

令和元年度 厚生労働科学研究費補助金

政策科学総合研究事業(臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業)

分担研究報告書

研究課題：集中治療領域における生体情報や診療情報等を活用した人工知能(AI)の実装を推進するための基盤整備に係る社会的・技術的課題等についての実証的研究(19AC0201)

分担研究4. 単施設による時系列データを用いたユースケースの選定

研究分担者

高木 俊介, 山中 竹春, 長嶺 裕介

研究要旨

集中治療室へ入室した患者178名のバイタルと尿排出量及び水分投与(輸血, 輸液, 注射, 経口水分補給)量データを, 患者データ収集システム(ACSYS)から抽出し匿名化を実施した. データ欠損や表記揺らぎの修正と水分の入出力量のスループット値への変換などのデータクレンジングを実施した. AKI 発症判断に重要な指標である血中クレアチニン量及びそれから算出する eGFR 指標を予測する因子として, バイタルや水分の入出力量の時間変化を含めた特徴量データを作成. 関数データ解析の手法の一つである基底関数展開係数を特徴量とした. これらのデータを用いて eGFR 指標の増減予測モデルを機械学習手法を用いて試作した. しかし, 現時点では, まだ十分な予測精度が得られておらず, 特徴量の改良を繰り返している.

研究目的

本研究では, 複数のICUを繋いで, リアルタイムな診療データから, 人工知能を組み込んだアルゴリズムを用いて患者の重症度を評価し, 全国的な集中治療診療の質の向上を目指している.

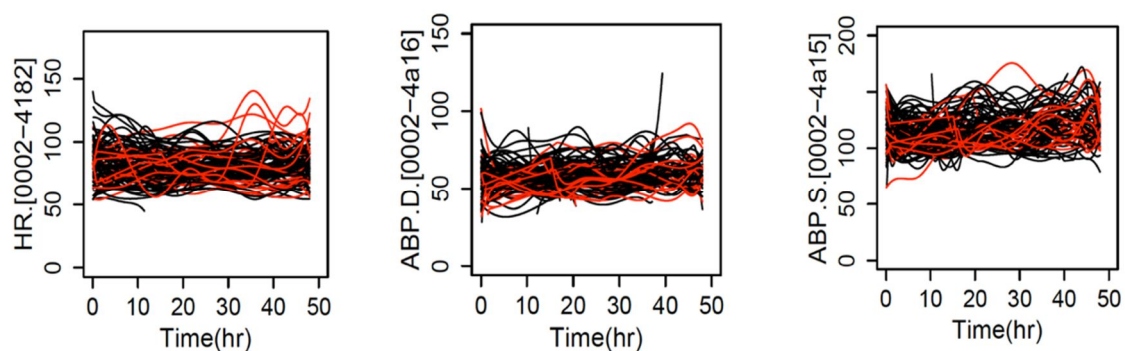
本分担研究では, その端緒として単施設による時系列データを用いたユースケースの選定を実施した.

研究方法および経過

横浜市立大学附属病院 集中治療室に入室した患者の時系列のパネルデータを用いて予測モデルの構築を試みた。ある疾患群を対象として、48時間後の特定の合併症の発生有無で2群に分類した。合併症の発生有無に対し、時系列のデータ（1分毎に抽出されている生体情報データ）を用いて予測モデルを構築した。

集中治療室へ入室した患者178名のバイタルと尿排出量及び水分投与（輸血，輸液，注射，経口水分補給）量データを，患者データ収集システム（ACSYS）から抽出し匿名化を実施した。データ欠損や表記揺らぎの修正と水分の入出力量のスループット値への変換などのデータクレンジングを実施した。AKI発症判断に重要な指標である血中クレアチニン量及びそれから算出するeGFR指標を予測する因子として，バイタルや水分の入出力量の時間変化を含めた特徴量データを作成。関数データ解析の手法の一つである基底関数展開係数を特徴量とした。これらのデータを用いてeGFR指標の増減予測モデルを機械学習手法を用いて試作した単施設での症例のため患者データ数が少ないというLimitationがあるが，ROC 0.91と高い予測率を導く事が出来た。

関数ロジスティック回帰モデル (Functional logistic regression model)



〰 合併症 無し 〰 合併症 有り

本研究では，関数ロジスティック回帰モデル (Functional logistic regression model) に基づき予測モデルを構築した。例えば，ABPs，ABP，HRの経時測定データをそれぞれ関数データに変換し，これらを説明変数として結果変数（合併症の有無）を予測するモデルである。このモデルにより，各検査項目で観測されたすべての経時測定データを用いて，各患者の合併症の発症確率（スコア）を算出できる。

関数ロジスティック回帰モデル

各患者のパネルデータ（HR:心拍数，ABP.D:拡張期血圧，ABP.S:収縮期血圧）を関数データへと変換し，1つの説明変数へと変換する．これらの説明変数を用いて，2群間で予測モデルを構築する．第一段階はオフラインでの予測モデル構築であり，次のステップとしてリアルタイムでのモデルの結果表示へと進む予定である．また，JICAPによるデータベースが構築された際には，よりサンプル数を増やしてモデルの再構築を行う予定である．

既存の患者データ収集システムから抽出したデータ向けのデータクレンジングプログラムと機械学習の特徴量作成プログラム(共に Python により作成)は，今後も蓄積され続ける新しい患者データの処理に活用していく．AKI 予測モデルの精度が十分に出るようになった後には，予測モデルをリアルタイムに稼働させて，患者の常時監視に利用していく予定である．

研究成果

本分担研究のうち，冠動脈バイパス後の患者に着目した解析は，学術集会での発表を予定しており，下記に抄録を添付する．

Prediction model with panel data to calculate the risk score of acute kidney injury after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass.

Background and Goal of Study :

Cardiac surgery with cardiopulmonary bypass affects renal function in short and long time period. Incidence rate of acute kidney injury (AKI) following cardiac surgery is 5–30%. It is said that 1-2% of the AKI patients need renal replacement therapy after cardiac surgery. However, to predict AKI after cardiac surgery is difficult due to postoperative hemodilution. Currently, panel data such as continuous vital signs are essential factors for personalized healthcare. The aim of this study was to determine the predict factors of AKI and to construct the model with panel data to calculate the risk score of AKI with using panel data such as continuous vital signs.

Materials and Methods :

We retrospectively collected data of patients who underwent cardiac

surgery with cardiopulmonary bypass at Yokohama city university hospital from 2017 June to 2019 Sep. AKI was defined by the KDIGO criteria using the change of sCr from baseline.: (1) increment of 0.3mg/dl (within 48 hours) (2); increment of 150% (within 7 days). Patients were divided into AKI and non-AKI group, and we collected the trend patterns of vital signs (systolic and diastolic blood pressure, heart rate and respiratory rate) about the two groups.

In this report, we applied a functional logistic regression for constructing a model to predict AKI. All repeated measurements of vital signs were incorporated into the model as smoothed curves, and patients were classified into two groups by the calculated risk score ($0.5 \leq$ group and $0.5 <$ group).

Results and Discussion :

92 patients were enrolled for this study. 21 patients were divided into AKI group and 71 patients were divided into non-AKI group. We constructed prediction models to calculate the risk score of AKI. The best area under the receiver operator characteristic curve (AUC) was achieved by the estimated model which used diastolic blood pressure, systolic pressure and heart rate (AUC=0.91, 95% bootstrap CI: 0.82-0.98). However, this model was not validated by test set. Therefore, it may have the risk of overfitting, and further study will be needed.

Conclusion :

We constructed prediction model with panel data as continuous vital signs was useful for predicting AKI after cardiac surgery.