

後足部画像と足圧分布データを利用した後足部パラメータ分析による骨変型早期発見手法

Screening Method for Detecting Bone

Deformation Using Foot Pressure Distributions and Images of a Heel

○櫻井暁洋（東京電機大学）大矢哲也（日本医療科学大学）山下和彦（東京医療保健大学）

小山裕徳（東京電機大学）川澄正史（東京電機大学）

Akihiro SAKURAI, Tokyo Denki University

Tetsuya OHYA, Nihon Institute of Medical Science

Kazuhiko YAMASHITA, Tokyo Healthcare University

Hironori KOYAMA and Masashi KAWASUMI, Tokyo Denki University

Abstract: Recently, the gait disorder that originates in foot region abnormality such as knock-knees, bow-legs, flat-foots and loss of arch becomes a social problem. Leaving of the foot region abnormality might change into the serious symptom, such as skeletal deformity and hallux valgus. However, the technique for detecting the foot region abnormality at the early stage has not been established. We take the backward picture of the heel of the standing position. In the image analysis, we focused on the calcaneus angle of inclination and the lower thigh angle of inclination. In this paper, the relation between the picture and the foot pressure distribution is investigated to find out the feature that is useful to detect the bone deformation.

Key Words: Foot Pressure Analysis, Bone-Deformation

1. はじめに

極度のX脚○脚、土踏まずの喪失、足部アーチの乱れなどの足部の異状を放置することは外反母趾や骨格変形などの重大な症状に発展する⁽¹⁾。これらを未然に防ぐため、X線検査を用いることで、足部の異状を発見し、対処している。しかし、X線検査には専用の装置が必要なため、設備や時間が制限される。さらに被験者に対する被曝の問題も多い。そこで本研究では後方下腿および踵部の体表画像をカメラで撮影し、踵骨傾斜角をはじめとした踵部および下腿の角度の画像解析によって足部の異状を発見する簡易的手法の検討を目的としている。今回は、踵部傾斜角および下腿形状と足圧分布の関連性について検討し、先行研究で行った形状パラメータのほか新たにパラメータを設定することで従来のパラメータとの比較を行い、より多くのパラメータの調査・策定を検討することで足圧分布データから判断される足部異状について、後方踵部画像で簡易的な判断が可能か検討した。

2. 計測モデル

2-1 従来手法

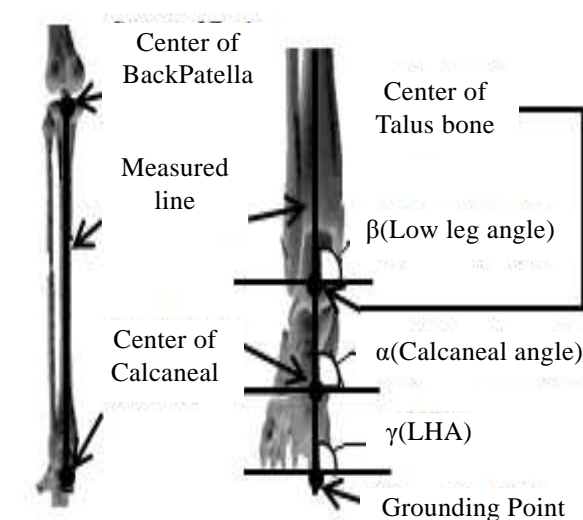
先行研究⁽²⁾で行った分析について述べる。

足部変形においては自身の体重が最も大きな負荷と考えられる。そこで、自身の体重を支える箇所が足部変形や足圧分布との関連が強いと考え、使用する画像データは立位静止時後足部のものでした。また、足部のアライメントの判断のため、踵骨傾斜角、下腿傾斜角、Leg-Heel Angle(以下LHA)を分析箇所とした。踵骨は立位静止時に人の全体重を支えている箇所であり、歩く際の要でありながら大きく負担をかけている箇所であることが理由である。踵骨の異状を疼痛などの自覚症状が引き起こされる前に検知することで、歩行障害など重篤な症状への発展を未然に防ぐ可能性があると考え、下腿から踵骨までの角度とした。角度分析は膝蓋骨裏面の midpoint を始点として、脛骨長軸、踵骨 midpoint と床の接地面を計測ラインと定義し、それぞれ計測ラインと踵骨最隆部中線のなす角を踵骨傾斜角⁽²⁾、距骨中線の

なす角を下腿傾斜角、下腿と踵骨の接地面を結んだ角をLHAとした。LHAは、偏平足、凹足の診断指標として用いられている。Fig.1に左足の計測モデルを示す。それぞれ α が踵骨傾斜角、 β が下腿傾斜角、 γ がLHAを示している。

2-2 実験環境

分析に用いる画像データは先行研究⁽²⁾から、後方40cmから三脚を用いてカメラを高さ18cmで水平に固定し撮影した画像16名分とした。床に白色のポリエチレンシートを敷き、その上に黒色のビニールテープを貼付し立位位置を示した。さらに被験者には、最も楽に立位できる足幅をとるように口頭で指示した静止画の撮影には、市販のNikon製コンパクトデジタルカメラを使用し、画像の解像度は4608×3456pixelとした。なお、倫理的配慮とし、実験の参加者には事前に実験内容と注意点について説明を行い被験者の同意を得た。



