

《研究報告》

在宅における高齢者の転倒予防トレーニング —転倒予防トレーニングスリッパを用いた1年間の介入研究—

佐藤厚子¹⁾, 川村泰子¹⁾, 斎藤真澄²⁾

要旨：転倒や躓きによる負傷は、高齢者が直面する最も深刻で一般的な医学的問題の一つであり、寝たきりの大きな要因である。本調査は足背の上部に重りを付けた転倒予防リハビリトレーニングスリッパ（以下、転倒予防スリッパ）を用いて、在宅における高齢者の転倒予防効果について検討することを目的とした。対象者は青森県弘前市のA町内会に所属する高齢者26名（男性8名、女性が18名；平均年齢 76.8 ± 6.8 歳）で、10名はトレーニング開始6か月以内に転倒歴があった。参加者全員に、自宅で転倒予防スリッパを用いたトレーニングを継続して1年間行ってもらった。トレーニングを1年間継続した者は26名中17名で、継続率は65%であった。トレーニング前の転倒者数は10名であったが、トレーニング後は6名に減少した。80歳以上の高齢者12名のうち、9名がトレーニングを継続した。継続率は75%であり、調査期間中の転倒者は1名のみであった。トレーニングを継続した者は引き続き転倒予防スリッパを使用したいと答えた者が多かった。転倒予防スリッパはコンパクトで使用方法が簡単であり、専門家のトレーニングを必要とせず、交通機関に簡単にアクセスできない虚弱で移動性の低い高齢者にも使用できるため、在宅における高齢者の転倒予防に有用である可能性がある。

キーワード：転倒, 高齢者, 在宅, トレーニング

I. 序 論

転倒や躓きによる負傷は、高齢者が直面する最も深刻で一般的な医学的問題の一つであり^{1)~4)}、人口の高齢化は、効果的な予防策が大幅に実施されない限り、医療負担とコストをさらに増大させる。

地域に住む65歳以上の3人に1人は少なくとも年に1回は転倒し、80歳以上では2人に1人に増加するとされている¹⁾。日本で報告されている65歳以上の高齢者の年間転倒率は8.5~25.3%で年齢と共に増加している⁵⁾。

転倒は負傷を引き起こす可能性があり、その最も一般的なものは骨折である。骨折は寝たきりに直結し、その他、転倒経験が自信の喪失、活動低下、機能低下、

うつ病、社会的引きこもりなどにもつながる可能性があることが指摘されている⁶⁾。可動性と自立性の低下は、多くの場合、介護施設への入所や早期死亡に至るほど深刻である^{4), 7)}。

高齢者の転倒の原因の1つは、加齢によって引き起こされる、前脛骨筋背屈足筋への皮質脊髄伝達障害とされている⁸⁾。Chibaら⁹⁾は、転倒者の歩行時のつま先クリアランス（床からつま先の間隔）は、転倒していない者よりも有意に小さかった（ $p < .001$ ）、また、転倒者の最大足裏傾斜は、転倒していない者よりも有意に小さかった（ $p < .001$ ）、更に横振れ比（足の内側外側分離に対する体幹中心の横方向の偏位）は、転倒していない者に比べて転倒した者は有意に大きかった（ $p < .002$ ）ことを明らかにし、改善されれば、転倒を

