0) 7 (25.0) | 4 (44.4) 6 (25.0) | 5 (55.6) 18 (75.0) | 0.28 (53.3) 19 (30.2) | 0.28 (46.7) 44 (69.8) |

BMI: body mass index
*: χ^2 検定
補足: 合計人数は無回答者があるため、痛みと疲れで必ずしも一致しない（痛み：男性95人、女性97人、女性233人）。

扁平足の判定を行った報告（1992～1993年調査）では、男子大学生（571人）の15.1%，女子大学生（233人）の6.7%に扁平足が認められている¹⁹⁾。またイタリアの65歳以上の地域在住高齢者459人を対象とし、医師により扁平足が判定された報告では、65～74歳の男性4.0%，女性10.6%，75歳以上では男性7.0%，女性11.0%に扁平足が認められたことが報告されている²⁰⁾。

日本人は欧米人と比較し足囲が大きいことや、近年の平均身長の増加に伴い若年層ほど足長が大きく、一方足幅や足囲は小さくなっていることなど、足の形状は人種および世代により異なることが報告されている²⁰⁾。本研究対象者である地域在住高齢者では日本人大学生と比較し、男女ともに高い頻度で扁平足が認められた。しかし、その原因が、加齢に伴い筋や腱が脆弱化しアーチが低下したことがあるのか、あるいは日本人の足の形状変化に伴い世代間でアーチ構造が変化していることがあるのか、今後の検討が必要である。

本研究は山村地区の在宅自立高齢者を対象としており、調査への参加は任意であったために、対象者が調査会場へ来ることができる健康な者に偏っていた可能性が考えられる。対象者のうち日常に農作業を行っている者が、男性の74%，女性の71%と多く、本結果は健康な地域在住高齢者におけるものと考えるべきであろう。

2. フットプリントの妥当性、信頼性

本報告ではフットプリントより求めたHラインを扁平足の判定基準に用い、同時にfootprint indexをも算出し記載した。Hラインの妥当性を直接検討した報告は見当たらないが、その基準としての明確さ、そして簡便さから本報告ではHラインを判定基準に用いた。一方、足底中足部の幅の後足部の幅に対する比（Staheli Index¹⁵⁾）が、X線画像上のアーチ立体構造と有意な関連（ $r = 0.45$ ）を有していることが報告されている²¹⁾。さらに同Indexはカリパスを用いて計測したアーチ高と関連（ $r = -0.30$ ）を有し、そのアーチ高とfootprint indexの有意な関連性（ $r = -0.55$ ）が報告されている。したがって、footprint indexをアーチ高の指標とみなし、並記した。なおfootprint indexを用いた扁平足の診断基準は著者らの知る限り報告されていなかった。

既述した通り、Hライン判定法はX線画像と

表6 身体活動の有無における足裏の症状、肥満度の割合

| | 男 性 | | P* | 女 性 | | P* | | |
|-----------------------------|----------|---------|------|-----------|----------|------|--|--|
| | 身 体 活 動 | | | あり(N=91) | なし(N=7) | | | |
| | あり(N=91) | なし(N=7) | | | | | | |
| 足裏の症状 | | | | | | | | |
| 痛みあり(%) | 19(21.6) | 1(14.3) | 0.68 | 51(24.6) | 5(16.7) | 0.34 | | |
| 痛みなし(%) | 69(78.4) | 6(85.7) | | 156(75.4) | 25(83.3) | | | |
| 疲れあり(%) | 22(24.4) | 1(14.3) | 0.54 | 72(35.3) | 5(16.7) | 0.04 | | |
| 疲れなし(%) | 68(75.6) | 6(85.7) | | 132(64.7) | 25(83.3) | | | |
| 肥満度 BMI(kg/m ²) | | | | | | | | |
| <18.5(%) | 8(8.8) | 2(28.6) | | 12(5.7) | 3(9.7) | | | |
| 18.5~25(%) | 61(67.0) | 3(42.9) | 0.21 | 149(70.6) | 17(54.8) | 0.21 | | |
| 25≤(%) | 22(24.2) | 2(28.6) | | 50(23.7) | 11(35.5) | | | |

