

COVID-19'DA KARDİYOTORASİK RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME VE YAPAY ZEKANIN ROLÜ

CARDIOTHORACIC RADIOLOGICAL IMAGING AND THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COVID-19

Veysel Atilla AYYILDIZ¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı

Cite this article as: Ayyildiz VA. Cardiothoracic Radiological Imaging And The Role Of Artificial Intelligence in Covid-19. Med J SDU 2021; (ozelsayi-1):101-112.

Öz

Covid-19'un görüntülemesiyle ilgili bulgular 2020'nin başlarında yayınlandığından beri çok şey öğrenildi. Görüntüleme çalışmalarını bildirmek için birçok sınıflandırma sistemi, karakteristik görüntüleme bulgularına dayanarak geliştirilmiştir. Görüntüleme artmış performans ve RT-PCR (Revers Transkriptaz-Polimeraz Zincir Reaksiyonu) testine erişimin kolaylaşması sonucu görüntüleme yalnızca daha şiddetli hastalığı olan veya solunumu kötüleşen hastalar için endikedir. Enfeksiyon, asemptomatik tablodan şiddetli ve bazen ölümcül hastalığa kadar değişen bir spektrumda ortaya çıkmakla beraber, en sık akut akciğer hasarı görülür. Görüntüleme başlangıçta alternatif olarak BT (Bilgisayarlı Tomografi) ile ortaya çıkıp sonradan muhtemelen RT-PCR'a kıyasla daha üstün bir test olarak, spesifik endikasyonlara dayalı daha sınırlı bir rol almıştır. Salgının başlarında, Covid-19 şüphesi olan hastalar için, RT-PCR testinin kullanılabilirliğinin sınırlı olduğu ve performansının belirsiz olduğu durumlarda triaj amacıyla göğüs görüntüleme için çeşitli sınıflandırma ve raporlama şemaları geliştirilmiştir. Çok sayıda çalışmada Covid-19'a özgü tipik bulgular ve alternatif tanıları öneren görüntüleme özellikleri araştırmacılar tarafından fikir birliğine varılarak önerilmiştir. Göğüs grafisi (GG) ve BT'deki akciğer tutulumunun derecesini değerlendiren bazı çalışmalar,

kritik hastalık ve mekanik ventilasyon ihtiyacı ile korelasyon göstermiştir. Pulmoner belirtilere ek olarak, tromboembolizm ve miyokardit gibi kardiyovasküler komplikasyonlar, bazen nörolojik ve abdominal belirtilere de sebep olabilen Covid-19'a atfedilmiştir. Son olarak yapay zeka, hem radyografi hem de BT açısından Covid-19 pnömonisinin hem tanı hem de prognosunda umut vadetmektedir.

Anahtar Kelimeler: Covid 19, Yapay zeka, Bilgisayarlı tomografi, Göğüs grafisi, RT-PCR

Abstract

Much has been learned since the findings of Covid-19's imaging were published in early 2020. Many classification systems have been developed based on characteristic imaging findings to report imaging studies. As a result of increased performance in imaging and improved access to RT-PCR (Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction) testing, imaging is only indicated for patients with more severe disease or worsening breathing. Although the infection occurs in a spectrum ranging from asymptomatic to severe and sometimes fatal disease, acute lung injury is the most common. Imaging initially emerged with CT (Computed Tomography) as an alternative and subsequently played a more limited role based on specific indications, possibly as a superior

İletişim kurulacak yazar/Corresponding author: veysela06@hotmail.com

Müracaat tarihi/Application Date: 25.03.2021 • **Kabul tarihi/Accepted Date:** 07.04.2021

ORCID IDs of the authors: V.A.A. 0000-0003-0252-9023

test compared to RT-PCR. Various classification and reporting schemes have been developed for triage in cases where RT-PCR availability is limited and its performance is uncertain. Interobserver agreement for features with typical findings unique to Covid-19 and features that suggest an alternative diagnosis is high in a large number of studies. Some studies evaluating the degree of lung involvement on chest X-ray and CT have correlated with critical illness and the need for mechanical ventilation.

In addition to pulmonary manifestations, cardiovascular complications such as thromboembolism and myocarditis have sometimes been attributed to Covid-19, which contributes to neurological and abdominal manifestations. Finally, artificial intelligence shows promise in both the diagnosis and prognosis of Covid-19 pneumonia in terms of both radiography and CT.

Keywords: Covid 19, Artificial intelligence, Computed tomography, Chest radiography, RT-PCR

Giriş

Şiddetli Akut Solunum Yolu Sendromu-Koronavirüs-2 (SARS-CoV-2) enfeksiyonunun neden olduğu hastalık olan 2019 koronavirüs hastalığının (Covid-19) ilk görüntüleme bulguları yayınlandığından (1, 2) bu yana hastalığın klinik ve radyolojik bulguları hakkında çok şey öğrenildi. Çin'in Hubei Eyaletinde izole edilmiş bir hastalıktan dünya çapında iki milyondan fazla ölümle sonuçlanan küresel bir salgına dönüştüğü için, daha kapsamlı çalışmalar yayınlandı, hastalığın fizyolojik ve biyolojik çeşitliliği araştırıldı ve ekstratorasik bulguları rapor edildi. Bu derlemede, görüntüleme açısından Covid-19 hakkında bilinenleri özetlemeyi ve henüz bilinmeyenleri (ekstratorasik kardiyak belirtiler ve yapay zekanın rolü ile ilgili) ortaya koymayı hedefliyoruz.

Covid-19'da Görüntüleme Endikasyonları

Çin'in Wuhan kentinde hastalığın ilk ortaya çıkışından ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) Covid-19'u 11 Mart 2020 tarihinde bir salgın hastalık olarak resmen tanımladığından beri klinik endikasyonu olan hastalarda görüntüleme olarak göğüs grafisi (GG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) belirlenmiştir. Özellikle Çin'de şüpheli Covid-19 pnömonisinin tanısında rutin görüntüleme yapılması savunulurken, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa gibi diğer ülkeler daha çok konservatif yaklaşımı önerdiler (3). Amerikan Radyoloji Koleji (4) Göğüs Radyolojisi Derneği ve Amerikan Acil Radyoloji Derneği gibi dernekler (5), rutin görüntülemenin, özellikle de BT'nin birinci basamak tanı testi olarak kullanılmasını önermediler.

Uzmanlar, tanının temelde nükleik asit testine dayanması sebebiyle BT'nin tanı değerinin sınırlı olduğunu, sık BT çekiminin diğer hastalara ve sağlık personeline enfeksiyon bulaşma potansiyelini arttırmamasından endişe duymuş, Covid-19'un BT bulgularının akut akciğer hasarının diğer nedenleriyle örtüşebildiğini veya normal bile olabileceğini ve BT'nin sonuçlarının has-

talığın yönetimini nadiren değiştirdiğini farketmişlerdir (3). Sonuç olarak görüntülemenin kesin rolü tartışmalı olmaya devam etmekte ve ülkelere ve kurumlara göre değişkenlik göstermektedir.

Nisan 2020'de, Fleischner Society, klinisyenlere çeşitli sağlık kuruluşlarında torasik görüntülemenin kullanımını konusunda rehberlik etmek için çok uluslu bir fikir birliği bildirisi yayınladı (6). Fikirler değişen şiddette hastalıklara sahip (hafif, orta ve şiddetli) bilinen veya şüpheli Covid-19 enfeksiyonu olan hastaların etrafında üç klinik senaryoda toplanmıştır. Panel üyelerinin uzman görüşlerine dayanarak, aşağıdakileri içeren öneriler yayınlandı: Asemptomatik bireylerde Covid-19 için bir tarama testi olarak rutin görüntüleme endikasyonu yoktur. Covid-19 olan entübe edilmiş stabil hastalarda günlük GG endikasyonu yoktur. BT, enfeksiyonu atlattıktan sonra fonksiyonel yetmezlik, hipoksemi veya her ikisine sahip bireylerde endikedir.

Covid-19'un Göğüs Grafisi ve BT'de Görüntüleme Özellikleri

SARS-CoV-2 enfeksiyonunun göğüs görüntüleme bulguları, diğer insan koronavirüsleri (SARS, MERS), H1N1 ve diğer influenza vireotiplerinin neden olduğu enfeksiyonların yanı sıra ilaç reaksiyonları ve bağ dokusu hastalıklarından kaynaklanan akut akciğer hasarları dahil olmak üzere diğer enfeksiyonlarla örtüşür veya bunları taklit eder (7). Salgının birçok bölgede grip mevsimi boyunca arttığı göz önüne alındığında, bu durum GG ve BT'nin tanı için özgüllüğünü daha da sınırlandırmıştır.

GG'deki Covid-19 bulguları, hastalığın erken evrelerinde normal izlenirken, ilerleyen evrelerde bazen bazalde ve tipik olarak periferik dağılım göstermekle birlikte tek taraflı veya bilateral akciğer opasiteleri şeklinde görülmektedir (8, 9). Erken araştırmalar, temelde GG'lerin Covid-19 teşhisi için nispeten düşük bir duyarlılıkta (% 69) olduğunu bildirmiştir. Kronik akciğer hastalığı veya konjestif kalp yetmezliği gibi altta yatan komorbiditeler GG'nin yorumlanmasını zorlaştırabilse

de çalışmalar, birçok ayırt edici BT bulgularının GG'de görülebilir olduğunu göstermiştir (10, 11).

