

日常での草履サンダル着用が市民ランナーの姿勢 および歩容に与える影響について

宮口 和義¹ 畝本 紗斗子² 宮口 貴義³

要 旨

市民マラソンの人気が高いが、身体に負担のかからない“正しい走り”を身につけるには、日頃の履物や歩きにも注意する必要がある。本研究は、健康的に走ってもらうための知見を得るため、市民ランナーを対象に草履サンダルを日常生活に導入し、姿勢や歩容にどのような影響を及ぼすのか明らかにすることを目的とした。市民ランナー男女 40 名を対象にアンケート調査を行った後、足圧分布測定を行うとともに歩行分析を行った。約 3 ヶ月間、草履サンダルを日常生活で着用した結果、前足荷重が高まり、歩きの歩幅が伸び、歩行速度が高まることが示唆された。日常での草履サンダル着用は、ランナーの姿勢や歩容を改善する上で有効であることがわかった。

キーワード：草履サンダル、浮き趾、足圧分布、歩行分析、市民ランナー

1. はじめに

健康志向の高まりからランニング愛好者が急増している。それにもない、地方都市を舞台に開催される都市型市民マラソンが全国各地で行われ、どの大会も数万人規模のランナーが参加し盛況を博している。このような「ランニングブーム」の一方で、ランニング初心者や健康増進目的で始めたランナーにおける障害の発生が問題になっている。ブームの火付け役とされる東京マラソンが開始した 2007 年以前は、ランニング障害の受傷経験者は約 30 % であったのに対し、2008 年以降では約 80 % となっている(岡戸ら, 2013)。障害部位では膝関節が最も多く(村上ら, 1997; 今井ら, 2008)、特に膝関節の障害に対する予防策を講じる必要があるといえる。

ランニング障害は、ランニングの繰り返しにより、頻回に身体局所へ力学的負荷が加わり発生するため対象者の走動作の特徴が関係していることが多い(岡戸, 2020)。市民ランナーと競技ランナーを比較した研究では、走動作に違いが認められ、膝と下腿の負担が増加し障害が発生しているといった報告もある(上甲ら, 2012)。

走動作は、歩動作と同様の四肢間の調節パターンを示し、出力のスケールアップによって起こる動作であり(Shapiro et al, 1981)、移動形態が異なっても筋の活動様式は同じとされている(Sasaki and

Neptue, 2006)。よって、長年に身につけた走動作を改善するには、疾走トレーニングだけでなく、日常生活における立位姿勢や歩行などの動作の仕方を学習しながら、疾走だけでなく相互に技術改善を図っていくことが重要と考えられる。

我々はこれまで姿勢および歩行動作に影響を及ぼす履物に注目してきた。特に鼻緒のある草履サンダルが浮き趾(うきゆび)や静止立位時の足圧分布を改善する上で有効であることを報告している(宮口ら, 2013; 2015; 2019)。また、浮き趾傾向にある大学生の日常生活に草履サンダルを導入し、歩容における歩幅、推進力が改善されたことを報告している(宮口ら, 2024)。そこで、本研究では市民ランナーの動作改善にこの草履サンダルが活用できないか注目した。特に最近のランナーは、練習後にシャワーサンダルや樹脂製サンダル(crocsTM)などの緩めの履物を履くことが多い。シャワーサンダル歩行や樹脂製サンダル歩行に比べて、草履サンダル歩行はつま先の引き上げや立脚後期の蹴り出しが強まり、歩幅が伸び、歩行速度が高まることを報告している(宮口ら, 2023)。日常生活に導入することで走動作改善の可能性がある。

本研究は、健康的に走ってもらうための知見を得るため、市民ランナーの日常生活に草履サンダルを導入し、姿勢や歩容にどのような影響を及ぼすのか明らかにすることを目的とした。

¹ 石川県立大学 生物資源環境学部 教養教育センター

² 金沢工業大学 基礎教育部 修学基礎教育課程

³ 金沢大学大学院 人間社会環境研究科 人文学コース

責任著者：宮口 和義 (kaz-jac@ishikawa-pu.ac.jp)

