

2026年4月21日

<研究課題> 救急外来で人工呼吸器管理が必要となった高齢者の退院時日常生活活動度の予測モデル作成

代表研究者	福井大学医学部附属病院	救急部	秦 龍彦
共同研究者	聖路加国際病院	集中治療科	岡本 洋史
	東京ベイ・浦安市川医療センター	研修センター	門松 咲南
	東京ベイ・浦安市川医療センター	救急集中治療科	高橋 仁
	東京都立小児総合医療センター	救命救急科	萩原 佑亮
	藤田医科大学	救急総合内科	渡瀬 博子
	横浜市立大学学術院医学群データサイエンス研究科	教授	後藤 匡啓

【背景と目的】救急外来で気管挿管を施行された高齢者の予後は悪いことが知られている。本研究は、救急外来で気管挿管を施行された高齢患者の退院時 ADL 低下を予測することを目的とした。【方法】JEAN-5 レジストリを用い 2020 年 4 月から 2023 年 10 月までの期間に登録された、65 歳以上で入院経路が自宅の症例を対象とした。挿管適応が外傷性、心停止の場合は除外した。予測因子には挿管時に得られる情報として患者年齢、患者性別、基礎疾患、挿管適応を用いた。アウトカムは退院時 BI<80 とした。解析には利用可能な全症例を用い、複数モデルを構築して性能を比較した。【結果】対象期間中の対象症例 379 例のうち、欠損を除いた 143 例を解析した。BI<80 であったのは 39 例であった。ロジスティック回帰モデルが最も高い AUC 0.61 (95% 信頼区間 0.50-0.71)を示した。【結論】モデルの識別能は限定的であった。今後の課題として、モデル安定化のために登録症例数を増加させることや、予測因子の追加などが必要である。

## 1. 研究の目的

救急外来で気管挿管を施行された高齢者の予後は悪いことが知られている。米国の報告では 65 歳以上の 33%が死亡退院し、自宅退院は 24%であったと報告されている<sup>1</sup>。さらに大邊らによる国内の報告では、入院前に要介護状態であった場合は 76~80%が死亡、または介護度が悪化していた<sup>2</sup>。

臨床医は人工呼吸からの離脱が困難で気管切開を行い継続的に医療が必要になる場合や、日常生活活動度(Activities of Daily Living ; ADL)低下で自宅退院が困難な場合を経験するために、そのような転帰をたどる場合についても受け入れ可能か説明するものの、患者・家族にとって救急外来で熟考した答えを出すのは困難である。これは時間的な制約があることや、医師・患者の間に十分な信頼関係が構築されていないことなどに起因する。

さらに、臨床医はこれまでの自身の治療経験を踏まえた上で予想される経過について説明を行うが、あくまで自身の過去の経験症例が根拠である。先の大邊らの報告のように、入院前の状態から介護必要度が改善することはほぼ

無いが、年齢や背景疾患などが異なるために個々の患者の予後予測するには限界がある。

本研究は、救急外来で気管挿管を施行された高齢患者の診療情報および治療後の実際の ADL 情報をもとにして、退院時の ADL を予測することを目的とした。

## 2. 研究方法と経過

### 2-1 研究セッティング

本研究は、2020 年から国内 14 施設で施行している『救急外来における気道管理の前向き多施設共同観察研究 (Japanese Emergency Airway Network; JEAN-5)』レジストリを用いた予後予測研究である。

### 2-2 収集項目

レジストリのデータシートには、救急外来で気道管理を要した症例毎に、担当者により患者情報や施行に関わる情報が登録されている。収集項目には患者年齢、性別、推定身長、推定体重、挿管適応といった患者情報に加え、挿管施行者のトレーニングレベルや挿管方法、挿管前後の生命兆候、挿管成功の有無、合併症などが収集さ

れている。これらレジストリでの収集項目に加え、JEAN-5には急性期病院の医療費算定システムである包括評価制度 (Diagnosis Procedure Combination; DPC) の情報が含まれる。DPCのうち様式1を登録患者毎に突合し、入退院情報として入院経路、入院前の在宅医療の有無、主傷病名、入院の契機となった傷病名、入院後発症傷病名、手術情報、退院先、退院時転帰、退院後の在宅医療の有無や、入退院時のADL指標であるBarthel index (BI)などを収集している。

