

論文要旨

学位論文題目

「足底圧に基づく変形性膝関節症の非侵襲評価法」

氏名 安在 絵美

要旨：

変形性膝関節症（以下、膝 OA）は、膝関節の変形により疼痛を伴い、重度になると歩行困難をきたす。患者数は国内で 2530 万人（うち有症状有病者数は約 800 万人）と推定され、潜在患者を含めた有病者数は非常に多い。高齢者の QOL を維持するうえで、膝 OA 者の早期発見・重症化予防対策は喫緊の課題であると言える。しかしながら、膝 OA の重症度評価は X 線に基づく評価が主流であるため、症状が進行してから発見される場合が多い。このことから、医療機関以外の地域でも利用可能な早期発見・評価法が求められる。

過去の研究においては、膝 OA 者の重症化に伴い歩行時の膝関節の力学的負荷が増大していることが報告されており、歩行時の力学的異常が膝 OA の発症・進行に関与していることが示唆されている。また、膝 OA の下肢アライメント変化に伴う動的变化によって、隣接関節である足部や股関節等への二次的な影響が考えられる。すなわち足部―膝関節間の下肢運動連鎖に基づき膝 OA の重症度を推定できると考えた。本研究では、膝 OA の重症度に関与する足部形態や歩行時の動的足部機能を検討することとし、X 線による医学的指標と疼痛・QOL 評価指標を用い、それぞれの重症度パラメータに関連する因子の抽出と重症度予測モデルの構築を目的とした。

本研究では、地域高齢者を対象とした重症度推定モデルの確立を目指すにあたり、①評価手法の開発、②臨床評価実験によるモデル構築、③地域在住高齢者を対象とした横断の実験を実施した。本論文は①～③の内容を含め、以下に示す 7 章で構成される。第 1 章では上記に述べた社会的背景と本研究の位置づけおよび新規性を述べた。

第 2 章では、我々の先行研究で開発したインソール型足底圧計測デバイスを用いた静的・動的足部機能評価手法を検討した。本装置は立位時および歩行時の足底圧評価が可能であり、既存装置との精度が確認されている。加えて、高齢者を対象とした日常的環境下での評価が可能であることから本デバイスを採用した。本研究では、膝 OA の静的・動的足部運動を捉えるためのアルゴリズムを組み込み、発展させた。さらに、自動解析ソフトウェアを開発することにより、より大多数被験者を対象とした実験を展開できるよう構成した。

第3章では、膝 OA 患者を対象に X 線による重症度評価、インソール型足底圧計測デバイスによる足部・歩行機能評価、その他理学検査を行い、重症度指標である大腿骨脛骨角(FTA)の関連因子を調べた。そして、歩行・足部機能を従属変数とし、回帰分析による FTA 予測モデルの構築を行った。結果より、重症化に伴い、歩行速度の低下、単脚支持期間の減少、中足部足底圧の増加が見られた。推定モデルでは、独立変数として歩行時の単脚支持時間と立位時の中足部足底圧が挙げられた。以上より、膝 OA の重症度に関連する足部・歩行機能の因子を明らかにし、医学的重症度に対するモデルを構築した。

4章では、地域在住中高年者 507 名を対象に横断的研究を実施した。3章で明らかにできなかった膝 OA 群と対照群の歩行機能・足部構造パラメータの違いを検討した。結果より、膝 OA 群は対照群に比べ、立位時中足部の荷重増加が見られた。歩行時については歩行速度の低下、単脚支持期間の減少、足部アーチ高（土踏まず高）の低下が見られた。これらの結果は3章の重症度と関連のある結果と一致しており、膝 OA は足部形態および歩行運動時において回内足傾向であることが認められた。

第5章では、膝 OA の疼痛と歩行機能との関連について検討した。膝 OA の疼痛は主訴の一つであるが、先行研究において、医学的重症度と疼痛・QOL レベルは必ずしも一致しないことが報告されている。この要因の一つとして、疼痛は日常活動等の動作との関連が深いことから、動的パラメータが関与することが考えられた。過去の研究において、歩行時足底圧から得られる足底圧中心のカーブ形状によって足部の動的な回内外運動を捉えられることが示唆されている。本実験では、これを定量化した Center of pressure excursion index (CPEI)を応用し、被験者 79 名を対象に、膝の疼痛評価および QOL 評価を実施し、CPEI との関連を検討した。歩行時の回外運動が疼痛と関連している可能性を示唆した。

6章では、以上に示した結果を受け、本研究の意義と今後の展望、本研究の限界について述べた。7章では結論を述べた。

先行研究では、運動学的解析を行い、膝 OA 者の膝の動態異常に関する有力な知見を得ている一方で、計測環境が限定的であり、地域でのスクリーニングへの活用が課題とされている。本研究の手法を用いることで健診等への応用が可能であり、早期発見に寄与すると考える。さらに、最近の研究で膝 OA 者特有の足部特徴が明らかにされつつあるが、静的環境下における評価が主であり、動的・静的両面からの足部評価の見解はまだまだ十分に得られていない。動的・静的両面からの足部機能・歩行機能特性を明らかにしたこと、医学的重症度および疼痛の両面との関連性を検討し、関連因子を明らかにしたことは本研究での新しい見解であると言える。