

令和 5 年 4 月 11 日現在

機関番号：22501

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19845

研究課題名（和文）回復期脳卒中者における障害物回避トレーニングの効果検証

研究課題名（英文）Verification of the effect of obstacle avoidance training in subacute patients with stroke

研究代表者

室井 大佑（Muroi, Daisuke）

千葉県立保健医療大学・健康科学部・助教

研究者番号：90838179

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）：本研究では、転倒のリスクが高い脳卒中片麻痺者に対して、麻痺側から狭い隙間を通過するという障害物回避動作練習を3週間介入することで、障害物回避能力や歩行・バランス能力を向上させ、さらには6か月後の転倒発生率を軽減させるかどうかを検討した。38名の参加者をランダムに割り付け、20名の介入群、18名のコントロール群で比較検討した。その結果、介入群において、隙間通過の障害物回避課題での接触率低下、通過速度の向上を認めた。一方、一般的な歩行・バランス評価、転倒発生に関しては有意差を認めなかった。これらの結果から、障害物回避に関する課題特異的な運動学習がされた可能性が高いことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、回復期病院入院中の脳卒中者に対して、麻痺側からの隙間通過練習を3週間介入することで、障害物回避能力を向上させることを明らかにした。この結果から、繰り返しの練習により、課題特異的に能力が改善されたことが示唆された。自宅退院後にも狭い隙間を通過する場面が想定されるため、この練習を入院中に繰り返し実施しておくことが望ましい。さらに、1症例の検討ではあるが、半側空間無視者においても同様に、麻痺（無視）側からの隙間通過練習によって、接触率が軽減することを明らかにした。これらの結果から、麻痺側を意識的に前に出して身体を回旋させる動作は安全な障害物回避方法である可能性が高いことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：We determined whether training for walking through an opening (T-WTO) while entering from the paretic side would improve collision avoidance behavior and prevent falls after 6 months. Thirty-eight adults with stroke who were hospitalized in a rehabilitation setting were randomly allocated the T-WTO (n=20) or regular rehabilitation (R-Control; n=18) program. T-WTO included walking through openings of various widths while rotating with the paretic side in front, and R-Control involved normal walking without body rotation. Obstacle avoidance ability, gait, balance, and fall incidence (after 6 months) were assessed. As a result, the collision rate and time to passage of the opening in obstacle avoidance task significantly improved in the T-WTO group compared with those in the R-Control group. Contrastingly, T-WTO did not lead to significant improvements in other outcomes. In conclusion, T-WTO improved efficiency and safety in managing subacute stroke patients.

研究分野：神経系障害理学療法学

キーワード：脳卒中 歩行 障害物回避 ランダム化比較試験 半側空間無視者

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脳卒中者が、歩行にて安全に障害物を回避するためには、障害物に対する正しい視覚認知とそれに基づく適切な行動が求められる。しかし実際には、片側の運動麻痺や高次脳機能障害の影響により、歩行中、とくに障害物回避時など身体の回旋動作を求められる場面において転倒することが多い[1]。申請者はこれまで、歩行中に回旋動作を要求される、狭い隙間を通過する課題を利用して、転倒歴のある脳卒中片麻痺者は、障害物との接触が多く、身体の回旋不足で麻痺側を接触させていることを明らかにした。しかし、転倒歴のある脳卒中者が麻痺側から隙間に侵入した場合、麻痺側の接触率を軽減させることがわかった[2]。これらの背景から、麻痺側侵入の隙間通過トレーニングが、日常生活場面での安全な障害物回避動作に寄与すると考えられた。しかしながら、過去にこのような動作の反復トレーニングが転倒予防効果を有するかどうかを実臨床症例で確かめた研究は存在しない。そのため、特に転倒リスクが高い回復期病院入院中の脳卒中者に対し、麻痺側からの隙間通過トレーニングを一定期間実施し、障害物回避能力や歩行・バランス能力向上に寄与するか、さらに転倒予防に効果があるかどうかを確認する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、転倒のリスクが高い脳卒中者に対して、狭い隙間を通過するという障害物回避動作練習を継続的に介入することで、障害物回避能力や歩行・バランス能力を向上させ、さらには6か月後の転倒発生率を軽減させるかどうかを検討することを目的とした。本研究では2つの課題(対象)を設定し、脳卒中者全般に対してその効果を明らかにする。1つ目は、高次脳機能障害がなく、片麻痺を呈した脳卒中者に対するランダム化比較試験(RCT)であり(課題1:片麻痺研究)2つ目は、高次脳機能障害として、半側空間無視(Unilateral spatial neglect; USN)症状を呈した脳卒中者に対する観察研究とした(課題2:USN研究)。これら2つの研究により、転倒を起こしやすい脳卒中者全般に対する隙間通過トレーニングの効果を明らかにする。

