

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H06412・19K21490

研究課題名(和文)3次元動作解析による脊柱変形患者の立位・歩行バランスの評価

研究課題名(英文)3-dimensional motion analysis of gait and posture in spinal deformity patients

研究代表者

加藤 壯 (Kato, So)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：50822061

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：赤外線カメラによるモーションキャプチャーシステムおよび床反力計(動作分析装置MA-3000、アニマ株式会社)を用いて、健康者ボランティアを8名募り参加を依頼し、静止立位1分間および椅子からの立ち上がり動作での動揺の程度と下肢関節にかかるモーメントの基準値を計測した。体表マーカーの設置位置を厳密に定義し、より再現性の高いデータ取得を目指したが、股関節モーメントについては $ICC(2,1)=0.56$ と良好な結果を得ることができなかった。モーメントは体表マーカーから計算される座標上の関節位置と、重心COPの位置関係によって大きく影響を受けるので、その定量的な評価は困難であると結論した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

下肢の各関節におけるモーメントの定量的評価を、モーションキャプチャーによる3次元計測により確立することを目標としたが、計測系の煩雑さや、表面マーカー設定の再現性の乏しさなどにより、実用的な信頼度を担保するのは困難であると結論した。特に脊椎疾患患者の術前後の比較は、期間が大きく離れることや、マーカーの設置位置そのものの再現性を担保できないことから、信頼性の高い比較を行うことは困難であると推測される。今後は、3次元モデル構成に必要な最小限のマーカー数を用いて、重心動揺や、体節ごとの可動域計測を行う方針とし、外来においても計測可能な可動式計測装置を用いることで、実臨床への早期応用を目指すこととした。

研究成果の概要(英文)：3-dimensional motion capture-based analysis of lower extremity joint loads was performed. The measurement system consisted of 8 infrared cameras and a ground force plate. 8 healthy volunteers were collected and their upright standing posture and kinematic measurement of sitting up from a chair were assessed. Even after multiple careful reconsiderations of surface marker placement, our measurement platform was not able to establish a reliable measurement environment. For instance, hip joint moment was calculated by two independent examiners and its reliability was shown as $ICC(2,1)$ of only 0.56. We concluded that the detailed joint moment analysis in spinal disorder patients is challenged by the difficulty in ensuring the reproducible placement of surface markers and thereby the simulation of joint center estimation in relation to center of pressure.

研究分野：脊椎外科

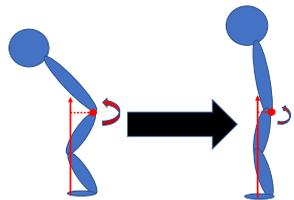
キーワード：脊椎 動作解析

1. 研究開始当初の背景

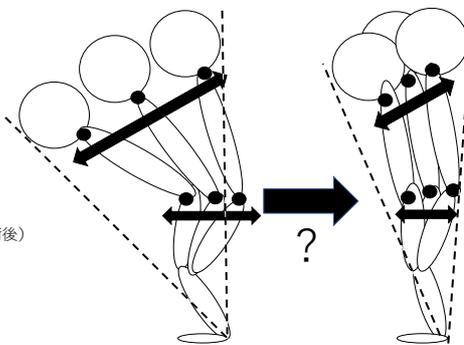
成人脊柱変形は健康寿命の低下に寄与する疾患として遭遇する機会が増えており、積極的に変形に対する矯正手術が行われているが、若年健常者の脊椎アラインメントを再獲得しようとする現在の矯正手術のコンセプトは侵襲も大きい。これまで矯正の達成度の評価や、目標設定は立位全脊椎 X 線検査のパラメータ計測による静的な評価に依存してきたが、本来静止立位は動的なプロセスである。実際に①バランスが改善して立位の重心動揺が小さくなるか、②姿勢異常による下肢にかかる異常なモーメントが改善するかは 3 次元の動作解析によってのみ明らかにできる。



成人脊柱変形に対する手術療法 (左：術前、右：術後)



