

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	桐 山 善 守
主 論 文 題 目： 腰椎運動解析のための屍体実験装置と筋骨格靱帯モデルの開発				
(内容の要旨) 生体内における腰椎の姿勢データの取得は、製品設計や労働条件の評価および疾患の治療や予防法の確立にとって基礎的な課題である。このため本研究では、筋張力を負荷できる屍体実験装置と生体内負荷条件を推定できる筋骨格靱帯モデルを開発し、両者を連携させて動作時の腰椎姿勢を計測した。屍体実験装置の筋張力は、サーボアクチュエータにより時系列に制御した。また、筋骨格靱帯モデルは剛体とばね要素により構築し、動作時の腰椎姿勢と筋張力の推定を行った。これらを用いて新鮮屍体腰椎に生体模擬動作を行わせ、屍体実験装置と筋骨格靱帯モデルの有効性を確認した。さらに本モデルを用い、高齢者に多発する変性側弯症のための腰椎固定インプラントの評価を行った。 第1章では、屍体実験とモデル解析の必要性を示し、本研究の目的を示した。 第2章では、模擬筋駆動型屍体実験装置の設計仕様と機能を示した。筋張力はサーボアクチュエータで制御するワイヤ張力で再現した。屍体腰椎に胸郭と骨盤を模擬したフレームを取り付け、これを筋の解剖学的走行に従ってワイヤで牽引する。屍体実験装置のランプ応答から、準静的な動作では入力通りに張力が発生できることを確認した。 第3章では、筋骨格靱帯モデルの構成と姿勢および筋張力の計算方法について示した。椎骨は剛体とし、靱帯と椎間板は112本のばね要素でモデル化した。準静的な動作では、筋は張力のみを発生するものと仮定し、腹直筋、左右内・外腹斜筋、左右脊柱起立筋の計7筋を模擬した。ある姿勢をとる時の筋張力は冗長なため、計測した実際の姿勢変化を与え、最適化手法によって目標姿勢を達成するための時々刻々の筋張力を求めた。 第4章では、屍体腰椎の姿勢計測法と筋張力の負荷実験結果を示した。屍体腰椎の椎骨に3つの反射標点を取り付け、3台の空間座標計測カメラで椎骨姿勢を計測した。計測誤差は並進0.8mm、回転0.5°であり、十分な精度を有する。新鮮屍体腰椎2体に対して動作時の筋張力を負荷した時の姿勢変化を計測した結果、前屈、側屈、回旋角度は、目標とする運動の90%以上の角度に到達した。また、7筋で全ての方向の運動を実現でき、筋張力、筋走向、上半身重量が適切に設定されていることがわかった。 第5章では、剛体ばねモデルで模擬した固定インプラントと筋骨格靱帯モデルを組み合わせ、側弯症に対する固定インプラントの評価を行った。右側の椎弓根にのみスクリューを刺入する場合は十分な矯正姿勢が得られず、左右の椎弓根にスクリューを刺入する場合でも1つとびの椎弓根にスクリューを刺入する場合は、スクリューの緩みが予想された。これらは臨床知見とも一致し、本手法が術式の事前評価やインプラント設計に応用できることが示された。 第6章では、本論文で得られた知見をまとめ、結論を示した。				