Covid-19 pnömonisinin tipik BT görünümü, akciğerin alt loblarında dağılan bilateral periferik opasitelerdir. Opasiteler genellikle buzlu cam opasitesidir bazen konsolidasyon alanları şeklinde izlenir. Genellikle nodüler veya kitle benzeri görünüme sahip olan bu opasiteler bu nedenle organize pnömoni paterni ile benzerlik göstermektedir (12, 13). Organize pnömoniyeye benzeyen ek görüntüleme paternleri arasında periliböler opaklaşma ve daha yoğun bir konsolidasyon halkası veya arki ile çevrelenmiş buzlu cam opasitesinin fokal, yuvarlak alanı olarak tanımlanan "ters halo" işareti bulunur. Diğer enfeksiyonları ilaç toksisitesini taklit edebilen yaygın buzlu cam opasitesi de bildirilmiştir (13). Covid-19 pnömonisinin prototipik BT özellikleri iyi tanımlanmış olmasına rağmen, klinik pratikte birçok hasta görüntüleme bulgularının bir kısmına sahiptir. Opasiteler tek taraflı olabilir, yuvarlak bir morfolojiye sahip olabilir. Alternatif olarak, opasiteler üst lob baskınlığına sahip olabilir, ancak yine de periferik veya subplevral dağılılabılır. Belirsiz olan BT özellikleri de Kuzey Amerika Radyoloji Derneği (RSNA) BT raporlaması üzerine fikir birliği beyanı gibi kılavuzlarda tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır (13). Bunlar, Covid-19 'da bildirilen ancak güvenli bir radyolojik tanıya varmak için yeterince spesifik olmayan görüntüleme bulgularını içerir. Örneğin, konsolidasyonlu veya konsolidasyonsuz yaygın veya perihiler buzlu cam opasiteleri, ödem veya alveolar kanama gibi çeşitli diğer enfeksiyöz ve bazı nonenfeksiyöz süreçlerle ortaya çıkabilen dağınık yuvarlak olmayan opasiteler olarak karşımıza çıkabilir.

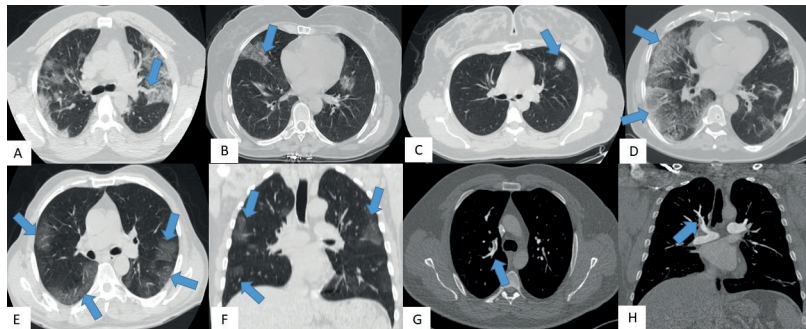
Covid-19 pnömonisinde, buzlu cam opasitesi olmaksızın lobar veya segmental konsolidasyon, değişken küçük pulmoner nodüller, pulmoner kavitasyon, sep-

tal kalınlaşma, plevral efüzyon ve pnömotoraks dahil olmak üzere bazı BT özellikleri nadiren görülür. İlginç bir şekilde, mekanik ventilasyon uygulanan Covid-19 hastalarında barotravma oranının, akut respiratuar distres sendromunun diğer nedenleri olan hastalara göre çok daha yaygın olduğu bildirilmiştir (% 24'e karşın % 11) (14). Covid-19 pnömonisinde görülen BT bulguları Şekil-1'de topluca gösterilmiştir

Göğüs Grafisi ve BT'de Zaman İçinde Covid-19 Bulgularındaki Değişim

Karakteristik Covid-19 görüntüleme bulgularının varlığı tanı ve risk sınıflandırmasında yardımcı olsa da, hem GG hem de göğüs BT'sinin enfeksiyonun ilk aşamalarında anormal akciğer bulgularından yoksun olabileceği, semptom başlangıcından sonraki iki gün içinde görüntülenen hastalarda normal BT oranlarının % 56'ya kadar çıkabileceği dikkate değerdir (15). Bu nedenle, normal bir GG ve BT, hastalığı güvenilir bir şekilde dışlamamaktadır.

Pan ve arkadaşları BT'de akut ve subakut Covid-19 'un dört geçici aşamasını tanımladı; başlangıç fazında anormalliklerin buzlu cam opasitesi olarak ortaya çıkıp, tek taraflı olabileceği ve akciğerde karakteristik periferik dağılımdan yoksun olma eğiliminde olabileceğini ortaya koymuşlardır (16). Hastalar hastalığın 5. gününden 8. gününe doğru progresyon gösterdiğinde pulmoner opasiteler daha yaygın hale gelip birleşerek her iki akciğeri etkileyecek hale gelmektedir (Şekil 2). Hastalığın pik dönemi yaklaşık 9 ila 13 gün arasında gerçekleşir ve akut akciğer hasarının gelişimine paralel olarak daha yaygın konsolidasyona sahiptir (2, 4, 16). Bu durum GG'deki anormalliklerin semptom başlangıcından 10 ila 12 gün sonra en yaygın olduğunu bulan araştırmacılarla aynıdır (8). Hastalar arasında farklılıklar vardır, ancak yaklaşık iki haftadan itibaren çoğu gerileme aşamasına girer (17). Bu dönemde,



Şekil 1

Covid-19 pnömonisinde aksiyal ve koronal BT kesitlerinde görülen bulgular. A ve B. Genişlemiş damar bulgusu. C. Halo işareti. D. Hava bronkogramı içeren crazy paving paterni (Arnavut kaldırımı görünümü şeklinde konsolide hale gelmiş pnömoni alanları. E ve F. Tipik bulgu olan bilateral periferik subplevral buzlu cam dansitesinde alanlar. G ve H. Sağ üst loba giden segmenter pulmoner arter dalının proksimal kesiminde lümen içi trombus.

konsolidasyon azalabilir ve enfeksiyonun başlangıç aşamalarında bulunmayan lineer opasiteler, "ters halo" işareti ve "crazy-paving"(arnavut kaldırımı) paterni gibi diğer belirtiler ortaya çıkabilir. Enfeksiyonun ilk birkaç haftasında plevral efüzyonlar nadirdir, kaviteasyon nadirdir ve pulmoner fibrozis beklenmez.

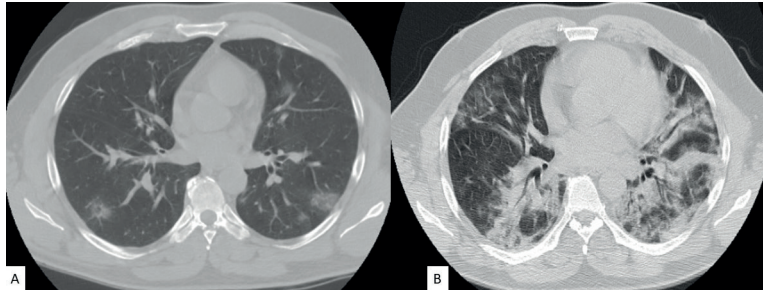
Haftalar içinde, hem GG hem de BT'deki pulmoner bulgular geriler veya daha organize bir aşamaya dönüşebilir; bu durumda buzlu cam opasiteleri ve konsolidasyon alanları daha retiküler opasitelere dönüşür ve fibrozis, hacim kaybı, yapısal distorsiyon ve traksiyonel bronşektazi ile ilişkili olabilir (Şekil 3).

Hastalık Değerlendirmesinde BT'de Hastalık Şiddeti Nasıl Bir Rol Oynar?

Covid-19'da görüntüleme yoluyla hastalık ciddiyetinin değerlendirilmesi; hastaneye yatış ihtiyacı, entübasyon zamanlaması, hastalığın seyri prognozu ve tedavinin etkinliği ile ilişkili klinik kararlar hakkında bilgi verebilir. BT, tekrarlanabilir niceliksel şiddet puanlamasına olanak sağlayabilir ve özellikle hafif hastalığı tespit etmede, farklı zaman aralıklarındaki değişikliği karakterize etmede ve hastalığın yayılımını ortaya koymada yardımcı olabilir.

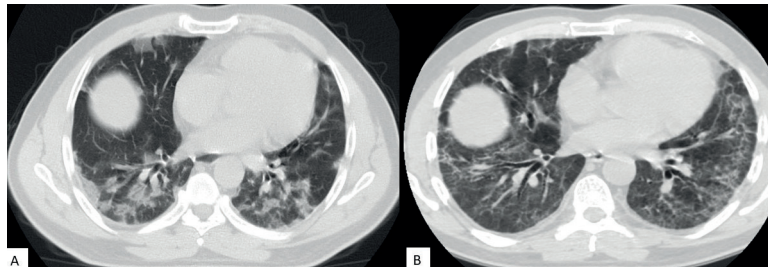
Covid-19 'da BT'de akciğer tutulumunu değerlendirmek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Niteliksel yöntemler parankimal hastalığı hafif, orta veya şiddetli olarak sınıflandırır. Semikantitatif yöntemler, lobar veya zonal tutulumu çeyreklere göre tahmin eder (% 0-25,% 26-49,% 50-75,% 76-% 100) (17), <% 5 lobar tutulumu da bazen kullanılır (18). Makine öğrenmesini kullananlar dahil olmak üzere yazılım tabanlı nicel yöntemler, toplam akciğer tutulumunun yanı sıra buzlu cam opasiteleri ve konsolidasyon alanlarının yüzdesini hesaplamak için kullanılabilir ve insanların hesapladığı semikantitatif tahminlerden daha yüksek doğruluğa sahip olabilir (19-21).

