ISSN 2188-5702
Online ISSN 2188-5710

日本転倒予防学会誌

第 8 巻　第 1 号　2021 年 8 月　　Vol.8 No.1 August 2021

Japanese Journal of Fall Prevention (JJFP)

JSFP

日本転倒予防学会
The Japanese Society for Fall Prevention

日本転倒予防学会誌

第 8 巻　第 1 号　2021 年 8 月

目　次

3　原　著　入院時口腔ケア介助の必要性と入院中の転倒との関連〜過去起点コホート研究〜
古賀　秀信

15　原　著　Ethical Influence of Fall Prevention Sensors on Older Adults, their Families, Nurses and Care Workers in long-term Care Facilities：A Cross-sectional Study Comparing Sensor Types or Experience of Healthcare Staff
Miho SHOGENJI
長期療養施設における高齢者とその家族，看護師と介護職への転倒予防センサによる倫理的な影響
〜センサの接続別種類および職種間で比較した横断研究〜
正源寺　美穂

25　原　著　認知障害高齢者における一般病院看護師の身体拘束の必要性認識の現状および拘束しない転倒予防の実施と影響要因についての多施設間横断研究
牧野　真弓

37　報　告　三次元人体モデルを用いた後方転倒の床面衝突時における股関節の力学的応答分析
林　卓未

JSFP
日本転倒予防学会

シンボルに込めた想い

ゆらいでも決して倒れない「起き上がりこぼし」をモチーフとして，しなやかな安定感と活力を表現しています。

ゆらぎの造形は美しく咲く花にも通じ，転倒予防で人生が明るく美しく花開く様相を象徴します。

シンメトリカルな安定感あるフォルムは，JSFP の組織的な強さと多様性をも表現しています。

シンボルマークデザイン：株式会社中西元男事務所（PAOS）

Japanese Journal of Fall Prevention

Vol.8 No.1 August 2021

Contents

3 **Original** Relationship between the Need for Oral Care Assistance on Admission and Falls during Hospitalization : Retrospective Cohort Study
Hidenobu KOGA

15 **Original** Ethical Influence of Fall Prevention Sensors on Older Adults, their Families, Nurses and Care Workers in long-term Care Facilities：A Cross-sectional Study Comparing Sensor Types or Experience of Healthcare Staff
Miho SHOGENJI

25 **Original** A Multicenter Cross-sectional Study of General Hospital Nurses' Perceptions of the Need for Physical Restraint and the Implementation and Influencing Factors of Non-Restraint Fall Prevention in Elderly Patients with Cognitive Impairment
Mayumi MAKINO

37 **Report** Mechanical Response Analysis on The Hip Joint upon Collision with the Floor after a Backward Fall using a Three-Dimensional Human Body Model
Takumi HAYASHI

JSFP
The Japanese Society for Fall Prevention

What the Symbol Tells

The three overlapping patterns show the swaying movement of an *okiagari-koboshi*, a Japanese doll that rights itself whenever knocked over. The symbol represents resilience and stability that our society aspires for.

The patterns also show three petals of a blooming flower. We believe that life could be made better and more beautiful through our effort toward fall prevention.

The patterns also represent the structural strength and versatility of our society.

logo design：Motoo NAKANISHI（PAOS）

原　著

入院時口腔ケア介助の必要性と入院中の転倒との関連 ～過去起点コホート研究～

古賀　秀信[1)]　伊藤　悠介[2)]　佐々木　彰[3)]　福村　文雄[4)]
森山　由香[5)]　野田　佐代美[5)]　樋口　圭子[5)]　久保　佳子[5)]
井村　洋[6)]

1）株式会社麻生飯塚病院臨床研究支援室
2）九州大学大学院システム生命科学府数理生物学研究室
3）株式会社麻生飯塚病院腎臓内科／臨床研究支援室
4）株式会社麻生飯塚病院医療安全推進室
5）株式会社麻生飯塚病院看護部
6）株式会社麻生飯塚病院総合診療科

要　旨

【目的】本研究の目的は，急性期一般病棟の入院患者における入院時の口腔ケア介助の必要性と入院中の転倒の関連性を明らかにすることである。

【方法】単施設過去起点コホート研究である。2018 年 4 ～ 9 月までの間に，急性期病院である当院一般病棟に入院した患者で完全寝たきり状態の患者を除いた 6,009 名を対象とした。データは DPC（Diagnosis Procedure Combination）一部である様式 1, H ファイルおよび転倒インシデントレポートを用いた。H ファイルは重症度，医療・看護必要度でＡ～Ｃの３項目で構成される。口腔ケア介助の必要性はＢ項目の「口腔清潔」を用いた。臨床的重症度としてはＡ項目の合計値，入院時 ADL には様式 1 に記載されている情報を用いた。その他，転倒の危険性を評価とした転倒リスク評価を，栄養状態および貧血の評価として入院時のアルブミンおよびヘモグロビンを用いた。統計解析は転倒の有無による 2 群比較，ならびに転倒を目的変数としたロジスティック回帰分析を用いた。口腔ケア介助の必要性を曝露因子とし，年齢，性別，栄養状態，貧血の有無，入院時 ADL および臨床的重症度を共変量として逐次的に説明変数へ投入した。妥当性の確認には Bootstrap 法を用いた。なお本研究は，飯塚病院倫理委員会の承認を得て行った。

【結果】転倒を起こした患者は 139 名（2.3 %）であった。単回帰分析の転倒に対する口腔ケア介助の必要性のオッズ比は 3.84（95 %信頼区間：2.73 ～ 5.39，$p < 0.001$）であった。年齢，性別，栄養状態，貧血の有無で調整した多重ロジスティック回帰分析のオッズ比は 2.59（95% 信頼区間：1.62 ～ 4.14，$p < 0.001$）で，さらに転倒アセスメント，入院時 ADL および臨床的重症度を加えた場合のオッズ比は 2.31（95 %信頼区間：1.20 ～ 4.44, $p = 0.012$）で，Bootstrap 法を用いても同様であった。感度分析においても転倒に対する口腔ケア介助の必要性に対するオッズ比は高いことが確認できた。

【結論】入院時の口腔ケア介助の必要性は，年齢，性別，栄養状態，貧血の有無，転倒アセスメント，入院時 ADL や臨床的重症度で調整した上でも入院中の転倒と関連していた。急性期一般病棟の入院患者において，入院時に口腔ケア介助が必要な患者は転倒のリスクが高いことが示唆された。

キーワード　転倒　口腔清潔　口腔ケア介助の必要性　重症度　医療・看護必要度　ロジスティック回帰

連絡先：株式会社麻生飯塚病院臨床研究支援室　古賀　秀信
〒 820-8505　福岡県飯塚市芳雄町 3-83
TEL：0948-22-3800（代表）内線 6711　Fax：0948-29-8928　E-mail：hkogah1@aih-net.com
受付日：2021. 4. 24　受理日：2021. 5. 28

Ⅰ　はじめに

わが国では，世界に先駆けて 2007 年に，65 歳以上の高齢者が 21 %を超す「超高齢社会」を迎えた。2017 年度厚生労働省患者調査[1]によれば，入院患者の約 73 %は高齢者で占められている。高齢者は，転倒のリスクが高い。転倒を起こすことで 4 人に 1 人が少なくとも 1 日間活動制限を要するか薬物療法が必要になる[2]。重篤な骨折，関節脱臼，捻挫・挫傷や脳震盪といった重篤な傷害にいたっては転倒の約 1 割を占めている[3]。このように，患者の転倒は，日常生活動作（activities of daily living：ADL）の低下といった患者の生活の質に直結し，結果的に入院期間の延長や医療費の増大へと繋がる。もし入院中に患者が転倒事故を起こせば，状態把握や受傷の程度に応じて応急処置や検査が必要になるとともに，インシデントレポートの作成やそれに伴う改善，見直しといった是正処置を行わなければならない。このことから，転倒は，患者や医療者のみでなく病院全体として取り組んでいくべき重要な課題であるといえる。

歯科領域に着目すると，Yoshida らは，高齢の認知症患者において歯の噛み合わせと歯数はそれぞれ転倒のリスクである[4) 5)]ことを，Yamamoto らの地域在住の高齢者を対象とした歯数とその後の転倒との関連を調査した研究において，19 歯以下で義歯未使用の高齢者はその後の転倒リスクが高い[6]ことを，Mochida らは地域住民を対象とした縦断研究において口腔内の渇きや歯数が転倒と関連する[7]ことを，Wakai らは 50 歳以上の男性歯科医師を対象に追跡調査した研究において，歯数が少ない（1 ～ 13 歯）者もしくはない（0 歯）者は，大腿骨近位部骨折のリスクが高い[8]ことを示しており，口腔内のさまざまな状態が転倒と関連することが示されているが，入院患者において，入院時の患者の口腔ケア介助の必要性と，その後入院中の転倒に着目した研究は見当たらない。

本研究の目的は，急性期一般病棟の入院患者における入院時の口腔ケア介助の必要性と入院中の転倒の関連性を明らかにすることである。

Ⅱ　方法

研究デザインは過去起点コホート研究で，急性期市中病院における単施設を対象とした研究である。対象は，2018 年 4 月 1 日から 9 月 30 日までの間に，当院に入院していた患者（延べ 10,780 名）のうち，入院時の重症度，医療・看護必要度のデータがない患者（延べ 4,629 名）を除外，さらに完全寝たきり状態の患者（117 名），期間内の同一患者の 2 回目以降の入院症例（14 名），および同一入院で複数回の転倒を認めた症例（11 名）を除いた一般病棟入院 6,009 名を対象とした（図 1）。全てのデータは，当院の病院情報システムに格納されているデータ，および厚生労働省提出用の DPC（Diagnosis Procedure Combination）データの一部である様式 1（簡易診療録）ならび H ファイル（重症度，医療・看護必要度）を用いた。

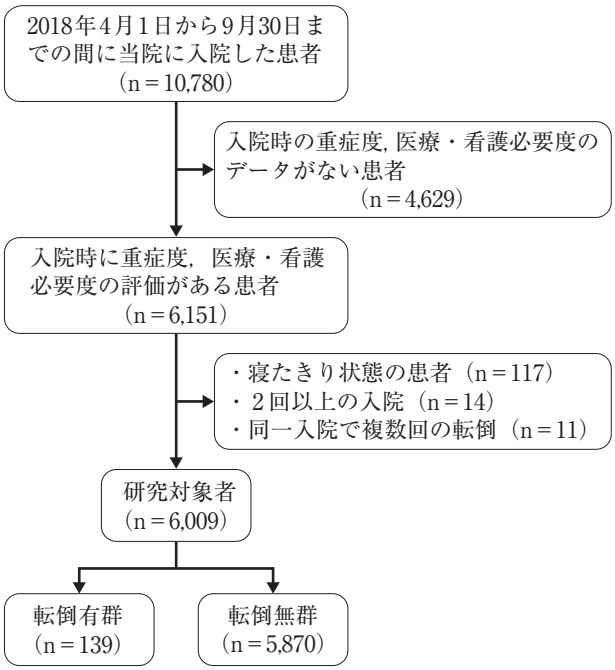


図 1　研究対象者

アウトカム変数：転倒

日本では，2003 年 4 月から，特定機能病院や臨床研修指定病院において，医療安全管理部門の設置が義務化され，院内で発生した転倒の全数がインシデントレポートとして記録されている。今回の研究では，アウトカムとしてこの情報を用い，転倒インシデントレポートのある対象者は転倒「有」として，インシデントレポートの記載がない患者は転倒「無」として扱った。

曝露変数：口腔ケア介助の必要性

現在，日本の診療報酬制度では，入院基本料の算定条件として，「重症度，医療・看護必要度」を評価することが求められている。重症度，医療・看護必要度は A 項目～ C 項目の 3 項目に分かれており，評価のためのトレーニングを受けた看護師によって毎日，患者ごとに評価されている。A 項目は患者の「モニタリング及び処置等」について評価したもので一般的に患者の臨床的重症度を，B 項目は「患者の状態等」について評価したもので患者の日常動作の自立の程度を，C 項目は「手術等の医学的状況」について評価したもので術式によって日数が定義されている。今回の研究で用いた口腔ケア介

助の必要性は，2018 年度診療報酬改定時で使用された B 項目の一つである「B11 口腔清潔」を用いた（表 1）。

共変量：交絡因子

臨床的重症度は，口腔ケア介助の必要性と同じく，2018 年度診療報酬改定時で使用された重症度，医療・看護必要度の A 項目の合計値を用いた。入院患者に対して，事前に転倒に対するリスクを評価，把握していくことは非常に重要である。個々の患者における転倒リスク評価は，当院と東京大学が共同で開発した転倒リスク評価スコアを用いて測定した。転倒リスク評価（表 2）は第 1 段階と第 2 段階に分かれており，第 2 段階は項目によって転倒リスクが点数化されている[9]。今回の研究

表 1　重症度，医療・看護必要度（2018 年度診療報酬改定時のもの）

A 項目（モニタリング及び処置等）	0点	1点	2点
創傷処置			
1　①創傷の処置（褥瘡の処置は除く） ②褥瘡の処置	なし	あり	−
2　呼吸ケア（喀痰吸引のみの場合を除く）	なし	あり	−
3　点滴ライン同時 3 本以上の管理	なし	あり	−
4　心電図モニターの管理	なし	あり	−
5　シリンジポンプの管理	なし	あり	−
6　輸血や血液製剤の管理	なし	あり	−
7　専門的な治療・処置 ①抗悪性腫瘍剤の使用（注射剤のみ） ②抗悪性腫瘍剤の内服管理 ③麻薬の使用（注射剤のみ） ④麻薬の内服，貼付，坐剤の管理 ⑤放射線治療 ⑥免疫抑制剤の管理 ⑦昇圧剤の使用（注射剤のみ） ⑧抗不整脈剤の使用（注射剤のみ） ⑨抗血栓塞栓薬の持続点滴の使用 ⑩ドレナージの管理 ⑪無菌治療室での治療	なし	−	あり
8　救急搬送後の入院（2日間）	なし	−	あり

B 項目（患者の状況等）	0点	1点	2点
9　寝返り	できる	何かにつかまればできる	できない
10　移乗	介助なし	一部介助	全介助
11　口腔清潔	介助なし	介助あり	−
12　食事摂取	介助なし	一部介助	全介助
13　衣服の着脱	介助なし	一部介助	全介助
14　診療・療養上の指示が通じる	はい	いいえ	−
15　危険行動	ない	−	ある

C 項目（手術等の医学的状況）	0点	1点
16　開頭手術（7日間）	なし	あり
17　開胸手術（7日間）	なし	あり
18　開腹手術（4日間）	なし	あり
19　骨の手術（5日間）	なし	あり
20　胸腔鏡・腹腔鏡手術（3日間）	なし	あり
21　全身麻酔・脊椎麻酔の手術（2日間） 救命等に係る内科的治療（2日間）	なし	あり
22　①経皮的血管内治療 ②経皮的心筋焼灼手術等の治療 ③侵襲的な消化器治療	なし	あり

では，入院当日に行われた転倒アセスメントの第 2 段階の合計値を患者の転倒リスクとして用いた。入院患者の ADL は，DPC 様式 1 の項目の一つであり，入院時と退院時 ADL とが記載されている。評価は食事，移乗，整容，トイレ，入浴，平地歩行，階段，更衣，排便管理および排尿管理の合計 10 項目で構成されており，それぞれ自立，一部介助，全介助および不明の 4 段階で評価，コード化されている。今回の研究では入院時 ADL を用いた（表 3)。不明とコードされたデータについては欠損とし，10 項目の合計値を用いた。患者の栄養状態および貧血状態の指標として，入院当日に行われた臨床検査のアルブミンならびにヘモグロビンを用いた。

その他の変数

DPC 様式 1 の中には，14 桁で構成される疾患コードがある。疾患コードの最初の 2 桁は主要疾患群分類 Major Diagnostic Category，MDC と呼ばれ，現在，01 ～ 18 の 18 種のコードがある。転倒の有無別の疾患の内訳の比較では本分類を用いた。

統計解析およびデータマネジメント

統計解析は，転倒の有無による 2 群比較ならびに多変

表 2　飯塚病院　転倒リスク評価

		項目	スコア
第 1 段階		完全に寝たきりである	−
		ADLが自立し, 精神的・身体的障害がない	−
第 2 段階	包括	転倒転落の既往	3.5
	認知・遵守	判断力・理解力・記憶力の低下	0.4
		せん妄がある	0.1
		目立った行動がある	2.1
		ナースコールを押さない	3.1
		何事も自分でやろうとする	1.6
	薬剤・症状	睡眠剤, 安定剤, 向精神薬	2.8
		鎮静剤, 麻薬, 下剤	1.0
		めまい, たちくらみ, ふらつき	4.2
		切迫性失禁または回数が多い	4.0
	身体的能力	上肢・下肢の不全麻痺	1.3
	動作評価	移動に見守り・介助が必要	0.9
		ポータブルトイレを使用	3.2

表 3　入院時 ADL 評価（DPC 様式 1）

分類	所見			
	自立	一部介助	全介助	不明
食事	2	1 切ったり，バターを塗ったりなどで介助を必要とする	0	
移乗	3	2 軽度の介助で可能	0 座位バランス困難	
		1 高度の介助を必要とするが，座っていられる		
整容	1	0	0	
トイレの動作 トイレの使用	2	1 多少の介助を必要とするがおおよそ自分一人でできる	0	
入浴	1	0	0	9*
平地歩行	3	2 一人介助で歩く	0	
		1 車いすで自立		
階段	2	1	0	
更衣				
排便管理		1 時々失敗	0 失禁	
排尿管理				

＊解析時，不明については「欠損」として取り扱った。

量解析を行った。連続変数の記述はデータの性状に応じて，平均値（標準偏差）および中央値［四分位範囲］とし，名義変数や順序変数については件数（%）とした。2 群比較を行う際の統計学的仮説検定もデータの性状に応じて student t 検定，Wilcoxon の順位和検定ならびに Fisher 正確確率検定を用いた。多変量解析は，転倒を目的変数とした単変量および多重ロジスティック回帰分析を用いた。口腔ケア介助の必要性を曝露変数とし，年齢，性別，体格指数（Body Mass Index, BMI），栄養状態，貧血状態，入院時 ADL および臨床的重症度を共変量として，逐次的に説明変数に投入した（モデル 1 ～モデル 5）。ヘモグロビンついては性差を認めるので，その交互作用についても検討した。

多変量解析の妥当性の確認には Bootstrap 法を用いた（繰返し回数 1,000 回）。感度解析は，未知・未測定交絡要因のオッズ比と交絡要因の保有割合を変化させた場合と，転倒有群と無群の感度を変化させた場合において検討した。有意水準は 5 %とし，$p < 0.05$ の場合に有意差がありと判断した。データマネジメントには R（ver 3.6.0）を，一連の統計解析には Stata（ver 15.0）を用いた。なお，欠損データの補完は行わなかった。

倫理的配慮

本研究は，「ヘルシンキ宣言（2008 年ソウル修正）」および「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に則って，飯塚病院倫理委員会の承認を得て行った（承認番号 R18-157）。また，対象患者へのインフォームド・コンセントはオプトアウトとし，報告は観察研究の報告のガイドラインである STROBE 声明[10] に沿うようにした。

Ⅲ　結果

対象者 6,009 名の年齢（歳）の中央値，四分位範囲は 69［60-77］で，転倒を起こした患者は 139 名（2.3 %）であった。転倒の有無別の 2 群比較では，年齢は転倒有群で高く（$p < 0.001$），アルブミン，ヘモグロビンは転倒有群で低かった（アルブミン：$p < 0.001$，ヘモグロビン _ 男性：$p < 0.001$，ヘモグロビン _ 女性：$p = 0.026$）（表 4）。転倒リスク評価は転倒有群 5.1［2.6 ～ 8.2］，転倒無群 0.9［0 ～ 4.1］で，転倒有群で有意に高かった（$p < 0.001$）。入院時 ADL は，全ての項目において，一部介助または全介助が必要な患者の占める割合が転倒有群で高かった（$p < 0.001$）。主要疾患群分類別の比較では，神経系（MDC01）が 10 名（9.1 %）で転倒発生割合が最も高かった。また，主要疾患と転倒の有無とのクロス集計では有意差を認め（$p < 0.001$），疾患によって割合が異なることが示唆された（表 5）。重症度，医療・看護必要度の A 項目については，転倒の有無の 2 群間に有意差は認めなかったが，B 項目については，B11 口腔清潔も含めた全ての項目において，転倒有群における有所見該当患者の占める割合が有意に高かった（$p <$

表 4　転倒の有無別　2 群比較

		転倒有群 (n = 139)	転倒無群 (n = 5,870)	欠測	p value
基本情報	年齢	75［67～84］	69［60～77］	0（0.0 %）	＜0.001
	性別（女性）	62（44.6 %）	2,712（46.2 %）	0（0.0 %）	0.73
	BMI	21.2（3.5）	22.7（4.1）	452（7.5 %）	＜0.001
臨床検査	Alb（g/dL）	3.16（0.79）	3.65（0.65）	3227（53.7 %）	＜0.001
	Hb_男性（g/dL）	10.9（2.4）	12.2（2.5）	3064（51.0 %）	＜0.001
	Hb_女性（g/dL）	11.3（2.0）	10.6（2.4）		0.026
転倒リスク評価		5.1［2.6～8.2］	0.9［0～4.1］	78（1.3 %）	＜0.001
入院時ADL	食事	37（31.6 %）	581（10.7 %）	452（7.5 %）	＜0.001
	移乗	66（56.4 %）	1,072（19.7 %）	443（7.4 %）	＜0.001
	整容	49（42.5 %）	675（12.4 %）	458（7.6 %）	＜0.001
	トイレ	63（54.3 %）	907（16.7 %）	451（7.5 %）	＜0.001
	入浴	59（55.7 %）	997（19.1 %）	684（11.4 %）	＜0.001
	平地歩行	73（64.6 %）	1,246（23.2 %）	514（8.6 %）	＜0.001
	階段	61（61.6 %）	1,017（20.3 %）	898（14.9 %）	＜0.001
	更衣	61（52.5 %）	1,009（18.6 %）	460（7.7 %）	＜0.001
	排便管理	40（34.2 %）	575（10.6 %）	445（7.4 %）	＜0.001
	排尿管理	44（37.6 %）	601（11.0 %）	442（7.4 %）	＜0.001

