

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2020

課題番号：16H05597

研究課題名（和文）体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システムの開発

研究課題名（英文）Development of a Fall Risk Prediction System for Sitting Position Based on Body Pressure Distribution Changes

研究代表者

白井 みどり (Shirai, Midori)

大阪市立大学・大学院看護学研究科・教授

研究者番号：30275151

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,300,000円

研究成果の概要（和文）：体圧分布測定システムにより座面圧力を測定し、圧力中心座標が座位姿勢や行動により変化することを確認した。そこで座る位置が異なる静止画像を介護保険施設の職員に提示し、転落の危険性の有無を調査した結果、静止画像の圧力中心座標と転落の危険性ありの回答率の間に高い相関係数（ $R^2=0.92$ ）を示す近似曲線を描画できた。これらの結果から、圧力センサーシートで得た座面圧力の信号を解析し、座位姿勢を「安全」、「要確認」、「危険」の文字と色で自動的に通知する「体圧分布変化による座位時転倒危険性予測システム」を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

座位時の転倒・転落の危険性を予測する本システムの活用は、高齢者の座位時における事故防止や身体拘束廃止の一助となり、積極的なケアを進める根拠になる。特に対象者の意思や状態の理解が困難な入院・入所時や状態変化時には有用と考える。また、本システムで多数の高齢者の座面圧力や座位時間等の情報を集積し、各々の高齢者の特徴との関連性が分析できれば、高齢者ケアの発展に向けた基礎データとなる。さらに、本研究は工学研究分野との学際的研究であり、今後は情報ネットワークシステムを利用し、施設内でナースコールや携帯端末への送受信や情報共有、在宅高齢者等への遠隔ケアシステムや介護者への教育システムなど発展性が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Seat pressure was measured by a body pressure distribution measurement system, and it was confirmed that the pressure center coordinates varied depending on sitting posture and behavior. We then presented static images of different sitting positions to staff members at a long-term care insurance facility and investigated whether they were at risk of falling or not. As a result, we were able to draw an approximate curve showing a high correlation coefficient ($R^2 = 0.92$) between the pressure center coordinates in the static images and the number of responses indicating that there was a risk of falling. Based on these results, we developed the "Prediction System for Fall Danger in Sitting Position by Body Pressure Distribution Change," which analyzes the signals of seat pressure obtained by the pressure sensor seat and automatically notifies the user of sitting posture with the letters and colors of "safe", "check", or "danger".

研究分野：老年看護学

キーワード：シーティング 体圧分布 姿勢 行動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢者は加齢や障害により仙骨座りや左右に傾いた姿勢になりやすく、自らの力で座位姿勢を修正することも困難になる。また、認知症高齢者では立ち上がり動作能力が不十分にも関わらず、立ち上がろうとするなどの行動をとることがあり、これらの姿勢や行動は身体拘束の理由になっている。これまでに、長時間にわたる座位時に身体拘束を受ける認知症高齢者を対象に観察した感情反応や行動を根拠に、座位時間の短縮や座り方の工夫等の環境支援を行った。その結果、体幹を前後に倒す等の行動の減少、食事等の日常生活動作の改善、身体拘束を廃止することができた¹⁾。この結果から、自らニーズを訴えることができず、座位時に身体拘束を受ける認知症高齢者では、ケアにより転倒・転落事故を回避し、日常生活動作の改善が可能と考えられた。

また、座位姿勢の支援に焦点を当て、座位時間の調整、座位能力に合わせた車椅子や椅子等を選択する介入を行ったところ、座位姿勢の改善やADL向上がみられたため²⁾³⁾、障害高齢者の自立支援に向けた「看護・介護のシーティング・ガイドライン」を作成した。長期にわたりこのガイドラインの実践応用性を検討したが、健康レベルが低下した高齢者や座位姿勢で長時間過ごす高齢者では効果が得られないことがあった⁴⁾。援助者は健康状態が日々変化する高齢者を経時的に観察し、タイミングよく援助を行うことは容易ではない。そして、どのような状況で援助を行うか等の基準も経験知に頼らざるを得ない現状にある。そのため、座位姿勢や行動による転倒・転落や日常生活の支障が生じる前に、援助者の負担なく経時的に姿勢の傾きや行動を観察し、その結果から実時間で危険性を予測するシステムが必要と考えられた。