Çeşitli çalışmalar, BT'deki parankimal tutulumun yayılımı ile semptomların şiddeti, oksijenasyon durumu, enfeksiyon ve inflamasyonun belirli laboratuvar ölçümleri gibi parametrelerle tanımlanan hastalığın ciddiyetinin klinik değerlendirmesi arasında korelasyon göstermiştir. Semikantitatif ve kantitatif çalışmalar, şiddetli ve kritik hastalığı olan hastalar için, daha az şiddetli hastalığı olanlara göre önemli ölçüde daha yüksek BT şiddet skoruna sahipti (22). 189 yatan hastayı içeren bir çalışmada, BT'de parankimal opasitelerin yarı otomatik segmentasyonu ile ölçülen ortalama akciğer tu-



Şekil 2

Aksiyel BT kesitlerinde hastalığın progresyonu (A'dan B'ye) sonucunda pulmoner opasitelerin daha yaygın hale gelip birleşerek her iki akciğeri etkilemesi.



Şekil 3

Tanı anında aksiyel BT'de bilateral periferik subplevral inflamasyonu temsil eden buzlu cam dansiteleri ve tedavi sonrası kontrol görüntülemesinde fibrozisi temsil eden buzlu cam dansitesi zemininde yaygın retiküler dansiteler, yapısal distorsiyon ve eşlik eden traksiyonel bronşektaziler.

tulum hacmi, kritik hastalarda (% 38,5), kritik olmayan hastalara (% 5,8) göre daha yüksek olup %23'lük bir eşik değer için bu iki grubu% 96 duyarlılık ve özgüllükle ayırt etmektedir (23). 78 hasta üzerinde yapılan başka bir çalışmada, 0 ile 20 arasında değişen yarı kantitatif bir toplam BT şiddet skoru, yüksek doğruluk ile hafif, orta ve şiddetli klinik hastalığı okuyucular arasında yüksek korelasyonla (0,976) birbirinden ayırt etmiştir (22).

BT şiddet skorları ayrıca, hastalık şiddeti ile ilişkili serum belirteçleri ile korelasyon gösterir. Hastanede yatan 84 hastanın katıldığı bir çalışma, lenfosit sayısı ve yüzdesi, nötrofil yüzdesi, C-reaktif protein ve prokalsitonin seviyeleri ile anlamlı korelasyon gösterdi (tümü p <0.05) (24). 106 hastanın katıldığı bir başka yarı kantitatif çalışma, BT şiddeti ile interlökin-6 ve interlökin-2R gibi inflamatuvar sitokin seviyeleri arasında anlamlı pozitif korelasyon gösterdi (25). Ek çalışmalarda da benzer korelasyonlar gözlemlendi (26, 27). BT şiddet skorlaması, klinik triaj ve prognoz değerlendirmesi için umut verebilir ve daha yüksek BT şiddet skorları, ortaya çıkabilecek klinik sonuçları tahmin edebilir (27, 28). Hastanede yatan 572 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, toplam akciğer tutulumu% 50'den fazla olan hastaların % 70'i yoğun bakım ünitesine yatırıldı veya başvuru sırasında yapılan BT'den sonraki yedi gün içinde öldü, ancak bu oranlar akciğer tutulumu % 50'den daha az olanlarda daha düşüktü (18).

0'dan 25'e kadar değişen skala sisteminin kullanıldığı 130 hastadan oluşan acil servise başvuran hastaların olduğu bir çalışmada BT skoru 18 ya da daha üstünde olanlar artmış mortalite riski ile korele idi (26). Daha yüksek yarı kantitatif toplam şiddet skorları ve multilobar tutulum, gözlem için hastaneye yatırılan 128 hastayı içeren bir çalışmada artan ölüm riski ile ilişkiliydi; ölüm, BT şiddet skoru 15 veya daha yüksek olan hastalarda daha yaygındı ve BT şiddet skoru, yaş ve birkaç inflamatuvar serum belirtecini içeren çok değişkenli bir analizde mortalite için tek bağımsız risk faktörü idi (28). Bununla birlikte, BT şiddet skorları, hasta prognozu ile ilişkili birçok klinik ve laboratuvar parametrelerinden yalnızca biridir (29). Enfeksiyonu olup asemptomatik olan ve BT'de parankimal tutulumu olan hastaların büyük çoğunluğu semptomatik olan hastalarla örtüşmektedir (30). Klinik açıdan şiddetli hastalarla orta derecede şiddetli olan hastaların BT şiddet skoru örtüşmektedir (28) Bu sonuçlar tek başına BT şiddet skorundan klinik sonuçları tahmin etmenin zor olduğunu ortaya koymaktadır. Hastaların yönetiminde BT şiddet puanlamasının yararlılığına ilişkin klinik çalışmalar hala devam etmektedir.

Hastalık Değerlendirmesinde Göğüs Grafisindeki Hastalık Şiddeti Nasıl Bir Rol Oynamaktadır?

Göğüs grafisi, şüpheli veya bilinen Covid-19 hastalarını değerlendirmek için genellikle ilk tanılabilir görüntüleme testidir. Grafideki anormalliklerin şiddeti ile hastalık şiddeti arasındaki ilişkiyi araştıran çeşitli çalışmalar, akciğerdeki yayılımın ve opasitelerin dansitesinin artışının daha şiddetli klinik belirtiler, daha yüksek yoğun bakım ünitesine yatış oranları ve ölümle ilişkili olduğunu göstermiştir (31). 338 genç yetişkinin yer aldığı retrospektif bir çalışmada, grafideki şiddet skoru maksimum 6 üzerinden olacak şekilde ≥ 2 puan ve obezite hastaneye yatışın bağımsız prediktörleriydi. Hastaneye yatırılanlar arasında grafideki şiddet skorunun ≥ 3 olması endotrakeal entübasyonun bağımsız bir belirleyicisiydi (11). 1157 kişi üzerinde radyolojik açıdan akciğer ödeminin değerlendirildiği (RALE: Radiologic Assessment of Lung Edema) skorlamayı içeren değişken klinik faktörlerin olduğu bir çalışmada, RALE skorundaki her birim artışında tehlikenin arttığını, yoğun bakım ünitesine yatışın 1.49 ve ölüm için riskin 1.23 kat arttığını bulmuştur (31). Hollanda'dan bir grup, hastanede yatan 356 hastanın 4 zondan oluşan ve 0-2 şiddetine dayalı 0-8 GG skoru içeren retrospektif bir çalışmada risk modeli oluşturdu. Yoğun bakım ünitesine yatırılması gereken veya ölen hastaların grafi skorları (ortalama 4.4), yoğun bakım ihtiyacı olmayan veya ölmeyenlere göre (ortalama 3.3), (p <0.01) anlamlı olarak daha yüksekti. Üstelik başvuru anında bilateral akciğer tutulumu kritik hastalığı olan hastaların % 86'sında mevcutken, olmayanların % 73'ünde mevcuttu (32). Normal veya normale yakın GG'li hastalar tipik olarak iyi bir klinik seyir gösterir. 72 puanlık grafi şiddet skoru kullanan 109 hasta üzerinde yapılan retrospektif bir çalışmada, semptomların başlangıcından sonraki 6-10. günler arasında <5 şiddet skorunun, ek oksijen gereksinimi için 95.45 ve yoğun bakım ünitesine yatış için 100 negatif tahmin değerine sahip olduğunu göstermiştir (33).

Asemptomatik veya minimal semptomatik, 1964'ü göğüs grafisine sahip olan 5621 erkekte oluşan retrospektif bir çalışmada, hastaların % 98'inde grafiler normal olarak bildirilmiştir. Ek oksijen ihtiyacı ve yatarak tedavi sadece dört kişi için (% 0,2) gerekli bulunmuştur (34). Bu çalışmalar, minimal semptomu olan veya hiç semptomu olmayan hastalar için görüntülemenin genellikle endike olmadığı görüşünü desteklemektedir. Mekanik ventilasyon gerektirenler de dahil olmak üzere stabil hastaların rutin radyografik olarak izlenmesi önerilmemektedir (6).

GG için çeşitli puanlama sistemlerini karşılaştıran çalışmalar yapılmamıştır ve her sistemin kendine özgü avantajları vardır. Rutin klinik uygulamada, normal

veya minimal bulguları olan hastalar muhtemelen iyi huylu bir klinik seyir izleyecektir, oysa daha yaygın akciğer opasiteleri olan hastaların destekleyici oksijen tedavisi, yoğun bakım ünitesine yatış ihtiyacı ve mekanik ventilasyona ihtiyaç duyması daha olasıdır.