2. 方法

(1) 被験者

県内トップランナーを含むランニングクラブに所属する25歳から68歳(平均年齢 52.9 ± 11.2 歳)の市民ランナー男女40名(男性20名, 女性20名)であった。彼らの練習量は週平均 3.8 ± 1.7 日, 月間走行距離 203.5 ± 164.8 kmであった。全ての被験者には事前に研究の趣旨および方法を説明した。また本研究への協力は自由意志であり, 何ら不利益のないこと, 得られたデータは個人が特定できないように管理し, 本研究以外には用いないことを説明し同意を得た。なお, 本研究における個人情報の保護及び倫理的配慮については, 石川県立大学倫理委員会の承認を得ている(承認番号: 令和3年県大第162号)。

(2) 測定方法

足圧分布測定にはフットビュークリニック(ニッタ株式会社製)を用い, 各自の足底接地面の評価をこれまでの方法に準じて行った(宮口ら, 2023; 2024)。歩行分析は3軸加速度センサ(歩行解析デバイス AYUMI-EYE: 早稲田エルダリーヘルス事業団)を用いて行った(図1)。これはセンサーモジュールとiPhone専用アプリを用いて, 歩行時の加速度データに基づき歩行機能を分析するデバイスである。センサーモジュールを腰部(第3腰椎棘突起付近に接するよう)に装着し, 10mの快適歩行(自らが好ましいと感じて選択している速度)にて計測した。

測定項目は①総合評価 ②歩行速度 ③歩幅 ④接地時間 ⑤ダイナミズム ⑥推進力 ⑦バランス ⑧RMS ⑨リズムであった。歩行分析は2回行い, 総合評価の高かった方を採用した。約3ヶ月間, オリジナルで開発した草履サンダルを履いてもらい, 再測定を行った。草履サンダルの使用頻度(時間)については, 各被験者の生活様式に合わせて少なくとも1日10分以上は履いてくれるよう依頼した。

(3) 導入した草履サンダル

本研究で採用した草履サンダル(写真1 武王: ラッキーベル社製)は競技選手用にオリジナルで開



写真1 実験に用いた草履サンダル

発したもので, 天板は高反発EVA(エチレンビニルアセシート), 底板はEVAスポンジと国産ゴム, 鼻緒部分はソフトビニール(ポリエステル)素材でできている。サイズ毎に踵高が変えてあり, 立位時および歩行時に必然的に前足部に荷重しやすい形状となっている。

(4) 統計解析

草履サンダル導入前後の歩容の違いを検討するため歩行分析結果について対応のあるt検定を行った。本研究の統計的有意水準は5%とした。

3. 結果

本研究の被験者に60歳代ランナーが13名いたが, 歩行分析結果を参考資料として表1に示してある。アユミアイを監修した早稲田エルダリーヘルス財団が唯一発表している60歳代データ(加齢による歩行能力の低下を判別するためのカットオフ値: 60歳代健常者の速歩の目安)と比較しても, ほぼ同等かやや優れていた。

