

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：20105

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10147

研究課題名（和文）転倒予防を目的とした看護師用身体認識誤差測定法の開発

研究課題名（英文）Development of Methods for Error Measurement of Recognition of Bodily Function for Prevent of Fall by Nurse.

研究代表者

檜山 明子 (Hiyama, Akiko)

札幌市立大学・看護学部・准教授

研究者番号：70458149

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、看護師が患者に使用できる身体認識の誤差測定法を検討した。まず、転倒場面や文献から、動作時の身体イメージと実際の動作の差を測定するための課題を作成した。次に、人の動作遂行能力を、A.生体力学的機能軸・B.認知行動学的機能軸・C.視機能軸から成る構成体と定義して、視線計測、三次元動作解析、官能検査による評価を行った。続いて、課題遂行にあたって若年者と高齢者の身体認識の誤差値の比較、および測定者間一致性を検討した。これらの結果から、開発した測定法は、妥当性と信頼性を概ね確保していることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

既存の身体認識の誤差に関する測定は、立位による上肢のリーチテストが主であり、移動時の動作に安定性を欠いている者の評価は難しかった。また、看護領域では測定評価による転倒リスクアセスメントはあまり用いられていない。本研究で開発した測定法は、立位ではなく、臥位あるいは座位で測定することから、病棟や在宅においても活用範囲が広い。本研究の成果は、臨床応用の段階まで至っていないが、今後、妥当性を高め、臨床での活用に向けた精錬を行っていく。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to development of methods for error measurement of recognition of bodily function for fall prevention performed by nurses. The task was made to measure differences between the maximal reach distance that participants perceived and the actual maximal reach distance that participants could reach. The performance of the task was evaluated eye-tracking, three-dimensional motion analysis, and sensory inspection. The measurement results of young and the elderly were compared and elucidated the relationship between the measured value of the task and their association with fall-related factors. In the reliability verification phase, the consistency was examined among evaluators. Through these surveys, the causal relationship between the components of the task, the relationship between the task and the fall risk, and the consistency between the evaluators were confirmed. The results suggest the developed measurement method ensured validity and reliability.

研究分野：医療安全

キーワード：転倒予防 転倒リスクアセスメント 転倒予測 身体認識 認識誤差測定

1. 研究開始当初の背景

転倒は、日常的に発生する出来事であるが、健康リスクを抱える人にとっては、骨折や脳出血などの身体損傷、活動に恐怖感を抱く心理的变化に至る場合がある。さらに、受傷に伴う医療費の増加や、介護による社会的負担もあるため、転倒による受傷は防ぐ必要がある。病院の事故報告のうち転倒は 19.3%を占める(日本医療機能評価機構事故収集等事業,2015)。不可避な転倒は全体 22%である(Morse, 1987)といわれており、せん妄や医療者のエラー、外力を除き、多くの転倒は生活行動に伴い発生している。

転倒は個別の器質的機能的要因の影響下における行動に伴って発生する。地域高齢者を対象とした研究(Clemson, et al.,2003; 鳥羽他, 2005)では行動に着目しているが、これまで入院患者の行動に焦点をあてた転倒予測はなされてこなかった。患者の生活を支援するという看護師の専門性を活かす視点からも、研究者らは、行動の視点から転倒リスクの解明に取り組み、転倒につながる日常生活行動を転倒リスク行動として明らかにした。

これまで明らかにした転倒リスク行動には、「もっと足に力が入ると思った」、「このくらいなら手が届くと思った」、「いつも通り歩けると思った」などの不安定な活動状態での習慣的行動、活動能力の知覚錯誤に伴う行動があり、現実の活動能力と身体の自己認識との誤差に関連する行動が 91.4%を占めていた(檜山他, 2017)。しかし、転倒リスク行動に至る身体機能の解明および測定法の提案には至っていない。

既存の身体認識誤差測定法は、立位によるリーチ距離(前方,上方)を活用した研究が主である。リーチ距離は、身体イメージや課題遂行時の動作に対する安楽さと関係しており(Leonard, SM. et.al, 1997; Petroni, A. et.al, 2015)、認識との関係は明らかにされている。また、限界姿勢のリーチ距離は、健康な高齢者や脳卒中片麻痺患者において転倒と関係する(高取他, 2007; 岡田他, 2008)。リーチ距離に限定した身体認識誤差に関しては転倒との関係が示されているが、歩行あるいは立位可能な人を対象とした測定法であるため、疾病による症状や手術、化学療法などの治療による影響を受けている患者を対象としていない。