1) 弘前学院大学看護学部看護学科

2) 弘前医療福祉大学 看護学科

連絡先：佐藤厚子 〒036-8231 青森県弘前市稔町20-7

Tel : 0172-31-7163, E-mail : satoh-a@hirogaku-u.ac.jp

受理：2023年2月17日

防ぐための効果的な介入につながる可能性がある」と報告している。

Satoh ら¹⁰⁾ は、足背の上部に重りを付けたリハビリトレーニングスリッパ（以下、転倒予防スリッパ）を開発し（特願：2020-030174）、施設に入所している要介護高齢者（平均年齢 80.4 ± 9 歳）を対象にして転倒予防介入を行い、1年後の転倒リスクについて検討した。その結果、Berg Balance Scale¹¹⁾（range, 0-56；点数が高くなるほど転倒リスクが低くなる）とTinetti Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA)¹²⁾（range, 0-28；点数が高くなるほど転倒リスクが低くなる）の大幅な改善を観察した。更にデイサービス通所している高齢者（平均年齢 84.4 ± 6.8 ）を対象とした調査¹³⁾でも転倒リスクは低くなった。また、1年後の転倒者は転倒予防スリッパを使用しなかったグループはベースラインで9名だったが、12か月後に16人に増加し、使用したグループはベースラインで10人だったが7人に減少した。そこで本調査は、わが国で転倒事故発生率が全体の60%を占めている在宅¹⁴⁾における、転倒予防スリッパの転倒予防効果を検討することを目的とした。

II. 方 法

- 1) 対象者：青森県弘前市のA町内会に所属する高齢者を対象に研究協力の募集を行った。
その結果、27名が研究協力を承諾した。内訳は男性が8名、女性が19名であり、平均年齢は 76.8 ± 7.8 歳であった。
- 2) 調査期間：2020年9月～2021年9月（1年間）
- 3) 研究デザイン：準・実験的な研究デザイン
- 4) 用語の定義：本調査では転倒とは、他人による外力、意識消失、脳卒中などにより突然発症した麻痺、てんかん発作によることなく、不注意によって、人が同一平面あるいはより低い平面へ倒れることとした¹⁵⁾。従って、躓きも転倒に含める。
- 5) 転倒予防スリッパ：転倒予防スリッパのメカニズムは「足背のおもりを持ち上げることで前脛骨筋を刺激する」という簡単なものである。足背におもりを置くことでおもりの重心から足首関節までの距離が短縮し、二次的にトルクが発生する。足背の重りは200g, 300g, 400gから自分に合った重りを選択できる。

- 6) トレーニング方法：参加者全員に、自宅で転倒予防スリッパを用いたトレーニングを行ってもらった。例えば、台所仕事や雑用の合間など毎日、あるいは週に1～3回以上、1回10分程度、継続して1年間行ってもらった。足背の重りは200g, 300g, 400gから少し重いなど感じる程度を選択してもらった。重りが合っているかどうかを研究開始から1週間後に電話または訪問で確認した。
- 7) カレンダーにトレーニングを行った日には丸印（○）、転倒があった時には三角印（△）を記載してもらい、トレーニング状況と転倒状況を把握した。
- 8) 調査項目：トレーニング開始前にアンケート調査を行った。調査項目は①性別（男性／女性）、②年齢（歳）、身長・体重（調査会場で測定）、③家族構成（一人暮らし／夫婦二人／子供と同居）、④職業（有／無）、罹患している疾患（複数回答）、⑤運動習慣（週に30分以上の運動を3回以上；有／無）、⑥栄養バランスを考えて食事をするか（はい／いいえ）、⑦調査開始6か月以内の転倒経験（有／無・回数）であった。
トレーニング終了時には上記と同様の調査他、①トレーニング中の転倒・躓き経験（有無と回数）、②転倒予防スリッパの使用状況（毎日履く／週に1～3回履く／履いていない）、③転倒予防スリッパの使用感（とても良い／あまり良くない）、訓練後の気持ち（とても良い／良い／あまり良くない）を聞いた。その他、自由回答欄を設けた。
- 9) 除外基準：カレンダーにトレーニング状況を記載してもらうため、Mini mental state examination; MMSE (range, 0-30；24点未満で認知症を疑う)¹⁶⁾で24点未満を除外基準とした。
- 10) インフォームドコンセント：対象者に①研究の目的、意義、②転倒予防スリッパに使用上の注意（重りが合わない、負担がかかるなど不具合があったら、無理して使用しない。階段を昇降するなど、無理な使用は避ける）、③万が一、調査中に躓きや転倒で負傷した場合研究者の治療費負担はない）、④調査への参加は任意であり、参加に同意しない場合でも、何ら不利益な対応を受けることはない、⑤参加に同意した場合であっても、いつでも撤回することができる、⑥データはすべて記号で処理され、個人名が特定されることはない、