BT ve Radyografide Covid-19 Şüphesini Ortaya Koymada Hangi Raporlama Sistemleri Faydalı Bulunmuştur?

Pandeminin erken dönemlerinde, RT-PCR testine erişimin sınırlı olduğu zamanlarda, hastalık prevalansının yüksek olduğu dönemde Covid-19 şüphesi olan hastaların GG ve BT incelemelerini raporlamak için birkaç raporlama sistemi önerildi. Bu sistemler, Covid-19 'u temsil eden BT'de akciğer anormalliklerinin olasılığını ortaya koymayı amaçlayan standardize edilmiş dil ve tanı kategorileri sağlar. Raporlama sistemleri, Kuzey Amerika Radyoloji Derneğinin (RSNA) Uzmanlarının fikir birliği beyanını içerir (13). Hollanda Radyoloji Derneği tarafından geliştirilen CO-RADS (35), İngiliz Göğüs Görüntüleme Derneğinin sınıflandırması (36), COVID-RADS (37) ve COVID-19 S (38) sınıflamalarını içermektedir. RSNA Uzman fikir birliği beyanına ilişkin bir çalışmada, Covid-19 şüphesi olan yaklaşık 300 hastanın retrospektif incelemesinde torasik radyolog gözlemciler arasında mükemmel fikir birlikteliği bulundu (39).

572 semptomatik hastanın (142 RT-PCR ile doğrulanmış Covid-19 ve 430'u doğrulanmadan) BT taramalarının retrospektif çalışmasında, tüm okuyucular arasında CO-RADS derecelendirmesi için orta düzeyde bir uyum gösterdi (40).

Önerilen GG raporlama dili ve kategorileri arasında İngiltere Torasik Görüntüleme Derneği (41) ve çok merkezli bir Amerikan grubu (42) yer almaktadır. İngiltere Torasik Görüntüleme Derneği kılavuzlarının geriye dönük bir çalışması, "klasik" ve "olası kategoriler" için gözlemciler arası önemli bir anlaşma (Fleiss 'k = 0.61) ortaya koymuştur. " Covid-19 için Belirsiz" (k = 0,23) ve " Covid-19 Olmayan" (k = 0,37) kategorileri için anlaşma sağlandı (43). Bu çalışmanın yazarları, gözlemciler arası uyumu iyileştirmek ve Covid-19 hastalarını " Covid-19 Olmayan" olarak etiketlemekten kaçınmak için son iki kategorinin tek bir " Covid-19 klasik değil" kategori olarak birleştirilmesini önermektedir.

BT'nin rolü, dünyanın başka yerlerinde kullanımın çoğunlukla pulmoner emboli (PE) gibi spesifik endikasyonlarla sınırlı olduğu yerlerde daha sınırlı olmuştur (6).

RT-PCR'ye artan erişim ve sonuçların kısa sürede ortaya çıkması ile, hastalarda bu sınıflandırma sis-

temlerinin ileriye dönük değeri belirsizdir. Tüm bu sistemlerin pozitif prediktif değeri, topluluktaki Covid-19 yaygınlığına göre büyük ölçüde değişmektedir. Bununla birlikte, klinik olarak Covid-19 olduğundan şüphelenilmeyen ancak oldukça düşündürücü BT bulguları olan hastalar için BT'nin tanısal performansını değerlendirmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (5, 6). Her bir sınıflandırma sistemi, sırasıyla tipik bulgular olduğunda veya olmadığında hastalığın varlığını veya yokluğunu önermede yardımcı olabilirken, herhangi bir sistemin değeri hastalık prevalansına ve RT-PCR'ye erişim ve sonuçlanma hızına bağlı olarak değişecektir. Bu konuda radyolog tecrübesi de rol oynamaktadır.

Covid-19 'un BT'de Tespiti İle RT-PCR Tespiti Neden Tartışmalı?

SARS-CoV-2 dahil viral enfeksiyon tanısı, biyolojik olarak genetik materyali tanımlamak için RT-PCR testine dayanır (44, 45). RT-PCR'nin kullanımı ve buna olan erişim 2020'nin ilk yarısında sınırlıydı ve bu nedenle Covid-19 pnömonisinin erken triajı ve tedavisi için BT kullanıldı. Bu nedenle, erken literatürde SARS-CoV-2 enfeksiyonunun spesifik tanımı net olmayıp, BT ile ve RT-PCR ile birlikte tanımlanmaları tamamlayıcıdır. RT-PCR, SARS-CoV-2 enfeksiyonunun teşhisi için referans standart test olarak kabul edilmekle birlikte, mükemmel değildir.

RT-PCR yanlış negatif sonuçlar ortaya koyabilir çünkü tanısal performansı, yetersiz örnekleme ve biyolojik materyallerden nükleik asitlerin yanlış ekstraksiyonu, farklı testlerin doğruluklarındaki varyasyonlar veya düşük başlangıç veya geç viral yük gibi birçok faktörden etkilenebilir (46, 47). Yanlış negatif BT sonuçları, RT-PCR pozitif hastaların % 3-56'sında bildirilmiştir (48). Pnömoninin BT bulguları, tipik olarak enfeksiyondan 6-11 gün sonra gelişme eğilimindedir (49). Semptomatik kişilerde RT-PCR'ye kıyasla BT için daha yüksek duyarlılık bildirilmiştir (48, 49). Bu tür sonuçların, özellikle sadece orta ila şiddetli semptomları olan hastaların dahil edilmesi gibi çeşitli faktörlere bağlı olabileceği savunulmuştur (54).

RT-PCR ve BT uyumsuzluğunun yorumlanması zordur ve çeşitli faktörlerle karıştırılır (50). Büyük bir meta-analizde, BT için ortaya konulmuş duyarlılık% 94 ve RT-PCR için % 89 idi (51).

RT-PCR'nin özgüllüğü optimal iken, BT bulguları patognomonik olmaktan uzaktır. Cochrane Veritabanından yapılan sistematik inceleme, şüpheli vakaları içeren çalışmalarda duyarlılık ve özgüllükte önemli ölçüde azalma olduğunu bildirdi. Pozitif BT sonucu, SARS-CoV-2 enfeksiyonu olan hastalarda % 86 ve ol-

mayan hastalarda % 82 idi. Bu nedenle, BT'nin özgüllüğü Covid-19 pnömoni tanısı için zayıftır (52).

Covid-19 teşhisinde ve herhangi bir klinik ortamda görüntüleme testlerinin doğruluğu, hem Covid-19 hem de karşılaştırılabilir viral pnömonilerin yanı sıra diğer klinik-radyolojik taklitçilerin prevalansından etkilenir. Bu sorun, göğüs BT'sinin pozitif prediktif değerinin (PPV) önemsiz olduğu düşük Covid-19 oranının (<% 10) olduğu bölgelerde görülmüştür (51).

Covid-19'da Yapay Zekanın Rolü Nedir?

Görüntülemeye dayalı yapay zeka, hastalığın teşhisi, hastalık ölçümü, ciddiyet değerlendirmesi ve hastalığın prognozunda potansiyel olarak önemli bir role sahiptir. Radyologların iş yükünü azaltmak, iş akışını kolaylaştırmak, teşhis doğruluğunu iyileştirmek ve kaynak tahsisini kolaylaştırmak için bir araç olarak önerilmiştir.

Çalışmalar, Covid-19 'u diğer pnömoni türlerinden ayırmak ve hastalık şiddetini tahmin etmek için BT ve GG kullanmaya odaklanmıştır. Li ve arkadaşları, Covid-19 pnömonisini toplum kökenli pnömoniden ve diğer akciğer hastalıklarından (53) ayırmak için 3322 hastadan elde edilen 4352 BT taramasında tam otomatik bir çerçeve geliştirdi. Covid-19 algılama sinir ağı (COVNet), hastalığı tespit etmede tarama başına% 90 duyarlılık ve% 96 özgüllük elde etti. Bai ve arkadaşları Covid-19 'u diğer akciğer hastalıklarına sekonder gelişen pnömonilerden ayırt etmek için 1186 hastanın (521 Covid-19 vakası ve 665 Covid-19 olmayan pnömoni vakası) BT taramalarını kullandı (54). Bağımsız testlerde, model% 87 doğruluk,% 89 duyarlılık ve% 86 özgüllük elde etti.

Yazarlar, yapay zekanın radyologların performansını iyileştirme yeteneğini de gösterdiler. Çin hastanelerinden 905 hastayı kullanan çalışmada, Mei ve ark. Covid-19 hastalarının hızlı teşhisi için BT bulgularını klinik semptomlar, maruziyet öyküsü ve laboratuvar testleriyle entegre ederek yapay zeka algoritmaları geliştirdiler (55). 279 hastadan oluşan bir test setinde, yapay zeka sistemi kıdemli bir torasik radyolog ile karşılaştırıldığında eşit duyarlılığa sahipti. Ek olarak, yapay zeka sistemi, BT'leri normal olup Covid-19 için RT-PCR testiyle pozitif saptanan hastaların tespitini iyileştirerek 25 hastadan 17'sini (% 68) doğru şekilde tanımlamıştır.