2. 研究の目的

転倒予防を目的として身体認識の誤差を看護師が客観的かつ正確に測定できる方法を開発し評価する。

3. 研究の方法

本研究では、人の動作遂行能力を 3つの機能軸、A.生体力学的機能軸・B.認知行動学的機能軸・C.視機能軸から成る構成体と定義した。3つの機能軸の各々の評価指標を、A.物理計測から取得され運動学的本質を示す体重心と床反力作用点の軌跡、関節モーメント【Nm】、関節パワー【watt】およびその発生と吸収の様式、力学的エネルギー【Joule】の発生量と吸収量および、運動様式の力学的記述、B.感性評価としての心理計測から取得される行動戦略(ストラテジー)、C.視線計測による注視点軌跡ならびに中心視、周辺視の経時的変化等の事象として、解析した。身体認識の誤差測定は、取得データの再現性(信頼性)を再検査法により確認し、妥当性は、バイアス、因果関係の逆転、外挿可能性および交絡因子の存在の確認と、力学的記述を用いて検討した。

(1) 視機能特性を用いた身体認識の誤差発生機序の検討

運動する視対象の奥行き知覚の速度依存性

運動している視対象に関する奥行き知覚特性を明らかにすることを目的として、視対象が接近および後退運動をしている時の知覚の確度を感性評価により調査した。

・対象

対象は健常青年 14名(18~21歳,平均年齢 19.8歳)および老人クラブの健康高齢者 10名(66~72歳,平均年齢 68.3歳)であり、裸眼での視力は 0.8以上とした。

・計測

運動計測室の壁面に 200 インチのスクリーンを設置し、液晶式プロジェクター(SANYO社製:LP-XP46S)を用いて映像を 4700 ルーメンの輝度にて投影した。映像はCG(HERALD社製DVD:WATARIDORI)を用い、観察者に対してスクリーン上で接近および後退する動物の動画を視対象とした。観察者に対して運動する視対象の縮小または伸長を奥行き変化量として、眼球運動計測装置(Nac社製Eyemark Recorder)を用いてその検出閾値を調べた。

視覚による身体運動制御と進行方向感覚の相互関連性

視覚的な独立対象運動がある場合の進行方向感覚の指標を用いて、身体動揺を測定し、進行方向感覚および姿勢制御の関連について考察した。

・対象

対象は老人クラブの健康高齢者 6名(66~70歳,平均年齢 68.7歳)であり、全員が裸眼あるいは矯正視力によって視力が 0.8以上の状態であった。

・計測

運動計測室にて、200 インチのスクリーン（視野角 50 × 40deg）に液晶プロジェクター（SANYO 社製：LP-XP46S）で視対象として用いる景観映像を投影した。スクリーンに投影する映像上で、視対象となる鳥のCGは真正面への前進と後退の2条件を満たすものとした。被験者は、床反力計（AMTI 社）の上に立ち、観察距離 5 m から映像を観察した。全計測を通して観察者の重心軌跡を 60Hz のサンプリング周波数で計測した。

進行方向シミュレーションの放射状運動には、視差をつけず、運動情報のみを利用可能とした。画面の中央に注視点を、放射状運動と同じ奥行き（視差ゼロ）に常時提示した。

被験者は直立姿勢で床反力計の上に立ち、画面中央の注視点を注視した。各試行は、5 秒の静止画像に続いて、15 秒の放射状運動と平行運動を提示し、その後 5 秒の静止画像を提示した。最初の 5s は被験者の重心位置のキャリブレーションのために必要であり、最後の 5 秒は視覚刺激からの運動残効を消去するためのものである。注視中の 15 秒のデータから静止時の平均重心位置を差し引いたものを結果の分析に使用した。計測条件は、進行方向 2 条件（前進、後退）× 対象運動の方向 2 条件（右、左）× 対象運動の奥行き 3 条件の計 12 条件であり、これらの組み合わせをランダムに提示した。これを 1 セッションとして、各被験者について 3 セッションを計測した。

