

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01529

研究課題名(和文)脳卒中患者に対するVR技術を用いたトレッドミル歩行の効果と回復メカニズムの解明

研究課題名(英文)Elucidation of the effect of treadmill walking using VR technology for stroke patients and the recovery mechanism

研究代表者

富永 孝紀(TOMINAGA, TAKANORI)

明治大学・研究・知財戦略機構(生田)・研究推進員

研究者番号：40788907

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文):本研究は、脳卒中患者に対するvirtual reality (VR)技術を用いたトレッドミル歩行の効果について、健常者12名、脳卒中患者10名を対象とし検証した。方法は、Unity(Unity Technologies社製)を用いて無機質な風景のオプティカルフロー(OF)映像を作成し、HMDでVR映像を見ながらOF刺激なし、トレッドミル速度の100%、125%、および75%でのOF刺激の4つの条件下トレッドミル歩行を5分間実施した。その結果、実際の歩行速度にVR映像の映像速度を25%上昇させた条件において歩行速度の改善が確認され、脳卒中患者の歩行能力を効率的に向上させる可能性が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脳卒中患者が歩行を獲得する利点は、生活範囲の拡大、生活の質の向上、心肺機能の維持・向上、廃用性低下の予防、介助者負担の軽減などがあげられる。運動障害が軽度であれば、様々な実環境で歩行訓練が可能であるが、重症度によっては歩行訓練ができる空間も制限される。さらにリハビリテーション医療においては、1日に提供できるリハビリに時間的制限があり、機械的技術を応用したリハビリシステムの構築は重要な課題である。本研究では、脳卒中患者に対してVR技術を用いた歩行訓練が効率的に歩行能力を向上させかつ医療経済的にも有効である可能性が考えられた。

研究成果の概要(英文): In this study aimed to investigate the effects of virtual reality (VR) treadmill gait training under various Optic flow (OF) speeds in stroke patients and healthy controls. Twelve healthy young adults and 10 stroke patients walked on a treadmill with speed set at their comfortable walking speed for 5 min each under four conditions: no OF stimulation and OF stimulations at 100%, 125%, and 75% of the treadmill speed. In stroke patients, the walking time and number of steps were significantly reduced relative to the pre-training state from immediately to 10 min after treadmill training at 125% OF stimulation speed. The walking rate also increased significantly 10 min after training. In healthy controls, the walking time decreased significantly from immediately to 10 min after training at 125% OF stimulation speed compared with the pre-training state. In conclusion, OF stimulation at a speed faster than the actual locomotion speed effectively increases the walking speed.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：脳卒中患者 VR技術 歩行

1. 研究開始当初の背景

リハビリテーションの対象患者の主な疾患の一つに脳卒中がある。脳卒中は年間約 30 万人が新たに罹患しており、患者数は 300 万人を超える（日本リハビリテーション医学会）。これを反映して、介護保険制度の要介護者のうち約 24%が脳卒中患者で、寝たきり患者の約 4 割が脳卒中後遺症によるとされている。また脳卒中患者では、活動量の減少に伴う筋力低下、転倒などによる二次的な廃用が生じやすく、医療費増加の隠れた原因となっている。つまり、健康管理により脳卒中の再発を予防し、リハビリテーションによって最大限の機能を回復させるとともに生活の質を維持・向上させることは国民的課題といえる。

これらのことを踏まえ、今後のリハビリテーションに求められることは、最大限に機能を回復させること、動作能力を向上させること、廃用性低下を予防すること、これらを短期間で実施できるリハビリテーション従事者と機械技術を融合したシステムを構築させることである。

2. 研究の目的

一側の大脳半球に脳卒中を呈すると損傷側と反対側の上下肢に感覚運動麻痺を生じ、移動手段である歩行や日常生活に大きな支障をきたす。歩行に対するリハビリテーションでは、立ち上がりの反復訓練や装具を装着しての歩行訓練、体重を免荷した状態でのトレッドミル歩行訓練などの下肢筋力への負荷を多くすることが重要視されている。しかし、これらの訓練は動作能力といった量的な視点に着目したものであり、感覚運動麻痺の回復といった質的な側面を考慮すると感覚のフィードバックや他感覚を統合させることを含めた歩行訓練の確立が不可欠である。本研究は、Virtual reality (VR) 技術を用いた歩行訓練が下肢機能や動作能力への影響を分析し、効果的かつ効率的な歩行に対するリハビリテーションの確立を目的とする。

