.

Manyetik Kardiyografi Üzerinde Açıklanabilir Derin Öğrenme, Tek Bir Tarama ile Koroner Arter Hastalığının, Sol Ventrikül Disfonksiyonunun ve Aritmi Riskinin Tespiti

Dr. Halil Siner

Manyetik Kardiyografi Üzerinde Açıklanabilir Derin Öğrenme, Tek Bir Tarama ile Koroner Arter Hastalığının, Sol Ventrikül Disfonksiyonunun ve Aritmi Riskinin Tespiti

Hazırlayan: Dr. Halil Siner
Araştırma Görevlisi Doktor, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye

Çalışmanın adı: Explainable deep learning on magnetocardiography detects coronary artery disease, left ventricular dysfunction, and arrhythmia risk from a single scan

Çalışmanın amacı ve metodolojisi Manyetokardiyografi (MCG), dokulardan minimum bozulmayla yayılan ve Elektrokardiyografi (EKG) gibi yüzey potansiyellerinde zayıflayan yüksek boyutlu uzamsal-zamansal yapıyı koruyan kardiyak manyetik alanı kaydetmektedir. MCG; invaziv olmayan, radyasyon içermeyen ve gelecek vadeden bir görüntüleme yöntemi olmasına rağmen, küçük veri kümeleri, karmaşık yüksek boyutlu manyetik alan verileri ve model yorumlanabilirliğinin bulunmaması nedeniyle klinik güven eksikliği yaratmakta ve yaygın kullanımı sınırlı kalmaktadır. Açıklanabilir derin öğrenmedeki son gelişmeler, bu engellerin aşılması adına uygulanabilir bir yol sunmaktadır. Bu çalışmada, tek bir MCG taramasından yüksek risk oluşturan koroner arter hastalığını, sol ventrikül disfonksiyonunu ve aritmi riskini tespit etmek üzere; karşılaştırmalı temsil öğrenimi ve Grad-CAM tabanlı açıklanabilirliği içeren, kendi kendine denetlenen bir derin öğrenme çerçevesi geliştirilmiştir. Kendi kendine denetlenen ön eğitimin, yorumlanabilir aktivasyon haritaları aracılığıyla doğrulanan ve klinik olarak ilgili kardiyak fizyolojiyi yakalayan gömülü vektörler üreteceği hipotezi test edilmiştir. Genelleştirilmiş sinyal morfolojisi elde etmek amacıyla 10 saniyelik, 64 kanallı sinüs ritmi MCG segmentleri üzerinde denetimsiz olarak derin öğrenme kodlayıcısı **MCG2Vec** eğitilmiştir. İkinci aşamada, üçüncü basamak bir kardiyoloji merkezinde kayıtlı 1732 ardışık kardiyoloji hastasına ait veriler üzerinden, üç klinik görev için kodlayıcı ve sınıflandırıcı üzerinde ince ayarlama (fine-tuning) gerçekleştirilmiştir:

- Yüksek riskli koroner arter hastalığının (≥%70 stenoz),
- Azalmış sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun (LVEF <%50),
- Atriyal fibrilasyon (AF) riskinin tespiti.