(2) 測定時の課題の設定

転倒場面や文献から、動作時の身体イメージと実際の動作の差を測定するための課題を作成した。臥位もしくは座位で測定可能であること、複雑な手順や高度な技術を必要としないこと、測定により転倒リスク行動との関係が明確になる臨床実践的方法であるという条件を満たすかという視点で共同研究者および看護学研究者、理学療法学研究者とともに方法を検討し、身体認識の誤差測定は、3 種類（a.臥位での上肢挙上、b.臥位での下肢挙上、c.座位での下方前方リーチ）の運動において、それぞれ対象者が到達できると思う限界点までの距離を測定し、その後実際の運動による到達点までの距離を計測し、その差分を認識誤差値と定義した。測定距離は、それぞれに起点と到達点を設定し、測定軸に沿って推定到達地点と実際の到達地点とした。

(3) 若年者と高齢者を対象とした身体認識の誤差測定値の妥当性検討

対象者

健康若年者（18～29 歳）、地域在住高齢者（65 歳以上）とした。選択基準は、コミュニケーションや指示に対する理解に問題がないこと、運動障害（運動機能が低下し日常生活に支障がある、一人で外出できない）や感覚障害（体のしびれや麻痺）がないと自覚していること、屋外で歩行が自立していることを満たす者とした。

計測

高齢者は 1 時点での測定をし、若年者は初回の測定 1 週間後に再計測をした。

・個人特性

年齢、性別、過去 1 年の転倒経験、MMSE-J（Mini Mental State Examination-Japanese (Folstein, & McHugh, 1975/ Sugishita, 2018, 高齢者のみ)

・身体指標

身長、体重、握力、上肢長、下肢長、長座位前屈距離、足関節背屈角度

・機能評価

FR(: Functional Reach Test)、TUG(: Timed Up and Go Test)、歩行速度

・身体認識の誤差測定値

(4) 身体認識の誤差測定法の看護師による評価者間一致性の検討

対象者

評価者は 3 名の看護師資格を有する者、評価対象者は健康若年者 15 名。選定・除外条件は 3) と同様とした。

計測

身体認識の誤差測定課題 3 種類について、1 名の評価対象者に対して評価者が測定した。距離は、それぞれに起点と到達点を設定し、測定軸に沿って推定到達地点と実際の到達地点についてレーザー距離計を用いて計測した。

4. 研究成果

(1) 視機能特性を用いた身体認識の誤差発生機序の検討

運動する視対象の奥行き知覚の速度依存性

健康若年者および健康高齢者群ともに、視対象が接近する場合も後退する場合も、その速度が速くなるほど、奥行き変化の検出閾値が高かった（表 1）。

健康若年者および健康高齢者において、視対象が観察者に接近-後退運動をする時の、始点と終点の奥行き変化の知覚における検出閾値について測定した。移動速度が遅い場合は感度が高く、速い場合には低くなることが示された。

奥行き知覚の確度が不十分である場合、視対象の姿勢の知覚や形状の知覚が不安定となることを意味するため、調査結果は、運動する視対象の移動速度が速くなるほど、姿勢や形状の知覚

が不安定になることを示唆するものである。

観察者に対して視対象が接近または後退する場合、その姿勢や形状を認識する前に、運動の方向と速度を認識して、回避行動をとる必要がある。測定結果はこの現象に密接に関連すると考えられた。

表 1 運動する視対象の速度と知覚の関係

相対移動速度 (mm/s)	健常青年群 n=14		健康高齢者群 n=10	
	縮小時(mm)	伸長時 (mm)	縮小時(mm)	伸長時 (mm)
1	-8.2 ± 0.3	6.1 ± 0.4	-7.8 ± 0.2	5.4 ± 0.3
1.5	-10.4 ± 0.5	8.8 ± 1.1	-10.1 ± 0.6	8.1 ± 0.8
2	-12.9 ± 0.9	12.6 ± 1.2	-11.3 ± 1.5	11.2 ± 1.0

視覚による身体運動制御と進行方向感覚の相互関連性

各条件 3 回の重心計測値の平均を前後軸 (Y 軸)、左右軸 (X 軸) にプロットした (図 1) . 前後軸に関しては、前進のシミュレーションでは後方への重心偏位、後退のシミュレーションでは前方への重心偏位が示され、進行方向感覚からの仮説と一致し、放射状運動のみを用いた報告 (14) とも同様の結果が示された。しかし、左右軸に関しては、進行方向感覚に基づく仮説とは異なる結果が示された。対象運動が放射状運動の場合は、重心偏位への影響は少なかった。

