



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Biomechanical Approach on Corrective Force Acting on Spine in Scoliosis Deformity Surgery [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Salmingo, Remel Alingalan
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11128号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53857
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Remel_Alingalan_Salmingo_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	氏名	Remel Alingalan Salmingo
審査担当者	主 査 教 授	但野 茂	
	副 査 教 授	大橋 俊朗	
	副 査 教 授	梶原 逸朗	
	副 査 准教授	東藤 正浩	

学位論文題名

Biomechanical Approach on Corrective Force Acting on Spine in Scoliosis Deformity Surgery (脊柱側湾症矯正術によって脊椎に作用する矯正力に関するバイオメカニクス的研究)

脊椎側弯症では、椎骨の回旋を伴う脊椎の側方弯曲が生じる。脊椎側弯症手術では、インプラントロッドとスクリューを用いて側方弯曲した脊椎を固定し矯正する。このとき、インプラントロッドおよびスクリューの固定によって椎骨に矯正力が作用する。矯正力が大きい場合、インプラントロッドの破断や骨破壊のリスクが増すため、矯正力の大きさを計測および予測することは非常に重要である。これまでに、インプラントロッドの変形は、弯曲した脊椎の抵抗力の結果として生じることが明らかにされてきた。

本研究では、有限要素法を用いた逆解析手法により、脊椎側弯症手術において生じる矯正力をインプラントロッドの変形状態から推定する手法を提案した。また、術中のインプラントロッドの3次元形状を取得するため、2台のカメラによりインプラントロッドの平面形状を撮影し、3次元形状を計算する手法を提案した。はじめに、インプラントロッドの2次元形状から3次元形状を取得した。次に、インプラントロッドを弾塑性体として有限要素モデルを構築した。得られた3次元形状から変形状態を計算し、有限要素法を用いた逆解析手法により、術中および術後に作用する矯正力を計算した。また、インプラントロッドと椎骨の固定に使用するスクリューの数や配置が矯正力や術後の脊椎形状に与える影響を示した。

本研究により、実際の脊椎側弯症手術における椎骨およびインプラントロッドに作用する矯正力を定量化することができた。スクリューの数や配置が矯正力や術後の弯曲に与える影響は、最適なインプラントロッドの固定方法を検討する上で有益な情報となる。また、提案したカメラシステムにより、術中のインプラントロッドの変形状態を計測することができた。これより、術中から術後までのインプラントロッドの変形挙動が観察できた。この変形挙動は、術後の脊椎形状を予測する上で有益な情報となる。以上より、本研究では、インプラント等の内固定器具が脊椎側弯症手術における矯正力や術後の脊椎形状に及ぼす影響について新しい知見を示した。

本論文は全8章で構成されており、各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、本論文の総括的な序論として、研究の背景や目的について述べた。

第2章では、脊椎側弯症に関する臨床的知見やバイオメカニクスに関するこれまでの研究について概説した。また、本研究で解析した脊椎側弯症手術におけるインプラントロッドの固定方法と現在の問題点について述べた。

第3章では、有限要素法を用いてインプラントロッドと椎骨に作用する矯正力を解析する手法を

提案した. 本手法を 3 症例に適用し, 矯正力を解析した結果を示した.

第 4 章では, 術中のインプラントロッドの 3 次元形状を取得するため, 2 台のカメラを用いた計測手法を提案した. また, 本手法の妥当性確認のため, 実際に手術で使用するインプラントロッドを用いた検証実験を行なった.

第 5 章では, 使用するスクリューの数や配置が矯正力や術後の脊椎形状に与える影響を示した. 矯正力と術後の脊椎形状との間には, 明らかな相関は認められなかった. また, 矯正力は, スクリューの数を増やすことで分散し, スクリュー同士の間隔を小さくすることで増加する傾向を示した.

第 6 章では, 術前および術後のインプラントロッド形状を示し, これらの形状変化が術後の脊椎形状に与える影響を示した. その結果, 術前のインプラントロッド形状と変形度に明らかな相関が認められた. これより, 術前のインプラントロッド形状から術後のインプラントロッド形状が推定可能であることを示した. また, インプラントロッド形状は, 術後の脊椎形状に大きな影響を及ぼしていることが明らかになった.

第 7 章では, 第 4 章で提案したインプラントロッド形状の計測手法を用いて, 術中におけるインプラントロッド形状を計測した. 術前, 術中, 術後におけるインプラントロッドの変形挙動を示した. また, これらの症例における矯正力についても示した.

第 8 章では, 結論として本研究で得られた結果を総括し, バイオメカニクスとしての重要性や臨床における重要性についてまとめた.