表1 対象者の特性

項目	調査前6か月以内に転倒歴あり	転倒歴なし
n	10	16
性（男性／女性）	2/8	6/10
年齢（歳）	73±8	78±6
Body Mass Index (kg/m ²)	22.1±3.1	22.7±3.0
家族構成		
一人暮らし	1	4
夫婦二人	5	3
子どもと同居	4	8
職業		
あり	3	6
なし	7	10
通院中の罹患疾患（複数回答）		
高血圧症	2	6
心臓病	2	1
糖尿病	1	1
骨粗しょう症	1	1
白内障	2	2
他	3	7
運動習慣		
有	8	12
無	2	5
栄養バランスを考える		
はい	7	11
いいえ	3	3
トレーニング開始6か月以内の転倒回数	2.5±1.0	—

数字は人数，または mean ± SD

⑦研究中に質問があれば研究者又は倫理委員会に照会できることなどを書面と口頭で説明し，同意書を交わした。本調査は弘前医療福祉大学研究倫理委員会の承認を得て行った（承認番号：1018-4）。

Ⅲ. 結 果

1. 対象者の特性（表1）

研究協力に同意した27名のうち MMSE が24点未満だった一人を除外し，26名を対象者とした。内訳は男性が8名，女性が18名で平均年齢は76.8±6.8歳であった。26名中，80歳以上の高齢者が12名含まれた（男性2名，女性10名；平均年齢83.6±3歳）。

調査前6か月以内に転倒があった者は10名（男性2名，女性8名），転倒なしは16名（男性6名，女性10名）であった。転倒歴があった者の転倒回数は1回から4回であり，平均2.5±1.0回であった。80歳以上で調査前に転倒歴があった者は3名で全員が女性であった。400gの重りを選んだ者は21名で，5名が300gを

選んだ。

2. トレーニング継続の有無と転倒との関連（表2）

調査終了後のアンケート調査に26名全員が参加した（有効回答率100%）。調査期間中に転倒した者は6名で調査開始前の10名から減少した。転倒による負傷者はなかった。

トレーニングを1年間継続した者は26名中17名で，継続率は65.3%であった。トレーニングを継続していない者は3か月以内に中断していた。トレーニングを継続した者のうち，調査期間中に転倒があったのは17名中4名であった。転倒がなかった者のうち，毎日トレーニングした者が4名，週に1回から3回の者が9名であった。トレーニングを中断した者は9名であり，そのうちの2名が調査期間中に転倒した。

3. 80歳以上の高齢者のトレーニング継続の有無と転倒との関連（表3）

80歳以上の高齢者12名のうち，9名がトレーニングを

表2 トレーニング継続の有無と転倒との関連

項目	調査期間中に転倒あり	転倒なし
トレーニングを継続 (n=17)		
毎日	0	4
週に1～3回	4	9
トレーニングを中断 (n=9)	2	7

数字は人数

表3 80歳以上の高齢者のトレーニング継続の有無と転倒との関連

項目	調査期間中に転倒あり	転倒なし
トレーニングを継続 (n=9)		
毎日	0	3
週に1～3回	1	5
トレーニングを中断 (n=3)	0	3

数字は人数

表4 転倒歴がある高齢者のトレーニング継続の有無と転倒回数の変化

項目	調査前に転倒あり	調査期間中に転倒あり
トレーニングを継続 (n=7)		
毎日	1	0
週に1～3回	6	3
転倒回数 (回)	3.7 ± 0.5	2.5 ± 1.0
トレーニングを中断 (n=3)	3	2
転倒回数 (回)	2.5 ± 1.0	3.0