BMI: body mass index

* : χ^2 検定

補足: 身体活動の有無、足裏の症状については未回答者があるため、合計人数は表1のそれと必ずしも一致しない。

の比較が行われておらず、今後の更なる検討が必要であるが、専門的な知識を必要とせず定規により容易に計測できる簡便な方法であること、X線画像と比較し安価、非侵襲的であること、さらにフットプリントは立位時（荷重時）の足裏の形状を観察できることなどの有用性があげられる。臨床的には扁平足はX線画像、臨床症状、足の形状などから総合的に診断されているが、多数を検査対象とする場合には、簡便な本法を用いた足裏計測が適した方法であると考えられる。

一方、本研究対象者の一部のランダムサンプル（n=20）を用いて評価した、お互いの計測値を知らない二人の検者間一致度の相関係数（inter-rater reliability）は $r=0.99$ ($P<0.01$)、再検査法での相関係数（test-retest reliability）は $r=0.90$ ($P<0.01$) であった。

3. 扁平足と足裏の痛みおよび疲れとの関係

扁平足を有する者では男女ともに足裏の痛みや疲れを感じている者の割合が高く特に女性においては扁平足ありの者で足裏の疲れを感じている者が48.3%と、扁平足なしの者における割合(28.0%)に比し有意に高かった。

一方、足裏の痛み、疲れと肥満の間に男女とも有意な関連性は認められなかった。またBMI階級で層化した分析でも、扁平足と足裏の症状との関連性は異ならなかったため、これらの症状と扁

平足との関連性に肥満が交絡している可能性は否定的であると考えられた。さらに前述のイタリアの地域在住高齢者²⁾やアメリカの成人を対象とした研究³⁾においても、足の痛みと肥満に関連はなかったことが報告されており、扁平足は肥満と独立して足裏の疲れと関連を有していると考えられた。

扁平足では、底側踵舟韌帯や長足底韌帯、後脛骨筋を始めとする韌帯や筋への負荷が増し、その起始部や周囲に痛みや疲れが生じやすいことが考えられている²²⁾。本研究では足裏の痛み、疲れ、そして両者の重なりと扁平足との関連を検討したが、扁平足では痛みよりも疲れがその症状として特徴的であり、痛みは疲れに伴って起こることが多いであろうと考えられた。このことは、成人の扁平足では立位作業時容易に疲労し、ついで疼痛が発生すると報告された内容¹⁾と一致している。

アーチの低下により、前足部あるいは中足部への足底圧が、正常足と比較し増加することが報告されている^{5,9,23~25)}。本結果でも扁平足ありの者は足裏前方に高頻度に痛みや疲れが認められた。しかし扁平足なしの者でも足裏前方に症状を訴える率が高く、症状発現部位には扁平足自体の特徴は認められなかった。

4. 扁平足と肥満との関連

女性において扁平足と肥満との間に有意な関連

が認められた。肥満のような足趾への長期的な負荷は筋や靱帯を弛緩させ、足のアーチを低下させることが小児において報告されている。本研究における扁平足と肥満との有意な関連から、高齢者においても肥満による足への過度の負荷がアーチを低下させ扁平足の発症要因となっている可能性が示唆された。

一方、扁平足の結果として起こる足裏の疲れによって意識的あるいは無意識的に身体活動が低下し、肥満が生じる可能性も考えられる。しかし本研究は横断研究であるため、肥満が扁平足を来すのか、あるいは扁平足があるがために、身体活動時に発生する痛みや疲れへの不安が高齢者を身体活動から遠ざけ、肥満をもたらすのか、結論をくだせなかった。

本研究では女性においてのみ、扁平足と肥満との間に有意な関連が認められた。女性で認められた有意な関連性は、女性の筋や靱帯が男性に比し脆弱であることが関与している可能性が考えられる。男性において両者に関連が認められなかった要因としては、男性は女性に比し BMI が低値に偏っていたこと、さらに参加者が少なかったことが考えられる。男性で観察された footprint index の差は 0.02 (T1 群と T3 群の差) であり、これを footprint index 標準偏差 (0.01) で標準化し標準化効果量 f を求めたところ 0.093 であった ($f = d / (k^2 - 1)^{1/2} / 2k = 0.093$, d : footprint index の標準化された差 $d = (0.27 - 0.25) / \sigma = 0.2$, $\sigma = 0.1$: footprint index 標準偏差, $k = 3$: 比較する群数)。本研究での検出力は、検出力表²⁶⁾から (α エラー 5%, 各群 33 人の場合), 約 10% (β エラー 90%) と低かった。逆に標準化効果量 f が 0.093 の場合、検出力を 80% 水準に保つためには各群 300 人の対象者が必要であると同表から判断された。また各群 33 人で検出力が 80% の場合、標準化効果量 f は 0.30 必要であり、この値から算出される標準化された footprint index の差 d は 0.6 であり ($d = 2fk / (k^2 - 1)^{1/2} = 2 \cdot 0.30 \cdot 3 / (3^2 - 1)^{1/2} = 0.6$), T1 群の footprint index が観察された 0.27 であったとすると、T3 群が 0.21 (計算式 $0.27 - 0.6 \cdot \sigma$, $\sigma = 0.1$) のとき初めて有意な差 (α エラー 5%, β エラー 20%) となつたと考えられる。

