

論文審査の結果の要旨および担当者

| | | |
|------|-------|---|
| 報告番号 | ※ 甲 第 | 号 |
|------|-------|---|

氏 名 孫 涵

論 文 題 目

Investigation into the developing mechanism of idiopathic scoliosis by means of computational mechanics

(計算力学的アプローチによる特発性側弯症進行メカニズムの解明)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 畔上 秀幸

名古屋大学教授 大岡 昌博

名古屋大学教授 渡邊 崇

孫涵氏提出の論文「Investigation into the developing mechanism of idiopathic scoliosis by means of computational mechanics」は、特発性側彎症の病因と進行のメカニズムを数値解析によって解明しようとした研究に関する成果をまとめたものであり、7章からなる。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べている。最初に、特発性側彎症に関する知見と病因に関する仮説を紹介し、発症に関しては椎体の成長に伴う座屈説が注目されていることを紹介している。本研究では、進行においても座屈説が妥当であるのかを調べることを第1の目的にし、座屈説が妥当でない場合にはどのような可能性があるのかを調べることを第2の目的にしたことを述べている。

第2章では、椎体の成長に伴う座屈現象を解析するための理論を示し、脊柱を簡略化した3つの板モデルを用いた有限要素法解析によって注目する座屈現象が解析できることを確認している。

第3章では、座屈が発生した後の幾何学的非線形性を考慮した大変形を求めるための理論を示し、板モデルを用いた数値検証を行っている。その結果、ほとんどの板モデルでは座屈現象が発生した後の変形は安定に存在することを確認している。

第4章では、第2章で使われた板モデルを胸郭なし脊柱有限要素モデルに置き換えて、第2章と同様の線形座屈解析を行っている。その結果、臨床でみられるような側彎症患者に似た変形が4次の座屈モードとして得られることを確認している。

第5章は、本論文の第1の目的を達成するために、脊柱有限要素モデルを用いて、椎体の成長に伴う座屈発生後の変形を弧長増分法によって解析している。その結果、脊柱モデルの横幅を1/2にして、さらに、姿勢を制御する筋の作用を考慮した境界条件を付加したときに側彎変形が得られたことを報告している。しかしながら、その変形はわずかで、進行の病因を説明するには不十分であることを述べている。

第6章では、本論文の第2の目的を達成するために、骨のリモデリングによる影響を解析している。第5章で得られた変形後のひずみに比例した骨形成と骨吸収が発生したときの変形を有限要素法によって解析し、骨形成は側彎変形を矯正し、骨吸収は側彎変形を進行させる結果が得られたことを報告している。

第7章では、本研究の成果を総括し、今後の課題、展望について言及している。本論文の第1の目的に対しては、座屈後の椎体の成長に伴う変形は診断で使われる基準値よりも小さく、座屈説によって特発性側彎症の進行を説明することは困難であると考察している。一方、本論文の第2の目的に対しては、座屈が発生した後のひずみ分布に起因する骨吸収を起こすリモデリングが有力であることを考察している。今後は、有限要素モデルの改良を進め、座屈とリモデリングによる仮説を検証し、患者固有の有限要素モデルを用いた自然経過予測や治療法の検討が行えるような医療支援システムの開発が望まれることを述べている。

論文審査の結果の要旨

以上のように、本論文は特発性側彎症の進行のメカニズムを脊柱の数値モデルを用いた情報科学的アプローチにより解明しようとした研究をまとめたものであり、学術上寄与するところが大きい。よって本論文の提出者、孫涵氏は博士（情報科学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。