バランス不良の患者に対する脊椎手術で画像パラメータは改善



実際に立位動揺指標、cone of economy の大きさも改善しているのか？

← X線では評価不能、モーションキャプチャーで計測

2. 研究の目的

モーションキャプチャーおよび床反力計を用いた 3 次元の動作解析を行うことで、下肢関節角度、圧力中心 center of pressure(COP)の偏位による動揺指標、さらに各関節にかかる力学的モーメント、パワーなど、従来の静止画像検査では得られなかった動的な情報の解析が可能になる。また従来測定が困難であった脊椎の屈曲・伸展・側屈・回旋可動域を客観的かつ定量的に計測することが可能である。そこで本研究では、脊柱変形患者の術前後に 3 次元動作解析を行い、これらのデータを健常者の基準値と比較することで、手術によってどの関節に対する負荷がどの程度改善するのかを具体的に明らかにする。また、脊椎の手術前後に可機性がどのように失われるのかを検証し、さらに従来提唱されてきた矯正目標の達成度と、実際に生体力学的に得られた変化の相関を調査し、最適な目標を明らかにすることが本研究の目的である。

3. 研究の方法

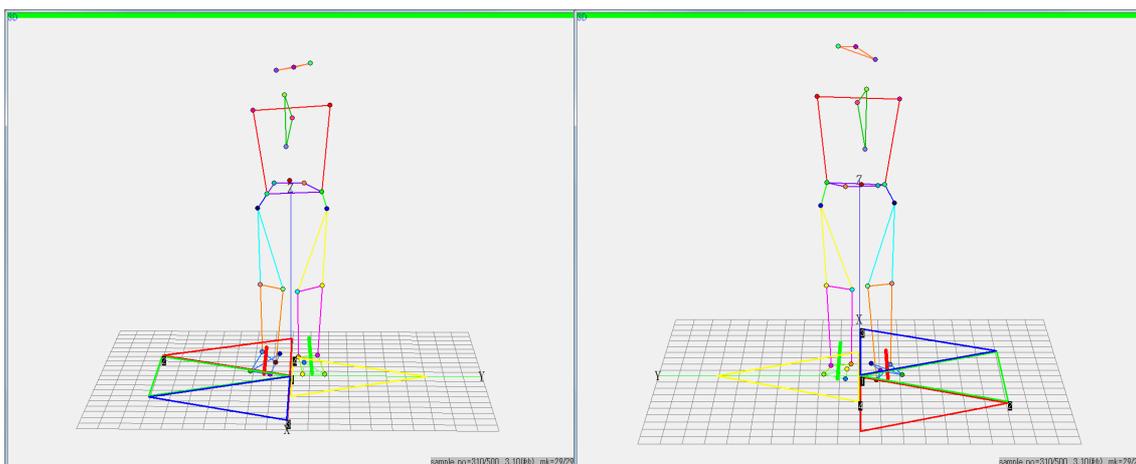
健常者ボランティアを募り参加を依頼する。リハビリテーション室に設置された赤外線カメラによるモーションキャプチャーシステムおよび床反力計（動作分析装置 MA-3000、アニマ株式会社）を用いて、1 分間の静止立位などの単純動作を行わせた場合の重心動揺指標や、骨盤を含めた下肢各関節にかかるモーメントの変化を計測する。初めに pilot study として健常者の静止立位 1 分間での動揺の程度と下肢関節にかかるモーメントの基準値を計測する。前年度のトライアルにおいて計測結果の信頼性が低いことが判明したため、体表マーカの設置位置をより厳密に定義し、必要に応じて赤外線カメラの台数を追加



することによりより再現性の高いデータ取得を目指す。

4. 研究成果

赤外線カメラによるモーションキャプチャーシステムおよび床反力計（動作分析装置 MA-3000、アニマ株式会社）を用いて、健常者ボランティアを8名募り参加を依頼し、静止立位1分間および椅子からの立ち上がり動作での動揺の程度と下肢関節にかかるモーメントの基準値を計測した。体表マーカーの設置位置を厳密に定義し、より再現性の高いデータ取得を目指したが、股関節モーメントについては $ICC(2, 1)=0.56$ と良好な結果を得ることができなかった。モーメントは体表マーカーから計算される座標上の関節位置と、重心 COP の位置関係によって大きく影響を受けるので、その定量的な評価は困難であると結論した。特に脊椎疾患患者の術前後の比較は、期間が大きく離れることや、マーカーの設置位置そのものの再現性を担保できないことから、信頼性の高い比較を行うことは困難であると推測される。今後は、3次元モデル構成に必要な最小限のマーカー数を用いて、重心動揺や、体節ごとの可動域計測を行う方針とし、外来においても計測可能な可動式計測装置を用いることで、実臨床への早期応用を目指すこととした。



正面

背面

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----