＊数値は，中央値［四分位範囲］，平均（標準偏差），件数（%）
＊欠測は，転倒有群と転倒無群の合計における件数（%）

0.001）（表 6）。

単変量解析の結果，転倒に対する口腔ケア介助の必要性のオッズ比は 3.84（95 %信頼区間：2.73 ～ 5.39，p ＜ 0.001，モデル 1）であった。多変量解析では：年齢，性別，BMI，栄養状態および貧血状態で調整した場合のオッズ比 2.59（95 %信頼区間：1.62 ～ 4.14，p ＜ 0.001，モデル 2）であった（表 7）。モデル 2 に転倒リスク評価を加えた場合のオッズ比 2.12（95 %信頼区間：1.30 ～ 3.47，p = 0.003，モデル 3），転倒リスク評価の合計値と入院時 ADL を加えた場合のオッズ比 1.92（95 %信頼区間：1.03 ～ 3.58，p = 0.040，モデル 4）であった。モデル 2 に転倒リスク評価：入院時 ADL および臨床的重症度を加えた最終モデルのオッズ比 2.31（95 %信頼区間：1.20 ～ 4.44：p = 0.012，モデル 5）であった。いずれのモデルにおいてもヘモグロビンと性別との交互作用は認めなかった。最終モデルであるモデル 5 の妥当性の検証（Bootstrap 法）においてもオッズ比 OR 2.31（95 %信頼区間：1.10 ～ 4.87，p = 0.028）と有意であり，入

表 5　転倒の有無別　疾患内訳（MDC01～18）

	転倒有群 (n＝139)	転倒無群 (n＝5,870)	p value
01 神経系疾患	10（9.1 %）	100（90.9 %）	＜0.001
02 眼科系疾患	1（0.4 %）	283（99.6 %）	
03 耳鼻咽喉科系	2（1.1 %）	187（98.9 %）	
04 呼吸器系疾患	26（4.0 %）	620（96.0 %）	
05 循環器系疾患	6（1.0 %）	593（99.0 %）	
06 消化器系疾患，肝臓・胆道・膵臓疾患	29（1.8 %）	1,593（98.2 %）	
07 筋骨格系疾患	8（4.0 %）	194（96.0 %）	
08 皮膚・皮下組織の疾患	2（4.0 %）	48（96.0 %）	
09 乳房の疾患	2（2.1 %）	92（97.9 %）	
10 内分泌・栄養・代謝に関する疾患	0（0.0 %）	126（100.0 %）	
11 腎・尿路系疾患及び男性生殖器系疾患	8（1.7 %）	476（98.3 %）	
12 女性生殖器系疾患及び産褥期系疾患・異常妊娠分娩	3（0.9 %）	329（99.1 %）	
13 血液・造血器・免疫臓器の疾患	9（3.4 %）	253（96.6 %）	
14 新生児疾患，先天性奇形	0（0.0 %）	11（100.0 %）	
15 小児疾患	0（0.0 %）	0（0.0 %）	
16 外傷・熱傷・中毒	6（2.7 %）	215（97.3 %）	
17 精神疾患	0（0.0 %）	2（100.0 %）	
18 その他	2（3.9 %）	49（96.1 %）	
欠測	25（18.0 %）	699（11.9 %）	

＊数値（%）は，各MDCにおける転倒の合計に占める各群の転倒の内訳を示している。

表 6　転倒有無別　重症度，医療・看護必要度の比較（A 項目，B 項目）

		転倒有群 (n＝139)	転倒無群 (n＝5,870)	欠測	p value
A項目	1 創傷処置	3（2.2 %）	107（1.8 %）	0（0.0 %）	0.74
	2 呼吸ケア	11（7.9 %）	305（5.2 %）	0（0.0 %）	0.173
	3 点滴ライン同時 3 本以上の管理	2（1.4 %）	66（1.1 %）	0（0.0 %）	0.67
	4 心電図モニターの管理	15（10.8 %）	588（10.0 %）	0（0.0 %）	0.77
	5 シリンジポンプの管理	5（3.6 %）	164（2.8 %）	0（0.0 %）	0.60
	6 輸血や血液製剤の管理	4（2.9 %）	151（2.6 %）	0（0.0 %）	0.78
	7 専門的な治療・処置	13（9.4 %）	837（14.3 %）	0（0.0 %）	0.110
	8 救急搬送後の入院（2日間）	0（0.0 %）	84（1.4 %）	0（0.0 %）	0.267
B項目	9 寝返り	62（44.6 %）	1,499（25.5 %）	0（0.0 %）	＜0.001
	10 移乗	101（72.7 %）	2,405（41.0 %）	0（0.0 %）	＜0.001
	11 口腔清潔	64（46.0 %）	1,068（18.2 %）	0（0.0 %）	＜0.001
	12 食事摂取	56（40.3 %）	1.089（18.6 %）	0（0.0 %）	＜0.001
	13 衣服の着脱	75（54.0 %）	1,515（25.8 %）	0（0.0 %）	＜0.001
	14 診療上の指示が通じる	23（16.5 %）	286（4.9 %）	0（0.0 %）	＜0.001
	15 危険行動	19（13.7 %）	239（4.1 %）	0（0.0 %）	＜0.001

＊9 寝返り，10 移乗，12 食事摂取，13 衣服の着脱は，0 点と 1 点以上で 2 値化

院時の口腔ケア介助の必要性は転倒と関連する因子であった（表8）。

感度分析の結果，未知・未測定交絡要因のオッズ比を2～4倍と設定し，交絡因子の保有割合を40～60％で設定したオッズ比ならびに転倒有群と無群の感度を変化させた場合においても，口腔ケア介助の必要性に対する転倒オッズ比は高く，頑健であることが確認できた（表9・10）。

表7　単変量解析および多変量解析の結果

		単変量解析			多変量解析											
		＜モデル1＞			＜モデル2＞			＜モデル3＞			＜モデル4＞			＜モデル5＞		
		OR	95％CI	p value	OR	95％CI	p value	OR	95％CI	p value	OR	95％CI	p value	OR	95％CI	p value
被検因子	口腔ケア介助の必要性	3.84	2.73～5.39	＜0.001	2.59	1.62～4.14	＜0.001	2.12	1.30～3.47	0.003	1.92	1.03～3.58	0.040	2.31	1.20～4.44	0.012
共変量	年齢	1.04	1.13～1.06	＜0.001	1.02	1.00～1.04	0.050	1.01	1.00～1.03	0.149	1.01	0.99～1.03	0.30	1.01	0.99～1.03	0.35
	性別（女性）	0.94	0.67～1.32	0.71	0.33	0.35～3.04	0.33	0.29	0.03～2.72	0.28	0.61	0.05～7.37	0.70	0.62	0.05～7.90	0.71
	栄養状態（Alb）	0.38	0.28～0.51	＜0.001	0.51	0.36～0.74	＜0.001	0.53	0.36～0.76	0.001	0.61	0.40～0.94	0.026	0.63	0.41～0.97	0.034
	貧血（Hb）	0.82	0.75～0.90	＜0.001	0.92	0.80～1.05	0.20	0.92	0.81～1.06	0.25	0.92	0.79～1.07	0.27	0.90	0.78～1.05	0.181
	転倒アセスメント	1.16	1.13～1.20	＜0.001				1.07	1.02～1.13	0.006	1.06	1.00～1.13	0.037	1.06	1.00～1.12	0.069
	入院時ADL	0.89	0.86～0.91	＜0.001							0.96	0.92～1.00	0.053	0.96	0.92～1.00	0.076
	臨床的重症度	0.92	0.76～1.11	0.38										0.66	0.49～0.87	0.003
	交互作用（Sex×Hb）				1.09	0.89～1.34	0.40	1.10	0.90～1.36	0.35	1.02	0.81～1.28	0.89	1.00	0.79～1.27	0.97

モデル2：年齢, 性別, BMI, 栄養状態および貧血状態で調整したモデル（多変量解析）
モデル3：モデル2に. 転倒リスク評価を加えたモデル（多変量解析）
モデル4：モデル2に. 転倒リスク評価の合計値と入院時ADLを加えたモデル（多変量解析）
モデル5：モデル2に, 転倒リスク評価, 入院時ADLおよび臨床的重症度を加えたモデル（多変量解析）
OR : Odds Ratio オッズ比
CI : Confidence Interval 信頼区間

表8　最終モデルにおける妥当性評価
（Bootstrap法，繰返し回数1000回，seed（1））

		OR	95％CI Low	95％CI High	p
被検因子	口腔ケア介助の必要性	2.31	1.10	4.87	0.028
共変量	年齢	1.01	0.99	1.03	0.31
	性別（女性）	0.62	0.04	12.71	0.74
	栄養状態（Alb）	0.63	0.42	0.95	0.026
	貧血（Hb）	0.90	0.77	1.06	0.21
	転倒アセスメント	1.06	1.00	1.1	0.043
	入院時ADL	0.96	0.91	1.01	0.121
	臨床的重症度	0.65	0.44	0.95	0.027
	交互作用（性別×Hb）	1.00	0.76	1.32	0.97

表10　感度分析2（要因の誤分類）

転倒有群の感度	転倒無群の感度				
	100％	90％	80％	70％	60％
100％	3.84	3.37	2.90	2.43	1.96
90％	4.71	4.13	3.56	2.98	2.41
80％	6.10	5.35	4.61	3.86	3.12
70％	8.64	7.59	6.53	5.47	4.42
60％	14.83	13.02	11.21	9.39	7.58

＊転倒した場合でないと転倒インシデントは発生しないため特異度は100％とした。

表9　感度分析1（未知・未測定の交絡要因に対する補正済みオッズ比）

交絡要因によるオッズ比	交絡要因有の場合		補正済みオッズ比
	口腔ケア介助必要群	口腔ケア介助不要群	
2倍	40％	50％	4.11
	40％	60％	4.38
	50％	40％	3.58
	50％	60％	4.09
	60％	40％	3.36
	60％	50％	3.60
3倍	40％	50％	4.26
	40％	60％	4.69
	50％	40％	3.45
	50％	60％	4.22
	60％	40％	3.14
	60％	50％	3.49
4倍	40％	50％	4.36
	40％	60％	4.88
	50％	40％	3.38
	50％	60％	4.30
	60％	40％	3.01
	60％	50％	3.43

Ⅳ　考察

本研究は，急性期病院一般病棟における入院患者の入院時の口腔ケア介助の必要性と，その後の入院中の転倒との関連について調査した研究で，入院時に口腔ケア介助を必要とする患者は，入院中の転倒と関連することが示唆された。

日本における入院患者の転倒の割合は，一般的に入院延べ患者に占める転倒患者数として表される（単位 ‰）。日本国内の大病院が加盟する日本病院会が行っている QI プロジェクト報告書によると，2018 年の転倒発生率の中央値，75 %タイル値，最大値はそれぞれ 2.56 ‰，3.19 ‰，9.15 ‰ と報告されている。今回の研究では，対象期間（2018 年 4 月～ 9 月）の当院の転倒発生率は 3.93 ‰（延べ入院患者数：170,408 名，転倒インシデント件数：670 件）で全国の中央値と比べて高い。日本医師会が提供している地域医療情報システム Japan medical Analysis Platform, JMAP によれば，当院が所属する福岡県飯塚 2 次医療圏は，人口に占める 65 歳以上の高齢者の割合である高齢化率は 30.6 %（2015 年）で福岡県全体の 25.9 %と比べ高く，高齢化が進んでいるといえる。

2018 年に，消費者庁が人口動態調査（厚生労働省）の調査票情報及び救急搬送データ（東京消防庁）を基に行った「高齢者の事故の状況 [11]」によれば，転倒・転落は，高齢者の死亡の不慮の事故による死亡原因で第 2 位であり（第 1 位は「誤嚥等の不慮の窒息」），2007 年は 5,476 人であるのに対し，2016 年では 7,116 人と増加している。しかし，高齢者 10 万人当たりの死亡者数は 2007 年が 20.0 であるのに対し，2016 年は 20.7 と大幅な増加は認めない。このことは，高齢者人口が増えたことによって転倒を起こす人が増えたことを表している。

人口 10 万人当たりの転倒・転落による救急搬送患者数（2007 年）は 55 ～ 59 歳：508.5 人，60 ～ 64 歳：573.7 人，65 ～ 69 歳：800.2 人，70 ～ 74 歳：1053.4 人，75 ～ 79 歳：1751.7 人，80 ～ 84 歳：2928.4 人，85 ～ 89 歳：4569.3 人，90 歳以上：6423.4 人となっており，加齢に伴って増加する。実際，対象者の年齢（中央値）は，転倒無群が 69 歳，転倒有群が 75 歳であり，転倒有群において有意に高かった。

そのような高齢者において，日本老年歯科学会は，2016 年の調査において高齢期に複数の口腔機能が複合的に低下することにより口腔機能が低下に陥る「口腔機能低下症」を提唱し [12]，2018 年から保険収載されるようになった。口腔機能低下症の検査に含まれる口腔衛生状態不良（口腔不潔），口腔乾燥，残存歯数，舌圧，舌口唇機能低下の 5 項目の該当数と栄養状態（MNA®-SF）との関係を分析した調査では，低下の該当数が 3 項目を超えると平均 MNA 値が低栄養状態に達していたことから，口腔機能低下症を放置すると低栄養を招くと考えられている [13]。

2018 年に東京都江戸川区の歯科診療所に受診している 21 ～ 88 歳の 189 名を対象に行った調査では，実に 93 名（49.2 %）が口腔機能低下症と診断され，加齢に伴って罹患率は上昇していた [14]。よって，年齢は転倒と口腔ケア介助の必要性の両者に関連する因子として扱うべき変数であるといえる。

深井ら [15] は 40 ～ 89 歳の 5,719 名を対象にした 15 年間コホート調査において，80 ～ 89 歳の年齢群でその累積生存率は，男性では機能歯数 10 歯未満群 0.25，10 歯以上群 0.54，女性では 0.42 および 0.67 で，男性では約 2 倍，女性では約 1.5 倍の生存率であり，多変量解析の結果，機能歯数と生命予後との関連は男性でのみ認められたと報告している。

消費者庁の報告 [11] によれば，79 歳までは男性の方が人口 10 万人当たりの転倒・転落による救急搬送患者数が多いのに対し，80 歳以降では逆転して女性が多くなる。その原因の一つとして骨粗しょう症の存在が挙げられる。骨粗しょう症の有病割合は年齢とともに上昇し，75 歳以上の後期高齢女性の実に半数以上が有しているが，男性の有病率は女性の半数程度に留まる [16]。今回の検討において，性別は考慮しなければならない変数の一つであると考えられる。

栄養状態の代用として用いたアルブミンは，生物学的半減期が約 21 日と長く，患者の全体的な栄養状態を知ることができる静的指標とされる。Baumgartner RN[17] らの研究によれば，アルブミンは加齢に伴って低下し，年齢，性別，蛋白摂取量，身体活動や併存疾患で調整しても筋肉量と有意に関連し，高齢者における低アルブミンは，事実上，サルコペニアとの関連を示しているとしている。一方，ヘモグロビンは，赤血球の中に存在するタンパク質で酸素分子と結合する性質を持ち，肺から全身へと酸素を運搬する役割を担っており，低下することで貧血が生じる。貧血では立ちくらみ，息切れ，めまいやふらつきなどの症状を認め，これらは転倒の原因となり得る。

患者 ADL については，転倒の有無の 2 群間で分布は明らかに異なっており，転倒有群において一部介助や全介助の ADL が低い患者の割合が高かった。口腔ケア介助を必要とする患者は，ADL 評価項目の一つであり，交絡の調整が必要な変数と思われる。

患者の臨床的重症度については，罹患している疾患に対して評価が行われるのが一般的である。しかし，本研究では対象となる疾患が多岐にわたっており，全ての疾患に対して調整を行うことは困難である。そこで今回，重症度，医療・看護必要度のＡ項目（モニタリング及び処置）を用いた調整を行った。重症度，医療・看護必要度の前身は2002年に，筒井らの長年にわたる研究の成果として開発された測定ツールで，患者に提供されるべき看護の必要量を測る指標として2002年に診療報酬の要件として導入された。その後，診療報酬改定の度に適用対象，使用目的，評価基準が見直され，2014年2月からは「重症度，医療・看護必要度」に名称が改められ現在に至る。A項目は，具体的に創傷処置，呼吸ケア（喀痰吸引を除く），点滴ライン同時３本以上，心電図モニターの装着，シリンジポンプの管理，輸血・血液製剤の管理，専門的治療・処置および救急搬送後の入院（２日間）で構成される。創傷処置は外科，皮膚科領域，呼吸ケアは人工呼吸器を必要とするような重篤な救急疾患や呼吸器疾患が主に該当する。

一般病棟用の重症度，医療・看護必要度に係る評価票評価の手引き[18]によれば，点滴ライン同時３本以上は，「持続的に点滴ラインを３本以上同時に使用し，看護職員が管理を行った場合に評価する項目」，シリンジポンプの管理は，「末梢静脈・中心静脈・硬膜外・動脈・皮下に対して，静脈注射・輸液・輸血・血液製剤・薬液の微量持続注入を行うにあたりシリンジポンプを使用し，看護職員が使用状況を管理している場合に評価する項目」とあり，いずれもこの定義に該当する患者は，疾患の領域を問わず重症であることが想定される。

心電図モニターの装着は徐脈，頻脈のみならず，急性心筋梗塞や不安定狭心症の症例，呼吸不全，電解質代謝異常など循環器疾患を含めた幅広い疾患が装着の対象となり，専門的処置には，抗悪性腫瘍剤の使用や内服の管理，麻薬の使用や内服･貼付と坐剤の管理，放射線治療，免疫抑制剤の管理，昇圧剤の使用および抗不整脈剤の使用，抗血栓塞栓薬の持続点滴の使用やドレナージの管理が該当し，悪性疾患や疼痛管理が必要な状態，ネフローゼ症候群や膠原病などステロイド薬だけでは効果が乏しい場合や副作用により減量や中止しなければならない場合や血行動態が不安定であるような病態が含まれる。

これらＡ項目に該当する場合，臨床的に重症であり，患者はベッド上の臥床状態に近いことが想定される。臥床状態にある患者は，口腔ケア介助が自ずと必要になり，臥床状態は入院中の転倒にも関連する。実際，モデル５の多変量解析において，転倒とのオッズ比は0.66と有意であり，臨床的重症度が高いことは，患者の転倒に対して予防的であることが想定される。

歯科領域の既報によると，日本人を対象とした研究のみであっても歯数と転倒との関連を示している研究が複数ある[5)-7)]。これらのことから両者には関連があることが想定される。その理由として，歯の喪失や義歯未使用による噛み合わせが咀嚼筋や歯根膜からの神経伝達を減少させて頭部を不安定にし，その結果として転倒リスクが上昇すると考えられている[19)]。

今回の検討は口腔ケア介助の必要性であり，患者の歯数との関連性については検討していない。しかしながら，口腔ケア介助の必要性は罹患している疾患，病態（重症度）や患者のADLに応じて生じる。実際，転倒有群と無群の疾患内訳では01神経系疾患が最も発生割合が高く，発生割合と患者数では04呼吸器系疾患，07筋骨格系疾患がそれらに続くことから，何らかの口腔ケア介助が必要な疾患群で多いことが想定される。これらのことより，転倒有群と無群において分布の状況は異なることから，臨床的重症度も考慮すべき変数であると思われる。

入院患者に対して行われる転倒リスクの第二段階の評価は，過去の転倒の既往，認知・遵守，薬剤・症状，身体的能力および動作評価の大項目で構成されている。実際，転倒の有無別の２群比較では，転倒有群において転倒リスク評価は有意に高く，転倒リスク評価が高い患者は転倒を起こしていた。転倒を起こす原因の一つに「薬剤」が挙げられるが，今回の検討では直接，その変数を用いていないが，睡眠薬，精神安定剤や向精神薬といった転倒を起こしやすい薬を服用している際は，この項目を通じて評価される。また，持参薬といった患者からの聞き取りや現物確認などでしか把握できないような情報も転倒リスク評価で反映される。また，認知，せん妄や患者の行動など，看護師からみた情報も反映されている。

曝露変数である口腔ケア介助の必要性は，重症度，医療・看護必要度のＢ項目で代用した。口腔清潔の定義[18)]は「口腔内を清潔にするための一連の行為が１人でできるかどうか，あるいは看護職員等が見守りや介助を行っているかどうかを評価する項目」とあり，一連の行為とは「歯ブラシやうがい用の水等を用意する，歯磨き粉を歯ブラシにつけるなどの準備，歯磨き中の見守りや指示，磨き残しの確認なども含む」であり，口腔清潔に際して，車椅子に移乗する，洗面所まで移動するなどの行為は，口腔清潔に関する一連の行為には含まれない。判断基準は，口腔清潔に関する一連の行為全てが１人でで

きる場合は「介助なし」で，口腔清潔に関する一連の行為のうち部分的，あるいは全てに介助が行われている場合は「介助あり」と判断する。今回の研究で口腔ケア介助の必要性は後者の状態を指す。

しかし，口腔ケアを行うべき定義はあるものの実際の医療・看護の現場において，本当は患者自身で口腔清潔ができるのに見守りや介助を行うことや，逆に介助が必要なのに行ってない可能性があることは完全に否定できない。これらの定義と実際の乖離（バイアス）についての評価は感度分析で行った。転倒有群と無群の感度を 60 %から 100 %でシミュレーションして粗オッズ比 3.84 がどのように変化するかを検討したが，オッズ比は 1.96 ～ 14.83 で 1 を下回ることはなく，頑健であることが確認できた。

今回，口腔ケア介助の必要性に着目し，重症度，医療・看護必要度の B 項目の一部である B11 口腔清潔を用いて検討を行った。2 群比較において，その他の B 項目についても同様に該当割合に有意に高いことから，B 項目自体が ADL を間接的に表しており，B11 口腔清潔は，副次的に転倒と関係しているのではないかと推測される。

日本では，重症度，医療・看護必要度は，入院基本料をはじめとした施設基準の一つに盛り込まれ，国内の多くの病院で評価されている。また，重症度，医療・看護必要度は医療現場のみならず，病院経営に直結することから病院幹部層にとっても非常に関心が高い。今回，DPC データと転倒インシデント情報を中心に研究を行ったが，このように診療情報を 2 次利用することで，既存の情報から新たな価値を創造できる可能性を秘めていると思われる。

転倒を起こす要因は，大きく「患者」「医療者」および「環境」の 3 つに大別できるが，今回の検討で考慮できたのは「患者」のみであり，医療者（例えば，看護師の人数や忙しさなど）側の問題や環境（病室・病棟の広さ，ベッド間隔，段差の存在や居室の明るさ）などについては考慮できておらず，この点は研究の限界として挙げられる。また調整しきれていない交絡因子の存在が挙げられる。Mary ら[20] の報告では，併存疾患，視力，眼鏡着用の有無，筋力，ペースメーカー装着の有無，起立性低血圧，内服薬の種類や数も転倒に関連すると述べられているが，これらの考慮ができていない。この点については，交絡要因によるオッズ比の変化の感度分析として検討を行い，その結果，オッズ比は頑健であることを確認したが，今後，検討を行う上で考慮していく必要があると思われる。

Ⅴ　結論

入院時の口腔ケア介助の必要性は，年齢，性別，栄養状態，貧血の有無，転倒アセスメント，入院時 ADL や臨床的重症度で調整した上でも入院中の転倒と関連していた。急性期一般病棟の入院患者において，入院時に口腔ケア介助が必要な患者は転倒のリスクが高いことが示唆された。

Ⅵ　謝辞

本研究にかかる膨大なデータ抽出やマネジメントに尽力してくれた飯塚病院情報システム室，ならびに本研究を行うにあたりさまざまな助言を与えてくださった飯塚病院医療安全推進室ならびに看護部と臨床研究支援室スタッフに深謝する。

Ⅶ　利益相反（COI）

この研究は，2019 年度飯塚病院臨床研究助成金制度の実施を受けて執筆したものである。

引用文献

1）厚生労働省．“2017 年患者調査 調査の概況”．入手先 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/17/dl/01.pdf >，参照 2021-05-19
2）Bergen G, et al. Falls and fall injuries among adults aged ≧ 65 years – United States, 2014. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 65 (37)：993-998, 2016.
3）Kelsey JL, et al. Heterogeneity of falls among older adults：Implications for public health prevention. Am J Public Health. 102 (11)：2149-2156, 2012.
4）Yoshida M, et al. Functional dental occlusion may prevent falls in elderly individuals with dementia. J Am Geriatr Soc. 53 (9)：1631-1632. 2005.
5）Yoshida M, et al. Relationship between Dental Occlusion and Falls among the Elderly with Dementia. Prosthodont Res Pract. 5 (1)：52-56, 2006.
6）Yamamoto T, et al. Dental status and incident falls among older Japanese：A prospective cohort study. BMJ Open. 2 (4)：1-7, 2012.
7）Mochida Y, et al. Does poor oral health status increase the risk of falls ?：The JAGES Project Longitudinal Study. PLoS One. 13 (2)：1-12, 2018.
8）Wakai K, et al. Tooth loss and risk of hip

fracture：a prospective study of male Japanese dentists. Community Dent Oral Epidemiol. 41 (1)：48–54, 2013.

