

原著

小学生の足部と足趾の年代差と性差

弓岡まみ^{1,2*}, 村田伸³, 松井宏彰⁴¹ 京都橘大学大学院 健康科学研究科² 大阪人間科学大学 保健医療学部³ 京都橘大学 健康科学部⁴ アシックス商事株式会社 アシックスプロダクト本部

要旨

【緒言】近年、子どもにおいてロコモティブシンドローム予備軍、いわゆる子どもロコモの増加が指摘されている。片脚立ちができないなどの運動器機能の異変が生じている背景には、その基盤となる足部自体の成長に何らかの変化が生じている可能性がある。本研究は、学童期の児童を対象に足部形態がどのような成長を遂げるか、性差を含め、身長や体重の発育状況とあわせてその特徴を明らかにすることを目的とする。

【方法】学童期児童 451 名を対象に、身長・体重・足部形態の状況を調査した。足部形態は足裏バランス測定装置 Foot Look を使用し、足長・足幅・母趾外反角・小趾内反角・開張角・足長に対する足幅の割合（足幅／足長）を測定した。解析は身長・体重ならびに足部と足趾形態の学年別（低、中、高学年）、性別の比較を二元配置分散分析を用いて比較した。

【結果】身長・体重・足部形態は低学年から高学年になるにつれ順調に増加することが確認されたが、足長・足幅・母趾角・開張角の成長には性差が認められた。足のプロポーションを示す足幅／足長は男児が女児より低学年・中学年で有意に大きい傾向があり、高学年では有意差がなくなった。

【結論】男児の足部は女児に比べて低学年と中学年で幅広い形状であり、高学年で女児と同じ割合の細長さまで成長することが示唆された。女児の足は足幅／足長が学童期の間大きな変化がなく、男児よりも早期から細身の形状をしていることが明らかとなった。

はじめに

近年、子どもにおける運動器機能不全の状態である、子どもロコモの増加が問題となっている¹⁾。運動器機能不全とは、2007年に日本整形外科学会が提唱²⁾した言葉である。運動器の障害によって日常生活に制限をきたし、介護・介助が必要な状態になってしまったり、そうなるリスクが高い状態を表す³⁾⁴⁾。この概念は主に、加齢に伴う筋力の低下や関節・脊椎の疾患、骨粗鬆症などによる運動器の機能低下に対するものであったが、子どもにも運動器機能不全が生じているとの報告¹⁾が散見されるようになった。林ら¹⁾は、2007年より学校運動器検

診モデルを開始し、片脚立ち、しゃがみ込み、肩挙上、体前屈の4つの基本動作が全てできない子どもが4割を占めたと報告している。運動機能には様々な要素が関与するが、運動の基盤として足部が重要な役割を果たすと考えられる。

子どもの異変は足部にも生じており、原田⁵⁾は1980年では約5~10%程度であった5歳児の浮き趾発生率が、2000年には約50%に急増したと報告している。さらに足部の発育に関して、足部のアーチ形成が以前に比べて緩やかになっており、形成が不十分な児童が増えつつあると報告している。足部の成長の遅れや異常は、履

受付日 2022年10月3日

採択日 2023年6月2日

*責任著者

弓岡まみ

大阪人間科学大学 保健医療学部
理学療法学科

E-mail:

mami-yumioka@kun.ohs.ac.jp

キーワード

学童期

足部形態

足幅／足長

物の影響⁶⁾や外遊び量の低下⁷⁾などが関与していると考えられている。その一方で、最近の子供の発育状況は祖父母・親世代と比べ早期化しているとの報告⁸⁾もある。文部科学省が実施した令和元年度の学校保健統計の身長データ⁸⁾によると、昭和23年では11歳で男児130.4 cm、女児130.8 cmであったのに対し、令和元年度では男児145.2 cm、女児146.6 cmと発育が良くなっていることが示されている。足部は身体を支える基盤となるものであり、足部の成長と身長や体重等の発育状況のアンバランスさは、運動の不安定化を生じさせる可能性がある。

子どもの足部形態の研究は、歩行開始に伴いアーチが形成される時期であることから、幼児期を対象としたもの^{5, 9-13)}が多く、学童期の足部形態の研究¹⁴⁻¹⁶⁾は十分にされていない。アーチ形成だけではなく、足長、足幅、足長に対する足幅の割合などがどのように成長を遂げるかについて、運動器の不安定性増加が指摘されている学童期の児童で確認することは有意義である。

