

学位論文 博士（工学）

慣性センサを用いた
妊娠期腰背部痛改善のための
動作および筋活動の評価法

2018年2月

慶應義塾大学大学院理工学研究科

森野 佐芳梨

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	森野 佐芳梨
主 論 文 題 名： 慣性センサを用いた妊娠期腰背部痛改善のための動作および筋活動の評価法				
(内容の要旨) 現在本邦において周産期の安寧保証への取り組みがなされる中、妊娠期腰背部痛が問題視されている。特に妊娠期は胎児への影響が危惧され、動作様式の変更による身体負荷軽減といった非侵襲的な疼痛改善アプローチが求められる。しかし、現状の臨床現場では、限られた施術環境でセラピストが目視で動作を評価するため結果の信頼性が疑問視される。また、疼痛改善には筋負荷評価も必要だが、手技の煩雑さから直接的な評価が難しい。特に妊娠期は、姿勢と関節の安定性低下により関節安定化機構である拮抗筋の同時収縮が体幹部にて生じ、腰背部筋負荷が増加する可能性を考慮する必要がある。 本論文では、臨床応用を視野に入れ、妊娠期腰背部痛の因子となりうる動作を明らかにした上で、使用環境制限が少ない慣性センサ (IMU: Inertial measurement unit) を用いて腰背部痛有訴妊婦特有の動作を調査する。さらに、筋骨格モデルの限界とされていた拮抗筋の同時収縮を考慮した筋活動推定手法を提案し、腰背部痛有訴妊婦特有の動作における筋活動評価を行う。これにより、筋電計を用いず IMU のみでの動作計測と筋活動の両者の評価法を提案する。 第1章では、本論文の背景と目的について述べた。 第2章では、妊婦 275 名を対象とし、縦断的に行う前向きコホート研究により、自由記述式質問で誘導的質問バイアスを抑えた統計解析手法を用いて、妊娠中の腰背部痛誘発動作を調査した。これにより、妊娠期腰背部痛には身体負荷の大きい動作よりもむしろ日常生活動作、特に椅子からの立ち上がりが影響することが示唆された。 第3章では、妊婦の体幹部に装着した IMU から得られた角速度データを用いて、椅子からの立ち上がりにおける動作特性を示す指標を提案した。同時に、妊娠期の特徴である体型変化を反映した指標も提案し、妊婦を対象とした運動計測実験により、立ち上がり時のピッチ角の体幹屈曲伸展動作および妊娠期の体重増加量を反映した指標により腰背部痛有訴妊婦の動作特徴を同定できることを確認した。 第4章では、妊婦の動作時の筋活動を推定するため、妊娠期の体重増加と体重心位置変化を表現した妊婦筋骨格モデルを構成した。さらに、腰背部痛の原因となる脊柱起立筋とその拮抗筋にあたる腹直筋に着目し、筋トルク推定モデルのパラメータを Genetic Algorithm (GA) にて決定する、拮抗筋の同時収縮を考慮した筋トルク推定手法を提案した。 第5章では、第3章で示した腰背部痛有訴妊婦の動作特徴における、腰背部の筋活動状況を第4章で提案したモデルを用いて推定した。これにより、提案した評価指標のうち体幹ピッチ角の前後傾斜の大きさと筋活動の大きさ、筋活動の大きさと腰背部痛の程度のそれぞれに正の相関関係を認めた。これより、IMU を用いることで、腰背部痛誘発の可能性のある体幹の動作特性および腰背部の筋活動も評価できることを確認した。 最後に第6章では、本論文の結論を述べた。				

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> “KOU” <input type="checkbox"/> “OTSU” No. _____ *Office use only	Name	Saori Morino
Thesis Title Evaluation method of motion and muscle activation by using an inertial measurement unit for management of low back pain during pregnancy			
Thesis Summary <p>In this dissertation, an evaluation method for motion and muscle activation is proposed for the management of low back pain (LBP) during pregnancy using an inertial measurement unit (IMU). Women experience specific anatomical and physiological changes during pregnancy. These changes cause movement instability and impose excessive strain on body muscles, such as the erector spinae (ES), contributing to LBP. Physical modalities based on assessments of both motion analysis and observations of muscle activation are effective for the management of LBP. Regarding motion analysis in clinical practice, therapists usually conduct an objective assessment by observation, which results in low reliability. In contrast, the use of the IMU enables us to measure some motions objectively and does not restrict the measurement environment. Moreover, the direct evaluation of muscle activation during pregnancy is difficult because the setup for electromyography measurement is uncomfortable for pregnant women, such that co-contraction activation of the ES and the rectus abdominis muscles for the stabilization of the trunk segment is also difficult.</p> <p>Chapter 1 describes the introduction and the motivation of this study.</p> <p>In chapter 2, a description of a prospective cohort study conducted on 275 pregnant women to investigate the activities related to LBP during pregnancy using a questionnaire with descriptive answers is presented. As a result, it is revealed that daily routine activity such as ways of STS rather than special motions that require extra task or effort is related to LBP during pregnancy.</p> <p>In chapter 3, the evaluation indexes of STS motion that affect lumbopelvic pain (LPP) during pregnancy are proposed using lumbar angular velocity data obtained from an IMU. Simultaneously, some indexes that reflect the change of body mass index (BMI) in pregnancy are proposed. Finally, based on the proposed indexes, it appears that the motion of the trunk of the pitch angle during STS and change of BMI during pregnancy have some relevance to LPP.</p> <p>In chapter 4, a musculoskeletal model for pregnant women that reflect the characteristic change during pregnancy, such as the weight gain, is developed to estimate the ES muscle activation, which is a risk factor of LBP. Then, the co-contraction activation of the ES and rectus abdominis is estimated from the result of the musculoskeletal model and electromyography (EMG) data using a genetic algorithm (GA).</p> <p>Chapter 5 describes the motion analysis of STS conducted using an IMU to investigate the relationship among motion, muscle load, and LBP during pregnancy by applying the method proposed in chapters 3 and 4. Subsequently, the relationships between motion evaluation indexes and ES muscle activation, and between motion evaluation indexes and the intensity of LBP are presented. A statistically significant positive correlation is observed between the pitch angular velocity of the trunk movement and the ES muscle activation, and between the muscle activation and the intensity of LBP.</p> <p>Chapter 6 describes the conclusion of this dissertation.</p>			