3. 研究の方法

脳卒中患者に対する VR 技術を用いたトレッドミル歩行の効果について、健常者 12 名、脳卒中患者 10 名(BRS: レベル)を対象とし検証した。方法は、Unity(Unity Technologies 社製)を用いて無機質な風景のオプティカルフロー映像を作成し、HMD で VR 映像を見ながらトレッドミル歩行を 5 分間実施した。条件はトレッドミルのみ(VR なし)、トレッドミルと VR 映像速度が一致、トレッドミルに対して VR 映像速度を 25%上昇、トレッドミルに対して VR 映像速度を 25% 低下の 4 条件とし、1 日 1 条件ずつランダムに実施した。評価として、10m 歩行(快適速度)の時間を、介入前、介入直後、5 分後、10 分後、20 分後に計測した。

4. 研究成果

視覚条件と時間の 2 要因で二元配置分散分析を行った結果、健常者・脳卒中患者ともに歩行時間に有意な交互作用が確認された。また、多重比較の結果、条件（映像速度 25%上昇）のみ、施行前と直後・5 分後・10 分後において有意な歩行時間の減少が確認された。これらのことから、脳卒中片麻痺患者において、オプティカルフロー速度を変化させることで、その後の歩行速度をより効率的に向上させることができる可能性が考えられた

リハビリテーション医療においては、入院期間の短縮、1 日に提供できるリハビリに時間的制限があり、機械的技術を応用したリハビリシステムの構築は重要な課題である。本研究では、脳

卒中患者に対して VR 技術を用いた歩行訓練が効率的に歩行能力を向上させかつ医療経済的にも有効である可能性が考えられ、引き続き検証を進めていき VR 技術を用いたリハビリテーションの構築を図っていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yuya Nagashima, Daigo Ito, Ryo Ogura, Takanori Tominaga, Yumie Ono	4. 巻 10
2. 論文標題 Gait Training in Virtual Reality Home Environment for Stroke Patients: A Case Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 150-157
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Yuya Nagashima, Daigo Ito, Ryo Ogura, Takanori Tominaga, Yumie Ono
2. 発表標題 Gait training in Virtual Reality home environment for stroke patients
3. 学会等名 生体医工学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuya Nagashima, Daigo Ito, Ryo Ogura, Takanori Tominaga, Yumie Ono
2. 発表標題 "Development of Virtual Reality-based Gait Training System Simulating Personal Home Environment
3. 学会等名 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永嶋 裕也
2. 発表標題 多感覚フィードバックを付与する家庭内自由歩行訓練用VRの開発
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永嶋 裕也, 伊藤 大剛, 小倉 亮, 富永 孝紀, 小野 弓絵
2. 発表標題 多感覚フィードバックを付与する家庭内自由歩行訓練用VRの開発
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 章斯楠, 小野弓絵
2. 発表標題 VR視聴時の主観的不快感に関連する生体活動の検出
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sinan Zhang, Akiyoshi Kurogi, Yumie Ono
2. 発表標題 VR Sickness in Continuous Exposure to Live-action 180° Video
3. 学会等名 IEEE VR 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小倉亮 伊藤大剛 倉田雅哉 河野正志 市村幸盛 富永孝紀 小野弓絵
2. 発表標題 VRを用いた脳卒中患者の歩行訓練システムの開発に向けて ~ 健常者と脳卒中患者における現実空間とVR空間での歩行様態の違い~
3. 学会等名 第18回日本VR医学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤大剛 小倉亮 倉田雅哉 河野正志 市村幸盛 富永孝紀 小野弓絵
2. 発表標題 VRを用いた脳卒中患者の歩行訓練システムの開発に向けて ~ 自宅での転倒を認めた症例に対する介入 ~
3. 学会等名 第18回日本VR医学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 倉田雅哉、伊藤大剛、富永孝紀、小野弓絵
2. 発表標題 VRを用いた脳卒中患者の歩行訓練システムの開発
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

〔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
研究分担者	小野 弓絵 (ONO YUMIE) (10360207)	明治大学・理工学部・専任教授 (32682)	
研究分担者	美馬 達哉 (MIMA TATSUYA) (20324618)	立命館大学・先端総合学術研究科・教授 (34315)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------