3. 研究の方法

<課題1:片麻痺研究> CONSORT 声明に基づき実施

デザイン:ランダム化比較試験(単純ランダム割り付け)

対象:回復期病院入院中で、認知機能に問題がなく(Mini Mental State Examination test (MMSE) 24点以上)、歩行が自立している脳卒中者38名

*サンプルサイズは予備調査に基づき、介入群の障害物回避成功率90%、コントロール群80%(差10%)、標準偏差10、有意水準5%、検出力80%、脱落を20%として計算。

【評価】介入前後で、以下の評価を実施

・10m歩行テスト(最大歩行) Timed up and Go test (TUG) :歩行能力

・Berg Balance Scale (BBS) 、Activities-specific balance confidence (ABC) :バランス能力

・隙間通過課題12試行(幅4種類×3回):接触率、通過までの時間

・隙間通過可否判断課題(通過口を様々な大きさに提示し、身体を回さずに通過することができるかどうかを回答):判断能力を心理物理学的手法の階段法を利用して評価

*フォローアップとして6か月後に、電話で転倒発生の有無を確認。

【介入】隙間通過介入群は、毎日40分間×2回の理学療法のうちの1回を、5mの歩行区間でランダムに提示された隙間幅を必要時、麻痺側から侵入しながら通過する練習を実施(週5日間)。コントロール群は、3週間の通常の理学療法介入を毎日40分×2回実施。2回のうちの1回は、介入群と同じ場所で、隙間を形成するスクリーンは最大限(180cm)に広げ、同程度の距離の歩行を週5日間実施。



図1. 研究の様子

<課題2:USN研究> STROBE 声明に基づき実施

デザイン:シングルケース ABA デザイン

対象:紙面上の検査にて半側空間無視症状がみられる脳卒中者

【評価】介入前後で、RCT 研究評価項目に加え、歩行持久性の指標である6分間歩行テスト、日常生活上の半側空間無視症状の重症度を見るための Catherine Bergego Scale (CBS) を実施。

【介入】コントロール期間(A)として3週間は通常介入(介入期間と同程度の距離を歩行)。介入期間(B)として、毎日40分間×2回の理学療法のうちの1回を、5mの歩行区間でランダムに提示された隙間幅(肩幅の0.9,1.0,1.1,1.2倍)を必要時、麻痺側から侵入しながらぶつからずに通過。介入終了後に再評価を行い、フォローアップとして、通常介入に戻した(A)。

4. 研究成果

(1) 主要な結果

<片麻痺研究>

38名の参加者をランダムに割り付け、20名の介入群、18名のコントロール群で比較検討した。その結果、介入群において、隙間通過の障害物回避課題での接触率低下、通過速度の向上を認められた。一方、一般的な歩行・バランス評価、転倒発生に関しては有意差を認めなかった(表1)。これらの結果から障害物回避に関する課題特異的な運動学習がされた可能性が高く、自宅退院後にも想定される狭い隙間の通過練習は入院中に繰り返し実施しておくことが望ましいと考えられた。

