

原 著

3点支持型アーチサポートの長期的着用が 足部接地面と身体愁訴に及ぼす影響について

邵基虎^{*1} 浮田優香^{*2} 重岡儀成^{*2} 荒谷友里恵^{*1}
和田拓真^{*3} 小野寺昇^{*3}

要 約

本研究は20～40代の女性8名を対象に、6ヶ月間、3点支持型アーチサポート（arch support：以下AS）を着用し、足部接地面の形態学的変化と身体愁訴の経時的変化に及ぼす影響について調査した。AS着用による足部接地面の形態学的変化において、足底面積の左右差の改善、接地面積比の変化は足部の軟部組織が変化したためと考えられ、足圧が3点にバランスよく分散するように適応した結果であることが示唆された。足趾の接地は動的バランス能力との関連性が高いことから、浮き趾指数の増加により動的バランス能力が向上した可能性が考えられた。全項目に共通してAS着用4ヶ月後に特徴的な変化を示した。腰痛はAS着用2ヶ月後に有意な痛みの減少を示し、3ヶ月後に解消した。併せて生じている肩凝りや膝痛等の身体愁訴も1名を除いて顕著な改善がみられ、ASの継続的な着用が身体愁訴に対して好影響を及ぼすことが明らかとなった。足圧の左右差の改善は歩行に好影響を及ぼし、浮き趾の改善により腰痛などの愁訴が改善することはいくつかの先行研究で報告されている。AS着用による腰痛への影響も3ヶ月後からほぼ痛みが解消されたことから、足部接地面と身体愁訴との間に関連性がみられることが示唆された。

1. 緒言

日本人女性が一般的に靴を履くようになったのは戦後であり、庶民の生活が安定するにつれて服装も洋服が一般的となり、それに伴い靴が広く普及することとなった¹⁾。それに伴い、身体の機能性というよりもファッション性が重視されたハイヒール靴が爆発的に流行したことが、外反拇趾をはじめとする足の障害を増加させた要因となった¹⁾。そのため、年齢に関わらず靴の履き心地に不満を持ち、市販の靴の中から自分に適した靴を見つけるのは難しいと感じている者が多いのが現状である²⁾。

小野沢ら³⁾は、同一地域の20代女性86人を対象にした、足部の形態学的計測と使用靴や足のトラブルに関する聞き取り調査を行った。そこで、対象者全員が骨の変形による異常、爪の異常、皮膚の異常等、何らかの足部に関するトラブルを有しており、8割以上の対象者に浮き趾がみられたことを報告してい

る。田中⁴⁾は、靴の不適合は足関節より下部の障害のみならず、姿勢の影響による体幹や下肢近位部の障害が起きることも考えられると述べており、足部の形態異常が関節のアライメント不良、腰痛や肩こり、頸部痛を引き起こす原因となり、歩行効率の低下や、高齢者においてはバランスの障害による転倒の危険性が高まることが考えられる。それらの症状を改善させる一つの方法として、インソール処方がある⁵⁾。

その主な効果としては、下肢や全身のアライメントの矯正とそれに伴う荷重分散による除痛、歩行における接地時の衝撃緩和機能の改善等、生体力学的な観点から報告されている⁵⁻⁸⁾。これらはインソールの形状や材質等の物理的な刺激が足底からの感覚刺激となり、足の骨格構造や姿勢制御に影響を及ぼしているものと考えられる。しかしながら、これらの研究は装具の着用前後の即時的な影響に対す

*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康科学専攻

*2 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康体育学専攻

*3 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

(連絡先) 邵基虎 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail: sokiho523@hotmail.com

