

令和元年6月5日現在

機関番号：22604

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12961

研究課題名(和文)半側空間無視に対するVirtual Reality環境下での新しい治療戦略の開発

研究課題名(英文)Development of new therapeutic strategy for unilateral spatial neglect in virtual reality.

研究代表者

網本 和 (Amimoto, Kazu)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：70326023

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：半側空間無視(USN)の治療にプリズムアダプテーション(PA)が知られているが、Head Mounted DisplayとwebカメラによってPAと同様な効果を得るだけでなく、視野を水平面と前額面の三次元上で変位させることが可能となる。左USN 6名、非USN左麻痺12名、健常者9名を対象とした。評価はカメラを正中に向けたHMDを装着し正中前方を指差す課題をタッチパネルにおいて行わせた。各群共、X軸上では左へ有意に変化していたが、Y軸上でUSN症例は時計回りに指差し位置が変化した。USN症例ではバランスが不良であるため、視野の回転に対し立ち直りが生じたことで上方へ偏倚した可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

半側空間無視は右側半球病変患者の約4割に出現し、そのリハビリテーションの妨げとなることが知られ、臨床例では3次元空間での姿勢変化が生じている。従来の方法はプリズムによる光の屈折を利用する為、前額面内で回転させることはできない。前額面の垂直認知にも問題があることを考えると、より効率的に治療するためには前額面も含めた空間で偏倚させた視野を付与することが望ましいと考えられる。本研究で開発されたHMDによるヴァーチャルリアリティ環境下でのアダプテーションは、従来の方法では変容できなかった前額面での認知的判断を制御できるため3次元空間上での不良姿勢を呈するような重症例への応用が可能であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Prism adaptation (PA) is known for the treatment of unilateral spatial neglect (USN), but Head Mounted Display and webcams not only achieve the same effect as PA, but also can be changed by the field of view is three dimensional in the horizontal plane and the frontal plane. The subjects were 6 left USN, 12 non-USN with left hemiparesis, and 9 normal subjects. The evaluation was carried out on the touch panel with the task of pointing in the HMD facing the center of the camera attached.

In each group, the X-axis significantly changed to the left, but on the Y-axis, the pointing position of USN cases changed clockwise. In USN cases, since the balance is poor, it may be biased upward of the visual field due to the righting reaction.

研究分野：理学療法学

キーワード：半側空間無視 ヴァーチャルリアリティ アダプテーション

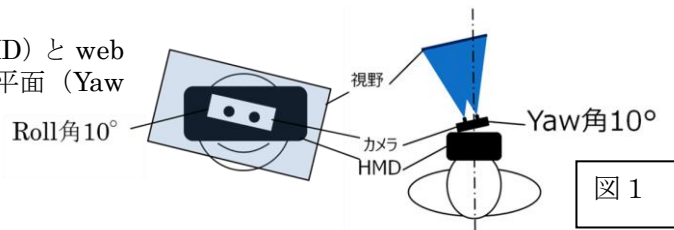
様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

半側空間無視（Unilateral spatial neglect、USN）は大脳半球と反対側の刺激に対して、発見して報告したり反応その方向を向いたりすることが障害される病態である。右側半球病変患者の約4割に出現し、身体運動や日常生活動作そのリハビリテーションの妨げとなり、これまで多くの治療方法について報告されてきた。USNに対するアプローチは障害や視覚性注意のメカニズムに基づき、トップダウン方式やボトムアップ方式でのアプローチや非特異的刺激、ボトムアップ刺激、トップダウン刺激、覚度メカニズムの調節、代償メカニズムの調節に分類される。

USNの治療としてRossettiらが考案したプリズム順応(prism adaptation、以下PA)課題が報告されている。Rossettiらの方法では、標的に対してすばやく上肢を伸ばして到達する課題を「右側へ10度偏倚した」プリズム眼鏡を装着して50回行う。Rossettiらは、このPA課題によってUSN例の水平面上で右に偏倚した主観的正中定位が左側へシフトすることを報告している。一般にUSNは左右方向つまり水平面上の認知に障害があることは周知であるが、前額面の認知にも問題があり、視覚的垂直認知が左に傾いていることが報告されている⁷⁾。PAはプリズムによる光の屈折を利用する為、視界をずらすことはできるが、捻る（前額面内で回転させる）ことはできない。前額面の垂直認知にも問題があることを考えると、より効率的に治療するためには前額面も含めた空間（Yaw角とRoll角）で偏倚させた視野を付与することが望ましいと考えられる。