9) Kato S, et al. Modeling patient falls in hospitals by multivariate analysis focused on clinical departments. Total Qual Sci. 1 (2)：102–112, 2015.

10) The STROBE Initiative. “the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology Statement”. ＜https://www.strobe-statement.org/index.php?id=strobe-endorsement＞参照（2021–05–19).

11) 消費者庁.“高齢者の事故の状況について「人口動態調査」及び「救急搬送データ」調査票分析”. 入手先＜https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/caution/caution_009/pdf/caution_009_180912_0002.pdf＞, 参照（2021–05–19).

12) Minakuchi S, et al. Oral hypofunction in the older population：Position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016. Gerodontology. 35 (4)：317–324, 2018.

13) 松尾浩一郎ほか. 急性期病院入院高齢者における口腔機能低下と低栄養との関連性. 老年歯科医学. 31 (2)：123–132, 2016.

14) 太田緑ほか. 地域歯科診療所における口腔機能低下症の割合 Prevalence of Oral Hypofunction in Patients of a Dental Clinic. 33 (2)：79–84, 2016.

15) Fukai K, et al. Associations between functional tooth number and physical complaints of community-residing adults in a 15-year cohort study. Geriatr Gerontol Int. 9 (4)：366–371, 2009.

16) Orimo H, et al. Japanese 2011 guidelines for prevention and treatment of osteoporosis-executive summary. Arch Osteoporos. 7 (1–2)：3–20, 2012.

17) Baumgartner RN, et al. Serum albumin is associated with skeletal muscle in elderly men and women. Am J Clin Nutr. 64 (4)：552–558, 1996.

18) 厚生労働省.“一般病棟用の重症度, 医療・看護必要度に係る評価票評価の手引き”. 入手先 https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12400000-Hokenkyoku/0000204733.pdf＞, 参照（2021–05–19）

19) 山本龍生. 歯科から考える転倒予防. 日本転倒予防学会誌. 5 (1)：23–25, 2018.

20) Mary E. Tinetti, et al. The Patiens Who falls “It’s Always a Trade-off.” JAMA. 303 (3)：258–266, 2010.

Original

Relationship between the Need for Oral Care Assistance on Admission and Falls during Hospitalization : Retrospective Cohort Study

Hidenobu KOGA[1] Yusuke ITO[2] Sho SASAKI[3] Fumio FUKUMURA[4] Yuka MORIYAMA[5]
Sayomi NODA[5] Keiko HIGUCHI[5] Yoshiko KUBO[5] Hiroshi IMURA[6]

1) ASO IIZUKA HOSPITAL clinical reseach support office
2) Mathematical biology laboratory, Graduate school of systems life sciences, Kyushu University
3) Department of Nephrology/clinical reseach support office, ASO IIZUKA HOSPITAL
4) Department of Medical risk Management, ASO IIZUKA HOSPITAL
5) Department of Nursing, ASO IIZUKA HOSPITAL
6) Department of General Medichine, ASO IIZUKA HOSPITAL

Abstract

【Purpose】 The purpose of this study was to determine the relationship between the need for oral care assistance and falls during hospitalization in patients who admitted to an acute general ward.

【Methods】 A single-center retrospective cohort study. Between April and September in 2018, 6,009 patients who were admitted to our hospital (acute general ward), excluding inpatients with completely bedridden patients were included. The data were from Form 1 and H files, which are part of the DPC (Diagnosis Procedure Combination). Fall assessment data were used to assess the risk of falling. Albumin and hemoglobin levels at admission were used to assess nutritional status and anemia. Logistic regression analysis was used for statistical analysis. The necessity of oral care was used as an exposure factor, and age, gender, nutritional status, anemia, ADL on admission, and clinical severity were successively entered as covariates for explanatory variables.

【Results】 139 patients (2.3 %) had a falls. The odds ratio of the need for oral care assistance for falls in univariate analysis was 3.84 (95 % CI : 2.73–5.39, $p < 0.001$). When adjusted for age, gender, nutritional status, and presence of anemia, the odds ratio was 2.59 (95 % CI : 1.62–4.14, $p < 0.001$). The odds ratio was 2.31 (95 % CI : 1.20–4.44, $p = 0.012$) when adjusted for falls assessment, ADL on admission, and clinical severity, and the same was true for validation using the Bootstrap method. Sensitivity analysis also confirmed that the odds ratio for necessity of oral care for falls was also high.

【Conclusions】 The need for oral care assistance on admission was associated with falls during hospitalization even after adjusting for age, gender, nutritional status, presence of anemia, falls assessment, and ADL and clinical severity on admission. Among patients admitted to an acute general hospital ward, those who required oral care assistance on admission were at higher risk of falling.

Keywords falls, oral care, necessity of oral care, severity and necessity of medical and nursing, logistic regression

Corresponding author : ASO IIZUKA HOSPITAL clinical reseach support office
3-83, Yoshiomachi, Iizuka city, Fukuoka Prefcture, Japan
TEL : +81 94822-3800 FAX : +81 94829-8928 E-mail : hkogah1@aih-net.com
Received : April 24, 2021 Accepted : May 28, 2021

Original

Ethical Influence of Fall Prevention Sensors on Older Adults, their Families, Nurses and Care Workers in Long-term Care Facilities：A Cross-sectional Study Comparing Sensor Types or Experience of Healthcare Staff

Miho SHOGENJI[1)] Mayumi KATO[1)] Tomoko YAMASHITA[2)] Sumiko NISHIJIMA[2)] Mitsuko KIMA[2)]

1) Faculty of Health Sciences, Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University
2) Kanazawa Cardiovascular Hospital

Abstract

【Objective】We aimed to clarify the ethical influence of fall prevention sensors on older adults, their families, nurses and care workers, and drew comparisons between the type of sensors or experience of healthcare staff.

【Methods】This cross-sectional study used anonymous self-administered questionnaires completed by nurses and care workers in selected long-term care facilities between April and May 2014. We collected demographic data and information on experience of encountering falls and the use of fall prevention sensors. The ethical influence of the sensors on older adults, their families, nurses and care workers were evaluated using a Likert evaluation scale ranging from 1（"I agree very much"）to 6（"I do not agree at all"）.

【Results】A total of 672 nurses and 382 care workers participated. The experience of using fall prevention sensors was significantly higher among the nurses than care workers（92.3 % vs. 84.3 %, $p < 0.001$）. Connected sensors caused a sense of restraint and restriction on the behaviors of older adults, distress to older adults and their families, and feelings of guilt and perception of causing physical restraint for nurses and care workers. On the other hand, non-connected sensors were considered supportive in the maintenance and expansion of older adults' activities of daily living（ADL）and in allowing "want to" requests and contributed to assurance of older adults and their families. Compared to care workers, the nurses felt that the sensors could lead to restraint and behavioral restriction in older adults and cause distress in older adults and their families.

【Conclusions】Based on the ethical influence of fall prevention sensors, nurses and care workers need to collaborate and, with organizational support, make comprehensive clinical judgments on sensor type selection, installation methods, and sensor adaptation.

Keywords fall prevention sensors, older adults, nurses, care workers, ethics

Corresponding author：MIHO SHOGENJI：Faculty of Health Sciences, Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University
5-11-80 Kodatsuno, Kanazawa, Ishikawa, 920-0942 Japan
TEL：+81 76265-2570 FAX：+81 76234-4363 E-mail：shogen@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp
Received：April 13, 2021 Accepted：June 29, 2021

Introduction

Falls among older adults is an important and urgent issue for risk management in long-term care facilities. Older adults are more likely to fall over with age and this tends to cause femoral neck or trochanteric fractures, resulting in walking disabilities[1]. In addition, the fear of falling developed after previous falls often lead to a reduction in normal functioning parameters, such as activities of daily living(ADL), cognitive function, and quality of life(QOL)[2]. The incidence of falls is 12.5 % to 54.5 %, and the risk is high at 0.674 to 9.293 per 1000 observation days (fall accidents during the observation period/total hospitalization period of the observed subjects × 1000) in long-term care facilities[3]. Falls in older adults are related not only to injuries and disabilities but also to mortality and incur costs on the medical economy, such as the cost of treatment or hospitalization (especially prolonged hospitalization) and the increase in nursing care costs[4]. Therefore, nurses and care workers in long-term care facilities have a responsibility to provide fall prevention care.

In many long-term care facilities, nurses and care workers use tools for assessing the risk of falls to identify high-risk older adults and provide fall prevention care to their risk levels. However, older adults with higher brain dysfunction, dementia, and other cognitive impairments, in particular, often have difficulty communicating effectively. They tend to engage in behaviors that ultimately lead to falls, such as suddenly getting up or standing up and trying to go somewhere[5]. Therefore, nurses and care workers need to anticipate such behaviors and apply timely interventions to prevent falls.

With the evolution of technology in recent years, the use of fall prevention sensors has diversified in long-term care facilities[6]. As one of the constant and continuous preventive measures, fall prevention sensors detect activities such as getting up, restlessness, and falls. Fall prevention sensors are divided into two types : those that are connected to the body or clothing and those that are non-connected[7) 8)]. Connected sensors mainly captured changes in gait and trunk balance using accelerometers and gyroscopes attached to the lower back and lower limbs[8)-10)]. Non-connected sensors that detect pressure or decompression include the floor mat type[11)], the pad type attached to a bed or bedrail or chair[12)-16)]. In addition, infrared sensors[17)] and 3D distance image sensors can detect a moving silhouette[18)] and mainly capture the motion of getting out of bed. The effects of fall prevention sensors on the rate of falls, and the injury rate associated with the falls[7)] have been reported. However, some intervention studies[13)14)] did not recognize the obvious effects of sensors on fall prevention. Even if the nurse or care worker rushes to the bedside immediately after the fall prevention sensors are activated, fall may still occur. Thus, nurses and care workers are still likely to be physically and mentally burdened by the constant risk of falls. Therefore, nurses and care workers are required to work harmoniously to make decisions regarding fall prevention sensors. However, there are differences between the occupations in terms of recognizing fall prevention measures[19) 20)]. In addition, older adults have ethical issues such as restraint due to the use of sensors[21)]. Inappropriate use of the fall prevention sensors without understanding both sides could lead to pain in older adults and their families in addition to guilt for nurses and care workers. Nevertheless, there are no reports on the ethical influence of the sensors on older adults, including their families, nurses and care workers. Thus, a multifaceted perspective should be considered to use fall prevention sensors without ethical issues, based on appropriate clinical judgment.

We aimed to clarify the ethical influence of fall prevention sensors on older adults, their families, nurses and care workers, as well as to make comparisons between the type of sensors and experience of healthcare staff.

Methods

1. Definition of terms

1. Fall : Based on the previous survey[3)], we used "parts other than the soles of the body were on the floor regardless of one's will"[22)].
2. Connected sensor : A type of sensor that attaches to a part of the body or to clothing[7) 8)]. It is attached to the lower back and lower limbs using belts or clips, mainly captures changes in gait and trunk balance. It utilizes

accelerometers and gyroscopes and clip sensors that operate when attached to clothing.

3. Non-connected sensor：A type of sensor that does not need to be attached to a part of the body or to clothing[7)8)]. It is mainly used to capture movements that indicate getting out of bed. It includes mat and pad types that detect pressure or decompression. In some models, 3D distance images that can distinguish only infrared rays and silhouettes are used.

2．Study design and protocol

A cross-sectional study using anonymous self-administered questionnaires was conducted between April and May 2014. Nurses and care workers were hired from three hospitals with long-term care beds (number of beds 180－500), one welfare facility for older adults requiring long-term care (number of beds 100), and three healthcare facilities for older adults requiring long-term care (number of beds 150). Informed written consent was obtained from the nursing directors at all facilities.

The distribution of the questionnaires was coursed through the nursing directors. The questionnaires were returned by mail based-on participants' free will.

3．Measurements

Demographic data included type of workplace, occupation, and years of experience. We further confirmed the participants'experience of encountering or considering the effects of falls in older adults, the use of fall prevention sensors, and the experience of refusal to use the sensor by older adults. There is no scale for the ethical influence of the fall prevention sensors, and it was examined among researchers with reference to previous studies. The questionnaire included 11 items for older adults, three for their families, and eight for the nurses and care workers. The 22 items evaluated both connected and non-connected sensors and were scored on a six-point Likert evaluation scale, with 1－"I agree very much" and 6－"I do not agree at all"；that is, lower the score, higher the degree of agreement.

4．Statistical analysis

Statistical analysis was performed using JMP version 15 (SAS Institute Japan). Demographic data and the experience of falls and use of the sensors were compared between nurses and care workers using the chi-squared test, Fisher's exact test, and Mann-Whitney U test. The ethical influence of the sensors on older adults, their families, nurses and care workers were compared between the types of sensors and healthcare staff (nurses or care workers) using two-way ANOVA. A p-value of < 0.05 was considered statistically significant.

5．Ethical considerations

This study was approved by the ethics committee of Kanazawa Cardiovascular hospital (Approved March 15, 2014). The protocol was explained to the respective directors of the research facilities, which was approved on the grounds of informed consent, respect for the right to voluntarily participate, and privacy of personal information. Consent was considered given by the completion and return of the anonymous self-administered questionnaires.

Results

Of 1,205 questionnaires distributed, 1,105 (91.7％) were returned, of which 1,054 (87.5％) were assessed as valid for subsequent analyses.

1．Characteristic of the participants (Table 1)

A total of 672 nurses (63.8％) and 382 care workers (36.2％) participated. In regards to the workplace, significantly more nurses than care workers were employed in hospitals (93.3％ vs. 65.2％, $p < 0.001$). In terms of years of experience, the nurses had significantly more experience than care workers (12.8 ± 9.5 vs. 8.7 ± 5.7, $p < 0.001$).

2．Experience of encountering falls and using fall prevention sensors in older adults' care among nurses and care workers (Table 2).

Experience of encountering falls in older adults was almost the same among 599 nurses (89.1％) and 328 care

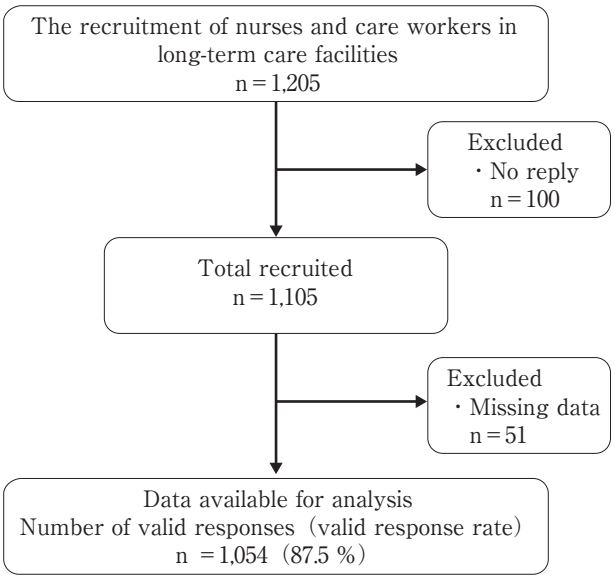


Figure 1 The participants recruitment flow diagram.

Table 1. Characteristic of the participants.

	Missing data	Items	All N=1054	Nurses n=672	Care workes n=382	p-value
Workplace	12	Hospitals with long-term care beds	876 (83.1)	627 (93.3)	249 (65.2)	< 0.001[1)]
		Facilities for older adults requiring long-term care	166 (15.7)	44 (6.5)	122 (31.9)	
Years of experience			11.3 ± 8.6	12.8 ± 9.5	8.7 ± 5.7	< 0.001[2)]

Data are expressed as mean ± standard deviation or n (%).
[1)] Fisher's exact test. [2)] Mann-Whitney U test.

workers (85.9 %). However, experience of considering the effects of the falls in older adults was significantly higher for the nurses than for care workers (94.6 % vs. 86.1 %, $p < 0.001$). The most common injuries anticipated were fractures and bruises.

The experience of using fall prevention sensors was significantly higher among the nurses than care workers (92.3 % vs. 84.3 %, $p < 0.001$). In addition, experience with older adults' refusal to use the sensors (37.6 % vs. 29.3 %, $p = 0.012$) and in considering the negative influence of the sensors on older adults (74.0 % vs. 55.8 %, $p < 0.001$) was also significantly higher among the nurses than care workers.

When the sensors were activated, 86.5 % of nurses and 83.0 % of care workers successfully identified care needs of older adults. On the other hand, during installation of the sensors, 31.8 % of nurses and 29.1 % of care workers said that they did not consider the dignity of older adults because protecting lives and preventing medical accidents took greater precedence.

In 76.5 % of nurses and 72.5 % of care workers, the most common thought about purpose of fall prevention sensors was healthcare devices for accident prevention.

3. Comparisons of the ethical influence of the sensors based on sensor type and healthcare staff using them (Table 3).

The ethical influence of the sensors on older adults in terms of the type of sensor and healthcare staff operating the device were analyzed using two-way ANOVA. The interactions between type of the sensors and the healthcare staff were not evaluated in all items.

1. The ethical influence on older adults

The relationship between the type of sensors and healthcare staff was statistically significant. The scores for

Table 2. Experience of encountering falls and using fall prevention sensors in older adults' care among nurses and care workers.

Items	Missing data		All N=1054	Nurses n=672	Care workes n=382	p-value
Experience of encountering falls in older adults	12	Yes	927 (88.0)	599 (89.1)	328 (85.9)	0.128
		No	115 (10.9)	66 (9.8)	49 (12.8)	
Considering the effects of the falls in older adults	11	Yes	965 (91.6)	636 (94.6)	329 (86.1)	< 0.001
		No	78 (7.4)	32 (4.8)	46 (12.0)	
Detal of the influence [1)]	11	Fractures	887 (84.2)	591 (87.9)	296 (77.5)	
		Bruises	726 (68.9)	500 (74.4)	229 (59.9)	
		Decease of ADL	700 (66.4)	472 (70.2)	228 (59.7)	
		Decease of QOL	463 (43.9)	312 (46.4)	151 (39.5)	
		Fear of falling	259 (24.6)	166 (24.7)	93 (24.3)	
Experience of using fall prevention sensors	27	Yes	942 (89.4)	620 (92.3)	322 (84.3)	< 0.001
		No	85 (8.1)	39 (5.8)	46 (12.0)	
Experience with older adults'refusal to use the sensors	33	Yes	365 (34.6)	253 (37.6)	112 (29.3)	0.012
		No	656 (62.2)	403 (60.0)	253 (66.2)	
Considering negative influence of the sensors on older adults	71	Yes	710 (67.4)	497 (74.0)	213 (55.8)	< 0.001
		No	273 (25.9)	142 (21.1)	131 (34.3)	
Identification care needs of older adults when the sensors were activated	74	Yes	898 (85.2)	581 (86.5)	317 (83.0)	0.991
		No	82 (7.8)	53 (7.9)	29 (7.6)	
Considering the dignity of older adults during installation of the sensors	65	Yes	664 (63.0)	422 (62.8)	242 (63.4)	0.480
		No	325 (30.8)	214 (31.8)	111 (29.1)	
Reason not to consider the dignity [1)]		Protecting lives	173 (16.4)	123 (18.3)	50 (13.1)	
		Preventing medical accidents	150 (14.2)	103 (15.3)	47 (12.3)	
		Ignorance of installation to protect dignity	100 (9.5)	66 (9.8)	34 (8.9)	
		No other way	83 (7.9)	53 (7.9)	30 (7.9)	
		No one to give advice or consult	7 (0.7)	4 (0.6)	3 (0.8)	
Thought about purpose of fall prevention sensors [1)]		For accident prevention	791 (75.0)	514 (76.3)	277 (72.5)	
		For contribute to QOL	445 (42.2)	280 (41.7)	165 (43.2)	
		To restrain the behavior	233 (22.1)	155 (33.1)	78 (20.4)	

n (%) the chi-square test. [1)] Multiple answers. ADL : Activity of daily living. QOL : Quality of life.

connected sensors were significantly lower than those for non-connected sensors in the following questionnaire items: "Cause of older adults to have a sense of restraint" ($F = 34.1$, $p < 0.001$), "Excite older adults" ($F = 62.8$, $p < 0.001$), "Put older adults at risk" ($F = 16.0$, $p < 0.001$), "Distress older adults" ($F = 42.2$, $p < 0.001$), and "Restrict the behaviors of older adults" ($F = 18.7$, $p < 0.001$). On the other hand, the scores of non-connected sensors were significantly lower than those of connected sensors for the following items : "Prevention of falls in high-risk older adults" ($F = 8.4$, $p < 0.001$), "Prevention of accidents caused by wandering" ($F = 11.4$, $p < 0.001$), "Reassurance of the older adults" ($F = 5.3$, $p < 0.05$), "Contribution to the maintenance and expansion of ADL" ($F = 12.5$, $p < 0.001$), and "Support 'want to' requests of older adults" ($F = 15.2$, $p < 0.001$).

