

## 学 位 論 文 要 旨

研究題目 Development of a novel evaluation method by mathematical anatomy for foot bone alignment displacement using x-ray radiographs.

(レントゲン画像を用いた足部骨配列変位の数理解剖学的評価法の開発)

先端医学研究所神経再生研究部門 (指導教授又は医学研究科紹介教授 中込 隆之 )

氏 名 丸 山 陽 介

【はじめに】足部アーチは体重の支持や地面からの衝撃を吸収する機能を有し、その評価法は体表評価法とレントゲン画像評価法に大別され、それぞれ多く存在する。しかし、評価法間の結果や判断基準に差異があり、簡便で再現性、正確性の高い手法の開発が求められている。【方法】足部内側縦アーチ評価法として、レントゲン画像に対して 2 次元高速フーリエ変換 (2D-FFT) による足部骨配置の幾何学的形状解析法を開発した。手法は ImageJ 画像解析ソフト (National Institutes of Health) により足部側面レントゲン画像を解析するもので、画像の読み込み、解像度の調整、水平化を実施後、解析のための関心領域を中足骨と足根骨に定め 2D-FFT 演算処理し、得られた 2D-FFT 変換画像から評価を行った。また、妥当性を確認するため、研究への同意を得た健常成人 60 名に対し、アーチ高率に基づき 3 群 (低アーチ群・正常アーチ群・高アーチ群) に分類し比較した。【結果】2D-FFT 変換画像上に座標の第 1 象限から第 3 象限まで原点を通る一定の方向性を持つ高強度のパワースペクトル集団が得られた。この低周波領域におけるパワースペクトルの x 軸からの傾き角度 (Foot Bone 2D-FFT Angle) を評価尺度として用いた。アーチ高率の異なる 3 群の Foot Bone 2D-FFT Angle では低アーチ群は高角度、続いて正常アーチ群、高アーチ群の順で角度鈍化を示した。更にパワースペクトルの方向成分を推定するため、サンプル#36 (第 1 中足骨傾斜角  $20.07^{\circ}$ ) の 2D-FFT 画像の第 1 象限および第 3 象限に広がる高強度スペクトルを楕円体形状にフィルターを設定し、フィルター外側の高周波成分と内側の低周波成分に対し逆高速フーリエ変換 (IFFT) を試みた。低周波成分の IFFT は、足骨の空間的配置画像を示し、その画像の二値化を行い、元のレントゲン画像に重ねると第 1 中足骨と一致することが確認できた。これは Foot Bone 2D-FFT Angle が第 1 中足骨傾斜角と関係があることが推定された。【考察】2D-FFT による解析により内側縦アーチの数理解剖学的異同について仮説を立てることができた。本法は 1 回の角度測定で終わるため、複数の手動測定を伴う従来法より介入頻度が少なく、速度、精度、および客観性での利点が想像される。今後、症例数を増やし、パワースペクトルが示すものを特定し、他法との関連性、本法の評価者間・評価者内信頼性と妥当性を明らかにし、様々な条件下での観察を予定している。将来、足部変形の病因、機能的メカニズムの理解に寄与し患者評価や予後予測の一助となることが期待される。