

令和 5 年 5 月 10 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11228

研究課題名（和文）高齢者の転倒予防を目的とした仮想現実（VR）併用体幹バランス訓練機器の開発

研究課題名（英文）Study of virtual reality (VR) combined trunk balance training equipment for the purpose of preventing falling

研究代表者

斉藤 公男 (Saito, Kimio)

秋田大学・医学部附属病院・医員

研究者番号：20566153

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：座位バランス計測装置を開発しバランス評価装置としての機能・精度検証を行った。その結果検者内信頼性、検者間信頼性ともに良好な信頼性を確認した。また、既存のバランス評価バッテリーとの比較試験を行い、本装置で計測できる体幹バランス能力は動的な因子と関連することが明らかになった。2020年度はユーザビリティを改善すべく、計測と解析を自動で行えるソフトの開発を行った。2021年度は訓練装置として仮想現実(VR)機器を併用したシステムの開発を行った。2022年度は予備実験として健康者で訓練を行い、訓練前後でバランス能力が改善したという結果を得た。今後特定臨床研究に登録し、実証試験を行う予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢社会では、健康寿命が重要である。健康寿命を延ばすためには転倒予防は欠かせず、バランス能力評価は必須である。本装置は、安全かつ簡便に定量的に体幹バランスを計測できる装置として開発され、精度や安全性を評価してきた。本研究期間では、新規ソフトウェア開発によってユーザビリティの改善を行い、仮想現実(VR)機器を併用した体幹バランス訓練装置としてのシステム・ソフトウェアの開発を行った。今後特定臨床研究に登録し実証試験を行う予定である。

研究成果の概要（英文）：The sitting balance measurement device was developed. We evaluate function and accuracy as a balance measurement device. As a result, we had good intra-rater and inter-rater reliability. In 2020, we developed new software to improve the usability of device that can automatically perform measurement and analysis. In 2021, we developed a system using virtual reality (VR) equipment as a trunk balance training device.

In 2022, we conducted a preliminary trial using virtual reality (VR) equipment as a trunk balance training device for healthy individuals. We found that their balance ability improved after the training. We plan to specified clinical trials in the future.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：体幹バランス 体幹トレーニング 座位バランス 仮想現実 バランス訓練 体幹バランス訓練 バランス

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

われわれは、座位バランス装置を開発し、これまで基礎となるバランス評価装置としての機能・精度検証を重点的に行ってきた。訓練装置としては多種多様な方向の外乱が可能で自由度の高い6軸モーションベースが非常に有用であると考えられた。しかし、バランス機能評価装置として使用した際、ランダムな動きの中の計測はバランス評価が一定せず、転落リスクもあった。そこで、体幹バランス評価尺度を統一し、安定した信頼性のある精度の高い体幹バランスを測定するため、外乱は一定方向での外乱を異なる方向で行う計測が望ましいと考えられた。信頼性試験を施行し、検者内信頼性は0.815、検者間信頼性は0.789であり、Fleissらの判定基準によるとexcellentであった。体幹バランス評価は定性的で再現性の低い評価が多く、定量的にかつ信頼性の高い評価ができることを確認した。また、本装置で計測できる体幹バランス能力の特性を知るため、既存のバランス評価バッテリーとの比較試験を行い、本装置で計測できる体幹バランス能力は動的な因子と関連する特性をもつことが明らかになった。評価装置としての有用性が明らかになる一方、計測データを解析するまでに一度専用のソフトを介する必要があったため最終結果がでるまでに一定の時間を要した。また、データ処理の煩雑性とタイムラグにより、データをリアルタイムにフィードバックができない状況であった。

2020年度はこのようなユーザビリティを改善すべく、計測と解析を自動で行えるソフトの開発を行った。これにより、今後検者は簡便に被験者に対してリアルタイムにフィードバックできる環境となった。

2021年度は訓練装置としての活用として、仮想現実(VR)機器を併用したシステムの開発を行い、システムは概ね完成した。また、開発と並行して装置のユーザビリティとVR酔いについて評価を行った。

2022年度は本装置を用いた体幹バランス訓練の予備実験として14名の健常者で訓練を行った。有害事象は認めなかった。

### 2. 研究の目的

本期間での目的は以下であった。

仮想現実(VR)を併用した体幹バランス訓練装置としての開発を行い、  
訓練装置としての安全性やユーザビリティ、VR酔いについて評価すること  
訓練装置としての効果を検証すること