る報告がほとんどであり、足底板やインソールを日常的に着用した時系列的な影響を検討した研究は見当たらない。

海外の研究では、足部を採型してオーダーメイドで作製されるオーソティックインソールが足関節底背屈運動後の筋疲労を軽減させ、外乱からの姿勢保持機能に役立つことや、足関節や膝関節の障害に対し、その痛みを軽減することが報告されており、抗疲労性や障害予防の有効性が明らかになっている⁹⁾。しかしながら、健康で活動的な成人に対して同様の結果を得られるかという点では、結果は一致していないというシステマティックレビューもみられ、これら共通の認識が得られていない要因として、オーソティックインソールの材質や形状等が多岐にわたることが一因であると報告されている¹⁰⁾。

インソール着用前後の足圧中心 (Center of Pressure, 以下 COP) 動揺を調査した先行研究においても、インソール装着後に COP 動揺面積および総軌跡長が減少することにより立位バランスの安定性が向上したと考察している報告がある^{6,11)}。一方、COP 動揺に加えて頭頂点動揺を評価した So et al.¹²⁾ の報告では、足圧が踵骨部、拇趾球部、小趾球部の3点に分散させるようにモデリングされた3点支持型アーチサポート「LOFE アーチサポート、株式会社ジョイライフ社製：(arch support, 以下 AS)」を着用することにより、即時効果として足部接地面の変化と共に裸足時よりも COP 動揺は増大した反面、頭頂点及び COP 動揺における面積比及び総軌跡長比は減少したことから、安静立位時における動的安定性が高まったことを報告している。しかしながら3点支持型アーチサポートの着用による足部変化と腰痛や身体各部の愁訴との関連性に関する報告は見当たらない。そこで本研究では、20~40代の健康な女性を対象に、3点支持型アーチサポートの長期的着用が及ぼす足部の形態学的変化およびそれに伴う身体各部の愁訴への影響について明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

健康な成人女性8名 (年齢：32.8±7.8歳，身長：161.6±6.4cm，体重：55.8±5.8kg，体脂肪率：27.7±2.6%) であった。

2.2 測定手順

2.2.1 足部接地面の形態学的評価

被験者の足部・足趾形態は足圧分布測定器 Foot Look (FLK1：株式会社フットルック) を用いて、足底面・足趾の接地状態を計測した。被験者には、

フットスキャナー上に裸足で立ち、両上肢を軽く体側につけること、2m 前方の目の高さと同じ高さの点を注視することを指示し計測を行った。得られた画像データをパーソナルコンピュータに取り込み、左右の足底面積、足底接地面積、接地面積比 (接地面積/足底面積)、浮き趾指数を算出した。

浮き趾指数の評価は先行研究に従い行った^{13,14)}。

2.2.2 身体各部の愁訴の評価

6ヶ月間の AS 着用による身体各部の愁訴の変化を評価するため、visual analog scale (以下、VAS) 法を用いた。

尚、VAS は10cm スケールを用い、痛みが無い状態を0に、想像できる最大の痛みを100で評価するよう被験者に指示した。

2.2.3 活動量の調査

測定期間中、被験者の活動量を調査するため、測定時に各自のスマートフォンに示された1日平均歩数を調査した。

2.2.4 測定期間

各被験者は AS 着用前に測定を行った後、AS 着用1ヶ月後、2ヶ月後、3ヶ月後、4ヶ月後、5ヶ月後、6ヶ月後に同様の測定を行った。

2.3 統計分析

足部接地面のデータは平均値および標準偏差で表し、身体各部の愁訴は中央値で表した。

各項目の時系列的な比較には反復測定による一元配置分散分析を用い、左右差の比較には二元配置分散分析を用いた。その後の事後検定には Bonferroni 法を用いた。いずれの検定も有意水準は5%未満とした。統計ソフトは IBM SPSS Statistics Version 23 for Mac を使用した。

3. 結果

本実験期間、被験者の AS 着用時間は10±3時間/日であった。被験者の1日平均歩数は6,498±3,094 歩/日であり、各測定期間に有意差はみられなかったことから、活動量には大きな変化はみられなかったことが推測された。

