

授与番号	甲第 1868 号
------	-----------

論文内容の要旨

Effect of lumbar anterior longitudinal ligament rupture on initial instrument fixation: a three-dimensional finite element method study

(初期器械固定における腰椎前縦靭帯損傷の影響：三次元有限要素法による研究)

(楊寛隆, 遠藤寛興, 山部大輔, 千葉佑介, 及川諒介, 村上秀樹, 土井田稔)

(Journal of Iwate Medical Association 74巻, 2号, 2022年6月掲載)

I. 研究目的

近年, 成人脊柱変形に対して側方進入腰椎椎体間固定術を併用した手術による良好な成績が報告されている一方, 術中術後合併症についての報告も散見される. 術中合併症の一つとして腰椎前縦靭帯(anterior longitudinal ligament ; ALL)損傷があり, これに伴う術後 instrumentation failure 症例も報告されている.

本研究では, 3次元有限要素法を用いて術中 ALL 損傷により椎間不安定性と instrument への負荷がどの程度生じるのか検証した.

II. 研究対象ならび方法

共同研究施設の倫理審査委員会から承認を受け同意を取得した成人女性の全脊椎 CT 画像から有限要素法解析ソフト Simpleware Scan IP を用いて、皮質骨と海綿骨を分けた腰椎 (L1-5), 仙骨, ALL, 後縦靭帯, 黄色靭帯, 椎間板 (線維輪, 髓核) をモデル化した 3次元有限要素法脊椎モデルを作成した. また至適に instrument を作成し L1-S 固定モデルとした. 材料定数は, 文献値を参考に設定した. 境界条件は, 拘束条件として仙骨を固定し L1 に生理的伸展を再現するように荷重条件を与えた.

このモデルに対し側方進入腰椎椎体間固定術でケージを挿入するように L3/4 高位に椎間板部分切除を施行したモデル, また同高位で ALL を 25%ずつ損傷したと想定したモデル (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) を作成し, 計 20 個の腰椎モデルを準備した. これらにおいて, 伸展方向への変位量(mm)と椎間板、スクリュー周囲の椎体, instrument へのかかる von Mises 応力(MPa)を評価した.

Ⅲ. 研究結果

ALL 損傷率が上昇するにつれ損傷高位において椎間板，スクリュー周囲の椎体，instrument への応力が上昇した．また instrument への応力は損傷高位と隣接する高位においても ALL 損傷率が上昇するほど応力が上昇した．ALL 損傷率が上昇するほど伸展方向への変位量が増加した．

Ⅳ. 結 語

ALL 損傷による脊椎不安定性への影響を 3 次元有限要素法を用いて解析した．ALL 損傷の程度が増加するほど脊椎不安定性が生じ組織と instrument への負荷が上昇した．ALL 損傷は術後 instrumentation failure のリスクとなり得ること示されたため，術者は不用意な ALL 損傷を起こさないよう注意を払う必要がある．

論文審査の結果の要旨

論文審査担当者

主査 教授 前田 哲也 (内科学講座：脳神経内科・老年科分野)

副査 教授 土井田 稔 (整形外科科学講座)

副査 講師 丸山 盛貴 (整形外科科学講座)

(研究のテーマ設定に至る経緯とそれに関する作業仮説 1-2 行)

術中合併症の一つである腰椎前縦靭帯(anterior longitudinal ligament ; ALL) 損傷と術後 instrumentation failure との関係性についての研究はなく検証する余地がある。

(研究の方法の概説 1-2 行)

成人女性の CT 画像から腰椎モデルを作成し三次元有限要素法による応力解析を行った。

(得られた結果の概略 1-2 行)

ALL 損傷が増すほど、椎間、スクリュー周囲の椎体、インストルメントの応力は上昇し、伸展方向への変位量も増加した。

(研究の意義や価値 1-2 行)

術者は術中の不用意な ALL 損傷に留意する必要があること、また ALL を意図的に切除する手術手技においては椎体不安定性を生じないような追加手技が必要であることを啓蒙する研究となった。

試験・試問の結果の要旨

側方侵入腰椎椎体間固定術の合併症として前縦靭帯損傷について、術後椎間不安定を予測することの重要性を三次元有限要素法を用いて検討した研究で、方法の特徴、本研究の新規性等に関して、背景理論の理解および研究方法の妥当性と結果の解釈について試問を行い適切な解答を得た。学位に値する学識を有していると考え、また論文作成にあたり剽窃・盗作等の不正を認めないことを確認した。

参考論文

1) 保存的治療で改善した両側先天性膝関節脱臼の 1 例

(楊寛隆他 4 名と共著)

日本小児整形外科学会雑誌, 28 巻, 1 号 (2019) : p66-71.

2) 胸腰椎後方固定術後に akinesia を発症した 1 例

(楊寛隆他 7 名と共著)

東北整形災害外科学会雑誌, 59 巻, 1 号 (2016) : p44-47.