### 2-3 研究期間と研究対象

JEAN5に2020.4~2023.10までの期間に登録され、DPCデータと突合されている症例から65歳以上で入院経路が自宅の症例を対象とした。挿管適応が外傷性、心停止である場合は除外した。

### 2-4 予測因子とアウトカム

予測因子には、挿管時に得られる情報として以下の4つの項目を事前に選択した。

①患者年齢②患者性別③基礎疾患(Charlson Comorbidity Index)④挿管適応

アウトカムは退院時BI<80とした。これは要介護3以上の状態に相当する<sup>3)</sup>。

### 2-5 予測モデル開発

#### ■ 予測モデル

解析には利用可能な全症例を用い、以下の複数モデルを構築して性能を比較した。

1. ロジスティック回帰モデル (主解析モデル)
2. 機械学習モデル
  - Extreme Gradient Boosting (XGBoost)
  - Random Forest
  - Support Vector Machine (SVM)
  - Elastic Net (正則化ロジスティック回帰)

連続変数は標準化し、カテゴリ変数はダミー変数化した。機械学習モデルのハイパーパラメータは、全データを用いた交差検証により最適化した。

#### ■ モデル性能評価および内部検証

性能評価は内部検証のみで行った。各モデルの識別能、軸正能、臨床的有用性を比較し、最も臨床的に有用なモデルを検討した。

#### ■ モデル解釈

ロジスティック回帰モデルにおいては、回帰係数およびオッズ比を算出し、各予測因子とアウ

トカムの関連を評価した。また機械学習モデルにおいては、予測確率の分布および重症度指標を確認し、モデルがどの変数に依存しているかを評価した。

#### ■ 統計解析

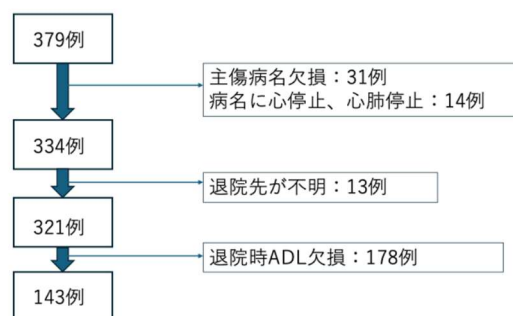
統計解析はR(R-4.4.1)を用いて実施した。有意水準は両側5%とした。

## 3. 研究の成果

### 3-1 モデル性能

対象期間中の対象症例379例のうち、図1のように病名、退院先および退院時ADLの欠損を除いた143例を解析した。BI<80であったのは39例であった。

図1. Patient flow



各モデルのROC曲線は図2の通りである。モデル別の識別能 Area Under the Curve (AUC)は、ロジスティック回帰モデル0.61 (95%信頼区間 0.50-0.71)、XGBoost 0.54 (95%信頼区間 0.44-0.66)、Random Forest 0.60 (95%信頼区間 0.5-0.70)、SVM 0.40 (95%信頼区間 0.30-0.50)、Elastic Net 0.48 (95%信頼区間 0.38-0.58)であった。

較正能を評価したLOWESS calibration plot(図3.)ではXGBoostが比較的良好な性能を示したが、予測確率の分布が狭い範囲に集中していた。

臨床的有用性を評価したDecision curve analysis(図4.)では、ロジスティック回帰モデルが閾値20-35%の範囲においてTreat-allを上回った。