Head Mounted Display（以下HMD）とwebカメラを使用することで、視野を水平面（Yaw角）と前額面（Roll角）の空間上で変位させることが可能となる（図1）。



2. 研究の目的

1) 半側空間無視症例に対する治療戦略としての、Head Mount Display (HMD) を用いた Virtual Reality (VR) 環境での視覚運動アダプテーションの効果を検証すること。

2) Head Mount Display (HMD) を用いた Virtual Reality (VR) 環境での視覚運動アダプテーションを介入課題として用いて、空間的身体正中定位課題、座位での身体的垂直認知課題における即時効果を検証すること。

3. 研究の方法

【空間的身体正中定位課題・身体的垂直認知課題の手続き】



電動傾斜垂直認知測定装置に座り、被験者が右肩を90°屈曲挙上し、示指で触れられる距離で且つ身体中心とタッチパネル（LENOVO YOGA TABLET 2 Pro）の中心部が重なるようにタッチパネルを設置し、「マルチタッチ」アプリを起動させる。このアプリによってパネル上の座標数値が表示される。

介入課題の前後で評価課題（図2）を実施する。

①静止座位での座圧計（SR ソフトビジョン；1台は本学に設置済み）を用いて10秒間測定する。この時の左右の座圧の変位量を計測する。左殿部に対する右殿部の荷重圧の割合を前額面座圧比率（右殿部荷重圧ピーク値 / 左殿部荷重圧ピーク値 × 100）として算出する。なお、荷重圧は、垂直判断時の角度(θ)に

影響を受けるため、荷重圧 × $\cos \theta$ から求めた鉛直方向成分への補正値を採用する。

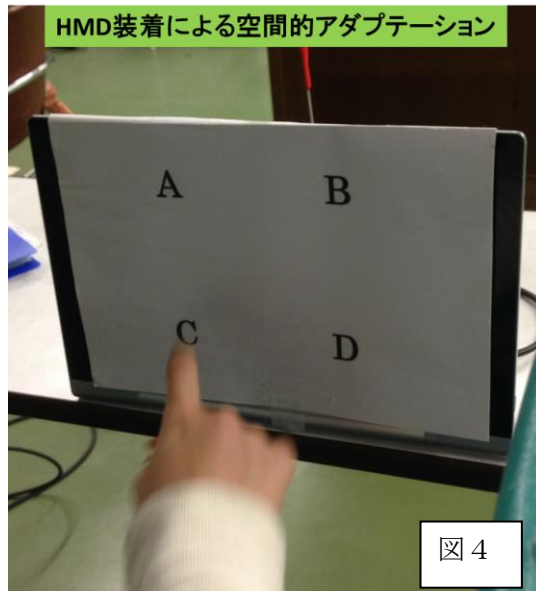
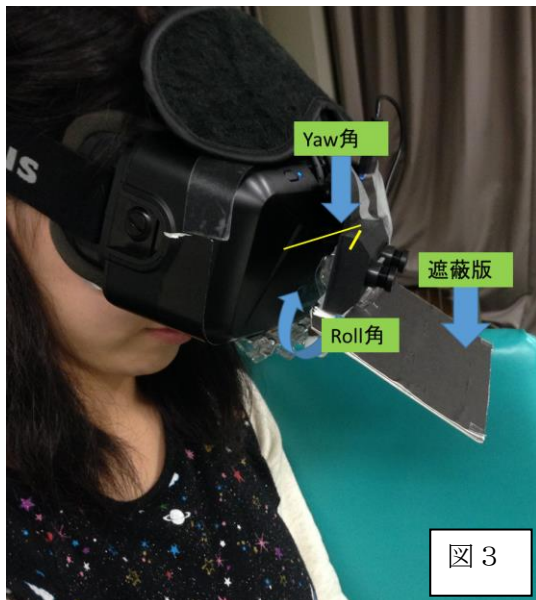
②被験者の剣状突起からまっすぐ前へ伸ばしたところを右示指でタッチパネルを触るように指示する。これを練習としてHMDを装着し、開眼した状態で2回行う。練習終了後、上記の練習内容を閉眼と開眼でそれぞれ20回行い、値を記録する（閉眼→開眼）。

