.

‘‘A Deep Learning-Based Electrocardiogram Risk Score for Long Term Cardiovascular Death and Disease’’ Çalışma Değerlendirmesi

Dr. Reha TÜRK

‘‘A Deep Learning-Based Electrocardiogram Risk Score for Long Term Cardiovascular Death and Disease’’ Çalışma Değerlendirmesi

Hazırlayan: Dr. Reha TÜRK
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Trabzon

1. **Çalışmanın Adı:** A Deep Learning-Based Electrocardiogram Risk Score for Long Term Cardiovascular Death and Disease**1**
2. **Çalışmanın Yayınlandığı Dergi:** Nature NPJ Digital Medicine
3. **Çalışmanın Yayınlandığı Tarih:** 12 Eylül 2023
4. **Çalışmanın Amacı:** Kardiyovasküler hastalıklar, önleyici tedaviler mevcut olmasına rağmen Amerika Birleşik Devletleri'nde ve tüm dünyada en yaygın ölüm nedenidir. Bu hastalıkların erken tanı ve tedavisinin sağlanmasında doğru risk sınıflandırması çok önemlidir. Buna rağmen, aterosklerotik hastalığın (ASCVD) risk sınıflaması için kullanılan havuzlanmış kohort denklemleri (PCE) gibi yaygın olarak risk skorları, mevcut zengin veri kaynaklarına rağmen sınırlı doğruluğa sahiptir. Ayrıca kolesterol, kan basıncı ve yaş dahil olmak üzere yalnızca birkaç basit risk faktöründen yararlanmaktadır. PCE riskinin orta düzeyde olduğu durumlarda, koroner arter kalsiyum (CAC) ölçümü hastaları daha da sınıflandırır, ancak bilgisayarlı tomografi görüntülemesi ek maliyete neden olur. Mevcut veya ucuz ve kolayca elde edilebilen verilerden düşük veya orta kardiyovasküler hastalık riskine sahip olanları daha fazla risk sınıflandırmasına tabi tutabilecek bir risk skoru, klinik uygulamadaki bir boşluğu dolduracak ve önemli bir ek değer sağlayacaktır.

   Düşük maliyeti ve neredeyse her yerde bulunabilmesi nedeniyle EKG, risk skorlaması için iyi bir adaydır. Büyük veri kümeleri üzerinde eğitilen Evrişimsel Sinir Ağları (CNN'ler), EKG dalga formların üzerinden klinik olarak ilgili kalıpları öğrenebilir ve genellikle standart yorumlamadan kardiyak kontraktil disfonksiyon, hipertrofik kardiyomiyopati ve hipertansiyon ve sinüs ritmindeki hastalarda atriyal fibrilasyon gibi hastalıkların teşhisine kadar değişen görevlerde kardiyolog performansına ulaşabilir veya bu performansı aşabilir. Çalışmada da yalnızca EKG’ye dayanarak Evrişimsel Sinir Ağları ile risk skorlaması üretilmesi amaçlanmış.

5. **Çalışmanın Dizaynı:** Stanford Üniversitesi Tıp Merkezi'nden geniş bir EKG veri seti kullanarak, sadece tek bir istirahat 12 derivasyonlu EKG'den uzun vadeli kardiyovasküler mortalite ve diğer kardiyovasküler hastalık riskini ve 5 yıllık kardiyovasküler mortaliteyi tahmin etmek için CNN tabanlı bir risk skoru olan SEER (Stanford EKG Risk Tahmincisi) geliştirilmiş. Üç farklı tıp merkezinden ve iki farklı EKG tedarikçisinden gelen beş farklı değerlendirme kohortundaki hastaları sınıflandırarak çalışma yapılmış. Bu çalışmada içindeki bir grup üzerinde de SEER, PCE ile de birlikte kullanılmış.