数字は人数, または mean \pm SD

継続した。継続率は75%であり, 調査期間中の転倒者は1名のみであった。

4. 転倒歴がある高齢者のトレーニング継続の有無と転倒回数の変化 (表4)

トレーニング前に転倒歴があり, トレーニングを継続した者は7名 (70%) であった。調査前の転倒回数は 3.7 ± 0.5 回であった。トレーニング中に転倒があった者は3名で転倒回数は 2.5 ± 1.0 に減少した。トレーニングを中断した者で転倒歴があった者は3名で, 2名がトレーニング中に転倒した。転倒回数が 2.5 ± 1.0 から3.0回に増えていた。

5. アンケート調査結果

トレーニング後の気持ちでは, とても良い, 良いと答えた者は合わせて13名で, 1年間トレーニングを継続した者の81.3%であり, これからも使用したいと答えた。自由回答欄には「使用する前と比較して足が

上がる」「太ももにも効く感じ」「先を急ぐ性格のため躓く。足に力が付くような気がして満足している」「使用後は足が軽くなった気がする」「足の甲部分が強くなったと思う」「履いているときは重いけど, はずすと気持ちがさっぱりします」などの記載があった。一方, 訓練後の気持ちが良くないと答えた者は2名 (12.5%) であり, マジックテープが靴下にくっついて使用しにくいと答えた。トレーニングを中止した者9名のうち, 3名が履き心地が良くないと答えた。

IV. 考 察

本調査は転倒予防スリッパの在宅における転倒予防効果を検討した最初の調査である。

Cochrane Database Syst Rev¹⁷⁾ では, 複数のカテゴリーの運動を含む運動介入の場合, 高齢者がベースライン時の転倒リスクが高いか低いかにかかわらず, 転倒率を下げることを示している。転倒

の危険因子は数多く特定されているが^{1), 3)}、単一の介入としての運動による転倒予防効果の大きさは、多面的な介入によるものと同等であることが分かってきた^{17), 18)}。

トレーニングを継続した17名のうち、13名は転倒がない状態を維持した(表2)。また、トレーニング前に転倒歴があった10名のうち、トレーニングを継続した者は7名で、トレーニング中に転倒があった者は3名であり、転倒者の転倒回数は減少していた。一方、転倒歴があり、トレーニングを中断した者は3名であり、そのうち2名が転倒し、転倒回数が3回に増えていた(表4)。転倒リスク因子に転倒歴があることは先行研究で明らかになっている^{1), 3)}。鳥羽ら¹⁹⁾は転倒スコアを開発し、転倒リスク項目の殆どが過去1年の転倒歴がある者で高かったことを報告している。本調査で1年間の転倒者数が減少し、転倒回数が減少したことは転倒予防スリッパによるトレーニングが、転倒歴がある高齢者の転倒予防として有用である可能性を示唆した。

現在のエビデンスは、運動プログラムが転倒をうまく防ぐためには、バランスと歩行をターゲットにすべきであるとしており^{18), 21), 22)}、立った状態で最小限の上半身のサポートで実行される徐々に挑戦的なバランス運動を含めるべきであることを示している²¹⁾。ウォーキングなどの一般的な身体活動は、転倒率やリスクを減らす上で有意な有効性を示していない^{18), 21)}。Satoh^{10), 13)}らの研究では転倒予防スリッパを使用したグループはBerg Balance ScaleとPOMAの顕著な改善を示している。Berg Balance Scale¹¹⁾は①椅子坐位からの立ち上がり、②立位保持、③座位保持、④着座(立位から座位へ)、⑤トランスファー(移乗動作)、⑥立位保持(閉眼)、⑦閉脚立位保持、⑧ファンクショナルリーチ(上肢を前に伸ばす)、⑨拾い上げ(床からものを拾う)、⑩振り返り(左右の肩越しに振り返る)、⑪360度方向転換、⑫踏み台昇降、⑬タンデム立位(継足立位)、⑭片足立位 の14項目から構成され、簡単なバランス機能からファンクショナルリーチ、タンデム立位、片足立位などの高度なバランス機能が複合的に評価でできる。また、POMA¹²⁾は16項目から構成されており、そのうち9項目はバランス機能、7項目は歩行機能を評価する。以上を考慮すると、本調査でも転倒予防スリッパによるトレーニングがバランス機能、歩行機能に寄与した可能性がある。

