

(様式3号)

学 位 論 文 の 要 旨

氏名 三原 惇史

〔題名〕

The availability of three-dimensional finite element model analysis of brachial plexus injury
(3次元有限要素法を用いた腕神経叢損傷モデルの有用性)

〔要旨〕

腕神経叢損傷は重篤な障害や後遺症を残すことが多い。我々は有限要素法を用いて脊椎や脊髄の3次元モデルを作成し病態解析を行ってきたが、脊椎、上腕、胸郭、神経根、腕神経叢を一体とした有限要素法3次元モデルの報告はない。今回、腕神経叢モデルを作成し腕神経叢損傷の病態解析を行ったので報告する。

有限要素法を用いて脊椎、硬膜、神経根、腕神経叢、肋骨、肋軟骨、肩甲骨、鎖骨、上腕骨からなる3次元モデルを作成した。モデル作成ソフトはSynopsys社のSimpleware ScanIPを用いた。骨モデルはVisible Human Project (U.S. National Library of Medicine)のCT画像を基に、硬膜、腕神経叢モデルは解剖書などを参考にして作成した。臨床報告されている腕神経叢損傷の受傷機転を基に、JSOL社のLS-DYNAを用いて、頸部の後屈、頸部の側屈、頸部の回旋、上肢外転の4通りの挙動をモデルに加えた。それぞれの挙動に対して腕神経叢に加わるひずみを解析した。

頸部の後屈と側屈の際は、C5神経根と上神経幹にひずみが集中した。頸部の回旋では腕神経叢におけるひずみの集中は認められなかった。上肢の外転ではC7、C8神経根と下神経幹、中神経幹にひずみが集中した。

臨床的に腕神経叢損傷は上位型、下位型、全型の3通りに分類される。上位型は、強制的に頸部と上肢が反対方向に引き伸ばされると発生し、下位型は上肢を強制的に挙上あるいは外転させると発生するとされる。全型はいずれの受傷機転でも発生することがあり、加わる力が強いほど発生しやすいとされる。今回の解析では頸部の後屈と側屈でひずみの集中は上位型損傷のパターンを示し、上肢の外転で下位型損傷のパターンを示した。本モデルは受傷機転と損傷型について臨床的な報告と一致していた。この結果よりこの3次元モデルの有用性が証明され、今後このモデルは様々な病態生理の解析の一助となり得る。

学位論文審査の結果の要旨

令和2年6月30日

報告番号	甲 第 1586 号	氏 名	三原 惇史
論文審査担当者	主査教授	藤 田 晃	
	副査教授	坂 井 寿 司	
	副査教授	神 田 隆	
学位論文題目名 (題目名が英文の場合、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。)			
The availability of three-dimensional finite element model analysis of brachial plexus injury (3次元有限要素法を用いた腕神経叢損傷モデルの有用性)			
学位論文の関連論文題目名 (題目名が英文の場合、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。)			
Biomechanical analysis of brachial plexus injury: Availability of three-dimensional finite element model of the brachial plexus 掲載雑誌名 Experimental and Therapeutic Medicine (腕神経叢のバイオメカニカルな解析: 3次元有限要素法を用いた腕神経叢モデルの有用性) 第 15 巻 第 2 号 P. 1989~1993 (2018 年 2 月 掲載)			
(論文審査の要旨)			
<p>【目的】腕神経叢損傷は一度受傷すると重篤な障害や後遺症を残すことが多く、いまだ完全な回復は困難な障害である。我々は有限要素法を用いて脊椎や脊髄の3次元モデルを作成し病態解析を行ってきたが、脊椎、上腕、胸郭、神経根、腕神経叢を一体とした有限要素法3次元モデルの報告はない。今回、腕神経叢モデルを作成し腕神経叢損傷の病態解析を行ったので報告する。</p> <p>【方法】有限要素法を用いて脊椎、硬膜、神経根、腕神経叢、肋骨、肋軟骨、肩甲骨、鎖骨、上腕骨からなる3次元モデルを作成した。モデル作成ソフトはSynopsis社のSimpleware ScanIPを用いた。骨モデルはVisible Human Project (U.S. National Library of Medicine)のCT画像を基に、硬膜、腕神経叢モデルはMRI画像と解剖書などを参考にして作成した。臨床報告されている腕神経叢損傷の受傷機転を基に、JSOL社のLS-DYNAを用いて、頸部の後屈、頸部の側屈、頸部の回旋、上肢外転の4通りの挙動をモデルに加えた。それぞれの挙動に対して腕神経叢に加わるひずみをそれぞれ解析した。</p> <p>【結果】頸部の後屈と側屈の際は、C5神経根と上神経幹にひずみが集中した。頸部の回旋では腕神経叢におけるひずみの集中は認められなかった。上肢の外転ではC7、C8神経根と下神経幹、中神経幹にひずみが集中した。</p> <p>【考察】臨床的に腕神経叢損傷は上位型、下位型、全型の3通りに分類される。上位型は、強制的に頸部と上肢が反対方向に引き伸ばされると発生し、下位型は上肢を強制的に挙上あるいは外転させると発生するとされる。全型はいずれの受傷機転でも発生することがあり、加わる力が強いほど発生しやすいとされる。今回の解析では頸部の後屈と側屈でひずみの集中は上位型損傷のパターンを示し、上肢の外転で下位型損傷のパターンを示した。本モデルは受傷機転と損傷型について臨床的な報告と一致していた。この結果よりこの3次元モデルの有用性が証明され、今後このモデルは様々な病態生理の解析の一助となり得る。</p> <p>本論文は、有限要素法を用いて腕神経叢損傷モデルの作成とその病態解析を行い、作成した有限要素モデルの有用性を証明し、腕神経叢損傷の病態理解に寄与した論文である。よって、学位論文として価値あるものであると認めた。</p>			
備考 審査の要旨は800字以内とすること。			