6. **Çalışma Popülasyonu**

   SEER, Stanford Üniversitesi Tıp Merkezi'nden alınan istirahat EKG'lerinden oluşan bir veri kümesi kullanılarak eğitilmiş ve Stanford, Cedars Sinai Tıp Merkezi ve Columbia Üniversitesi Irving Tıp Merkezi'nden alınan EKG'ler kullanılarak değerlendirilmiştir. SEER'i 5 yıllık kardiyovasküler mortaliteyi tahmin etme konusunda eğitmek için 5 yıl içinde kardiyovasküler mortal veya 5 yıllık takip süresi olan 312.422 EKG’den oluşan bir set kullanılmıştır. SEER, her biri hasta başına ilk mevcut EKG'lerden oluşan ve sırasıyla 31.899, 46.095 ve 458.455 hastadan oluşan Stanford, Cedars-Sinai ve Columbia test setleri olmak üzere üç test seti üzerinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, 18.370 EKG içeren Stanford çapraz doğrulama setinin bir alt kümesi olan Stanford PCE karşılaştırma seti ve 4065 EKG içeren Cedars-Sinai test setinin bir alt kümesi olan Cedars-Sinai PCE karşılaştırma seti, ilişkili klinik verilere sahip sağlıklı hastalardan oluşan iki veri seti üzerindeki sonuçları da rapor edilmiş.

7. **Çalışmanın Yöntemi**

   SEER, Stanford Üniversitesi Tıp Merkezi'nden (Stanford) Mart 2008 ile Mayıs 2018 arasında klinik bakım sırasında 18 yaş üstü hastalardan alınan EKG'lerden oluşan bir istirahat EKG veri kümesi kullanılarak eğitildi, geliştirildi ve değerlendirildi. Toplamda Phillips TraceMaster sisteminden 307.557 hastaya ait 910.966 EKG çıkarılmıştır. Tüm EKG'ler, EKG'nin 12 derivasyonunun tamamından 500 Hz'de örneklenen 10 saniyelik sinyaller olarak kaydedilmiştir. Sinyallere bant geçiren ve dolaşan taban çizgisi filtreleri uygulanmış, derivasyon bazında normalize ettik ve performans nedenleriyle ve diğer sahalardan alınan verilerle eşleştirmek için 250 Hz'ye düşürülmüş. Ölçümler ve metin üst okumaları da TraceMaster'dan çıkarılmış. EKG'ler hastaya göre rastgele bir şekilde 8:1:1 oranında eğitim/çapraz doğrulama, doğrulama ve test setlerine bölünmüş. Eğitim ve doğrulama için, yalnızca EKG'den sonraki 5 yıl içinde kardiyovasküler mortalite (aşağıda tanımlanmıştır) veya EKG'den sonra 5 yıldan fazla takip süresi (aşağıda ayrıntılı

