



Title	高齢者総合機能評価に基づく退院後早期の転倒予測モデルの構築：機械学習による検討
Author(s)	竹下, 悠子
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/101870">https://hdl.handle.net/11094/101870</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 竹 下 悠 子 )

論文題名

高齢者総合機能評価に基づく退院後早期の転倒予測モデルの構築：機械学習による検討

## 論文内容の要旨

## 【研究背景】

高齢者の転倒は公衆衛生上の課題であり、特に退院後早期は、入院関連機能障害（入院中の身体機能や認知機能の低下など）が要因となり、転倒リスクが高い時期とされている。高齢者医療においては、身体的、精神的・心理的、社会的側面など多面的に評価する高齢者総合機能評価（CGA）を実施したうえで治療・ケアにあたることで、高齢患者の予後改善につながると報告されている。このような多面的評価は、退院後早期の転倒予防においても活用が期待される。しかし、従来の転倒予測モデルには、退院後早期の機能低下や環境変化を十分に考慮していないこと、交絡因子の数に制約のある統計解析では多因子による複雑な転倒リスクの分析に限界があること、煩雑な評価項目が多く多忙な臨床現場での実装が困難であること、などの課題があった。そこで、本研究の目的は、CGAに基づく評価項目を活用し、退院後早期の転倒を予測する機械学習モデルを構築することとした。まず、看護におけるCGAの有用性について系統的文献検討を行った（研究1）。次に、その知見を基に、予備研究として社会的側面に焦点を当てたデータにてモデルを構築した（研究2）。さらに、実装を見据え簡便に収集可能なデータを基に、多施設データを用いてモデルを構築した（研究3）。

## 【研究1】

看護における高齢者総合機能評価の有用性に関するシステマティックレビューとメタ解析

目的：看護師によるCGAの実施が高齢者の主要な健康アウトカムに与える影響を明らかにすることを目的とした。

方法：Cochrane Library、MEDLINEおよび医中誌を用い、1980年～2022年8月31日までの文献を検索した。アウトカムは、死亡率、Activities of Daily Living（ADL）、Quality of Life（QOL）、入院/入所率、医療費の5項目に設定した。

結果：11件のランダム化比較試験を含む20件の文献がレビュー対象となった。CGAの実施は、死亡率の低下（リスク比：0.78 [95%CI: 0.64-0.94]）、ADLの維持・向上（オッズ比：2.88 [95%CI: 1.60-5.18]）、QOLの向上および医療費の削減に有用であることが示された。一方、入院/入所率に関しては、明確な効果を示すエビデンスが不足していた。

結論：看護師によるCGAの実施は高齢者の健康アウトカム向上に有用であり、CGAの実施を推奨する結果が得られた。

## 【研究2】

高齢者の社会的側面に焦点を当てた機械学習による退院後早期の転倒予測モデルの構築：単施設前向きコホート研究

目的：社会的側面に焦点を当てたデータを用いて、退院後早期の転倒を予測する機械学習モデルの構築を目的とした。

方法：2022年2月～2023年9月の期間に、単施設の老年内科病棟に入院した65歳以上の患者を対象に前向きコホート研究を実施した。主要評価項目は退院後3か月以内に発生した転倒とし、電話調査にて収集した。特徴量は、生活状況や社会活動など、社会的側面に関する項目の中からフィルタ法により選定した。5つの分類器（AdaBoost、Extra Trees、Support Vector Machine、k-Nearest Neighbors、Multilayer Perceptron）を用いてモデルを構築し、性能評価にはAUROCを用いた。

結果：解析対象79名中、転倒発生は13名（16.5%）で報告された。平均年齢は転倒群80.9±6.6歳、非転倒群77.3±6.5歳（ $p=0.07$ ）、女性が44.3%であった。13の特徴量を用いたMultilayer Perceptronが最も高い性能（AUROC=0.86）を示した。重要な特徴量には、社会貢献、近所づきあい、自己健康感、性別、地域活動への参加が含まれた。

結論：社会的側面に焦点を当てたデータを用いて、退院後早期の転倒を予測する機械学習モデルを構築できる可能性が示唆された。特に、社会貢献や地域活動への参加といった社会活動が重要な特徴量として同定され、退院後の転倒予防には社会的側面を考慮する必要性が示唆された。

### 【研究3】

高齢者における機械学習を用いた退院後早期の転倒予測モデルの構築：多施設前向きコホート研究

目的：CGAに基づく評価項目を活用し、簡便に収集可能なデータを用いて、退院後早期の転倒を予測する機械学習モデルの構築を目的とした。

方法：2019年10月～2023年7月の期間に、4施設の老年内科病棟に入院した65歳以上の患者を対象に前向きコホート研究を実施した。主要評価項目は退院後3か月以内に発生した転倒とし、電話調査にて収集した。特徴量は、既報の転倒リスク因子や日常診療で収集されている項目の中から、フィルタ法により選定した。4つの分類器（Extra Trees、Bernoulli Naive Bayes、AdaBoost、Random Forest）を用いてモデルを構築し、性能評価にはAUROCを用いた。