Zhang ve ark. Covid-19 pnömonisini teşhis etmek ve hasta prognozunu tahmin etmek için 4154 hastadan 6752 göğüs BT taramasına dayanan yapay zekayı kullanarak en büyük ve en kapsamlı çalışmayı gerçekleştirdi (56). Covid-19 pnömonisini toplum kökenli pnömoni ve normal kontrol grubundan ayırt etmek

amacıyla yapay zeka sistemini doğrulamak için, yazarlar Çin'de üç prospektif pilot çalışma gerçekleştirdi. Yapay zeka sistemi, genç radyologlardan daha üstün ve daha deneyimli radyologlarla karşılaştırılabilir genel bir performansla istikrarlı ve iyi sonuçlar elde etti.

GG kullanarak Covid-19 vakalarının derin öğrenmeye dayalı triajı için birkaç çalışma yapılmıştır. Murphy ve ark. 24.678 GG görüntüsü üzerinde eğitilmiş bir yapay zeka sisteminin (CAD4COVID-Xray) performansını değerlendirdi ve Covid-19 pnömonisinden şüphelenilen hastaların 454 GG görüntüsünden oluşan bir test setinde performansı altı radyoloğunla karşılaştırdı (57). Yapay zeka sistemi, GG görüntülerini Covid-19 pnömonisi olarak doğru bir şekilde sınıflandırdı ve mümkün olan en yüksek hassasiyetlerinde her okuyucudan önemli ölçüde daha iyi performans gösterdi. Li ve ark. GG'lere atanan radyolog açıklamalı akciğer hastalığı şiddet skorları ile ilişkili Siamese adlı sinir ağı tabanlı şiddet skoru geliştirdiler (58). Hastaneye ilk geldiği esnada entübe edilmeyen hastalarda GG şiddet skoru hastaneye yatıştan sonraki üç gün içinde takip eden entübasyonu veya ölümü % 80 doğruluk ile öngörmüştür.

Özetle, BT ve GG'ye dayalı yapay zeka, Covid-19 pnömonisinin hem tanısında hem de prognozunda varlığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu yapay zeka algoritmalarını rutin klinik yönetime entegre etmek için ilk olarak, açık kaynak veri kümeleri ve kodlamanın, makine öğrenimi sınıflandırıcılarının performansını eğitmesi, test etmesi ve değerlendirmesi için daha geniş bir topluluğun üzerinde yapılmasını şiddetle savunmaktayız. Birincisi Kuzey America Radyoloji Derneğinin uluslararası son yayınında örneklenmiş olan Covid-19 Açık Erişimli Radyoloji Veritabanı (RICORD) (59); ikincisi, gerçek genelleştirilebilirliğin ileriye dönük bir çalışma tasarımında gerçek zamanlı olarak değerlendirilmesi gerekecektir. Bu modellerden biri veya birkaçı ileriye dönük olarak doğrulanabilirse, hafif semptomlardan ölüme kadar değişen hastalık spektrumu boyunca hastalar için özelleştirilmiş tedavi algoritmalarını ve kılavuzları bilgilendirebilir ve Covid-19 'un yeniden ortaya çıkışında ve gelecekteki pandemilerde yapay zeka tabanlı görüntülemenin daha büyük bir rolünün önünü açabilir.

Covid-19 'un Pulmoner Vasküler Etkileri Nelerdir?

Covid-19'un pulmoner makrovasküler ve mikrovasküler belirtileri, başlangıçta yeterince bilinmemekle birlikte, radyoloji, klinik ve patoloji literatüründe artan ilgi görmüştür. Mevcut bilgiler, ağırlıklı olarak şiddetli hastalığı olan hastalara odaklanan ve hafif veya asemptomatik hastalarla ilgili çok sınırlı veri içeren çalışmaları yansıtmaktadır. Sonuç verileriyle daha yüksek düzey-

de kanıtlar sunan, prospektif randomize çalışmalar şu an için oldukça eksik görünmektedir.

Tanı için görüntüleme algoritmaları, Covid-19 salgını sırasında, genellikle radikal bir şekilde gelişti. Bu değişiklikler, kılavuzlardaki farklılıkları, kaynakların kullanılabilirliğini, Covid-19 yaygınlığını ve kurumsal deneyimi yansıtan farklı ülkelerde, bölgelerde ve kurumlarda büyük ölçüde farklılık göstermiştir. Pandemi sırasında farklı popülasyonlarda tanısal görüntüleme kullanımındaki farklılıklardan kaynaklanan ve pandemi öncesi uygulamalarla karşılaştırıldığında verilerdeki değişkenlik, analitik bir ikilem olmaya devam etmektedir. Bu, özellikle hastalık prevalansından (test öncesi olasılık) ve tanısal modaliteden (60) büyük ölçüde etkilendiği gösterilen akut pulmoner emboli görüntülemesi için geçerlidir.

BT pulmoner anjiyografi (BTPA) akut Pulmoner Emboli (PE) için dominant tanısal görüntüleme testi olmaya devam etse de, yatak başı US'si yoğun bakım ünitesinde kritik hastalarda sıklıkla yapılmaktadır (61)

Sağ kalp yüklenmesi belirtileri ile birlikte D-dimer yüksekliliği olan hastalarda klinik olarak pulmoner emboli tanısı konabilir. Covid-19 sırasında ventilasyon-perfüzyon akciğer taramasının kullanımındaki değişiklik, aerosolize ventilasyon ajanının sızma riski ve enfeksiyonu kontrol etmedeki zorluklar ve endişeler nedeniyle bazı merkezler, normal GG'ye sahip stabil hastalar için yalnızca perfüzyon taraması yapmaktadır (62).

Eldeki kanıtlar, Covid-19'lu hastalar arasında akut pulmoner emboli ve diğer trombotik olayların artmış insidansı olduğunu göstermektedir. Helms ve ark. Fransa'da dört yoğun bakım ünitesinden Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS) olan 150 Covid-19 hastası olan prospektif bir kohortu tanımladı (63). Primer bulgu herhangi bir trombotik olaydı. Başta pulmoner emboli olmak üzere BT ile teşhis edilen 64 trombotik komplikasyon vardı. Geçmişte eşleştirilmiş, Covid-19 olmayan ARDS kohortu ile karşılaştırıldığında, tüm hastalarda profilaktik veya terapötik antikoagülasyona rağmen Covid-19 hastalarında % 11,7'ye karşı % 2,1 daha fazla pulmoner emboli vardı.

Kaminetzky ve ark. BTPA uygulanan Covid-19 'u olan 62 hastadan (% 65 erkek, ortalama yaş 58 yıl) ve tek bir New York kurumundan Covid-19 öncesi dönemden eşleşen 62 hastadan oluşan retrospektif bir kohort tanımladı (64). Covid-19 olmayan kohort ile karşılaştırıldığında Covid-19 hastalarında daha yüksek bir BTPA pozitiflik oranı buldular (% 37.1'e karşı % 14.5). New Yorktaki aynı kurumda hastanede yatan 3334 hasta üzerinde yapılan bir gözlemsel kohort çalışması,%

3,2'de (n = 106) akut pulmoner emboli dahil olmak üzere % 16 trombotik komplikasyon oranı bulmuştur (65). Diğer seriler, hastanede yatan Covid-19 hastalarında BTPA'da akut pulmoner emboli prevalansını % 6,4 -% 30 arasında değişen oranda tanımlamıştır.

Akciğerlerde genişlemiş damar bulgusu ile ilgili, pandeminin erken dönemlerinde kontrastsız BT'de etiyojisi ile ilgili bazı tartışmalar ortaya konmuştur. Olası açıklamalar küçük pulmoner embolileri, in situ pulmoner vasküler trombozu ve artmış pulmoner kan akımını içermektedir. Her iki süreci de destekleyen patolojik veriler vardır ve ek çalışmaların yapılması daha fazla açıklama için faydalı olacaktır (66, 67).

Covid-19 hastalarının akciğerlerindeki pulmoner arterlerin in situ trombozu, beklenenden daha düşük eşzamanlı derin ven trombozu oranları ile birlikte distal pulmoner vasküler yapılarda orantısız bir şekilde yerleşmiş pıhtıları gösteren kohort çalışmaları ile desteklenmektedir. (68) Cavagna ve ark. BTPA uygulanan 101 hastadan oluşan bir İtalyan popülasyonunda benzer sonuçlar bildirmiştir. Pulmoner emboli veya trombüs, hastaların% 90'ından fazlasında segmental ve daha distal damarlarda mevcuttur (69).

Otopsi çalışmaları, Covid-19 'dan ölen hastalarda çeşitli pulmoner vasküler anormallikler göstermiştir. Bulgular patofizyoloji ve görüntüleme bulgularına ışık tutmaktadırlar. Lax ve ark. prospektif bir seride tüm hastalarda küçük ila orta büyüklükte pulmoner arterlerde profilaktik antikoagülasyona rağmen % 91 oranında tromboz buldu, ancak hiçbirinde klinik olarak şüphelenilmedi (70). Fox ve ark. diffüz alveolar hasara ek olarak inflamasyon ve kanama ile ilişkili yaygın küçük damar trombozunun baskın bir paternini bulmuşlardır (71). Ackermann ve ark. alveolar kapiller mikrotrombi dahil olmak üzere pulmoner vasküler yatak boyunca mikroanjiyopati tromboz ve hücre içi virüs ile şiddetli endotel hasarı dahil olmak üzere ayırt edici vasküler özellikler buldu. Ayrıca, artan kan akışı, vasküler genişleme ve sonuçta ortaya çıkan damar duvarı stresine yanıt olarak ortaya çıkan intususeptif anjiyogenez yoluyla yaygın yeni damar oluşumunu buldular (72, 73).