表1 60歳代ランナーの歩行分析結果

	推進力	バランス	リズム	総合評価
60歳代健常者	75	89	83	78
60歳代ランナー	78.5	90.7	86.3	80.9

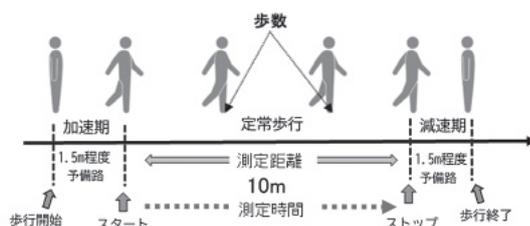


図1 AYUMI-EYEによる歩行分析の実施概要

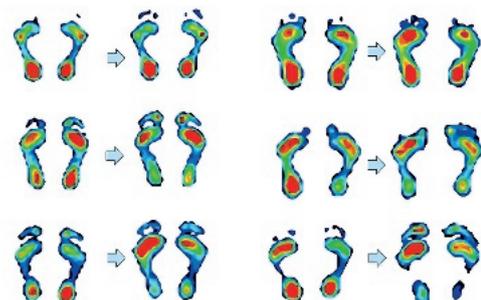


図2 草履サンダル導入前後の足圧分布の変化

表2 草履サンダル導入前後の歩行解析結果の比較

	草履導入前	草履導入後	t 値
総合評価 (点)	75.85 ± 6.93	79.57 ± 5.84	4.79*
推進力 (点)	71.23 ± 10.20	76.45 ± 7.81	5.26*
歩行速度 (m/s)	1.48 ± 0.17	1.57 ± 0.14	3.50*
歩幅 (cm)	76.39 ± 6.17	78.77 ± 6.10	2.88*
接地時間 (msec)	0.49 ± 0.04	0.48 ± 0.03	4.12*
ダイナミズム (g)	0.32 ± 0.07	0.36 ± 0.07	4.44*
バランス (点)	89.93 ± 2.77	90.60 ± 1.82	1.64
RMS (1/m)	1.35 ± 0.24	1.31 ± 0.19	1.17
リズム (点)	83.45 ± 9.34	83.18 ± 10.86	0.11

注：数値はM ± SDを示す。*：p<0.05

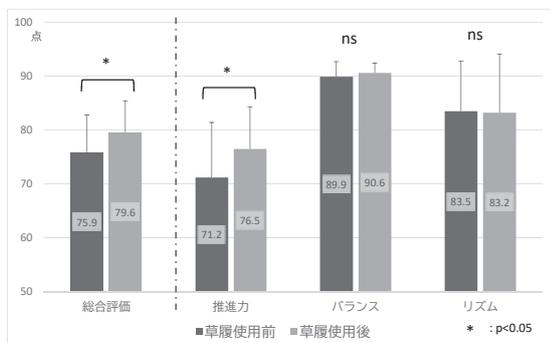


図3 草履サンダル導入前後の一部項目の比較

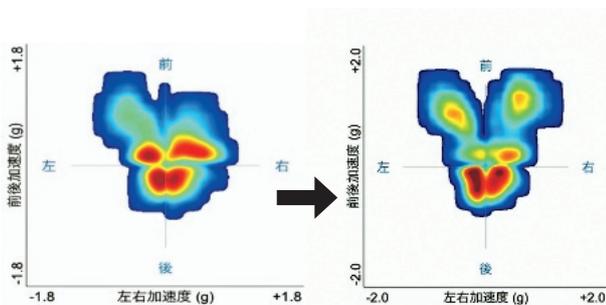


図4 草履サンダル導入前後のバランスマップの一例

図2は草履サンダル導入前後の足圧分布の変化の例を示している。導入前は浮き趾だったものが、導入後(3カ月後)には改善され、踵荷重から前足荷重気味に移行した者が認められた。それにともない、足圧中心位置(平均値)が前方に0.73cm変位していた(t値:2.87 p<0.05 ES 0.54)。

表2は被験者40名の草履サンダル導入前後の歩行解析結果を示している。図3はその中の総合評価、推進力、バランス、リズムの結果をグラフで示している。バランス、リズムに変化は認められなかったが、推進力(t値:4.79, p<0.05, ES 0.58)および総合評価(t値:5.26, p<0.05, ES 0.58)において有意

な高値を示した。草履サンダル導入後に歩幅が76.4 ± 6.1cmから78.9 ± 6.1cmに、歩行速度が1.48 ± 0.17m/secから1.57 ± 0.14m/secに伸びていた。男女別では特に男性の歩幅、歩行速度の変化が大きかった。さらに、歩行時の接地時間(左右平均値)をみると男性は0.52 ± 0.03secから0.49 ± 0.03secに短縮していた(t値:4.90, p<0.05, ES 0.81)。一方の女子は0.47 ± 0.03secから0.46 ± 0.02secと有意な変化は認められなかった。

図4は草履サンダル導入前後のバランスマップ(歩行時における力のかかり方の癖)の変化を示している。導入前は形状にやや左右差が認められ、前方と後方の面積が同じくらい(すり足傾向)だったが、導入後にはほぼ左右対称となり、前方の大きさが後方より大きくなっている(前方にスムーズに加速できるようになった)のが窺える。