表1. 介入群とコントロール群における各アウトカム

Variable	介入群		コントロール群		グループ効果		時間効果		交互作用	
	プレ	ポスト	プレ	ポスト	F値	P値e	F値	P値e	F値	P値
Main outcomes										
接触率 (%)	20.0 (12.7, 27.3)	1.7 (-6.1, 9.6)	25.9 (18.2, 33.7)	16.6 (8.7, 24.5)	5.206	.327	37.023	<.001*	5.552	.024*
隙間通過までの時間 (s)	8.5 (6.2, 10.8)	6.9 (4.6, 9.3)	10.9 (8.5, 13.3)	10.6 (8.13, 13.0)	3.394	.074	9.536	.004*	4.219	.048*
Secondary outcomes										
最大10m歩行 (s)	14.6 (10.8, 18.5)	11.6 (7.7, 15.5)	19.8 (15.7, 23.9)	17.4 (13.3, 21.5)	4.302	.119	19.496	<.001*	.280	.600
Timed Up and Goテスト (s)	17.7 (13.4, 22.0)	15.2 (10.9, 19.6)	24.7 (20.1, 29.2)	22.8 (18.2, 27.3)	4.830	.500	14.211	<.001*	.241	.627
Berg Balance Scale (BBS)	46.0 (43.8, 48.2)	48.2 (45.9, 50.3)	44.4 (42.2, 46.7)	46.8 (44.6, 49.1)	.859	.360	37.641	<.001*	.123	.728
Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC)	67.2 (57.5, 76.9)	69.8 (59.7, 79.9)	56.9 (46.6, 67.2)	58.0 (47.6, 68.3)	2.765	.105	.494	.487	.084	.774
知覚判断課題	0.97 (0.90, 1.04)	0.97 (0.90, 1.05)	1.03 (0.95, 1.10)	1.03 (0.96, 1.11)	1.760	.194	.014	.907	.013	.911

(*p < .05)

連続データは、推定値の平均(95%信頼区間)として表示

<USN研究>

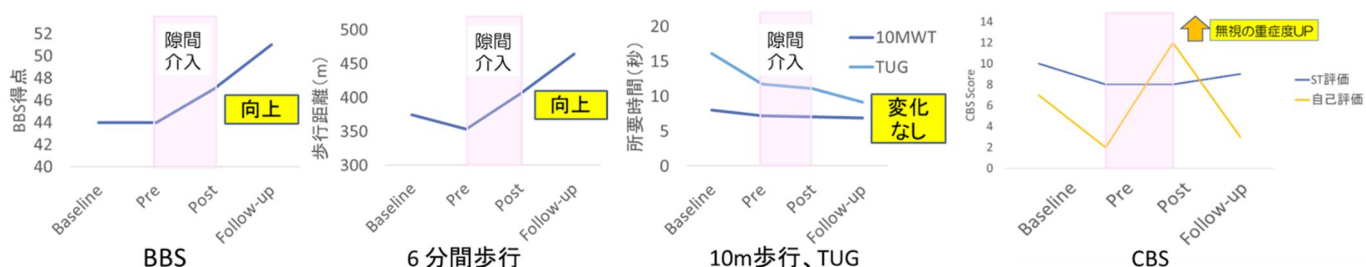
1症例に対して、シングルケーススタディ ABA デザインにて検討した。主なアウトカムは、障害物回避能力、歩行・バランス能力、知覚判断能力、ADL上の無視の程度の評価(CBS)であった。その結果、介入後に障害物との接触率が低下し(図2)、6分間歩行テストやバランステストで改善を認めた(図3)。一方で、歩行速度やCBSには変化がなかった(図3)。これらの結果から、障害物回避動作能力やターンを伴う歩行・バランス能力の改善は、無視症状とは独立して起こる可能性があることが示唆された。

