

補助事業番号 28-143

補助事業名 平成28年度 妊産婦対象の筋負荷軽減動作評価・改善システム補助事業

補助事業者名 慶應義塾大学理工学部 准教授 高橋正樹

1 研究の概要

現在本邦では女性の社会進出や少子化に対する対応策として、周産期の安寧と出産後の女性の社会復帰支援の充実が課題である。周産期女性の心身を疲弊させる原因として、妊娠を機に、腰痛、仙腸関節痛、恥骨痛といった骨盤周囲の疼痛が発生し、妊産婦の日常生活活動が制限され周産期のみならず社会復帰遅延の原因となっている。また、妊娠期には胎児への影響が危惧され侵襲的な検査や薬剤投与等の積極的な治療が困難であり、非侵襲的な検査や処置が求められている。妊娠期には、胎児成長に伴う腹部膨隆および体重増加により日常生活動作遂行能力に変化が生じ、動作中の脊柱起立筋および殿筋群への筋負荷によって、腰痛に代表される骨盤周囲痛が発症すると言われている。本申請課題では、周産期女性の骨盤周囲痛改善のため、動作改善によって身体負荷を軽減するシステム作りを目指す。具体的には、三軸の加速度計、ジャイロ、地磁気センサ内蔵の慣性センサにより体幹部の動作を把握し、同時に筋電計により上記の筋群への負荷を計測することで、日常生活動作内で筋負荷の小さい動作方法を抽出する。このシステムを利用して負荷の小さい動作を指導することで、動作中の身体負荷を軽減することを可能となる。また計測の際に慣性センサ情報と筋電データをマッチングさせ、慣性センサによる動作解析にて筋負荷を推定するシステムを開発する。これにより、将来的には筋電を取得せずとも慣性センサのみで筋群への負荷が推測できる簡易なシステムを実現する。疼痛の改善効果の判定に関しては、Numerical Rating Scale:NRSを用いて評価し、動作練習介入前後にて10%の疼痛軽減を目指す。また、筋電図データも評価に使用し、介入前の日常生活動作と介入後の同様の動作にて、腰背部痛の要因とされている脊柱起立筋および殿筋群の筋発揮の低減を図る。

2 研究の目的と背景

現在本邦では女性の社会進出や少子化に対する対応策として、周産期の安寧と出産後の女性の社会復帰支援の充実が課題である。周産期女性の心身を疲弊させる原因として、妊娠を機に、腰痛、仙腸関節痛、恥骨痛といった骨盤周囲の疼痛が発生する。これは妊婦の半数以上に発症し、産後も約3割の女性が継続して抱える痛みであり、妊産婦の日常生活活動が制限され周産期のみならず社会復帰遅延の原因となる。また、妊娠期には胎児への影響が危惧され侵襲的な検査や薬剤投与等の積極的な治療が困難であることから、非侵襲的な検査や処置が求められている。

周産期女性の抱える骨盤周囲の疼痛を改善するため、慣性センサにより体幹部の動作を把握し、同時に筋電計により疼痛に関与する筋の負荷を計測することで、日常生活動作内で筋負荷の小さい動作方法を抽出する。またこの際、慣性センサ情報と筋電データをマッチングさせ、慣性センサによる動作解析にて筋負荷を推定するシステムを開発する。さらにこのシステムを利用して負荷の小さい動作を指導することで、効率の良い動作練習を可能とする。

また、構築システムの臨床への応用を視野に入れ、機器の軽量化、脱着および使用法の簡略化に努める。

3 研究内容

(1) 妊産婦対象の筋負荷軽減動作評価・改善システムの開発

(URL: http://www.yt.sd.keio.ac.jp/research/Women's_Healthcare.html)

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。

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。

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。

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。



4 本研究が実社会にどう活かされるか一展望

本手法は、動作改善で腰背部痛改善が見込まれる全対象者に対しての応用が可能であり、リハビリテーション現場で求められる、簡易かつ有効な疼痛改善アプローチを実現することが期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

介入が困難で看過されてきた妊娠期腰背部痛改善策として、妊婦への負荷が小さく、動作

と筋活動の双方を評価する有効な対策を提唱した研究である。本手法は、動作改善で腰背部痛改善が見込まれる全対象者に対しての応用が可能で、リハビリテーション現場で求められる、簡易かつ有効な疼痛改善アプローチを実現することが期待される。妊産婦に限らず成人男性などにも研究対象を広げ、社会実装を目指し、今後も継続して検証を実施し、研究成果を強くアピールしていきたいと考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

原著論文

- [1] 森野佐芳梨, 高橋正樹. 慣性センサを用いた妊婦の腰椎骨盤周囲痛に関連する体幹部の動作解析, 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 859, 2018p. 17-00221 DOI <https://doi.org/10.1299/transjsme.17-00221>. [web]
- [2] Saori Morino, Masaki Takahashi, Estimating co-contraction activation of trunk muscles using a novel musculoskeletal model for pregnant women, Applied Sciences 2017, 7(10), 1067; doi: 10.3390/app7101067. [web]
- [3] Saori Morino, Mika Ishihara, Fumiko Umezaki, Hiroko Hatanaka, Hirotaka Iijima, Mamoru Yamashita, Tomoki Aoyama, Masaki Takahashi, Low back pain and causative movements in pregnancy: a prospective cohort study, BMC Musculoskeletal Disorders, Vol. 17, No. 416, (2017).
- [4] Saori Morino, Mika Ishihara, Fumiko Umezaki, Hiroko Hatanaka, Mamoru Yamashita, Tomoki Aoyama, and Masaki Takahashi, Pelvic alignment risk factors correlated with sacroiliac joint pain during pregnancy, Clinical and Experimental Obstetrics & Gynecology, (Accepted for publication).
- [5] Saori Morino, Masaki Takahashi, Ayumi Tanigawa, Shu Nishiguchi, Naoto, Fukutani, Daiki Adachi, Yuto Tashiro, Takayuki Hotta, Daisuke Matsumoto, Tomoki Aoyama, Association of Lumbopelvic Pain with Pelvic Alignment and Gait Pattern during Pregnancy, Journal of Women's Health, Issues and Care, Vol. 6, Issue 2, (2017-05), pp. 1-5.