6ヶ月間の AS 着用による足底面積の変化を図1に示した。事前測定から6ヶ月間の推移をみると、有意な時系列的変化はみられなかったものの、左右の変化の交互作用に有意傾向がみられた ($P=0.074$)。AS 着用2ヶ月後に左右差の改善傾向がみられ、4ヶ月後に左右共に一時的な減少傾向を示す特徴がみられた。

6ヶ月間の AS 着用による接地面積の変化を図2に示した。接地面積では、左足の変化に有意傾向 ($P=0.087$)、右足に有意な変化がみられ、4ヶ月後

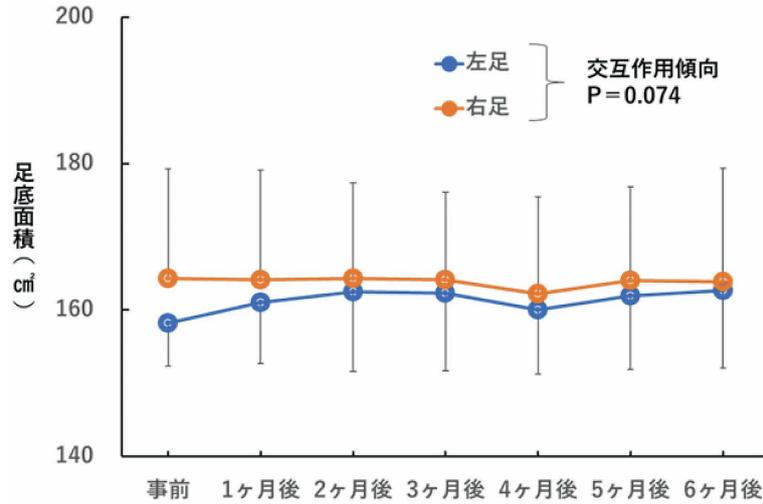
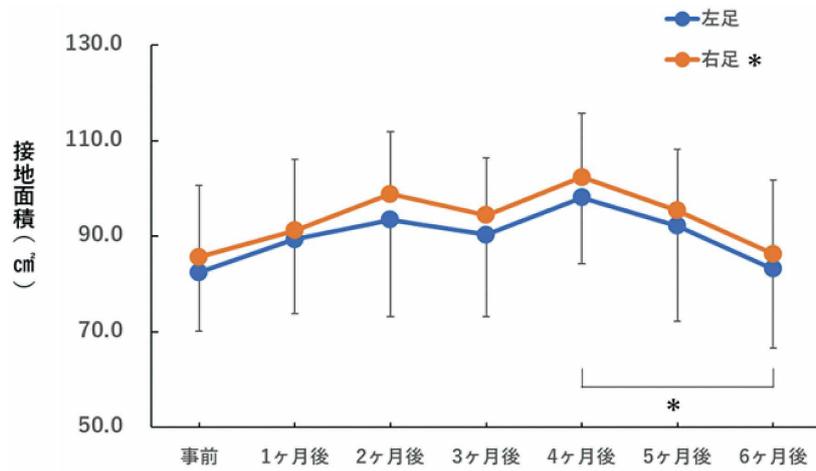
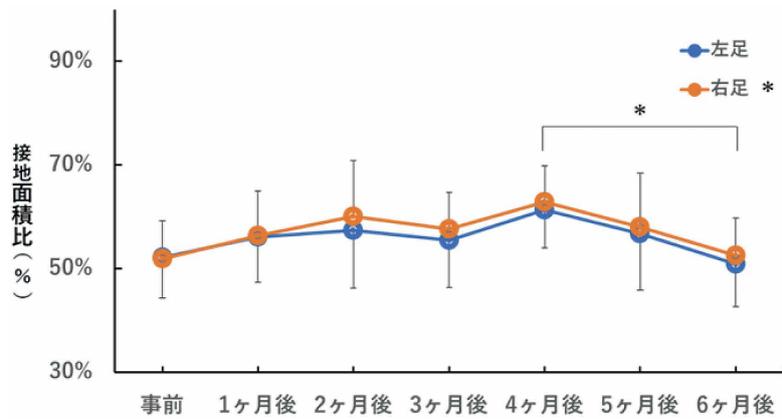


