

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：22701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K11160

研究課題名（和文）VRと運動学習転移を用いたパーキンソン病における新しい運動訓練の開発

研究課題名（英文）Development of novel motor training in Parkinson's disease using VR and motor learning transfer

研究代表者

上田 直久（Ueda, Naohisa）

横浜市立大学・附属市民総合医療センター・准教授

研究者番号：00305442

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：1. パーキンソン病（PD）患者をリクルートし、各参加者のプロフィールなどの基本データを収集した。参加者はVRリハビリテーションによる運動改善度、運動学習転移度を評価した。
2. PD患者はVRリハビリテーションにより、運動および運動転移の改善がみられた。PDの運動障害度とVRリハビリテーション効果との相関は明らかでなかった。
3. VRリハビリテーション効果と、MRIのvoxel based morphometryや脳血流シンチでの血流分布変化との関係において有意に相関する脳部位はなかったが、両側頭頂葉の血流とある程度関係性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

パーキンソン病の運動障害に対して、Virtual Realityを利用したリハビリテーションを行う事によって、通常よりも運動改善、運動学習転移が改善する可能性が考えられた。パーキンソン病の運動障害度には関わらないため、どの段階の患者にも利用できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：1. Patients with Parkinson's disease (PD) were recruited, and basic data such as the profile of each participant were collected. Participants were evaluated for improvement of motor performance and motor learning transfer by VR rehabilitation.
2. The correlation between the degree of motor impairment of PD and the effect of VR rehabilitation was not clear.
3. The VR rehabilitation effect did not correlate with the results of MRI voxel based morphometry or change in blood flow distribution by cerebral blood flow scintigraphy in any brain region. Relationship with blood flow in bilateral parietal lobes was suggested to some extent.

研究分野：運動解析

キーワード：パーキンソン病 リハビリテーション バーチャルリアリティ

1. 研究開始当初の背景

Virtual Reality を用いたパーキンソン病のリハビリテーション

近年, Virtual Reality (VR) を利用したリハビリテーションの疾患への応用が試みられている。健常者やアスリート向けの運動訓練 (Kittel et al. J Sci Med Sport 2019, Richards et al. J Neuroeng Rehabil 2019) に加え, 脳卒中患者の麻痺に対する筋力訓練 (Arirnti et al. PLOS ONE 2019), 脊髄損傷患者のバランス訓練 (Sengupta et al. Asian Spine J 2019) などが報告がされている。これらに比して, パーキンソン病 (PD) に対する VR を利用したリハビリテーションについての報告は非常に少ない (Gómez-J et al. Front Neurol 2018, Wang et al. Clin Rehabil 2019)。PD では "paradoxical kinesia" (外的トリガーを与えると運動障害が一時的に改善する。例: 廊下に一定の目印をつけると歩行スピードが上昇する) が知られている (Bieńkiewicz MM et al. Behav Brain Res 2013)。従って PD では, 外的トリガーに VR を用いることによって, 効率的な運動パフォーマンス向上が図られるのではないかと考えた。また, これまでの VR リハビリテーションの訓練対象は粗大な運動が主体であり, 例えばある程度歩行が可能な患者のバランス改善を目的としたようなものが多い。しかし PD では書字障害など, 巧緻運動に関わる筋肉の複合的運動障害が ADL 低下に寄与している事が多い。そこで, 本研究では PD 患者の ADL 低下の大きな要因である上肢の巧緻運動障害, 中でも書字障害に対する VR リハビリテーションの効果を検討する。このような上肢の巧緻運動を対象とした VR リハビリテーションは健常者や他疾患患者に対してもこれまでほとんど施行されていない。さらに PD の運動障害度を評価し, これが VR リハビリテーションによる改善度にどのような影響を及ぼすかを検討する。また, 脳機能画像を撮像, 検討することで, VR による運動改善のメカニズムを明らかにする。

運動学習転移によるさらなる運動改善の検討

リハビリテーションなどの運動学習により獲得した運動を応用することにより, 関連した別の運動能力が新たな学習なしに向上する事を運動学習転移という。PD 患者に施行した書字の VR リハビリテーションの効果が他の上肢巧緻運動(つまみ運動, 箸の使用)に運動学習転移しているかを検討する。これが証明できれば, 次段階として, 例えばすくみ足に対する VR リハビリテーションにより歩行スピード改善や転倒予防を図るなど様々な運動障害への応用へ展開する。

2. 研究の目的

PD の運動障害 (書字障害) に対して VR リハビリテーションを行い, 書字障害に対する直接の効果に加え, 運動学習転移効果による他の上肢巧緻運動改善についても明らかにする。