olarak tanımlanmıştır) olan EKG'leri dikkate alınmış ve eğitim (doğrulama) setinde 311.334 (38.970) EKG elde edilmiş. Model parametreleri eğitim seti kullanılarak oluşturulmuş ve hiperparametreler doğrulama setine göre seçilmiştir. Model eğitimi sırasında her hastadan alınan tüm EKG'ler kullanılmıştır. Tüm model geliştirme, eğitim ve hiperparametre seçimi bu bölünme kullanılarak gerçekleştirilmiş. Model değerlendirmesi sırasında, her hastanın yalnızca ilk EKG'sini dikkate alınmış. Nihai bir model seçildikten sonra, çapraz doğrulama seti olarak adlandırdığımız, doğrulama veya test setinin bir parçası olmayan (hepsi 5 yıllık takip süresine sahip olmayan) 244.839 hastadan oluşan bir setten 244.839 EKG üzerinde model tahminleri elde etmek için eğitim seti üzerinde 8 katlı çapraz doğrulama gerçekleştirilmiş. Her kattaki çapraz doğrulama tahminleri, diğer tüm çapraz doğrulama katları ve doğrulama seti üzerinde eğitilen modellere dayalı olarak oluşturulmuş. Ayrıca, başlangıçta daha önce kardiyovasküler hastalık vakası kaydı olmayan, diyabetik olmayan ve 190 mg/dL'nin altında LDL kolesterol ölçümü ve EKG'den önceki yıl içinde herhangi bir kan basıncı ölçümü olan 18.370 hasta olmayan hastadan oluşan çapraz doğrulama setinin alt kümesi olan PCE karşılaştırma seti üzerindeki sonuçları da rapor edilmiş. SEER'in çeşitli popülasyonlarda nasıl performans gösterdiğini anlamak için SEER'i ayrıca Stanford, Cedars-Sinai Tıp Merkezi (Cedars-Sinai) ve Columbia Üniversitesi Irving Tıp Merkezi'nden (Columbia; Ek Şekil 2) alınan üç test seti üzerinde değerlendirilmiş. Stanford test seti, Stanford eğitim veya doğrulama setlerinde yer almayan hastalardan alınan 31.899 ilk istirahat EKG'sinden oluşmakta. Cedars-Sinai test seti, EPIC Clarity'den alınan mortalite ve olay verileriyle birlikte General Electric MUSE sisteminden Cedars-Sinai'de alınan 46.095 ilk istirahat EKG'sinden oluşmakta. Columbia test seti, Columbia'da General Electric MUSE sisteminden alınan 458.455 ilk istirahat EKG'sinden ve OMOP veri tabanından alınan mortalite ve olay verilerinden oluşmakta. Ek olarak, Stanford PCE karşılaştırma setiyle aynı dahil etme kriterlerine sahip ancak Cedars-Sinai test setinin bir alt kümesi olarak türetilen Cedars-Sinai PCE karşılaştırma setini 4065 EKG ile oluşturulmuş. İlgilenilen birincil sonuç kardiyovasküler mortalite olup, önceki çalışmayı takiben miyokard enfarktüsü, iskemik inme, intrakraniyal kanama, ani kardiyak ölüm veya kalp yetersizliği nedeniyle hastaneye yatış gibi bir durum kaydının ardından otuz gün içinde gerçekleşen mortalite olarak tanımlanmıştır. Eğitim sırasında sadece EKG'den sonraki 5 yıl içinde kardiyovasküler mortalitesi olan EKG'ler veya EKG'den sonraki 5 yıldan daha uzun bir süre içinde ölçüm, kabul veya mortalite olarak tanımlanan EKG'den sonraki 5 yıllık takip dikkate alınmıştır. Sağkalım analizlerinde sansürleme süreleri için aynı tanım kullanılmış, ancak SEER'in hem daha kısa hem de daha uzun zaman aralıklarında nasıl performans gösterdiğini anlamak için 5 yıllık kesme uygulanmamıştır. Kan basıncı ve kolesterol ölçümleri EKG'den önceki yıl içinde yapılmıştır. Aterosklerotik kardiyovasküler hastalık, elektronik sağlık kaydındaki ilk miyokard enfarktüsü, iskemik inme, intrakraniyal kanama veya ani kardiyak ölüm vakası olarak tanımlanmıştır. Atriyal fibrilasyon, kalp bloğu, kardiyomiyopati, pulmoner arter hastalığı ve aort stenozu elektronik sağlık kaydındaki ilk insidans olarak tanımlanmıştır. PCE bir risk modelidir, yani hastaları riske göre farklı zaman ölçeklerinde aynı sırada sıralar. Benzer şekilde ve aynı orantılı tehlike varsayımlarını kullanarak, 5 yıllık kardiyovasküler mortaliteyi tahmin etmek için bir modelin eğitilmesi de hastaları on yıllık kardiyovasküler mortalite riskine göre doğru şekilde sıralamalıdır.