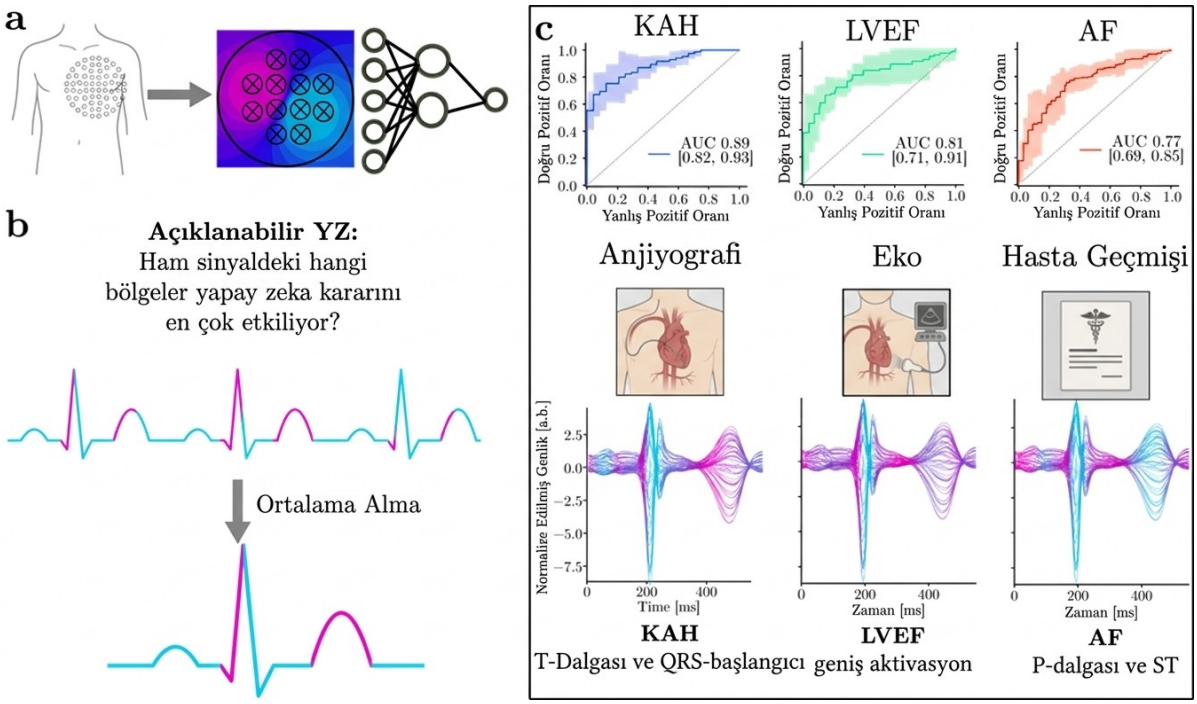
Model performansı, hasta düzeyinde beş katlı çapraz doğrulama (5-fold cross-validation) kullanılarak değerlendirilmiştir. Yorumlanabilir sinyal atfı sağlamak amacıyla Grad-CAM'in tek boyutlu bir varyasyonu uygulanmış ve her segment içindeki tüm atımlar üzerinden aktivasyon haritalarının ortalaması alınmıştır.

Çalışmanın sonuçları ve tartışma:

- **Koroner Arter Hastalığı (KAH):** Model, yüksek risk taşıyan KAH'yi **%89'luk bir eğri altı alanı (AUC)** (%95 CI: 0,82–0,93) ile sınıflandırmıştır. Aktivasyon haritalarının, QRS başlangıcı ve ST-T dalga segmentlerinin önemini lokalize ettiği saptanmıştır. Obstrüktif stenozun damara özgü lokalizasyonunda; sol ön inen (LAD: AUC 0,89), sağ koroner (RCA: AUC 0,84) ve sol sirkumfleks (LCx: AUC 0,86) arterler için farklı uzamsal topografiler ve damar bölgesine göre değişen kanal önem modelleri ortaya konmuştur.
- **Sol Ventrikül Disfonksiyonu (LVEF):** Azalmış sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, esas olarak QRS tepe morfolojisi tarafından yönlendirilen **%81'lik bir AUC** (%95 CI: 0,71–0,91) ile tahmin edilmiştir.
- **Atriyal Fibrilasyon (AF) Riski:** Paroksismal AF, sinüs ritmi sinyallerindeki P dalgası ve S dalgası morfolojisine dayalı olarak **0,77'lik bir AUC** (%95 CI: 0,69–0,85) ile tespit edilmiştir.

Tüm klinik görevlerde aktivasyon kalıplarının, yerleşik elektrofizyolojik korelasyonlarla tutarlı olduğu gösterilmiş; model kararlarının rastlantısal veya yanıltıcı olmaktan ziyade fizyolojik temellere dayandığı doğrulanmıştır. Yüksek tanısal performansı fizyolojik olarak yorumlanabilir sinyal atfıyla birleştiren bu çerçeve, MCG'nin klinik kullanıma girmesini engelleyen güven sorunlarını doğrudan ele almaktadır. Elde edilen bulgular; çok merkezli kohortlarda prospektif doğrulamayı gerektiren, ölçeklenebilir ve radyasyonsuz birçok görevli kardiyak tarama yaklaşımı sunmaktadır.

Çalışma Linki: https://esc365.escardio.org/esc-congress/sessions/20411-beyond-traditional-signals-artificial-intelligence-for-discovery-of-novel-cardiovascular-biomarkers


a
b
Açıklanabilir YZ:
Ham sinyaldeki hangi
bölgeler yapay zeka kararını
en çok etkiliyor?
Ortalama Alma
c
KAH
LVEF
AF
Doğru Pozitif Oranı
Yanlış Pozitif Oranı
AUC 0.89
[0.82, 0.93]
AUC 0.81
[0.71, 0.91]
AUC 0.77
[0.69, 0.85]
Anjiyografi
Eko
Hasta Geçmişi
Normalize Edilmiş Genlik [a.b.]
Time [ms]
Zaman [ms]
KAH
T-Dalgası ve QRS-başlangıcı
LVEF
geniş aktivasyon
AF
P-dalgası ve ST