そこで本研究は、学童期の児童を対象とし、足部形態

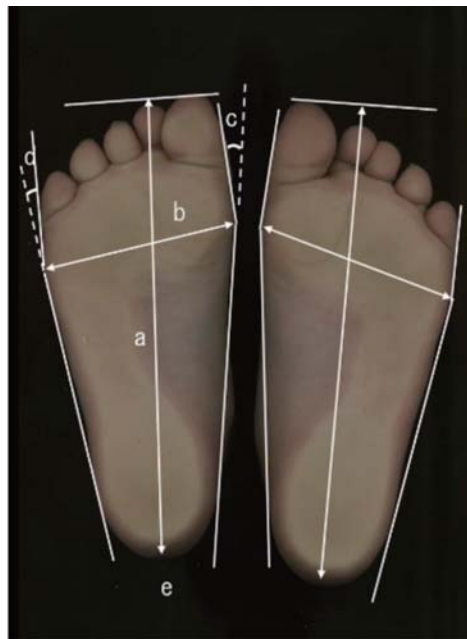
が低・中・高の学年や性別によってどのように異なるか、身長や体重の発育状況とあわせてその特徴を明らかにすることを目的に調査を実施した。

対象

対象はA小学校に通う小学1年生から6年生の児童451名（男児218名、女児233名）とした。対象者は、小学1, 2年生を低学年群（6-8歳）、小学3, 4年生を中学年群（8-10歳）、小学5, 6年生を高学年群（10-12歳）の3群に分類した。倫理的配慮として、対象者および保護者には学校教諭の協力のもと研究の趣旨と内容について説明し、理解を得られた上で協力を求めた。また、研究への参加は自由意思であることを口頭及び書面で説明し、参加の同意を得た。本研究は大阪人間科学大学 研究倫理委員会の承認を得て行った（承認番号2019-1）。

方法

対象者の身長・体重の情報を収集した後、足部と足趾の形態測定を足裏バランス測定装置 Foot Look（株式会



- a. 足長 : 踵先端から最も長い足趾の先端
- b. 足幅 : 母趾と小趾の中足趾節関節付近で最も幅が広い部位の距離
- c. 母趾角 : 足の内接線と第1趾接線のなす角度
- d. 小趾角 : 足の外接線と第5趾接線のなす角度
- e. 開張角 : 第1趾と第5趾の中足骨頭から踵骨方向に引いたラインの交点角度
- f. 足幅/足長 : $(\text{足幅} \div \text{足長}) \times 100$

図1. 足部形態の測定方法

表 1. 各学年別の比較

測定項目	低学年 (6-8歳)		中学年 (8-10歳)		高学年 (10-12歳)		F値			posthoc	
	男児 (8)	女児 (7)	男児 (9)	女児 (9)	男児 (3)	女児 (2)	年代	性別	交互作用	学年	性別
身長 [cm]	124.3±6.3	123.6±6.4	135.5±6.7	137.6±8.4	150.9±8.6	149.6±6.9	472.53**	0.00	2.43	男女 :低<中<高	
体重 [kg]	24.9±5.2	24.2±4.6	32.2±8.0	32.5±8.0	42.8±9.1	40.2±7.3	203.57**	2.18	1.54	男女 :低<中<高	
足長 [cm]	19.2±1.0	19.0±1.1	20.7±1.2	20.8±1.2	23.1±1.3	22.3±1.2	336.46**	7.14**	6.42**	男女 :低<中<高	高 :女<男
足幅 [cm]	7.6±0.4	7.3±0.4	8.0±0.5	7.9±0.5	8.8±0.6	8.5±0.5	225.49**	23.07**	2.16	男女 :低<中<高	低, 高 :女<男
足幅/足長 [%]	39.3±1.7	38.5±1.5	38.7±1.4	38.0±1.8	38.0±1.5	38.0±1.8	10.53**	10.94**	2.78	男 :低, 中>高	低, 中 :女<男
母趾角 [°]	6.3±3.6	6.2±4.0	7.0±4.3	9.3±3.9	8.2±3.2	10.3±4.2	21.77**	14.12**	4.47*	男 :低<高 女 :低<中, 高	中, 高 :男<女
小趾角 [°]	10.8±4.9	9.6±4.5	12.2±4.8	10.9±4.3	14.0±5.4	13.2±4.5	18.59**	6.22**	0.14	男 :低<高 女 :低, 中<高	n.s.
開張角 [°]	15.9±1.5	15.0±1.5	15.6±1.8	15.2±1.6	15.2±1.5	15.5±1.7	0.25	4.53*	5.11**		低 :女<男

