

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年3月31日現在

機関番号：15301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2011 ～ 2012

課題番号：23890120

研究課題名（和文） 脊柱側弯症における3次元画像解析法の開発

研究課題名（英文） Three dimensional analysis of spinal scoliosis

研究代表者

瀧川 朋亨（TAKIGAWA TOMOYUKI）

岡山大学・岡山大学病院・助教

研究者番号：80613166

研究成果の概要（和文）：彎曲が40-50度を超えるような高度側弯では、側方への単純な彎曲だけではなく、3次元的な変形、回旋屈曲を伴っているため、詳細な評価が必須である。しかし臨床・手術で必要とされる様な脊椎の彎曲/回旋/屈曲/変形/併進を高い精度で自動解析する診断・評価法は存在しない。本研究では、CTデータを用い、各椎体の局所座標系を数学的・幾何学的に決定し、脊柱変形を3次元的に高い精度で評価する診断法の開発を行った。

研究成果の概要（英文）：Scoliosis with a greater than 40- to 50-degree curve accompanies three dimensional deformity and rotation, which requires detailed evaluation for clinic intervention. In this study, we have developed three dimensional analysis methods utilizing mathematical and geometrical techniques for each vertebral local coordinate.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：外科系臨床医学・整形外科学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・整形外科学

キーワード：脊柱側弯症、3次元解析、画像解析

1. 研究開始当初の背景

彎曲が40-50度を超えるような高度側弯では、側方への単純な彎曲だけではなく、3次元的な変形、回旋屈曲を伴っているため、詳細な評価が必須である。側弯の診断・評価は単純X線像（Cobb法）を用いるのが一般的である。

しかし、この評価法は手作業であり検者間および検者内誤差が非常に大きい。スクリーニングや定期検査のみであれば大きな問題はないが、矯正手術を考えた場合には、より精度の高い画像評価が必要となる。近年、CTの進歩・普及によって比較的容易に3次元的な変形

を可視化することが可能になってきている。しかし、評価そのものの多くは水平断像、矢状断像、冠状断像などによる2次元レベルに留まっている。3次元評価が困難な原因の1つは、座標系決定そのものが非常に難しいことにある。検者が視覚的に設定した場合には、誤差を含んでしまうこととなる。特に側弯症のように椎体の弯曲、回旋、併進に加え、変形を伴った場合には評価の精度が低くなってしまふ。

2. 研究の目的

本研究では、CTデータを用い、各椎体の局所座標系を数学的・幾何学的に自動決定し、脊柱変形を3次元的に高い精度で評価する新しい診断法の開発を行うことを目指した。さらにはバイオメカンの観点から病因・病状進行のメカニズム解明し、これらの結果をナビゲーションシステムに応用することを目的とした。

3. 研究の方法

脊柱側弯症患者のCT-DICOMデータから全脊椎の3次元立体骨モデルを作成する。作成した骨モデルから立体表面を形成する点群情報（各点の x , y , z 座標情報：point cloud data）に変換する。Point cloud data から上下の椎体終板および椎体後壁のみを抽出し、それぞれを微小三角形群で構成されるメッシュに置換する。各椎体の立体モデルにおける座標中心を原点、上下の椎体終板における固有ベクトルの平均の向きを z 軸とする。椎体後壁の固有ベクトルを z 面に投影したベクトルの向きを x 軸、これら x 軸と z 軸の直交ベクトルを y 軸として、各椎体において局所座標系を作成する。各局所座標系同士の傾きならびにグローバル座標との傾きによって3次元的に脊柱の屈曲回

旋を計測する評価系を確立する。

4. 研究成果

3次元での側弯症の評価系を確立した。椎弓根は椎体前方要素と後方要素を連結する解剖学的に重要な部位である。近年の脊椎インストゥルメンテーション手術においては強固な矯正力と固定力を得るために、同部にスクリューを刺入することが多くなっている。3次元での詳細な椎弓根形態の解析を行い、椎体前方/後方要素、椎間関節、椎弓根の不均衡が脊柱側弯症の病態および進行に与えるメカニズムに迫った。またCTベースナビゲーションを使用した手術症例との比較を行い、再構築画像での評価が有用であり、海綿骨の交通のないいわゆる“Cortical channel”といわれる椎弓根で逸脱が多いことを示した。

また、側弯症の解析を通して得た画像解析技術を脊椎変性疾患にも応用し、CBT(cortical bone trajectory)法といわれるスクリュー刺入法の刺入角度、スクリュー長、CT値の解析も行った。頭外側方向への刺入でスクリュー長が短くなるものの2倍近いCT値を得られることを示した。

CT撮影は被曝の問題から、CTデータを用いた本研究内容は主に手術を控えた患者を対象としている。今後は本研究で得られた知見を元に、被曝の恐れのない体表データを3次元的に解析することで、側弯症のスクリーニングあるいは外来通院レベルの患者においても応用していきたいと考えている。具体的には、1) 体表スキャナーを用いて、定量的、非侵襲的な側弯症の体表変形評価法を構築、2) 短時間で理想的な矯正装具を作成するシステムを構築、3) 装具療法、手術療法の脊柱・体表変形におよぼす治療効果判定法を構築していきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Tanaka M, Sugimoto Y, Misawa H, Takigawa T, Kunisada T, Ozaki T
Segmental pedicle screw fixation for a scoliosis patient with post-laminectomy and post-irradiation thoracic kyphoscoliosis of spinal astrocytoma. Acta Med Okayama, 37, 2012, 363-8. 査読有.