長期的な効果のためには、定期的にトレーニングを続けることが重要である。オタゴ運動プログラム²³⁾は、在宅における80歳以上の高齢女性の転倒率を35%減らすことが示されている。このプログラムは、理学療法士または訓練を受けた看護師による年に5回の家庭訪問が含まれ、自宅で行われる演習と、継続的な遵守を促すための毎月の電話が含まれていた。本調査でも80歳以上の高齢者が12名含まれていた。このうち1年間のトレーニングを行った者は9名であり、継続率も75%と高く、調査期間中の転倒者は1名のみであった(表3)。日本における転倒率は80歳以上で15%から20%と急増し⁵⁾、寝たきりになる確率が上昇するため、人生100年時代を迎え、特に80歳以上の転倒予防が重要になる。転倒予防スリッパはコンパクトで使用方法が簡単であり、専門家のトレーニングを必要とせず、生活に取り込みやすい。交通機関に簡単にアクセスできにくい移動性の低い高齢者にも使用できる。

退院後における自宅でのリハビリ運動順守についての研究では実行率が60%であることが報告されている²⁴⁾。本調査においてトレーニング前に転倒歴があり、トレーニングを継続した者は70%であった。従って、転倒予防スリッパによるトレーニングは実行率にも優れている可能性がある。一方、トレーニングを中断した3名全員が履き心地が良くないと答えていた。本調査後の2021年には新しい転倒予防スリッパが開発されている(図1)。新たな転倒予防スリッパを使用して、追加の研究をする必要があるかも知れない。また、転倒予防スリッパがどの筋肉にどのように働いているのか、その結果、つま先のクリアランスにどのように影響を与えているかなど、バイオメカニクスの評価も不可欠である。

本調査の限界はすべて自己申告によるデータの収集であったことである。転倒の有無や転倒回数はカレンダー記載による自己申告であった。また、対象者が1町内会のメンバーに限られており、対象者数が少なかった。更にランダム比較試験ではなく、検定に至っていない。従って、トレーニングの効果を十分示すものではない。しかし、転倒歴がある者の転倒者数が減少し、80歳以上の高齢者9名のうち8名の転倒がなかったことは、トレーニングが転倒予防に有効に働いた可能性があると考えられる。重りの装着方法も簡単である(図2)。アンケート調査でもこれからも使いたいという回答が多かった。