*p<0.05, **p<0.01, n.s. : not significant

社フットロック) を用いて行った。Foot Look は、足底の画像をコンピューター解析し、足長・足幅・足趾の角度を数値化できるものである。測定は裸足でフットスキャナー上に乗り、両上肢を体側につけた立位姿勢で、両足部の内側が完全に接触しない状態とし、前方の壁に設置した目印を注視しながら両側の足裏スキャンを1回実施した。得られた画像から、足長・足幅・母趾外反角(以下母趾角)・小趾内反角(以下小趾角)・開張角を解析にて算出した。さらに、足長に対する足幅の割合(足幅/足長)を(足幅÷足長)×100で計算し算出し、両足の平均値を代表値とした(図1)。足幅/足長は足のプロポーションの指標⁶⁾であり、横アーチの指標としても利用されるものである。値が大きいほど幅広で、横アーチが低下していることを示している¹⁷⁾。

統計学的解析方法は、身長・体重ならびに足部と足趾形態の学年別(低, 中, 高学年), 性別の比較をするために二元配置分散分析を用いた。そして、詳細な分析を行うため¹⁸⁾, 交互作用の有無に関わらずすべてに単純主効果の検定を実施し、その主効果が有意であれば、多重比較検定として Bonferroni の検定を用いた。また、各測定項目の効果量(η^2)を算出した。なお、解析には統計解析ソフト SPSS 21.0 (IBM 社製)を用い、有意水準は5%とした。

結果

身体特性(身長・体重)ならびに足部形態の学年別、

表 2. 各測定項目の効果量

	学年別	性別	学年別×性別
身長 [cm]	0.68	0.00	0.00
体重 [kg]	0.48	0.00	0.00
足長 [cm]	0.60	0.01	0.01
足幅 [cm]	0.50	0.03	0.01
足幅/足長 [%]	0.04	0.02	0.01
母趾角 [°]	0.09	0.03	0.02
小趾角 [°]	0.08	0.01	0.00
開張角 [°]	0.00	0.01	0.02

性別の比較結果を表1, 効果量を表2に示す。

二元配置分散分析の結果、足長 (F=6.417, p<0.01), 母趾角 (F=4.47, p<0.05), 開張角 (F=5.11, p<0.01) は有意な交互作用が認められたが、身長, 体重, 足幅, 足幅/足長, 小趾角については交互作用が認められなかった。

学年別(低・中・高学年別)の比較については、身長, 体重, 足長, 足幅, 足幅/足長, 母趾角, 小趾角に有意な主効果が認められ (p<0.01), 開張角は有意な主効果が認められなかった。主効果が得られた項目のみ多重比較検定を行った結果、身長 (p<0.05), 体重, 足長, 足幅 (p<0.01) は男女ともにすべての学年で有意に数値が高まった。足幅/足長は男児の低・中学年が高学年に比べて有意に大きかった (p<0.01, p<0.05)。母趾角は男児の低学年よりも高学年が有意に大きく (p<

0.01), 女兒では低学年と比べ全学年が有意に大きかった ($p < 0.01$). 小趾角は男児の低学年よりも高学年が有意に大きく ($p < 0.01$), 女兒では低, 中学年と比べ高学年が有意に大きかった ($p < 0.01$).

性別の比較については, 足長, 足幅, 足幅/足長, 母趾角, 小趾角 ($p < 0.01$), 開張角 ($p < 0.05$) に有意な主効果が認められ, 身長, 体重には認められなかった. 主効果が得られた項目について多重比較検定を行った結果, 女兒よりも男児が大きくなったものは足長, 足幅, 足幅/足長, 開張角であり, 足長は高学年で, 足幅は低・高学年で, 足幅/足長は低, 中学年で, 開張角は低学年で男児が女兒より有意に大きかった ($p < 0.01$). 母趾角は中, 高学年で女兒が男児よりも有意に大きかった ($p < 0.01$). 小趾角には有意差が認められなかった.

考察

本研究は, 小学1年生から6年生を低・中・高学年の3群に分け, 学年別と性別に身長・体重・足部形態の比較を行った. その結果, 身長・体重の成長に性差は認められなかったが, 足部形態の成長には男女で特徴があることが示された. 女兒では足幅/足長が学童期を通してほぼ一定の割合であるのに対し, 男児では低学年が中・高学年よりも割合が大きいことが示された.