[学会発表] (計 13 件)

- ① 杉本佳久, 田中雅人, 瀧川朋亨, 塩崎泰之, 尾崎敏文. 特発性側弯症患者に生じる頸椎後弯変形に関する検討. 第118回中部日本整形外科学会災害外科学会・学術集会. 2012年4月6日～4月7日. 大阪市
- ② 三澤治夫, 田中雅人, 杉本佳久, 瀧川朋亨, 尾崎敏文. 特発性側弯症における椎弓根の3次元形態評価. 第41回日本脊椎脊髄病学会. 2012年04月19日～4月21日. 久留米市.
- ③ Sugimoto Y, Tanaka M, Misawa H, Takigawa T, Tetsunaga T, Shiozaki Y. Cervical Kyphosis of the patients with idiopathic scoliosis. 3rd Annual Meeting of Cervical Spine Research Society Asia Pacific Section. 2012年4月21日～4月22日. Fukuoka, Japan
- ④ 三澤治夫, 田中雅人, 杉本佳久, 瀧川朋亨, 尾崎敏文. 特発性側弯症における椎弓根の多断面再構成像 CTによる形態評価. 第85回日本整形外科学会学術総会. 2012年5月17日～5月20日. 京都市.

- ⑤ 杉本佳久, 田中雅人, 三澤治夫, 瀧川朋亨, 塩崎泰之, 馬崎哲朗, 尾崎修平, 尾崎敏文. 特発性側弯症患者の頸椎アライメントに関する検討. 第85回日本整形外科学会学術総会. 2012年5月17日～5月20日. 京都市.
- ⑥ 田中雅人, 杉本佳久, 三澤治夫, 瀧川朋亨, 塩崎泰之, 鉄永倫子, 尾崎修平, 馬崎哲朗, 尾崎敏文. DVRとsegmental pedicle screw を用いた思春期特発性側弯症における椎体回旋変形の矯正. 第85回日本整形外科学会学術総会. 2012年5月17日～5月20日. 京都市.
- ⑦ 三澤治夫, 田中雅人, 杉本佳久, 瀧川朋亨. 思春期特発性側弯手術において強固なロッドは良い矯正につながるか. 第85回日本整形外科学会学術総会. 2012年5月17日～5月20日. 京都市.
- ⑧ Sugimoto Y, Tanaka M, Misawa H, Takigawa T, Tetsunaga T, Shiozaki Y. Cervical kyphosis of patients with idiopathic scoliosis. SPINE week 2012, 2012年5月28日-6月1日, Amsterdam, Netherland
- ⑨ Tetsunaga T, Tanaka M, Sugimoto Y, Takigawa T, Ozaki T. Evaluation of outcomes using SRS-22 in surgically treated patients with idiopathic scoliosis. The 19th International Meeting on Advanced Spine Techniques. 2012年7月18日～2012年7月21日. Istanbul, Turkey

- ⑩ 瀧川朋亨, 田中雅人, 杉本佳久, 鉄永倫子, 塩崎泰之, 馬崎哲朗, 尾崎修平, 尾崎敏文. Cortical Bone Trajectory 挿入角度に関する検討. 中四 Mist 研究会. 2012年9月29日. 岡山市.
- ⑪ 杉本佳久, 田中雅人, 三澤治夫, 瀧川朋亨, 塩崎泰之, 鉄永倫子, 馬崎哲朗, 尾崎修平, 尾崎敏文. カーブの硬さを考慮した Thoracic pedicle screw 法の適応. 第46回 日本側彎症学会. 2012年10月31日～11月1日. 神戸市
- ⑫ 瀧川朋亨, 田中雅人, 杉本佳久, 鉄永倫子, 尾崎敏文. 神経・筋原性側弯症の手術成績. 第46回 日本側彎症学会. 2012年10月31日～11月1日. 神戸市.
- ⑬ Takigawa T, Tanaka M, Sugimoto Y, Tetsunaga T, Shiozaki Y, Mazaki T, Osaki S, Yamane K, Ozaki T. Three-dimensional analysis of cortical bone trajectory screw. 第42回日本脊椎脊髄病学会. 2013年4月25日～4月27日. 宜野湾市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀧川 朋亨 (TAKIGAWA TOMOYUKI)
岡山大学・岡山大学病院・助教
研究者番号：80613166

(2) 研究協力者

田中 雅人 (TANAKA MASATO)
岡山大学・岡山大学病院・准教授
研究者番号：20379754

杉本 佳久 (SUGIMOTO YOSHIHISA)
岡山大学・岡山大学病院・助教
研究者番号：80423309

三澤 治夫 (MISAWA HARUO)
岡山大学・岡山大学病院・助教
研究者番号：60448222