介護保険施設における事故・ヒヤリハット報告から座位時の転倒・転落を分析した結果、高齢者の立ち上がり動作、仙骨座りや前傾姿勢により発生していることを確認し⁵⁾、体圧分布変化から危険性のある姿勢や行動を予測できると考えられた。そこで、本研究では、これまでの研究成果をもとに、体圧分布変化から転倒・転落につながる危険性の高い姿勢や行動を予測し、援助者に知らせる「体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システム」を開発する。

2. 研究の目的

非侵襲で違和感の少ない体圧分布測定を経時的に行い、その変化から転倒・転落につながる危険性の高い姿勢の傾きや行動を予測し、援助者に知らせる「体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システム」を開発する。

3. 研究の方法

(1)健康高齢者の座位時の姿勢・行動による体圧分布の変化

座位時の姿勢・行動による座面の圧力分布の変化を明らかにするため、健康高齢者を対象にデータ収集を行った。できる限り自然な座位姿勢を観察するため、日常的に交流のある者3人がテーブルを囲んで肘付き椅子に座り、1時間談話する場面とした。座位時の姿勢・行動はビデオカメラで撮影し、行動の有無を10秒1コマで観察した。観察結果はワンゼロ法でデータ化し、総観察コマ数360コマに対する出現率を算出した。体圧分布は座面圧力とし、椅子座面に敷いたセンサーシート((株)ニッタ)とBPMS体圧分布測定システム((株)ニッタ)により測定し、「体幹を前に傾ける」行動前後の総圧力と圧力中心の変化量を求めた。なお、センサーシートは縦40cm×横36cmで、縦をY軸、横をX軸とした。

(2)施設入所高齢者の座位時の座背角度と座面圧力、座位からの移乗動作の特徴

仙骨座りと普通座りの座背角度と座面圧力の特徴

先に実施した研究(1)により、健康高齢者を対象に座面圧力は姿勢・行動により変化することが確認できたことから、本研究で開発するシステムの適用対象と考える施設入所高齢者を対象に、座位姿勢と座面圧力の関連を検討した。対象者は車椅子座位で転倒・転落リスクがある施設入所高齢者で、車椅子上のいつもの座位姿勢(仙骨座り)と座り直した座位姿勢(普通座り)による座背角度と座面圧力の変化量を求めた。座背角度は、肩峰、大転子、大腿骨外側上顆にマーカーを貼付した対象者をビデオカメラで撮影し、2次元動画計測ソフト(Move-tr/2DS(株)ライブラリー)により算出した。座面圧力は、車椅子座面に敷いたセンサーシート((株)ニッタ)と体圧分布測定システム(BPMS(株)ニッタ)で測定し、座面後端から圧力中心までの距離(Y)、座面右端から圧力中心までの距離(X)を算出した。なお、センサーシートは縦40cm×横36cmで、縦をY軸、横をX軸とした。

座位からの移乗動作の特徴

座位からの移乗動作の転倒リスクを検討するため、移乗動作で転倒リスクがあると判断した入所高齢者を対象にデータ収集を行った。移乗動作は高齢者が一人で車椅子からベッドに移乗する動作とし、ビデオカメラで撮影した。前傾相、起立相、回転相、着座相、終了相の5相に分けて福祉用具の使い方を含む動作と所要時間を観察した。