一方、対象運動が平行運動の場合、対象運動と同方向への身体動揺が観察された。進行方向感覚バイアスが身体動揺を決定するなら、特に奥行きが同じ場合に対象運動と逆方向の身体動揺が生じることが予想されるが、結果においては、同じ奥行きの場合にも対象運動と同方向の身体動揺が観察されている。

これらの結果から、視覚情報からの姿勢制御は、少なくとも視覚情報が放射状運動と平行運動のランダムな提示のように複雑な場合には、進行方向感覚とは異なる処理を行っていることが示唆された。

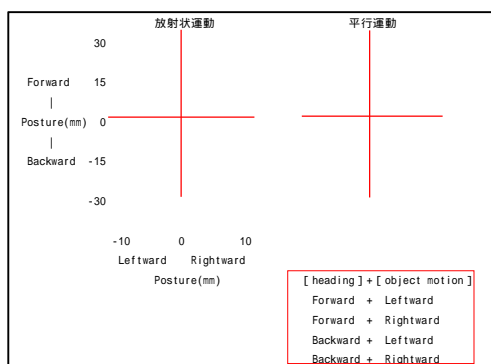


図 1 視覚による身体運動制御と進行方向感覚の相互関連性

(2) 若年者と高齢者を対象とした身体認識の誤差測定値の妥当性の検討

参加した被験者のうち若年者が 31 名、高齢者が 33 名であった。転倒経験があったものは 18 名 (28.1%) であり、若年者群と高齢者群に差はなかった ($p=.417$)。高齢者群における MMSE-J の平均値は $28.7 (\pm 1.86)$ であった。

認識誤差の測定値において、若年者と高齢者間には平均値の違いはなかった ($p>.05$) (表 2)。

若年者の上肢認識誤差の過小評価群は 26 名と多く、過大評価群は 5 名、合致した者はいなかった。上肢認識誤差の過小評価群と過大評価群の間では、視力左右差 ($t=2.334$, $df=25$, $p=.03$)、上肢長 ($t=3.183$, $df=16.7$, $p=.006$)、足関節背屈 ($t=2.27$, $df=29$, $p=.029$) に差が認められた。下肢認識誤差の過小評価群は 30 名と多く、合致した者は 1 名、過大評価したものはいなかった。

高齢者において、上肢認識誤差は過小評価 ($n=13$)、過大評価 ($n=20$) の両群間で下肢認識誤差に差があった ($t=-2.443$, $df=32$, $p=.02$)。下肢認識誤差はほとんどが過小評価 ($n=31$) であり、過大評価 ($n=1$)、合致 ($n=1$) であったため差の分析は行えなかった。下方前方リーチ認識誤差は、過小評価 ($n=17$)、合致 ($n=5$)、過大評価 ($n=12$) であった。変数間の差は見られなかった ($p>.05$)。

若年者と高齢者における過大評価または過小評価の関係を確認したところ、上肢認識誤差のみ違いがあった (Fisher's exact test; $p=.001$)。

上肢認識誤差に関連する変数を確認したところ、単回帰分析において、下肢認識誤差が上肢認識誤差を予測していた ($F(1, 32)=4.189$, $p=.049$, $R^2=0.116$, $B=0.450$)。

若年者において転倒に関連する変数と相関関係が認められた認識誤差値は、上肢認識誤差のみであった。上肢認識誤差値と負の相関があったのは、握力 ($r=-.490$, $p=0.005$)、上肢長 ($r=-.426$, $p=0.017$) であった。正の相関があったのは、年齢 ($r=.394$, $p=0.028$)、下肢認識誤差値 ($r=.459$,

p=0.009)であった。

高齢者において、転倒に関連する変数と相関関係が認められた認識誤差値は、上肢認識誤差値と下方前方認識誤差値であった。上肢認識誤差値は、下肢認識誤差値と正の相関があった($r=.340$, $p=0.049$)。下方前方認識誤差値は、足関節背屈角度と負の相関があった($r=-.365$, $p=0.034$)。

