



코로나19 진단과 치료에서 흉부 영상의 역할

권용식¹ · 김진영²

¹계명대학교 의과대학 계명대학교 동산병원 호흡기내과

²계명대학교 의과대학 계명대학교 동산병원 영상의학과

Role of chest imaging in the diagnosis and treatment of COVID-19

Yong Shik Kwon, MD¹ · Jin Young Kim, MD²

¹Division of Pulmonology, Department of Internal Medicine, Keimyung University Dongsan Hospital, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

²Department of Radiology, Keimyung University Dongsan Hospital, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Background: Thousands of new patients are diagnosed with coronavirus disease 2019 (COVID-19) daily worldwide. We reviewed the role of chest imaging in the diagnosis and treatment of patients with COVID-19.

Current Concepts: Chest imaging is not recommended as a primary diagnostic tool for COVID-19. However, when real-time polymerase chain reaction is difficult to perform or when COVID-19 is strongly suspected, chest imaging can assist in the diagnosis. Thus, chest imaging is recommended for high-risk patients and patients with worsening respiratory symptoms, but not for asymptomatic patients. Bilateral peripheral pneumonia is a typical imaging finding in patients with COVID-19. However, there are cases where chest imaging shows atypical findings or appears normal. The extent of COVID-19 pneumonia on chest imaging is related to the severity of the disease. The presence and extent of pneumonia on chest imaging can help monitor patients, select appropriate treatment agents, determine whether the patient should be hospitalized, and predict the prognosis.

Discussion and Conclusion: Appropriate use of chest imaging is needed for clinicians to help triage patients with COVID-19 and decide on the treatment plan.

Key Words: COVID-19; Diagnosis; Treatment; Diagnostic imaging; Pneumonia

서론

코로나바이러스감염증-19(코로나19)는 RNA 바이러스

인 제2형 중증급성호흡증후군 코로나바이러스 2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus-2)에 의해 발생한다. 코로나19는 2019년 12월 중국 우한에서 처음 발견된 이후 전 세계로 빠르게 확산되었으며, 2020년 3월 11일 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 팬데믹(pandemic)을 선언하였다. 대한민국에도 2020년 1월 첫 환자를 시작으로 2021년 8월까지 대한민국에 총 21만 명 이상의 확진자와 2,000명 이상의 사망자가 발생하였고, 전 세계적으로도 총 2억 명 이상의 확진자와 430만 명 이상의 사망자가 발생하였다[1]. 최근에는 바이러스 표면에 스파이크

Received: August 20, 2021 Accepted: August 29, 2021

Corresponding author: Jin Young Kim
E-mail: jinkim0411@dsmc.or.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

단백질 아미노산 배열의 변이로, 감마, 베타, 델타, 그리고 람다 변이 코로나바이러스가 발생하였고, 그 중 델타 변이의 경우 전염력이 높아 현재 대한민국 4차 대유행의 원인이 되고 있다[2]. 코로나19는 환자의 비말을 통하여 전파되는 호흡기 감염질환으로 무증상부터 사망까지 다양한 임상경과를 보일 수 있다. 주로 고령의 기저질환을 가진 환자에서 좋지 않은 예후를 보여, 중증 폐렴과 다양한 합병증을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다[3]. 흉부 영상소견도 정상부터 중증 폐렴까지 관찰될 수 있으며, 폐렴의 경우 전형적으로 양측성, 주변부 폐렴을 보이는 것이 특징이나, 비전형적인 영상소견도 다수 보고되고 있다[4]. 영상에서 보이는 폐렴의 범위는 환자의 예후와 깊은 연관을 보이는 것으로 알려져 있으며, 환자의 중증도 분류와, 치료 방향을 결정하는 데 도움을 줄 수 있다[5]. 이 논문에서는 코로나19의 진단과 치료에서 흉부 영상검사의 역할과 중요성에 대해 정리하였다.

코로나19 표준진단법과 흉부 영상검사의 역할

현재 코로나19의 표준진단법은 중증급성호흡증후군 코로나바이러스 2에 대한 실시간 역전사효소중합효소사슬반응 (real-time polymerase chain reaction, RT-PCR)의 양성 소견이다. Fleischner Society, WHO, 대한영상의학회/대한흉부영상의학회 권고안을 포함한 대부분의 의료영상 권고안에서 무증상 환자의 선별 및 진단검사로 흉부 영상을 권고하지 않는다[6,7]. 이는 코로나19의 흉부 영상소견은 특이적이지 않으며, 다른 바이러스성 폐렴이나 비전형 폐렴과 비슷한 영상소견을 보이기 때문이다. 그러나 RT-PCR검사도 가래와 비인두에서 샘플을 채취할 때 제대로 채취가 되지 않거나, 보관방법에 문제가 있는 경우 위 음성이 발생할 수 있다[8]. 초기에 중국에서 코로나19 환자가 급증할 때 RT-PCR의 위 음성 문제로, 흉부 영상을 통한 진단을 일부 주장하였다[9]. 그러나 컴퓨터단층촬영(computed tomography, CT)과 RT-PCR의 코로나19 진단 정확도를 비교한 메타분석 연구에 따르면, CT(통합 민감도, 91%; 95% 신뢰구간,

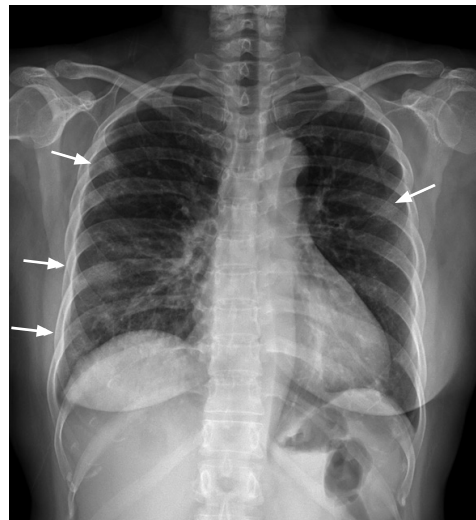


Figure 1. Typical chest radiographic finding of coronavirus disease 2019. A 56-year-old female chest radiograph shows bilateral ground glass opacity and some consolidations at both peripheral lung fields (arrows). Institutional review board of Keimyung University Dongsan Hospital approved this study and waived the requirement for informed consent.