結果：解析対象706名中、転倒発生は114名（16.1%）で報告された。平均年齢は転倒群84.7±6.2歳、非転倒群83.4±6.7歳（ $p=0.07$ ）、女性が60.2%であった。19の特徴量を用いたExtra Treesが最も高い性能（AUROC=0.73）を示した。重要な特徴量には、手段的日常生活動作、臨床虚弱尺度（ $\geq 4$ 点）、尿失禁、老年期うつ病評価尺度（ $\geq 5$ 点）、入院前の居住場所など、入院時の評価項目が含まれた。

結論：日常診療で簡便に収集できるデータを用いて、退院後早期の転倒を予測する機械学習モデルを構築できる可能性が示唆された。重要な特徴量には入院前の機能状態を反映する項目が含まれており、退院後早期の転倒予測においては、入院によって生じる機能低下以上に入院前の患者の脆弱性が重要であることが明らかとなった。

### 【まとめ】

本研究により、CGAに基づく評価項目を活用し、日常診療で簡便に収集可能なデータを用いることで、退院後早期の転倒を予測する機械学習モデルを構築できる可能性が示唆された。また、退院後早期の転倒予測には、入院関連機能障害の影響以上に、入院前の患者の社会的側面や脆弱性が重要であることが明らかとなった。本モデルは、身体的、精神的・心理的、社会的側面を包括的に評価し、入院中からの予防介入を可能にするとともに、退院後は転倒リスクの情報を地域と共有することで、病院から地域への円滑なケア移行を支援し、効果的な転倒予防戦略の開発に寄与する可能性がある。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 竹 下 悠 子 )			
論文審査担当者	(職)		氏 名
	主 査	教授	竹屋 泰
	副 査	教授	神出 計
	副 査	教授	清水 安子

## 論文審査の結果の要旨

高齢者の転倒は公衆衛生上の重要課題であり、特に退院後早期は、入院関連機能障害（入院中の身体機能や認知機能の低下など）により転倒リスクが高まる時期とされている。高齢者医療においては、身体的、精神的・心理的、社会的側面など多面的に評価する高齢者総合機能評価（CGA）の実施が、高齢患者の予後改善につながると報告されている。このような多面的評価は、退院後早期の転倒予防においても活用が期待される。しかしながら、従来の転倒予測モデルには、退院後早期の機能低下や環境変化を十分に考慮していないこと、交絡因子の数に制約のある統計解析では多因子による複雑な転倒リスクの分析に限界があること、煩雑な評価項目が多く多忙な臨床現場での実装が困難であることなどの課題があった。これらの課題に対し、本論文はCGAに基づく評価項目を活用し、機械学習手法による新たな転倒予測モデルの構築を目指した研究である。

研究1では、看護におけるCGAの有用性を系統的に検証することを目的に、システマティックレビューとメタ解析を実施した。Cochrane Library、MEDLINE、医中誌の3つのデータベースから選定された20件（RCT11件含む）の文献分析により、看護師によるCGAの実施は死亡率の低下（リスク比：0.78 [95%CI: 0.64-0.94]）、ADLの維持・向上（オッズ比：2.88 [95%CI: 1.60-5.18]）、QOLの向上および医療費の削減に有用であることが示され、CGAの実施を推奨する結果が得られた。

研究2では、研究1の結果を踏まえ、CGAの構成要素の中でも特に社会的側面に着目した転倒予測モデルの構築を目的に、単施設前向きコホート研究を実施した。79名の高齢入院患者を対象とし、機械学習手法を用いた分析の結果、Multilayer Perceptron (AUROC=0.86) により、社会貢献、近所づきあい、自己健康感などの社会的要因が重要な特徴量として同定され、退院後の転倒予防には社会的側面を考慮する必要性が示唆された。

研究3では、研究1、2の知見を発展させ、臨床実装可能な転倒予測モデルの開発を目指し、4施設706名を対象とした多施設前向きコホート研究を実施した。CGAに基づく評価項目を活用し、日常診療で簡便に収集可能なデータを用いたExtra Trees (AUROC=0.73) により、手段の日常生活動作、臨床虚弱尺度、老年期うつ病評価尺度、尿失禁、入院前の居住場所などが重要な特徴量として同定された。退院後早期の転倒予測においては、入院による機能低下以上に入院前の患者の脆弱性が重要であることが示唆された。

以上より、本論文は超高齢社会における重要課題である転倒予防について、退院後早期に着目し、簡便なデータを用いた実装可能な予測モデルを機械学習手法により提案した。特に、入院前の機能状態や社会的側面の重要性を明らかにした点は、保健学および地域医療の発展に寄与するものであり、博士（保健学）の学位授与に値すると考える。