若年者を対象とした初回測定と再測定の相関は、上肢認識誤差に正の弱い相関($r=.364$, $p=.05$)、下肢認識誤差に強い正の相関($r=.580$, $p=.001$)、下方前方認識誤差に強い正の相関($r=.594$, $p=.001$)があった。下肢認識誤差値に関連する変数については表3に示す。

以上の結果から、身体認識の誤差値は、若年者は過小評価傾向があり、高齢者は過大評価傾向があることが明らかになった。上肢認識誤差値と下肢認識誤差値には関連があり、下方前方認識誤差値は他の2つの認識誤差値とは関連が認められなかった。上肢認識誤差値は、握力と上肢長と負の相関があり、下方前方認識誤差値は足関節背屈角度と負の相関があった。若年者を対象とした再測定の結果から、下肢認識誤差測定と下方前方認識誤差測定の信頼性が確認できた。

表2 若年者と高齢者の身体認識の誤差測定値の比較

	Elderly (n=34)		Young (n=30)		t-value	df	p-value
	Mean	± SD	Mean	± SD			
下方前方リーチ認識誤差値	-2.1	± 6.8	-0.7	± 8.9	-0.69	63	.49
下肢認識誤差値	-7.3	± 8.3	-0.5	± 13.3	-0.82	63	.42
上肢認識誤差値	-18.1	± 8.8	-16.1	± 10.1	-1.34	63	.19

表3 下肢の身体認識の誤差測定値と各変数の関係

	Elderly (n=34)			Young (n=30)				
	B	SE(B)	p-value	B	SE(B)	p-value		
認識誤差下肢	0.45	0.23	0.34	.06	0.45	0.14	0.47	.00
握力	0.43	0.49	0.26	.39	-0.55	0.29	-0.43	.07
上肢長	-0.44	0.97	-0.14	.65	0.01	0.48	0.00	.99
足関節背屈	-0.08	0.25	-0.06	.74	-0.24	0.16	-0.22	.15

(3) 身体認識の誤差測定法の看護師による評価者間一致性の検討

参加者は全員女性であり、年齢は平均20.9歳(±0.99)、身長は平均159.7cm(±5.80)、体重の平均は52.6kg(±4.8)であった。

上肢挙上距離の平均は-0.11cm(SD±0.33)、下肢挙上距離の平均は-0.16cm(SD±0.75)、下方前方リーチ距離の平均は-0.03cm(SD±0.13)であった。

3名の看護師による上肢挙上距離のICCは.735(95%CI:0.375,0.906)、下肢挙上距離のICCは.761(95%CI:0.446,0.912)、下方前方リーチ距離のICCは.806(95%CI:0.428,0.935)であった。

以上の結果から、3種類の身体認識の誤差測定法は、看護師3名の測定の結果、高い評価者間一致性を認めた。

(4) 今後の展望

本研究では、転倒リスクを予測するために、動作の安定性阻害因子である身体認識の誤差測定法を検討した。調査結果から、視覚機能と運動との関係、さらに計測上の特徴を明らかにした。目標物への移動速度や目標物との方向、角度などの位置調整によって到達動作に違いがある可能性が示唆されたことから、複合的な姿勢制御の評価に視覚機能と身体運動から構成される課題は妥当であると考えられた。測定法の信頼性は確認できたが、高齢者と若年者の測定値の比較を通して、転倒リスクの弁別力には課題があることが明らかになった。課題の精練と転倒予測のカットオフポイントの決定が今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Akiko Hiyama
2. 発表標題 Measurement of the Errors between the Estimated Reach Distance to an Object and the Actual Distance of Movement
3. 学会等名 International Conference on Social Science and Business (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 檜山明子
2. 発表標題 転倒リスク予測のための身体認識の誤差測定に関する検討
3. 学会等名 第40回日本看護科学学会学術集会
4. 発表年 2020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	中村 恵子 (Nakamura Keiko) (70255412)	札幌市立大学・看護学部・特任教授 (20105)	
研究分担者	佐藤 秀一 (Sato Shuichi) (80315556)	青森県立保健大学・健康科学部・教授 (21102)	

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	高橋 葉子 (Takahashi Yoko) (80811645)	札幌市立大学・看護学部・助手 (20105)	

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