図1 6ヶ月間のAS着用による足底面積の変化



* P < 0.05

図2 6ヶ月間のAS着用による接地面積の変化



* P < 0.05

図3 6ヶ月間のAS着用による接地面積比の変化

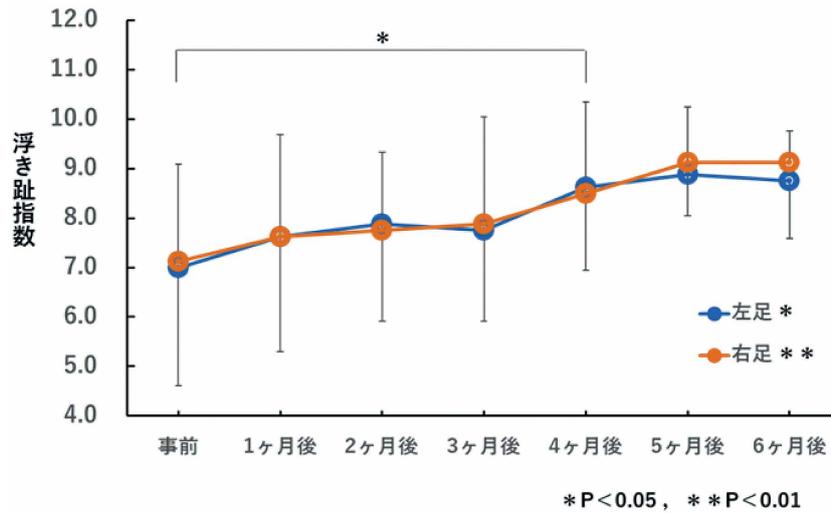


図4 6ヶ月間のAS着用による浮き趾指数の変化

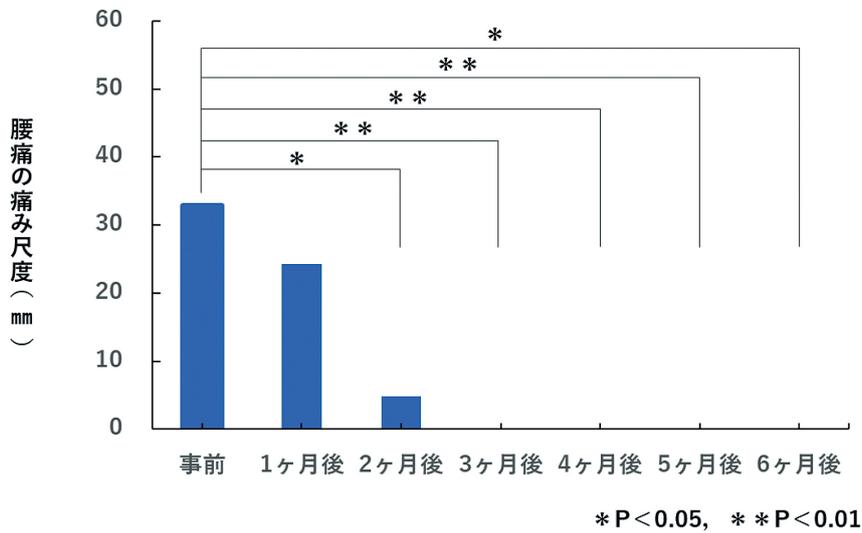


図5 6ヶ月間のAS着用による腰痛の痛み尺度 (VAS法) の変化

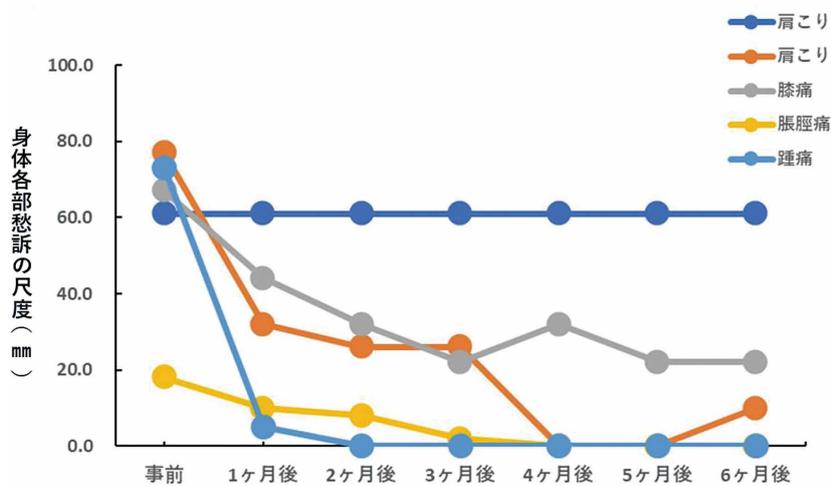


図6 6ヶ月間のAS着用による身体各部の愁訴 (VAS法) の変化

をピークに有意に減少した。左右差はみられなかった。

6ヶ月間のAS着用による接地面積比の変化を図3に示した。接地面積比では右足に有意な変化がみられ、4ヶ月後をピークに有意な減少を示した。左右差はみられなかった。

6ヶ月間のAS着用による浮き趾指数の変化を図4に示した。浮き趾指数は左右両足とも有意な変化がみられ、6ヶ月後まで漸増的に増加した。特に3ヶ月後から4ヶ月後にかけて顕著な上昇傾向を示し、右足において事前測定値と4ヶ月後の間に有意差が示された。左右差はみられなかった。

図5に6ヶ月間のAS着用が腰痛に及ぼす影響について、VAS法を用いて評価した時系列的变化を示した。腰痛に関する痛み尺度の時系列的变化は、事前測定値と比較して、AS着用2ヶ月後から有意に減少し、3ヶ月後以降痛み尺度は0を示した。

同一被験者が腰痛と併せて訴えていた身体各部の愁訴に関して、6ヶ月間のAS着用による時系列的变化を図6に示した。身体各部の愁訴に関して、1名のみ肩こりの症状に変化がみられなかったが、その他4名はAS着用1ヶ月後から顕著な減少傾向を示した。

