

【助成 38 -39】

3次元 Foot Scanner による子どもの足部の発達評価システムの開発

研究者 東都大学 幕張ヒューマンケア学部 教授 山下 和彦

〔研究の概要〕

子どもの足部は軟骨で構成され、小学校期に骨化が進み、骨格の基礎が完成する。しかし、子どもの足部の評価は行われておらず、計測方法も確立していない。そこで本研究では、スマートデバイスを用いた足部骨格計測システムを開発し、子どもの足部の特徴を明らかにすることを目的とした。

対象者は8～12歳の680人とした。足部3D計測の評価項目は、足長、前足部幅(横アーチ)、舟状骨高(内側縦アーチ)、拇指角、足部骨格のずれ等とした。結果の一例として、踵幅は小学校期にほぼ発達は完了したが、個人差が大きいことがわかった。拇指角は、足部骨格のずれと関係し、外反母趾の発生メカニズムに関連する可能性が示唆された。本研究により足部骨格を定量的かつ簡便に計測でき、予防や発達評価が可能となった。

〔研究経過および成果〕

外反母趾の発生率は18-65歳で23%と報告される。外反母趾の発生には様々な要因があるが、その一つが内側縦アーチにある。内側縦アーチは10歳ごろまで発達すると報告されるが十分なコンセンサスは得られていない。柔軟性の高い扁平足は外反母趾に加え、腰痛、足の痛みを有する可能性が高い。

小児の足部骨格は軟骨で構成され、発達過程で硬い骨に変化する。そのため、小児の足部は足長、足囲、踵の幅、中足部の回内の状況など特性は様々であるが十分に明らかではない。足部の特徴量を評価する手法として、疫学研究や小児を対象とした研究では、倫理的配慮からX線が使いにくいいため、足部の外観から寸法を計測したり、フットプリントを用いる研究が多い。しかし、ノギスやインクマットなどによる計測では、一貫性のない結果が示されている。

そこで本研究では、小児の足部の特徴を明らかにするためにスマートデバイスを用いた足部3D計測システムを開発することを目的とした。さらに足底圧分

布計測器、下肢筋力計測機を用い、足部骨格、筋力、足底部の発達の観点から特徴量の抽出を試みた。

・実験方法

対象者は、小学校3～6年生を対象に680人とした(表1)。計測項目は、開発した足部3D計測、下肢筋力計測のための足指力、足底部の形状を評価する足圧分布とした。

表1 計測対象者の人数

	3年生	4年生	5年生	6年生
男子	183	69	38	45
女子	186	84	47	28
合計	369	153	85	73

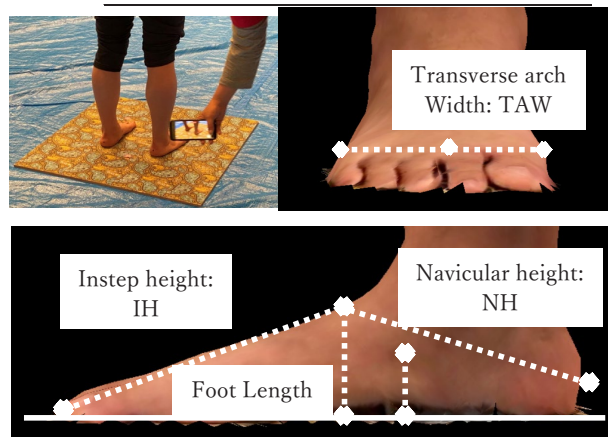


図1 子どもの足部3D計測の外観と出力の一例

足部の特徴の着目点は、①踵から第2趾先端の距離(足長)、②横アーチに関する第1中足骨頭から第5中足骨頭の距離(前足部幅)、③床面から中足部の最も高い位置の高さと中心線からのずれ(足部高、骨格のずれ)、④舟状骨の高さ(舟状骨高)、⑤床面における踵の接地の幅(踵幅)、⑥拇趾先端-第1中足骨頭-踵の角度(拇指角)とした。