The nurses scored significantly lower than care workers in terms of the following items : "Cause of older adults to have a sense of restraint" ($F = 18.5$, $p < 0.001$), "Distress older adults" ($F = 20.9$, $p < 0.001$), and "Restrict the behaviors of older adults" ($F = 4.1$, $p < 0.05$). On the other hand, the care workers scored significantly lower than nurses on the following : "Prevention of injury caused by falls" ($F = 9.2$, $p < 0.001$), "Reassurance of older adults" ($F = 32.8$, $p < 0.001$), "Contribution to the maintenance and expansion of ADL" ($F = 37.4$, $p < 0.001$), and "Support 'want to' requests of older adults" ($F = 9.4$, $p < 0.001$).

2. The ethical influence on older adults'families

The scores of the nurses ($F = 10.5$, $p < 0.001$) and for connected sensors ($F = 19.4$, $p < 0.001$) were significantly

Table 3. Comparisons of the ethical influence of the sensors based on sensor type and healthcare staff using them.

Item	Nurses		Care workers		F-value		Interaction	p-value
	Connected	Non-connected	Connected	Non-connected	Sensor type[1]	Occupations[2]		
The ethical influence on older adults								
Prevention of falls in high-risk older adults	2.3 + 0.9	2.2 + 0.9	2.3 + 0.9	2.2 + 0.9	8.4 ***	ns	ns	0.027
Prevention of injury caused by falls	2.5 + 0.9	2.5 + 1.1	2.4 + 0.9	2.3 + 1.0	ns	9.2 ***	ns	0.014
Prevention of accidents caused by wandering	2.5 + 1.0	2.3 + 0.9	2.5 + 1.0	2.4 + 1.0	11.4 ***	ns	ns	< 0.001
Reassurance of older adults	4.2 + 1.0	4.2 + 1.1	3.9 + 1.1	3.8 + 1.1	5.3 *	32.8 ***	ns	< 0.001
Contribution to the maintenance and expansion of ADL	3.9 + 1.1	3.7 + 1.1	3.5 + 1.1	3.4 + 1.1	12.5 ***	37.4 ***	ns	< 0.001
Cause of older adults to have a sense of restraint	2.3 + 1.0	2.7 + 1.1	2.6 + 1.0	2.9 + 1.0	34.1 ***	18.5 ***	ns	< 0.001
Support "want to" requests of older adults	4.0 + 1.1	3.9 + 1.1	3.9 + 1.1	3.6 + 1.2	15.2 ***	9.4 ***	ns	< 0.001
Excite older adults	3.2 + 1.0	3.6 + 1.0	3.2 + 1.0	3.6 + 1.1	62.8 ***	ns	ns	< 0.001
Put older adults at risk	4.1 + 0.9	4.2 + 0.9	4.2 + 1.0	4.3 + 0.9	16.0 ***	ns	ns	< 0.001
Distress older adults	3.2 + 1.0	3.5 + 1.0	3.4 + 1.1	3.7 + 1.0	42.2 ***	20.9 ***	ns	< 0.001
Restrict the behaviors of older adults	2.7 + 1.1	2.9 + 1.1	2.8 + 1.1	3.0 + 1.1	18.7 ***	4.1 *	ns	< 0.001
The ethical influence on older adults' families								
Reassure older adults' families	3.3 + 0.9	3.2 + 0.8	3.1 + 0.9	3.0 + 0.9	8.5 ***	ns	ns	< 0.001
Distress older adults' families	3.2 + 0.9	3.4 + 0.9	3.3 + 1.0	3.5 + 0.9	19.4 ***	10.5 ***	ns	< 0.001
Make older adults' families aware of high-risk of falls	2.5 + 0.8	2.5 + 0.8	2.5 + 0.9	2.5 + 0.8	ns	5.6 *	ns	0.083
The ethical influence on nurses and care workers								
Sence of security that older adults will not fall with sensor use	3.4 + 1.1	3.5 + 1.1	3.3 + 1.1	3.4 + 1.1	ns	8.2 **	ns	0.013
Anxiety about older adults falling on sensor removal	2.8 + 1.0	2.8 + 1.0	2.7 + 0.9	2.7 + 0.9	ns	8.7 **	ns	0.030
Taking responsibility and protecting yourself by using the sensor	3.2 + 1.0	3.1 + 1.1	3.2 + 1.1	3.2 + 1.1	ns	ns	ns	0.806
Effect of sensor use on workload	3.3 + 1.1	3.2 + 1.1	3.1 + 1.1	3.1 + 1.1	ns	6.5 *	ns	0.067
Guilt associated with using the sensors on older adults	3.4 + 1.0	3.7 + 1.0	3.5 + 1.0	3.7 + 1.0	22.4 ***	ns	ns	< 0.001
Satisfied reducing the burden on older adults with the sensor installation methods	3.3 + 0.9	3.2 + 0.8	3.3 + 0.9	3.3 + 0.9	ns	ns	ns	0.058
Satisfied with the sensor capacity for detecting movement early, leading to timely support	3.2 + 0.9	3.1 + 0.9	3.3 + 0.9	3.3 + 0.9	ns	7.6 ***	ns	0.025
Awareness of restraint on older adults with sensor use	2.7 + 1.0	3.0 + 1.0	3.0 + 1.0	3.2 + 1.0	16.2 ***	16.1 ***	ns	< 0.001

Data are expressed as mean ± standard deviation. ns : not significant. Two-way ANOVA. *p < 0.05 **p < 0.01 ***p < 0.001

[1] Sensor type : non-connected 0, connected 1. [2] Occupations : care workers 0, nurses 1

Each items were evaluated using a Likert evaluation scale ranging from 1 ("I agree very much") to 6 ("I do not agree at all").

lower for "Distress older adults'families" was significantly lower than those of care workers and for connected sensors, respectively. On the other hand, the score of non-connected sensors was significantly lower for "Reassure older adults'families" ($F = 8.5$, $p < 0.001$).

3. The ethical influence on nurses and care workers

The scores for connected sensors were significantly lower than those of non-connected sensors for the following: "Guilt associated with using the sensors on older adults" ($F = 22.4$, $p < 0.001$), and "Awareness of restraint on older adults with sensor use" ($F = 16.2$, $p < 0.001$).

Among the healthcare staff, the nurses scored significantly lower than care workers on the following items:

"Satisfied with the sensor capacity for detecting movement early, leading to timely support" ($F = 7.6$, $p < 0.001$), and "Awareness of restraint on older adults with sensor use" ($F = 16.1$, $p < 0.001$). On the other hand, the care workers scored significantly lower than nurses on the following : "Sense of security that older adults will not fall with sensor use" ($F = 8.2$, $p < 0.01$), "Anxiety about older adults falling on sensor removal" ($F = 8.7$, $p < 0.01$), and "Effect of sensor use on workload" ($F = 6.5$, $p < 0.05$).

However, there were no significant differences in the sensor type or healthcare staff on the following : "Taking responsibility and protecting yourself by using the sensor" and "Satisfied reducing the burden on older adults with the sensor installation methods."

Discussion

This cross-sectional study demonstrated that the ethical influence of fall prevention sensors from a multifaceted perspective.

Connected sensors had a greater ethical influence on older adults, their families, nurses and care workers than non-connected sensors. There are two reasons for this.

First, a feeling of restraint is created by being monitored by fall prevention sensors[21]. Additionally, the process of attaching the sensor is believed to cause a feeling of restraint in older adults and distress both older adults and their families. When using connected sensors, inappropriate use is particularly likely to be accompanied by a sense of restraint.

Second, the main purpose of use differs depending on the type of sensor. The connected sensors have been used to detect falls and behaviors that lead to falls at an early stage[10], and nurses and care workers rush up to older adults as soon as the sensors is activated. On the other hand, non-connected sensors have been used to capture and support the care needs of older adults who have difficulty communicating, such as grasping the behavior of older adults with dementia[23], other than fall detection. Therefore, it is considered that connected sensors were more likely to have the ethical influence than non-connected sensors.

From these, based on the ethical influence of the sensors use revealed in this study, fall prevention sensors should be used as a means of monitoring the safety of older adults and for everyone's assurance without ethical problems. Therefore, use of connected sensors should be avoided as possible, and the installation methods should be clearly established after the suitable type of sensors has been selected according to the purpose. For example, connection of the sensor is to the duvet cover, not the clothing, adapting to the situation that the patient flips over the futon and gets up. Also, nurses and care workers should properly and completely explain to older adults and their families the purpose of use, length of use, and installation methods, when use of connected sensors is necessary.

The nurses had a greater ethical influence on older adults, and their families than care workers. There are two reasons for this.

First, 39.5 % of nurses were "frequently" dissatisfied by fall prevention sensors[24]. In addition, while most nurses are experienced in using fall prevention sensors, 94.2 % had trouble selecting appropriate sensors[25]. These findings indicate that the convenience of using fall prevention sensors remains low for nurses. This time, nurses were found to have more exposure to the use of sensors than care workers, and nurses more frequently encountered refusals to use the sensors and decision-making regarding sensor use by older adults. Thus, nurses are more likely to face ethical dilemmas in sensor selection and implementation. To maximize the positive effect of the fall prevention sensors, higher accuracy with low false alarm rates should be expected, and the start and end criteria for sensor use needs to be established.

Second, it is necessary to balance safety with ADL and QOL as fall prevention care that does not restrain older adults with dementia[26]. This time, the care workers tended to use the fall prevention sensors to balance older adults' ADL and safety.

For nurses and care workers to utilize each other's strengths and collaborate smoothly using the fall prevention

sensors, the fall prevention care manual needs to clearly describe criteria for the sensors use, define a flowchart for selection and implementation of the sensors, and hold healthcare staff meetings for spontaneous opinion exchange.

This study has some limitations. First, this study was conducted in a limited number of long-term care facilities under a single medical corporation. Hence, the results cannot be generalized to long-term care facilities that exist by function. In addition, the participating research facilities have investigated fall prevention care before, and the nurses and care workers share information actively. Therefore, the information shared among the two types of healthcare staff could have possibly influenced one another's views on fall prevention sensors. Future studies using research designs such as randomized controlled trials will be necessary at long-term care facilities for each function. Second, comparing the types and numbers of fall prevention sensors actually used and the rate of falls is not possible. A further prospective survey on the effects of combining sensor types on the rate of falls in the facilities, the ADL and QOL of the older adults, and the work burden of nurses and care workers should be performed.

Despite these limitations, this study indicates that nurses and care workers can use fall prevention sensors without any ethical issues by comprehensively making clinical judgments based on the influence of sensor use on older adults, their families, and healthcare staff.

Conclusions

Based on the ethical influence of fall prevention sensors, nurses and care workers need to collaborate and, with organizational support, make comprehensive clinical judgments on sensor type selection, installation methods, and sensor adaptation.

Acknowledgements

The authors would like to thank the participants for their cooperation and would like to thank Etsuko Miyashita nurse, for her assistance.

This study was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP 24390490.

Conflicts of interest

None.

References

1) Hagino H, et al. Nationwide one-decade survey of hip fractures in Japan. J Orthop Sci. 15：737–745, 2010.
2) Susan MF, et al. Falls and fear of falling：which comes first？a longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. JAGS. 50：1329–1335, 2002.
3) Masui N, et al. Systematic review of accidental falls in institutional settings in Japan. Japanese Journal of Geriatric Psychiatry. 17 (1)：65–74, 2006.
4) Norman VC, et al. The cost of falls among the community-dwelling elderly. JMCP. 11 (4)：307–316, 2005.
5) Sawada C, et al. Signs of fall behaviors and real needs of older people with cognitive impairment admitted to an acute hospital. Journal of Japan Academy of Gerontological Nursing. 25 (1)：45–56, 2020.
6) Mooyeon OP, et al. Technology utilization in fall prevention. Am J Phys Med Rehabil. 100 (1)：92–99, 2021.
7) Kosse NM, et al. Sensor technologies aiming at fall prevention in institutionalized old adults：A synthesis of current knowledge. International Journal of Medical Informatics. 82：743–752, 2013.
8) Nico JR, et al. INBED：A highly specialized system for bed-exit-detection and fall prevention on a geriatric ward. Sensors. 19：1–23, 2019.
9) Asbjorn D, et al. Increasing fall risk awareness using wearables：A fall risk awareness protocol. JBI. 63：184–194, 2016.
10) Patricia B, et al. Fall detection and fall risk assessment in older person using wearable sensors：A systematic

review. International Journal of Medical Informatics. 130 : 1-11, 2019.
11) Shuang QC, et al. Quality assurance of falls reduction in an orthopaedic ward using a novel bedside trolley table set-up strategy. AJA. 4 : 318-323, 2017.
12) Marie B, et al. Detection bed-exit events using a new wireless bed monitoring assistance. International Journal of Medical Informatics. 80 : 127-132, 2011.
13) Ronald IS, et al. Effects of an intervention to increase bed alarm use to prevent falls in hospitalized patients. Annals of Internal Medicine. 157 (10) : 692-700, 2012.
14) Opinder S, et al. REFINE (REducing Falls in In-patieNt Elderly) using bed and bedside chair pressure sensors linked to radio-pagers in acute hospital care : a randomized controlled trail. Age and Ageing. 43 : 247-253, 2014.
15) Kogilavani S, et al. The effectiveness of a wireless modular bed absence sensor device for fall prevention among older inpatients. Front. Public Health. 4 : 1-6, 2017.
16) Johannes H, et al. Development and alarm threshold evaluation of a side rail integrated sensor technology for the prevention of falls. International Journal of Medical Informatics. 79 : 173-180, 2010.
17) Shibuya H, et al. Clinical trial of a new bed-sensor using pyroelectric type infrared sensor. Journal of the Japanese Association of Rural Medicine. 57 (4) : 650-655, 2008.
18) Ogura M, et al. The development of a bed-exit sensor using a three-dimensional range image. JJMI. 85 (5) : 487-493, 2015.
19) Sugiyama T, et al. The recognition of nurses and care-workers in preventing falls in dementia patients. Journal of Health Care and Nursing. 13 : 48-53, 2014.
20) Makino M, et al. Differences in awareness among medical professionals for the fall prevention in inpatient rehabilitation facilities and promotional factors and barriers for inter professional collaboration. Journal of Society Nursing Practice. 30 (1) : 32-34, 2017.
21) Tahara Y, et al. Recognition of nurses for patient reactions to bed exit alarms in general wards. Journal of Nursing Science and Engineering. 8 : 38-46, 2020.
22) Gilson MF, at al. The prevention of fall risk in community-living older adults : A 1-year prospective study. Arch Phys Med Rehabil. 82 (8) : 1050-1056, 1987.
23) Sugiyama T, et al. The recognition of certified nurses in dementia nursing, the role of nurses and care-workers in preventing falls characterized by dementia in elderly patients. Journal of Health Care and Nursing. 13 : 40-47, 2014.
24) Tahara Y, et al. Factors associated with fall prevention care implementation and the use of bed-exit alarm with patients. Journal of the Japan Society for Healthcare Administration. 56 (1) : 7-15, 2019.
25) Noda A, et. al. Process evaluation of a flow chart of sensor equipment's selection criteria. Journal of Toho Society for Nursing Research. 15 (2) : 89-96, 2018.
26) Koyama A, et al. Care interventions for fall prevention of elderly with dementia without physical restraints at nursing homes. JJFP. 2 (3) : 11-21, 2016.

原　著

長期療養施設における高齢者とその家族，看護師と介護職への転倒予防センサによる倫理的な影響～センサの接続別種類および職種間で比較した横断研究～

正源寺　美穂[1)]　加藤　真由美[1)]　山下　智子[2)]　西島　澄子[2)]
木間　美津子[2)]

1）金沢大学医薬保健研究域保健学系
2）医療法人社団浅ノ川心臓血管センター金沢循環器病院

要　旨

【目的】長期療養施設における高齢者への転倒予防ケアの１つとして，転倒予防センサが用いられている。一方では，転倒予防センサの不適切な使用により，倫理的問題が生じている。そこで本研究は，高齢者とその家族，看護師と介護職への転倒予防センサによる倫理的な影響を明らかにし，センサの接続別種類および職種間で比較することを目的とした。

【方法】研究協力施設は，医療療養病棟を有する３病院，１介護老人福祉施設，３介護老人保健施設とした。対象者は看護師と介護職 1,205 名とし，無記名自記式質問紙を用いた横断研究を 2014 年４～５月に実施した。調査項目は，基本属性，転倒場面に遭遇した経験，転倒予防センサの使用経験，高齢者に使用を拒否された経験，転倒予防センサによる倫理的な影響とした。高齢者とその家族，看護師と介護職への転倒予防センサによる倫理的な影響は，「1. とてもそう思う」～「6. 全くそう思わない」のリッカート評価尺度を用いて測定し，二元配置分散分析を用いてセンサの接続別種類および職種間で比較した。

【結果】分析対象者数（有効回答率）は 1,054 名（87.5 %）であり，うち看護師 672 名（63.8 %）と介護職 382 名（36.2 %）であった。看護師は介護職に比べて，転倒予防センサの使用経験（92.3 % vs. 84.3 %，$p < 0.001$）と，高齢者に使用を拒否された経験（37.6 % vs. 29.3 %，$p = 0.012$）が多かった。転倒予防センサによる倫理的な影響について，接続しないセンサに比べて接続するセンサは，高齢者に対して「拘束感を与える」「興奮させる」「危険を与える」「悲嘆させる」「行動を制限させる」，高齢者の家族に対して「悲嘆させる」，そして看護師と介護職に対して「センサ使用で罪悪感をもつ」「センサ使用で動き始めを捉え，タイムリーに援助し満足感をもつ」に有意差がみられた。一方，看護師は介護職に比べて，高齢者に対して「拘束感を与える」「悲嘆させる」「行動を制限させる」，高齢者の家族に対して「悲嘆させる」，そして看護師と介護職に対して「センサ使用で動き始めを捉え，タイムリーに援助し満足感をもつ」「センサ使用で身体拘束をしているという意識をもつ」に有意差がみられた。

【結論】倒予防センサによる倫理的な影響をふまえ，看護師と介護職が協働し，センサの種類選択および設置方法，ならびにセンサ自体の適応について，組織的支援を受けて包括的に臨床判断していくことが求められる。

キーワード　転倒予防センサ　高齢者　看護師　介護職　倫理

連絡先：金沢大学医薬保健研究域保健学系　正源寺　美穂
〒 920-0942　石川県金沢市小立野 5-11-80
TEL：076-265-2570　Fax：076-234-4363　E-mail：shogen@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp
受付日：2021. 4. 13　受理日：2021. 6. 29

原　著

認知障害高齢者における一般病院看護師の身体拘束の必要性認識の現状および拘束しない転倒予防の実施と影響要因についての多施設間横断研究

牧野　真弓[1)]　　加藤　真由美[2)]　　正源寺　美穂[2)]

1）富山大学学術研究部医学系老年看護学講座
2）金沢大学医薬保健研究域保健学系

要　旨

【目的】本研究は，認知障害高齢者に転倒予防を行う病棟看護師の，身体拘束の必要性認識の現状および，拘束しない転倒予防の実施と，これらへの影響要因の検討を目的とした。

【方法】富山県内の 4 施設の一般病院に勤務し，認知障害高齢者を担当した経験のある病棟看護師 304 名を対象に，2019 年 1 ～ 3 月に無記名質問紙調査を実施した。主要アウトカムである認知障害高齢者への身体拘束の必要性認識は J-PRUQ 尺度を使用し，拘束しない転倒予防の実施状況は，2 件法で尋ねた。副次的アウトカムは，J-PRUQ 低下および，拘束しない転倒予防実施への影響要因とした。

調査項目は，看護師の基本属性，病棟環境と病棟文化，認知障害高齢者に関する関心，認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識とした。

【結果】分析対象は 238 名（有効回答率 78.3 %）であった。拘束の必要性認識（J-PRUQ）（範囲 1 ～ 5 点）の平均 ± 標準偏差は 3.2 ± 0.60 点，必要性の高い項目は，「カテーテル抜去予防」4.26 ± 0.91 点，「ベッドからの転落予防」3.90 ± 0.95 点であった。拘束しない転倒予防を「行っている」との回答は 160 名（67.2 %），「行っていない」は 73 名（30.7 %）であった。

J-PRUQ 低下への影響要因は，病棟文化の「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかけると思わない（$\beta = -0.205$，$p < 0.01$）」「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている（$\beta = -0.176$，$p < 0.01$）」と，看護師の意識の「拘束しなくても転倒を予防できる（$\beta = -0.165$，$p < 0.01$）」「転倒予防には拘束が必要であると思わない（$\beta = -0.132$，$p < 0.05$)」と，「女性（$\beta = -0.144$，$p < 0.05$)」であった。