4. 考察

津留ら¹⁵⁾は、健康成人女性の静的立位時における足圧分布を測定した研究において、左右の足圧分布が右平均54%、左平均46%と差があったのに対して、それを反映して足底面積も右足で有意に高値を示した。足底面積の増大により足底面の部位別ピーク圧が一定に保たれていることから軟部組織の機能が影響している可能性が考えられると報告している。本研究では足底面積の左右差が改善傾向にあること、接地面積、接地面積比、浮き趾指数には左右差がみられないこと、浮き趾指数に有意な増加がみられたことから、足底面に掛かる圧がAS装着後にバランスよく分散された可能性が示唆された。これらの結果は、ASのボディーの材質がポリアセタールという耐衝撃性に優れた強化プラスチックを用いることにより長期に渡って持続的に荷重が加わっても形状が崩れない、尚且つアーチ形状は維持しつつも適度になる特性を持つため、身体移動時に足底に加わる衝撃を3点に分散させる機能を発揮し続けることにより、足部の形態学的変化をもたらしたのと考えられる。

Clarke¹⁶⁾はClarke式角度計測法を用いた評価において、成人の平均アーチ角は42°であり、35~30°が境界線上、30°以下をアーチの低下により足部の

矯正が必要な角度としている。

本研究における被験者のAS着用前の平均アーチ角度は、右足47.31±5.36°、左足48.8±4.15°と比較的ハイアーチ気味であり、実験期間有意な変化はみられなかった。ハイアーチは足の甲が高く足底筋膜などの緊張が高いため、衝撃吸収力が低下し、足底筋膜炎などの下肢傷害を生じやすいことが報告されており¹⁷⁾、本被験者における身体愁訴の一因として考えられた。

