

論文内容要旨

論文題目

消化器外科手術における、機械学習を用いた術前・術中情報による術後合併症予測モデルの研究

責任講座： 外科学第一講座

氏名：安次富 裕哉

【内容要旨】(1,200字以内)

緒言：近年、機械学習(ML)は様々な分野で応用され、医療分野でも様々な試みが行われている。本研究では、電子カルテ上の様々な術前・術中因子を用いて、MLによる術後合併症予測モデルを構築し、その予測精度を検討した。また、各因子の重要度を算出し、検討した。

対象と方法：2017年1月1日から2019年12月31日の間に、山形大学医学部外科学第一講座で行われた、消化器外科領域の予定手術926例のうち、主要な臓器切除を伴った617例を対象とした。診療録より、被験者背景、併存疾患、薬剤使用歴、術前血液検査値、呼吸機能検査、心電図、手術情報、術後情報を収集した。収集した情報から、すべてのデータを含めたDataset 1、因子を調整したDataset 2を作成した。2種類のデータセットに、ロジスティック回帰(LR)、サポートベクターマシン(SVM)、非線形モデルとしては決定木(DT)、ランダムフォレスト(RF)、勾配ブースティングツリー(GBDT)のMLモデルを適用した。データセット別に、各MLモデルにおける重篤な術後合併症に対する予測の正解率(Accuracy)、およびarea under the receiver operation characteristic curve (AUROC)、area under the precision recall curve (AUPRC)により各MLモデルの性能を比較、検討した。主要評価項目を各MLモデルの性能とし、また副次評価項目としてDT、RF、GBDTにおける、因子の結果に対する重要度を算出した。

結果：Dataset 1においてモデル性能が良かったのはLRで、Accuracy 0.798 (95% CI 0.758-0.838)、AUROC 0.671 (95% CI 0.582-0.761)、AUPRC 0.374 (95% CI 0.191-0.462)であった。Dataset 2においてはRFが最も性能が良く、Accuracy 0.855 (95% CI 0.844-0.866)、AUROC 0.725 (95% CI 0.633-0.818)、AUPRC 0.412 (95% CI 0.211-0.533)であった。Dataset 1よりも採用する因子を調整したDataset 2におけるMLモデルの方が、全体として性能は高かった。結果に対する重要度が高い因子は、採用する機械学習モデル、Datasetにより、それぞれ異なっていた。重要度の高い因子を集計すると、手術臓器や手術時間、輸液量などの手術因子が最も重視されていたが、呼吸器機能や凝固能なども重視される傾向にあった。手術時間別に比較すると、360分以上の長時間手術は有意に合併症率が高かった。また臓器別に比較すると、食道や膵臓を対象とした手術では有意に合併症率が高かった。

考察：今回の検討ではRFが最も予測性能に優れていた。術前・術中因子両方を組み込んで予測を行ったが、より適切な因子選択の方法については、検討の余地がある。予測において重視された因子には事前に調整することが難しい因子もあったが、合併症リスクを判定することによって、それを意識した周術期管理が可能となる。しかし機械学習による判定は絶対ではないため、臨床医の意思決定を行う上での一つのツールとして利用するのが妥当であろう。機械学習を臨床応用するためにはより精度を上げる必要があり、さらなる検討が必要である。

2022年 1月 6日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

学位論文審査結果報告書

申請者氏名：安次富 裕哉

論文題目：消化器外科手術における、機械学習を用いた術前・術中情報による術後合併症予測モデルの研究

審査委員：主審査委員

工谷 順孝



副審査委員

鹿戸 将史



副審査委員

藤井 聡



審査終了日： 2022年 1月 5日

【 論文審査結果要旨 】

近年、外科手術は低侵襲化に向かっている一方、高齢患者や進行癌に対する手術適応の拡大などの背景から、術式によっては術後合併症が増加しており、未だに重大な術後合併症をきたす症例もある。安次富氏は術後合併症を予測し早期に対処することにより、合併症の発現やその重篤度を軽減できるのではないかと考え研究を計画した。本研究では、患者の術前・術中因子を用いて機械学習による予測モデルを構築しその精度を検討すること、ならびに予測における重要な因子を抽出することを目的とした。

山形大学医学部外科学第一講座で施行された臓器切除を伴う手術症例 617 例を対象として、それぞれ 110 (dataset 1) と 75 (dataset 2) の特徴量により、Clavien-Dindo 分類 Grade3 以上の術後合併症の予測モデルを作成した。その結果、dataset 2 は dataset 1 と比較してモデル性能が良く、dataset 2 のうち最も性能が優れたモデルは random forest (RF) モデルであった (Accuracy 0.855, AUROC 0.725, AUPRC 0.412)。しかしながら未調整モデルでは感度が低かったため、感度 0.8 となるように閾値を調整したところ、同様に RF が最も性能が高いモデルであった (感度 0.826、特異度 0.257)。最後に、予測モデルにおける重要度の高い因子を各モデルで検討したところ、手術臓器と手術時間が共通の因子として同定された。これらの因子は、いずれも有意に術後の重篤な合併症の発症と関連していた。

本研究において、安次富氏は機械学習による術後合併症モデルの作成を試み、RF モデルが最も高い予測性能を有すること、手術臓器と手術時間が重要な予測因子であることを見いだした。本研究は新たな手法を用いた試みであり、その結果に対して適切な考察がなされており、以下に示す内容の追加、修正を行うことで、学位を授与する論文に値すると判定する。

- ・手術臓器と手術時間は周知の予測因子であり新規性がない。機械学習による探索的検討において新たに抽出された候補因子に対して解析ならびに考察を加えること。
- ・審査時に指摘された論文の修正点を最終版に反映させること。