③電動傾斜垂直認知測定装置を用いて、対象者は、体幹の後側面を囲い台座上に角度計

を取り付けた測定装置に腰掛ける。この時、足部は床面に接地させない。測定方法は、検者が座面を 15 度傾斜させた位置（開始位置）から 1.5°/秒の速さで水平方向に座面を動かす、対象者が垂直と認知した位置での傾斜角度（デジタル角度計使用）および座面圧分布を記録する。身体的垂直認知は閉眼条件とする。左右 1 回ずつ練習をした後、それぞれ開始位置を右・左・左・右×2回の順として計 8 回行う。

介入課題（VR 環境下での空間的視覚運動アダプテーションの実施）

A,B,C,D という文字を 10cm 離して書いた用紙（A4）をタッチパネル上に貼付し、Yaw 角および Roll 角は水平面と前額面でそれぞれ 10°カメラを傾けた HMD を装着する（図 3）。



この時 HMD カメラの下に厚紙で遮蔽版を取り付け、課題実施時に被験者の上肢が見えないように設定する。検者が ABCD を上肢のリーチ運動の方向性（上下左右）が一定にならないようにランダムに 48 回読み上げていき、被験者は読み上げられた順に従い、紙に書かれたアルファベットを右示指で触れていく（図 4）。その後前記の評価課題を再度施行した。

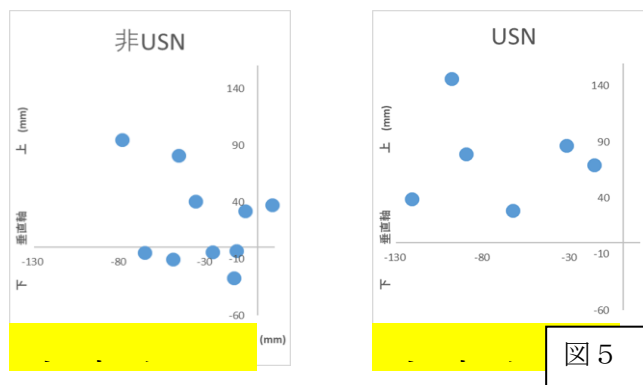
4. 研究成果

健常者での検討

前述のように USN に関して水平面上および前額面上の主観的な垂直認知の歪みが報告されているが、健常者においてそれらを視覚的に変化させれば、疑似的な USN 状態をつくりだすことができると考えられる。ここでは、HMD を使用して、健常成人（16 名、男性 5 名、女性 11 名、平均年齢 21.8 歳）に対して水平面（Yaw plane）と前額面（Roll plane）を視覚的に変化させることによって疑似的な USN 状態をつくりだすことができるか、USN シミュレーションによって、健常成人であっても USN 患者と類似した状態が出現するか否か、について主観的身体垂直（SPV）を測定することによって検討した。結果として左または右 USN シミュレーションの SPV の傾斜方向性はどちらも、Yaw 条件と Yaw+Roll 条件間に有意差が認められ、健常成人に対して左または右の USN シミュレーションを行うことが可能であった。このことは HMD と web カメラという比較的簡易な装置環境で USN モデルを生成できることを示しており様々な治療の基礎的検証に応用できると考えられる。

USN 症例での検討

上記と同様な HMD と web カメラを用いてタッチパネル上の文字に上肢で 48 回リーチする課題（VR adaptation）を脳血管障害による USN を伴わない左麻痺症例（非 USN 例）10 名および USN を伴う左麻痺症例（USN 例）6 名を対象に施行した。前方タッチパネルの体幹正中、剣状突起の高さを人差し指で指差す課題（タッチした位置は座