国際会議発表

- [1] Saori Morino, Masaki Takahashi, Musculoskeletal Model of a Pregnant Woman considering Stretched Rectus Abdominis and Co-contraction Muscle Activation, 2017 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI 2017), (2017-1116-1118), Daegu, Korea.
- [2] Saori Morino, Fumiko Umezaki, Hiroko Hatanaka, Tomoki Aoyama, Mamoru Yamashita, Masaki Takahashi, Analysis of Trunk Motion for Pregnant Women with Lumbopelvic Pain Using Inertial Measurement Unit, The 4th International conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA2016), (2016-1207-1211), Barcelona, Spain.
- [3] Ryo Eguchi, Ayanori Yorozu, Masaki Takahashi, Kinetic and Spatiotemporal Gait Analysis System Using Instrumented Insoles and Laser Range Sensor, 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, (2017-1015-1017),

Banff, Canada.

- [4] Saori Morino, Moe Yamaguchi, Mika Ishihara; Fumiko Umezaki, Hiroko Hatanaka, Mamoru Yamashita, Tomoki Aoyama, Masaki Takahashi, Pelvic alignment risk factors correlated with pubic symphysis pain after childbirth, The Asian Confederation of Physical Therapy (ACPT2016), (2016-1007-1008), Kuala Lumpur, Malaysia.

国内会議発表

- [1] 森野佐芳梨, 石原美香, 梅崎文子, 畑中洋子, 山下守, 青山朋樹, 高橋正樹, 周産期の骨盤コルセット使用と骨盤アライメント変化の関連, 第5回日本運動器理学療法学会学術集会, 2017-0923-0924.
- [2] 江口僚, 萬礼応, 高橋正樹, 簡易型時空間・力学的歩行解析システムの開発と高齢者のTUG計測への適用, LIFE 2017. 2017-0915-0917, 東京.
- [3] 森野佐芳梨, 高橋正樹, 腹部膨隆により伸張された腹直筋を考慮した妊婦版筋骨格モデルの構築, LIFE 2017. 2017-0915-0917, 東京.
- [4] 森野佐芳梨, 梅崎文子, 畑中洋子, 山下守, 青山朋樹, 高橋正樹, 妊娠期の骨盤アライメントおよび妊娠期疼痛発症割合の変遷について, 第52回日本理学療法学会学術大会, (2017-0512-0514, 0512 Presentation), 幕張.
- [5] 森野佐芳梨, 石原美香, 梅崎文子, 畑中洋子, 青山朋樹, 山下守, 高橋正樹, 骨盤の開きに対する妊娠の影響, 第57回日本母性衛生学会総会・学術集会, (2016-1014-1015, 2016-1015 Presentation), 品川.
- [6] 森野佐芳梨, 石原美香, 梅崎文子, 畑中洋子, 青山朋樹, 山下守, 高橋正樹, 妊娠後期の骨盤周囲痛誘発動作に関する検討, 第57回日本母性衛生学会総会・学術集会, (2016-1014-1015, 2016-1015 Presentation), 品川.
- [7] 森野佐芳梨, 梅崎文子, 畑中洋子, 山下守, 青山朋樹, 高橋正樹, 慣性センサを用いた妊婦の腰椎骨盤周囲痛に関する体幹部の姿勢解析, Dynamics and Design Conference 2016 (D&D2016), (2016-0823-0826, 2016-0824 Presentation), 508, 山口.
- [8] 森野佐芳梨, 石原美香, 山口萌, 梅崎文子, 畑中洋子, 山下守, 青山朋樹, 高橋正樹, 妊娠期の骨盤アライメントの変化が骨盤周囲の疼痛に与える影響, 第51回日本理学療法学会学術大会, (2016-0527-0529, 2016-0529 Presentation), 札幌.

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

研究室のホームページ

(http://www.yt.sd.keio.ac.jp/research/Women's_Healthcare.html)

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

日本機械学会論文集

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/84/859/84_17-00221/_article/-char/ja)

Applied Sciences

(<http://www.mdpi.com/2076-3417/7/10/1067/html>)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 慶應義塾大学 理工学部 高橋正樹研究室
(ケイオウギジユクダイガク リコウガクブ
タカハシマサキケンキュウシツ)

住 所： 〒223-8522
神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1

申 請 者： 准教授 高橋正樹 (タカハシ マサキ)

担 当 部 署： 理工学部 システムデザイン工学科
(リコウガクブ システムデザインコウガクカ)

E - m a i l : takahashi@sd.keio.ac.jp

U R L : <http://www.keio.ac.jp/index-jp.html>