

(様式3号)

## 学位論文の要旨

氏名 中島 大介

〔題名〕

Finite element analysis of compression fractures at the thoracolumbar junction using models constructed from medical images.

(医用画像より作成した胸腰椎移行部圧迫骨折の有限要素法解析)

〔要旨〕

【目的】

椎体骨折は胸腰椎移行部に好発し、多くは軽度の変形を残したまま治癒するが、続発性椎体骨折のリスクが高くなる。様々な臨床・基礎研究が行われてきたが、実際の人々のCTから全脊椎モデルを作成し解析した報告は少ない。

我々は有限要素法全脊椎～骨盤3次元モデルを作成し、圧迫骨折を想定した変形を与えたモデルを構築し、しりもちを想定した荷重を与えた際の椎体の応力・ひずみ状態の解析を行うことで圧迫骨折のメカニズムを検討した。

【方法】

成人男性のCT画像を基に、頸椎から骨盤までの3Dモデルを有限要素法ソフトSimpleware ScanIPを用いて構築して正常脊椎モデルとし、圧迫骨折モデルとして各椎体頭尾側のなす角度が $\alpha=10^\circ$  および $20^\circ$  になるよう変形させ、第11胸椎 (T11)、第12胸椎 (T12) および第1腰椎 (L1) に圧迫骨折を生じたモデルを作成し、有限要素法ソフトLS-DYNAを用いてシミュレーションを行い、体重60kgを想定した1200 Nを頸椎・胸椎・腰椎を構成する節点に加え、荷重を与えた際の椎体の応力・ひずみ状態を調査した。

【結果】

正常脊椎モデルでは胸腰椎移行部・中位胸椎付近のひずみが大きい一方、椎体骨折モデルでは短時間の荷重では骨折部や隣接椎体にひずみが集中した。転倒を想定した荷重時間を延ばした解析では、隣接椎体だけでなく、中位胸椎にまでひずみ領域が広がった。

【考察】

本研究では、靭帯・筋肉を考慮しておらず、前傾姿勢を骨盤のみで代償した点に限界があるが、続発性椎体骨折は骨折部周囲で生じやすく、胸椎にも起こる可能性があるという結果は、従来の臨床結果及び研究結果と合致するものであった。この結果胸腰椎移行部圧迫骨折のフォローでは胸椎及び隣接椎体の観察も必要である事が分かり、またCT画像から作成したモデルが今後様々な解析に使用できる可能性があることが分かった。

作成要領

1. 要旨は、800字以内で、1枚でまとめること。
2. 題名は、和訳を括弧書きで記載すること。

学位論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 第 1503 号	氏 名	中島 大介
論文審査担当者	主査教授	鈴木 倫保	
	副査教授	伊東 克能	
	副査教授	田 口 敏彦	
学位論文題目名 (題目名が英文の場合は、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。) 医用画像より作成した胸腰椎移行部圧迫骨折の有限要素法解析			
学位論文の関連論文題目名 (題目名が英文の場合は、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。) Finite element analysis of compression fractures at the thoracolumbar junction using models constructed from medical images. (医用画像より作成した胸腰椎移行部圧迫骨折の有限要素法解析) 掲載雑誌名 Experimental and Therapeutic Medicine 掲載予定			
(論文審査の要旨)			
【目的】 椎体骨折は胸腰椎移行部に好発し、多くは軽度の変形を残したまま治癒するが、続発性椎体骨折のリスクが高くなる。様々な臨床・基礎研究が行われてきたが、実際の人の CT から全脊椎モデルを作成し解析した報告は少ない。我々は有限要素法全脊椎～骨盤 3 次元モデルを作成し、圧迫骨折を想定した変形を与えたモデルを構築し、しりもちを想定した荷重を与えた際の椎体の応力・ひずみ状態の解析を行うことで圧迫骨折のメカニズムを検討した。			
【方法】 成人男性の CT 画像を基に、頸椎から骨盤までの 3D モデルを有限要素法ソフト Simpleware ScanIP を用いて構築して正常脊椎モデルとし、圧迫骨折モデルとして各椎体頭尾側のなす角度が $\alpha=10^\circ$ および $20^\circ$ になるよう変形させ、第 11 胸椎 (T11)、第 12 胸椎 (T12) および第 1 腰椎 (L1) に圧迫骨折を生じたモデルを作成し、有限要素法ソフト LS-DYNA を用いてシミュレーションを行い、体重 60kg を想定した 1200 N を頸椎・胸椎・腰椎を構成する節点に加え、荷重を与えた際の椎体の応力・ひずみ状態を調査した。			
【結果】 正常脊椎モデルでは胸腰椎移行部・中位胸椎付近のひずみが大きい一方、椎体骨折モデルでは短時間の荷重では骨折部や隣接椎体にひずみが集中した。転倒を想定した荷重時間を延ばした解析では、隣接椎体だけでなく、中位胸椎にまでひずみ領域が広がった。			
【考察】 本研究では、靭帯・筋肉を考慮しておらず、前傾姿勢を骨盤のみで代償した点に限界があるが、続発性椎体骨折は骨折部周囲で生じやすく、胸椎にも起こる可能性があるという結果は、従来の臨床結果及び研究結果と合致するものであった。この結果胸腰椎移行部圧迫骨折のフォローでは胸椎及び隣接椎体の観察も必要である事が分かり、また CT 画像から作成したモデルが今後様々な解析に使用できる可能性があることが分かった。			
本研究は、有限要素法による脊椎圧迫骨折モデルにおける骨折のシミュレーションにおいて、従来の臨床結果と合致するものであること証明した論文である。よって、学位論文として価値あるものであると認めた。			