肩幅	A (通常)		B (隙間)	A (通常)
	Baseline	Pre	Post	Follow-up
狭い	0.9倍	100	67	33
肩幅と同じ	1.0倍	67	33	0
広い	1.1倍	0	33	0
	1.2倍	0	0	0

非麻痺側侵入または回旋なしで接触 (Baseline, Pre)
すべて麻痺側侵入 (Post, Follow-up)

図2. 各隙間幅における接触率の変化

図3. 各歩行・バランスパラメータにおける変化



(2) 国内外における位置づけとインパクト

<片麻痺研究>

脳卒中者に対して、3週間の麻痺側侵入の隙間通過練習を実施した結果、介入群において接触率と通過までの時間が有意に軽減した。一方で、一般的な歩行・バランスのパフォーマンステストに変化はなかった。このことは、課題特異的に障害物回避動作が安全かつ効率的に実施できるようになったことを示している。課題指向型のトレーニングは脳卒中者の介入において、動作能力改善に効果的であることが示されており[3]、先行研究と合致する結果であった。これまで、脳卒中者は身体を回旋させる場面で転倒を起こしやすいことが報告されているが[1,4,5]、その動作練習に関する介入方法は十分検討されていなかった。そのため、本研究により、回復期脳卒中者にとって、麻痺側侵入での隙間通過練習が、歩行中の麻痺側へ安全管理に寄与するような障害物回避トレーニングの1つになることを示すことができた。転倒との関連性について、介入群では骨折のような重大な転倒が発生しなかったが、トレーニングの効果については不明のままであるため、さらなる調査が必要である。

<USN 研究>

今回、半側空間無視症状を呈した脳卒中者に対して、3週間の麻痺側侵入の練習を実施した結果、接触率軽減をさせることができた。また、回旋動作を繰り返すことで麻痺側下肢でのバランス能力や麻痺側空間への認識が向上し、TUGや6MWTは改善を認めた。しかし、ADL上での無視症状は客観的にはほとんど改善しなかった。これらの結果から、片麻痺研究と同様に、半側空間無視がある脳卒中者においても、障害物回避能力は無視症状とは独立して、課題特異的に改善されることが明らかとなった。半側空間無視者は、非無視側への注意しすぎてしまうことで無視側にぶつかることが指摘されている[6-8]。本研究の介入方法は、無視側から侵入することを意識することで、無視側身体や空間の認識が高まり、接触率軽減や無視側方向への動作がスムーズになった可能性がある。

(3)今後の展望

今回、脳卒中者が障害物に接触しないという効果は明らかとなったが、重心の位置や協調性、視線行動などさまざまな側面から、脳卒中者の“安全”な歩行を検討しなければならない。これらに関しては今後の課題である。また、半側空間無視研究に関しては、歩行自立かつ半側空間無視症状を呈している症例を集めることが極めて困難であった。そのため介入効果に関しては一般化ができていないので、今後、長期的に計画を立てて、症例を増やしていく必要がある。

引用文献

- [1] Hyndman D, Ashburn A, Stack E. Fall events among people with stroke living in the community: circumstances of falls and characteristics of fallers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:165–170.
- [2] Muroi D, Hiroi Y, Koshiba T, Suzuki Y, Kawaki M, & Higuchi T. Walking through narrow opening in individuals with stroke. *PLOS ONE.* 2017;12:e0170119.
- [3] French B, Thomas LH, Coupe J, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;11:CD006073.
- [4] Simpson LA, Miller WC, Eng JJ. Effect of stroke on fall rate, location and predictors: a prospective comparison of older adults with and without stroke. *PLOS ONE.* 2011;6:e19431.
- [5] Harris JE, Eng JJ, Marigold DS, et al. Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Phys Ther.* 2005;85:150–158.
- [6] Akram SB, Frank JS, & Chenouri S. Turning behavior in healthy older adults: Is there a preference for step versus spin turns? *Gait & Posture* 2010;31(1):23–26.
- [7] Aravind G, & Lamontagne A. Perceptual and locomotor factors affect obstacle avoidance in persons with visuospatial neglect. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* 2014;11:38.
- [8] Booth K. The neglect syndrome. *Journal of Neurosurgical Nursing.* 1982;14:38–43.
- [9] Heilman KM, Valenstein E, & Watson RT. Neglect and related disorders. *Seminars in Neurology.* 2000;20:463–470

