

セルフエコーを用いた新たな骨盤底筋訓練の バイオフィードバック法の開発

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

セルフエコーとは自分自身に超音波検査機器をあてて検査を行う方法であり、国際宇宙ステーション滞在中の宇宙飛行士の健康状態モニタリングや、不妊治療中や妊娠後の女性のアセスメント、COVID-19感染拡大時の肺炎患者の状態観察などで行われる新しい検査の概念である(Kirkpatrick et al., 2022)。近年、エコー機器はポケットサイズまで小型化し、スマートフォンとの連携が可能になるなど機器自体の発展も進み、セルフエコーの活用可能性が高まっている。

我々はセルフエコーを、25-45%の女性が有病し、日常生活に多大な影響を与えている尿失禁(Buckley et al., 2010)の予防と改善を目指すために活用することを着想した。尿失禁の保存的治療の第一選択は骨盤底筋訓練(PFMT)であり、症状を軽減・予防するためには数か月間のホームトレーニングを行う必要がある(Okeahialam et al., 2022)。しかし、骨盤底筋は目に見えず正しい収縮の習得が困難なため、尿失禁に対して効果的な訓練が行えていないという課題がある(Thompson et al., 2003)。膀胱にセルフエコーを行い、PFMTの可視化が可能であれば、患者は訓練のフィードバックを自宅でリアルタイムに受けることができ、効果的なPFMTの実施から尿失禁の予防・改善につながる。そこで、本研究の目的は以下の2点であった。

1. PFMT実施時の膀胱セルフエコーのための教育プログラムの開発と検証
2. セルフエコーで得られた膀胱超音波画像から骨盤底筋の収縮の自動判定アルゴリズムの開発

■ 活動内容

1. 教育プログラムの開発と検証

①教育プログラムの開発

在宅で学習可能な動画教材を用いたeラーニングプログラムを開発した。接続編(エコー機器の使用方法):3分、実践編(PFMT中の膀胱描出の方法):7分を作成した。教材では実際の人を用いて手技や膀胱画像を多角的に提示した。

②教育プログラムの効果の検証

40歳以上の尿失禁のある女性11名に在宅でeラーニングプログラムを数日間受講してもらい、その後オンラインビデオを用いて研究者によるセルフエコーの手技と取得された膀胱動画の評価を行った。その結果、エコーの経験がない女性でもeラーニングプログラムを受講することで81.8%がPFMT中の膀胱セルフエコーが実施可能であった。

2. 骨盤底筋収縮の自動判定アルゴリズムの開発

①データ取得

尿失禁の有無に関わらず20歳以上の女性のPFMT実施中の膀胱セルフエコー動画を収集し、最終的に1144本の動画を使用した。

②機械学習モデルの開発

全ての動画は超音波検査の専門家2名によるラベル付け(正しい収縮、誤った収縮、収縮なし、判定不明)を行い正解データとした。膀胱動画の各特徴をX軸、Y軸座標値を用いて数値化し、時系列での特徴量を生成した。教師あり機械学習の結果、LightGBMモデルにてAUC0.91の高精度で動画から骨盤底筋収縮の分類が可能であった。

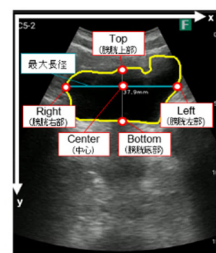


図1 膀胱像の特徴量の抽出

3. 今後の展望

本研究はエコー未経験の女性のPFMT中の膀胱のセルフエコーの実現可能性を明らかにし、セルフエコーから骨盤底筋収縮の自動分類が可能であることを明らかにした初めての研究である。本研究が進むことで、従来病院に行かなければ知ることができなかったPFMTの訓練のフィードバックを、自宅でリアルタイムに患者が受けることが可能となり、尿失禁の改善・予防を目指すことが可能となる。

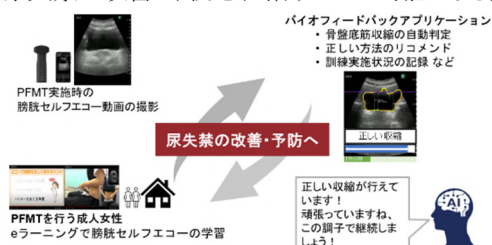


図2 今後の展望図

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究は、JSPS 科研費(22K19685, 20H00560)、東京大学 Beyond AI 推進機構、日本創傷オストミー失禁管理学会の研究助成を受けて実施した。

- Muta M et al. Development of an e-learning program for biofeedback in pelvic floor muscle training for adult women using self-performed ultrasound: An observational study. Jpn J Nurs Sci. 2024 Oct;21(4):e12609. doi: 10.1111/jjns.12609.
- Muta M et al. Pelvic floor muscle contraction automatic evaluation algorithm for pelvic floor muscle training biofeedback using self-performed ultrasound. BMC Womens Health. 2024 Apr 4;24(1):219. doi: 10.1186/s12905-024-03041-y.

代表発表者 **牟田 みや子 (むた みやこ)**
所 属 **東京大学大学院 医学系研究科 健康科学・看護学専攻 老年看護学/創傷看護学分野**
問合せ先 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1
miyako-muta@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

■キーワード: (1) 女性の健康
(2) 遠隔医療
(3) 超音波動画解析

■共同研究者: 仲上 豪二朗
(東京大学大学院 医学系研究科 健康科学・看護学専攻 老年看護学/創傷看護学分野, 東京大学大学院医学系研究科附属 グローバルナースングリサーチセンター)