

厚生労働科学研究費補助金 難治性疾患政策研究事業
分担研究報告書

胸椎後縦靱帯骨化症 (OPLL) に対する後方固定術後の骨化層の応力分布変化
-3次元有限要素解析(FEM)-

研究分担者 藤林 俊介 京都大学整形外科 特定教授

研究要旨 胸椎 OPLL に対して、インストゥルメンテーションを用いた後方固定術を行うと、術後骨化層の不連続部が癒合することがある。これは固定により不連続部の応力負荷が減少することに起因すると考えられているが、実際に同部位に掛かる応力を調査した研究はない。本研究では、詳細な有限要素モデルを作成することで、その応力分布の変化を再現し、固定方法の違いにより生じる応力変化の違いを調査した。

A . 研究目的

胸椎 OPLL に対して後方固定術を行うと、術後骨化層の縮小や骨化層の不連続部に癒合が起こる症例報告がある。骨化層の応力減少による現象と考えられているが、それを証明した報告はない。本研究の目的は胸椎 OPLL に対する後方固定術後の骨化層の応力分布の変化を、有限要素モデルを用いて明らかにすることである。

B . 研究方法

本来脊椎は複雑な運動機構を有しており、多椎体の解析になると、FEM 解析は考慮すべき要素が多く妥当性確認も単純でない。そのため今回は 2 椎体の FSU(Functional Spinal Unit)でモデル作成を行った。胸椎 OPLL 患者の CT データを元に正確な有限要素モデルを作成し、このモデルにインプラントを埋入するなど条件を調整しながら OPLL 部分にかかる負荷を検討した。骨や OPLL 部は Keyak の換算式に基づき CT 値を用いて材料特性を決定し、靱帯はトラス要

素を用いて再現し、椎間板・髄核などは既報告の材料特性を使用した。インプラント形状は STL データで作成し、チタン合金の材料特性を使用した。元のモデル、インプラント(スクリューとロッドのみ)を挿入したモデル、後方の除圧を行いインプラント(スクリューとロッドとクロスリンク)を挿入した 3 モデルで比較検討を行った。

C . 研究結果

インプラントを挿入することで、OPLL 部に掛かる応力が元のモデルに比較して減少した。しかしスクリューと骨の摩擦係数が低下する、すなわち緩みを生じている状態であれば OPLL 部の応力は徐々に増加し、摩擦係数が 0.20 の段階で後方除圧を行ったモデルでは元のモデルよりも応力が増加した。後方を温存してインプラントを挿入した場合、元のモデルより OPLL 部での応力が増加することはなかった。

D . 考察

OPLL 不連続部への応力は内固定を行なってもスクリューの緩みがあれば増加することが分かった。また、後方要素を残している事は骨化部への応力低減に重要であることが分かった。

E . 結論

患者 CT を利用した胸椎 OPLL の臨床モデルで手術法の違いによる骨化層不連続部に掛かる応力を調査した。実際の臨床では除圧操作を要する場合も多いが、続いて強固な内固定を行うことがその後の骨化増大を防ぎうることを示唆した。

F . 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載

G . 研究発表

1. 論文発表

Kimura H, Fujibayashi S, Takemoto M, Otsuki B, Matsuda S. Spontaneous reduction in ossification of the posterior longitudinal ligament of the thoracic spine after posterior spinal fusion without decompression: a case report. Spine. 2014 15;39(6):E417-9

藤林 俊介、木村 浩明、清水 孝彬・他 . 胸椎後縦靭帯骨化症に対する広範囲固定術後の骨化巣の応力分布変化-三次元有限要素解析 . 整形外科 2018 ; 69;565-571

2. 学会発表

なし

H . 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

未定

3. その他

なし