アーチ角と浮き趾の関係について、福山ら¹⁸⁾はピドスコープの画像から、内側アーチが保たれていても浮き趾を呈している例が存在していることを報告しており、足趾伸筋群が緊張することによりMP関節が過伸展し横アーチが低下する、それに伴い足底筋膜が短縮されて内側アーチが上昇した浮き趾が存在することが推察されると述べており、本研究結果もそれに準ずるものと考えられる。

Kapandji¹⁹⁾はその要因として、小さすぎる靴やハイヒールの着用などにより足趾は靴の先端にぶつかって過伸展され、中足骨頭が低下する。靴の傾斜によって足部は前方に滑り落ち、踵と足趾が接近し凹足を呈する。それに伴い二次的わし爪変形となり、足趾跡が消失すると述べており、浮き趾の発生機序がアーチの低下による足趾屈筋群の緊張低下だけではないことを支持している、と述べている。本研究における浮き趾の改善結果から、形態学的なアーチ角度に変化はみられなかったものの、AS着用により足底の3点に荷重が均等に分散され、足底筋膜及び足趾筋群の緊張が緩和されたことにより二次的わし爪変形が改善された可能性が示唆された。村田ら²⁰⁾は、健康成人女性を対象として、浮き趾と静的・動的バランスを調査した研究において、浮き趾による足趾巧緻性や静的バランス能力への影響は少ないが、足趾の把持力や柔軟性は低下し、動的バランスが低下することを報告している。ASの継続的な着用により、女性において加齢に伴い顕在化してくる足部変形の予防、転倒予防に寄与する可能性が示唆された。

AS着用による腰痛との関連性に関しては、足底装具が腰痛を軽減することに役立っていると報告している研究も存在する^{21,22)}。本研究では、AS着用2ヶ月後から有意な痛み尺度の減少がみられ、3ヶ月後以降ほぼ痛みは解消されたことが示された。それらに付随する肩凝りや膝痛等、1名を除いて顕著な改善がみられ、ASの長期的着用による身体愁訴への改善効果が示された。一方、AS着用による足部接地面への影響として、4ヶ月後に適応が生じ、足底面積の左右差の改善、浮き趾の改善がみられた。足

部接地面の変化に対して早期に腰痛の痛み尺度の減少がみられたことは、先行研究においてAS着用による即時効果として報告されている¹²⁾、COP動揺に対する頭頂点動揺の減少に起因していることが示唆された。中ら²³⁾は、安静立位姿勢における中足骨骨頭部の最大加圧部位は、多くの被験者において第2、第3中足骨骨頭との若干後方に位置していることを報告しており、第2中足骨が足部の横アーチの頂点を成し、その長軸が足部の内・外旋の軸であることと関係していると述べており、安静立位時の第1と第5中足骨頭への荷重の分散という考えを棄却している。しかしながらSo et al.¹²⁾の研究において、裸足時に第2、第3中足骨頭後方に位置した荷重が、AS着用直後に第1、第5中足骨骨頭部周辺に分散することが示されている。

入谷⁷⁾は、臨床経験から中足骨レベルの横アーチの形成は大腿骨を後方へ移動させることで、股関節を伸展方向へ導く作用があることを述べており、AS着用による即時効果として、股関節が伸展方向へ導かれたことにより、前傾姿勢が改善され腰背部の負担が軽減した可能性が示唆された。

これらの結果から、AS着用により安静立位時においても、横アーチが形成され、足部の内・外旋のアライメントが整うことにより、足部接地面や浮き趾の改善をもたらす、上位関節のアライメントにも好影響をもたらしたことが、腰痛や身体愁訴に好影