### 3. 研究の方法

若年健常者16名を対象に本装置を用いた1回2分の体幹バランス訓練を施行した。

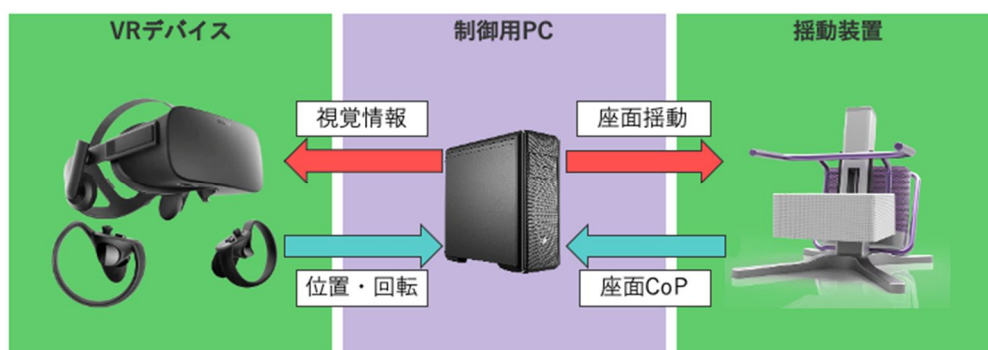
評価項目はVR酔い(二択質問、シミュレータ酔いアンケート)、主観的有用性(The System Usability Scale; SUS)、満足度(The User Satisfaction Evaluation Questionnaire; USEQ)とした。

若年健常者14名を対象に本装置を用いた体幹バランス訓練を1日20分間5日間施行した。  
評価項目は、座位バランス計測装置での体幹バランス機能(圧力中心点の総軌跡長)と既存の評価バッテリーであるBESTestを測定し、訓練前後で比較した。

### 4. 研究成果

われわれが開発したVR併用体幹バランス訓練システムの概要を下図に示す。

## 全体の構成



**座面揺動, 座面CoP\*をVR環境に実時間で反映**

\*: Center of Pressure (圧力中心)

### 特徴

- ・リングの色に応じて通過できる難易度, 獲得できるスコアを変更
  - ・スコアの獲得状況に応じて出現するリングの色を決定
- ⇒ユーザの能力に適した難易度で訓練可能

### 安全対策

- ・頭部運動抑制システム



## 安全に楽しく実施できる体幹バランス訓練を実現

訓練中の有害事象は認めず, 二択質問と SSQ の結果から, 各条件における VR 酔いの発生率, 重症度は低値だった. 訓練に対する満足度 (SUS), 本訓練システムの主観的有用性 (USEQ) は, ともに高値であった.

5 日間の訓練後, 総軌跡長は有意に低下 (改善) した. また, BESTest は天井効果のみとめるものの, 14 名中 3 名で改善を認め, 低下したものはなかった.

今後特定臨床研究に登録し, 登録後に中高齢者に対しての実証試験を行い, 訓練システムや訓練ゲームソフトウェアの改良を継続して行う予定である.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yasuhiro Takahashi, Kimio Saito, Toshiki Matsunaga, Takehiro Iwami, Daisuke Kudo, Kengo Tate, Naohisa Miyakoshi, Yoichi Shimada	4. 巻 5
2. 論文標題 Relationship between Dynamic Trunk Balance and the Balance Evaluation Systems Test in Elderly Women	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in rehabilitation medicine	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2490/prm.20200004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasuhiro Takahashi, Kimio Saito, Toshiki Matsunaga, Takehiro Iwami, Daisuke Kudo, Kengo Tate, Naohisa Miyakoshi, Yoichi Shimada	4. 巻 8
2. 論文標題 Relationship between Dynamic Trunk Balance and the Mini-Balance Evaluation Systems Test in Elderly Women	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 323-331
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山崎 裕太
2. 発表標題 座位姿勢におけるVR体幹バランス訓練装置の開発
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2020
4. 発表年 2020年～2021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	巖見 武裕 (Iwami Takehiro) (10259806)	秋田大学・理工学研究科・教授  (11401)	

6. 研究組織（つづき）

	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	島田 洋一  (Shimada Yoichi)  (90162685)	秋田大学・名誉教授・名誉教授    (11401)	

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