図 2. 各モデルの ROC 曲線

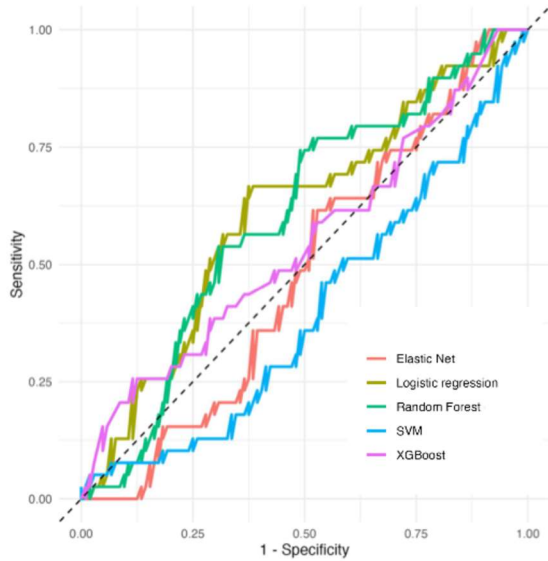


図 3. LOWESS calibration plot

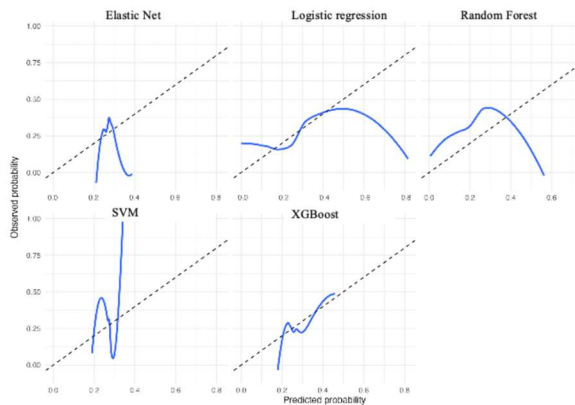
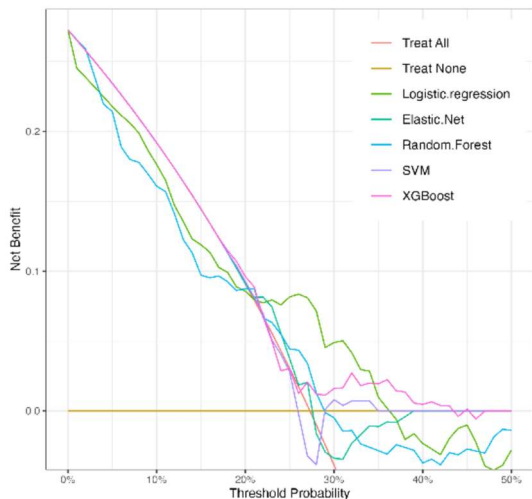


図 4. Decision curve analysis



全体として最もバランスの取れた性能を示したのはロジスティック回帰モデルであったが、本データセットではアウトカムの予測は困難であることが示唆された。データ数の増加や変数の追加が今後の課題である。

### 3-2 モデル解釈

ロジスティック回帰分析において、年齢は退院時ADL低下と有意に関連していた(OR 0.91 95%信頼区間 0.85-0.97)。年齢が高いほどADL 低下のリスクが低い結果となっており、選択バイアスや転帰が死亡となった症例の影響が考えられた。その他の変数は有意な関連を認めなかった。挿管適応に関しては、一部カテゴリーにおいて推定値が不安定であり、データ分布の偏りによる完全分離の影響が示唆された。

機械学習モデルに関して、全てのモデルにおいて予測確率は中間域に集中していた。年齢および挿管適応のうちショック、意識障害(脳卒中)が複数モデルにおいて比較的重要な指標として抽出されたが、重要度の順位はモデル間でばらつきが大きく、一貫した重症度指標は認められなかった。

### 3-3 退院時 ADL の詳細

解析対象となった143例の登録症例について、転帰毎の特徴を調査した(表 1)。全体の年齢中央値は74歳、女性の割合が35%、挿管適応として最も多いのは心不全であった。全体の退院時BIの中央値は100であった一方、転院群の中央値は60であった。自宅退院群は年齢が若く、心不全を挿管適応とされた者が多かったほか、基礎疾患を有している者が多かった。BI<80で自宅退院となった12症例の退院時ADLの詳細についても調査した。入浴のADLが自立していた者はおらず、次いで自立度が低いのは階段昇降、整容であった。この情報を活用することで、退院時の生活の質について、具体例を挙げて提示できる可能性がある。

