.

FIRST-ICU: Yoğun Bakımda Çoklu Tedavi İhtiyacını Önceden Tahmin Eden Yapay Zeka Modeli

Dr. Bilge Nazar Ateş

FIRST-ICU: Yoğun Bakımda Çoklu Tedavi İhtiyacını Önceden Tahmin Eden Yapay Zeka Modeli

Hazırlayan: Dr. Bilge Nazar Ateş
Uzman Doktor, T.C. Sağlık Bakanlığı Kütahya Simav Devlet Hastanesi Kardiyoloji Kliniği, Kütahya, Türkiye

Çalışmanın adı: FIRST-ICU: a deep learning framework for multi-intervention prediction and risk stratification in critical care with cross-continental external validation

Çalışmanın amacı ve metodolojisi: Yoğun bakım hastaları genellikle birden fazla tedaviye (mekanik ventilasyon, vazopresör ajanlar) eş zamanlı ihtiyaç duyar ve bu tedaviler birbirini etkileyebilir. Mevcut tahmin modelleri her müdahaleyi ayrı ayrı ele almakta ve aralarındaki klinik ilişkiyi (örneğin refrakter şokta vazopresör artırımı) yakalayamamaktadır. Bu çalışmanın amacı birden fazla yoğun bakım müdahalesini, tedaviler arasındaki bağımlılıkları açıkça modelleyerek birlikte tahmin eden bir derin öğrenme çerçevesi (FIRST-ICU) geliştirmek, farklı bir sağlık sisteminde doğrulamak ve klinik açıdan yorumlanabilir risk fenotipleri belirlemekti.

FIRST-ICU, bir graf sinir ağı (graph neural network) kodlayıcısını, bir LSTM katmanını (hafıza katmanı) ve "Müdahale Etkileşim Dikkat Modülü" (IIAM) adlı yeni bir dikkat mekanizmasını birleştiren bir modül olarak tasarlanmıştır. Bu modül, yedi farklı müdahaleyi (invaziv/non-invaziv ventilasyon ve beş vazoaktif ilaç) birbiri ile değerlendirerek bir tahmin modeli sağlamaktadır. Model, 12 saatlik gözlem verisiyle, 6 saatlik bir hazırlık aralığından sonraki 6 saat için tedavi ihtiyacını tahmin etmektedir. Geliştirme MIMIC-IV **(**Medical Information Mart for Intensive Care IV-ABD, n=23.926) ile yapılmış; dış doğrulama, hiçbir yeniden eğitim yapılmadan AmsterdamUMCdb (Hollanda, n=12.603) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Modelin gerçek fizyolojik bozulmayı mı yakaladığını, yoksa geçmiş tedaviyi mi tekrar ettiğini test etmek için, henüz hiçbir tedavi almamış hastalarda ayrı bir "cold-start" analizi yapılmıştır. Ayrıca model çıktıları kullanılarak hastalar Generative Topographic Mapping (GTM) yöntemiyle klinik fenotiplere ayrılmıştır.

Çalışmanın sonuçları ve tartışma: Dış doğrulamada, iki ülke arasındaki belirgin reçeteleme farklılıklarına rağmen, tüm müdahale kategorilerinde ROC eğrisi altında kalan alan (AUC-ROC) 0,90'ın üzerinde kaldı (Şekil 1). Cold-start analizinde yalnızca fizyolojik sinyallerle AUC-PR 0,67–0,87 elde edildi. FIRST-ICU temel modellerden daha iyi performans gösterdi; en belirgin iyileşme vazopresörlerde görüldü. (Norepinefrinde %28, fenilefrinde %33). Mortalitesi %12,5 (stabil) ile %50,6 (refrakter şoklu çoklu organ yetmezliği) arasında değişen altı fenotip tanımlandı (Şekil 2). Sonuç olarak müdahaleler arası bağımlılıkların birlikte modellenmesi, bu retrospektif analizde hemodinamik ve solunumsal destek ihtiyacının tahminini iyileştirmiştir ve modelin performansı bağımsız bir Avrupa kohortunda değerlendirilmiştir. Tanımlanan fenotipler risk sınıflamasına katkı sağlayabilir; ancak klinik karar desteğinde kullanılmadan önce prospektif değerlendirme gereklidir.