8. **Makine Öğrenim Modellerinin Oluşturulması**

Ya 5 yıl içinde pozitif bir olayı olan ya da 5 yıldan daha uzun bir süre sonra EHR'de kaydı bulunan EKG'ler arasında 5 yıllık kardiyovasküler mortaliteyi tahmin etmek için bir konvolüsyonel sinir ağını eğitilmiş. Model geliştirme Python 3.9 ve PyTorch 1.11 kullanılarak gerçekleştirilmiş ve modeller Stanford'un Sherlock bilgi işlem kümesi kullanılarak tek Nvidia Titan Xp GPU'larda eğitilmiş. Konvolüsyonel mimariler, motiflerin zaman ve örnekler arasında tekrarlanması nedeniyle EKG verilerine çok uygun olduğu düşünülmüş. Tüm hiperparametreler eğitim seti üzerinde eğitilerek ve doğrulama seti üzerinde değerlendirilerek ayarlanmış. Yığın boyutu 128, ağırlık azalması hiper parametresi 10-4 ve ADAM optimizer29 kullanılmış. Öğrenme oranı 10-3 olarak başlatılmış ve doğrulama kaybı beş epoktan daha uzun süre plato yaptığında her seferinde 10 kat azaltılmış ve öğrenme oranı 10-6'ya düştüğünde eğitimi durdurulmuş. Modeller alıcı operatör karakteristik eğrisi (AUC) altındaki alana göre seçilmiş. Önceki makalelerden ve bir dizi hiperparametre üzerinden birkaç model mimarisi araştırılmış ve doğrulama setinde en iyi performans gösterenler seçilmiş. Bir model ve hiperparametreler seçildikten sonra, eğitim sırasında modeli değerlendirmek için kullanılmayan eğitim setinin bölümleri üzerinde model tahminleri oluşturmak üzere eğitim ve doğrulama setleri üzerinde çapraz doğrulama kullanarak sekiz model daha eğittik. Test seti üzerinde tahminler yapmak için bu sekiz modelin ve orijinal modelin sonuçlarının ortalamasını aldık. Tüm sonuçlar Stanford'da eğitilen modellere dayanmaktadır. Cedars-Sinai Tıp Merkezi ve Columbia Tıp Merkezi'nden alınan EKG'ler aynen Stanford'daki EKG'ler gibi ele alınmış, 500 Hz'den 250 Hz'e düşürülmüş, bant geçiren ve yüksek geçiren dolaşan taban çizgisi filtreleri kullanılarak ön işleme tabi tutulmuş ve Cedars-Sinai'ye özgü normalleştirme parametrelerine göre her bir elektrot için normalleştirilmiş. Hem Cedars-Sinai hem de Columbia General Electric MUSE EKG yazılımını ve General Electric EKG makinelerini kullanılmakta. Sürekli model tahminini, Stanford çapraz doğrulama setindeki SEER skorunun iki dilimini (yani 33,3 ve 66,6... yüzdelik dilimleri) alarak kategorik bir risk tahminine dönüştürdük. Model tahminlerinin alt ve üst üçte birlik dilimlerine yapılan tüm atıflar, diğer sahalardaki doğrulama ve Stanford PCE karşılaştırma setindeki deneyler de dahil olmak üzere bu gruptaki kesme değerlerine dayanmakta. Bu sınırlar %1,1 ve %3,9 kardiyovasküler mortalite riskine eşdeğerdir (10 yıllık ASCVD riskiyle doğrudan karşılaştırılmamalıdır). Tek derivasyonlu EKG modelleri, 12 derivasyonlu modellerle aynı mimari ve hiperparametreler kullanılarak, ancak EKG'nin yalnızca I derivasyonu kullanılarak ve 1'e 12 konvolüsyonlar yerine 1'e 1 konvolüsyonlar kullanılarak eğitilmiştir. Rastgele orman modelleri, Ek Tablo 6'daki özellikler kullanılarak XGBoost 1.5 kullanılarak geliştirilmiş ve eğitilmiştir.

9. **Çalışmanın Sonuçları:**

İlk olarak SEER'in üç test setinde tek bir 12 derivasyonlu EKG'ye dayalı kardiyovasküler mortaliteyi tahmin etme performansı araştırılmış. Bu kohortlarda 5 yıllık takibi olan veya 5 yıl içinde kardiyovasküler mortalitesi olan hastalar arasında SEER, Stanford, Cedars-Sinai ve Columbia'da sırasıyla 0,83 (%95 CI: 0,81-0,85), 0,78 (0,77-0,80) ve 0,83 (0,82-0,83) alıcı operatör karakteristik eğrisi (AUC) altındaki alanlarla 5 yıllık kardiyovasküler mortaliteyi öngörmüş.

