

第二次審査（論文公開審査）結果の要旨

The optimal alignment of the tibial implant in unicompartmental arthroplasty using 3-dimensional finite analysis

三次元有限要素解析を用いた片側置換型人工膝関節における
脛骨インプラントの至適アライメントに関する検討

日本医科大学大学院医学研究科 整形外科学分野
大学院生 笹谷 勝巳

Journal of Nippon Medical School 第 87 卷 第 2 号 掲載予定

DOI: 10.1272/jnms.JNMS.2020_87-202

変形性膝関節症は膝関節に生じる退行性変化であり、重症化に伴い疼痛や可動域制限、動揺性を生じるため歩行機能を中心とした日常生活に著しい障害を生じることとなる。

片側置換型人工膝関節置換術(UKA)は変形性膝関節症に適応される手術手技のひとつである。過去には成績不良例の報告が多くなされたこともあった手技であるが近年、手術手技の向上やインプラントの改良、適切な手術適応の選択などにより良好な成績が報告されている。UKA は全置換型人工膝関節置換術(TKA)に比べて骨や靭帯の温存といった低侵襲性により術後の早期回復や高い患者満足度が期待される一方、脛骨インプラントの早期の沈下や緩み、脛骨内側顆部骨折などといった特有の合併症も報告されている。その原因の一つとして脛骨インプラントの設置アライメントの問題があるが、その至適な設置アライメントについては未だ結論を得ていない。

申請者は、任意の条件下に構造物の力学的環境を再現し解析することが可能である三次元有限要素解析法を用いることによって UKA 後の脛骨近位部の応力解析を行い、脛骨インプラントの前額面及び矢状面における至適な設置アライメントを検討した。

内側型変形性膝関節症の CT-DICOM データをもとに、UKA 後の脛骨近位部の三次元有限要素モデルを作成した。脛骨インプラントの設置角は脛骨長軸に対して前額面で中間位及び内外反 5°、矢状面で後傾 0° 5° 10°とした。各条件下で脛骨インプラントと脛骨骨切り面には緩みのある状態と緩みのない状態を再現した。脛骨遠位端を固定し、脛骨長軸方向に内外顆均等に計 1500N の荷重を加え、インプラント直下の脛骨近位部の応力分布の変化を解析した。脛骨インプラントの沈下や緩みはインプラント直下の軟骨下骨の破綻により生じ、脛骨内側顆部骨折は脛骨近位内側皮質の破綻により生じると考えられ、同部位の応力変化の解析を中心に行った。

解析の結果、UKAにおける至適な脛骨インプラントの設置アライメントは、前額面においてはインプラント直下の軟骨下骨の応力解析より中間位から軽度の外反位設置が望ましい結果であったが、外反位設置とした場合には緩みを生じると脛骨内側皮質に応力集中が生じ脛骨内側顆部骨折のリスクが上昇するという結果も得たため、総合的に中間位が前額面における至適設置アライメントであると考えられた。また矢状面においてはインプラント直下の軟骨下骨の応力解析から本来の脛骨の後傾角を再現することが望ましいと考えられた。

第二次審査にて、UKAとTKAにおける脛骨インプラント設置アライメントの臨床的意義の違い、骨モデルにおける個体差、臨床応用、今後の研究の発展性について幅広い質疑が行われたが、いずれも的確な回答がなされ、申請者は本研究に関する十分な知識を有していることが理解された。また本研究は三次元有限要素解析を用いてUKA後の前額面、矢状面の両面における脛骨インプラントの設置アライメントを解析した点に新規性を認め、今後のUKAの手術手技の改善に寄与すると考えられた。

以上より、本論文は学位論文として価値あるものと認定された。