

実績報告書

脊柱側弯症における術前評価システムに関する研究事業

公立はこだて未来大学 准教授 加藤 浩仁

背景

脊柱側弯症は、脊椎が正面から見て大きく横に湾曲した病気であり、進行すると側弯変形の影響により胸郭変形が起こり、循環器や呼吸器に影響が出ることがある。その場合、図1に示すような脊柱変形矯正手術により、脊柱インプラント（ロッド）と呼ばれる金属製の棒を用いて、脊椎を矯正する必要がある。



図1. 3次元の矯正

ここでロッドを患者に施術する場合、医師は術後の患者の脊椎の状態を推察する必要がある。数多くの手術を実施してきた医師は、経験から術後の状態をある程度推察することが可能であるが、経験の少ない医師は推察することが困難であり、最適なロッドを選ぶことができない。また、このような大きな手術を行う場合、患者は子供であることが多いため、親への説明が必要となる。しかし、現在、脊柱側弯症の手術をシミュレートするようなシステムは存在しないため、術後の状態を確認する手段はない。そこで、本研究では、研究協力者である須藤らが提案した13種類のロッド（プリベントロッド）を適用した後の状態をシミュレートするシステムを提案した。

研究内容

本研究では、側弯矯正手術を受けた47人の患者のデータを用いて、システムの開発及び評価を行った。また矯正手術には、提案された13種類の内、11種類のロッドが使用され、評価に用いた患者の各種データは、手術から1週間以内に計測した。

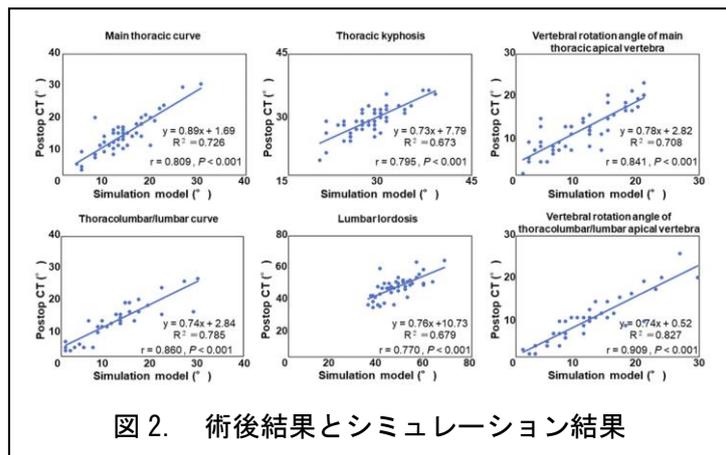


図2. 術後結果とシミュレーション結果

提案したシミュレーションシステムは、図2に示すように、実際の術後脊椎アライメントと有意な相関関係を示した。また、図3に本システムを用いて、シミュレーションを行った例を示す。図の上部は、シングルカーブのロッドを用いたものであり、下部はダブルカーブのロッドを用いたものであ

る。X線画像は、左側に術前、右側に術後のものを示している。各ロッドは、側面からみた形状を示しており、術後のロッドの形状と比較した場合、正確にシミュレートできていると考えられる。また、各数値は、ロッドにかかる応力とロッドを支えるスクリーウの引き抜き力を示している。

本研究では、プリベントロッドを使用した術後シミュレーションシステムを開発し、外科的処置をシミュレートすることが可能であることを検証した。また、このシミュレーションシステムでは、実際の術後の比較を行うことで、シミュレーション結果との差を抑えることができたと考えられる。結果として、ロッドの形状と長さを術前に確認することができ、手術時間の短縮に貢献し、失血と感染のリスクを減らすことができ、さらに、術後の結果を視覚的に保護者等へ説明することが可能となる。

成果の発表と公開

ここでの研究成果は、以下の論文誌及び国際会議にて発表した。

発表論文

- [1] Hiroyuki Tachi(co), Koji Kato(co), Yuichiro Abe, Terufumi Kokabu, Katsuhisa Yamada, Norimasa Iwasaki and Hideki Sudo, "Surgical outcome prediction using a four-dimensional planning simulation system with finite element analysis incorporating pre-bent rods in adolescent idiopathic scoliosis: Simulation for spatiotemporal anatomical correction technique", Frontiers in Bioengineering and Biotechnology Biomechanics, 2021.
- [2] H. Tachi, K. Kato, Y. Abe, T. Kokabu, K. Yamada, N. Iwasaki and H. Sudo, "Surgical outcome prediction using a four-dimensional planning simulation system with finite element analysis incorporating pre-bent rods in adolescent idiopathic scoliosis: Simulation for spatiotemporal anatomical correction technique", 2022 American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022.3,22-26, Chicago.

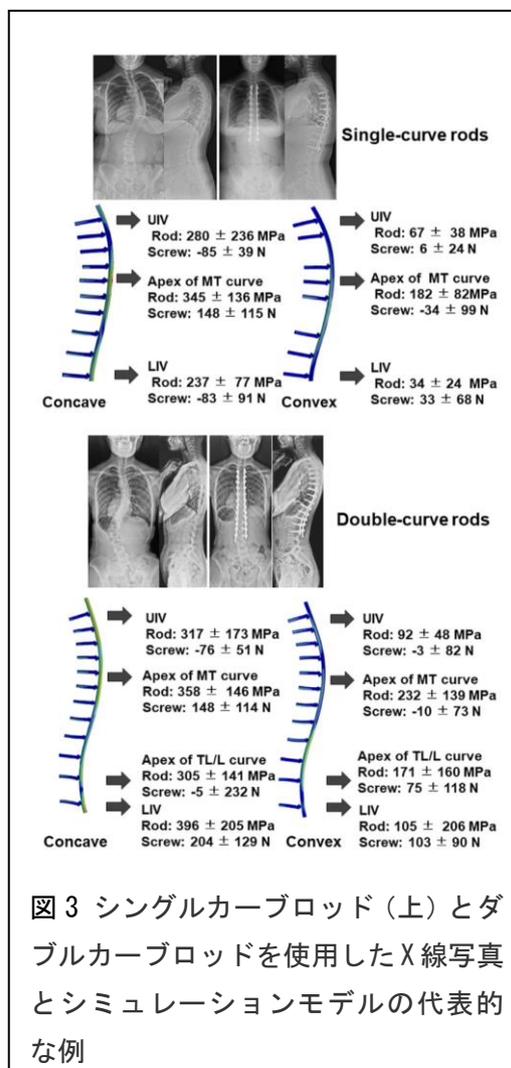


図3 シングルカーブロッド（上）とダブルカーブロッドを使用したX線写真とシミュレーションモデルの代表的な例

