.

“ECG-based Transformer Model Predicts Future Left Ventricular Ejection Fraction Deterioration: From Cross-Sectional Screening to Longitudinal Risk Stratification” Çalışma Değerlendirmesi

Dr. Emrah Kaya, Dr. Barış Küçük

“ECG-based Transformer Model Predicts Future Left Ventricular Ejection Fraction Deterioration: From Cross-Sectional Screening to Longitudinal Risk Stratification” Çalışma Değerlendirmesi

Hazırlayan: Dr. Emrah Kaya1, Dr. Barış Küçük2
1Doktor Öğretim Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye
2Araştırma Görevlisi Doktor, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye

Çalışmanın adı: ECG-based transformer model predicts future left ventricular ejection fraction deterioration: from cross-sectional screening to longitudinal risk stratification

Çalışmanın amacı ve metodolojisi: 12 derivasyonlu elektrokardiyografiye (EKG) uygulanan yapay zeka (YZ) modellerinin, düşük ejeksiyon fraksiyonlu kalp yetersizliği (HFrEF) olan hastaların saptanmasında yüksek performans gösterdiği daha önce ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, bu modellerin başlangıçta korunmuş ejeksiyon fraksiyonu olan hastalarda gelecekte gelişebilecek sol ventrikül sistolik disfonksiyonunu öngörüp öngöremeyeceği büyük ölçüde araştırılmamıştır. Kendi kendine denetimli bir EKG transformer modelinin; (1) kesitsel olarak HFrEF saptanmasındaki ve (2) başlangıçta korunmuş sol ventrikül fonksiyonuna sahip hastalarda sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun (LVEF) gelecekte %40’ın altına düşmesini longitudinal öngörmedeki performansını değerlendirmektir.

Maskeli otomatik kodlama yöntemi kullanılarak MIMIC-IV EKG verileri üzerinde önceden eğitilmiş çok değişkenli zaman serisi transformer modeli (MV-TST), 18.376 hastaya ait 23.171 EKG-ekokardiyografi çifti üzerinde ince ayar yapılarak oluşturuldu (HFrEF prevalansı %6,9; 2017–2025). EKG kayıtları, ±7 gün içerisinde elde edilmiş ekokardiyografik incelemelerle eşleştirildi.

Longitudinal doğrulama için başlangıç LVEF'si ≥%40 olan ve en az bir takip ekokardiyografisi bulunan hastalar belirlendi (n=8.104). Başlangıç EKG'leri kullanılarak, herhangi bir takip değerlendirmesinde LVEF <%40 gelişimi öngörülmeye çalışıldı. Longitudinal analiz için, birleştirilmiş alıcı işletim karakteristiği eğrisi altında kalan alan (AUROC) tahmini ile on kat çapraz doğrulama uygulandı.

Çalışmanın sonuçları ve tartışma: Kesitsel HFrEF saptanması: İnce ayar uygulanmış regresyon modeli 0,956 AUROC değerine ulaştı ve Youden indeksine göre optimal eşik değerinde duyarlılık %92,4 olarak bulundu. Longitudinal kohortta, 307 hastada (%3,8), indeks EKG'den sonra medyan 7,7 ay takip süresi içerisinde (çeyrekler arası aralık: 1,8–19,0 ay) LVEF <%40 gelişti. Model, 0,749 (95% GA: 0,717–0,779) birleşik AUROC değerine ulaştı; Youden indeksine göre optimal eşik değerinde %71,0 duyarlılık ve %68,5 özgüllük elde edildi. Transformer tabanlı EKG modeli, kesitsel HFrEF ayrımında güçlü bir performans göstermiştir (AUROC 0,956) ve gelecekte gelişebilecek LVEF düşüşünü öngörmede de anlamlı bir prediktif sinyal sağlamıştır (AUROC 0,749).