69–100%)가 RT-PCR(통합 민감도, 84%; 95% 신뢰구간, 71–97%)보다 민감도는 높으나, 특이도가 많이 낮았다(CT, 0.31 [95% 신뢰구간, 0.035–0.84]; RT-PCR, 1.00 [95% 신뢰구간, 0.96–1.00]) [10]. 따라서 현재 WHO에서는 증상이 있고, 코로나19가 의심되는 환자에서, RT-PCR이 불가능하거나, 가능하지만 결과가 지연되는 경우, 또는 첫 번째 RT-PCR에서 음성이었으나, 임상적으로 감염이 강하게 의심되는 경우에, 흉부 영상이 코로나19 진단에 보조적인 수단으로 사용될 수 있도록 권고하고 있다[11].

코로나19 환자에서 흉부 영상검사의 적응증

Fleischner Society에서는 2020년 4월에 코로나19 환자의 흉부 영상 권고문을 발표하였으며, 대한영상의학회/대한흉부영상의학회에서도 2020년 5월에 코로나19와 관련한 영상검사 사용에 대한 권고문을 발표하였다[6,7]. 종합하여 살펴보면, 무증상 환자에서 진단, 선별 목적으로의 흉부 영상은 권고되지 않고 있다. 또한 임상증상이 안정적인 경우에도, 매일 흉부 X선을 촬영하는 것은 권고되지 않는다. Fleischner Society에서는 경증의 코로나19 환자에서 영상

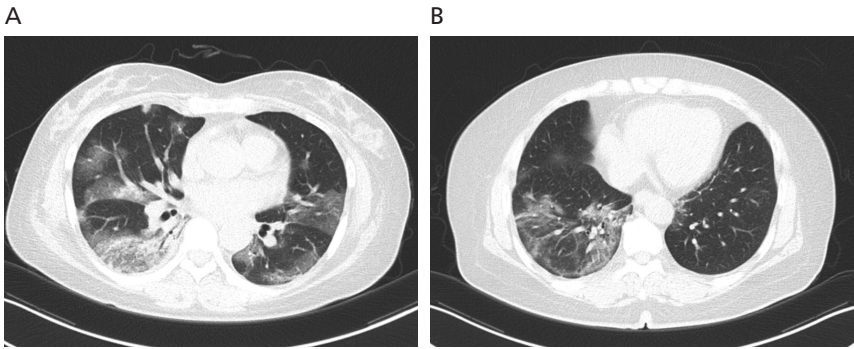


Figure 2. Typical chest computed tomography findings of coronavirus disease 2019 (COVID-19) patients. COVID-19 pneumonia shows bilateral, multifocal ground glass opacity and consolidations with posterior, peripheral dominance (A). Another COVID-19 patient (57-year-old female) shows reverse-halo sign (central ground glass opacity surrounded by consolidation) at right lower lobe (B). Institutional review board of Keimyung University Dongsan Hospital approved this study and waived the requirement for informed consent.

부 X선은 일차적으로 접근성이 쉽고, 방사선량이 CT보다 적은 것이 장점이다. 하지만 폐렴 유무를 판별하는 민감도는 CT보다 낮아, 초기 폐렴이나 간유리음영만 있는 경우에는 숙련된 영상의학과 의사가 아니라면 놓칠 수 있다. 북미영상의학회에서 코로나19의 CT 소견을 전형적인, 불확정적인, 비전형적인 소견으로 나누어 구분하고 있다[12]. 각각의 소견을 한번 살펴보고자 한다.

검사를 권고하지 않지만, 질병의 위험요소가 있는 경우에는 영상검사를 할 것을 권고하고 있다. Fleischner Society에서 정의하는 질병 진행의 위험요소는 고령(>65세)이면서 기저 질환을 가진 경우를 말한다. 대부분의 권고안에서는 흉부 영상검사는 코로나19 환자의 호흡기 증상이 악화되거나, 중등도에서 중증의 증상(저산소증 동반, 호흡곤란 등 동반)이 있는 경우에 영상검사를 하도록 권고하고 있다.

코로나19 환자에서 흉부 영상검사 소견

일차적으로 가장 많이 사용되는 흉부 영상기기는 흉부 X선이다. 가장 흔한 소견은 간유리음영과 폐경화음영이 양측 폐 주변부, 주로 하부 쪽에 관찰되는 것이다(Figure 1). 흉

1. 전형적인 코로나19 폐렴의 영상검사 소견

코로나19 폐렴의 전형적인 소견은 양측 폐의 주변부를 주로 침범하는 다발성의 간유리음영과 폐경화가 특징이며, 주로 앞쪽 보다는 뒤쪽을, 상부보다는 하부를 침범하는 경향이 있다(Figure 2A). 돌조각보도양상(crazy-paving appearance)와 공기기관지음영(air-bronchogram)을 동반할 수도 있다. 드물게 기질화폐렴과 유사하게 둥근 폐경화(consolidation)로 둘러싸인 간유리음영인 역 달무리징후(reverse-halo sign)를 보이기도 한다(Figure 2B).

