

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 24 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500660

研究課題名(和文)車椅子事故防止用注意喚起システムの研究開発

研究課題名(英文) Safety Strategies to Prevent Falls in Transferring from Manual Wheelchairs

研究代表者

泉 隆 (Izumi, Takashi)

東海大学・国際文化学部・教授

研究者番号：80193374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円、(間接経費) 1,110,000円

研究成果の概要(和文)：脳卒中などの病気で体が麻痺した場合、車椅子を使うことが多くなります。車椅子には基本的な使い方があり、降りる時にはブレーキを掛け足置き台を上げる必要があります。ところが、高齢になると車椅子の仕組みを理解して正しい使い方をマスターすることが難しい人もいます。間違った使い方による転倒がリハビリの現場で問題になっています。そこで、車椅子からの転倒事故を防止するために、普通の車椅子に簡単な装置をつけて、必要な時に「ここを操作して下さい」と教えてあげることで、正しい使い方を学び、危険な時には注意する方法を開発しています。今回は認知症の人でも光や振動触覚を手掛かりにして誤操作が少なくなる装置を開発しました。

研究成果の概要(英文)：Stroke patients with paralysis need manual wheelchairs to move by themselves. You must raise brakes and lower footrests before getting off and standing up from the wheelchair. However, the older you get, the more difficult to understand the mechanism of wheelchair properly. Falls from wheelchairs used in the wrong manner are problems in the field of rehabilitation. So, we developed simple equipment attached to ordinary wheelchairs to make users master how to use them easily, and be aware of the danger of accidents through light, sound, and vibrotactile communications. Even people with dementia would hope to make less mistakes with the help of the device.

研究分野：総合分野

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：車椅子 転倒防止 使用手順 認知症

1. 研究開始当初の背景

脳血管疾患患者は急性期には脳神経外科で手当を受けるが、病状が落ち着くと身体機能の障害に対応したリハビリテーションに取り組む。下肢に麻痺が生じた人では、病棟のベッドとリハビリ室の往復などに車椅子を使用する。罹患以前に車椅子の使用経験がない人にとって、車椅子の構造や機能を学び正しい使い方を習得することは、安全な移動手段を確保する上で大切なことである。脳血管疾患患者の多くが高齢であること、患者の中には注意や認知の機能にも障害を持つ人が少なくないことから、リハビリを行う患者に対して車椅子の正しい使用方法が的確に教示され、十分な習熟が行われることが求められる。

リハビリテーション病院における脳神経疾患患者の転倒・転落の発生状況の調査によれば、車椅子操作が関連しているものが全体の約7割を占め、さらに、車椅子からの移乗動作時のブレーキのかけ忘れやフットレストの上げ忘れが原因となる転倒が多い[戸田武範:老人病院における車椅子使用者の再転倒、転落発生状況と関連因子について,南大阪医学,51:231-236,2003 など]。高齢者施設では、車椅子の操作が困難な人に対して口頭により注意を促したり、身振りを通して操作方法を直接的に教示することが広く行われている。しかし、介護スタッフが患者の行動に常時対応できるわけではなく、不幸にして転倒してから介護者に発見されることも少なくない[松井典子ら:わが国における施設高齢者の転倒事故に関する文献的検討,老年精神医学雑誌,17:64-74,2006 など]。このような背景から、従来の介護者による直接的な介入に加え、介護者がその場にはいない状態でも、脳血管疾患患者が自力で安全に移乗動作を行える方法の開発が有用であることがわかる。

2. 研究の目的

本研究では、半側空間無視などの注意障害や認知機能障害を伴うため、車椅子の正しい使用方法を習得することが困難で、結果的に車椅子からベッド等への移乗時に転倒などの危険に晒されている脳血管疾患患者を対象として、車椅子を安全に使用することを促す機能を備えたシステムを提供することを研究の目的とする。具体的には、一般的な自走式の車椅子使用時に(a)正しい手順で車椅子を操作することを促す機能と、誤操作に基づく転倒を防止するために(b)誤操作がなされた時に注意喚起を行う機能の二つの機能を有する装置を試作する。試作した装置は市販の車椅子に実装してリハビリテーション病院で臨床応用し、実効性を評価する。

これまで研究代表者らは、市販の自走式車椅子に対して、ブレーキ操作とフットレスト操作を検出するセンサを工作し、車椅子からベッドや椅子などへ移乗する際に、正しいブレーキ操作とフットレスト操作を光表示と

