

授与機関名 順天堂大学

学位記番号 甲第 1982 号

Use of nonlinear finite element analysis of bone density to investigate the biomechanical effect in the bone around intervertebral cages in posterior lumbar interbody fusion

(後方経路腰椎椎体間固定術における椎体間ケージが周囲骨に及ぼす生体力学的影響 : 骨密度を考慮した非線形有限要素解析を用いて)

佐藤 達哉 (さとう たつや)

博士 (医学)

論文内容の要旨

後方経路腰椎椎体間固定術 (Posterior lumbar interbody fusion: PLIF) におけるケージの沈み込み予防と良好な骨癒合を目的とする、ケージ沈み込みの機序についてはこれまでにほとんど議論されていなかった。本研究の目的は、高齢者骨粗鬆症性椎体を使用し、有限要素解析によるシミュレーションで初めてケージ沈み込みの機序について言及することである。

患者特異的有限要素モデル作成のため、骨粗鬆症と診断された 72 歳女性の腰椎 Computed Tomography の DICOM データを 3 次元有限要素解析プログラムである Mechanical Finder (MF) (version 7.0, Extended Edition, RCCM Co. Ltd., Japan) に取り込み、L2-5 椎体に対して関心領域を設定し、インプラントを模擬しない解剖学的構造の数値モデル (LS-INT) と L3/4 間にケージを使用した PLIF を模擬した解剖学的構造の数値モデル (LS-PEEK) を作成した。これらのモデルに荷重とモーメントを与え、(1) ケージ接触部周囲骨の相当応力分布、(2) L2-5 椎体における損傷要素分布、(3) ケージ接触部周囲骨の相当塑性ひずみ分布について評価した。

(1) より、LS-PEEK は、LS-INT と比較して、全荷重条件下で L3 椎体下面、L4 椎体上面にかかる相当応力は大きかった。また、LS-PEEK は、全ての条件下でケージ接触部位に応力集中している傾向があった。(2) より、両モデルとも L3, L4 椎体に損傷要素が集中しており、LS-PEEK は、LS-INT と比較して L3 椎体ケージ接触部位後方、L4 椎体ケージ接触部位後方の順にケージ周囲に沿って損傷要素が増加していた。(3) より、荷重増分とともに、LS-PEEK の L3 椎体下面において、ケージ後方のエリアから前方へ、徐々にケージに沿って相当塑性ひずみの高い部位が拡大していた。

高齢者の骨粗鬆症性椎体に対する PLIF において、PEEK 製ケージの使用により生じた局所的な応力集中が、ケージ周囲の脆弱化した骨粗鬆症性椎体の微視損傷の発生と累積の原因となり、それらの損傷によりケージの沈み込みが生じることが示唆された。