SEER üç merkezde 0,07 (0,06-0,08), 0,16 (0,15-0,18) ve 0,16 (1,15-0,16) pozitif tahmin değerlerine ulaşmıştır, yani SEER riskinin ilk üçte birinde yer alan hastaların %6-16'sı 5 yıl içinde kardiyovasküler mortaliteye maruz kalmıştır. SEER'in ilk üçte birinde yer almak, Stanford'da kardiyovasküler mortalite tehlikesinde yaşa ve cinsiyete göre ayarlanmış 5,4 (4,6-6,3) kat artışa işaret etmiştir. Stanford test setinde SEER, birkaç gün ile 10 yıl arasındaki tüm zaman ölçeklerinde riski tabakalandırmış ve en az bir yıl hayatta kalan hastalar arasında 5 yıllık kardiyovasküler mortaliteyi öngörmede 0,80 (0,76-0,84) AUC elde etmiştir. Ayrıca altta yatan farklı ritimleri olan hastalar arasında da iyi bir performans elde etmiştir. SEER skorunun en üst üçte birlik diliminde yer alan hastalar bir dizi kardiyovasküler hastalık gelişimi açısından da daha yüksek risk altındaydı. SEER'de yaş ve cinsiyete göre düzeltilmiş tehlike oranları kalp yetersizliği için 3,2 (2,9-3,5), miyokard enfarktüsü için 2,0 (1,7-2,5), inme için 1,6 (1,4-1,9) ve ani kardiyak ölüm için 4,2 (3,0-5,7) idi. Bu dört olayın bileşimi için düzeltilmiş tehlike oranı 2,4 (2,2-2,7) olmuştur. Atriyal fibrilasyon [2,2 (2,0-2,5)], kalp bloğu [2,8 (2,4-3,2)], kardiyomiyopati [4,0 (3,4-4,7)], aort stenozu [2,3 (1,8-3,0)] ve periferik vasküler hastalık [1,7 (1,5-2,1)] dahil olmak üzere diğer kardiyovasküler durumlar için de eğilim benzerdi. SEER'i gelecekteki farklı kardiyovasküler hastalıkları tahmin etmek için özel olarak eğitilmiş modellerle karşılaştırdık; SEER, 5 yıllık ASCVD ve miyokard enfarktüsünü tahmin etmek için özel olarak eğitilmiş modellerle benzer performans göstermiştir. Buna karşılık, SEER kalp yetersizliğine özgü bir modelden [0,76 (0,74-0,77) vs. 0,82 (0,81-0,83)] ve atriyal fibrilasyona özgü bir modelden [0,68 (0,66-0,70) vs. 0,752 (0,73-0,77)] daha iyi performans göstermiştir. Spearman korelasyonları 0,44 (0,43-0,45; atriyal fibrilasyon) ve 0,63 (0,62-0,64; kalp yetersizliği) arasında değişen tüm risk skorları SEER ile güçlü korelasyon göstermiştir. Tüm risk skorları SEER ile güçlü korelasyon göstermiş olup Spearman korelasyonları 0,44 (0,43-0,45; atriyal fibrilasyon) ve 0,63 (0,62-0,64; kalp yetersizliği) arasındadır. Daha sonra SEER'in Stanford ve CedarsSinai PCE karşılaştırma setlerindeki performansını incelenmiş. Bu setler, başlangıçta daha önce kardiyovasküler hastalık vakası kaydı olmayan, diyabetik olmayan, LDL kolesterol ölçümü 190 mg/dL'nin altında olan ve EKG'den önceki bir yıl içinde kan basıncı ölçümü yapılan ayakta tedavi hastalarından oluşmaktadır. Bu kriterler, uzun vadeli kardiyovasküler hastalık risk taraması için uygun hasta grubunu yakından temsil etmek ve SEER ile PCE'yi karşılaştırmamıza olanak sağlamak için seçilmiştir. Bu kohortlarda SEER, kardiyovasküler mortaliteyi 5 yıllık AUC'leri 0,80 (0,76-0,83) ve 0,78 (0,72-0,84) ile öngörmüştür ve geçmişte de bu yönde çalışmalar yapılmıştır. Düşük ve orta riski tahmin etmek için SEER, PCE'ye göre olaylar arasında %14,8 ve olay olmayanlar arasında %3,0 net yeniden sınıflandırma iyileştirmesi (NRI) elde etmiş ve toplam NRI %17,8 olmuştur. Ayrıca SEER'in PCE karşılaştırma setlerindeki sert aterosklerotik kardiyovasküler hastalık olaylarını (ASCVD) tahmin etme kabiliyetini, tek bir 12 derivasyonlu EKG'ye dayalı 0,78 (0,76-0,82) ve 0,78 (0,72-0,80) ölümcül ve Harrell C-istatistiklerinin standart bileşik son noktasını kullanarak değerlendirilmiş. Aynı set içinde, PCE 5 yıllık AUC'leri 0,65 (0,59-0,71) ve 0,78 (0,72-0,84) ve Harrell C-istatistikleri 0,66 (0,61-0,67) ve 0,76 (0,71-0,80) olarak elde etmiştir. PCE'nin AUC ile ölçülen mütevazı performansı, geçmişte benzer çalışmaların bulgularıyla tutarlıdır. Düşük ve orta riski tahmin etmek için SEER, PCE'ye göre olaylar arasında %14,8 ve olay olmayanlar arasında %3,0 net yeniden sınıflandırma iyileştirmesi (NRI) elde etmiş ve toplam NRI %17,8 olmuştur.