2. 전형적이지 않은 코로나19 폐렴의 영상검사 소견

북미영상의학회에서 전형적이지 않은 코로나19의 폐렴 소견을 불확정적인 영상소견과 비전형적인 영상소견으로 나누어 설명하고 있다[12]. 불확정적 소견으로는, 다발성, 광

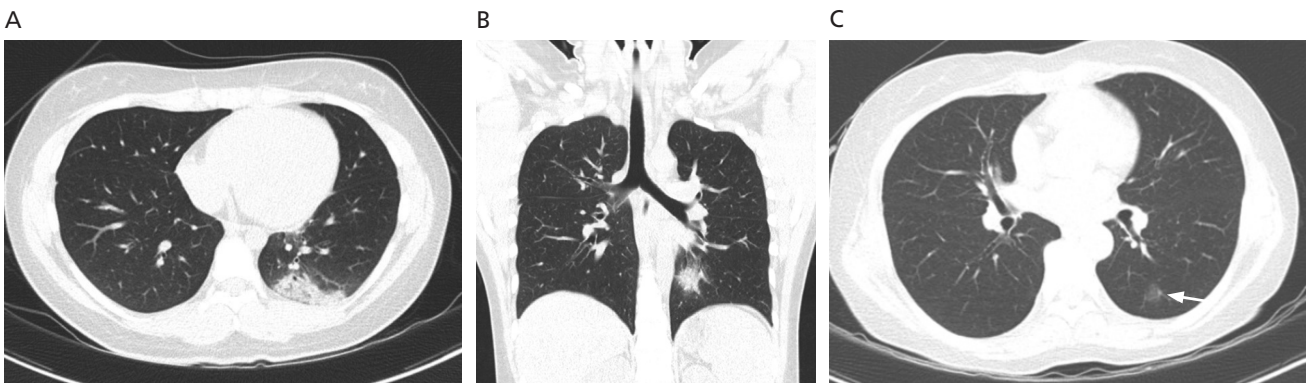


Figure 3. Indeterminate appearance of coronavirus disease 2019 (COVID-19). Chest computed tomography of 16-year-old male COVID-19 patient shows focal consolidation at left lower lobe posterior basal segment (A,B). Another 60-year-old female patient shows single ground glass opacity at left lower lobe superior segment (see arrow) (C). Institutional review board of Keimyung University Dongsan Hospital approved this study and waived the requirement for informed consent.

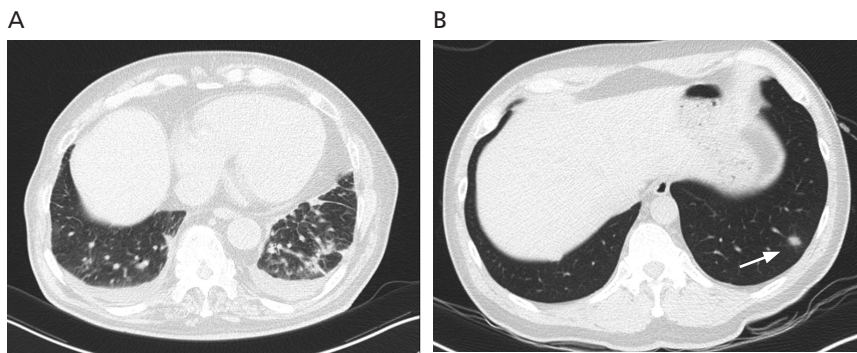


Figure 4. Atypical appearance of coronavirus disease 2019 (COVID-19). Chest computed tomography shows small amount of bilateral pleural effusion and interlobular septal thickening at left lower lobe (A). Another patient shows small nodule (arrow) at left lower lobe (B). Institutional review board of Keimyung University Dongsan Hospital approved this study and waived the requirement for informed consent.

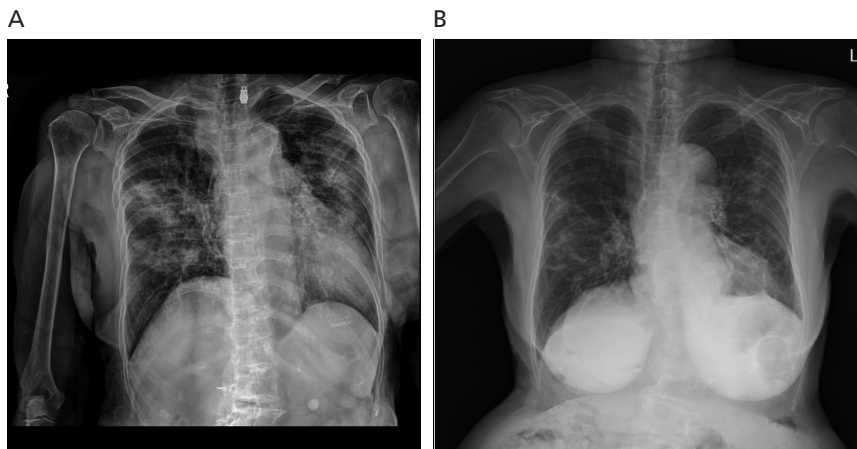


Figure 5. Chest radiographic finding during acute illness of coronavirus disease 2019 (COVID-19) and at the time of discharge. An initial chest radiograph (A) of 81-year-old female patient shows bilateral consolidation and ground glass opacities in both lung fields. She admitted to intensive care unit during hospitalization and discharged after appropriate treatment. The chest radiograph at the time of discharge (B) shows reticular opacities and fibro-linear opacities were still remained in both lung fields. Institutional review board of approved this study and waived the requirement for informed consent (Keimyung University Dongsan Hospital).