Lang ve ark. pulmoner embolisi olmayan hastalarda pulmoner damar genişlemesi ve akciğer opasitelerinin proksimal ve distalinde artmış perfüzyon tanımladı (74). Disfonksiyonel yaygın inflamatuvar bir süreç nedeniyle normal vazokonstriksiyon yerine bölgesel vazodilatasyon olduğunu öne sürmüşlerdir. Hipoventile bölgelere yapılan bu paradoksal şant, kısmen, iyi görünen derin bir hipoksik Covid-19 hastası olan "mutlu hipoksik" in yeterince anlaşılmamış klinik fenomenini açıklayabilir.

Şiddetli Covid-19'da diğer karmaşıklıkların yanı sıra, multiorgan yetmezliği, ARDS ve farklı damarlardaki trombozları olan hastalarda PE'nin mortaliteye katkısını değerlendirmek zor olmuştur. Bununla birlikte, trombotik komplikasyonların daha fazla tanınması ve antikoagülasyon önerilerinin yayınlanmasıyla (75), antikoagülasyonun iyileşmiş sağkalımla ilişkili olduğunu gösteren kanıtlar vardır (76). Hollanda Ulusal Halk Sağlığı Enstitüsü, hastanede yatan tüm COVID-19 hastaları için profilaktik düşük moleküler heparin ve profilaktik antikoagülasyon kullanımına ve derin ven trombozu veya pulmoner emboli için görüntüleme kararına birlikte rehberlik etmesi için D-dimer seviyelerinin izlenmesini önermektedir (Klinik tablo ve YEARS kriterleri ile) (75). YEARS klinik karar kuralı 3 maddeden (DVT'nin klinik belirtileri, hemoptizi ve PE'nin en olası tanı olup olmadığı) ve D-dimer seviyelerinden oluşmaktadır.

Kardiyak Belirtiler

Covid-19 ile ilişkili kardiyak belirtiler arasında miyokardit, akut miyokardiyal enfarktüs (MI) ve çocuklarda yakın zamanda tanımlanan multisistem inflamatuvar sendromun (MIS-C) bir bileşeni olarak dikkat çeken koroner arter anevrizmaları yer alır ve miyokardit ile ilişkilendirilebilir.

Viral enfeksiyon, miyokarditin en yaygın nedenidir; inflamatuvar yanıtın bir bileşeni olarak kardiyak hasar, genellikle ağır hastalarda görülür. Miyokardit insidansının diğer viral enfeksiyonlarla karşılaştırıldığında yüksek olup olmadığını belirlemek için güncel araştırmalar devam etmektedir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) miyokardit için referans alınan standard görüntüleme yöntemi olup, mevcut veriler sınırlı olmasına rağmen, mükemmel doku karakterizasyonu sayesinde hem semptomatik hem de asemptomatik Covid-19 hastalarının çoğunda anormallikleri göstermiştir.

Puntmann ve ark. prospektif bir gözlemsel kohortta Covid-19 'dan iyileşen 100 hasta (% 33 hastanede yatan), 50 sağlıklı kontrol ve 57 risk faktörü eşleşen hasta üzerinde kardiyak manyetik rezonans (KMR) gerçekleştirdi (77). Covid-19 tanısından ortalama 71 gün sonra KMR'lerin % 78'i, yükselmiş doğal T1 ve T2 değerleri, daha düşük sol ventrikül (SV) ejeksiyon fraksiyonu, daha yüksek sol ventrikül hacimleri, % 32'de geç gadolinyum kontrastlanması (GGK) (kardiyak manyetik rezonans görüntüleme de kardiyak doku karakterizasyonu, özellikle bölgesel skar oluşumu ve miyokardiyal fibrozun değerlendirilmesi için kullanılan bir teknik) ve % 22'sinde perikardiyal kontrastlanma ile anormaldi.

Huong ve arkadaşları 20 kontrol ile karşılaştırıldığında KMR uygulanan 26 semptomatik Covid-19 hastasından oluşan bir seriyi tanımladı; Covid-19 hastalarının % 58'inde (15/26) ödemi içeren MR anormallikleri %54 (14), % 31'inde GGK (8); izlendi (78).

Rajpal ve arkadaşları teşhisten 11-53 gün sonra görüntülenen Covid-19 ile 26 yarışmacı üniversite sporcusu [% 54 (14/26) asemptomatik] için KMR bulgularını tanımladı (79). Hepsinin ventriküler hacimleri ve işlevi normaldi, %45'inde (12/26) GGK'sı vardı, 4'ü miyokardiyal ödeme sahip miyokardit için modifiye Lake Louise Kriterlerini (miyokardit tanısında kullanılan kriterler) karşıladı.

Covid-19 'da miyokard enfarktüsünün (MI) genel insidansı belirsizdir, ancak Bilalogu ve ark. hastanede yatan 3334 Covid-19 hastasının % 8,9'unda MI bildirdi (65). Mekanizmalar arasında, (Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim 2) ADE2 reseptörleri yoluyla koroner endoteliumun doğrudan viral enfeksiyonu, mikroanjyopati ve tromboz, şiddetli inflamatuvar yanıtı bağlı plak instabilitesi ve iskemi yer almaktadır. Perkütan koroner girişim ile kateterizasyon, ST yükselmeli MI için standart tedavi olmaya devam etmektedir, ancak Covid-19 pandemisi sırasında kullanımı azalmıştır (80, 81). BT koroner anjiyografi (BTKA), epikardiyal koroner arterlerin açıklığını değerlendirmek için göğüs ağrısı olan düşük ila orta riskli hastalarda kullanılmaktadır (80, 81).

Çocuklarda multisistem inflamatuvar sendromda (MIS-C), hastanede yatan çocukların yaklaşık % 10'unda koroner arter anevrizmaları tanımlanmıştır (82). BTKA, ekokardiyografik açıdan değerlendirilmeleri sınırlı olan çocuklar için koroner arter anevrizmalarını hassas bir şekilde gösterme kapasitesine sahiptir.

Sonuç

Covid-19 pnömonisinin toraks BT, direk grafi bulguları ve bulguların zaman içindeki değişimi iyi tanımlanmıştır. Akciğer hasarına bağlı organize pnömoni paterni, yaygın alveolar hasar gelişen bazı hastalarda en yaygın olan paternidir. Semptomu az olan veya hiç olmayan hastalar normal görüntüleme bulgularına sahip olabilir.

Direk grafi ve BT bulgularının kapsamı, çeşitli klinik göstergeler ve klinik seyrin ciddiyeti ile koreledir. Bununla birlikte, tek başına görüntüleme, sonucu belirlemek için yetersizdir

Covid-19 ile ilgili BT bulgularının sınıflandırma sistemleri, gözlemciler arasında yüksek oranda kabul gör-

mektedir. Performans, Covid-19 'un yerel yaygınlığına bağlı olacaktır ve bunların rolü büyük ölçüde RT-PCR testinin kullanılabilirliğine bağlıdır. BT bulgularının sınıflandırılması Covid-19 'un hem tanı hem de prognozunda umut vadetmektedir. Bu sınıflandırmaların etkinliğinin geliştirilebilmesi için daha büyük veri kümelerine ve ileriye dönük çalışmalara ihtiyaç vardır. Kardiyovasküler komplikasyonları arasında tromboembolik hastalık, miyokardit ve koroner arter anevrizmasının eşlik ettiği MIS-C (çocuklardaki multisistem inflamatuvar sendrom) yer alır. Abdominal komplikasyonları, doğrudan abdominal organ enfeksiyonundan ziyade kardiyovasküler etkilerin veya kritik hastalığın bir sonucu olabilir. Nörolojik komplikasyonları iyi tanımlanmamıştır ve muhtemelen kardiyovasküler etkilerin sonucudur ve doğrudan santral sinir sistemi enfeksiyonu değildir.

Covid-19 hakkındaki bilgimiz ve görüntülemenin tanı ve yönetimde oynadığı rol, enfeksiyonun küresel bir pandemi haline gelmesinden bu yana büyük ölçüde artmıştır. Ancak bu sorulara henüz yanıt bulunamamıştır: Covid-19 'un akciğerlerde ve kardiyovasküler sistemde uzun vadeli sekelleri nelerdir? Covid-19 'un kardiyovasküler sistem dışında henüz belirlenmemiş uzun vadeli sekelleri var mı? BT ve GG bulgularının sınıflandırma sistemleri prognozu yeterince öngörüyor mu? Görüntüleme, hastaneye başvuruları azaltmak için kullanılabilir mi? Solunum yolu hastalıklarının kış mevsiminde görüldüğü Kuzey Yarımküre'de görüntülemenin rolü nasıl değişecek? Yukarıda zikredilen soruların yanıtlarına Covid-19 enfeksiyonu geçirmiş (semptomatik veya asemptomatik) bireylerin uzun yıllar ve geniş veri sayısı ile takibi sonrasında yapılacak çalışmalar neticesinde ancak cevap bulabileceğimizi ummaktayız.