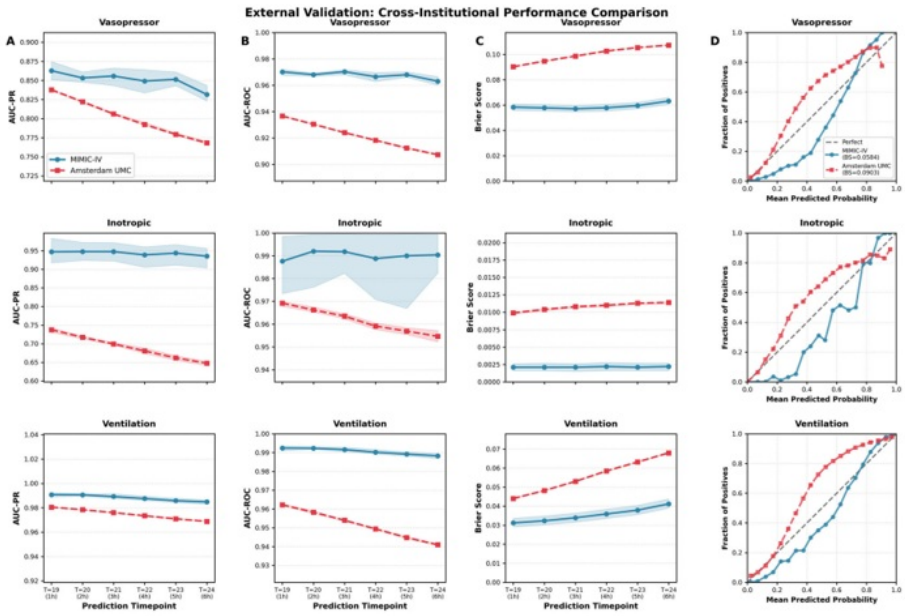


Fig. 4 | External validation: cross-institutional performance comparison between MIMIC-IV (internal validation) and AmsterdamUMCdb (external validation). **A** Macro AUC-PR, **B** Macro AUC-ROC, and **C** Brier Score across the 6-h prediction horizon ($T = 19$ to $T = 24$) for three intervention categories: vasopressor, inotropic, and ventilation. Blue solid lines represent MIMIC-IV; red dashed lines represent AmsterdamUMCdb. Shaded regions indicate 95% confidence intervals. **D** Calibration plots comparing both datasets; diagonal line represents perfect calibration.

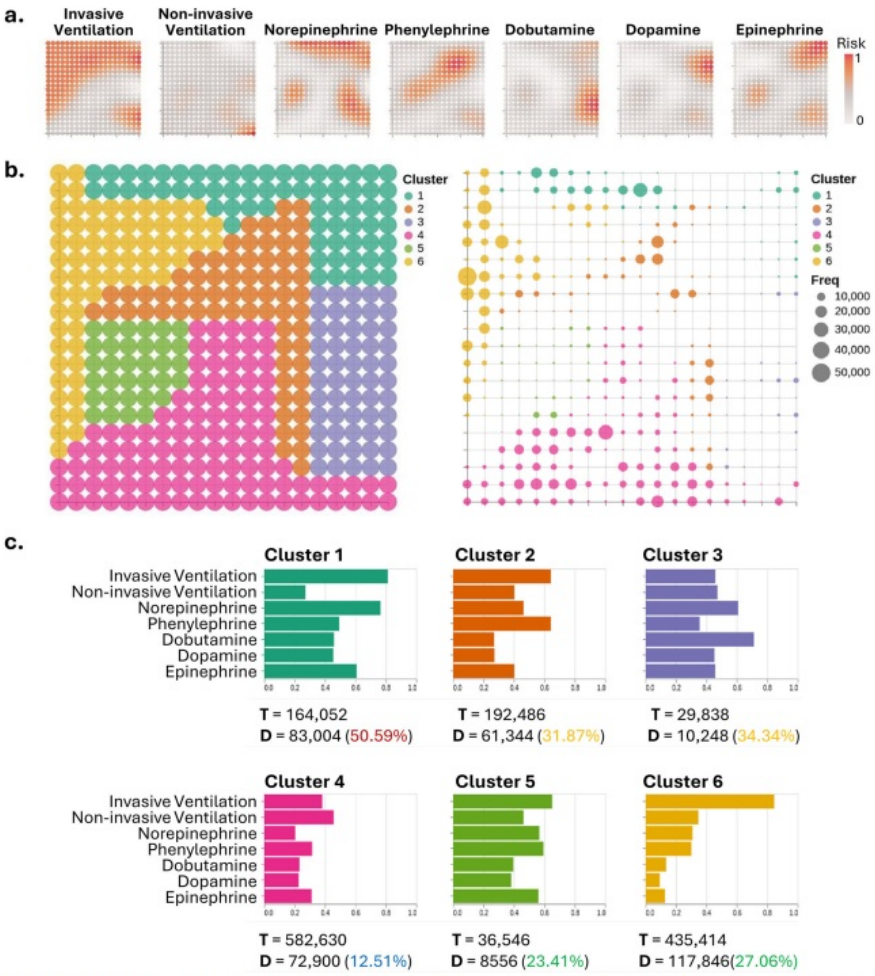


Fig. 5 | GTM-based risk stratification. a Reference vectors showing intervention probability distributions in the two-dimensional latent space. Colour intensity ranges from light grey (low probability) to dark red (high probability). **b** Membership map depicting the six macro-clusters and the number of hourly timesteps assigned to each micro-cluster. **c** Bar charts depicting the mean predicted intervention probabilities for each cluster alongside the mortality-associated trajectory percentage. Abbreviations: T number of hourly predictions, D associated deaths.