図1. 改良した転倒予防トレーニングスリッパ

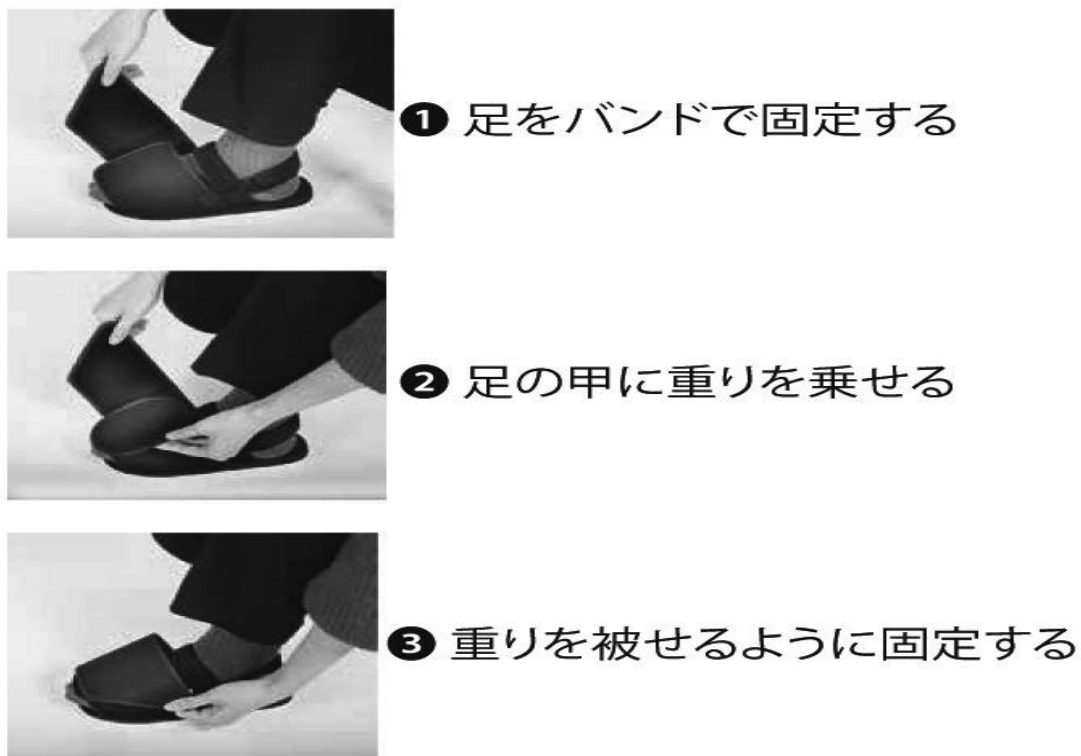


図2. 転倒予防トレーニングスリッパの装着方法

写真は（株）三恵提供

高齢者の転倒を減らすためのプログラムは、シンプルで実施が容易で、手頃な価格で効果的である必要がある。転倒予防スリッパはシンプルで小さく使いやすく安価であり、手軽に使用できる。認知症がある高齢者は家族などの見守りが必要であるかも知れないが、転倒予防スリッパは在宅における転倒予防として有用である可能性がある。

