

論文審査の要旨

筆頭著者（学位申請者）氏名

原岡 政貴

主論文の題目  
および  
掲載・審査委員

題目 A Predictive Model for the Success of Endoscopic Combined Intrarenal Surgery by Machine Learning Using Medical Record Information and Diagnostic Image Findings  
(カルテ情報と画像診断所見を用いた機械学習による経皮・経尿道同時内視鏡手術の成功予測モデル)

掲載誌 Journal of St.Marianna University 2022;(in press)

主査 三村 秀文  
副査 遊道 和雄  
副査 菊地 栄次

[論文の要旨・価値] 経尿道的尿管碎石術と経皮的腎尿管碎石術を同時に行う経皮・経尿道同時内視鏡手術(Endoscopic Combined Intrarenal Surgery: ECIRS)は、大きな腎結石やサンゴ状結石に対する内視鏡治療の第一選択として普及が進んでいる。ECIRS 成功の予測因子を検討した過去の研究では、結石の表面積と結石を含む腎杯の数が治療成功予測に関連する因子として報告されている。経皮的腎尿管碎石術に対する機械学習(machine learning: ML)を用いた結石碎石の予測因子が検討され優れた予測モデルが開発されているが、ECIRS に対する ML による予測モデルに関する報告はみられない。今回カルテ情報と画像診断データから ML を用いた ECIRS 成功率予測モデルを作成し、その精度を検証した。対象は単施設において 2014 年から 2020 年までに尿路結石に対して ECIRS を実施した患者である。患者の臨床情報、血液生化学的所見、尿所見、画像所見など 68 項目を説明変数として収集した。手技の成功を治療後の CT で 4mm 以上の結石がないことと定義した。計 8 種類の機械学習アルゴリズムを用いて予測モデルを作成して精度を比較検討した。次に腹部 CT 画像においてラジオミクス解析を行い、ECIRS の成功予測におけるラジオミクス解析の導入効果を検証した。441 名の患者が解析対象となった。説明変数は 68 項目でサンプル数に対して多いため、特徴量の重要度を計算して 18 項目を選択することで学習精度を向上させた。重要度の算出方法としては、ロジスティック回帰 (logistic regression: LR) における重みがある閾値より大きい特徴を選択した。乳酸脱水素酵素(LDH)、結石の形状、総蛋白、年齢、3 番目に大きな結石が遠位尿管に存在、重複腎盂尿管、身長、1 番大きな結石が中部尿管に存在、1・2 番目に大きな結石の長径、尿沈渣中の白血球数 30~49/HPF および 100/HPF 以上、平均赤血球ヘモグロビン濃度、馬蹄腎、腎杯結石の有無、腎杯の結石数、2 番目に大きな結石の短径、以上 18 項目が ECIRS の高い成功率の予測因子であった。LR を用いて解析した結果、AUC 0.71 で、正解率、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率はそれぞれ 71.9%、77.7%、54.5%、83.7%、44.8% であった。さらに、CT 画像を用いたラジオミクス解析を追加して計 172 の特徴量を実装対象とした。ラジオミクス解析の有無により AUC に有意差は認められなかった。結果としてカルテ情報と画像診断所見を用いて学習した機械学習モデルは、ECIRS の成功予測に有用であった。本研究は ECIRS に対する ML による予測モデルについての新規研究であり、臨床的価値が高い。急速に発展する人工知能技術の応用に新たな知見を提供するものであり、意義のある論文と考えられる。

[審査概要] 審査は 2023 年 1 月 19 日に主査、副査 2 名及び 1 名の陪席のもとで行われた。PC を用いた 20 分間の口頭発表は大変わかり易くまとめられていた。引き続き 40 分間の質疑応答が行われた。質問内容は手技で使用する機器、感染症の影響、治療のエンドポイント、説明変数の選択方法、ラジオミクス解析における特徴量、今後の治療法の選択に与える影響についてなど多岐にわたったが、申請者はいずれの質問にも概ね的確に回答した。

最終試験結果の要旨

[研究能力・専門的学識・外国語（英語）試験等の評価] 研究発表と質疑応答から、申請者は当該研究領域に関する専門的知識を有し、十分な研究・発表能力があると判断した。語学力については当該論文の引用文献の抄録をその場で和訳させ、十分な英語読解力を有すると判断した。今後の研究課題についても言及し、研究意欲が感じられた。真摯な態度からも、申請者は学位授与に値すると判断した。