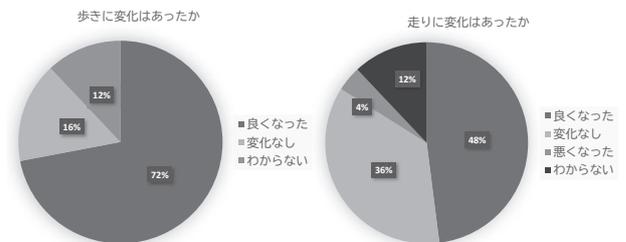


図5 草履サンダル導入後の歩きおよび走りの変化

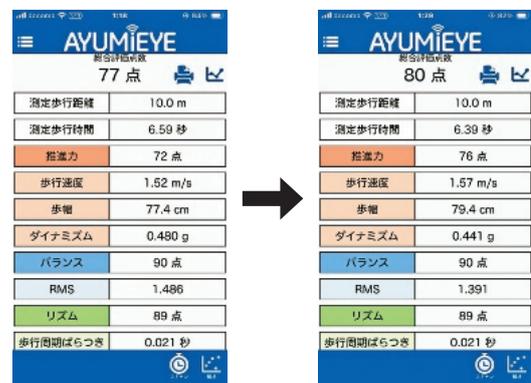


図6 福村拳太選手の歩行解析結果の変化

図5は草履サンダル導入後の歩きおよび走りの変化について尋ねた結果である。歩きについては72%のランナーが良くなったと回答していた。走りについては48%が良くなったと回答していた。図6は同クラブに所属し、2023金沢マラソンで連覇を達成した福村拳太選手(砂山商事)の歩行解析結果の変化を示している。歩幅が77.4cmから79.4cmに伸び、歩行速度も1.52m/secから1.57m/secと速くなった。一方、歩行中の上下動(ダイナミズム)、身体の揺れ(RMS)が小さくなっていった。

4. 考察

近年のランニングブームにより、以前に比べ安易にフルマラソンに参加できるようになった。しかし反面、多くの初マラソンのランナーに障害が発生している。名古屋ウイメンズマラソン出場者を対象にした調査で、ランニング歴は約4人に1人が半年以内、練習頻度は3人に1人が週1回しか練習していないなど、十分に練習をしないままフルマラソンに出場している実態が報告されている（岡戸ら、2013）。また、多くのランナーは指導を受けておらず、我流のフォームで走っているケースが多い。

本来なら身体に負担のかからない効率的な走法を専門家から指導してもらうのが理想だが、現実には難しい面もある。そこで、ランナー自らが普段の姿勢および歩き方を見直し、改善することで効率的な走りを習得できないか考えた。100m元日本記録保持者である伊東浩司選手は「ランニングはウォーキングの延長線上にあり、見た目のフォームは違っても動作の基本は何ら変わらない。換言すれば効率の良い歩き方が体得できなければ、効率の良い走り方もマスターできない」と述べている（谷川ら、2008）。実際、伊東選手は競歩や速歩をトレーニング手段の一つとして利用していた（杉田、2000）。そこで本研究は、日常生活に組み込む形でのトレーニングとして、これまで研究を進めてきた草履サンダルの活用に注目した。

本被験者の草履サンダル導入前の歩行得点は、60歳代健常者データと比較した限りほぼ変わらなかった。しかし草履サンダル導入後に姿勢が踵荷重から前足荷重に変化し、歩容においても歩幅が伸び、推進力が高まることがわかった。宮口ら（2024）は浮き趾傾向にある大学生を選出し、3カ月間草履サンダルを履かせ効果を検証している。その際、浮き趾改善、歩幅伸長、および推進力増大と同様の結果を示しているが、今回の結果もそれらを支持するものであった。ただし、今回の被験者は一般人と比べかなりトレーニングを積んでいるランナーであった。そんな鍛錬されたアスリートでも姿勢や歩容に関しては改善の余地があり、草履サンダル着用でパフォーマンスが変わる可能性が示唆された。

近年、立位時や歩行時に足趾が接地していない「浮き趾」が増加している。浮き趾は足趾把持力の低下や、重心前方移動能力の低下などの機能不全を引き起こすとされ、改善すべき身体現象といわれている（福山ら、2009；2014；村田ら、2017）。長谷川ら（2010）は足趾の接地は足部全体の剛性を高め、駆動力を効率よく床面に伝達する役割を担っていると述べている。また、荒井ら（2015）は足趾の接地は膝関節筋機能を効率よく発揮させ、共同収縮する

ための土台として重要な役割を果たしていると述べている。膝関節の障害を予防する上で極めて重要といえる。今回の被験者にも浮き趾が認められたが、草履サンダル着用によって改善される傾向にあった。

