

補助事業番号 2024M-379

補助事業名 2024年度 自転車エルゴメータを用いたバーチャルリハビリテーションシステムの開発 補助事業

補助事業者名 順天堂大学大学院保健医療学研究科 高橋哲也

## 1 研究の概要

近年、モーションセンサ技術の進化も著しく、センサーの軽量・小型化が進んでいる。このモーションセンサでペダリングの動きを認識させ、Bluetooth経由でタブレットに送り、散歩コースや観光コースの映像と連動して動くバーチャルリハビリテーションシステムの開発を行った。

ベッド上にポータブル自転車エルゴメータを設置し、小型無線モーションセンサを自転車のクランクに装着する。クランク運動によってモーションセンサから得られた運動の速さの信号をBluetooth経由で、独自に収録した映像と連動させる。ゆっくりとしたペダリング運動ではゆっくり映像が動き、速いペダリング運動では速く映像が動くように映像スピードが同期するように調整した。足踏みでも、ベッド上仰臥位でも、上肢自転車エルゴメータでも行えるようにし、実写映像と連動したバーチャルリハビリテーションの実行可能性を検証した。



## 2 研究の目的と背景

近年、リハビリテーションは入院後の後遺症を最小限にするために集中治療室等のベッド上からできるだけ早期に開始することが重要視されている。しかし、ベッド上からのリハビリテーションでは、やる気が生じるような特徴を有する方法はこれまで開発されてこなかった。また、近年、透析中に自転車エルゴメータを用いたペダリング運動による運動療法が推奨されているが、長い透析の間、飽きずに運動を続けるのは困難な場合も多い。さらに下半身に障害を持つパラアスリートのリハビリテーショントレーニングにおいても単調なペダリング運動が多かった。

本研究では、集中治療室や透析室でのベッド上ペダリング運動による運動療法や、上肢でのペダリング運動を行う際に、小型の無線モーションセンサと患者個人にとって重要な自宅周辺の散歩コース、有名観光コースなどの映像とを連動させたバーチャルリハビリテーションシステムを開発することを目的とした。また、単に動画と連動させるだけでなく、心拍数や酸素飽和度のモニタリング機能も有した安心安全なバーチャルリハビリテーションシステムを開発することを目的とした。

## 3 研究内容

### (1) バーチャルエクササイズシステムの開発

- ・モーションセンサと実写映像の同期により運動のテンポ・強度に応じて映像が変化
- ・運動強度の可視化と、バイタルサイン(脈拍・SpO<sub>2</sub>)監視機能をアプリに統合

### (2) 実行可能性の検証実験

- ・健常成人と透析患者を対象としたプレ実験を実施
- ・透析患者の90.9%が「快適」、72.7%が「継続したい」と回答
- ・映像付き運動はモチベーション維持に有効である可能性が示唆された

## 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

集中治療室や、地域包括ケアや在宅医療、透析中運動、リハビリ施設での導入により、高齢者・慢性疾患患者のQOL向上、運動習慣の定着、医療従事者の負担軽減が期待される。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

私は、長年にわたり理学療法学の教育・研究に従事し、特に運動療法における効果的な介入方法の開発とその臨床応用をテーマとして一貫した研究を行ってきた。これまでに、高齢者や慢性疾患患者を対象とした運動プログラムの有効性評価、運動負荷量の最適化、医療現場における理学療法士の役割拡張に関する実証研究などを積み重ね、臨床と教育の両輪で成果を上げてきた。特に近年は、ICT(情報通信技術)やセンシング技術を応用した運動支援システムの開発に注力しており、本研究はその流れの中で発展した重要なステップである。

本研究で開発したバーチャルエクササイズシステムは、モーションセンサ技術と独自収録した実写映像の連動によって、単なる身体運動を「意味のある体験」へと昇華させる試みであり、従来の理学療法に対する動機づけや継続性の課題に対して新たな解決策を提供するものである。

さらに、本研究では生体情報(脈拍・酸素飽和度)のリアルタイム監視機能もシステムに統合し、医療現場、とりわけ透析中やICUといった制限下においても安全かつ安心して実施可能な運動支援ツールの構築に成功した。これは、現場での応用性と倫理的配慮を両立させた次世代型リハビリテーション支援技術として、学術的にも臨床的にも広く展開する可能性を秘めている。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特許出願中

論文発表は現在準備中。

## 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

- ・ モーションセンサを用いたバーチャルエクササイズシステム  
モーションセンサ (MVP-RF12-HC、マイクロストーン社製)  
運動・映像連動、バイタル監視統合アプリ  
(MVP-RF12-S-JUN、マイクロストーン社、(株)エースエンジニアリング)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

- ・ 特になし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 順天堂大学大学院 保健医療学研究科

(ジュンテンドウダイガクダイガクインホケンイリョウガクケンキュウカ)

住 所: 〒113-0033 東京都文京区本郷3-2-12

担 当 者: 教授 高橋哲也(タカハシテツヤ)

担 当 部 署: 理学療法学専攻(リガクリョウホウガクセンコウ)

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

U R L:

[https://www.juntendo.ac.jp/academics/graduate/hs/master/pt/laboratory/takahashi\\_lab/index9.html](https://www.juntendo.ac.jp/academics/graduate/hs/master/pt/laboratory/takahashi_lab/index9.html)