



Pulmonary Emphysema: Visual Interpretation and Quantitative Analysis

폐기종의 시각적 분류 및 정량적 평가

Jihang Kim, MD*

Department of Radiology, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea

Pulmonary emphysema is a cause of chronic obstructive pulmonary disease. Emphysema can be accurately diagnosed via CT. The severity of emphysema can be assessed using visual interpretation or quantitative analysis. Various studies on emphysema using deep learning have also been conducted. Although the classification of emphysema has proven clinically useful, there is a need to improve the reliability of the measurement.

Index terms Emphysema; Tomography, X-Ray Computed; Quantitative Evaluation; Deep Learning

서론

폐기종(pulmonary emphysema)은 만성 기관지염 등과 함께 만성 폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease)을 유발하는 질환의 하나이다. 병리학적으로는 폐기종을 ‘종말세기관지 이하 단위에서 공기를 보관하는 공간이 뚜렷한 섬유화 없이 폐포벽이 파괴되어 비정상적, 그리고 영구적으로 확장되는 질환’으로 정의한다(1). 과거에는 흉부 X선 사진에서 폐기종을 진단하는 경우가 많았다. 하지만 최근에는 특히 흡연력이 있는 환자들을 대상으로 검진 목적의 저선량 CT 검사가 널리 보급되면서 CT를 통해 보다 초기 소견의 폐기종이 진단되는 경우가 많아지고 있다. CT는 폐기종의 진단에 있어 흉부 X선 사진에 비해 민감도와 특이도가 높은 영상 검사이다. CT 검사에서 폐기종의 소견은 이환된 부위의 음영이 정상 폐실질의 음영에 비해 낮게 나타나는 것이며, 폐기종이 진행될 때에는 폐 용적이 증가하며, 이와 동반하여 해당 부위에 혈액을 공급하는 폐혈관의 굵기가 감소한다(2, 3) 이러한 폐기종은 폐기능을 악화시킬 뿐 아니라 폐암의 주요 위험인자로 알려져 있어(4) 주의 깊은 관리와 추적관찰이 필요하다. 폐기종을 진단하고 추적관찰할 때 폐기종의 중증도를 평가하는 것은 필수적으로, 그 방법론 중 여기에서는 시각적 분류와 정량적 분석을 주로 다루

Received May 7, 2021
Revised June 25, 2021
Accepted July 4, 2021

*Corresponding author
Jihang Kim, MD
Department of Radiology,
Seoul National University
Bundang Hospital,
82 Gumi-ro 173beon-gil,
Bundang-gu, Seongnam 13620,
Korea.

Tel 82-31-787-7609
Fax 82-31-787-4070
E-mail radio622@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

ORCID iD
Jihang Kim
<https://orcid.org/0000-0003-0077-3655>

며, 최근 이루어지고 있는 딥러닝 연구를 일부 소개하고자 한다.

폐기종의 시각적 분류

폐기종을 시각적으로 분류할 때 크게 세 가지 형태로 분류할 수 있으며, 각각의 특징을 간단히 요약하면 다음과 같다. 첫째, 중심소엽성 폐기종(centrilobular emphysema)은 여러 개의 1 cm 이하의 저음영 부위가 2차폐소엽(secondary pulmonary lobule)의 중심 부위에 나타난다. 둘째, 중격주위 폐기종(paraseptal emphysema)은 2차폐소엽 주변부 혹은 흉막주변부(juxtapleural area)에 위치하는 저음영 영역으로 나타난다. 이 두 가지 유형은 모두 폐 상부에 더 중점적으로 분포하게 된다. 셋째, 범소엽성 폐기종(panlobular emphysema)은 광범위한 폐소엽의 파괴를 동반하는 유형으로 알파1-안티트립신 유전자 이상과 관련이 있으며(5, 6), 한국인에서는 비교적 드문 것으로 알려져 있다. 이처럼 시각적으로 분류한 폐기종의 세 가지 유형을 병변의 분포와 증증도에 따라 조금 더 세분화할 수 있고, 2015년 Fleischner Society에서 제안한 방식이 많이 쓰이고 있어 이에 따라 각각의 영상 소견을 요약해보고자 한다(7).