SEER'in PCE karşılaştırma setlerindeki sert aterosklerotik kardiyovasküler hastalık olaylarını (ASCVD) tahmin etme kabiliyetini, ölümcül ve ölümcül olmayan miyokard enfarktüsü, inme ve ani kardiyak ölümden oluşan standart bileşik son noktayı kullanarak değerlendirilmiş. SEER, Stanford'da sert ASCVD'yi öngörmede 5 yıllık 0,67 (0,65-0,69) AUC ve 0,66 (0,65-0,68) Harrell C-istatistiği ve 0,63 (0,59-0,67) AUC ve 0,635 (0,62-0,65) C-istatistiği elde ederken, PCE 5 yıllık 0,71 (0,69-0,73) AUC ve daha iyi bir Harrell C-istatistiği elde etmiş. SEER'in mevcut klinik uygulamaya nasıl uyabileceğini anlamak için, daha sonra Stanford PCE karşılaştırma setinde hastaları PCE skoruna göre nasıl sınıflandırdığını araştırdık (Şekil 2). PCE risk skoruna göre düşük, orta ve yüksek riskli olarak belirlenen grupları ele aldık ve SEER'in bunları nasıl sınıflandıracağını inceledik. SEER'i kullanarak hastaları çapraz doğrulama setinin alt ve üst üçte birlik kısımlarındaki sınırlara göre üç risk dilimine ayırılmış. PCE risk skoruna göre düşük riskli olarak kategorize edilen 11.247 hastanın (PCE tarafından tahmin edilen 10 yıllık ASCVD oranı %7,5'in altındadır) gerçek 10 yıllık ASCVD oranı %4,89 (Kaplan-Meier tahmini; %95 CI %4,31-%5,55) ve 10 yıllık kardiyovasküler mortalite oranı %1,04'tür (%0,79-%1,38). Bu grup içinde, SEER skoru en üst dilimde olan 1788 hastanın 10 yıllık ASCVD oranı %9,93 (%8,03-%12,24), statin önermek için %7,5'lik sınırın üzerinde ve kardiyovasküler mortalite oranı %3,54 (%2,45-%5,11) ile önemli ölçüde daha yüksekti. SEER bu nedenle PCE tarafından düşük riskli olarak sınıflandırılan hastaların %16'sını orta risk kategorisine yeniden sınıflandırarak statin tedavisinden fayda görebilecek ilave hastaları belirlemiştir. SEER ayrıca 10 yıllık ASCVD riski orta düzeyde olan hastaları da yeniden sınıflandırabilmektedir.