(a)Whole Picture (b)Zoom Picture

Fig.1Analyzed_Model⁽³⁾

3. 従来モデルの問題点

従来のモデルおよび先行研究で用いた角度パラメータは被験者の後足部に貼付したマーカをそれぞれ基準とし、傾きを示すものであった。水平からの計測パラメータは分析の際に撮影場所の傾きなどの撮影ノイズを含むことがあり、先行研究ではその影響を抑えるために撮影条件を細かく制限し、さらにコンピュータ上で画像の傾きを編集ソフトなどで手動補正する必要があり、問題であった。

また、データの統一を図るため下腿や足部などの解析用画像撮影時には両足の踵をそろえることが一般的であるが、実際の生活では立位時にそのような姿勢をとることは稀であるため、新たなパラメータとして検討する余地があると考えた。

4. 新パラメータモデルの検討

この問題点を解決するには、被験者に貼付したカラーマーカ3点を利用し、被験者個人の相対角度を求めることが必要であると考え、新たな計測モデルを作成し、特徴パラメータとして機能するかを検討した。これは膝蓋骨の midpoint から垂線を引きそこからそれぞれ踵骨、距骨を結んだ角度とした。

Fig.2 に従来の角度計測モデルとの比較を同一被験者の左足の画像を用いて示す。

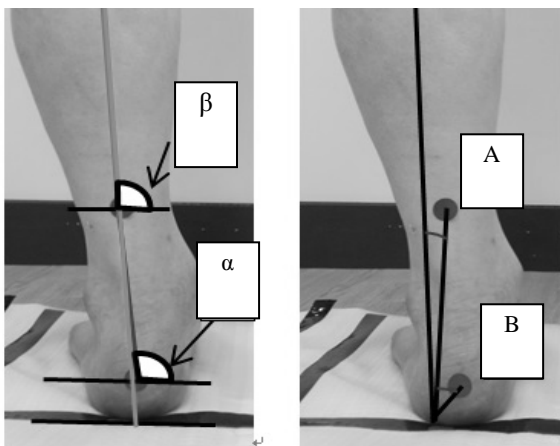


Fig.2 Model_Comparison
(a)Analyzed_Model, (b)New_Model

また、自然な体位に骨変型に繋がる特徴的なパラメータがあるのではないかと考え、今回は足幅を統一することを避け被験者の自由とし、足幅についても分析を行った。角度および足幅の分析は先行研究と同様、生体画像用解析ソフト ImageJ を利用した。

5. 足圧分布による分類

骨変型の兆候を判断する要素として、画像解析をするにあたり事前に被験者の足圧分布データを取得し、それぞれ正常群、浮き指群、扁平足群の3群に分類し画像解析を行うことでそれぞれの群に対応した特徴パラメータを検討した。なお、足圧データの取得には Midi Captures 社製の Twin99 を用い、開眼で45秒間の立位静止状態のデータを取得した。

6. 結果

新パラメータの分析結果を Table1, Table2 に示す。

なお、足幅については単位が独自のものであるが、今回解析を行った ImageJ の仕様である。

Table 1 Right-FootAverage

Right Angle Average(mean±S.D)			
	A[deg]	B[deg]	FootBredth[point]
Float-Finger	1.98±1.34	12.89±3.19	818.92
Flat-Foot	3.77±2.54	17.91±8.16	940.88
Normality	5.32±3.01	13.62±8.91	842.55

Table 2 Left-FootAverage

Left Angle Average(mean±S.D)			
	A[deg]	B[deg]	FootBredth[point]
Float-Finger	2.25±0.65	14.37±10.65	818.92
Flat-Foot	9.30±8.63	22.08±19.77	940.88
Normality	5.67±2.70	20.82±6.10	842.55

この結果、角度 A について左右両側とも浮き指群が正常群より角度が小さく、反対に扁平足群は正常群と比較し角度が大きい傾向があることが分かった。角度 B については左足に同様の傾向が見られたが、右足では浮き指群と扁平足群の間に傾向が見られなかった。足幅については正常群と比較し、扁平足群が大きく浮き指群は小さい傾向が見られた。

7. 考察

角度 A, B については、下腿長軸から骨の位置が外れることでこのような値になったことが考えられる。

足幅については、正常群と比較し、値の大きな扁平足群は土踏まずが接地し接地面積が広く、値の小さな浮き指群は指が接地しないため接地面積が狭いと言える、そのため接地面積の大きさや重心との関連が考えられる。

8. おわりに

本研究は、簡易的で安全な骨変形の早期発見手法構築の基礎検討として、後方からの解析パラメータと足圧分布の関連を検討した。結果、有意差は見られなかったが浮き指と扁平足について特定の角度が増減する傾向が見られ、判断パラメータとしての可能性を示唆した。また、立位時の足幅についてはそれぞれの群で異なる傾向を確認した。

今後は、この結果をもとに、パラメータの調整が可能な判断モデルの構築を行っていく。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 23300213,24500658 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 田中則子, 佐藤哲大, 湊小太郎, 吉田正樹, “前足部横アーチの機能評価の試み”, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE, ME とバイオサイバネティクス vol. 110, no. 226, pp. 13-16, 2010.
- (2) 櫻井暁洋, 大矢哲也, 山下和彦, 小山祐徳, 川澄正史, “後足部画像解析と足圧データを用いた骨変型早期発見手法の提案”, 電子情報通信学会 ISS 特別企画予稿集, p. 139, 2014.
- (3) IPA “教育用画像素材集サイト” available from <http://www2.edu.ipa.go.jp/gz/> (accessed-2014-7-10)