音声表示によって促す機能、および、これらの操作を行わずに起立を始める(危険な誤操作である)と動作を中止するように注意喚起する機能を有した装置を試作し、脳血管疾患患者に適用して効果を検証してきた[松下英史他:移乗時の転倒予防を目的とした注意喚起車椅子の試作～機器の機能的な紹介と臨床応用の可能性について～,D65,第42回日本作業療法学会抄録集,2008 など]。その経過から、次の2つの課題が明らかになっている。

(1)起立動作の検出手段

車椅子使用者の身体動作の検出手段として、左右のブレーキとフットレストの4ヶ所、および、座面にセンサを装着し、ブレーキとフットレストの操作と、臀部と座面の接触状態(離臀)を検出している。このうち、座面センサでは臀部が座面から離れるタイミングが検出できるが、転倒防止の観点からは、離臀するより以前に起立動作の開始を捕捉しないことには、転倒を未然に防ぐことは難しい。現状の方法では、ブレーキ等の操作を行わないまま起立動作を始めた場合、座面センサによって離臀を検出して注意喚起しても、その時点で既に転倒が始まってしまう可能性が大きい。残念ながら、誤操作による転倒防止の機能は十分に果たされていないことになる。

(2)注意喚起表示手段

車椅子のブレーキやフットレストの操作を促すために、LED発光体を用いた視覚的な表示とスピーカ音声による言語表示を組み合わせる方法を用いてきた。従来法では、半側空間無視などの注意障害がある人に対して正しい操作を促す効果が認められた。他方で、認知機能に障害がある人では、視覚表示や音声表示を提示しても必ずしも正しい操作に結びつかず、誤操作が起きる場合が見られた。認知機能障害者に対する効果的な情報伝達手段の工夫は簡単ではないが、車椅子の操作の想起に結びつきやすく、誤操作による転倒を未然に防ぐ効果がある新しい注意喚起手段を工夫する必要がある。

3. 研究の方法

(1)起立動作検出手段の研究

車椅子の座面に座った状態から起立動作を始める段階を早期に検出する方法を研究開発する。着座時の足部と座面の荷重配分、体幹の移動、上肢の発揮力等を実際の動作を行いながら詳細に測定する。この時間パターンを分析し、起立動作の始まりを早期に判定する方法を考案する。

(2)注意喚起表示手段の研究

光表示・音声表示・振動触覚表示という異なる情報チャンネルを組合せて、認知機能障害者でも理解しやすい情報提示手段を構築する。使用者の障害の程度や内容と情報提示手段の適合について実地に検証し、適切な情報提示手段の選択法を発見的に考案する。注意喚起手段としてのわかりやすさについて、

脳血管疾患による臨床実験を通じて評価を行う。

4. 研究成果

脳血管疾患により下肢の運動機能に障害を持つ人が車椅子を使用するとき、ブレーキを掛けたり足置き台を上げるといった必要な操作を行わずに降車を試みて転倒することがある。本研究では、このような転倒事故を防止することを目的として、平成 24 年度までに光と音声によるメッセージを用いて車椅子の必要な操作を促し、操作手順を完了せずに立ち上がろうとすると危険を注意喚起することで、車椅子を安全に使用する操作手順の学習を促すシステムを開発してきた。ところが、従来開発した光メッセージと音声メッセージを用いた注意喚起の方法では、半側空間無視などの症状を持つ注意障害者では車椅子の誤操作回数が減少するなどの効果が見られたのに対して、車椅子の構造や機能を新たに学習することが困難な認知機能障害者では、光表示そのものに気づいてもブレーキや足置き台を手や足で操作することには必ずしも結びつかない例が見られ、認知機能障害者への確実な情報提示方法の開発が課題となっていた。

以上の経緯を踏まえ、平成 25 年度には認知機能障がい者を使用者として想定し、車椅子操作に関する認識が深まり難しい人でも、危険な状態に気づきやすく半ば自動的に安全な操作に導かれる仕組みとして、音声メッセージと青色 LED（動作の促しに特化）に加えて、赤色 LED（危険の注意喚起に特化）と振動触覚ディスプレイをメッセージ表示手段として導入した。また、これらの新たな装置を含めた全体がシステムとして機能するプログラムを作成した。少数名の認知機能障害者が試用した範囲では、赤色 LED と青色 LED の用途を使い分けること、および、手首と足首に振動と光のディスプレイを設けることで、次に行う操作が認識しやすくなることが示唆された。今後は、統計的な扱いを含めた臨床試験運用を行い、提案した方法の有効性を検証し、現場の意見を取り入れた実用性の高い装置に改良していく計画である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

桶田 周, 泉 隆, 松下英史, 杉原俊一, 田中敏明「車椅子移乗時の転倒予防システム-振動触覚による注意喚起手段の提案」電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, WIT2013-26, 15-20, 2013.