범위한, 간유리음영이 폐문부 또는 일측성으로 관찰되거나 (Figure 3A, 3B), 작은 간유리음영이 폐 주변부가 아닌 곳에서 관찰되는 경우를 말한다(Figure 3C). 비전형적인 폐렴의 소견은 양측성이 아닌, 일측성의 한 엽, 또는 한 분절에 폐 경화를 보이는 경우, 소결절, 폐 공동 형성, 또는 흉막 삼출을 동반한 소엽간중격의 비후 등이다(Figure 4). 이 소견들은 앞서 언급한 전형적인 폐 주변부의 폐렴과 동반되어 보일 수 있다. 이러한 비전형적인 소견으로 인해, 영상소견만으로 코로나19를 진단하는 것은 제한점이 있으며, 환자의 접촉력과 임상증상을 바탕으로 의심되는 경우 적극적인 RT-PCR 검사를 시행해야 한다.

3. 폐렴이 없는 코로나19 환자의 영상검사 소견

흉부 영상에 폐렴이 없다고 해서 코로나19의 진단을 배제할 수 없다. 젊고 무증상 또는 경미한 증상의 환자들에서 정상 흉부 영상소견은 흔하다. 무증상 또는 경미한 증상의 5,621명의 젊은 코로나19 환자(평균 37세)를 대상으로 한 연구에 따르면, 0.2%의 환자만 흉부 X선에서 폐렴 소견을 보였고, 나머지는 정상이었다고 하였다[13]. 그러나 환자가 증상 발생 전, 또는 발생하지 얼마 되지 않아 촬영한 경우, 정상으로 보이더라도 폐렴으로 진행되기 전에 촬영된 것일 수 있으므로, 고령이나, 기저질환 등 위험 인자가 있다면, 향후 환자의 증상을 잘 모니터링하여 악화되는 경우 영상을 통해 폐렴 발생 여부를 재평가해야 한다.

코로나19 증상 발현시간에 따른 흉부 영상의 변화

코로나19 폐렴은 특징적인 영상소견을 보이나, 찍는 시점에 따라 시간적 변화를 보인다. 감염초기단계에서는 정상 흉부 영상소견을 보일 수 있음을 알 필요가 있다. 한 보고에 따르면, 증상 발병 2일 이내에 촬영한 경우 56%의 환자에서 정상 흉부 CT 소견을 보였다고 한다[14]. 따라서 증상 발생 초기에 보이는 정상 영상소견은 폐렴의 발생을 배제할 수 없는 소견이다. 이전의 한 연구에서, 초기 흉부 X선 사진이 음성이더라도 연령이 45세 이상이거나, 절대 림프구 수 <1,500 cells/ μ L, C 반응단백질(C-reactive protein, CRP) >0.5 mg/dL인 경우, 향후 폐렴의 발생을 예측할 수 있는 독립적인 예측인자를 알 수 있었다[15]. 초기 폐렴은 보통 일측성의 주변부에 위치하는 간유리음영으로 시작된다. 이후 1주일 이내에

점차 양측성으로 범위가 넓어지며, 대개 증상 발현 후 10일을 전후하여 최고조를 보이다가, 이후 서서히 감소하는 형태로 나타난다[16]. 증상 발생 2주 후에는 폐렴의 흡수기이며, 폐경화, 간유리음영이 호전되어가면서 망상형 음영, 선상 무기폐, 폐구조의 왜곡, 견인성 기관지 확장증 등이 보일 수 있다(Figure 5).

코로나19 회복 후 흉부 영상검사 소견

임상증상은 모두 호전되었어도, 퇴원 시점에 흉부 영상에서 여전히 비정상 흉부 영상소견을 보이는 경우가 많다. 한 연구에서는 퇴원 시점에 간유리음영이 83.9%, 선상음영이 54.4%, 주변부 흉막의 비후가 22.1%에서 관찰되었다고 하며, 이후 3주의 단기간 추적관찰에서 병변들이 호전됨을 볼 수 있었다고 하였다[17]. 그러나 중국에서 중증 코로나19 폐렴을 앓았던 환자를 대상으로 한 연구에 따르면, 6개월 추적 관찰 CT상 35%의 환자에서 섬유성 변화가 남아있었다[18]. 이러한 소견은 고령(>50세), 급성호흡곤란증후군, 장기간의 입원, 빈맥, 비침습적 기계환기, 그리고 높은 초기 CT의 폐렴 점수와 관련이 있다고 하였다. 또 같은 그룹에서 1년 추적관찰 결과도 발표하였는데 여전히 섬유성 간질 폐 이상(fibrotic interstitial lung abnormality)이 관찰되었음을 보고하였다[19]. 이는 경증의 환자들도 폐 섬유화를 남기지 않으나, 중증 코로나19 환자의 폐렴은 비가역적인 섬유화를 일으킬 수 있음을 시사하는 바이다.

코로나19의 폐렴 외 흉부 영상검사 소견

코로나19 감염 시, 폐렴 외에 흉부 CT에서 보일 수 있는 소견이 있다. 폐혈관색전증은 대표적인 합병증으로, 폐 혈관뿐만 아니라, 심부정맥이나 다른 혈관에서도 혈전증이 보고되고 있다. 최근 27개의 연구에서 3,342명의 코로나19 환자를 메타분석한 결과, 폐혈관색전증의 통합발생률은 16.5% (95% 신뢰구간, 11.6–22.9%)로 관찰되었으며, 이중 42.4%