本研究は、健康な町づくり推進事業として実施されている「ふっと・ふっと一足底ケア下肢筋力

強化運動」に先立って実施された足の裏および身体機能に関するベースライン調査の結果に基づくものである。本事業においては、足底筋のストレッチ、マッサージおよび筋力強化トレーニングを取り入れた「ふっと・ふっと教室」が現在実施されており、我々は、これら介入の短期的および長期的な効果を確認するために、フットプリントや身体機能・足裏の症状に関する調査を継続している。本研究で認められた扁平足と足裏の痛みや疲れ、扁平足と肥満との関連から因果関係は確定できないが、仮に肥満が扁平足の原因の一つであるならば、その予防に若年期からの肥満予防が有効である可能性が考えられる。また女性では扁平足であることが、身体活動の有無に関わらず足裏の疲れと関連しており、疲れの原因の一つとして扁平足があるならば、扁平足を予防あるいは改善することが、その予防に繋がるであろうと考えられる。しかし扁平足を有さない者で認められた身体活動と足裏の疲れとの関連が、身体活動の質や量の違いによるのか、あるいは本研究では考慮していない他の原因が関与しているのかについては更なる検討を加えたい。今後我々は、足裏に対する介入が、扁平足、足裏の症状、そして肥満に対してどのような影響を与えるかを観察し、さらには三者の因果関係を明らかにすることにより、自立した QOL の高い生活につながる知見を見出していくことを望む。

V 結 語

健康高齢者を対象とした本研究では、約 4 分の 1 の者に扁平足が認められ、それらの者では足裏の痛みや疲れを感じている者の割合が高かった。また女性高齢者においては扁平足と肥満の間に有意な正の関連が認められた。

調査にご協力下さった長野県阿南町の住民の方々、阿南町役場の職員の皆様、またフットプリント法について詳細にご指導下さいました新宅幸憲教授（大阪成蹊女子短期大学）、健康運動指導士の牧内隆雄先生、さらに調査をサポートして下さいました鈴木重行教授、榎原久孝教授、平野幸伸先生（名古屋大学医学部保健学科）にこの場を借りて謝辞を申し上げます。

(受付 2003. 2. 6)
(採用 2003. 8. 21)