(3)体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システムの作成

座位からの転倒・転落の危険性と援助の必要性に関する調査

先に実施した研究(2)の により、普通座りよりも座る位置が前にずれる仙骨座りで圧力中心が前方へ移動することを確認し、座面の圧力中心により転落の危険性を推測できると考えた。そこで、その判断基準を検討するため、介護保険施設職員を対象に無記名自記式質問紙調査を行った。質問紙には座る位置を座面後端から4cmごと前方に移動させた健康高齢者の座位姿勢の静止画像4枚を6人分提示し、それぞれについて転落の危険性と座り直しの必要性の有無を回答してもらった。なお、あらかじめ静止画像ごとに座面圧力を測定し、圧力中心を算出した。

体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システムの作成

座位時転落の危険性については、質問紙調査の静止画像ごとの圧力中心の座標と施設職員の転落の危険性ありの回答数の相関関係を確認して閾値を決定し、転倒の危険性は立ち上がり動作や移乗動作時を想定して検討することとした。座面圧力の信号を取り込むことが可能な圧力センサーシートを選択し、結果の表示方法を含む計算処理プログラムを作成した。

4. 研究成果

(1)健康高齢者の座位時の姿勢・行動による体圧分布の変化

健康高齢者3人を1グループに2グループ計6人を対象とし、行動を観察できた4人を分析対象とした。年齢は平均67歳であった。このうち2人は「体幹を前に傾ける」の出現率が70.8%、77.5%と前傾姿勢をとることが多く、総圧力値や圧力中心の変化は少なかった。残る2名の「体幹を前に傾ける」の出現率は、対象者Aは11.1%、対象者Bは8.9%であった。総圧力値への影響が考えられる「テーブルに肘を置く」等が同時に出現する部分を除き、「体幹を前に傾ける」前後で総圧力値の変化が最も大きかった場面を見ると、対象者Aでは総圧力値は1148 mmHg

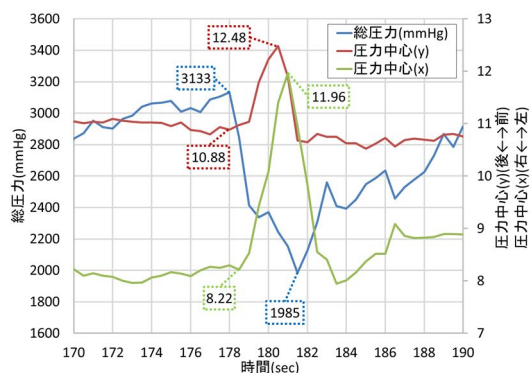


図1 最大変化時の総圧力と圧力中心(対象者A)

減少、圧力中心は 3.2 cm 前方へ、7.4 cm 右方へ変化した(図 1)。対象者 B では、総圧力値は 1646 mm Hg 減少し、圧力中心は 3.1 cm 前方へ、3.4 cm 左方へ変化した(図 2)。また、この行動前後で総圧力値の変化が最も小さかった場面を見ると、対象者 A では総圧力は 353 mm Hg 減少し、圧力中心は 1.2 cm 前方へ、2.6 cm 左方へ変化した。対象者 B では、総圧力値は 403 mm Hg 減少し、圧力中心は 1.8 cm 前方へ、1.3 cm 右方へ変化した。座位時の「体幹を前に傾ける」行動により総圧力値や圧力中心が変化することを確認した。

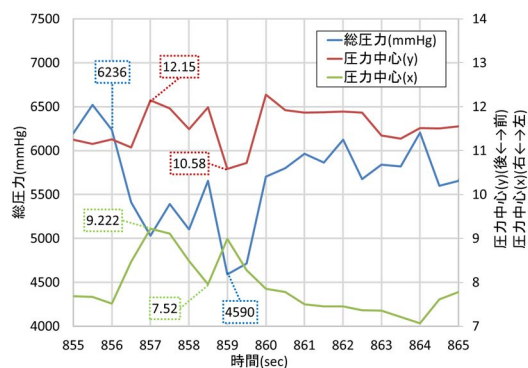


図 2 最大変化時の総圧力と圧力中心 (対象者 B)