本研究は、東都大学の研究倫理委員会の承認を得て行った(承認番号:R0306)。すべての対象者および保護者には実験開始前に研究の趣旨の説明を行い、署名を得た。

・結果と考察

結果の一例として、図2に足長に対する踵幅、図3に骨格のずれと拇指角の関係を示した。踵幅は男女ともに 5.6 ± 0.49 [cm](mean \pm SD)であった。踵幅は40歳以上の大人の平均が5.8 [cm]であることから、踵の

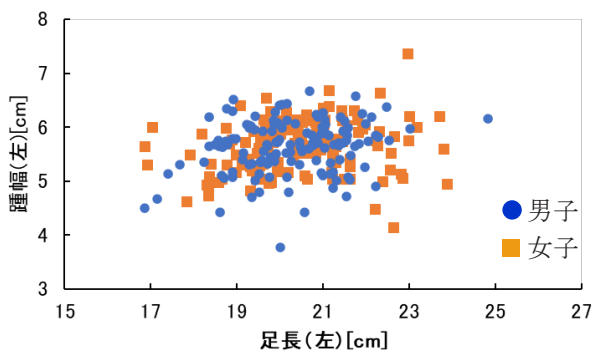


図2 足長に対する踵の幅の計測結果

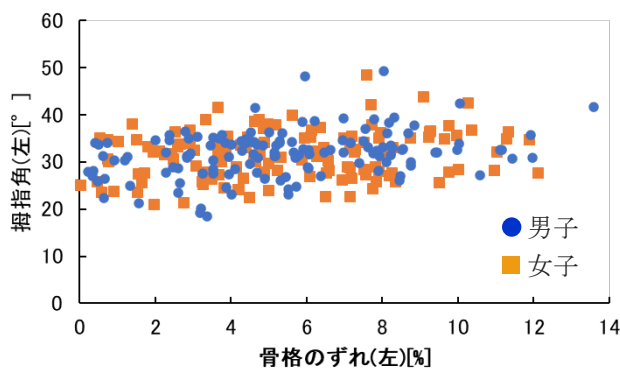
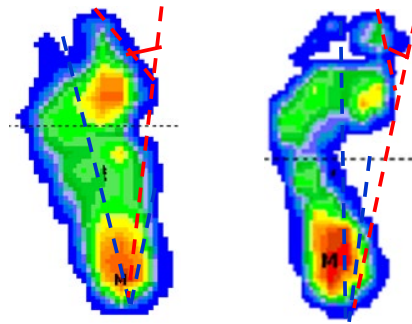


図3 足部の骨格のずれに対する拇指角



a.外反母趾で舟状骨が下がっているタイプ b.正常なタイプ

図4 外反母趾と正常タイプの足圧分布

幅は8歳でほぼ発達完了することがわかった。しかし、個人差が大きく3 [cm]以上であった。

外反母趾に関連する拇指角は中足部の骨格のずれと相関があることがわかった。外反母趾のメカニズムは明らかになっていないが、拇指角の増大は、中足部を構成する内側楔状骨、足根中足関節(第1TMT関節)と関係することが疑われている。

中足部のずれと舟状骨のずれ・高さには相関が高い。図4の外反母趾のタイプのように、立位や歩行により中足部の動きが大きいことが外反母趾のリスクを高める可能性が推察された。

本研究により足部骨格を定量的かつ簡便に計測でき発達評価が可能となった

[発表論文]

1. Yamashita T, Yamashita K, Sato M, Kawasumi M, Ata S: Foot-surface-structure analysis using a smartphone-based 3D foot scanner, Med Eng Phys, 95(9), 90-96, 2021
2. 山下和彦, 山下知子, 阿多信吾, 佐藤満: 外反母趾のリスク評価のための足部形状 3D 計測システムの開発, LIFE2020-2021, 2021
3. 山下知子, 山下和彦, 阿多信吾: 足部 3D 計測システムと足底圧分布計測による足部骨格の比較, 第60回日本生体医工学会, 59, p.369, 2021