중심소엽성 폐기종(Centrilobular Emphysema)

CT에서 중심소엽성 폐기종은 정상 폐로 둘러싸인 비교적 작고 둥근 형태의 저음영 영역으로 나타난다. 중심소엽성 폐기종은 흡연자에게서 발견되는 가장 흔한 형태의 폐기종이며 대부분 폐 상부에서 더 심하다. 저음영 영역은 중증이 아닐 경우 1 cm 이하의 크기이지만, 1 mm 미만에서 3 cm 이상까지 다양한 크기로 나타날 수 있다. 중심소엽성 폐기종은 심한 정도에 따라 5가지로 분류할 수 있다(7). 이 중 극미한 중심소엽성 폐기종(trace centrilobular emphysema)은 폐 영역의

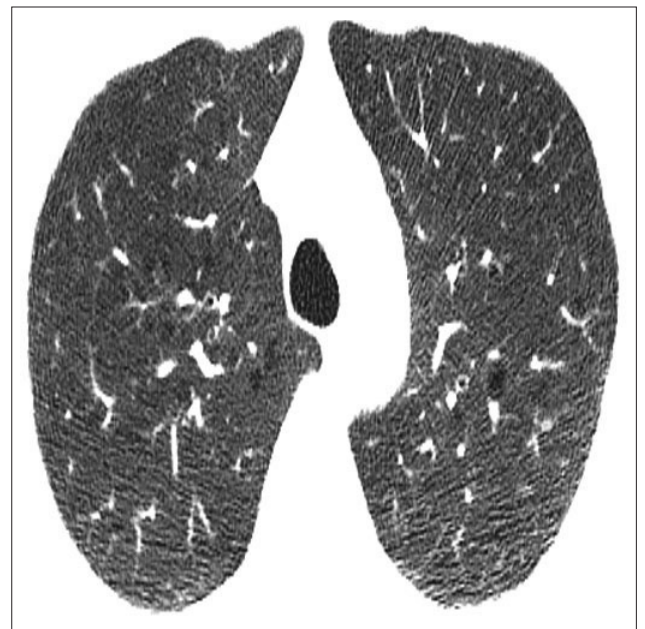


Fig. 1. Mild centrilobular emphysema. Centrilobular lucencies involve less than 5% of the upper lobes, separated by a large area of the normal lungs.

0.5% 미만을 차지하는 저음영 영역이 있는 경우를 말하고, 경도의 중심소엽성 폐기종(mild centrilobular emphysema)은 정상 폐영역에 의해 분리되어 산재해 있고 폐 영역의 0.5~5%를 차지하는 것을 말한다(Fig. 1). 중등도 중심소엽성 폐기종(moderate centrilobular emphysema)는 여러 이차 폐소엽에 걸쳐 있는 형태로 보이는 기종으로, 폐 구조의 왜곡이나 파괴를 동반하지는 않는다(Fig. 2). 융합성 중심소엽성 폐기종(confluent centrilobular emphysema)은 중심소엽성 폐기종의 심한 형태로, 대부분의 저음영 영역에서 벽구조가 소실되고 일부 매우 얇게 보이는 벽구조만 남아 있게 된다(Fig. 3). 하지만 더 심한 형태인 진행성 파괴형 폐기종(advanced destructive emphysema)과 비교하면 폐기종과 폐기종 사이에 남아 있는 정상 폐가 보이고, 폐의 구조적 변형이 두드러지지 않으며, 이차폐소엽 자체의 크기나 혈관의 크기는 비교적 유지되어 있다. 진행성 파괴형 폐기종은 중심소엽성 폐기종의 가장 심한 형태로, 폐의 구조적 변형을 동반하며 소엽간중격의 위치가 밀려 있고 폐의 전반적인 음영 저하를 보인다(Fig. 4).

중격주위 폐기종(Paraseptal Emphysema)

중격주위 폐기종은 말단부 세엽(distal acinus)을 침범하는 형태의 폐기종으로, CT에서는 흉막과 엽간열에 닿아 있는 저음영 병변으로 나타난다(8, 9). 경도의 중격주위 폐기종(mild paraseptal emphysema)은 크기가 작고(≤ 1 cm) 경계가 잘 구분되는 둥근 모양의 흉막하 기종으로 흉막의 가장자리를 따라 위치한다(Fig. 5). 이보다 심한 형태인 실질성 중격주위 폐기종(substantial para-

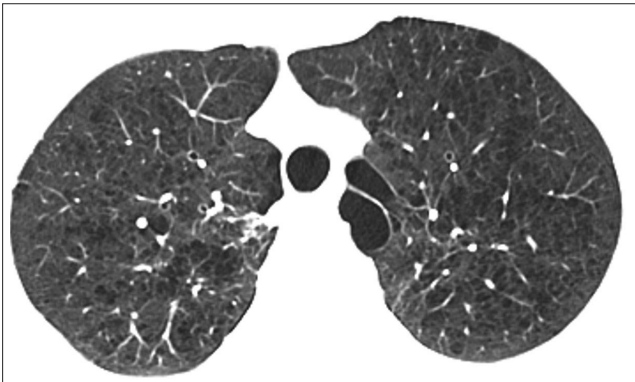


Fig. 2. Moderate centrilobular emphysema. Centrilobular lucencies involve more than 5% of the lung parenchyma, with upper lung predominance.

