

第二次審査（論文公開審査）結果の要旨

Machine learning for the prediction of successful extubation among patients with mechanical ventilation in the intensive care unit: A retrospective observational study

機械学習を用いた人工呼吸器離脱の成否予測

日本医科大学大学院医学研究科 救急医学分野

大学院生 太田黒 崇伸

Journal of Nippon Medical School 第 88 巻 第 5 号(2021)掲載予定

人工呼吸器は重症患者における呼吸補助に重要な生命維持装置である。一方で抜管の失敗は合併症や死亡率の増加に繋がるため、適切な離脱を行うことが望ましい。

しかし、現在に至るまで人工呼吸器離脱に際して様々なプロトコルが用いられてきたが、失敗率は 10-20%程度と依然として高い。

本研究では機械学習を用いることによる人工呼吸器離脱の予測精度を検討した。

呼吸不全が原因で 24 時間以上の人工呼吸器管理を受けた患者を対象とした。18 歳未満、意識障害や緊急手術のための気管挿管施行例、抜管前の死亡、転院、及び気管切開術の施行例は除外した。

年齢、性別、体型、バイタルサイン、人工呼吸器の測定値、動脈血液ガス所見、及び血液検査など 57 項目を特徴量としデータを収集した。抜管失敗は抜管後 72 時間以内の再挿管と定義した。

教師あり学習を行うため、人工呼吸器管理を必要とする状態か否かでラベル付けを行った。具体的には抜管成功例の抜管 3 時間前からを抜管可能と想定し、気管挿管施行後 2 時間までと抜管失敗例の抜管 3 時間前からを抜管不能と想定した。

計 117 人が解析対象となった。そのうち男性が 66%で年齢中央値は 73 歳であった。疾患内訳としては肺炎が 39 人(33%)、外傷が 13 人(11%)、CO2 ナルコーシスが 10 人(9%)の順で多く見られた。入院時の重症度は APACHE II、SOFA、SAPS II の中央値でそれぞれ 22、11、52 であった。また人工呼吸器装着期間の中央値は 5 日で、在院日数の中央値は 16 日だった。

抜管失敗例は全体で 13 人であり、原因内訳は呼吸不全が 7 人(54%)、上気道狭窄が 3 人(23%)、誤嚥が 3 人(23%)であった。AUC はそれぞれ RF で 0.931、XGB で 0.947、GBM で 0.950 だった。更に各モデルにおいて、典型的な抜管成功例と抜管失敗例に対して抜管成功率を予測する経時的なトレンドグラフを図示した。

本研究の結果、機械学習を用いることで人工呼吸器離脱を高い精度で予測可能であるこ

とが示された。また本研究では人工呼吸器離脱の予測に影響を与える特徴量も明らかにした。全てのモデルにおいて人工呼吸器装着期間が最も重要度の高い特徴量であったが、人工呼吸器装着期間の他に最高気道内圧、平均気道内圧、FiO₂、CPK、平均血圧、PEEP、年齢、LDHなどが寄与した。従来のプロトコルとは異なり、機械学習は特徴量の臨床的意義を説明することが困難である一方で、多数の特徴量を導入することで人工呼吸器離脱を予測することが可能なツールとなり得ることが示唆された。

審査委員からは、CPKやTP、凝固系因子なども特徴量の上位にあることを実臨床でどのように判断するか、画像データを入力させ、予測に反映させることは可能か、精度を改善させるためにはどうするか、それぞれの機械学習のアルゴリズムの特徴はなにか、等の教育的質問がなされ、それに対して的確な回答を得た。

本論文は、機械学習を用いた実地的かつ先進的な研究であり、将来、救急医学へ大きく貢献すると思われたため、学位論文として適切なものと判断した。