(2)施設入所高齢者の座り方による座背角度と座面圧力、座位からの移乗動作の特徴

仙骨座りと普通座りの座背角度と座面圧力の特徴

対象者は 13 名で、年齢は平均 85.6 ± 8.5 歳、身長 146.0 ± 8.1 cm、体重 43.5 ± 7.8 kg であった。障害高齢者の日常生活自立度 A は 5 名、B は 6 名、C は 2 名であった。普通座りでは座背角度 $89.5 \pm 9.4^\circ$ 、総圧力 5136.8 ± 2420.2 mmHg、圧力中心(Y) 28.2 ± 2.5 cm、圧力中心(X) 18.6 ± 0.8 cm であった。仙骨座りでは座背角度 $106.4 \pm 12.0^\circ$ 、総圧力 5321.2 ± 2567.6 mmHg、圧力中心(Y) 22.5 ± 3.6 cm、圧力中心(X) 18.5 ± 1.0 cm であった。仙骨座りの座背角度は普通座りより $16.8 \pm 11.3^\circ$ 大きく、仙骨座りの圧力中心(Y)は普通座りより前方に移動することを確認した(図 3)。体格が異なっても座面圧力の変化により座位位置を確認できる可能性が示唆された。

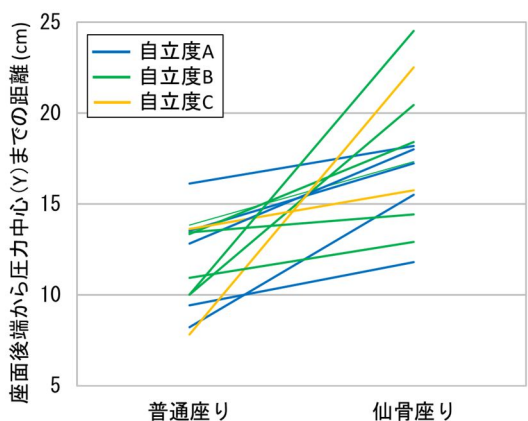


図 3 座り方と座面後方から圧力中心(Y)までの距離

座位からの移乗動作の特徴

対象者は 4 人で、平均年齢は 91 歳 (82 ~ 96 歳)、転倒経験のある者は 2 人 (2 回、7 回) であった。移乗動作は 3 人が起立相、回転相、着座相のうち 2 相を同時に行っていた。離殿をやり直す、体幹を前屈した姿勢で回転する等の特徴がみられた。介助バーなどの支持物やそれを把持する時期や回転時の足の踏みかえ回数などは対象者によって異なっていた。移乗動作の全所要時間は 7.9 ~ 14.1 秒で、支持基底面が狭くバランスを崩しやすい起立・回転・着座相は全所要時間の 44 ~ 72% であった。転倒経験 7 回の者は全所要時間が最も短く、起立・回転・着座相の所要時間は全所要時間の 49% であったことから、一つずつの動作が不十分で転倒の危険性が高いと考えられた。

(3)体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システムの作成

座位からの転倒・転落の危険性と援助の必要性に関する調査

介護保険施設 10 施設、職員 453 人から回答を得た。回答者は介護職員 72.6%、看護職員 18.1% 等であった。座る位置を座面後端から 4cm ごと前方に移動させた静止画像 4 枚を 6 人分提示した結果、転落の危険性は、1 人の健康高齢者の画像では座面後端に最も近い画像 1 で 54.5%、2 番目に近い画像 2 で 96.0%、残る 5 人では画像 2 で 25.4 ~ 51.2%、3 番目に近い画像 3 で 59.8 ~ 86.8% が危険性ありと回答した。座り直しは、上記と同じ健康高齢者では画像 1 で 67.4%、