響を及ぼした要因であると考えられる。足圧の左右差の改善は歩行に好影響を及ぼし²⁴⁾、浮き趾の改善により腰痛などの愁訴が改善すること¹⁴⁾はいくつかの先行研究でも報告されている。AS着用による足部接地面の変化、特に横アーチの形成が腰痛や身体愁訴に好影響を及ぼした可能性が考えられ、足部接地面と姿勢制御、身体愁訴との間に関連性があることが示唆された。

5. 結語

女性群を対象とした6ヶ月間のAS着用による足部接地面の変化において、足底面積の左右差の改善、接地面積および接地面積比の変動、浮き趾指数の増加を示した。足底面、接地面積、接地面積比、浮き趾指数の時系列的な変化において、AS着用4ヶ月後に特徴的な変化を示した。これらの変化はAS着用による3点への足圧の分散に対して、足部が適応している期間と考えられ、AS着用から4ヶ月後に足部が形態学的に適応することが明らかとなった。

腰痛に関しては、AS着用2ヶ月後に有意な痛みの減少を示し、3ヶ月後に解消した。併せて生じている肩凝りや膝痛等の身体愁訴も1名を除いて顕著な改善がみられた。AS着用による腰痛への影響も3ヶ月後以降ほとんど痛みが示されなかったことから、足部接地面と身体愁訴との関連性が示唆された。

倫理的配慮

本研究は、川崎医療福祉大学倫理委員会にて課題名「姿勢と足部アーチ構造に関する研究」として承認(承認番号19-028)を得た後、同委員会の指針に従って研究を進めた。

文 献

- 1) 鈴木良平：足と靴の在り方。日本義肢装具学会誌，9(3)，251-256，1993。
- 2) 土肥麻佐子，持丸正明，河内まき子：若年女子の靴への意識と靴の履き心地—高齢者との比較—。感性工学研究論文集，6，53-58，2006。
- 3) 小野澤清子，宮地文子，宮崎紀枝，依田明子：20歳代女性の足爪トラブルとその要因に関する調査。佐久大学看護研究雑誌，8(1)，61-70，2016。
- 4) 田中尚喜：靴と足部障害。臨床整形外科，50(6)，540-543，2015。
- 5) 入谷誠：足部に関する評価と治療。理学療法学，39(4)，293-296，2012。
- 6) 高田雄一，武田麻未，高橋大輝，飯島光博，岩本浩二，内山英一：立方骨サポートインソール (BMZ) が動的バランス能力に及ぼす影響について。保健医療学雑誌，7(1)，7-10，2016。
- 7) 入谷誠：生活を支えるインソールの工夫。理学療法学，41(8)，505-510，2014。
- 8) 矢野涼子，伊坂忠夫：立位姿勢の安定性向上にインソールの装着は効果的か。京都体育学研究，24，13-23，2008。
- 9) Whittaker GA, Munteanu SE, Menz HB, Tan JM, Rabusin CL and Landorf KB: Foot orthoses for plantar heel pain: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52, 322-328, 2018.
- 10) Kelly JL and Valier AR: The Use of orthotic insoles to prevent lower limb overuse injuries: A critically appraised topic. *Journal of Sports Rehabilitation*, 27(6), 591-595, 2017.
- 11) 小原謙一，吉岡史晃：靴インソールによる足底刺激部位の違いが足圧中心動揺に与える影響。理学療法科学，28(6)，801-804，2013。