拘束しない転倒予防の実施への影響要因は，看護師の意識の「病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行えると思う（OR；17.644，95 % CI；7.599-40.968)」であった。

【結論】認知障害高齢者における一般病院看護師の身体拘束の必要性認識が高い項目は，カテーテル抜去，縫合除去，栄養チューブ抜去，ベッドからの転落であった。拘束の必要性認識を低下させる要因は，認知障害高齢者に対して拘束せず転倒予防を行う病棟文化と，拘束せず転倒を予防できると思う看護師の意識であった。拘束削減に向けた看護師の行動の推進には，組織的な支援の重要性が示唆された。

キーワード　身体拘束　転倒予防　認知障害　高齢者　J-PRUQ 尺度

連絡先：富山大学学術研究部医学系老年看護学講座　牧野　真弓
〒 930-0194　富山県富山市杉谷 2630
TEL：076-434-7446　E-mail：makino08@med.u-toyama.ac.jp
受付日：2021. 5. 21　受理日：2021. 7. 22

Ⅰ　はじめに

超高齢社会を迎えたわが国において，2025 年には認知症高齢者が約 700 万人となり，高齢者の約 5 人に 1 人を占めると推定されている[1]。一般病棟に入院する高齢者の 17.5 %に認知症，52.3 %に認知症の疑いが指摘されており[2]，認知障害高齢者は約 70 %を占める。認知障害高齢者は，複数の転倒要因―記憶や実行機能などの認知症の中核障害と行動・心理症状（Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia：BPSD），歩行やバランスなどの運動障害，治療薬の副作用としてのふらつきなど―がある[3]ため，認知障害高齢者の転倒率は，健常高齢者と比べ，8 倍[4]，寝たきりにつながる大腿骨近位部骨折の発生率が 2 ～ 3 倍[5]と高く，予防が難しい。このような中，全国の一般病院では，転倒予防と安全確保を理由に，認知障害高齢者の 44.5 %に身体拘束を実施している[6]。身体拘束は，身体機能の回復を妨げ BPSD やせん妄を誘発し，さらに転倒リスクを高める連環状態を生じる原因となることから，拘束を最小化した転倒予防が求められる[7]。

わが国の病院において身体拘束は，原則医師の許可のもと，看護師が緊急やむを得ないと判断した際に，一時的な使用が認められている[8]。身体拘束の使用に係る重要な判断は，患者に直接対応する看護師が担っている。身体拘束の使用の判断に影響する要因には，看護師の意識[9]，認知症患者に対する態度，拘束の弊害や代替方法に関する知識，スタッフ不足による業務負担，身体拘束の規制やガイドラインがあり，中でも，看護師の意識が，身体拘束の使用に影響する主要因[9]とされる。研究者はインタビュー調査を行った際に，拘束を回避した転倒予防が看護師間で継続されずに，勤務交代時に再拘束される現状を確認し[10]，認知障害高齢者への拘束の使用に係る看護師の判断は，一律ではなく，看護師の属性，認知障害高齢者に関する関心，認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識のほかに，転倒事故の責任を看護師個人に問うような病棟環境や病棟文化[11]により異なる可能性があるとの仮説を持つに至った。

近年，身体拘束削減プログラムである Six Core Strategies が，米国の National Association of State Mental Health Program Directors（NASMHPD）において開発され，介入研究でその有用性が示された[12]。世界的な関心は高く，Six Core Strategies を英国の文化に対応させた‘REsTRAIN YOURSELF’なども開発されており，アメリカ，イギリス，カナダ，オーストラリア，ニュージーランド，フィンランドなどで使用されている。日本では，2018 年の介護報酬改定で，身体的拘束などの適正化の推進[13]として，身体的拘束などの適正化のための指針の整備や，対策を検討する委員会の定期的な開催と研修の義務ならびに違反施設の基本報酬の減額が明示されたことで，身体拘束削減が推進され，教育的介入や看護実践内容が報告されている[11]。

しかし，身体拘束の使用に影響する主要因[9]とされる看護師の意識や，病棟環境や病棟文化が，認知障害高齢者への身体拘束の実施の判断にどの程度影響しているかを明らかにした報告は見当たらない。看護師の属性，病棟環境と病棟文化，認知障害高齢者に関する関心，認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識が，身体拘束の必要性認識や，拘束しない転倒予防の実施状況にどの程度影響するかを検討することで，各国に先駆けて超高齢社会を迎えるわが国の現状や病院文化に則した，身体拘束を最小化した転倒予防の示唆が得られると考えた。

そこで本研究は，認知障害高齢者に転倒予防を行う病棟看護師の，身体拘束の必要性認識の現状および拘束しない転倒予防の実施と，これらに影響する要因について検討することを目的とした。主要アウトカムは，認知障害高齢者への身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）の現状および，拘束しない転倒予防の実施の有無の 2 つ，副次的アウトカムは，J-PRUQ 低下および，拘束しない転倒予防の実施の有無への影響要因とした。

なお，本研究では「認知障害高齢者」の定義を，認知症および軽度認知障害と診断された，または看護師が認知機能の低下や障害があると判断した 65 歳以上の高齢者とした。

Ⅱ　方法

1．研究デザイン

本研究は，無記名自記式質問紙を用いた横断的記述研究とした。

調査期間は，2019 年 1 ～ 3 月とした。

2．研究セッティングおよび参加者

研究セッティングは，富山県内 4 都市の一般病院を便宜的にサンプリングし，施設管理者に説明と協力依頼を行い，同意が得られた 4 施設とした。

参加者は，協力病院に勤務し，認知障害高齢者を担当した経験のある病棟看護師とした。除外参加者は，治療的観点から身体拘束が必要な場合がある Intensive Care Unit（ICU），Cardiac Care Unit（CCU），救命救急，精神科病棟および，認知症高齢者が入院しない小児科・産科病棟などに勤務する看護師とした。

3．調査方法

研究者は参加者に対し，施設の看護師長を通じて，研究説明書，調査票，返信用封筒の一式を配布し，任意での回答を求めた。研究に同意した参加者に対し，文書にて2週間以内の回答と，調査票を厳封し個別に回収箱への投函を依頼した。

4．倫理的配慮

本研究は，2019年1月4日に富山大学人間を対象とし医療を目的としない研究倫理審査委員会の承認（人30-17）を受けて実施した。対象施設の看護部長に対し，文書と口頭で，研究の目的・意義・方法・個人情報の保護などについて説明し，書面による同意を得た。対象看護師には文書で，研究の目的・意義・参加への自由意思・匿名での回答・結果の公表において個人情報の保護を厳守することなどを説明し，個別投函法による調査票の提出にて同意の意思を確認した。データは，研究代表者の研究室にて厳重管理し，10年保管とした。

J-PRUQの使用は開発者の許可を得た。

5．調査項目（図1）

1）主要アウトカム

主要アウトカムは，認知障害高齢者への身体拘束の必要性認識の現状および，拘束しない転倒予防実施の有無とした。

（1）認知障害高齢者への身体拘束の必要性認識の現状（J-PRUQ）

身体拘束の必要性認識の現状は，日本語版身体抑制認識尺度（J-PRUQ[14]）を使用して測定した。J-PRUQは，Strumpf & EvansがPRUQ尺度を，赤嶺らが日本語版として翻訳した尺度である。3因子［転倒を防止する］［治療の中断を防止する］［安全な環境を提供する］17項目5件法（得点範囲17～85点）で構成され，得点が低い程，拘束の必要性認識が低いことを示す。Cronbach α係数が0.91，再テスト信頼性係数が0.92と，内的統合性，信頼性が確認されている。

（2）拘束しない転倒予防実施の有無

拘束しない転倒予防の実施状況は，［必ず，だいたい，時々行っている］，［あまり，ほとんど，全く行っていない］の6件法で尋ねた。

2）副次的アウトカム：J-PRUQ低下および拘束しない転倒予防の実施の有無への影響要因

副次的アウトカムは，J-PRUQ低下および，拘束しない転倒予防の実施の有無への影響要因とした。影響要因として，看護師の基本属性，病棟環境と病棟文化，認知障害高齢者に関する関心，認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識を調査した。

（1）看護師の基本属性

看護師の基本属性として，性別，年齢，職歴，職位と，先行研究[9]から身体拘束との関連が予測された，

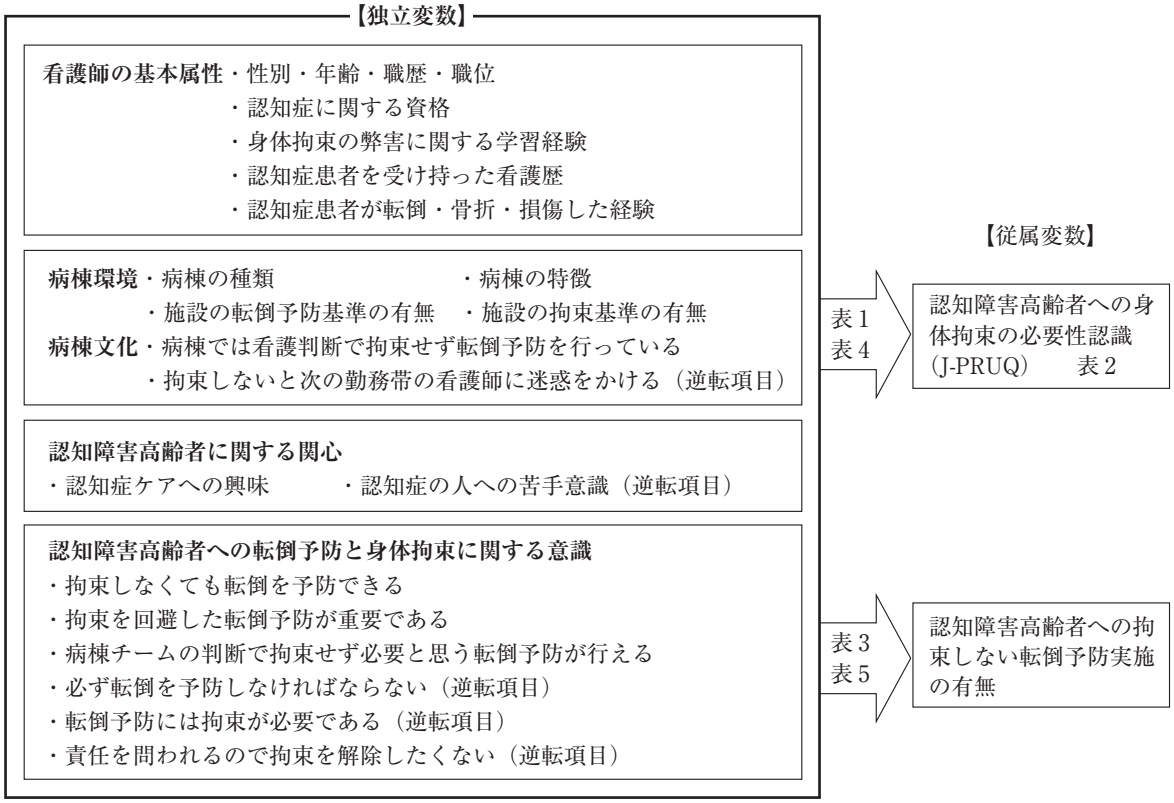


図1　認知障害高齢者における病棟看護師の身体拘束の必要性認識と拘束しない転倒予防の実施への影響要因

認知症に関する資格，拘束の弊害に関する学習経験，認知症患者を担当した看護歴，受け持ちの認知症患者が転倒・骨折・損傷した経験の有無を尋ねた。

（2）病棟環境と病棟文化

病棟環境として，病棟の種類と特徴，転倒予防基準と拘束基準の有無を確認した。病棟文化は，独自の設問を2つ設けて確認した。設問は「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている」と，拘束が避けられない理由[7]を逆転項目とした「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかける」について，［そう思う］［思わない］の2件法で尋ねた。

（3）認知障害高齢者に関する関心

認知症ケアへの興味，逆転項目として認知症の人への苦手意識について，［そう思う］［思わない］の2件法で尋ねた。

（4）認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識

認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識は，独自の設問を6つ設けて確認した。設問は「拘束しなくても転倒を予防できる」「拘束を回避した転倒予防が重要である」「病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える」と，拘束が避けられない理由[7]を逆転項目とした「必ず転倒を予防しなければならない」「転倒予防には拘束が必要である」「転倒の責任を問われるので拘束を解除したくない」とし，［そう思う］［思わない］の2件法で尋ねた。

6．分析方法

データの分析は，各変数別に記述統計を行った。拘束しない転倒予防実施状況は，6件法のうち［必ず，だいたい，時々行っている］との回答を『行っている』，［あまり，ほとんど，全く行っていない］を『行っていない』の2群に分けて分析した。

各変数におけるJ-PRUQ合計の比較は，分布を確認して2群はMann-WhitneyのU検定，3群以上はKruskal-Wallis検定を用いた。各変数と拘束しない転倒予防実施の有無別の比較は，χ^2検定またはFisherの直接確率検定を用いた。

J-PRUQ低下への影響要因は，J-PRUQを従属変数，有意差を認めた項目を独立変数として強制投入し重回帰分析を行った。拘束しない転倒予防の実施への影響要因は，拘束しない転倒予防の実施の有無を従属変数，有意差を認めた項目を独立変数として強制投入し二項ロジスティック回帰分析を行った。

全分析において質的変数はダミー変数を設定し，あり・そう思う・女性を「1」，なし・思わない・男性を「0」，逆転項目では，なし･思わないを「1」に変換した。なお，多重共線性の作用を除くため，事前に項目間に著しい相関関係がないか，Spearmanの相関係数$\rho > 0.7$および，VIF（Variance Inflation Factor）＞10を基準に確認した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics, Regression Ver 23.を用い，有意水準は$p < 0.05$とした。

Ⅲ　結果

対象施設に所属する看護師304名に質問紙を配布し，248名（回収率は81.6％）から回収した。欠損値を認めた10名を除く，238名（有効回答率78.3％）を分析対象とした。

1．参加者の基本属性と拘束しない転倒予防の実施の有無（表1）

性別は女性が221名（92.9％），平均年齢は32.2 ± 8.6歳，平均職歴は9.3 ± 8.0年であった。職位はスタッフが最も多く170名（71.4％）であった。認知症に関する資格ありは4名（1.7％），拘束の弊害に関する学習経験ありは192名（80.7％）であった。認知症患者を受け持った看護歴5年以上は126名（52.9％），受け持ちの認知症患者が転倒した経験ありは224名（94.1％），転倒者の中で骨折した経験ありは31名（13.8％），損傷した経験ありは57名（25.4％）であった。

認知障害高齢者への拘束しない転倒予防の実施について「行っている」との回答は160名（67.2％），「行っていない」は73名（30.7％）であった。

2．身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）の現状（表2）

認知障害高齢者への看護師の身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）合計の平均点±標準偏差（範囲）は，54.27 ± 10.11（29 ～ 85）点，項目平均点は3.20 ± 0.60（1.71 ～ 5.00）点であった。

因子平均点では，［治療の中断を防止する］3.95 ± 0.76点が最も高く，ついで［転倒を防止する］3.45 ± 0.81点，［安全な環境を提供する］2.69 ± 0.71点であった。

最も身体拘束の必要性認識が高い項目は，「カテーテル抜去予防」4.26 ± 0.91点，ついで「縫合除去予防」4.13 ± 0.97点，「栄養チューブ抜去予防」4.07 ± 0.91点，「ベッドからの転落予防」3.90 ± 0.95点，「点滴チューブ抜去予防」3.64 ± 0.99点であった。最も身体拘束の必要性認識が低い項目は，「スタッフ不足」2.21 ± 0.96点，ついで「動きすぎを防止し休養を与えるため」2.36 ± 0.96点，「他人の物をとるのを防ぐため」2.40 ± 0.95点，「徘徊防止」2.70 ± 1.02点，「混乱して周囲への迷惑を防止するため」2.82 ± 1.02点であった。

表 1　拘束しない転倒予防の実施状況と基本属性および看護師の背景における J-PRUQ 合計の比較　$N = 238$

項目		n	(%)	J-PRUQ合計点 平均±標準偏差（点）	p 値
全体		238	(100.0)	54.27 ± 10.11	
認知障害高齢者への拘束しない転倒予防	行っていない	73	(30.7)	55.03 ± 10.75	0.491
	行っている	160	(67.2)	54.05 ± 9.79	
基本属性					
性別	男性	16	(6.7)	59.81 ± 8.14	0.012
	女性	221	(92.9)	53.96 ± 10.07	
年齢（歳）	20 代	117	(49.2)	55.26 ± 9.99	0.335
	30 代	68	(28.6)	53.28 ± 9.45	
	40 代以上	53	(22.3)	53.36 ± 11.14	
職歴（年）	5 年未満	83	(34.9)	55.13 ± 10.01	0.325
	5 年以上 10 年未満	63	(26.5)	54.94 ± 9.82	
	10 年以上	92	(38.7)	53.03 ± 10.38	
職位	スタッフ	170	(71.4)	54.85 ± 10.12	0.122
	リーダー・副師長	67	(28.2)	52.60 ± 9.77	
認知症に関する資格	なし	232	(97.5)	54.15 ± 10.12	0.572
	あり	4	(1.7)	57.50 ± 11.62	
拘束の弊害に関する学習	なし	45	(18.9)	57.31 ± 11.68	0.022
	あり	192	(80.7)	53.49 ± 9.59	
認知症看護歴（年）	5 年未満	100	(42.0)	54.43 ± 9.74	0.391
	5 年以上 10 年未満	57	(23.9)	55.23 ± 10.08	
	10 年以上	69	(29.0)	52.86 ± 10.38	
受け持ちの認知症患者が転倒した経験	なし	14	(5.9)	54.79 ± 8.21	0.764
	あり	224	(94.1)	54.24 ± 10.23	
	骨折経験なし*	193	(86.2)	53.78 ± 9.86	0.055
	骨折経験あり*	31	(13.8)	57.52 ± 11.28	
	損傷経験なし*	167	(74.6)	54.12 ± 10.21	0.690
	損傷経験あり*	57	(25.4)	54.74 ± 9.86	
病棟環境					
病棟の種類	外科	54	(22.7)	54.69 ± 9.75	0.583
	混合	129	(54.2)	53.65 ± 10.41	
	内科	54	(22.7)	55.26 ± 9.91	
病棟の特徴	超急性期	2	(0.8)	64.00 ± 26.87	0.059
	急性期	200	(84.0)	54.47 ± 9.27	
	亜急性期	10	(4.2)	61.90 ± 14.99	
	慢性期，混合	26	(10.9)	58.50 ± 13.44	
転倒予防基準	なし	14	(5.9)	55.64 ± 9.44	0.655
	あり	222	(93.3)	54.23 ± 10.17	
拘束実施基準	なし	213	(89.5)	54.73 ± 10.35	0.084
	あり	22	(9.2)	51.00 ± 6.58	
病棟文化					
病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている	思わない	31	(13.0)	58.81 ± 10.49	0.006
	思う	200	(84.0)	53.68 ± 9.88	
拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかける	思う	203	(83.5)	55.28 ± 9.94	0.002
	思わない	28	(11.8)	47.96 ± 9.30	
認知障害高齢者に関する関心					
認知症ケアへの興味	なし	67	(28.2)	55.49 ± 9.98	0.206
	あり	170	(71.4)	53.66 ± 10.04	
認知症の人への苦手意識	あり	152	(63.9)	55.00 ± 10.19	0.138
	なし	86	(36.1)	52.98 ± 9.91	
認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識					
拘束しなくても転倒を予防できる	思わない	174	(73.1)	55.44 ± 10.42	0.001
	思う	63	(26.5)	50.97 ± 8.52	
拘束を回避した転倒予防が重要である	思わない	82	(34.5)	55.55 ± 10.16	0.157
	思う	156	(65.5)	53.60 ± 10.01	
病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える	思わない	57	(23.9)	55.02 ± 10.69	0.571
	思う	179	(75.2)	54.15 ± 9.92	
必ず転倒を予防しなければならない	思わない	204	(85.7)	54.39 ± 10.07	0.925
	思う	33	(13.9)	54.22 ± 10.60	
転倒予防には拘束が必要である	思わない	123	(51.7)	56.59 ± 10.57	0.000
	思う	115	(48.3)	51.79 ± 9.00	
転倒の責任を問われるので拘束を解除したくない	思わない	190	(79.8)	55.35 ± 10.19	0.001
	思う	48	(20.2)	49.98 ± 8.63	

日本語版身体抑制認識尺度（J-PRUQ）は，17 項目における抑制具の必要度を，5 件法「1：全く必要でない」～「5：最も必要」，合計 17～85 点の範囲で評価する。欠損値は除外し，2 群は Mann-Whitney U 検定，3 群以上は Kruskal-Wallis 検定を行った。
＊骨折経験，損傷経験の（%）は，n = 224 で計算した。

表 2　認知障害高齢者への看護師の身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）　*N*＝238

因子　J-PRUQ 項目	平均	標準偏差	最小値	最大値
合計点	54.27	± 10.11	29	85
全項目の平均点	3.20	± 0.60	1.71	5.00
［転倒を防止する］因子	3.45	± 0.81		
1a ベッドからの転落を防ぐために抑制する	3.90	± 0.95	1	5
1b 椅子からの転落を防ぐために抑制する	3.20	± 0.96	1	5
1c 不安定な歩行による転倒を防ぐために抑制する	3.23	± 1.11	1	5
［治療の中断を防止する］因子	3.95	± 0.76		
6a カテーテルをぬくことを防ぐために抑制する	4.26	± 0.91	2	5
6b 栄養チューブをぬくことを防ぐために抑制する	4.07	± 0.91	2	5
6c 点滴チューブをぬくことを防ぐために抑制する	3.64	± 0.99	1	5
6d 縫合を外すことを防ぐために抑制する	4.13	± 0.97	1	5
6e 傷口のガーゼをとりはずすことを防ぐために抑制する	3.58	± 1.03	1	5
［安全な環境を提供する］因子	2.69	± 0.71		
2 徘徊防止のために抑制する	2.70	± 1.02	1	5
3 他人の物をとるのを防ぐために抑制する	2.40	± 0.95	1	5
4 危険な場所や物に近づくのを防ぐために抑制する	2.83	± 1.06	1	5
5 混乱して周りの人に迷惑をかけるのを防ぐために抑制する	2.82	± 1.02	1	5
7 動きすぎる高齢者を落ち着かせ休養を与えるために抑制する	2.36	± 0.96	1	5
8 判断力に欠ける高齢者の安全を確保するために抑制する	2.89	± 1.03	1	5
9 スタッフ不足のために抑制する	2.21	± 0.96	1	5
10 看護スタッフや他の患者への身体的危害を防ぐために抑制する	3.00	± 1.01	1	5
11 興奮状態の高齢者を管理するために抑制する	2.96	± 0.95	1	5