만 심부 정맥혈전증이 동반되었다고 보고하였다[20]. 폐혈관색전증 발생은 또한 중증 코로나19에서 더 발생률이 높았는데, 중환자실에 있거나 임상경과가 중한 환자에서 통합발생률이 24.7%, 그렇지 않은 환자에서 10.5%의 통합발생률을 보였다[20]. 따라서 코로나19 환자에서 예상치 못한 임상적인 호흡의 악화, 설명되지 않거나 새롭게 발생하는 빈맥, 폐혈증으로 인한 것이 아닌 저혈압, 그 외 폐혈관색전증을 암시하는 임상증상이 관찰되면서 D-dimer값이 상승한 경우, 폐혈관색전증의 발생을 강력하게 의심해야 하며, 적절한 영상검사가 필요하다. 폐혈관색전증을 보기 위해서는 조영 증강 흉부 CT 혈관조영술을 촬영해야 하나, 조영제의 정맥 주입과정으로 인해, 비조영 흉부 CT보다 감염 전파의 위험이 높다. 현재 유럽심장학회와 WHO는 설명되지 않는 호흡부전으로 폐혈관색전증이 의심될 경우, 조영 증강 흉부 CT 혈관조영술을 고려할 수 있다고 권고하고 있다[11,21]. 심낭 삼출도 드물게 보고되고 있는 합병증이다. 심근염이나 심근심장막염의 합병증으로 인해 관찰되는 것으로 추정되고 있으며, 드물게 생명을 위협하는 심장눌림증(cardiac tamponade)을 유발하는 경우도 보고되고 있다[22].

흉부 영상과 코로나19 중증도와와의 관계

WHO에서 임상적으로 코로나19의 중증도를 경증(mild), 중등증(moderate), 중증(severe), 그리고 위중증(critical)으로 분류하고 있다[23]. 경증은 폐렴이나 저산소증이 없으면서 증상이 있는 경우이며, 중등증은 폐렴이 있으나 산소포화도 90% 이상인 경우, 중증 폐렴은 폐렴이 있으면서 호흡곤란과 30회 이상의 빠른호흡, 산소포화도 90% 이하, PaO_2/FiO_2 ratio <300 중 한가지 이상이 있을 경우를 의미한다. 위중증은 급성호흡곤란증후군, 폐혈성 쇼크, 다발성 장기 부전이 나타난 경우로 정의한다[23]. 흉부 영상을 통한 폐렴의 유무와 범위의 평가, 그리고 합병증을 식별하는 것은 환자의 입원 여부 결정, 기도 삽관의 시기 결정, 치료 방향 결정 등에 도움을 준다. 흉부 CT나 흉부 X선에서 폐렴의 정도를 정량적으로 점수화할 수 있으며, 이는 질병의 정도와 예

후 예측에 도움이 됨을 여러 연구에서 입증하였다. 이전 국내 연구에서도, CT에서 폐렴 점수와, 흉수의 유무가 고령 (>77세)과 함께 환자의 중증 폐렴과 기도 삼관, 그리고 질병에 의한 사망을 예측하는 인자였다[5]. 영상에서 보이는 폐렴의 범위는 이미 알려진 중증도와 연관이 깊어 있는 젖산 탈수소효소, CRP, 그리고 림프구 수와 유의하게 연관이 있다. 한 연구에서는 젖산탈수소효소 <220, CRP <22인 경우, 폐렴의 범위가 CT에서 10% 미만인 것과 연관이 있다고 하였다[24]. 또 다른 연구에서는 입원 초기 CT에서 폐 중증도 점수 >4와 감소된 림프구 수는 환자의 회복 및 퇴원이 늦어지고 입원기간이 연장되는 것을 예측하는 유의한 인자였다고 하였다[25]. 반면에 폐렴이 거의 없거나 정상 소견을 보이는 환자는 대개 양호한 임상경과를 보여주어 영상에서 보이는 폐렴의 범위는 환자의 중증도를 분류하고 예후를 예측하는 데 도움이 된다[26]. 폐렴의 점수를 매기는 방법은 논문마다 약간씩 차이가 있으나, 보통은 흉부 구역을 나누어 폐렴의 여부와 구역 당 폐렴의 정도를 점수화하여 더하는 방식이다. 흉부 X선에서는 양측 폐를 각각 위, 중간, 그리고 아래의 3구역으로 나누어 총 6개의 해당 구역의 폐렴의 정도를 폐렴의 침범 범위(예, 구역 당 폐렴의 정도에 따라 0-3점 부여, 폐렴의 범위: 0, 1-25%, 26-50%, 또는 >50%) 점수를 매긴 뒤 합하는 방식이다[15]. 마찬가지로 흉부 CT에서도 18개의 segment를 기준으로 하여, 각각의 구역의 폐렴의 여부를 점수화하여 더하는 방식이 많이 이용되었다[5,25]. 최근에는 영상의학과 의사가 일일이 점수를 매기지 않고도, 인공지능 기반으로 개발된 빠르고 간편하게 폐렴의 범위를 자동으로 측정해내는 프로그램들이 많이 출시되고 있으며, 간단하고, 다른 폐렴과 감별하거나 폐렴의 정도를 정량화할 뿐 아니라, 중증도 분류 및 예후를 예측하는 데도 도움을 주고 있다[27,28].

코로나19 치료에서 흉부 영상검사의 역할

현재까지 코로나19에 대하여 여러 가지 치료가 시도되고 있다. 보존적 치료 외에 렘데시비르(remdesivir, RNA 중합

효소를 억제하는 항바이러스제), 토실리주맙(tocilizumab, anti-interleukin-6 receptor monoclonal antibody), 바리시티닙(baricitinib, JAK-1 and JAK-2 inhibitor)과 같은 항바이러스제나 면역조절제가 일부 효과가 있는 것으로 알려져 있다[29-31]. 렘데시비르는 특히 저유량 산소 투여 중인 환자에서 효과를 보여주었다[29]. 염증 조절 물질인 토실리주맙은 인공 호흡기를 하지 않는 중증 코로나19 폐렴 환자에서 인공 호흡기 사용 혹은 사망 위험도의 유의한 감소를 보여주었다[31]. 전신 스테로이드 투여 치료는 침습적 인공 호흡기를 사용 중인 환자에서 31% 정도의 사망률 감소를 보였다[32]. 이 메타분석에 포함된 연구들은 대부분 기계환기를 하거나, 높은 산소 요구량을 보이는 환자로, 대부분 코로나19 폐렴을 동반되었을 것으로 추정된다[32]. 대부분의 치료제 연구들에서 산소포화도 등 임상요소들이 고려되었지만, 영상에서 보이는 폐렴의 여부가 반드시 포함되는 것은 아니었다. 그러나 흉부 영상에서 보이는 폐렴은 질병 중증도와 직접적인 연관이 있음이 알려져 있으므로, 임상증상과 영상을 종합하면 특정한 치료제의 투여 여부를 효과적으로 결정할 수 있을 것으로 생각된다.

