Chirurgia (Bucur). 2026;121(5):489-499
http://dx.doi.org/10.21614/chirurgia.3379

Stratificarea riscului în chirurgia de urgenţă bazată pe inteligenţă artificială: dezvoltarea şi validarea modelului PROMETHEUS-AI

Cătălin Cosma[1,2], Vlad Olimpiu Butiurca[1,2], Cosmin Nicolescu[1,2], Marian Botoncea[1,2], Călin Molnar[1,2]
[1]George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science and Technology of Târgu Mureș, Romania
[2]General Surgery, Emergency County Hospital of Târgu Mureș, Romania

Rezumat

Introducere: Chirurgia Generală de Urgenţă este asociată cu o morbiditate postoperatorie semnificativă, iar stratificarea precisă a riscului perioperator rămâne o provocare. Inteligenţa artificială şi tehnicile de învăţare automată pot îmbunătăţi predicţia riscului prin integrarea simultană a multiple variabile demografice, clinice, biologice şi operatorii. Scopul acestui studiu a fost dezvoltarea şi validarea internă a PROMETHEUS-AI, un cadru predictiv bazat pe inteligenţă artificială pentru predicţia complicaţiilor postoperatorii în Chirurgia Generală de Urgenţă.

Materiale şi Metodă: A fost realizat un studiu observaţional retrospectiv, unicentric, care a inclus 250 de pacienţi adulţi supuşi intervenţiilor chirurgicale de urgenţă pentru apendicită acută, colecistită acută sau ocluzie intestinală non-oncologică în perioada 2020–2025. Variabilele demografice, clinice, biologice şi operatorii au fost integrate în modele de Logistic Regression, Random Forest şi Extreme Gradient Boosting (XGBoost). Validarea internă a fost realizată prin împărţirea lotului în seturi de antrenare şi validare în raport 80:20. Performanţa modelelor a fost evaluată prin aria de sub curba ROC (ROC-AUC), acurateţe, sensibilitate, specificitate, precizie şi scor F1. Interpretabilitatea modelului a fost evaluată utilizând SHapley Additive exPlanations (SHAP).

Rezultate: Complicaţiile postoperatorii au fost înregistrate la 48 de pacienţi (19,2%), iar complicaţiile postoperatorii majore (Clavien-Dindo grad IIIa-V) la 17 pacienţi (6,8%). XGBoost a demonstrat cea mai bună performanţă predictivă, cu un ROC-AUC de 0,88, o acurateţe de 85,0%, o sensibilitate de 83,0%, o specificitate de 86,0%, o precizie de 81,0% şi un scor F1 de 0,82. Random Forest a obţinut un ROC-AUC de 0,84, iar Logistic Regression un ROC-AUC de 0,78. Analiza SHAP a identificat albumina serică, vârsta, clasificarea statusului fizic ASA, proteina C reactivă, lactatul seric şi raportul neutrofile/limfocite drept cei şase predictori cu cea mai mare importanţă, urmaţi de durata intervenţiei chirurgicale, instabilitatea hemodinamică, sepsisul la internare şi Clinical Frailty Scale.

Concluzii: PROMETHEUS-AI a demonstrat o performanţă promiţătoare, validată intern, pentru stratificarea riscului de complicaţii postoperatorii în Chirurgia Generală de Urgenţă, XGBoost prezentând cea mai bună capacitate discriminatorie dintre algoritmii evaluaţi. Rezultatele susţin fezabilitatea utilizării învăţării automate explicabile pentru evaluarea riscului perioperator. Totuşi, având în vedere designul retrospectiv unicentric, dimensiunea limitată a eşantionului şi absenţa validării externe, PROMETHEUS-AI trebuie considerat un model exploratoriu de tip proof-of-concept, care necesită validare prospectivă, multicentrică şi externă înainte de implementarea clinică.

Cuvinte-cheie: inteligenţă artificială, chirurgie de urgenţă, învăţare automată, stratificarea riscului, complicaţii postoperatorii, XGBoost, chirurgie generală