V. 結 論

転倒予防スリッパによるトレーニングは在宅における高齢者の転倒リスクを軽減する可能性がある。

本調査には利益相反として申告すべき内容は含まれていない

文 献

- 1) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF : Risk factors for falls among elderly persons living in the community, *N Engl J Med*, 319, 1701-1707, 1988.
- 2) Sattin RW : Falls among older persons: a public health perspective, *Annu Rev Public Health*, 13, 489-508, 1992.
- 3) Dargent-Molina P, Bréart G : Epidemiology of falls and fall-related injuries in the aged., *Rev Epidemiol Sante Publique*, 43, 72-83, 1995.
- 4) Kannus P, Sievänen H, Palvanen M, et al : Prevention of falls and consequent injuries in elderly people, *Lancet*, 366, 1885-1893, 2005.
- 5) 内閣府平成17年度 高齢者の住宅と生活環境に関する意識調査結果, https://www8.cao.go.jp/kourei/ishiki/h17_sougou/19html/2syuu-2.html (2023年1月24日閲覧)
- 6) Vellas BJ, Wayne SJ, Romero LJ, et al : Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers, *Age Ageing*, 26, 189-193, 1997.
- 7) Tinetti ME, Williams CS : Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home, *N Engl J Med*, 337, 1279-1284, 1997.
- 8) Manini TM, Hong SL, Clark BC : Aging and muscle: a neuron's perspective, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 16, 21-26, 2013.
- 9) Chiba H, Ebihara S, Tomita N, et al : Differential gait kinematics between fallers and non-fallers in community dwelling elderly people, *Geriatr Gerontol Int*, 5, 127-134, 2005.
- 10) Satoh A, Kudoh H, Fujita S, et al : Toe clearance rehabilitative slipper for fall risk in institutionalized older people, *Geriatr Gerontol Int*, 12, 361-363, 2012.
- 11) Berg KO, Wood-Dauphinee SL, William JI, Maki B : Measuring balance in the elderly: validation of an instrument, *Can J Public Health*, 83 (Suppl 2), S7-S11, 1992.
- 12) Tinetti ME : Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients, *J Am Geriatr Soc*, 34, 119-126, 1986.
- 13) Satoh A, Kudoh Y, Lee S, et al : Toe clearance rehabilitative slippers for older adults with fall risk: A randomized controlled trial, *Geriatric Orthopedic Surgery & Rehabilitation*, 12, 1-5, 2021.
- 14) 鈴木隆雄 : 転倒の疫学, *日本老年医学会雑誌*, 40, 85-94, 2003.
- 15) The prevention of falls in later life : A report of the Kellogg International Work Group on the prevention of Falls by the Elderly, *Danish Medical Bulletin*, 34, 1-24, 1987.
- 16) Folstein MF, Folstein SE : "Mini Mental State": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician, *J Psychiatr Res*, 12, 189-198, 1975.
- 17) Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al : Interventions for preventing falls in older people living in the community, *Cochrane Database Syst Rev*, CD007146, 2009.
- 18) Campbell AJ, Robertson MC : Rethinking individual and community fall prevention strategies: a meta-regression comparing single and multifactorial interventions, *Age Ageing*, 36, 656-662, 2007;
- 19) 鳥羽研二, 大河内二郎, 高橋泰他 : 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証, *日本老年医学会雑誌*, 42, 346-352, 2005.
- 20) Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, et al : Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta- analysis, *J Am Geriatr Soc*, 56, 2234-2243, 2008.
- 21) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, et al : The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and injuries: cooperative studies of intervention techniques, *JAMA*, 273, 1341-1347, 1995.
- 22) Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al : Randomized controlled trial of a general practice programme of home-based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ*, 315, 1065-1069, 1997.
- 23) Rebecca F, Breeanna P, Nicole S, et al : Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance, *Phys Ther*, 86, 401-410, 2006.
- 24) Forkan R, Pumper B, et al : Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance, *Physical Therapy*, 86, 401-410, 2006.

TOE CLEARANCE REHABILITATIVE SLIPPERS FOR OLDER ADULTS WITH FALL RISK AT HOME: A ONE -YEAR INTERVENTION STUDY

Atsuko SATOH¹⁾, Taiko KAWAMURA¹⁾, Masumi SAITOH²⁾

Abstract: Injuries from falling and tripping are one of the most serious and common medical problems faced by older adults and a major contributor to becoming bedridden.

This study aimed to examine the capability of rehabilitation training slippers with weights attached to the upper part of the foot (hereafter referred to as toe clearance rehabilitative slippers) to prevent older adults from falling at home. There were 26 subjects comprising 8 men and 18 women aged 76.8 ± 6.8 who belonged to the neighborhood association A in Hirosaki city, Aomori prefecture. Ten had a history of falls within 6 months before starting training. All the participants were asked to continue toe clearance rehabilitative slippers at home for one year. 17 out of 26 participants continued the training for one year (continuation rate was 65%). The number of falls during the study period decreased from 10 to 6. Of the 12 elderly people aged 80 years or older, 9 continued training. The continuation rate was 75%, and only one person fell during the study period.

Many of those who continued the training said that they would continue to use the toe clearance rehabilitative slippers, while. Toe clearance rehabilitative slippers are compact, easy to use, do not require professional training, and can be used by frail and less mobile seniors who do not have easy access to transportation. These results show that these slippers may be useful for preventing falls in the elderly within their homes.

Key words : Fall, older adults, prevent, training

1) Faculty of Nursing, Hirosaki Gakuin University

2) Department of Nursing, Hirosaki University of Health and Welfare

Contact information: Atsuko Satoh

20-7 MINORI-CHO HIROSAKI 036-8231, JAPAN

PHONE: 0172-31-7163, E-mail: satoh-a@hirogaku-u.ac.jp