日本語版身体抑制認識尺度（J-PRUQ）は，17項目における抑制具の必要度を，5 件法「1：全く必要でない」～「5：最も必要」，合計 17～85 点の範囲で評価する。

3．看護師の背景における J-PRUQ 合計点の比較（表 1）

身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）合計に有意差を認めた看護師の背景は，性別（$p < 0.05$），拘束の弊害に関する学習経験（$p < 0.05$），病棟文化では，「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている（$p < 0.01$）」「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかける（$p < 0.01$）」，認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識では，「拘束しなくても転倒を予防できる（$p < 0.01$）」「転倒予防には拘束が必要である（$p < 0.01$）」「転倒の責任を問われるので拘束を解除したくない（$p < 0.01$）」であった。

4．看護師の背景における拘束しない転倒予防実施の有無別の比較（表 3）

拘束しない転倒予防の実施に有意差を認めた看護師の背景は，病棟文化である「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている（$p < 0.001$）」，認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識である「拘束しなくても転倒を予防できる（$p < 0.01$）」，「病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える（$p < 0.01$）」であった。

5．J-PRUQ 低下に影響した看護師の背景要因（表 4）

J-PRUQ 低下に影響した看護師の背景要因について，従属変数を J-PRUQ とし，独立変数に「女性」「拘束の弊害に関する学習経験」，病棟文化である「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている」「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかけると思わない」，転倒予防と身体拘束に関する意識である「拘束しなくても転倒を予防できる」「転倒予防には拘束が必要であると思わない」「転倒の責任を問われるので拘束を解除したくないと思わない」を強制投入し，重回帰分析を行った。

結果，J-PRUQ 低下への影響要因は，影響の強い順に，病棟文化である「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかけると思わない（$\beta = -0.205$，$p < 0.01$）」「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている（$\beta = -0.176$，$p < 0.01$）」，転倒予防と身体拘束に関する意識である「拘束しなくても転倒を予防できる（$\beta = -0.165$，$p < 0.01$）」「女性（$\beta = -0.144$，$p < 0.05$）」「転倒予防には拘束が必要であると思わない（$\beta = -0.132$，$p < 0.05$）」であった。

6．拘束しない転倒予防の実施に影響した看護師の背景要因（表 5）

拘束しない転倒予防の実施に影響した看護師の背景要因について，従属変数を「拘束しない転倒予防の実施の

表 3　看護師の背景における拘束しない転倒予防実施の有無別の比較

$N = 233$

項目		拘束しない転倒予防の実施状況 行っていない n	（%）	行っている n	（%）	p 値
属性						
性別	男性	4	(1.7)	12	(5.2)	0.781
	女性	68	(29.2)	148	(63.5)	
年齢（歳）	20 代	32	(13.7)	83	(35.6)	0.335
	30 代	26	(11.2)	40	(17.2)	
	40 代以上	15	(6.4)	37	(15.9)	
職歴（年）	5 年未満	21	(9.0)	61	(26.2)	0.296
	5 年以上 10 年未満	23	(9.9)	38	(16.3)	
	10 年以上	29	(12.4)	61	(26.2)	
職位	スタッフ	50	(21.5)	116	(49.8)	0.633
	リーダー・副師長	22	(9.4)	44	(18.9)	
認知症に関する資格	なし	69	(29.6)	158	(67.8)	0.588
	あり	2	(0.9)	2	(0.9)	
拘束の弊害に関する学習	なし	15	(6.4)	30	(12.9)	0.710
	あり	57	(24.5)	130	(55.8)	
認知症看護歴（年）	5 年未満	25	(10.7)	73	(31.3)	0.294
	5 年以上 10 年未満	21	(9.0)	35	(15.0)	
	10 年以上	20	(8.6)	47	(20.2)	
受け持ちの認知症患者が転倒した経験	なし	5	(2.1)	9	(3.9)	0.769
	あり	68	(29.2)	151	(64.8)	
	骨折経験なし*	58	(26.5)	130	(59.4)	0.905
	骨折経験あり*	10	(4.6)	21	(9.6)	
	損傷経験なし*	54	(24.7)	110	(50.2)	0.282
	損傷経験あり*	14	(6.4)	41	(18.7)	
環境要因						
病棟の種類	外科	20	(8.6)	33	(14.2)	0.523
	混合	37	(15.9)	90	(38.6)	
	内科	16	(6.9)	36	(15.5)	
病棟の特徴	超急性期	0	—	2	(0.9)	0.059
	急性期	59	(25.3)	137	(58.8)	
	亜急性期	6	(2.6)	4	(1.7)	
	慢性期または混合	0	—	2	(0.9)	
転倒予防基準	なし	3	(1.3)	11	(4.7)	0.558
	あり	69	(29.6)	148	(63.5)	
拘束実施基準	なし	4	(1.7)	18	(7.7)	0.228
	あり	68	(29.2)	142	(60.9)	
病棟文化						
病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている	思わない	23	(9.9)	8	(3.4)	0.000
	思う	50	(21.5)	152	(65.2)	
拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかける	思う	68	(29.2)	137	(58.8)	0.129
	思わない	5	(2.1)	23	(9.9)	
認知障害高齢者に関する関心						
認知症ケアへの興味	なし	24	(10.3)	43	(18.5)	0.315
	あり	48	(20.6)	117	(50.2)	
認知症の人への苦手意識	あり	50	(21.5)	100	(42.9)	0.376
	なし	23	(9.9)	60	(25.8)	
認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識						
拘束しなくても転倒を予防できる	思わない	62	(26.6)	108	(46.4)	0.007
	思う	11	(4.7)	51	(21.9)	
拘束を回避した転倒予防が重要である	思わない	30	(12.9)	50	(21.5)	0.142
	思う	43	(18.5)	110	(47.2)	
病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える	思わない	46	(19.7)	10	(4.3)	0.000
	思う	27	(11.6)	150	(64.4)	
必ず転倒を予防しなければならない	思う	61	(26,2)	139	(59.7)	0.429
	思わない	12	(5.2)	20	(8.6)	
転倒予防には拘束が必要である	思う	37	(15.9)	83	(35.6)	0.866
	思わない	36	(15.5)	77	(33.0)	
転倒の責任を問われるので拘束を解除したくない	思う	64	(27.5)	123	(52.8)	0.075
	思わない	9	(3.9)	37	(15.9)	

欠損値は除外し，χ^2 検定もしくは，セルの $n < 10$ の場合は Fisher 直接確率検定を行った。
＊骨折経験，損傷経験の（%）は，$n = 219$で計算した。

表 4　J-PRUQ 低下への影響要因　重回帰分析（強制投入法）　$N=238$

変数	独立変数	非標準化係数（B）	95%信頼区間（IC）		標準化係数（β）	p 値
			下限	上限		
基本属性						
性別*	女性	−5.706	−10.590	−0.822	−0.144	0.022
拘束の弊害に関する学習*	学習あり	−1.468	−4.615	1.680	−0.057	0.359
病棟文化						
病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている*	思う	−5.176	−8.735	−1.616	−0.176	0.005
拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかける*	思わない	−6.308	−10.051	−2.565	−0.205	0.001
認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識						
拘束しなくても転倒を予防できる*	思う	−3.734	−6.497	−0.970	−0.165	0.008
転倒予防には拘束が必要である*	思わない	−2.664	−5.244	−0.084	−0.132	0.043
転倒の責任が問われるので拘束を解除したくない*	思わない	−2.410	−5.667	0.848	−0.096	0.146
R^2			0.195			
調整済 R^2			0.169			

*性別（男＝0，女＝1）
拘束の弊害に関する学習（なし＝0，あり＝1）
病棟では看護判断で認知症者に拘束せず転倒予防を行っている（思わない＝0，思う＝1）
認知障害高齢者は拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかける（思う＝0，思わない＝1）
認知障害高齢者には拘束しなくても転倒予防できる（思わない＝0，思う＝1）
認知障害高齢者への転倒予防には拘束が必要である（思う＝0，思わない＝1）
転倒の責任が問われるので認知障害高齢者の拘束を解除したくない（思う＝0，思わない＝1）

日本語版身体抑制認識尺度（J-PRUQ）は，17項目における抑制具の必要度を，5 件法「1：全く必要でない」～「5：最も必要」，合計 17～85 点の範囲で評価する。

表 5　拘束しない転倒予防の実施[注1)] への影響要因　ロジスティック回帰分析（強制投入法）　$N=233$

変数	独立変数	偏回帰係数	オッズ比（OR）	95%信頼区間（IC）		p 値
				下限	上限	
病棟文化						
病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている[注2)]	思う	1.019	2.771	0.920	8.349	0.070
認知障害高齢者への転倒予防と身体拘束に関する意識						
拘束しなくても転倒を予防できる[注2)]	思う	0.804	2.234	0.893	5.589	0.086
病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える[注2)]	思う	2.870	17.644	7.599	40.968	0.000
定数		−2.319	0.098			0.000

モデル χ^2 検定，$p<0.001$；Hosmer-Lemeshow 検定 $p=0.977$；判別的中率84.1%，二項ロジスティック回帰分析
注1）拘束しない転倒予防の実施（行っていない＝0，行っている＝1）
注2）病棟では看護判断で認知症者に拘束せず転倒予防を行っている（思わない＝0，思う＝1）
　　認知障害高齢者には拘束しなくても転倒予防できる（思わない＝0，思う＝1）
　　病棟チームの判断で認知障害高齢者に拘束せず必要と思う転倒予防が行える（思わない＝0，思う＝1）

有無（行っている＝ 1，行っていない＝ 0）」とし，独立変数に病棟文化である「病棟では看護判断で拘束せず転倒予防を行っている」と，転倒予防と身体拘束に関する意識である「拘束しなくても転倒を予防できる」「病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える」を強制投入し，二項ロジスティック回帰分析を行った。

結果，拘束しない転倒予防の実施への影響要因は，転倒予防と身体拘束に関する意識の「病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行える（オッズ比 17.644，95 %信頼区間 7.599–40.968）」であり，変数の有意性は，$p < 0.01$ であった。このモデルの Hosmer-Lemeshow 検定結果は，$p = 0.977$ で適合が示され，判別的中率は 84.1 %であった。

Ⅳ　考察

1．看護師の認知障害高齢者に対する身体拘束の必要性認識の現状

本研究の結果，一般病院看護師の認知障害高齢者に対する身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）の平均 ± 標準偏

差は，3.20 ± 0.60 点であった。日本の J-PRUQ 得点は，拘束削減戦略が導入されているアメリカやアイルランドの 2.80 点[9] より高く，拘束使用ガイドラインや規制がないトルコの 4.14 点やイランの 4.08 点[9] より低いことが明らかになった。すなわち，J-PRUQ 得点の低さは，拘束削減戦略や拘束使用ガイドラインの効果と示唆された。よって，認知障害高齢者が入院高齢者の約 70 % を占める日本の現状に合わせた拘束削減戦略を整備し，看護師の拘束の必要性認識を改善していくことが求められると考える。

本研究の結果，看護師の身体拘束の必要性認識が高い項目は，「カテーテル抜去予防」4.26 ± 0.91 点，「縫合除去予防」4.13 ± 0.97 点，「栄養チューブ抜去予防」4.07 ± 0.91 点，「ベッドからの転落予防」3.90 ± 0.95 点であった。すなわち，身体拘束は，治療中断と転落回避を理由に実施される可能性が示唆された。拘束された患者のチューブの自己抜管率は，ほかの患者に比べ 5 倍高いこと[15]，BPSD が悪化し治療の中断が長引く恐れがあること，身体拘束はベッドからの転落予防に効果がないこと[16] が明らかになっている。したがって，拘束以外の代替方法を複数組み合わせて行うこと，代替方法による治療中断と転落予防効果の検証を行い，代替方法による安全性を啓蒙していくことが必要と考える。代替方法には，認知障害高齢者の身体的ニーズの充足，傍に居る時間を増やすなどの継続的な監視，看護師が駆け付ける動線を短くする，ベッドの位置や方向の工夫，音や光などの刺激を減らす環境調整，離床センサーで移動時に見守る，衝撃緩和マットレスや低床ベッドの設置，カテーテルカバーの使用などがある。

2．身体拘束の必要性認識（J-PRUQ）の低下に影響した看護師の背景要因

本研究の結果，J-PRUQ 低下への影響要因は，2 つの病棟文化「病棟では看護判断で拘束せずに転倒予防を行っている」「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかけるとは思わない」風土と，2 つの意識「拘束しなくても転倒を予防できると思う」「転倒予防には拘束が必要であると思わない」と，性別の「女性」であった。拘束の使用の判断に係る要素は，看護師の知識や意識[9] と明らかになっている。本研究では，看護師の意識のほかに，病棟文化の影響が明らかになった。すなわち，看護師個人の知識や意識だけでは，拘束の必要性認識の改善にはつながらないことが示唆された。

病棟文化を考える際に，チームワーク理論の共有メンタルモデルという概念[17] が明らかになっている。共有メンタルモデルとは，チームが取り組む課題の内容や遂行の仕方，チームの特性やメンバーの特性に関する知識や心的表象（イメージ）がメンバー間で共有されていること[17] である。これが形成されると，メンバー同士が流動的に暗黙の内に互いの仕事を調整し，チームで優れた業績を上げ，チームのパフォーマンスを向上させることが実証されている[18]。

本研究の結果，看護師が所属する病棟に「看護判断で拘束しない転倒予防を行うこと」や「拘束しないと次の勤務帯の看護師に迷惑をかけるとは思わない」病棟文化が，「認知障害高齢者に対して拘束しない転倒予防を行う」共有メンタルモデルの形成につながり，看護師個人の J-PRUQ を低下させたのではないかと考えられた。したがって，看護師の拘束の必要性認識を改善するために，「認知障害高齢者に対して拘束しない転倒予防を行う」共有メンタルモデルの形成が重要であると考える。

3．拘束しない転倒予防の実施に影響した看護師の背景要因

本研究の結果，拘束しない転倒予防の実施に対して「病棟チームの判断で拘束せず必要と思う転倒予防が行えると思う」看護師の意識は 17.6 倍の影響があった。すなわち，看護師が所属する病棟で，認知障害高齢者に対して拘束しないで転倒予防ができると思える自己効力感を持てることが，実行状況に強く影響していたことが示唆された。

組織心理学によると，専門職において所属する組織のフォーマルな規範よりも，情緒的側面やインフォーマルに作り出した規律の方が，行動を強く律している[19] とされる。本結果からも，病棟の種類や特徴，転倒予防基準や拘束実施基準よりも病棟文化が，看護師の意識に影響を与え，看護師の意識が，拘束しない転倒予防の実施に強く影響していたことが確認できた。したがって，看護師の拘束削減に向けた行動を推進するには，所属する病棟ごとに，「認知障害高齢者に対して拘束しない転倒予防を行う」共有メンタルモデルを形成することが最優先であることが裏付けられた。

共有メンタルモデルの形成には，1 つ目に，チームが拘束回避の転倒予防として，取り組む内容を可視化し，共有することが必要と考える。具体的な方法や実施状況について，尺度を用いて現状を確認し課題を共有すること[7] や，拘束の解除が困難な事例について定期的にミーティングを行い，解除に向けた取り組みの進捗状況を共有することなどである。

2 つ目に，認知障害高齢者が転倒した責任として，看護師個人を追及し責める風潮ではなく，病棟看護師チームの責任とする病棟文化を形成することが必要と考え

る。看護師個人が脅かされない職場環境を作るために，多職種チームでフォローできる体制や，チームで実施方法を考え，評価する体制を作ることが重要と考える。病棟師長がリーダーシップを取り，「認知障害高齢者に対する拘束しない転倒予防」を病棟の目標と表明すること，転倒率が高い認知障害高齢者の転倒を未然に防いでいることを当たり前とせず，24 時間拘束しない転倒予防を行う看護師の日々の取り組みを，改めて評価することが必要と考える。

Ⅴ　本研究の限界

本研究の参加者は，便宜的サンプリングにより選定された，地方都市の一般病棟看護師であった。年齢構成は 20 代 49.2 %，30 代 28.6 %，40 代以上が 22.3 %，男性看護師の割合が 6.7 %と，全国の看護師の就業割合[20]（20 代 21.1 %，30 代 26.7 %，40 代以上 46 %，男性看護師の割合が 7.3 %）と比較して，性別の割合差はなかったが，年齢構成では 20 代が 2 倍以上と，母集団と比較して若い看護師の集団と位置づけられた。今後，さらなる一般性の確保に努める必要がある。

また，認知障害高齢者に対する身体拘束の必要性認識や，拘束しない転倒予防の実施は，質問紙による看護師の自己評価として調査した。重回帰分析の調整済み R^2 は 0.169 と低く，臨床現場で認知障害高齢者に身体拘束を行う看護師の判断の実際には，病棟文化や看護師の意識のほかに，患者の健康状態悪化などの経時的な変化，他の患者の重症度，スタッフの充足度など，複雑な事象が影響すると考えられる。今後，これらの要因も含めて影響を検証することが課題である。

Ⅵ　結論

一般病院看護師の拘束の必要性認識を低下させる要因は，認知障害高齢者に対して拘束せず転倒予防を行う病棟文化と，拘束せず転倒を予防できると思う看護師の意識であった。看護師の拘束削減に向けた行動の推進には，組織的な支援の重要性が示唆された。

Ⅶ　謝辞

本研究にご協力いただいた施設ならびに看護師の皆様に，心より感謝申し上げます。

本研究は，日本学術振興会科学研究費補助金，基盤研究（C）「一般病棟で身体拘束せずに認知症患者の転倒予防を行う能力キー・コンピテンシーの解明（課題番号 17K12394）代表者：牧野真弓」の助成を受けて実施し，日本転倒予防学会第 6 回学術集会においてその一部を発表した。

Ⅷ　利益相反

研究における申告すべき利益相反の事項はない。

Ⅸ　著者資格

本研究における全体のデザイン，調査実施，統計手法の計画と実施と分析，論文執筆は MM が行った。研究全体のデザイン，分析方法，考察への助言と確認は MK，分析方法の助言と確認は MS が行った。共同研究者全員が論文についてチェックを行った。

引用文献

1）厚生労働省．認知症施策推進総合戦略（新オレンジプラン），2015．入手先〈https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000.../nop1-2_3.pdf〉，参照 2020-12-07.

2）古田光．一般病床高齢者入院患者における認知症実態調査の試み．総病精医．27（2）：100-106，2015.

3）杉本大貴ほか．認知症者の転倒予防とリスクマネジメント．武藤芳照ほか編：認知症高齢者はなぜよく転倒するのか．第 3 版．日本医事新報社，東京，2017，p17-20.

4）Allan L M, et al. Incidence and prediction of falls in dementia：a prospective study in older people. PLo S One. 4（5）：e5521，2009.

5）Guo Z, et al. Cognitive impairment drug use, and the risk of hip fracture in persons over 75 years old. a community-based prospective study. Am J Epidemiol. 148（9）：87-892，1998.

6）Nakanish M, et al. Physical restraint to patients with dementia in acute physical settings：effect of the financial incentive to acute care hospitals. Int Psychogeriatr，30（7）：991-1000，2018. 入手先〈doi：org/10.1017/s104161021700240X.〉，参照 2020-12-07.

7）牧野真弓ほか．一般病棟の認知障害高齢者に対する入院時から身体拘束の回避・解除を念頭においた転倒予防ケア行動評価尺度の開発．日看科会誌．40：349-359，2020．入手先〈doi：10.5630/jans.40.349〉，参照 2021-03-31.

8）臨床倫理ガイドライン検討委員会．身体拘束予防ガイドライン．2015．入手先〈http://jnea.net/pdf/guideline_shintai_2015.pdf〉，参照 2020-12-07.

9）Sharifi A，et al. Iranian nurses' perceptions about using physical restraint for hospitalized elderly people：a cross-sectional descriptive-correlational study. BMC Geriatrics. 20（1）：1-7，2020. 入手先〈doi：org/10.1186/s12877-020-01636-2.〉，参照 2020-12-07.

10）牧野真弓ほか．一般病棟の認知障害高齢者へ身体拘束回避で転倒を予防する熟練看護師の思考と実践のプロセス．看護実践誌．31（2）：48-58，2019.

11）和田美奈子．一般病院における身体抑制解除に向けた取り組み．老年看護学．24（1）：19-24，2019.

12）Azeem MW，et al. Effectiveness of six core strategies based on trauma informed care in reducing seclusions and restraints at a child and adolescent psychiatric hospital. J Child Adolesc Psychiatr Nurs. 30（4）：170-174，2018. 入手先〈doi：org/10.1111/jcap.12190 .〉，参照 2020-12-07.

13）厚生労働省．平成 30 年度介護報酬改定の主な事項について：Ⅱ－⑥身体的拘束等の適正化の推進．2018. 入手先〈https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou... /0000196991.pdf〉，参照 2020-12-07.

14）Akamine Yoriko，et al. Reliability and Validity of the Japanese Version of Physical Restraint Use Questionnaire. Ryukyu Med. J. 22（1,2）：21-28，2003.

15）Chuang M, Lee C，et al. Revisiting Unplanned endotracheal extubation and disease severity in intensive care units. PLo S One. 10：e0139864，2015.

16）Aydin ozkan S, et al. Validity and reliability of the perceptions of restraint use questionnaire for use in Turkey. Turk Geriatr Derg. 20（1）：30-37，2017.

17）山口裕幸著．チームワークの心理学－よりよい集団づくりをめざして．サイエンス社，東京，2008.

18）DeChurch，L. A. & Mesmer-Magnus，J.R. Measuring Shared team models：A meta-anylysis. Group Dynamics：Theory Research and Practice. 14，1-14，2010.

19）田原直美．個人と組織は相互に影響を与え合う（組織心理学の基本と活用のヒント）．Nursing BUSINESS，10（1）：61-66，2016.