身長と体重, 足長と足幅は男女ともに学年があがるごとに有意に増加した. 身長と体重の成長には性差は認められず, 成長スピードもほぼ同じ経過をたどった. 低学年と中学年の差は身長で平均 12.7 cm, 体重が平均 7.7 kg, 中学年と高学年の差は身長が平均 13.5 cm, 体重で平均 8.1 kg の増加であり, 3群間の成長の差は近似していることが確認された. 一方, 足長と足幅の成長には特定の学年間で性差が認められ, 足長では高学年, 足幅では低学年と高学年でいずれも男児が女兒より有意に大きかった. この結果は, 6-11歳では足長に性差がなくなり, 10-11歳では足囲, 足幅もほぼ等しくなるとした報告¹⁹⁾とは異なる結果となった. 1980年と2000年の幼児の足部を比較した先行研究⁵⁾によると, 幼児の土踏まず形成率が2000年では低下したという報告も認められる. 本研究では明らかにすることはできないが, 学童期でも足部の成熟速度の遅れなど変化が生じている可能性が考えられた.

足のプロポーションを示す足幅/足長にも性差が認められ, 男女で足の成長が異なることが示された. 学年別で見ると, 男児は低学年と中学年が高学年に比べて有意に大きかったが, 女兒では差はなかった. 性差は, 男児の方が女兒より低学年と中学年で有意に大きく, 高学年では有意差がなくなった. このことから, 男児の足部は

女兒に比べて低学年と中学年で幅広い形状であり, 高学年で女兒と同じ割合の細長さまで成長することが示唆された. 女兒の足は足幅/足長が学童期の間大きな変化がなく, 男児よりも早期から細身の形状をしていることが明らかとなった. 開張角も, 低学年で女兒よりも男児が有意に大きく, 低学年の男児では足部の形態の比率が女兒に比べて足幅の広い形状であることが確認された.

足趾の角度については, 母趾角, 小趾角ともに低学年に比べて高学年で大きく, 成長によって角度が増加することが確認された. 性差に関しては, 母趾角にのみ性差が認められ, 中・高学年時では女兒が男児より有意に母趾角が大きいことが示された. 外反母趾は一般的に女性の有症率が高く, 若年時にも存在が確認されており, 中学1年生で男子 6.7%, 女子 34.8% が 20° 以上の母趾外反角度を有していたとの報告²⁰⁾がある. 本研究では, 小学校中学年の時点で性差が認められ, 女兒が将来外反母趾になりやすい可能性が示された. 足部は靴の影響を強く受け, 不適合な靴が外反母趾等を引き起こし, 足部機能の低下に繋がること報告されている²¹⁾²²⁾. 足部の成長段階に性差があるとすれば, 男女で同じ規格の子ども用の靴では, 不適合が生じやすい可能性がある. 男女の成長に合わせた靴の必要性が考えられた.

本研究は横断研究であり, 同一児童の成長段階を追ったものではないため, 対象とした各学年の児童の特性が結果に影響を与えていないとは言いきれない. 今後は縦断的に調査を行い, 個人の成長変化率を詳細に確認するとともに, 筋肉量や体脂肪率などの結果も含めて身体の成長変化と足部成長変化との関連についても調査を行いたい.

利益相反

開示すべき利益相反はない.

謝辞 (研究助成金など)

本研究は, 科学研究費補助金 (20K19197) の助成を受けたものである.

文献

- 1) 林承弘, 柴田輝明, 鮫島弘武: 子どもロコモと運動器検診について. 日整会誌 (J. Jpn. Orthop. Assoc.) 91: 338-344, 2017
- 2) Nakamura K: A "super-aged" society and the "locomotive syndrome". J Orthop Sci 13(1): 1-2, 2008
- 3) 中村耕三: ロコモティブシンドローム (運動器症候群). 日老医誌 49: 393-401, 2012
- 4) Nakamura K: The concept and treatment of locomo-