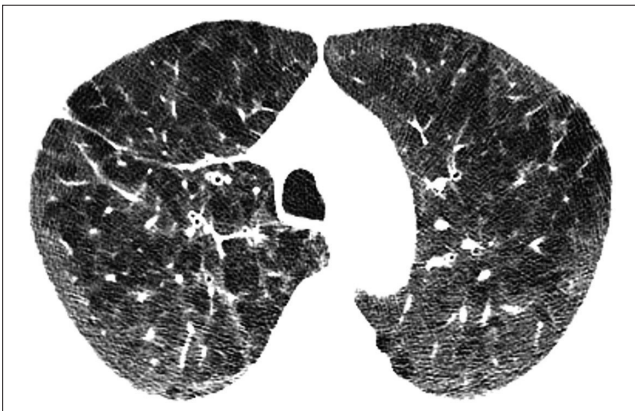


Fig. 3. Confluent centrilobular emphysema. Relatively large and multiple centrilobular and lobular lucencies are shown without distortion of the pulmonary architecture.

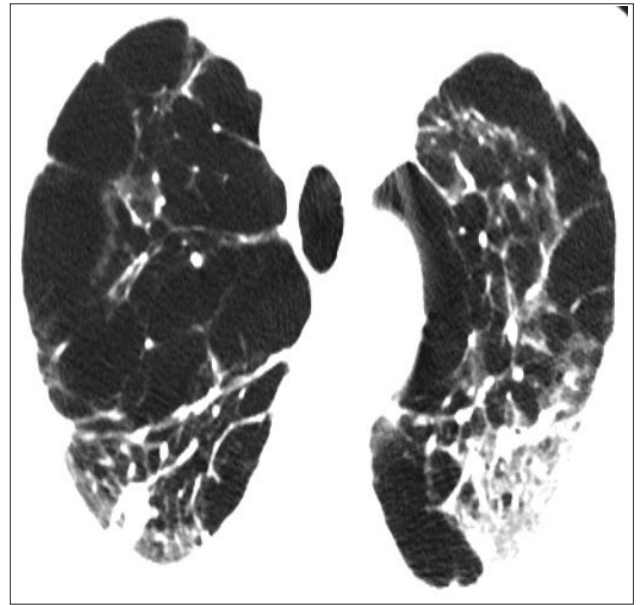


Fig. 4. Advanced destructive emphysema. Large, panlobular lucencies with distortion of the pulmonary architecture and the hyperexpansion of secondary pulmonary lobules are shown.

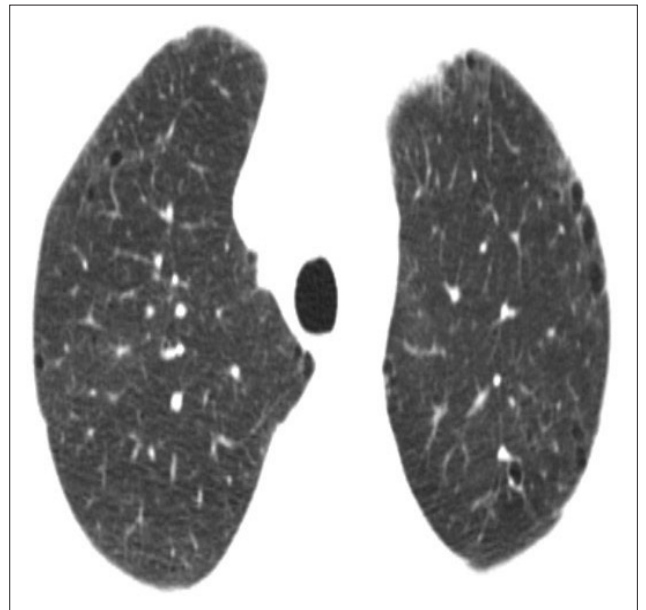


Fig. 5. Mild paraseptal emphysema. A few small and round juxtaleural low-attenuating lesions align along the pleural margin. The patient shows no obvious impairment of pulmonary function.