또한 팬데믹 상황에서 한정된 의료 자원을 효과적으로 사용하기 위해서는 입원할 환자를 선별하는 것이 필요하다. 미국 국립보건원에서는 산소포화도 94% 미만, 심한 호흡곤란, 의식 저하, 분당 호흡수 30회 초과, PaO₂/FiO₂ <300 mmHg, 혹은 폐 침범 50% 초과를 보이는 경우, 중한 환자로 분류하고 있다[33]. 따라서 흉부 영상에서 보이는 폐렴의 범위는 환자의 중증도 분류에 따라 환자들의 입원 여부를 결정하는 데 객관적인 요소가 된다. 입원 기준은 국가별로, 지역별로 다양하나, 흉부 영상에서 심한 폐 침범 소견을 보이는 환자에서는 적극적으로 치료가 가능한 병원에 입원이 고려되어야 한다.

코로나19 환자에서 동반 감염이 의심되는 경우에도 흉부 영상이 도움이 될 수 있다. 한 보고에 따르면 코로나19에서 세균 혹은 진균의 동반 감염은 8% 정도로 잘 발견되지 않는 것처럼 보인다[34]. 그러나 이전 45명의 코로나19 중환자를 대상으로 한 소규모 연구에서는 기관지내시경을 통한 폐포 세척액검사를 시행한 결과 44.4% (20/45)의 환자에서 세균

혹은 진균의 동반 감염이 확인되었다[35]. 환자의 임상증상이나 혈액검사에서 동반 감염 여부 판별이 어려운 경우, 세균성 또는 진균성 폐렴의 영상 소견이 관찰된다면 감별에 도움을 줄 수 있다.

결론

코로나19에서 흉부 영상 사용 권고안에 따르면 의심환자에서 흉부 영상을 일차적 진단 목적으로 사용되는 것은 현재 권고되지 않는다. 그러나 RT-PCR을 시행할 수 없거나, 결과가 음성이더라도 강력히 의심되는 고위험군의 환자들은 흉부 영상이 보조적으로 진단에 도움을 줄 수 있다. 흉부 영상은 현재 코로나19 환자의 호흡기 증상이 악화되거나, 증상이 있는 고위험군의 환자들에서 촬영하도록 권고되고 있다. 흉부 영상에서 관찰되는 폐렴의 범위는 환자의 중증도와 직접적으로 연관이 되며, 향후 예후를 예측하는 소견으로도 활용될 수 있다. 또한 환자의 입원 여부 결정, 또는 치료제 투여 여부를 선택하는 데 도움을 줄 수 있다. 적절한 흉부 영상의 사용은 의료환경을 효율적으로 배분하고, 환자의 적절한 치료계획을 세우는 데 도움을 준다.

찾아보기말: 코로나19; 진단; 치료; 진단영상; 폐렴

ORCID

Yong Shik Kwon, <https://orcid.org/0000-0002-8003-7668>

Jin Young Kim, <https://orcid.org/0000-0001-6714-8358>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Ritchie H, Mathieu E, Rodes-Guirao L, Appel C, Giattino C, Ortiz-Ospina E, Hasell J, MacDonald B, Beltekian D, Roser M. Coronavirus pandemic (COVID-19): the data [Internet]. United Kingdom: Our World in Data; 2021 [cited 2021 Sep 14]. Available from: <https://ourworldindata.org/coronavirus-data>.
- Delta variant becoming dominant strain of COVID-19 in S. Korea. Yonhap News. 2021 July 26 [cited 2021 Sep 14]. Available from: <https://en.yna.co.kr/view/AEN20210726006600320>.
- Figliozzi S, Masci PG, Ahmadi N, Tondi L, Koutli E, Aimò A, Stamatelopoulos K, Dimopoulos MA, Caforio ALP, Georgiopoulos G. Predictors of adverse prognosis in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Invest* 2020;50:e13362.
- Kwee TC, Kwee RM. Chest CT in COVID-19: what the radiologist needs to know. *Radiographics* 2020;40:1848-1865.
- Chon Y, Kim JY, Suh YJ, Lee JY, Park JS, Moon SM, Lee MS, Yi J. Adverse initial CT findings associated with poor prognosis of coronavirus disease. *J Korean Med Sci* 2020;35:e316.
- Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, Sverzellati N, Kanne JP, Raouf S, Schluger NW, Volpi A, Yim JJ, Martin IBK, Anderson DJ, Kong C, Altes T, Bush A, Desai SR, Goldin O, Goo JM, Humbert M, Inoue Y, Kauczor HU, Luo F, Mazzone PJ, Prokop M, Remy-Jardin M, Richeldi L, Schaefer-Prokop CM, Tomiyama N, Wells AU, Leung AN. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner Society. *Radiology* 2020;296:172-180.
- Korean Society of Radiology, Guideline Committee, COVID-19 Sub-Committee, Jin KN, Yoon SH, Park CH, Beck KS, Do KH, Yong HS. KSR/KSTR guidelines for the use of diagnostic imaging for COVID-19. *J Korean Soc Radiol* 2020;81:577-582.
- Sethuraman N, Jeremiah SS, Ryo A. Interpreting Diagnostic Tests for SARS-CoV-2. *JAMA* 2020;323:2249-2251.
- Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, Tao Q, Sun Z, Xia L. Correlation of chest CT and RT-PCR testing for coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: a report of 1014 cases. *Radiology* 2020;296:E32-E40.
- Mair MD, Hussain M, Siddiqui S, Das S, Baker A, Conboy P, Valsamakis T, Uddin J, Rea P. A systematic review and meta-analysis comparing the diagnostic accuracy of initial RT-PCR and CT scan in suspected COVID-19 patients. *Br J Radiol* 2021;94:20201039.
- Akl EA, Blazic I, Yaacoub S, Frija G, Chou R, Appiah JA, Fatehi M, Flor N, Hitti E, Jafri H, Jin ZY, Kauczor HU, Kawooya M, Kazerooni EA, Ko JP, Mahfouz R, Muglia V, Nyabanda R, Sanchez M, Shete PB, Ulla M, Zheng C, van Deventer E, Perez MDR. Use of chest imaging in the diagnosis and management of COVID-19: a WHO rapid advice guide. *Radiology* 2021;298:E63-E69.
- Simpson S, Kay FU, Abbara S, Bhalla S, Chung JH, Chung M, Henry TS, Kanne JP, Kligerman S, Ko JP, Litt H. Radiological Society of North America Expert Consensus Document on reporting chest CT findings related to COVID-19: endorsed

