Abstrakt

Hintergrund: Akutes Nierenversagen (AKI) ist eine häufige und schwerwiegende Komplikation nach Kinderherzoperationen, die typischerweise früh (0–48 Stunden) auftritt und die Prognose verschlechtert. An der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) steht ein umfassender, AKI-gelabelter Datensatz aus einem klinischen Entscheidungsunterstützungssystem (CDSS) zur Verfügung, der prä-, intra- und postoperative Routinedaten von über 1.300 Operationen enthält. Die effektive Analyse dieser komplexen Daten ist eine zentrale Herausforderung.

Zielsetzung: Diese Arbeit evaluiert, wie effektiv das AnnData-basierte ehrapy-Framework die transparente und reproduzierbare Identifikation von AKI-Risikofaktoren aus diesem angereicherten klinischen Routinedatensatz unterstützt.

Methoden: Ein Analyse-Subset mit 1.209 OP-Episoden wurde gebildet. Der Endpunkt war AKI in den ersten 7 Tagen nach der Operation (definiert nach KDIGO-Kriterien). Der Datensatz wurde in AnnData/.h5ad harmonisiert. Wir schätzten ein logistisches GLM mit natürlichen Splines für das Alter, cluster-robusten Standardfehlern (Clustering: Patient) und untersuchten Kovariaten wie OP-Dauer [h], Re-Operation (ja/nein) sowie Geschlecht. Zusätzlich wurde die Interaktion zwischen OP-Dauer und Re-Operation getestet. Ergänzend wurden Onset-Analysen (Zeit bis zum AKI-Ereignis) und eine 5-fache Cross-Validation durchgeführt. Die vollständige Reproduzierbarkeit des Analyseprotokolls wurde durch Skripte in 00\_run.py/config.yaml sichergestellt.

Ergebnisse: Eine längere OP-Dauer war hochsignifikant mit höheren AKI-Odds assoziiert (OR/h ≈ 1,147; 95 %-KI 1,077–1,222; p < 0,001). Eine Re-Operation zeigte entgegen der Annahme signifikant niedrigere Odds (OR ≈ 0,236; 0,145–0,384; p < 0,001), wobei die Interaktion mit der OP-Dauer signifikant war (p ≈ 3,9 × 10⁻⁴). Das Geschlecht hatte keinen unabhängigen Effekt. Der überwiegende Anteil der AKI-Fälle trat bereits 0–48 Stunden nach der Operation auf. In der Cross-Validation erzielte das Modell eine solide Performance (ROC-AUC ≈ 0,637; PR-AUC ≈ 0,538; Brier ≈ 0,238).

Schlussfolgerung & Fördernutzen: Unsere Ergebnisse demonstrieren, dass das ehrapy-Framework eine klare und wiederholbare Identifikation zentraler Risikofaktoren aus klinischen Routinedaten ermöglicht. Prozessnahe Kennzahlen wie die OP-Dauer sind entscheidend, das Alter zeigt nichtlineare Effekte, während Geschlecht keinen unabhängigen Einfluss hat. Eine potenzielle Förderung würde die prospektive Validierung dieser Ergebnisse, die Erweiterung der Datenbasis um intraoperative Signale (z. B. NIRS) und die Dissemination des offenen Analyse-Protokolls für andere Kinderherzzentren signifikant unterstützen.

Schlagwörter: akutes Nierenversagen; Kinderherzchirurgie; Routinedaten; ehrapy; AnnData; KDIGO; logistisches GLM; Reproduzierbarkeit.