20）厚生労働省．平成 28 年衛生行政報告例：1 就業保健師等の年次推移．2016. 入手先〈https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/eisei/16/dl/kekka1.pdf〉参照 2020-12-07.

Orignal

A Multicenter Cross-sectional Study of General Hospital Nurses' Perceptions of the Need for Physical Restraint and the Implementation and Influencing Factors of Non-Restraint Fall Prevention in Elderly Patients with Cognitive Impairment

Mayumi MAKINO[1)] Mayumi KATO[2)] Miho SHOGENGE[2)]

1) Dept. of Gerontological Nursing, Faculty of Medicine, University of Toyama
2) Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University

Abstract

【Objective】 This study assessed the state of awareness of the need for physical restraint (hereafter, "restraint") and restraint-free fall prevention practices among nurses carrying out fall prevention for older adults with cognitive impairment, as well as influencing factors.

【Methods】 Participants were 304 general hospital ward nurses in Toyama prefecture experienced in caring for older adults with cognitive impairment (hereafter, "older adults"). A questionnaire survey was conducted between January-March 2019 to evaluate the awareness of the need for restraint of older adults using the Japanese version of the Physical Restraint Use Questionnaire (J-PRUQ), whether restraint-free fall prevention was being practiced, basic attributes of nurses, ward environment and culture, amount of interest toward older adults, and nurses' awareness of restraint use and fall prevention.

【Results】 Responses from 238 nurses (valid responses : 78.3 %) were analyzed. In descending order, the mean and standard deviation of the J-PRUQ scores were 3.95 ± 0.76 for allowing medical treatment to proceed without interruption, 3.45 ± 0.81 for fall prevention, and 2.69 ± 0.71 for providing a safe environment. Factors related to decreased J-PRUQ scores by multiple regression analysis included : 「do not think that not using restraint would cause trouble for the nurse handling the next shift」 and 「in the ward, fall prevention is performed without restraint based on nurse's discretion」 forward culture, and 「can prevent falls without restraint」, 「do not feel the need for restraint for fall prevention」, and 「female」 for nurses' awareness. Logistic regression analysis revealed 「can practice fall prevention considered necessary without restraint based on the ward team's discretion」 for nurses' awareness to be an influencing factor for restraint-free fall prevention practices (odds ratio of 17-fold).

【Conclusions】 The items with the highest recognition of the need for physical restraint by general hospital nurses in elderly patients with cognitive impairment were catheter removal, suture removal, feeding tube removal, and falling out of bed. A culture of performing fall prevention and awareness that falls are preventable without restraint contributed to a reduced recognition of the need for restraint. The importance of organizational support to promote behavior aimed at reducing restraint use was suggested.

Keywords physical restraint, fall prevention, cognitive impairment, older adults, J-PRUQ scale

Corresponding author : Dept. of Gerontological Nursing, Faculty of Medicine, University of Toyama
2630 Sugitani, Toyama-shi, Toyama-ken, 930-0194, Japan
TEL : +81 76434-7446 E-mail : makino08@med.u-toyama.ac.jp
Received : May 21, 2021 Accepted : July 22, 2021

報　告

三次元人体モデルを用いた後方転倒の床面衝突時における股関節の力学的応答分析

林　卓未[1)]　西野　勝敏[2)]　プラムディタ ジョナス アディティア[3)]
伊藤　雅人[4)]　山本　智章[5)]　田邊　裕治[1)]

1）新潟大学大学院自然科学研究科材料生産システム専攻
2）新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター
3）日本大学工学部機械工学科
4）パナソニック株式会社プロダクト解析センター
5）新潟リハビリテーション病院整形外科

要　旨

【目的】転倒の床面衝突によって引き起こされる骨折は，高齢者にとって生活の質を左右する重大な障害である。この骨折機序を解明するために三次元人体モデルを用いて転倒の床面衝突時における関節の力学的負荷が検討されてきているが，転倒動作の個体差にも影響される可能性がある。そこで，本研究は後方転倒における股関節に焦点を当て，後方転倒動作の個体差が三次元モデルを用いて推定した股関節の力学的負荷に及ぼす影響を分析した。

【方法】三次元人体モデルを作成し，その股関節には弾性要素1個を備えた。床面の材料特性はコンクリートに設定した。転倒動作のシミュレーションにおいて弾性要素にかかる力を股関節の力学的負荷として評価した。参加者は健常成人男性10名（22.1 ± 1.0歳）とした。参加者を体操用安全マットに後方転倒させ，その時の動作をモーション・キャプチャー・システムで撮影した。その後方転倒動作を三次元人体モデルにシミュレーションさせ，床面衝突時における股関節の力学的負荷を推定した。

【結果】股関節の力学的負荷の前方成分のピークは1.05 ± 0.48 kN，後方成分のピークは0.88 ± 0.41 kNであった。近位成分のピークは1.49 ± 0.87kN，遠位成分のピークは2.15 ± 1.23 kNであった。最も大きい近位成分のピークは大腿骨頚部の破壊荷重に達しており，その値を有していた参加者は他の参加者とは異なる部位を床面に最初に衝突させていた。力学的負荷が最も小さかった参加者は，床面衝突後に身体が跳ね返っていなかった。

【結論】後方転倒時における股関節の力学的負荷は，床面に最初に衝突する部位と衝突後における臀部と大腿部の動作の違いに影響した。

キーワード　後方転倒　股関節　力学的応答　三次元人体モデル

Ⅰ　はじめに

わが国は，65歳以上の高齢者人口の総人口に占める割合（高齢化率）が2018年時点で28％までに達している[1)]。それに伴って高齢者の転倒事故も多発しており[2)]，骨折にまで至っていることも多い。高齢者特有の骨粗しょう症による骨の脆弱化も転倒事故による骨折頻度を高くしている[3)]。

転倒事故は，前方への転倒の頻度が高いが[4)]，側方と後方への転倒も骨折リスクを高める[5) 6)]。転倒事故による骨折部位は，国内では腕部や腰部の脊椎と腰椎，股関節の大腿骨頚部が多いが[3)]，その発生率が諸外国によっ

連絡先：新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター　西野　勝敏
〒950-0933　新潟市中央区清五郎67番地12
TEL：025-287-8806　Fax：025-287-8807　E-mail：k.nishino@ken-supo.jp
受付日：2021. 2. 2　受理日：2021. 5. 9

て違いがあるため，転倒事故による骨折機序が解明されているとは言えない状況にある[7]。いずれにしても，脊椎と腰椎，大腿骨頚部の骨折は，それらの部位が常に体重を支える役割を担うことから，高齢者にとって予後の生活の質に大きな影響を及ぼすことには違いない[8]。

このような背景から，転倒事故による骨折機序を解明するために，転倒の床面衝突時における関節の力学的負荷を把握する研究が数多くなされてきており，その中には三次元人体力学コンピュータモデル（以下，「三次元人体モデル」と言う。）を用いて推定する研究も多く行われている[9)-11)]。これによって体格[10]や床面の材料特性，衝突直前の落下速度[9]，衝突部位，姿勢[10) 11)]などが関節の力学的負荷に影響を及ぼしているが，その多くは側方や斜め後方の転倒方向を検討したものが多い。後方転倒も脊椎と腰椎の圧迫骨折や大腿骨頚部骨折のリスクが高いことから[12]，これを検討する意義は十分にあると考える。

また，三次元人体モデルに動作を与える方法として，コンピュータシミュレーションでモデルを疑似的に動作させる方法[10]や実際の転倒動作を撮影してモデルに反映させる方法[9)-11)]が取られている。前者は，さまざまな転倒方向を容易に与えることができるが，転倒動作の細部や個体差を再現できているかは不明である。後者は，実際の転倒における動作を直接的に得ることができるが，撮影参加者への安全対策が動作の拘束性を高めてしまう課題がある。このように三次元人体モデルを用いた方法は価値が高い情報を得られるものの，さまざまな制約や未知の情報が残っており，転倒動作の個体差も三次元人体モデルによって推定される関節の力学的負荷に及ぼす影響が大きいことが予測される。

そこで，われわれも三次元人体モデルを用いて転倒の床面衝突時における関節の力学的負荷を推定する方法を開発し，これを使って転倒動作の個体差による関節の力学的負荷への影響を分析した。検討する転倒動作は後方転倒とし，力学的負荷を検討する部位は股関節にまずは焦点を当てた。そして，三次元人体モデルに与える動作の取得法として，複数参加者による実際の後方転倒動作を三次元撮影した。

本研究の目的は，後方転倒のさまざまな動作が三次元人体モデルを用いて推定される股関節の力学的負荷に及ぼす影響を確認することである。本研究の仮説は，股関節の力学的負荷は後方転倒時における動作の違いによく反映されることである。

Ⅱ　方法

1．三次元人体モデルの作成

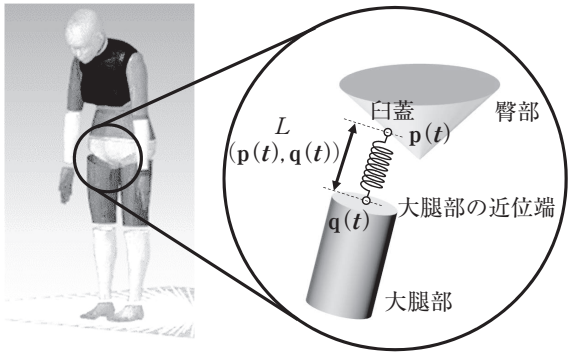
日本人女性高齢者の多くは，骨粗しょう症によって骨強度が低下するため，転倒による骨折のリスクが高い[3]。そこで，三次元人体モデルは，日本人女性高齢者の人体寸法・計測データベース[13]を参考にしてモデリングソフトウェア（Hyper Mesh, Altair Engineering Inc., USA）を用いて作成した（接点数 15,505 個，要素数 28,967 個）。三次元人体モデルは 18 個の体節に分割し[14]，各体節は剛体と仮定した。各体節の部分質量 mi {i=1,…,18} は，参加者の年齢 Yr，身長 Ht，体重 Wt，体節の長軸の長さ Ln を変数とした式 1 によって算出した。

$$m_i = a_0 + a_1\ Yr + a_2\ Ht + a_3\ Wt + a_4\ Ln \qquad (式1)$$

ここで，係数 a_0 ～ a_4 は身体部分慣性特性[15]である。

各体節には局所座標系を設定し，関節中心を原点に取り，体節長軸の遠近位方向を Z 軸（遠位方向を正），内外側方向を X 軸（右股関節で考えた時には内側を正），前後方向を Y 軸（前方を正）として計 17 個の体節に作成した。股関節の局所座標系について，その原点を大腿部モデルの近位端に設定し，それを点 q とした。臀部モデルの臼蓋部に点 p を決定し，その 2 点の間に 1 個の弾性要素で接続した（図 1）。

ヒトの関節運動は，筋肉や靭帯，関節包などの軟部組織によって受動的に制動されるため，関節運動の大きさに応じた抵抗値（受動抵抗値）を人体モデルの関節に設定した。四肢関節の受動抵抗値は，女性高齢者 4 名の計測データ[13]の平均値とした。首や胸部，胴部，腰部，臀部の各体節間の受動抵抗値は，アクティブ乗員モデルの受動抵抗グラフ[16]を参考にした。さらに，関節可動域の限界点では，その関節の受動抵抗値の 3 倍に設定す



$\mathbf{p}(t)$は転倒動作中の時刻 t における右臼蓋上の点の位置，$\mathbf{q}(t)$は右大腿部の近位端上の点の位置，$L(\mathbf{p}(t), \mathbf{q}(t))$はそれら 2 点間の距離を表す。

図 1　右大腿部の近位端と臀部の右臼蓋の間に配置した弾性要素

ることで三次元人体モデルが非生理学的な運動を起こさないようにした。

衝突対象の床は平坦面（接点数 454 個，要素数 825 個）としてモデル化し，そのヤング率は転倒がよく起こる高齢者施設や道路などのコンクリート床を想定して 25GPa とした。

2．股関節の力学的負荷の推定

作成した三次元人体モデルを用いて転倒開始から床面衝突までの動作を解析ソフトウェア（RADIOSSR, Altair Engineering Inc., USA）の仮想空間 virtual space（座標系 Σ_{VS}）に再現した。Σ_{VS} の XY 面を床面と一致させ，床面の垂直方向を Z 軸とした。床面衝突は三次元人体モデルが床モデルに接触した瞬間とし，その後の動作は床面の材料特性によって三次元人体モデルを跳ね返すように解析ソフトウェアを設定した。三次元人体モデルの後方転倒動作には，次の拘束条件を与えた：後方転倒開始時の姿勢は静止立位とし，Σ_{VS} の矢状面（YZ 面）に頭部・胸部・腰部・臀部の局所座標系 YZ 面が一致するように三次元人体モデルと床モデルを配置した；後方転倒中における三次元人体モデルの回転運動と並進運動は，矢状面（回転運動は X 軸周り，並進運動は YZ 面上）のみとした；弾性要素の伸縮方向も矢状面上のみとした；足部の運動は初期位置から三次元人体モデルに対する前後方向への並進運動はさせず，上下方向と回転の運動のみを許可した。

転倒動作中の時刻 t における股関節の力学的負荷 $\mathbf{f}(t)$ は，図 1 に示すように三次元人体モデルの臀部と大腿部の間に配置した弾性要素にかかる力を式 2 によって求めた。

$$\mathbf{f}(t) = kL(\mathbf{p}(t), \mathbf{q}(t)) \qquad (式2)$$

ここで，係数 k は弾性要素のバネ定数，$\mathbf{p}(t)$ は時刻 t における弾性要素の臀部への接続点の位置ベクトル，$\mathbf{q}(t)$ は時刻 t における粘弾性要素の大腿部への接続点の位置ベクトル，L（$\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$）は 2 点間の距離を表す関数である。本研究では，バネ定数 k を 1.0 kN/mm に設定した。

3．実験

後方転倒動作の個体差が開発した方法によって得られる股関節の力学的負荷に及ぼす影響を確認するために，次の実験を行った。

1）研究デザイン

観察的研究

2）セッティング

屋内の運動分析実験室

3）対象サンプル

作成した三次元人体モデルが日本人女性高齢者を参考にしたことから，実際の転倒動作データを得る実験も女性高齢者を参加者にすることが理想である。しかし，実験環境の安全面を十分に配慮したとしても，高齢者は転倒時に何らかの危険を予期した際には素早い回避行動を行うことが困難である。そこで，本研究では素早い回避能力を持つと考えられる健常青年男性を参加者とした。参加者の包括基準は，20 歳以上の男性，身体的障害を持っていない者，ある程度の運動習慣を持つ者とした。

本研究は，参加者個々の結果を観察することを目的としているため，統計解析は行わない。参加者間の異なる動作をある程度集めるために，少なくとも 10 名を募集した。その結果，3 つの包括基準に合う 21 歳から 23 歳までの 10 名が参加した。その年齢は 22.1 ± 1.0 歳，身長は 172.0 ± 3.3 cm，体重は 65.1 ± 6.8 kg であった。

4）内容

実験環境は，床面衝突時に生じる衝撃力を緩和するために，厚さ 30 cm の器械体操の着地練習用安全マットを床面に敷いた。マットの厚さと同じ高さの台をマットの側面に接して設置し，その台の上に参加者を立たせることで，マット面と同じ高さで転倒できるようにした。マットと台を取り囲むようにモーション・キャプチャー・システム（VICON，Vicon Motion Systems, UK）の赤外線カメラ 8 台を配置した。その計測空間 capture space は縦 4 m × 横 5 m × 高さ 3 m とし，その座標系 Σ_{CS} はマット面を XY 面，その垂直方向を Z 軸，転倒する方向を Y 軸として，前節で述べた仮想空間の座標系 Σ_{VS} と一致するように設定した。

床面衝突による衝撃緩和のために，参加者の頭にヘッドギアを，肘と膝にはパッドを装着させた。参加者には高密着型のノースリーブシャツとショートタイツを着用させ，全身に反射マーカ 65 個を貼付した。

試技は，台の上でマットを背にして立位静止姿勢を取った状態から真後ろへ自然落下し，身体が床面に衝突して転倒する後方転倒とした（図 2）。さらに，できるだけ拘束が少ない後方転倒をさせることで多くのバリエーションの動作データを得るために，参加者には次を指示した：検者からの合図後に真後ろへ転倒すること；後頭部がマットへ最初に接しないように顎を引くこと；後方への転倒開始からマットへ接するまでの落下区間における身体動作は指定せずに自由；身体がマットへ最初に接する部位も指定せずに自由；マットに接した後は身体に受ける衝撃をできるだけ緩和するための保護動作をとること。練習試技を数回行って参加者への安全性を確認した後に，計測のための転倒試技を 1 回のみ行った。

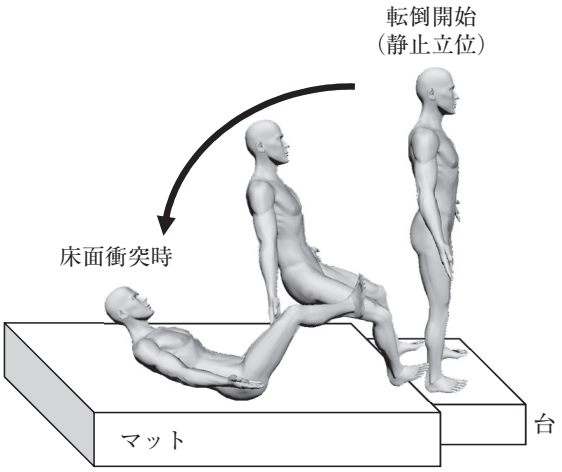
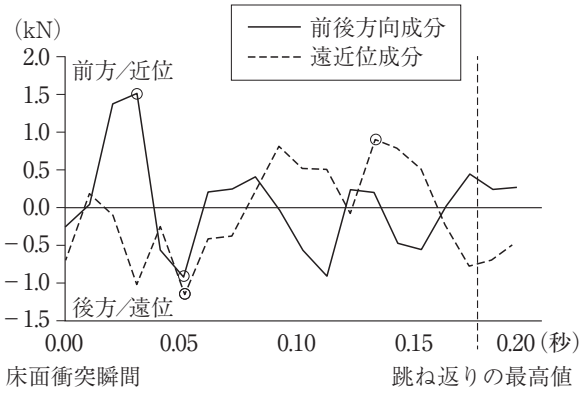


図 2　矢状面から見た後方転倒の動作



実線が前後方向成分（正が前方，負が後方），破線が遠近位成分（正が近位，負が遠位）。丸印はピークを表す。

図 3　推定した股関節の力学的負荷の波形

その動作における反射マーカの三次元位置をサンプリング周波数 250 Hz で撮影した。

反射マーカの三次元位置データから各体節には三次元人体モデルと同じ体節座標系を設定した。三次元人体モデルへの入力データは，前節で述べた拘束条件のひとつとして矢状面のみの動作変化としたため，Σ_{CS} における X 軸周りの回転と XY 面における平行移動のみとした。さらに，実際の撮影ではマットを使っているために床面衝突後には身体がマットに大きく沈み込むが，沈み込みが生じないコンクリート床を想定している仮想空間では，その沈み込みの動作を除く必要がある。

一方，モーション・キャプチャーによるデータだけでは身体がマットに触れて沈み込んだ瞬間を正確に捉えることは難しい。そこで，反射マーカのどれか 1 個がマット面，すなわち座標系 Σ_{CS} の XY 面へ最初に達した瞬間をマット接触瞬間と定義し，転倒開始からマット接触瞬間の 0.2 秒前までの三次元人体モデルの動作は実験で得た動作データを反映させ，それ以降の仮想空間のコンクリート床に衝突するまでの動作は，床面との平行成分を直前の動作から求められる等速直線運動，床面との垂直成分を直前の動作から求められる速度に重力加速度 9.8 m/s^2 を加えた落下運動として再現させた。床面衝突後の動作は，衝突直前の姿勢と衝突の入射角度，そして床面のヤング率による反発を考慮して推定した。

また，転倒開始からマット接触瞬間の 0.2 秒前までの動作について，得た動作データのサンプル全てを三次元人体モデルに反映しても，各サンプル間の動作の変化量が小さい場合は，姿勢の推定にエラーを引き起こすことがある。これを防ぐために，各参加者の転倒開始からマット接触瞬間の 0.2 秒前までの動作データを時間について等間隔に 20 個に分割し，分割の区切りに該当する動作データを三次元人体モデルに反映させた。

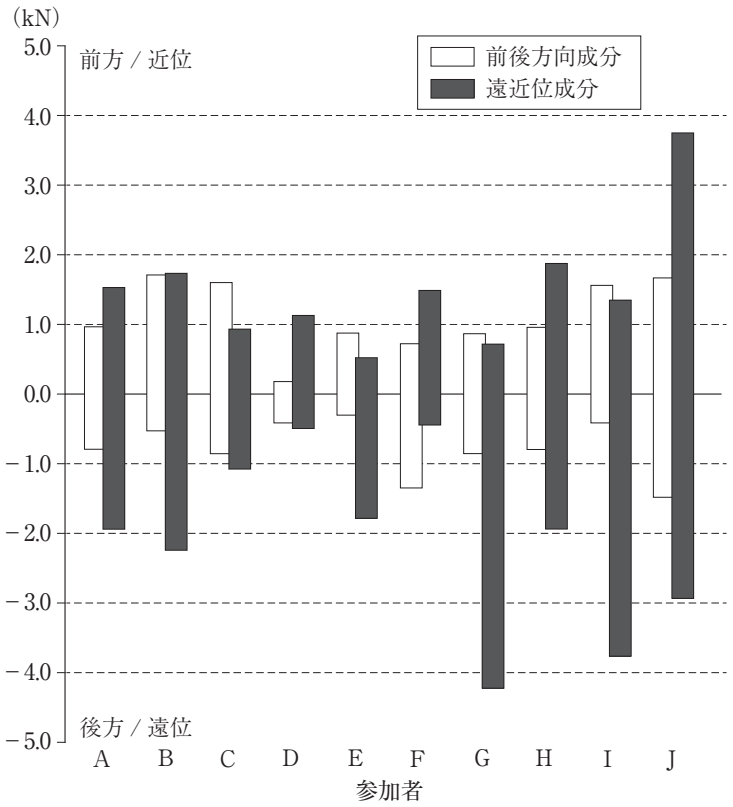
仮想空間上に再現した三次元人体モデルの後方転倒動作において，その臀部と大腿部の間に置いた弾性要素の変化から股関節の力学的負荷を推定した。その各方向成分のピークは，床面衝突瞬間以降において最初に現れた波形の最大値とした（図 3）。転倒における大腿部と臀部の動作の評価項目として，床面に対する大腿部（α）と臀部（β）の角度と股関節の角度（$\alpha - \beta$）を求め，これらは仮想空間における矢状面に関して算出した（正が前屈／屈曲，負が後屈／伸展）。さらに，床面衝突後において，臀部中心が床面から跳ね返った高さの最高値（h）も求めた。