- by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *Radiol Cardiothorac Imaging* 2020;2:e200152.
13. Kuo BJ, Lai YK, Tan MLM, Goh XC. Utility of screening chest radiographs in patients with asymptomatic or minimally symptomatic COVID-19 in Singapore. *Radiology* 2021;298:E131-E140.
 14. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, Diao K, Lin B, Zhu X, Li K, Li S, Shan H, Jacobi A, Chung M. Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. *Radiology* 2020;295:200463.
 15. Jung HK, Kim JY, Lee MS, Lee JY, Park JS, Hyun M, Kim HA, Kwon YS, Choi SW, Moon SM, Suh YJ. Characteristics of COVID-19 Patients Who Progress to Pneumonia on Follow-Up Chest Radiograph: 236 Patients from a Single Isolated Cohort in Daegu, South Korea. *Korean J Radiol* 2020;21:1265-1272.
 16. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, Zheng D, Wang J, Hesketh RL, Yang L, Zheng C. Time course of lung changes at chest CT during recovery from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Radiology* 2020;295:715-721.
 17. Liu D, Zhang W, Pan F, Li L, Yang L, Zheng D, Wang J, Liang B. The pulmonary sequelae in discharged patients with COVID-19: a short-term observational study. *Respir Res* 2020;21:125.
 18. Han X, Fan Y, Alwalid O, Li N, Jia X, Yuan M, Li Y, Cao Y, Gu J, Wu H, Shi H. Six-month follow-up chest CT findings after severe COVID-19 pneumonia. *Radiology* 2021;299:E177-E186.
 19. Han X, Fan Y, Alwalid O, Zhang X, Jia X, Zheng Y, Shi H. Fibrotic interstitial lung abnormalities at 1-year follow-up CT after severe COVID-19. *Radiology* 2021 Jul 27 [Epub]. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021210972>.
 20. Suh YJ, Hong H, Ohana M, Bompard F, Revel MP, Valle C, Gervaise A, Poissy J, Susen S, Hekimian G, Artifoni M, Periard D, Contou D, Delaloye J, Sanchez B, Fang C, Garzillo G, Robbie H, Yoon SH. Pulmonary embolism and deep vein thrombosis in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Radiology* 2021;298:E70-E80.
 21. European Society for Cardiology. ESC guidance for the diagnosis and management of CV disease during the COVID-19 pandemic [Internet]. Sophia Antipolis: European Society of Cardiology; 2020 [cited 2021 Sep 14]. Available from: <https://www.escardio.org/Education/COVID-19-and-Cardiology/ESC-COVID-19-Guidance>.
 22. Hua A, O'Gallagher K, Sado D, Byrne J. Life-threatening cardiac tamponade complicating myo-pericarditis in COVID-19. *Eur Heart J* 2020;41:2130.
 23. World Health Organization. COVID-19 clinical management: living guidance [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2021 Sep 14]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2021-1>.
 24. Tordjman M, Mekki A, Mali RD, Monnier H, Neveu S, Chassagnon G, Mihoubi F, Carlier N, Marey J, Fournier L, Carlier RY, Drapé JL, Revel MP. Determining extent of COVID-19 pneumonia on CT based on biological variables. *Respir Med* 2020;175:106206.
 25. Liu Z, Jin C, Wu CC, Liang T, Zhao H, Wang Y, Wang Z, Li F, Zhou J, Cai S, Zeng L, Yang J. Association between initial chest CT or clinical features and clinical course in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia. *Korean J Radiol* 2020;21:736-745.
 26. Hui TC, Khoo HW, Young BE, Haja Mohideen SM, Lee YS, Lim CJ, Leo YS, Kaw GJL, Lye DC, Tan CH. Clinical utility of chest radiography for severe COVID-19. *Quant Imaging Med Surg* 2020;10:1540-1550.
 27. Jiao Z, Choi JW, Halsey K, Tran TML, Hsieh B, Wang D, Eweje F, Wang R, Chang K, Wu J, Collins SA, Yi TY, Delworth AT, Liu T, Healey TT, Lu S, Wang J, Feng X, Atalay MK, Yang L, Feldman M, Zhang PJJ, Liao WH, Fan Y, Bai HX. Prognostication of patients with COVID-19 using artificial intelligence based on chest x-rays and clinical data: a retrospective study. *Lancet Digit Health* 2021;3:e286-e294.
 28. Xu Q, Zhan X, Zhou Z, Li Y, Xie P, Zhang S, Li X, Yu Y, Zhou C, Zhang L, Gevaert O, Lu G. AI-based analysis of CT images for rapid triage of COVID-19 patients. *NPJ Digit Med* 2021;4:75.
 29. Beigel JH, Tomashek KM, Dodd LE, Mehta AK, Zingman BS, Kalil AC, Hohmann E, Chu HY, Luetkemeyer A, Kline S, Lopez de Castilla D, Finberg RW, Dierberg K, Tapson V, Hsieh L, Patterson TF, Paredes R, Sweeney DA, Short WR, Touloumi G, Lye DC, Ohmagari N, Oh MD, Ruiz-Palacios GM, Benfield T, Fätkenheuer G, Kortepeter MG, Atmar RL, Creech CB, Lundgren J, Babiker AG, Pett S, Neaton JD, Burgess TH, Bonnett T, Green M, Makowski M, Osinusi A, Nayak S, Lane HC; ACTT-1 Study Group Members. Remdesivir for the treatment of Covid-19: final report. *N Engl J Med* 2020;383:1813-1826.
 30. Stone JH, Frigault MJ, Serling-Boyd NJ, Fernandes AD, Harvey L, Foulkes AS, Horick NK, Healy BC, Shah R, Bensaci AM, Woolley AE, Nikiforow S, Lin N, Sagar M, Schragger H, Huckins DS, Axelrod M, Pincus MD, Fleisher J, Sacks CA, Dougan M, North CM, Halvorsen YD, Thurber TK, Dagher Z, Scherer A, Wallwork RS, Kim AY, Schoenfeld S, Sen P, Neilan TG, Perugino CA, Unizony SH, Collier DS, Matza MA, Vinh JM, Bowman KA, Meyerowitz E, Zafar A, Drobni ZD, Bolster MB, Kohler M, D'Silva KM, Dau J, Lockwood MM, Cubbison C, Weber BN, Mansour MK; BACC Bay Tocilizumab Trial Investigators. Efficacy of tocilizumab in patients hospitalized with Covid-19. *N Engl J Med* 2020;383:2333-2344.