文 献

- 1) 扁平足と扁平足障害. 天児民和編. 神中整形外科. 東京: 南山堂, 1990; 1106-1108.
- 2) Benvenuti Ferrucci L, Guralnik JK, et al. Foot pain and disability in older persons: an epidemiologic survey. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43: 479-484.
- 3) Hogan MT, Staheli LT. Arch height and lower limb pain: an adult civilian study. *Foot Ankle Int* 2002; 23: 43-47.
- 4) Francisco F, Jose P. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle* 1990; 11: 101-104.
- 5) Aharoson Z, Arcan M, Steinback TV. Foot-ground pressure pattern of flexible flatfoot in children, with and without correction of calcaneovalgus. *Clin Orthop* 1992; 278: 177-182.
- 6) Staheli LT, Planovalgus foot deformity. Current status. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999; 89: 94-99.
- 7) Riddiford-Harland DL, Steele JR, Storlien LH. Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 541-544.
- 8) Bresnahan P. Flatfoot deformity pathogenesis. A trilogy. *Clin Podiatr Med Surg* 2000; 17: 505-512.
- 9) Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 845-852.
- 10) Bordin D, De Giorgi G, Mazzocco G, et al. Flat and cavus foot, indexes of obesity and overweight in a population of primary-school children. *Minerva Pediatr* 2001; 53: 7-13.
- 11) 長野県飯田・下伊那郡・郡市勢要覧/平成14年度. 長野県統計協会下伊那支部編. 長野: 長野県統計協会, 2002.
- 12) 交通安全白書. 内閣府編. 東京: 財務省印刷局, 2002.
- 13) 新宅幸憲, 臼井永男, 野崎泰彰, 他. 運動発達が足蹠・重心動搖に及ぼす影響. 大阪成蹊女子短期大学研究紀要 2000; 37: 43-51.
- 14) 原田碩三, 斎藤とみ子. 足からの健康づくり. 東京: 中央法規出版, 1997; 33-36.
- 15) Shiang TY, Lee SH, Lee SJ, et al. Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Eng Med Biol Mag* 1998; 17: 62-66.
- 16) Peter RC, Mary MR. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech* 1987; 20: 547-551.
- 17) Michael RH, Werner N, Phill, et al. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle* 1992; 13: 22-26.
- 18) Menz HB. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *J Am Podiatr Med Assoc* 1998; 88: 119-129.
- 19) 土踏まずの形状. 山崎信寿編. 足の事典. 東京: 朝倉書店, 1999; 62-63.
- 20) 足の形態. 山崎信寿編. 足の事典. 東京: 朝倉書店, 1999; 39: 49.
- 21) Ulunay K, Haluk Y, Erdal C. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 225-228.
- 22) 扁平足および扁平足障害. 小立淳編. 整形外科外来診療. 東京: 南山堂, 1995: 413.
- 23) Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait Posture* 2002; 15: 1-9.
- 24) Jennifer M, Tareco, Nancy HM, et al. Defining flatfoot. *Foot Ankle Int* 1999; 20: 456-460.
- 25) Steven AV, Lawrence AL, David GA, et al. The effect of increased weight on peak pressures: implications for obesity and diabetic foot pathology. *J Foot Ankle Surg* 1998; 5: 416-420.
- 26) Jacob Cohen. The analysis of variance. Statistical power analysis for the behavioral sciences, Second edition. New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc, 1988; 273-406.

ASSOCIATION OF FLATFOOT WITH PAIN, FATIGUE AND OBESITY IN JAPANESE OVER SIXTIES

Rei OTSUKA*, Hiroshi YATSUYA*, Yayoi MIURA²*, Chiyo MURATA*,
Koji TAMAKOSHI*, Koji OSHIRO*, Naoki NISHIO*, Miyuki ISHIKAWA*,
Hui Ming ZHANG*, Mayumi SHIOZAWA²*, Ayumi KOBAYASHI²*, Mika ITO²*,
Yoko HORI*, Takaaki KONDO*, and Hideaki TOYOSHIMA*

Key words : flatfoot, footprint, obesity, pain, fatigue, cross sectional study

Purpose There is still uncertainty whether flatfoot, characterized by lower height of the medial longitudinal arch of the foot, is associated with foot symptoms in adults. Furthermore, few studies have been conducted to examine any association with obesity in older people. In this study, we therefore assessed the prevalence of flatfoot among community-dwelling older men and women using a footprint method, and analyzed relationships with foot symptoms and obesity.

Methods The study sample consisted of 242 women and 98 men aged 60 years or older who were neither institutionalized nor disabled in activities of daily living. We collected footprints of both feet, data on weight and height, and information on foot symptoms and daily activity. From the footprints, we identified the H line by connecting the tip of the second toe and the intersection of the internal surface tangent of the foot and the external one. Then flatfoot was defined as concavity of the medial arch situated medial to the H line in either foot. Foot symptoms (pain and fatigue) were assessed using a 3-scale questionnaire: no pain (fatigue); present only when walking or standing; or present anytime. If present, the place of the pain or the fatigue was further identified. We analyzed associations with these symptoms and also with obesity assessed in terms of the body mass index (BMI).

Results We identified flatfoot in 26.5% (95% Confidence Interval: 22.0–31.0) of the men and 25.7% (95% Confidence Interval: 20.2–31.2) of the women. In both sexes, the affected individuals had a higher prevalence of foot pain and fatigue than those unaffected. The association with the latter in women was particularly significant. There was a linear association between prevalence of flatfoot with the BMI category in women. In addition, the prevalence was lowest in the least obese category in men although this did not reach statistical significance.

Conclusions Flatfoot was significantly associated with the presence of pain and fatigue in women. Furthermore, a significant positive association with obesity was noted.

* Department of Public Health/Health Information Dynamics, Nagoya University Graduate School of Medicine

²* Social Welfare Section, Town Office of Anan, Nagano Prefecture