標情報として記録される)を10回ずつ行わせる体幹正中定位課題(Subjective straight ahead:以下SAA)をアウトカムとしてその影響を比較検討した。USN例では通常SSAは右方向に偏倚して定位される。VR adaptationの結果、USN例において最も左上方へ偏倚した(図5)。両群において水平軸(左右方向)ではPA同様、Yaw角の偏倚に伴うアダプテーション効果が得られている。垂直軸(上下方向)への変位は両群で上方へ変位していた。すなわちYaw角だけでなくRoll角の変化を生起することが可能であると考えられた。従来のPAでは変容できなかった前額面での認知的判断を制御できることは3次元空間上での不良姿勢を呈するような重症例への応用が可能であると考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

- 1) Taku Numao, Yuri Fujita, Kyohei Ichikawa, Shogo Ide, Hidekazu Katori, Tomoko Shimada, Kohei, Ota, Yumi Ikeda, Kazu Amimoto.: Leftward Optical Shift Induces Bias in Line Bisection, *Progress in Rehabilitation Medicine* 4:1-6, 2019.
- 2) Sakai K, Ikeda Y, Amimoto K.: Effect of kinesthetic illusion induced by visual stimulation on ankle dorsiflexion dysfunction in a stroke patient. *Neurocase* 18:1-5, 2019.
- 3) Fukata K, Amimoto K, Sekine D, Ikarashi Y, Fujino Y, Inoue M, Inoue M, Ishihara S, Takahashi H, Makita S.: Test-retest reliability of and age-related changes in the subjective postural vertical on the diagonal plane in healthy subjects. *Atten Percept Psychophys* 81:590-591, 2019.

4) 沼尾拓、網本和：半側空間無視の視覚・運動感覚からの治療アプローチ、*理学療法ジャーナル* 51:883-891, 2017.

[学会発表](計8件)

- 1) D. Sekine, K. Fukata, K. Amimoto, Y. Fujino, M. Inoue, M. Inoue, Y. Takahashi, H. Takahashi, S. Makita.: ANALYSIS OF THE SUBJECTIVE POSTURAL VERTICAL ON DIAGONAL PLANE IN ELDERLY SUBJECTS AND LEFT HEMIPARETIC PATIENTS AFTER STROKE, ISPRM 2018.
- 2) 市川 恭兵, 沼尾 拓, 網本 和, 井出 彰悟, 香取 秀一, 星野 泰地, 嶺村 圭, 大竹 史織, 藤田 夏那, 山田 隆介: USN 症例に対する 3 次元 Head Mounted Display アダプテーションの長期効果の検証 症例検討. *日本リハビリテーション医学会 2018*
- 3) 沼尾拓、網本和・他：Roll角に着目した Head Mounted Display アダプテーションが空間認知に与える影響. 第42回日本高次脳機能障害学会学術総会抄録集 1P7-6, 2018.
- 4) 四ツ目綾、網本和：健常者における半側空間無視の垂直認知に関するシミュレーション—ヘッドマウンテッドディスプレイを用いたヴァーチャル・リアリティによる検討—, 第7回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会抄録集 P2-3, 2016.
- 5) 藤田侑里、網本和：Head Mounted Display による半側空間無視モデルの作成。日本リハビリテーション医学会 2017.
- 6) 市川 恭兵, 沼尾 拓, 網本 和, 井出 彰悟, 風間 俊幸, 香取 秀一, 星野 泰地, 嶺村 圭, 山田 隆介: USN 症例に対する 3 次元 Head Mounted Display アダプテーションの効果。日本リハビリテーション医学会 2017.
- 7) Numao T, Amimoto K: Head-mounted display adaptation for reaching behaviour in unilateral neglect; a case study. *ECNR2017*
- 8) 河合はるか、網本和：ヴァーチャルリアリティによる視覚変容下でのアダプテーションが上肢リーチ課題に及ぼす影響について。日本リハビリテーション医学会 2016.

[図書](計2件)

網本和、渡辺学：脳卒中理学療法 コアコンピテンス, 中外医学社 2018年
網本和：傾いた垂直性、ヒューマンプレス, 2017年

[産業財産権]

- 出願状況(計 0 件)
- 取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(2)研究協力者

研究協力者氏名：沼尾 拓

ローマ字氏名：Taku Numao

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。