- 12) So G, Ukida Y, Shigeoka Y, Matsuo K, Wada T, Miyakawa T and Onodera S : Relationship between standing balance ability and ground contact area. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, 26(2), 157-165, 2021.
- 13) 矢作毅, 根本光明, 福山勝彦 : 草履を中心とした浮き趾の治療および腰痛の改善について. *靴の医学*, 18(2), 65-71, 2004.
- 14) 福山勝彦, 丸山仁司 : 浮き趾評価の信頼性と浮き趾の抽出法について. *理学療法科学*, 27(4), 497-502, 2012.
- 15) 津留隆行, 山隈維昭, 鬼木泰博 : 健常成人女性における足圧分布. *整形外科と災害外科*, 38(4), 1542-1544, 1990.
- 16) Clarke HH : An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. *Research Quarterly*, 4, 99-107, 1933.
- 17) 山下文治, 山際哲夫 : 衝撃と下肢関節の障害. *バイオメカニズム学会誌*, 14(2), 100-106, 1990.
- 18) 福山勝彦, 小山内正博, 丸山仁司 : 成人における足趾接地の実態と浮き趾例の足趾機能. *理学療法科学*, 24(5), 683-687, 2009.
- 19) Kapandji IA 著, 荻島秀男, 嶋田智明監訳 : カパンディの関節生理学 II. 医歯薬出版, 東京, 1998.
- 20) 村田伸, 安彦鉄平, 中野英樹, 阪本昌志, 松尾大, 川口道生, 須合洋次, 松井宏彰 : 浮き趾と足趾機能ならびに静的・動的バランスとの関係. *ヘルスプロモーション理学療法研究*, 6(4), 165-169, 2017.
- 21) Rothbart BA and Estabrook L : Excessive pronation: A major biomechanical determinant in the development of chondromalacia and pelvic lists. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 5, 373-379, 1988.
- 22) Castro-Méndez A, Palomo-Toucedo IC, Pabón-Carrasco M, Ramos-Ortega J, Díaz-Mancha JA and Fernández-Seguín LM : Custom-made foot orthoses as non-specific chronic low back pain and pronated foot treatment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6816, 2021, <https://doi.org/10.3390/ijerph18136816>.
- 23) 中正美, 藤原勝夫, 浅井仁, 平松知子 : 立位姿勢における中足骨骨頭部の足底圧分布. *Health and Behavior Sciences*, 8(1), 33-38, 2009.
- 24) アシックススポーツ工学研究所 : 究極の歩き方. 講談社, 東京, 2010.

(2022年5月23日受理)

The Effect of Long-Term Wearing of 3-Point Arch Support on Ground Contact Area and Physical Complaints

Giho SO, Yuka UKIDA, Yoshinari SHIGEOKA, Yurie ARATANI,
Takuma WADA and Sho ONODERA

(Accepted May 23, 2022)

Key words : females, arch support, ground contact area, lower back pain, posture

Abstract

This study investigated the effects of wearing 3-point arch support (AS) for 6 months on morphological changes in the ground contact area of the foot and changes in physical complaints in 8 female subjects in their 20s to 40s. The improvement in the left-right difference in the plantar area and the changes in the ground contact area ratio were considered to be due to the change in the soft tissue of the foot, which suggests that the foot adapted to distribute the foot pressure to the three points in a balanced manner. Since the grounding of the toes is highly related to the dynamic balance ability, the dynamic balance ability may have been improved by the increase in the floating toe index. After 4 months of wearing AS, all measurement items showed characteristic changes. The low back pain decreased significantly after 2 months of wearing AS, and resolved 3 months later. Physical complaints, such as stiff shoulders and knee pain, which were accompanied by low back pain, also improved significantly except for one person, indicating that the continuous wearing of AS had a positive effect on physical complaints. Several previous studies have reported that the decrease in the left-right difference in foot pressure has a positive effect on walking, and the improvement in the floating toe improves physical complaints such as low back pain. The effect of wearing AS on low back pain was almost resolved after 3 months, suggesting that there is a relationship between the foot contact surface and physical complaints.

Correspondence to : Giho SO

Doctoral Program in Health Science
Graduate School of Health Science and Technology
Kawasaki University of Medical Welfare
288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : sokiho523@hotmail.com

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.32, No.1, 2022 111 – 118)