Kaynaklar

1. Kanne JP. Chest CT findings in 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections from Wuhan, China: key points for the radiologist. *Radiological Society of North America*; 2020.
2. Kanne JP, Little BP, Chung JH, Elicker BM, Ketani LH. Essentials for radiologists on COVID-19: an update—radiology scientific expert panel. *Radiological Society of North America*; 2020.
3. Sharma A, Eisen JE, Shepard J-AO, Bernheim A, Little BP. Case 25-2020: A 47-Year-Old Woman with a Lung Mass. *New England Journal of Medicine*. 2020;383(7):665-74.
4. Radiology A. ACR recommendations for the use of chest radiography and computed tomography (CT) for suspected COVID-19. *Infection*. ACR website. 2020.
5. Lang M, Som A, Mendoza DP, Flores EJ, Li MD, Shepard J-AO, et al. Detection of unsuspected coronavirus disease 2019 cases by computed tomography and retrospective implementation of the Radiological Society of North America/Society of Thoracic Radiology/American College of Radiology consensus guidelines. *Journal of thoracic imaging*. 2020;35(6):346-53.
6. Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raouf S, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner Society. *Chest*. 2020;158(1):106-16.
7. Goyal N, Chung M, Bernheim A, Keir G, Mei X, Huang M, et al. Computed tomography features of coronavirus disease 2019 (COVID-19): a review for radiologists. *Journal of thoracic imaging*. 2020;35(4):211-8.
8. Wong HYF, Lam HYS, Fong AH-T, Leung ST, Chin TW-Y, Lo CSY, et al. Frequency and distribution of chest radiographic findings in patients positive for COVID-19. *Radiology*. 2020;296(2):E72-E8.
9. ALPASLAN M, ÖZKAÇMAZ S, DADALI Y, DÜNDAR İ. COVID-19 Tanılı Hastalarımızın Bilgisayarlı Tomografi Sonuçları: Tipik ve Atipik Bulgular. *Ahi Evran Tıp Dergisi*. 4(3):109-16.
10. Jacobi A, Chung M, Bernheim A, Eber C. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clinical imaging*. 2020.
11. Toussie D, Voutsinas N, Finkelstein M, Cedillo MA, Manna S, Maron SZ, et al. Clinical and chest radiography features determine patient outcomes in young and middle-aged adults with COVID-19. *Radiology*. 2020;297(1):E197-E206.
12. Chung M, Bernheim A, Mei X, Zhang N, Huang M, Zeng X, et al. CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). *Radiology*. 2020;295(1):202-7.
13. Simpson S, Kay FU, Abbata S, Bhalla S, Chung JH, Chung M, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(2):e200152.
14. McGuinness G, Zhan C, Rosenberg N, Azour L, Wickstrom M, Mason DM, et al. Increased incidence of barotrauma in patients with COVID-19 on invasive mechanical ventilation. *Radiology*. 2020;297(2):E252-E62.
15. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. *Radiology*. 2020;200463.
16. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time course of lung changes at chest CT during recovery from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Radiology*. 2020;295(3):715-21.
17. Pan Y, Guan H, Zhou S, Wang Y, Li Q, Zhu T, et al. Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia (2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China. *European radiology*. 2020;30(6):3306-9.
18. Ruch Y, Kaeuffer C, Ohana M, Labani A, Fabacher T, Bilbault P, et al. CT lung lesions as predictors of early death or ICU admission in COVID-19 patients. *Clinical Microbiology and Infection*. 2020;26(10):1417. e5-. e8.
19. Yin X, Min X, Nan Y, Feng Z, Li B, Cai W, et al. Assessment of the severity of coronavirus disease: quantitative computed tomography parameters versus semiquantitative visual score. *Korean journal of radiology*. 2020;21(8):998.
20. Pu J, Leader JK, Bandos A, Ke S, Wang J, Shi J, et al. Automated quantification of COVID-19 severity and progression using chest CT images. *European Radiology*. 2021;31(1):436-46.
21. Huang L, Han R, Ai T, Yu P, Kang H, Tao Q, et al. Serial quantitative chest CT assessment of COVID-19: a deep learning approach. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(2):e200075.
22. Li K, Fang Y, Li W, Pan C, Qin P, Zhong Y, et al. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease (COVID-19). *European radiology*. 2020;1-10.
23. Leonardi A, Scipione R, Alfieri G, Petrillo R, Dolciami M, Ciccarelli F, et al. Role of computed tomography in predicting critical disease in patients with covid-19 pneumonia: A retrospective study using a semiautomatic quantitative method. *European journal of radiology*. 2020;130:109202.
24. Sun D, Li X, Guo D, Wu L, Chen T, Fang Z, et al. CT quantitative analysis and its relationship with clinical features for assessing the severity of patients with COVID-19. *Korean journal of radiology*. 2020;21(7):859.

25. Chen L-D, Zhang Z-Y, Wei X-J, Cai Y-Q, Yao W-Z, Wang M-H, et al. Association between cytokine profiles and lung injury in COVID-19 pneumonia. *Respiratory Research*. 2020;21(1):1-8.
26. Francone M, Iafrate F, Masci GM, Coco S, Cilia F, Manganaro L, et al. Chest CT score in COVID-19 patients: correlation with disease severity and short-term prognosis. *European radiology*. 2020;30(12):6808-17.
27. Zhang J, Meng G, Li W, Shi B, Dong H, Su Z, et al. Relationship of chest CT score with clinical characteristics of 108 patients hospitalized with COVID-19 in Wuhan, China. *Respiratory research*. 2020;21(1):1-11.
28. Li K, Chen D, Chen S, Feng Y, Chang C, Wang Z, et al. Predictors of fatality including radiographic findings in adults with COVID-19. *Respiratory research*. 2020;21(1):1-10.
29. Xu PP, Tian RH, Luo S, Zu ZY, Fan B, Wang XM, et al. Risk factors for adverse clinical outcomes with COVID-19 in China: a multicenter, retrospective, observational study. *Theranostics*. 2020;10(14):6372.
30. Zhang R, Ouyang H, Fu L, Wang S, Han J, Huang K, et al. CT features of SARS-CoV-2 pneumonia according to clinical presentation: a retrospective analysis of 120 consecutive patients from Wuhan city. *European radiology*. 2020;30(8):4417-26.
31. Galloway JB, Norton S, Barker RD, Brookes A, Carey I, Clarke BD, et al. A clinical risk score to identify patients with COVID-19 at high risk of critical care admission or death: an observational cohort study. *Journal of Infection*. 2020;81(2):282-8.
32. Schalekamp S, Huisman M, van Dijk RA, Boomsma MF, Freire Jorge PJ, de Boer WS, et al. Model-based prediction of critical illness in hospitalized patients with COVID-19. *Radiology*. 2021;298(1):E46-E54.
33. Hui TC, Khoo HW, Young BE, Mohideen SMH, Lee YS, Lim CJ, et al. Clinical utility of chest radiography for severe COVID-19. *Quantitative imaging in medicine and surgery*. 2020;10(7):1540.
34. Kuo BJ, Lai YK, Tan MLM, Goh X-YC. Utility of Screening Chest Radiographs in Patients with Asymptomatic or Minimally Symptomatic COVID-19 in Singapore. *Radiology*. 2021;298(3):E131-E40.
35. Prokop M, Van Everdingen W, van Rees Vellinga T, Quarles van Ufford H, Stöger L, Beenen L, et al. CO-RADS: a categorical CT assessment scheme for patients suspected of having COVID-19—definition and evaluation. *Radiology*. 2020;296(2):E97-E104.
36. Kanne JP, Bai H, Bernheim A, Chung M, Haramati LB, Kallmes DF, et al. COVID-19 imaging: What we know now and what remains unknown. *Radiology*. 2021:204522.
37. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezanezhad A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) imaging reporting and data system (COVID-RADS) and common lexicon: a proposal based on the imaging data of 37 studies. *European radiology*. 2020;30(9):4930-42.
38. Gezer NS, Ergan B, Barış MM, Appak Ö, Sayiner AA, Balcı P, et al. COVID-19 S: A new proposal for diagnosis and structured reporting of COVID-19 on computed tomography imaging. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2020;26(4):315.
39. Byrne D, Neill SBO, Müller NL, Müller CIS, Walsh JP, Jalal S, et al. RSNA expert consensus statement on reporting chest CT findings related to COVID-19: interobserver agreement between chest radiologists. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2021;72(1):159-66.
40. Bellini D, Panvini N, Rengo M, Vicini S, Lichtner M, Tieghi T, et al. Diagnostic accuracy and interobserver variability of CO-RADS in patients with suspected coronavirus disease-2019: a multireader validation study. *European radiology*. 2020:1-9.
41. Hare S, Rodrigues J, Nair A, Jacob J, Upile S, Johnstone A, et al. The continuing evolution of COVID-19 imaging pathways in the UK: a British Society of Thoracic Imaging expert reference group update. *Clinical radiology*. 2020;75(6):399-404.
42. Litmanovich DE, Chung M, Kirkbride RR, Kicska G, Kanne JP. Review of chest radiograph findings of COVID-19 pneumonia and suggested reporting language. *Journal of thoracic imaging*. 2020;35(6):354-60.
43. Hare S, Tavare A, Dattani V, Musaddaq B, Beal I, Cleverley J, et al. Validation of the British Society of Thoracic Imaging guidelines for COVID-19 chest radiograph reporting. *Clinical radiology*. 2020;75(9):710. e9-. e14.
44. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020;296(2):E115-E7.
45. Sharfstein JM, Becker SJ, Mello MM. Diagnostic testing for the novel coronavirus. *Jama*. 2020;323(15):1437-8.
46. Al-Tawfiq JA, Memish ZA. Diagnosis of SARS-CoV-2 infection based on CT scan vs RT-PCR: reflecting on experience from MERS-CoV. *Journal of Hospital Infection*. 2020;105(2):154-5.
47. Chen D, Jiang X, Hong Y, Wen Z, Wei S, Peng G, et al. Can chest CT features distinguish patients with negative from those with positive initial RT-PCR results for coronavirus disease (COVID-19)? *American Journal of Roentgenology*. 2021;216(1):66-70.
48. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: a report of 1014 cases. *Radiology*. 2020;296(2):E32-E40.
49. Wang Y, Dong C, Hu Y, Li C, Ren Q, Zhang X, et al. Temporal changes of CT findings in 90 patients with COVID-19 pneumonia: a longitudinal study. *Radiology*. 2020;296(2):E55-E64.
50. Eng J, Bluemke DA. Imaging publications in the COVID-19 pandemic: applying new research results to clinical practice. *Radiology*. 2020;297(1):E228-E31.
51. Kim H, Hong H, Yoon SH. Diagnostic performance of CT and reverse transcriptase polymerase chain reaction for coronavirus disease 2019: a meta-analysis. *Radiology*. 2020;296(3):E145-E55.
52. Islam N, Salameh J-P, Leeflang MM, Hooft L, McGrath TA, Pol CB, et al. Thoracic imaging tests for the diagnosis of COVID-19. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020(11).
53. Li L, Qin L, Xu Z, Yin Y, Wang X, Kong B, et al. Using artificial intelligence to detect COVID-19 and community-acquired pneumonia based on pulmonary CT: evaluation of the diagnostic accuracy. *Radiology*. 2020;296(2):E65-E71.
54. Bai HX, Wang R, Xiong Z, Hsieh B, Chang K, Halsey K, et al. Artificial intelligence augmentation of radiologist performance in distinguishing COVID-19 from pneumonia of other origin at chest CT. *Radiology*. 2020;296(3):E156-E65.
55. Mei X, Lee H-C, Diao K-y, Huang M, Lin B, Liu C, et al. Artificial intelligence-enabled rapid diagnosis of patients with COVID-19. *Nature medicine*. 2020;26(8):1224-8.
56. Zhang K, Liu X, Shen J, Li Z, Sang Y, Wu X, et al. Clinically applicable AI system for accurate diagnosis, quantitative measurements, and prognosis of COVID-19 pneumonia using computed tomography. *Cell*. 2020;181(6):1423-33. e11.
57. Murphy K, Smits H, Knoops AJ, Korst MB, Samson T, Scholten ET, et al. COVID-19 on chest radiographs: a multireader evaluation of an artificial intelligence system. *Radiology*. 2020;296(3):E166-E72.
58. Li MD, Arun NT, Gidwani M, Chang K, Deng F, Little BP, et al. Automated assessment of COVID-19 pulmonary disease severity on chest radiographs using convolutional Siamese neural networks. *medRxiv*. 2020.
59. Tsai EB, Simpson S, Lungren M, Hershman M, Roshkovan L, Colak E, et al. The RSNA International COVID-19 Open Annotated Radiology Database (RICORD). *Radiology*. 2021:203957.
60. Lim W, Le Gal G, Bates SM, Righini M, Haramati LB, Lang E, et al. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: diagnosis of venous thromboembolism. *Blood advances*. 2018;2(22):3226-56.
61. Smith M, Hayward S, Innes S, Miller A. Point-of-care lung ultrasound in patients with COVID-19—a narrative review. *Anaesthesia*. 2020;75(8):1096-104.