31. Salama C, Han J, Yau L, Reiss WG, Kramer B, Neidhart JD, Criner GJ, Kaplan-Lewis E, Baden R, Pandit L, Cameron ML, Garcia-Diaz J, Chavez V, Mekebeb-Reuter M, Lima de Menezes F, Shah R, Gonzalez-Lara MF, Assman B, Freedman J, Mohan SV. Tocilizumab in patients hospitalized with Covid-19 pneumonia. *N Engl J Med* 2021;384:20-30.
32. WHO Rapid Evidence Appraisal for COVID-19 Therapies (REACT) Working Group, Sterne JAC, Murthy S, Diaz JV, Slutsky AS, Villar J, Angus DC, Annane D, Azevedo LCP, Berwanger O, Cavalcanti AB, Dequin PF, Du B, Emberson J, Fisher D, Giraudeau B, Gordon AC, Granholm A, Green C, Haynes R, Heming N, Higgins JPT, Horby P, Juni P, Landray MJ, Le Gouge A, Leclerc M, Lim WS, Machado FR, McArthur C, Meziani F, Moller MH, Perner A, Petersen MW, Savovic J, Tomazini B, Veiga VC, Webb S, Marshall JC. Association between administration of systemic corticosteroids and mortality among critically ill patients with COVID-19: a meta-analysis. *JAMA* 2020;324:1330-1341.
33. National Institutes of Health. COVID-19 treatment guidelines: clinical spectrum of SARS-CoV-2 infection [Internet]. Bethesda: National Institutes of Health; 2021 [cited 2021 Sep 14]. Available from: <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/overview/clinical-spectrum>.
34. Rawson TM, Moore LSP, Zhu N, Ranganathan N, Skolimowska K, Gilchrist M, Satta G, Cooke G, Holmes A. Bacterial and fungal coinfection in individuals with coronavirus: a rapid review to support COVID-19 antimicrobial prescribing. *Clin Infect Dis* 2020;71:2459-2468.
35. Dudoignon E, Camelena F, Deniau B, Habay A, Coutrot M, Ressaire Q, Plaud B, Bercot B, Depret F. Bacterial pneumonia in COVID-19 critically ill patients: a case series. *Clin Infect Dis* 2020;72:905-906.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 COVID-19 팬데믹 발생 후 보고된 문헌들을 종합하여 COVID-19 진단과 치료에서 흉부 영상의 장단점 및 역할을 정리한 논문이다. COVID-19 폐렴의 영상 소견, 흉부X선 검사 및 전산화단층촬영의 적응증, 중증도 분류 및 예후 예측에서의 흉부 영상 검사의 역할을 잘 정리하였다. 흉부 영상은 특이도가 낮아 COVID-19의 일차적인 진단 목적으로 권고되지는 않으나 고위험군의 중증도 평가, 모니터링 및 예후 예측이 가능하며 폐색전으로 대표되는 합병증 평가에 중요한 역할을 할 수 있음을 잘 설명하고 있다. 특히 WHO와 대한영상의학회/대한흉부영상의학회 흉부 영상 권고안의 자세한 기술, COVID-19 폐렴의 다양한 초기 영상 소견 및 시간에 따른 변화 양상, 질병의 중증도와 흉부 영상 소견의 관계를 기술함으로써 일선 진료 현장에서 환자의 분류 및 모니터링, 적절한 치료 계획을 세우고 향후 예후를 예측하는 데 도움을 줄 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]