最近ではランニング練習時以外、シャワーサンダルや樹脂製サンダルを履くランナーを多く見かけるようになった。練習後の足部リラクセスを求めてかもしれないが、これらで歩くと、安定性を求め足趾が開き気味になり、サンダルが脱げないように足趾が上を向く習慣がつくと報告されている（矢作ら、2004）。よって、日頃の履物には十分な注意が必要であり、市民ランナーに対して啓蒙していく必要があると思われる。

市民ランナーは疾走動作の習熟がなされている競技ランナーと比べて、立脚期の膝関節屈曲角度が大きく、立脚時間（接地時間）が長いと報告されている（谷川ら、2008）。また、走行速度が遅いほど、重心の上下動が大きくなると述べられており、このことは膝関節周囲の抗重力筋の活動時間の延長と膝関節へのストレスの増大につながると考えられる。今回、特に男性ランナーにおいて草履サンダル着用後には歩行時の接地時間が短くなっている。そのイメージのまま走ることによって膝へのストレスが軽減できるといえるだろう。

また、競技ランナーは、疾走、ジョギング、速歩および歩行において、接地時に身体重心に近い位置で接地し、両脚を挟み込みながら身体重心に近い位置で両脚を操作し、短い時間で力発揮を行うといった特徴がある（谷川ら、2008）。草履サンダル導入後の足の接地の仕方については詳細な分析は行っていないが、草履サンダルを履くことで、踵から着地していたものが、やや足裏全体で着地するようになり、ブレーキング要素の少ない歩容に変わってきている印象を受けた。接地時間が短くなっている中で歩幅を獲得し、推進力（歩行速度）が高まっていたことが、そのことを裏付けていると推察される。実際、被験者の72%が「歩き方が良くなった」と回答しており、48%が「走りも良くなった」と感じたようである。以下は草履サンダル導入後の感想だが「姿勢が良くなった」「つま先に重心がかかるようになった」「歩く時、以前よりスッスッと足が出るようになった」「自然と足元からの前傾が感じられる」「足を蹴り出す際、指先まで使って蹴り出す感じがある」「ペースを落として走っても歩幅が広がり、推進力がついた」といったコメントからも歩容の変化が示唆される。

本研究を機に草履サンダルを愛用してくれているプロマラソンランナーの福村拳太選手は「大手メーカーから色んなサンダルが出ているが、このサンダ

ルが一番自分の走りのイメージに合う。特に天板の傾斜が自然な重心移動を導いてくれる」と評価しており、その年（2023年）に開催された「第9回金沢マラソン」で男子初の連覇を達成してくれた。

幼児期に習得する走動作は、その後長年にわたって学習され自動化されるため、そのステレオタイプは強固で修正には困難をきわめるといわれている（金子，2002）。しかし、今回の草履サンダルのように履物を工夫することで動作を改善できる可能性が示唆された。日常生活に組み込む「ながら運動」ともいえる草履サンダル着用は、忙しい合間に練習に励む市民ランナーにとって、簡便かつ有効な練習法の一つといえよう。

5. まとめ

本研究は、市民ランナーを対象に草履サンダルを日常生活に導入し、姿勢や歩容にどのような影響を及ぼすのか明らかにすることを目的とした。市民ランナー男女40名を対象に調査を行った後、足圧分布測定および歩行分析を行った。約3ヶ月間、草履サンダルを着用した結果、前足荷重が高まり、歩きの歩幅が伸び、歩行速度が高まることが示唆された。日常での草履サンダル着用は、市民ランナーの姿勢や歩容を改善する上で有効であることがわかった。

謝辞

本研究は公益財団法人I-O DATA（アイ・オー・データ）財団2023年度助成を受けて実施したものです。深く感謝の意を表します。

引用文献

荒井鷹哉・岡真一郎・磯部裕輔・古川晃大・有岡大輔・松元大門・野田健司・村上巧一. 2015. 一般女子大学生における足趾機能と歩行および膝関節筋機能の関係. 理学療法学 Supplement. 2014 (0). 1383.

福山勝彦・小山内正博・丸山仁司. 2009. 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. 83-687.

福山勝彦. 2014. 浮き趾例における足趾機能. 医療保健学研究：つくば国際大学紀要. 5. 15-40.