表 1. Patient Characteristics

変数	全体 (n=143)	自宅退院 (n=89)	転院 (n=39)	死亡 (n=15)	p
年齢 (IQR)	74(70-81)	73(69-80)	74(70-80)	80(75-85)	0.08
女性	50(35%)	25(28%)	19(49%)	6(40%)	0.08
挿管適応					
心不全	53(37%)	38(43%)	10(26%)	5(33%)	0.18
肺炎	22(15%)	12(14%)	10(26%)	0	0.05
脳卒中	17(12%)	5(6%)	10(26%)	0	0.005
ショック	12(8%)	8(9%)	0	4(27%)	0.006
(心血管疾患)					
ショック	8(6%)	5(6%)	1(3%)	2(13%)	0.27
(心血管以外)					
基礎疾患あり	95(66%)	68(76%)	19(49%)	8(53%)	0.005
退院時 BI(IQR)	100(70-100)	100(90-100)	60(45-100)	100(100-100)	<0.001

()内は%、IQR : Interquartile Range

#### 4. 今後の課題

今回の研究ではサンプルサイズおよびイベント数が限られており、機械学習モデルに不利な条件となった。また予測因子が限られていることもモデルの性能低下に繋がっており因子の追加が考慮された。

今後の課題として、イベント数の増加したデータセットを使用することや、予測因子追加の検討、アウトカムの再定義を検討することが考えられる。また外部コホートを用いた検証によりモデルの信頼性および一般化可能性を評価する必要がある。今後のさらなる研究により臨床現場におけるリスク層別化や意思決定支援への応用が期待される。

#### 5. 研究成果の公表方法

本研究結果については、記述研究として退院時 ADL の詳細を第 53 回救急医学会学術総会にて学術発表を施行している。データセットをさらに蓄積した上で追加解析を施行し、結果をまとめ医学系英文雑誌に原著論文として投稿を予定している。

#### 参考文献

1. Ouchi K, Jambaulikar GD, Hohmann S, et al. Prognosis After Emergency Department Intubation to Inform Shared Decision-Making. *J Am Geriatr Soc*. Jul 2018;66(7):1377-1381. doi:10.1111/jgs.15361
2. Ohbe H, Ouchi K, Miyamoto Y, et al. One-Year Functional Outcomes After Invasive Mechanical Ventilation for Older Adults With Preexisting Long-Term Care-Needs. *Crit Care Med*. May 1 2023;51(5):584-593. doi:10.1097/ccm.0000000000005822
3. Matsuda T, Iwagami M, Suzuki T, Jin X, Watanabe T, Tamiya N. Correlation between the Barthel Index and care need levels in the Japanese long-term care insurance system. *Geriatr Gerontol Int*. Nov 2019;19(11):1186-1187. doi:10.1111/ggi.13777

以上

# Development of a Prediction Model for Functional Decline at Hospital Discharge in Older Patients Requiring Mechanical Ventilation in the Emergency Department

**Primary Researcher:** Tatsuhiko Hata

Department of Emergency and General Medicine, University of Fukui

**Co-researchers:** Hiroshi Okamoto

Department of Critical Care Medicine, St. Luke's International Hospital

Sakina Kadomatsu

Clinical Training Center, Tokyo Bay Urayasu Ichikawa Medical Center

Tadahiro Goto

Professor, Department of Health Data Science, Graduate School of Data Science, Yokohama City University

**Background and Objectives:** Older patients who undergo tracheal intubation in the emergency department (ED) are known to have poor outcomes. This study aimed to develop a prediction model for functional decline at hospital discharge using clinical data obtained at the time of intubation in older patients in the ED. **Methods:** We conducted a retrospective analysis using the JEAN-5 registry. Patients aged  $\geq 65$  years who were admitted from home and underwent tracheal intubation in the ED between April 2020 and October 2023 were included. Patients with traumatic indications or cardiac arrest were excluded. Predictors available at the time of intubation included age, sex, comorbidities (Charlson Comorbidity Index), and indication for intubation. The primary outcome was functional decline at discharge, defined as a Barthel Index (BI)  $< 80$ . **Results:** Of 379 eligible patients, 143 cases without missing data were included in the analysis. Functional decline (BI  $< 80$ ) was observed in 39 patients. Among the models tested, logistic regression demonstrated the highest discrimination with an area under the receiver operating characteristic curve (AUC) of 0.61 (95% confidence interval, 0.50–0.71). **Conclusion:** The predictive performance of the models was limited. Future studies should aim to increase the sample size and incorporate additional clinically relevant variables to improve model performance.