- tive syndrome: its acceptance and spread in Japan. *J Orthop Sci* 16(5) : 489-91, 2011
- 5) 原田碩三：幼児の1980年と2000年の足について. *靴の医学* 15: 14-18, 2001
- 6) 佐藤雅人, 佐藤栄作, 下枝恭子・他：幼児の足底アーチの発達と靴の調査第3報. *靴の医学* 11: 103-106, 1997
- 7) 大貫信子, 鷺田孝保, 成田麻実・他：幼児の外遊び量と浮き趾出現の比較. *作業療法* 24(5) : 461-473, 2004
- 8) 文科省：令和元年度学校保健統計（学校保健統計調査報告書）https://www.mext.go.jp/content/20200325-mxt_chousa_01-20200325104819_1-1-1.pdf（閲覧日2022年6月15日）
- 9) 荒木智子：幼児における足部形態. *成長会誌* 13(1) : 3-9, 2007
- 10) Gould N, Moreland M, Trevino S, et al.: Foot growth in children age one to five years. *Foot Ankle* 10(4) : 211-3, 1990
- 11) 吉村眞由美：子どものための靴教育・シューエデュケーション®. *人間生活工学* 14(2) : 19-24, 2013
- 12) Harada S: A study on physical structures of preschool children's feet compared between 1980 and 2000. *Kutsuno Igaku* 15: 14-18, 2002
- 13) Araki T, Masuda T, Jinno T, et al.: Incidence of floating toe and its association with the physique and foot morphology of Japanese children. *J Phys Ther Sci* 27(10) : 3159-3162, 2015
- 14) 内田俊彦, 藤原和朗, 高岡淳・他：小学校5, 6年生の足型計測. *靴の医学* 15: 19-23, 2001
- 15) Xu M, Hong Y, Li JX, et al.: Foot Morphology in Chinese School Children Varies by Sex and Age. *Med Sci Monit* 1(24) : 4536-4546, 2018
- 16) Delgado-Abellán L, Aguado X, Jiménez-Ormeño E, et al.: Foot morphology in Spanish school children according to sex and age. *Ergonomics* 57(5) : 787-797, 2014
- 17) 吉田充：大学生の足部アライメントと足趾把持力の関連性. *北海学園大学経営論集* 13: 23-31, 2015
- 18) Champagne A, Ivers H, Savard J: Utilization of health care services in cancer patients with elevated fear of cancer recurrence. *Psychooncology* 27(8) : 1958-1964, 2018
- 19) 山崎信寿：足の辞典. pp 30-40. 朝倉書店, 1999
- 20) 日本整形外科学会：外反母趾診療ガイドライン2014改訂第2版. p 26, 株式会社南江堂, 東京, 2014
- 21) 塩之谷香, 伊藤笑子：子供の歩容を改善させる靴. *日本フットケア学会誌* 16(4) : 213-218, 2018
- 22) 大野貞枝, 木下洋子, 紫原祥江・他：成長期の足と靴との適合と外反母趾. *靴の医学* 10: 155-161, 1996



Original article

Comparison of feet and toes morphology by grade and sex in elementary school students

Mami Yumioka^{1, 2*}, Shin Murata³, Hiroaki Matui⁴

¹ Graduate School of Health Sciences, Kyoto Tachibana University

² Faculty of Health Sciences, Osaka University of Human Sciences

³ Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

⁴ ASICS Trading Co., Ltd. ASICS Product Division

ABSTRACT

[Introduction] In recent years, the number of children with pre-locomotive syndrome, or “children’s loco,” has been increasing. The reason for certain locomotor function abnormalities, such as the inability to stand on one leg, may be due to changes in the growth of the foot itself, which is the foundation of locomotor function. The purpose of this study was to clarify the characteristics of the growth of foot morphology in school-aged children, including sex differences, together with the development of their height and weight.

[Methods] We investigated the height, weight, and foot morphology of 451 school-age children. Foot length, foot width, hallux valgus angle, little toe varus angle, spread angle, and foot-width-to-foot-length ratio (foot width/foot length) were measured using a foot balance measuring device, Foot Look. The analysis compared height, weight, and foot and toe morphology by grade (low, middle, and high) and sex using a two-factor analysis of variance.

[Results] Height, weight, and foot morphology increased steadily from lower to higher grades. There were sex differences in the growth of foot length, foot width, hallux valgus angle, and spread angle. Foot width/foot length, which indicates foot proportions, was significantly larger in boys than girls in the lower and middle grades, but the difference was not significant in the upper grades.

[Conclusion] Boys’ feet were broader in shape in the lower and middle grades than girls’, suggesting that boys’ feet develop to similar proportions to girls’ in the upper grades. Girls’ feet did not change significantly in foot width/length during school years, indicating that they have the same proportions from an earlier age than boys’ feet.

Key words: School age, foot morphology, foot width/foot length