長谷川正哉・島谷康司・金井秀作・沖貞明・清水ミシェルアイズマン・六車晶子・大塚彰. 2010. 静止立位時の足趾接地状態が歩行に与える影響. 理学療法科学. 25 (3). 437-441.

今井寛・原邦夫・森原徹・徳永大作・北條達也・新井祐志・生駒和也・久保俊一. 2008. 市民ランニングチームにおけるランニング障害の疫学調査. 日本臨床スポーツ医学会誌 16.157.

上甲大河・中尾聡志・山中祥二・吉田宏史. 2012. 市民ラ

ンナーは理学療法士に何を求めるか、ニーズに沿ったメディカルサポートの展開に向けて一. 理学療法学 supplement. 40 (2).

金子明友. 2002. わざの伝承～運動文化の伝承～. 明和出版. 東京, pp. 96-97.

宮口和義・出村慎一. 2015. 幼児の立位重心動揺および立位姿勢に及ぼす草履着用の影響. 体育測定評価研究. 14. 43-52.

宮口和義・山次俊介. 2019. 中高齢女性における草履式鼻緒サンダル着用の効果. 石川県立大学研究紀要. 2. 69-76.

宮口和義・村山孝之・宮口貴義・池岡昂紀. 2023. 競技選手における日常での草履サンダル着用の効果について. 一シャワーサンダルおよび樹脂製サンダルでの歩容比較を踏まえて一. 石川県立大学研究紀要. 6. 61-67.

宮口和義・畝本紗斗子・垣花渉. 2024. 大学生における浮き趾の実態と草履サンダル着用の効果について. 石川県立大学研究紀要. 7. 59-65.

村上秀孝・野口蒸治・宮本義明. 1997. 一般市民ランナーにおける下肢のランニング障害—佐伯番匠健康マラソンにおけるアンケート調査より—, 整形外科と災害外科 46. 1214-1216.

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. 2017. 浮き趾と足趾機能ならびに静的・動的バランスとの関係. Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy. 6 (4). 165-169.

岡戸敦男・岡村幸枝・久保田真広・小林寛和・鳥居昭久・船戸嘉忠・宮下浩二・山本充伺. 2013. 名古屋ウィメンズマラソン出場者を対象としたランニング障害に関する実態調査. 東海スポーツ障害研究会会誌. 31. 39-41.

岡戸敦男. 2020. ランニング障害の予防と理学療法. 日本臨床スポーツ医学会誌 Vol.28 No.2. 237-239.

Sasaki, K, and Neptune, R. 2006. Differences in muscle function during walking and running at the same speed. J. Biomechanics, 39. 2005-2013.

Shapiro, D. Zernicke, R. F. Gregor, R. J. and Diestel, J. D. 1981. Evidence for generalized motor programs using gait pat tern analysis. Journal of Motor Behavior. 13. 33-47.

杉田正明. 2000. 一流選手の歩行とランニング. 体育の科学, 50. 13-19.

谷川聡・島田一志・岩井浩一. 2008. 体育学研究. 53 (1). 75-85.

矢作毅・根本光明・福山勝彦. 2004. 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.

The Effect of Wearing Japanese-style Sandals in Daily Life on Posture and Gait of Citizen Runners

Kazuyoshi MIYAGUCHI (Liberal Arts Education Center, Ishikawa Prefectural University),
Satoko UNEMOTO (Academic Foundations Programs, Kanazawa Institute of Technology),
Takayoshi MIYAGUCHI (Graduate School of Human and Socio-Environmental Studies, Kanazawa University)

Abstract

Citizen marathons are becoming increasingly popular, but to learn how to run properly without placing stress on the body, it is important to pay attention to the footwear worn in daily life. The purpose of this study was to gain knowledge on healthy running by introducing Japanese-style sandals (zori) into the daily lives of citizen runners, and to clarify their effects on posture and gait. A questionnaire survey of 40 male and female citizen runners was conducted, followed by foot pressure distribution measurements and gait analysis. The results suggest that wearing zori sandals in daily life for approximately three months increases forefoot loading, stride length, and walking speed. Wearing zori sandals in daily life was found to be effective in improving the posture and gait of runners.

Keywords: Japanese-style sandals, floating toes, plantar pressure distribution, gait analysis, citizen runners