Toshiaki Tanaka, Akira Kudo, Syunichi Sugihara, Takashi Izumi, Yusuke Maeda, Norio Kato, Tomoya Miyasaka, Maureen K. Holden, "A study of upper extremity training for patients with stroke using a virtual environment

system", Journal of Physical Therapy Science, 査読有, Vol.25(5), 575-580, 2013.

Minako Hosono, Shuichi Ino, Mitsuru Sato, Kazuhiko Yamashita, and Takashi Izumi, "A System Utilizing Metal Hydride Actuators to Achieve Passive Motion of Toe Joints for Prevention of Pressure Ulcers: A Pilot Study", Rehabilitation Research and Practice, 査読有, 7 pages, doi:10.1155/2012/541383, 2012.

〔学会発表〕(計 11 件)

桶田 周, 泉 隆, 松下英史, 杉原俊一, 田中敏明「車椅子移乗時の転倒予防システム-振動触覚による注意喚起手段の提案-」電子情報通信学会, 第 69 回福祉情報工学研究会, 2013 年 08 月 29 ~ 30 日, 北海道大学, 札幌.

Shuichi Ino, Mitsuru Sato, Chikamune Wada, Shinichi Yoshimura, Kazuhiko Yamashita, Takashi Izumi, "Designing a metal hydride actuator with human-compatible softness and high power-to-weight ratio for future quality-of-life technologies", 15th International Conference on Human-Computer Interaction, 2013 年 6 月 21 ~ 26 日, Las Vegas, Nevada, USA.

Shunichi Sugihara, Toshiaki Tanaka, Tomoya Miyasaka, Takashi Izumi, and Koichi Shimizu, "Assessment of Visual Space Recognition in Patients with Unilateral Spatial Neglect using Head Mounted Display (HMD) System: Case study with left unilateral spatial neglect", 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, 2013 年 12 月 15 ~ 17 日, 神戸.

Yusuke Maeda, Toshiaki Tanaka, Takashi Izumi, Yasuhiro Nakajima, Koichi Shimizu, "Evaluation of dynamic postural adjustment ability for standing and walking support", 51st Annual Conference of Japanese Society for Medical and Biological Engineering, 2012 年 5 月 12 日, Fukuoka Convention Center, 福岡.

Shuichi Ino, Mitsuru Sato, Takeshi Hayashi, Shinichi Yoshimura, Kazuhiko Yamashita, Takashi Izumi, "Proposal of a soft and compact actuator system using metal hydride materials for joint rehabilitation", World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, 2012 年 5 月 16 ~ 31 日, Beijing International Convention Center, Beijing, China.

泉 隆, 松下英史, 杉原俊一, 田中敏明

「車椅子移乗時の転倒予防システム-起立動作の早期検出手段の提案-」ヒューマン・インタフェース・シンポジウム 2012, 2012年9月5~7日, 九州大学芸術工学研究院, 福岡.

杉原俊一, 田中敏明, 泉 隆, 清水孝一
「左半側視空間無視患者におけるヘッドマウントディスプレイを用いた視空間認知評価」第47回日本理学療法学会大会, 2012年5月25~27日, 神戸ポートピアホテル神戸国際展示場, 神戸.

工藤章, 杉原俊一, 泉 隆, 田中敏明
「脳卒中片麻痺患者における仮想環境下の上肢訓練に対する振動刺激の影響について」第46回日本作業療法学会, 2012年06月17日, シーガイアコンベンションセンター, 宮崎.

泉 隆, 田中敏明, 白銀 暁
「凍結路面における歩行の練習手段の提案」第10回情報科学技術フォーラム, K-075, 2011年9月9日, 函館大学, 函館.

杉原俊一, 田中敏明, 泉 隆, 清水孝一
「視空間無視患者における視空間認知の評価 ~ADL評価法 Catherine Bergego Scale (CBS) との比較~」第46回日本理学療法学会大会, 2011年5月27日, シーガイアコンベンションセンター, 宮崎.

Toshiaki Tanaka, Yusuke Maeda, Shunichi Sugihara, Tomoya Miyasaka, Satoshi Kido, Takashi Izumi, "Effect of a new assessment and training of unilateral spatial neglect in patients with stroke by using a three-dimensional head mounted display system (HMD)", 16th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy, 2011年6月20日, Amsterdam RAI convention centre, アムステルダム, オランダ.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:

取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

泉 隆 (IZUMI, Takashi)
東海大学・国際文化学部・教授
研究者番号: 80193374

(2) 研究分担者

田中敏明 (TANAKA, Toshiaki)
東京大学・先端科学技術研究センター・教授
研究者番号: 40248670

(3) 連携研究者

()

研究者番号: