.

Yapay Zeka Tabanlı 12 Derivasyonlu EKG ile Sol Ventrikül Hipertrofisinin Yerleşik Prognostik EKG Kriterleri ve Ekokardiyografik Sol Ventrikül Hipertrofisi ile Karşılaştırmalı Olarak Saptanması

Dr. Yaprak Tepeli, Doç. Dr. Evrim Şimşek

Yapay Zeka Tabanlı 12 Derivasyonlu EKG ile Sol Ventrikül Hipertrofisinin Yerleşik Prognostik EKG Kriterleri ve Ekokardiyografik Sol Ventrikül Hipertrofisi ile Karşılaştırmalı Olarak Saptanması

Orjinal başlık: Artificial intelligence-based 12-lead ECG detection of left ventricular hypertrophy compared with established prognostic ECG criteria and echocardiographic left ventricular hypertrophy

Hazırlayan: Dr. Yaprak Tepeli, Doç. Dr. Evrim Şimşek

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Yazarlar: J. Macko[1], J. Binggeli[1], A. Apitz[1], F. C. Derendinger[1], O. Pfister[2], F. Mahfoud[2], T. Burkard[1,2], A. S. Vischer[1]

[1]Basel Üniversite Hastanesi, Ayakta Tedavi ve Hipertansiyon Kliniği (University Hospital Basel, Medical Outpatient Department and Hypertension Clinic), Basel, İsviçre
[2]Basel Üniversite Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü (University Hospital Basel, Department of Cardiology), Basel, İsviçre

Erişim Linki: https://esc365.escardio.org/presentation/335987

Arka Plan ve Amaç

Yapay zeka (YZ) destekli EKG yorumlaması, sol ventrikül hipertrofisinin (SVH) saptanmasında giderek daha sık kullanılmaktadır ve aile hekimleri ile kardiyologların EKG yorumlarına kıyasla daha yüksek tanısal uyum göstermiştir. Ancak açıkça tanımlanmış EKG parametreleri veya görüntülemeye dayalı fenotipler yerine insan yorumundan türetilen EKG verileriyle eğitilen YZ modelleri, prognostik açıdan önemli elektriksel yeniden şekillenme paternlerini ya da anatomik yeniden şekillenmeyle ilişkili EKG bulgularını yeterince yakalayamayabilir.

Transtorasik ekokardiyografi (TTE), SVH saptanmasında altın standart kabul edilmektedir. Bu çalışmada, TTE referans standart alınarak bir YZ modelinin SVH saptamadaki tanısal performansının yerleşik EKG kriterleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca YZ tabanlı 12 derivasyonlu EKG ile SVH saptanmasının yerleşik prognostik EKG SVH kriterleriyle [Sokolow-Lyon indeksi, Cornell voltaj kriteri, Cornell voltaj ürünü (Cornel voltajı x QRS süresi), sekonder ST-T değişiklikleri] uyumunun değerlendirilmesi ve YZ tanılarının elektriksel mi yoksa anatomik yeniden şekillenme belirteçleriyle mi daha uyumlu olduğunun araştırılması hedeflenmiştir.

Yöntemler

Basel Üniversite Hastanesi dahiliye polikliniğinde yürütülen bu analizde, hipertansiyonla ilişkili üç farklı kohorttaki 968 katılımcı arasından tam TTE verisi ve TTE'den ± 6 ay içinde çekilmiş 12 derivasyonlu EKG'si bulunan 405 katılımcı çalışmaya alındı. TTE ile SVH, sol ventrikül kütle indeksinin (SVKİ) kadınlarda >95 g/m², erkeklerde >115 g/m² olması olarak tanımlandı. EKG parametreleri otomatik matris verileriyle hesaplandı; EKG'ler ayrıca YZ ile analiz edilip yorumlandı. YZ; Sokolow-Lyon indeksi, Cornell voltaj kriteri, Cornell voltaj-zaman çarpımı, ST-T strain paterni ve Lewis indeksi ile karşılaştırıldı. Tanısal performans duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif prediktif değer (PPD, NPD), doğruluk ve olabilirlik oranları ile değerlendirildi. Tüm EKG parametreleri ile YZ arasında duyarlılık ve özgüllük ikili olarak McNemar testiyle karşılaştırıldı; p değerleri çoklu karşılaştırmalar için Holm düzeltmesi kullanıladı. $P < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

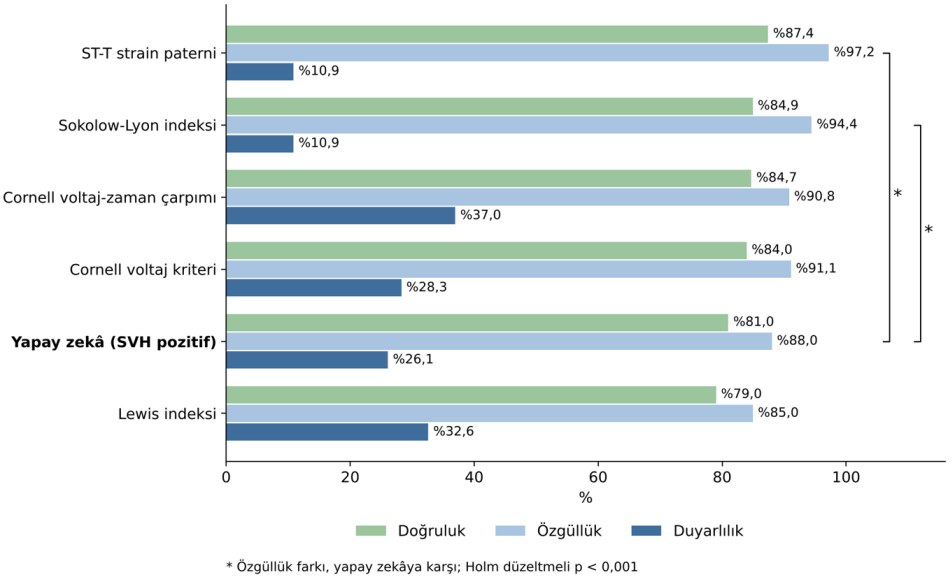
Bulgular

Katılımcıların (n = 405) ortanca yaşı 55 yıl olup %55'i erkekti; %99'unda arteriyel hipertansiyon vardı. TTE'de katılımcıların %11'inde SVH saptandı. Test edilen parametreler arasında en yüksek doğruluk ST-T strain paterni (%87,4) ve Sokolow-Lyon indeksi (%84,9) ile elde edildi; YZ'nin doğruluğu %81 idi. En yüksek duyarlılık Cornell voltaj-zaman çarpımına aitti (%37,0); YZ'nin duyarlılığı %26,1, özgüllüğü %88 bulundu. ST-T strain paterninin (%97,2) ve Sokolow-Lyon indeksinin (%94,4) özgüllüğü YZ'den anlamlı olarak yüksekti (Holm düzeltmeli p < 0,001). Tanısal performans ölçütleri Tablo 1'de ve Şekil 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. YZ ve EKG kriterlerinin TTE'ye göre SVH saptamadaki tanısal performansı (n = 405)

Kriter	Duyarlılık	Özgüllük	PPD*	NPD*	Doğruluk	LR+*	LR−*	DP / YP / DN / YN*
ST-T strain paterni	%10,9	%97,2	%33,3	%89,5	%87,4	3,90	0,92	5 / 10 / 349 / 41
Sokolow-Lyon indeksi	%10,9	%94,4	%20,0	%89,2	%84,9	1,95	0,94	5 / 20 / 339 / 41
Cornell voltaj-zaman çarpımı	%37,0	%90,8	%34,0	%91,8	%84,7	4,02	0,69	17 / 33 / 326 / 29
Cornell voltaj kriteri	%28,3	%91,1	%28,9	%90,8	%84,0	3,17	0,79	13 / 32 / 327 / 33
Yapay zeka (SVH pozitif)	**%26,1**	**%88,0**	**%21,8**	**%90,3**	**%81,0**	**2,18**	**0,84**	**12 / 43 / 316 / 34**
Lewis indeksi	%32,6	%85,0	%21,7	%90,8	%79,0	2,17	0,79	15 / 54 / 305 / 31

**PPD, NPD, olabilirlik oranları (LR) ve sayılar, posterdeki duyarlılık, özgüllük ve doğruluk değerlerinden hesaplanmıştır (SVH n = 46, SVH yok n = 359); hesaplanan değerler posterdeki tüm yüzdelerle birebir uyumludur. DP: doğru pozitif, YP: yanlış pozitif, DN: doğru negatif, YN: yanlış negatif.*



Şekil 1. Her bir EKG kriteri ve YZ için doğruluk, özgüllük ve duyarlılık. Yıldızlar, ST-T strain paterni ve Sokolow-Lyon indeksinin özgüllüğünün YZ'den anlamlı olarak yüksek olduğunu gösterir (Holm düzeltmeli p < 0,001). Kaynak: Macko ve ark., ESC Digital & AI Summit 2026 posteri.

Sonuçlar ve Değerlendirme

YZ'nin SVH saptamadaki tanısal performansı geleneksel EKG parametrelerinden üstün değildir. YZ tabanlı EKG yorumlamasının geliştirilmesi ve doğrulanması, insan EKG yorumuyla uyumun ötesine taşınmalıdır. YZ ile prognostik EKG kriterleri arasındaki uyum analizinin veri seti genişletildikten sonra yapılması planlanmaktadır. Ek olarak kongre özet metni ara analize dayanmaktadır (n = 177). Bu değerlendirmedeki tüm sayılar, kongrede sunulan posterin güncel verilerinden (n = 405) alınmıştır.

EKG ve YZ karşılaştırmalarına referansın, öğrenmenin ne ile yapılmış olması önem kazanmaktadır. SVH gibi bir karşılaştırmada da ekokardiyografi altın standardının olması önemlidir. Mevcut çalışmada da bu altın standart alınmıştır. Ancak ne ilk veri olan 177 hasta ne de kongrede sunulan 405 hasta YZ eğitimi için kısıtlıdır. Özellikle çalışma grubunda SVH sıklığı düşüktür (%11). Bu önemli bir kısıtlılık yaratmaktadır. Örneğin tüm hastaları "SVH yok" olarak sınıflayan bir yaklaşım bile %88,6 doğruluk (359/405) sağlar. Karşılaştırılan ST-T strain paterni (%87,4) bile buna ulaşamamıştır. Ayrıca standart kriterler de EKG cihazları tarafından verilen sayısal değerlerin analizlerinden (yöntem kısmı: EKG parametreleri otomatik matris verileriyle hesaplandı) hesaplanmıştır. Bu verinin de üretici algoritmalarına göre değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır. Sonuç olarak kısıtlı veri (ama doğru ekokardiyografi verisi ile) eğitilmiş YZ algoritması günlük hayatta kolaylıkla kullandığımız Sokolow-Lyon indeksi kriterlerinden bile daha üstün saptanmamıştır. Oysa klinisyen olarak YZ algoritmasından beklentimiz bizim EKG'de değerlendiremediğimiz sinyallerin, paternlerin YZ tarafından tanınarak ekokardiyografiye yakın oranlarda ve standart algoritmalardan daha yüksek doğruluk oranları ile SVH tanımasını yapmasıdır ve bu çalışma onu göstermemiştir.