62. Zuckier LS, Moadel RM, Haramati LB, Freeman LM. Diagnostic evaluation of pulmonary embolism during the COVID-19 pandemic. *Journal of Nuclear Medicine*. 2020;61(5):630-1.
63. Helms J, Tacquard C, Severac F, Leonard-Lorant I, Ohana M, Delabranche X, et al. High risk of thrombosis in patients with severe SARS-CoV-2 infection: a multicenter prospective cohort study. *Intensive care medicine*. 2020;46(6):1089-98.
64. Kamnietzky M, Moore W, Fansiwala K, Babb JS, Kamnietzky D, Horwitz LI, et al. Pulmonary embolism on CTPA in COVID-19 patients. *Radiology Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(4).
65. Bilaloglu S, Aphinyanaphongs Y, Jones S, Iturrate E, Hochman J, Berger JS. Thrombosis in hospitalized patients with COVID-19 in a New York City health system. *Jama*. 2020;324(8):799-801.
66. Saba L, Sverzellati N. Is COVID evolution due to occurrence of pulmonary vascular thrombosis? *Journal of thoracic imaging*. 2020.
67. Raptis CA, Hammer MM, Henry TS, Hope MD, Schiebler ML, Van Beek EJ. What Do We Really Know About Pulmonary Thrombosis in COVID-19 Infection? : LWW; 2020.
68. Van Dam L, Kroft L, Van Der Wal L, Cannegieter S, Eikenboom J, De Jonge E, et al. Clinical and computed tomography characteristics of COVID-19 associated acute pulmonary embolism: A different phenotype of thrombotic disease? *Thrombosis research*. 2020;193:86-9.
69. Cavagna E, Muratore F, Ferrari F. Pulmonary thromboembolism in COVID-19: venous thromboembolism or arterial thrombosis? *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(4):e200289.
70. Lax SF, Skok K, Zechner P, Kessler HH, Kaufmann N, Koelblinger C, et al. Pulmonary arterial thrombosis in COVID-19 with fatal outcome: results from a prospective, single-center, clinicopathologic case series. *Annals of internal medicine*. 2020;173(5):350-61.
71. Fox SE, Akmatbekov A, Harbert JL, Li G, Brown JQ, Vander Heide RS. Pulmonary and cardiac pathology in African American patients with COVID-19: an autopsy series from New Orleans. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2020;8(7):681-6.
72. Ackermann M, Verleden SE, Kuehnel M, Haverich A, Welte T, Laenger F, et al. Pulmonary vascular endothelitis, thrombosis, and angiogenesis in Covid-19. *New England Journal of Medicine*. 2020;383(2):120-8.
73. D'Amico G, Muñoz-Félix JM, Pedrosa AR, Hodivala-Dilke KM. "Splitting the matrix": intussusceptive angiogenesis meets MT 1-MMP. *EMBO molecular medicine*. 2020;12(2):e11663.
74. Lang M, Som A, Mendoza DP, Flores EJ, Reid N, Carey D, et al. Hypoxaemia related to COVID-19: vascular and perfusion abnormalities on dual-energy CT. *The Lancet Infectious Diseases*. 2020;20(12):1365-6.
75. Oudkerk M, Büller HR, Kuijpers D, van Es N, Oudkerk SF, McLoud T, et al. Diagnosis, prevention, and treatment of thromboembolic complications in COVID-19: report of the National Institute for Public Health of the Netherlands. *Radiology*. 2020;297(1):E216-E22.
76. Ayerbe L, Risco C, Ayis S. The association between treatment with heparin and survival in patients with Covid-19. *Journal of thrombosis and thrombolysis*. 2020;50:298-301.
77. Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J, et al. Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA cardiology*. 2020;5(11):1265-73.
78. Huang L, Zhao P, Tang D, Zhu T, Han R, Zhan C, et al. Cardiac involvement in patients recovered from COVID-2019 identified using magnetic resonance imaging. *Cardiovascular Imaging*. 2020;13(11):2330-9.
79. Rajpal S, Tong MS, Borchers J, Zareba KM, Obarski TP, Simonetti OP, et al. Cardiovascular magnetic resonance findings in competitive athletes recovering from COVID-19 infection. *JAMA cardiology*. 2021;6(1):116-8.
80. Wilson SJ, Connolly MJ, Elghamry Z, Cosgrove C, Firoozi S, Lim P, et al. Effect of the COVID-19 pandemic on ST-segment-elevation myocardial infarction presentations and in-hospital outcomes. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2020;13(7):e009438.
81. Garcia S, Albaghdadi MS, Meraj PM, Schmidt C, Garberich R, Jaffer FA, et al. Reduction in ST-segment elevation cardiac catheterization laboratory activations in the United States during COVID-19 pandemic. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;75(22):2871-2.
82. Kicska G, Litmanovich DE, Ordovas KG, Young PM, Dennie C, Truong QA, et al. Statement from the North American Society for Cardiovascular Imaging on imaging strategies to reduce the scarcity of healthcare resources during the COVID-19 outbreak. *The international journal of cardiovascular imaging*. 2020;36:1387-93.