画像2で98.5%、残る5人では画像2で32.5~64.0%、画像3で72.0~90.9%が必要と回答した。

体圧分布変化による座位時転倒・転落危険性予測システムの作成

調査に用いた静止画像ごとの圧力中心座標と転落の危険性ありの回答数には非線形の相関関係が確認されたため、この曲線に当てはまる関数を検討したところ、高い相関係数 ($R^2=0.92$)を示す近似曲線を描画できた(図4)。この曲線をもとに座り直しの必要性や転落の危険性を評価し、また転倒は立ち上がり動作や移乗動作時を想定して急激な座面圧力の低下で捉えることとした。これらの結果を用いて、LL センサー(株)ニューコム))で得た座面圧力の信号をソフトに取り込んでPCで解析し、ディスプレイに座位姿勢の状況について「安全」、「要確認」、「危険」の文字と色で自動的に通知するシステムを作成した。

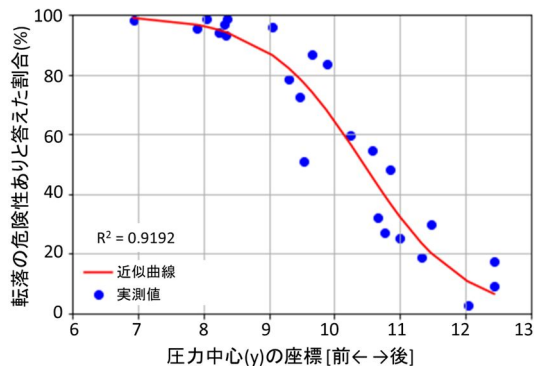


図4 静止画像ごと圧力中心(Y)の座標と転落の危険性ありと答えた割合(%)

<文献>

- 1)白井みどり, 白井キミカ, 今川真治, 他:認知症高齢者の感情反応と行動に基づく個別的生活環境評価とその効果, 日本認知症ケア学会誌, 5(3), 457-469, 2006.
- 2)白井みどり, 佐々木八千代, 北村有香, 他:普通型車いすからいすへの変更による認知症高齢者の座位姿勢とその修正に関連する行動の変化, 日本認知症ケア学会誌, 9(3), 564-571, 2010.
- 3)佐々木八千代, 白井みどり, 北村有香, 他:普通型車いすからモジュラー車いすへの変更による認知症高齢者の姿勢と行動の変化, 日本認知症ケア学会誌, 10(3), 348-355, 2011.
- 4)白井みどり, 佐々木八千代, 北村有香, 他:看護・介護のためのシーティング・ガイドラインによるケアの効果 第1報, 日本老年看護学会第19回学術集会抄録集, 143, 2014.
- 5)白井みどり, 佐々木八千代:介護老人保健施設における座位からの転倒転落の実態, 日本老年看護学会第20回学術集会抄録集, 234, 2015.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 白井みどり、秋山庸子、佐々木八千代、廣瀬秀行
2. 発表標題 高齢者の座位時転倒転落アセスメントツール開発のための基礎研究
3. 学会等名 第22回日本老年行動科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白井みどり、佐々木八千代、秋山庸子、廣瀬秀行
2. 発表標題 体格の異なる健康高齢者の座位姿勢・行動と座面圧力の特徴
3. 学会等名 日本老年看護学会第25回学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白井みどり、佐々木八千代、秋山庸子、廣瀬秀行
2. 発表標題 要介護高齢者の座り方による座背角度と座面圧力の特徴
3. 学会等名 日本地域看護学会第23回学術集会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	秋山 庸子 (Akiyama Yoko) (50452470)	大阪大学・工学研究科・准教授 (14401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	佐々木 八千代 (Sasaki Yachiyo) (10382243)	大阪市立大学・大学院看護学研究科・准教授 (24402)	
研究 分 担 者	廣瀬 秀行 (Hirose Hideyuki) (10360679)	日本保健医療大学・保健医療学部理学療法学科・教授 (32429)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関