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5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 Muroi Daisuke, Saito Yutaro, Koyake Aki, Higo Fumiya, Numaguchi Tomomi, Higuchi Takahiro	4. 巻 81
2. 論文標題 Walking through an aperture while penetrating from the paretic side improves safety managing the paretic side for individuals with stroke who had previous falls	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Human Movement Science	6. 最初と最後の頁 102906 ~ 102906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.humov.2021.102906	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 Muroi Daisuke, Saito Yutaro, Koyake Aki, Yasuda Kazuhiro, Higuchi Takahiro	4. 巻 in press
2. 論文標題 Walking through a narrow opening improves collision avoidance behavior in a patient with stroke and unilateral spatial neglect: an ABA single-case design	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neurocase	6. 最初と最後の頁 1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13554794.2022.2042566	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 Muroi Daisuke, Ohtera Shosuke, Kataoka Yuki, Banno Masahiro, Tsujimoto Yasushi, Tsujimoto Hiraku, Higuchi Takahiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Obstacle avoidance training for individuals with stroke: a systematic review and meta-analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMJ Open	6. 最初と最後の頁 e028873 ~ e028873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bmjopen-2018-028873	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 -
1. 著者名 Muroi Daisuke, Ohtera Shosuke, Saito Yutaro, Koyake Aki, Higuchi Takahiro	4. 巻 52
2. 論文標題 Pathophysiological and motor factors associated with collision avoidance behavior in individuals with stroke	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 NeuroRehabilitation	6. 最初と最後の頁 155 ~ 163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/NRE-220174	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 Muroi Daisuke, Saito Yutaro, Koyake Aki, Hiroi Yasuhiro, Higuchi Takahiro	4. 巻 in press
2. 論文標題 Training for walking through an opening improves collision avoidance behavior in subacute patients with stroke: a randomized controlled trial	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Disability and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09638288.2023.2181412	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6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 室井大佑、齋藤祐太郎、小宅綾希、廣居康博、樋口貴広
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対する麻痺側侵入での隙間通過トレーニングの効果 ランダム化比較試験による検証
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daisuke Muroi, Yutaro Saito, Aki Koyake, Takahiro Higuchi
2. 発表標題 Walking through an aperture while penetrating from the paretic side reduces the rate of collision for stroke individuals
3. 学会等名 International Society Posture and Gait Research (ISPGR) World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室井大佑、大寺祥佑、片岡裕貴、阪野正大、辻本康、辻本啓、樋口貴広
2. 発表標題 脳卒中者に対する障害物回避トレーニングの有用性：システマティックレビューとメタアナリシスによる検討
3. 学会等名 第56回 日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室井大佑、齋藤祐太郎、小宅綾希、樋口貴広
2. 発表標題 半側空間無視者に対する麻痺側侵入での隙間通過練習効果の検証 ABAデザインによるシングルケーススタディ
3. 学会等名 第17回日本神経心理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 室井大佑、齋藤祐太郎、小宅綾希、廣居康博、樋口貴広
2. 発表標題 回復期脳卒中者に対する隙間通過トレーニングは歩行中の障害物回避能力を改善させる ランダム化比較試験
3. 学会等名 第20回日本神経心理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 室井大佑、児玉謙太郎、友野貴之、齋藤祐太郎、小宅綾希、樋口貴広
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者の隙間通過課題における行動調整 歩行の速度と複雑性に着目して
3. 学会等名 第28回千葉県理学療法学会学術大会
4. 発表年 2023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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------