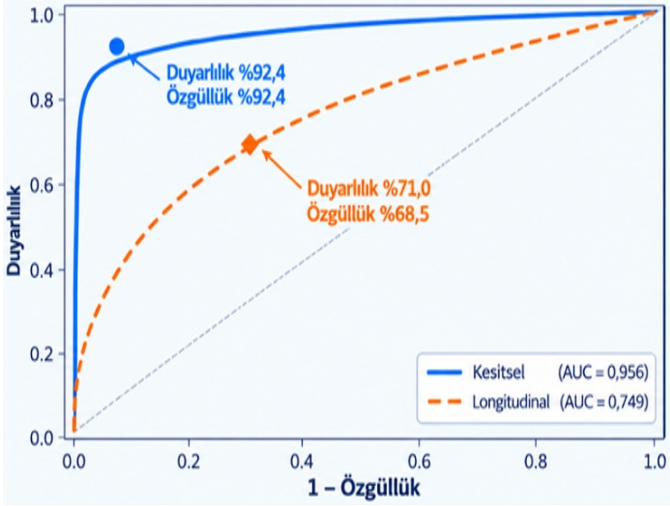
EKG tabanlı longitudinal risk sınıflandırması, sistolik disfonksiyon gelişme riski taşıyan hastaların klinik bulgular ortaya çıkmadan önce daha erken dönemde belirlenmesini kolaylaştırabilir ve potansiyel olarak önleyici veya erken dönemde tedavi edici müdahalelerin uygulanmasına olanak tanıyabilir. Bu çalışmanın klinik açıdan en dikkat çekici yönü, yapay zeka destekli EKG analizinin yalnızca mevcut düşük ejeksiyon fraksiyonunu saptamakla kalmayıp, başlangıçta LVEF’si korunmuş hastalarda gelecekte gelişebilecek sistolik fonksiyon bozukluğuna ilişkin bir risk sinyali sağlayabilmesidir. Rutin 12 derivasyonlu EKG’nin yaygın, hızlı ve düşük maliyetli bir inceleme olması, bu yaklaşımı özellikle henüz belirgin kalp yetersizliği bulguları olmayan hastaların erken risk sınıflandırılması açısından potansiyel olarak değerli kılmaktadır.

Bununla birlikte, longitudinal öngörü performansının kesitsel HFrEF saptanmasına göre daha düşük olması (AUROC 0,749; duyarlılık %71,0; özgüllük %68,5), modelin mevcut haliyle tanısal bir yöntemin yerini almaktan çok, daha yakın takip veya ileri kardiyak değerlendirme gerektirebilecek hastaların belirlenmesine yardımcı bir araç olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Ayrıca longitudinal kohortta LVEF <%40 gelişiminin %3,8 oranında görülmesi, gerçek klinik uygulamada pozitif öngörü değerinin ve yanlış pozitif sonuçların ayrıca değerlendirilmesini önemli hale getirmektedir.

Bu nedenle modelin farklı hasta popülasyonlarında dış doğrulamasının yapılması, prospektif çalışmalarda test edilmesi ve yapay zekânın risk tahmininde hangi EKG özelliklerinden yararlandığının daha iyi ortaya konması, klinik kullanıma geçiş açısından önemli sonraki adımlar olacaktır.

HFrEF Saptanması ve Gelecekte LVEF Düşüşünün Öngörülmesi için EKG Transformer

ROC Eğrileri



Temel Sonuçların Özeti

Özellik	Kesitsel	Longitudinal
Görev	HFrEF saptanması (LVEF < %40)	Gelecekte LVEF düşüşü
Kohort	23.171 EKG-ekokardiyografi çifti 18.376 hasta	8.104 hasta (başlangıç LVEF ≥ %40)
Olaylar	1.596 (%6,9)	307 (%3,8)
AUROC (%95 GA)	0,956	0,749 (0,717–0,779)
Duyarlılık (Youden)	%92,4	%71,0
Özgüllük (Youden)	—	%68,5
Medyan takip süresi	—	7,7 ay (IQR 1,8–19,0)

Erişim Linki: https://esc365.escardio.org/esc-congress/sessions/20413-artificial-intelligence-powered-assessment-of-cardiac-function