

論文要旨

[学位論文の題名]

イメージマッチングに基づく全人工股関節置換術前後に対する動態解析の応用

[氏名]

王 亦峰

[学位論文の要旨]

本論文では、生体膝関節および人工膝関節を対象とした動態解析技術を応用しており、全人工股関節置換術（Total hip arthroplasty, THA）前後における日常生活動作およびスポーツ動作の動態評価、カップとステムの接触シミュレーション評価を行った。

第 1 章では、本論文の目的を明確にし、研究背景について述べる。さらに、第 2 章以降における本論文の構成について述べる。

第 2 章では、股関節の運動力学について股関節、骨および靭帯の解剖学的構造、さらに、THA で用いられる人工股関節の置換位置とその機能について概説する。

第 3 章では、本論文で使用した動態解析技術手法について述べる。第 3.1 節では、対象とした動作の 1 方向 X 線動画像、および CT 画像から構成した投影シミュレーション像を用いて、画像相関を利用した生体関節の動態解析手法について概説する。第 3.2 節では、解析対象動作の 1 方向 X 線動画像上のインプラントの輪郭画像と人工関節の 3 次元形状データから得る投影シミュレーションした像を利用した人工関節の動態解析手法について概説する。第 3.3 節では、生体関節および人工関節を対象とした動態解析手法の精度検定および有用性について概説する。精度検定により、本手法は 0.28mm, 0.30deg 以内の精度を有していることを確認した。

第 4 章では、各解析結果における評価手法について述べる。第 4.1 節では、股関節における動態解析結果に対する評価手法を概説する。股関節の動態解析評価は、6 自由度運動の評価および絶対座標系を対する骨盤、大腿骨が示す回転運動評価を行った。第 4.2 節では、THA 前後の動態解析結果に対する評価手法について概説する。THA 前後の相対座標系を統一するため、THA 後の CT 画像データを基に骨盤、大腿骨のグレースケール 3 次元モデルを構築し、グレースケール 3 次元モデルよりインプラントの形状のみを抽出し、インプラントの置換位置の推定を行い、相対座標系の定義した。第 4.3 節では、THA 後 6 自由度解析結果を基に、各姿勢は CAD モデルで再現し、インプラント同士の最接近距

離評価手法について概説する。インプラント同士の最接近距離評価は、骨盤に埋めたライナーとステムのネックの最接近距離を計測した。第4.4節では、6自由度解析結果から得るCADモデルデータとインプラント同士の最接近距離を用いて、カップとステムの接触シミュレーション評価手法について概説する。カップとステムの接触シミュレーション評価は、カップの外転角および前方開角とステムの前捻角を組み合わせしてシミュレーションを行い、ライナー・ネックの最接近距離を評価した。

第5章では、THA前後の日常生活動作およびTHA後のスポーツ動作を対象とした動態解析を行い、対象動作ごとの動態評価について述べる。第5.1節では、日常生活動作における坐位からの伸展動作、体幹ひねり動作およびスポーツ動作におけるサイクリング動作を対象となる、被験者のCTにおける撮影方法、および各対象動作におけるFPDの撮影方法を概説する。第5.2節では、THA前後における坐位からの伸展動作の動態解析結果および考察について述べる。THA前後における6自由度動態解析の屈曲/伸展の回転運動および骨盤が示す前傾/後傾の回転運動の結果において、坐位からの伸展動作では初期姿勢で体の重心が後方にあると考えられ、伸展運動に伴い体の重心を前方に移動させていると推察できる。さらに、深屈曲位においてOA股関節の大腿骨の可動域が制限されるため、骨盤が後傾していることより深屈曲動作を再現できた。第5.3節では、THA前後における体幹ひねり動作の動態解析結果および考察について述べる。THA前後における6自由度動態解析の内旋/外旋の回転運動および骨盤が示す右側回旋/左側回旋の回転運動の結果において、骨盤の回旋域を拡大することより股関節の可動回旋域の改善を捉えることができたと考えられる。体幹ひねり動作における骨盤の回旋域に影響を与えると考えられ、大腿骨が骨盤とともに回旋することにより骨盤の回旋域を得ることができた。第5.4節では、THA後におけるサイクリング動作の動態解析結果および考察について述べる。カップとステムに関する接触シミュレーションの結果より、ステムの前捻角度およびカップの前方開角度の大きい端に、カップの外転角度が減少した場合、インピンジメントの危険性が高くなることができた。

第6章では、以上の研究についてまとめを行う。