PD における運動障害度と VR リハビリテーション効果の関係を明らかにする。

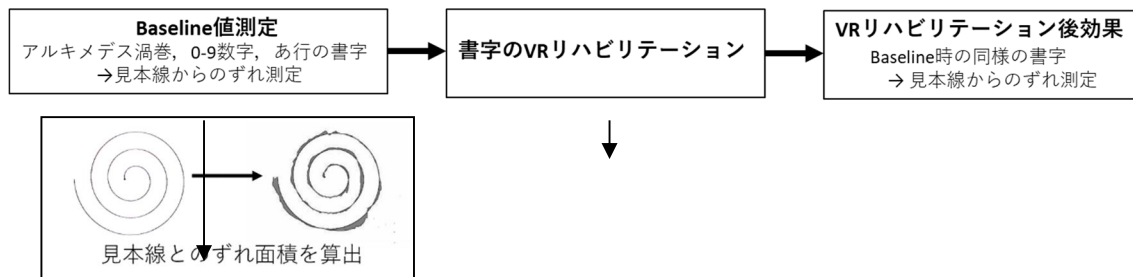
PD での脳血流シンチグラフィにおける脳血流値評価, 脳 MRI voxel based morphometry (VBM) 解析による脳萎縮の定量評価, DTI-TBSS (Tract-Based Spatial Statistics) を用いた白質変性評価と VR リハビリテーション効果との関係を検討する。これにより, VR が PD のどの脳部位への影響を介して効果を発現しているのかを明らかにする。

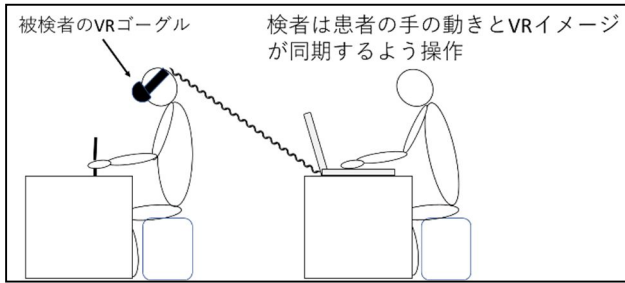
以上のような PD と VR リハビリテーションについての詳細な検討は, これまで全く行われておらず, PD に対する効果的なリハビリテーションを開発する上で極めて独創的な研究であると考えている。

3. 研究の方法

対象: PD 患者 50 名

Experiment 1: パーキンソン病における書字の VR リハビリテーション (下図)





Baselineとして、肘を浮かせた状態でペンを持ち、アルキメデス渦巻き、数字の0-9、平仮名の「あ行」の5文字の見本線をなぞる運動を行い記録する。見本線と実際に参加者が書いた線とのずれの面積を算出し (Ueda et al. J Neurol 2014), baseline値とする。次にVRゴーグルを装着し同様の書字運動を行う。その画面では健常者にて録画しておいた、見本線とのずれがないスムーズな書字が行われているイメージになっている。非検者の手の動きと動画イメージが同期するように検者は動画スピードをコントロールし、あたかも“自分がスムーズに書字出来ている”という外的トリガーを与える。

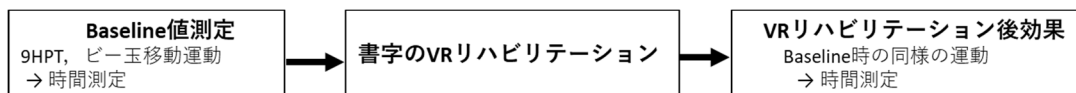
このVRでのイメージトレーニングを1日20分間、7日間行う。最終日に再びbaseline時と同じ書字を行い、同様に見本線からのずれ面積を算出する。baseline値と比較し、その改善度をVRリハビリテーションの効果度と定義する。

PD患者の運動障害度をMDS-UPDRS (Goetz CG et al. Mov Disord 2018)にて評価する。VRリハビリテーションによる運動改善度との関係を検討する事により、PDの運動障害度がどの程度VR効果に關与するかを明らかにする。

VRリハビリテーション前にVBM解析、DTI-TBSS解析のための脳MRIを撮像し、また脳血流シンチグラフィにおけるリハビリテーション前後の脳血流変化部位を捉えることで、PDにおけるVRリハビリテーション効果と関連する解剖学的関連部位を同定する。

Experiment 2: VR リハビリテーション後の運動学習転移

Baselineとして、書字以外の運動である9 hole peg test (9HPT)と箸によるビー玉移動運動を行い、それぞれの運動の所要時間を測定し、baseline値とする。Experiment 1の書字VRリハビリテーションを施行後、再びbaseline運動を行い所要時間を測定する。baseline値と比較し、その改善度をVRリハビリテーションによる運動学習転移度と定義する。



VRリハビリテーション前に撮像したVBM解析、DTI-TBSS解析のための脳MRIやリハビリテーション前後の脳血流変化部位を捉える脳血流シンチグラフィにより得られるパラメーターとVRリハビリテーション後の運動学習転移度の関連性を検討することで、PDにおける運動転移の解剖学的背景を明らかにする。

4. 研究成果

1. パーキンソン病 (PD) 患者をリクルートし、各参加者のプロフィールなどの基本データを収集した。参加者はVRリハビリテーションによる運動改善度、運動学習転移度を評価した。
2. PD患者はVRリハビリテーションにより、運動および運動転移の改善がみられた。PDの運動障害度とVRリハビリテーション効果との相関は明らかでなかった。
3. VRリハビリテーション効果と、MRIのvoxel based morphometryや脳血流シンチでの血流分布変化との関係において有意に相関する脳部位はなかったが、両側頭頂葉の血流とある程度との関係性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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 | 岸田 日帯 (Kishida Hitaru) (20405004) | 横浜市立大学・附属市民総合医療センター・講師 (22701) | |
| 研究分担者 | 田中 章景 (Tanaka Fumiaki) (30378012) | 横浜市立大学・医学研究科・教授 (22701) | |

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 |
|---------|---------|
| | |