5）倫理面への配慮

本研究は，新潟大学の倫理審査委員会による承認を得ており，ヘルシンキ宣言，臨床研究の倫理指針及び疫学研究の倫理指針に基づいて実施した（承認番号 2019-0202 。承認日：2019 年 11 月）。参加者には実験前に本研究の趣旨と実験において得る利益･不利益などを説明し，その上で参加を希望した際には文書で同意を得た。参加者は，個人を特定されないアルファベットの ID で管理した。

Ⅲ　結果

図 4 に股関節の力学的負荷のピークを示す。前方成分のピークは 1.05 ± 0.48 kN，後方成分のピークは 0.88 ± 0.41 kN であった。参加者 4 名（B，C，I，J）の前方成分のピークと参加者 3 名（F，H，J）の後方成分のピークは 1.0 kN を大きく超えていた。参加者 D は，前方成分において他の参加者に比べてピークが最も小さく，後方成分も 2 番目に小さい値を示しており，前後成分のピークの差，いわゆる波形のレンジ（図 4 の棒グ



白色は前後方向成分のピーク，黒色は遠近位成分のピーク。

図 4　股関節の力学的負荷のピーク

ラフの長さ）で評価すると他の参加者と比べて最も小さかった。近位成分のピークは 1.49 ± 0.87 kN，遠位成分のピークは 2.15 ± 1.23 kN であった。参加者 J の近位成分のピークは他の参加者に比べて極端に大きく，3.5 kN を超えていた。参加者 3 名（G，I，J）の遠位成分のピークは他の参加者に比べて大きく，参加者 G は 4.0 kN を超えていた。一方，参加者 D は，遠位成分が 2 番目に，近位成分は 4 番目に低い値を示しており，遠近位成分の波形のレンジで評価すると他の参加者と比べて最も小さかった。したがって，参加者 D は，前後成分と遠近位成分ともに他の被験者に比べて小さかったことから，股関節の負荷が最も小さい転倒動作をしていた。

表 1 に床面衝突した最初の部位と床面衝突瞬間おける大腿部（α）と臀部（β），股関節（$\alpha-\beta$）の角度，その後の跳ね返りの最高値（h）を示す。床面衝突した最初の部位として，近位成分のピークが極端に大きい 1 名（J）は腰部，前方成分のピークが大きい 2 名（B，C）は腰部と臀部を同時に，残りの 7 名は臀部であった。後方成分のピークが大きい 2 名（F，H）と負荷が最も小さい 1 名（D）について，臀部の角度は他の参加者と比べて大きく後屈し，股関節の角度は屈曲していた。床面衝突後からの跳ね返りの最高値は，参加者 10 名で 81.1 ± 51.0 mm であった。その内，前方成分や遠位成分のピークが大きい 5 名（A，B，C，G，I）は他の参加者に比べて高く跳ね返っており，その値は 100 mm を超えていた。一方，負荷が最も小さい 1 名（D）は全く跳ね返っていなかった。

表 2 に股関節の力学的負荷のピークが現れた時の股関節の角度（$\alpha-\beta$）を示す。大きく 2 つのパターンに分けられ，後方成分のピークが大きい 2 名（F，H）と負

表 1　最初に床面衝突した部位と床面衝突瞬間における床面に対する大腿部の角度 α と臀部の角度 β，股関節の角度 $\alpha-\beta$（度），その後の跳ね返りの最高値 h（mm）

参加者	衝突部位	床面衝突瞬間における角度と跳ね返りの高さ			
		α（度）	β（度）	$\alpha-\beta$（度）	h（mm）
A	臀部	13.2	2.7	10.5	111.4
B	腰部＋臀部	19.7	12.2	7.5	103.9
C	腰部＋臀部	5.8	9.4	−3.6	135.1
D	臀部	3.4	−32.4	35.8	0.0
E	臀部	−4.1	−8.6	4.5	62.8
F	臀部	−2.5	−32.6	30.2	16.8
G	臀部	3.7	−12.9	16.6	142.5
H	臀部	1.0	−37.0	38.1	75.5
I	臀部	0.9	−9.3	10.3	118.3
J	腰部	15.2	12.7	2.5	37.8

α と β の正は前屈，負は後屈を表す。$\alpha-\beta$ の正は屈曲，負は伸展を表す。

表2　股関節の力学的負荷のピーク出現時における股関節の角度α－β（度）

参加者	股関節の角度α－β（度）			
	前方成分	後方成分	近位成分	遠位成分
A	10.0	10.8	10.8	10.0
B	9.2	8.3	9.6	9.2
C	1.0	2.2	0.8	2.2
D	31.7	31.5	33.4	32.4
E	4.9	−0.9	0.8	−1.9
F	23.8	31.1	23.4	23.9
G	1.5	7.9	−1.1	7.9
H	36.5	37.2	−4.0	33.6
I	10.1	7.5	−1.5	1.9
J	9.0	−0.1	−0.5	9.0

正は屈曲，負は伸展を表す。

荷が最も小さい1名（D）の屈曲角は大きく，他の参加者の屈曲角は小さかった。

Ⅳ　考察

大腿骨頚部の軸方向の破壊荷重は2.0 kNから4.0 kN[11) 17)]，女性では2.8 kN程度[17)]である。そして，前後方向の破壊荷重は0.3 kN[18)]である。本研究で得られた力学的負荷の遠近位成分は大腿骨頚部の軸方向の荷重と一致しており，それが破壊荷重の範囲までに至った参加者が3名（G，I，J）見られ，内1名（J）は3.5 kNを超えていた。一方，ヒトの股関節周りは筋肉や靭帯，関節包，脂肪などの軟部組織で包まれており，これらが転倒時における大腿骨頚部への衝撃力を吸収するため[19)]，大腿骨頚部の軸方向にかかる正味の負荷は本研究で得た結果よりも小さくなるものと推測される。これを考慮したとしても，3.5 kNを超えていた参加者は股関節の力学的負荷が大きい転倒動作を有していたことには違いなく，骨強度が弱い女性[3) 17)]がこのような転倒動作を行った場合には骨折リスクが高くなることが推測される。

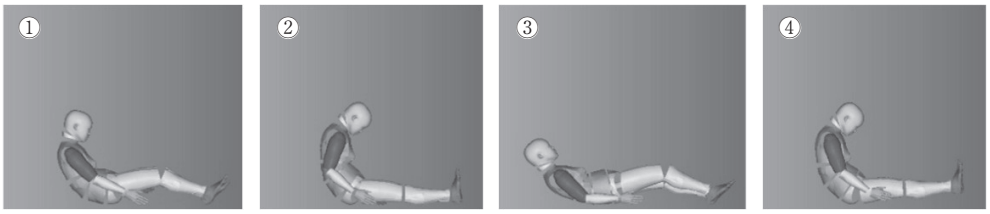
本研究で求めた股関節の力学的負荷の前後方向成分は，大腿骨頚部に対しては剪断力に値し，後方転倒の床面接触時に大腿骨頚部が受ける衝撃力の方向とほぼ一致する。本研究で得た前後方向成分のピークの平均値は，大腿骨頚部の破壊荷重[18)]を大きく超えていた。これも実際には股関節周りの軟部組織によって正味の負荷が小さくなることが推測される。後方転倒の指示内容を同じように与えても，参加者4名は前方成分のピークが，参加者3名は後方成分のピークが大きく現れており，一定の傾向を得ていなかった。前方成分のピークが大きく現れた参加者4名の転倒動作を観察すると，股関節が伸びて床面衝突した後に臀部が高く跳ね返っていた（図5①）。この臀部の高い跳ね返りによって臀部が大腿部に対して前方に引っ張られ，それが前方成分の負荷を増加させたものと考えられる。後方成分のピークが大きく現れた参加者3名の転倒動作を観察すると，股関節を屈曲して床面衝突した後に臀部の高い跳ね返りを示さなかった（図5②）。すなわち，床面衝突時に股関節の屈曲とその後の臀部の跳ね返りの低さよって大腿部が臀部に対して持ち上がり，これが相対的に臀部を後方へ引いたので，力学的負荷の後方成分が増えたものと推測される。

参加者3名（G，I，J）に見られた遠位成分の増加は，臀部に対して大腿部が引き伸ばされたことによるものである。この誘因のひとつとして，遠心力が大きい後方転倒動作を行ったものの，足部の拘束条件（初期位置から前後方向への平行移動はさせず，上下方向と回転のみ許す）によって下腿から近位の体節が全体的に引き伸ばされた可能性がある。それら3名の内，大腿骨頚部の破壊荷重にまで達していた1名（J）は，床面に最初に衝突した部位が他の9名とは異なっており，さらに床面衝突後では臀部が高く跳ね上がり，身体が後ろに反り返る姿勢をしていた（図5③）。この動作によって股関節の弾性要素が大きく変位し，それが大きな負荷として現れたものと考える。

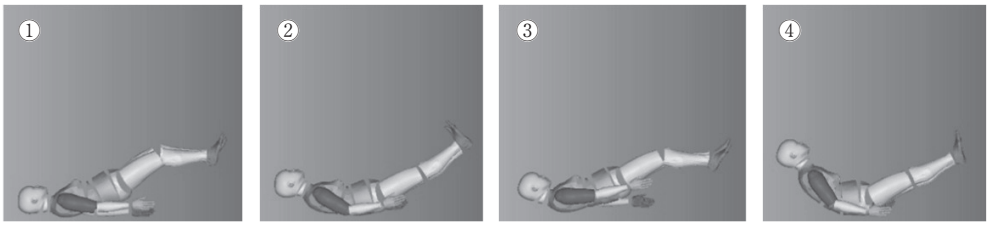
最後に，股関節の力学的負荷が最も小さかった参加者（D）は，臀部で床面に衝突し，股関節を大きく屈曲させる転倒動作していたが，衝突後の臀部の跳ね返りが全く現れなかった（図5④）。この一連の動作を詳しく見ると，臀部が床面に対して滑るように転倒していた。この結果から，床面衝突後における臀部の跳ね返りを減じさせる工夫が股関節の負荷を軽減する方法のひとつであることが分かった。これは，過去の研究で得た発見[9)-11)]と一致する。

したがって，三次元人体モデルによって推定される股関節の力学的負荷は，後方転倒において最初に床面へ接触する部位，そして床面衝突後の臀部の跳ね返りや臀部に対する大腿部の動作の違いによく反映することが明らかとなった。これは，床面衝突の瞬間だけでなく，その直後の動作も分析することが転倒時における関節の力学的負荷を把握するために重要であることも意味している。一方，転倒動作を得る実験への参加者は，研究背景にある女性高齢者ではなく青年男性とした。女性は男性に比して転倒時における大腿骨頚部への負荷が異なり[20)]，転倒動作にも違いがあることが予測される。

本研究では，青年男性における転倒動作の個体差が床



床面衝突瞬間



跳ね返りの最高値

①股関節の負荷の前方成分が大きい例（参加者 B）
②後方成分が大きい例（被験者 F）
③遠近位成分が最も大きい例（被験者 J）
④負荷が最も小さい例（参加者 D）

図 5　床面衝突瞬間と跳ね返りの最高値における三次元人体モデルの姿勢の代表例

面衝突時に生じる股関節の負荷に大きな影響を及ぼすことから，何かしらの方法で取得した女性高齢者の後方転倒動作を入力したとしても，その動作特性に応じた股関節の負荷を得られるものと期待できる。さらに，後方転倒は臀部だけでなく腰部や背中への衝突が生じることもあるため[12]，それが脊椎や腰椎の圧迫骨折のリスクを高める可能性が考えられる。本研究では床面に最初に衝突した部位が腰部であった参加者もおり，この参加者の転倒動作は腰部への力学的負荷が大きかったのかもしれない。これは，三次元人体モデルの臀部と腰部との間に弾性要素を入れれば検討できるので，今後の課題としたい。

本研究の限界として，算出過程に関しては，弾性要素以外の粘性要素を組み込んでいないことと筋肉や靭帯などの軟部組織による負荷の低減を考慮していないこと，転倒時の回転によって生じる関節モーメントを考慮していないことがある。これらは三次元人体モデルには組み込むことが可能であるが，今回は算出を単純化するために除いただけである。そして，転倒動作に関しては，実際は三次元動作であるにも関わらず矢状面の動作しか再現していないことがある。

Ⅴ　結論

参加者 10 名によるさまざまな後方転倒の動作データと三次元人体モデルを用いて股関節の力学的負荷を推定し，転倒動作の違いによる股関節の力学的負荷への影響を観察的に検討した。

股関節の力学的負荷が大腿骨頚部の破壊荷重にまで達した参加者は，最初に床面に衝突した部位やその後の跳ね返りの動作が他の参加者と大きく異なっていた。一方，股関節の力学的負荷が最も小さかった参加者は，床面衝突後の臀部の跳ね返りを生じていなかった。

したがって，三次元人体モデルを用いて推定される股関節の力学的負荷は，後方転倒動作の個体差に大きく影響し，特に床面に最初に衝突する部位と衝突後における臀部と大腿部の動作の違いによく反映されることが分かった。

Ⅵ　利益相反

全ての著者において，申告すべき事項はない。

Ⅶ　研究の財源

本研究は，新潟大学の校費のみによって実施された。

引用文献

1）平成 30 年度高齢化の状況及び高齢社会対策の実施状況，第 1 章第 1 節　高齢化の状況．令和元年度版高齢社会白書（全体版）．内閣府．2020．入手先 <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf>. 参照 2021-1-20.
2）鈴木隆雄ほか．地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究：5 年間の追跡研究から．日本老年医学会雑誌．36（7）：472-478，1999.
3）細井孝之．転倒と骨折．日本老年医学会雑誌．50

(1)：36-39，2013.
4）上岡洋晴ほか．高齢者の転倒・転落事故に関する事例研究．東京大学大学院教育学研究科紀要．38：441-449，1998.
5）Greenspan SL, et al. Fall direction, bone mineral density, and function：risk factors for hip fracture in frail nursing home elderly. Am J Med. 104 (6)：539-545, 1998.
6）福田圭志ほか．地域在住高齢者の後方転倒と転倒リスク評価に関する横断研究．日本転倒予防学会誌．4 (1)：53-59，2017.
7）牧川方昭ほか．高齢者の転倒と大腿骨折のバイオメカニクス．日本セーフティプロモーション学会誌．6：1-7，2013.
8）堀井基行ほか．大腿骨近位部骨折の疫学．京都府立医科大学雑誌．124 (1)：1-12，2015.
9）Luo Y, et al. Prediction of impact force in sideways fall by image-based subject-specific dynamics model. International Biomechanics. 1 (1)：1-14，2014.
10）Hirabayashi S, et al. Simulation study on mechanisms of hip fractures in backward falls. Journal of Biomechanical Science and Engineering. 8 (4)：328-343，2013.
11）Nankaku M, et al. Evaluation of hip fracture risk in relation to fall direction. Osteoporos Int. 16 (11)：1315-1320，2005.
12）渡部欣忍ほか．高齢者骨折の受傷原因としての転倒の特徴と手術時期．臨床整形外科．44 (9)：895-898，2009.
13）日本人の人体寸法・計測データベース 2004-2006. HQL データベースサイト．一般社団法人人間生活工学研究センター．入手先 < https://www.hql.jp/database/cat/size>. 参照 2019-07-13.
14）McConville JT. Anthropometric relationships of body and body segment moments of inertia. Air Force Aerospace Medical Research Laboratory, Aerospace Medical Division, Air Force Systems Command, Washington D.C., USA, 1981.
15）岡田英孝ほか．日本人高齢者の身体部分慣性特性．バイオメカニズム．13：125-138，1996.
16）Pramudita JA, et al. Development of an occupant multi-body model based on Japanese male characteristics data for rear impact analysis. International Journal of Crashworthiness. 19 (2)：182-195，2014.
17）Pinilla TP, et al. Impact direction from a fall influences the failure load of the proximal femur as much as age-related bone loss. Calcif Tissue Int. 58 (4)：231-235，1996.
18）Tayton E. Femoral anteversion：a necessary angle or an evolutionary vestige ? J Bone Joint Surg Br. 89 (10)：1283-1288，2007.
19）Choi WJ, et al. Effects of hip abductor muscle forces and knee boundary conditions on femoral neck stresses during simulated falls. Osteoporos Int. 26 (1)：291-301，2015.
20）Nasiri Sarvi M, et al. Improving the prediction of sideways fall-induced impact force for women by developing a female-specific equation. J Biomech. 88：64-71，2019.

Report

Mechanical Response Analysis on The Hip Joint upon Collision with the Floor after a Backward Fall using a Three-Dimensional Human Body Model

Takumi HAYASHI[1] Katsutoshi NISHINO[2] Pramudita Jonas ADIYA[3]
Masato ITOH[4] Noriaki YAMAMOTO[5] Yuuji TANABE[1]

1) Department of Advanced Materials Science and Technology, Graduate School of Science and Technology, Niigata University
2) Niigata Institute for Health and Sports Medicine
3) Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Nihon University
4) Product Analysis Center, Panasonic Corporation
5) Department of Orthopedic Surgery, Niigata Rehabilitation Hospital

Abstract

【Objective】 Bone fracture caused by colliding with the floor from falls is a serious injury that the quality of life in elderly people depends on. Although the mechanical response on the joint after colliding with the floor from falls using a three-dimensional human body model has been studied to clarify the bone fracture mechanism, this may be influenced by the difference in individual body movement during falls. This study focused on the hip joint during backward falls and aimed to analyze the effect of various body movements during backward falls on the mechanical response of the hip joint.

【Methods】 A three-dimensional human body model was constructed, with an elastic element attached to the hip joint. The material for the floor was concrete. The force acting on the elastic element during falls simulated by the model was defined as the mechanical response of the hip joint. Participants of this study were 10 healthy adult males aged 22.1 ± 1.0 years. Participants fell backwards onto a safe mat used for gymnastics, and the fall motion was measured three-dimensionally using a motion capture system. Movement of the entire body during backward fall was simulated using the three-dimensional human body model, and the mechanical response of the hip joint upon collision with the floor was estimated.

【Results】 Peaks of anterior and posterior components of the mechanical response of the hip joint were 1.05 ± 0.48 kN and 0.88 ± 0.41 kN, respectively. Peaks of proximal and distal components of the mechanical response of the hip joint were 1.49 ± 0.87 kN and 2.15 ± 1.23 kN, respectively. The largest value of the proximal component among all participants reached the fracture load of the femoral neck, and that participant hit a different body segment on the floor first than other participants. The participant with the smallest mechanical response of the hip joint did not bounce the entire body after colliding with the floor.

【Conclusions】 The mechanical response of the hip joint during backward falls depended on the body segment that hit the floor first and the movement of the hip and thigh after colliding with the floor.

Keywords backward fall, hip joint, mechanical response, three-dimensional human body model

Corresponding author：Katsutoshi NISHINO, Niigata Institute for Health and Sports Medicine
67-12 Seigorou, Chuo-ku, Niigata, 950-0933 Japan
TEL：+81 25287-8806 FAX：+81 25287-8807 E-mail：k.nishino@ken-supo.jp
Received：February 2, 2021 Accepted：May 5, 2021

編集後記

COVID-19 の感染拡大を予防するために人々の身体・社会活動を著しく制限した結果，いくつかの弊害があらわになってきました。生命の安全と活動のバランスを保つことの難しさを痛感する毎日です。安全と活動のバランスという点では，第 8 巻第 1 号に転倒予防に伴う行動の制限のあり方に関連する論文が 2 本掲載されました。転倒予防研究に携わる臨床家・研究者が，転倒予防よりもさらに優先すべきことがあると気付き，「その人の権利を擁護しつつ転倒予防の最善を図る」ように転換しつつあることを感じています。安全と自立 / 自律のバランスをとるためには，画一的な転倒予防対策だけでは難しく，その人（転倒予防の対象者）が人生の中で重視していることは何か・その人にとって譲れない自律は何か…といった，その人自身も言葉にできていない思いと向き合っていく感性や姿勢が求められます。これからの 10 年間でそのような投稿や学会発表が増えることを願っています。

さて，新しい生活様式が導入されてから，早くも 2 年が経過しようとしています。人々の交流は著しく阻害されましたが，一方では，国内外の人々との web を用いたコミュニケーションが加速しています。本学会も大きな影響を受け，2020 年の学術集会は web 開催，2021 年は web と現地開催のハイブリット形式で開催されます。また，本誌も，第 8 巻から第 1 号と第 3 号の閲覧方法が web 掲載のみとなりました。慣れるまでに時間を要するかもしれませんが，電子媒体の強みである検索機能を活用したり，最新号をいつでも，どこからでもアクセスして閲覧したりしていただければ幸いです。なお，冊子体で掲載されておりました，執筆要項（英文含む），編集委員会，おやくだちグッズ登録企業一覧につきましては，学会の web サイトに常時掲載しておりますのでご参照ください。

2021 年 8 月 1 日

日本転倒予防学会誌編集委員会　編集委員
征矢野　あや子（京都橘大学　教授）

日本転倒予防学会誌　第8巻　第1号

Japanese Journal of Fall Prevention Vol.8 No.1

令和3年8月10日発行

発　行　人：『日本転倒予防学会誌』編集委員会
編集事務局：日本転倒予防学会
〒104-0045　東京都中央区築地2-12-10　築地MFビル26号館5階（株）朝日エル内
TEL/FAX：03-3544-6112
URL：http://www.tentouyobou.jp/
e-mail：jimukyoku@tentouyobou.jp
制作・印刷：株式会社さくら工芸社
〒102-0072　東京都千代田区飯田橋3-4-10
TEL：03-3261-6598　　FAX：03-3261-1988

© 本書の内容の一部あるいは全部を，転載あるいは複製（コピー，スキャン，デジタル化等）することは，著作権法上認められている場合を除き，禁じられています。