10. **Çalışma Hakkında Yorumlar**

Bu çalışmada, 12 derivasyonlu EKG'den uzun vadeli kardiyovasküler hastalık ve ölüm riskini tahmin etmek için derin bir sinir ağı olan Stanford EKG Risk Tahmincisi SEER'i sunulmuş. SEER'in performansını, iki farklı EKG tedarikçisine sahip üç farklı kurumdan alınan üç test seti ve iki PCE karşılaştırma setinde değerlendirilmiş ve siteler ve tedarikçiler arasında sağlam doğruluk gösterilmiş. SEER'in bilinen EKG risk faktörlerini kapsadığını, ancak aynı zamanda yalnızca bu risk faktörlerine dayalı bir modelin ötesinde bir performans sergilediği gösterilmiş. SEER ayrıca tek derivasyonlu EKG'ler üzerinde eğitildiğinde ve değerlendirildiğinde de iyi performans göstermiştir. Risk skorumuzun, PCE ile birlikte kullanılarak 10 yıllık ASCVD riskinin tabakalandırılmasını iyileştirmedeki faydasını gösterdik. SEER, PCE tarafından düşük riskli olarak yanlış sınıflandırılan hastaların %16'sını ortaya çıkararak statinlerden fayda görebilecek ve mevcut uygulamalarla gözden kaçabilecek yeni bir hasta grubunu vurgulamaktadır. SEER ayrıca PCE skoruna göre orta riskli hastaları da sınıflandırarak, kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda CAC'nin varlığına benzer bir rol oynama potansiyeli göstermektedir. SEER veya benzer modeller, daha fazla doğrulama yapıldıktan sonra potansiyel olarak cazip bir alternatif sunabilir. Modelimizin doğruluğu, bir çalışmada 5 yıllık tüm nedenlere bağlı mortaliteyi öngörmede 0,702 AUC değerine ulaşan CAC skoruna benzerdir. Tek uçlu hastane EKG'sine dayalı güçlü performans göz önüne alındığında, SEER'in yaygın tarama için akıllı saat EKG'lerinde de kullanılması muhtemeldir. Modelin kalp yetersizliği ve kardiyomiyopati de dahil olmak üzere bir dizi kardiyovasküler hastalığı öngörebilmesi, ASCVD ve kardiyovasküler mortalite riski için potansiyel olarak daha geniş çapta uygulanabilir olmasını sağlamaktadır. Önceki çalışmalar,

hedeflenen statin kullanımını iyileştirmek için farklı stratejilerin faydasını, ölümlerdeki tahmini azalmalar açısından tahmin etmiştir. Onların yöntemlerini yakından takip ederek, SEER'in diyabeti olmayan 4075 kişilik nüfusun %10,1'ini (%9,6-10,7) statin için uygun olmayanlardan statin için uygun olanlara yükseltmesi halinde, yılda 20.405 (19.331-21.479) kardiyovasküler ölüm riski taşıyan hastanın statin için uygun hale geleceğini tahmin ediyoruz. 100 statin alımı göz önüne alındığında, bu ABD'de yılda 3468 (775-6029) kardiyovasküler ölümü önleyebilir. Daha muhafazakar bir oran olan %63 alım ile 2185 (487-3789) kardiyovasküler ölüm önlenebilecektir. Kardiyovasküler mortalite, sonuçta kardiyovasküler taramanın ve statin tedavisi gibi müdahalelerin önlemeyi amaçladığı ana sonuçtur. Bu çalışmanın, gelecekteki çalışmalar için de yön gösteren birkaç temel sınırlaması var. SEER üç farklı hastane sisteminde retrospektif olarak test edilmiş olsa da, skorun klinik uygulamada nasıl performans göstereceğini doğrulamak için prospektif çalışmalar gereklidir. Büyük kohort çalışmaları iyi bir değerlendirme grubu sağlayabilir, ancak çoğunda ya dijital EKG'ler mevcut değildir ya da değerlendirmeye izin verecek yeterli takip yoktur. SEER sadece bir tıp merkezinden alınan verilerle eğitilmiştir ve bu nedenle belirli eğitim popülasyonuna dayalı demografik önyargılardan muzdarip olabilir, ancak demografik gruplar arasında performansta büyük farklılıklar bulunamamış. Ayrıca tek kanallı hastane EKG'lerine ilişkin sonuçlar sunulmuş olsa da SEER'in akıllı saat verilerinde nasıl performans göstereceğini tam olarak anlamak için ek değerlendirme yapılması gerekmektedir. Ancak SEER'in, poliklinikler ve giyilebilir cihazlar da dahil olmak üzere ayaktan tedavi ortamlarında kardiyovasküler riski değerlendirmek için PCE skoru ile birlikte kullanılmasını öngörülmektedir. Kardiyovasküler hastalıkların ABD'de ve dünyada önde gelen ölüm nedenlerinden biri olduğu göz önüne alındığında, PCE skoru ve diğer risk araçlarıyla birlikte tam olarak kullanılması halinde SEER, daha doğru risk sınıflandırması yoluyla mortalitede önemli bir azalmaya yol açabilir.

Kaynak

1. Hughes JW, Tooley J, Torres Soto J, et al. A deep learning-based electrocardiogram risk score for long term cardiovascular death and disease. NPJ Digit Med. 2023;6(1):169. Published 2023 Sep 12. doi:10.1038/s41746-023-00916-6