septal emphysema)은 대부분 크기가 큰(> 1 cm의 직경) 흉막하 기종으로서, 폐침부 뿐 아니라 다른 폐 영역을 침범하며 역시 흉막의 가장자리와 엽간열을 따라 분포한다(Fig. 6). 중격주위 폐기종은 상대적으로 폐기능의 장애가 뚜렷하게 나타나지 않는 경우가 많다(10). CT에서는 벽이 뚜렷하게 보이는 흉막하 저음영 병변으로 나타나기 때문에 벌집폐와 유사할 수 있지만, 일반적으로 중격주위 폐기종의 병변은 벌집폐의 병변보다 크고 다른 폐섬유화 소견을 동반하지 않기 때문에 구별할 수 있다. 폐 상부에서 경미한 흉막하 저음영 병변들은 폐기능의 장애를 유발하지도 않고 비흡연자에게서도 드물지 않은 소견이기 때문에 5개 이하, 1 cm 이하의 작은 폐침부 병변은 진단적 가치가 없다(11, 12).

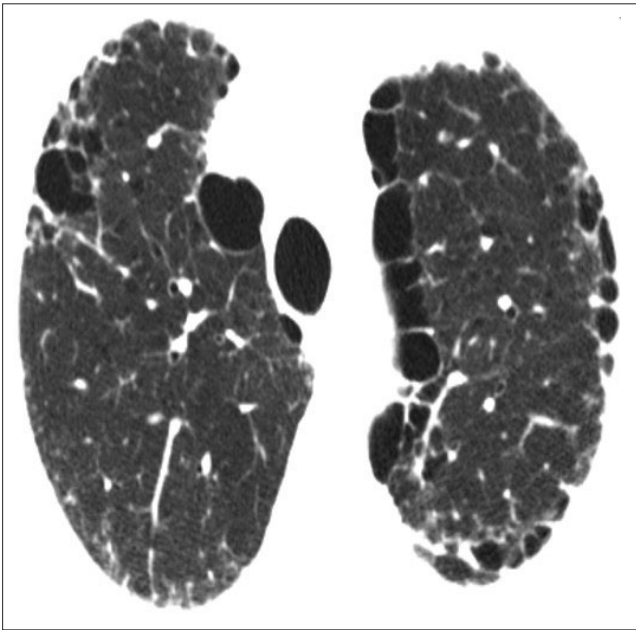


Fig. 6. Substantial paraseptal emphysema. Multiple, relatively large cyst-like juxtaleural low-attenuating lesions involve more than the pulmonary apices.

범소엽성 폐기종(Panlobular Emphysema)

범소엽성 폐기종은 광범위하게 중격을 건너며 폐포 및 소엽이 파괴되는 질환으로 CT에서는 만성 저음영 병변으로 나타나며, 유전자 이상으로 인한 혈중 알파1-안티트립신의 낮은 농도와 연관되어 있다(6). 국내에서는 비교적 드문 질환으로 알려져 있으며, 앞서 설명한 진행성 파괴형 폐기종과 CT 소견이 흡사할 수 있으며, 유전자 이상이 있으면 흡연을 하지 않아도 발병할 수 있고, 폐 하부에서 더 심한 형태를 보일 수 있다.

폐기종의 정량적 평가

폐기종의 중증도와 치료 효과 등을 보다 객관적으로 수치화하기 위해 CT에서 폐기종을 정량적으로 평가하려는 시도는 오래전부터 다양하게 있어 왔다. 그중 시각적 점수화법(visual scoring method)은 저음영 영역이 각각의 영상의 폐실질에서 차지하는 비율을 기준으로 1~4점으로 점수화하여 합한 뒤 폐기종 지수값을 구하는 방법이지만(13), 최근의 연구에서는 많이 쓰이지 않고 있다. 한편 1988년에 처음 시도된 음영 마스크법(density mask method)이 점차 발전하여 최근까지도 활발히 이용되고 있는데, 이는 특정 복셀(voxel)의 하운스필드값(Hounsfield unit; 이하 HU)이 기준값 이하일 경우 폐기종에 이환된 것으로 보고 전체 폐실질에서 폐기종에 이환된 부위의 비율을 폐기종 지수로 수치화하는 방법이다(14). 초기에는 그 기준값으로 -910 HU가 제시되었으나, 이후 -960 혹은 -970 HU가 제시되었으며(15), 현재는 -950 HU가 가장 많이 쓰이고 있다(16), 최근에는 폐암 검진에 쓰이는 저선량 CT에서 아시아인을 대상으로 할 때 -940 HU의 임상적 의미가 더 크다는 연구도 발표된 바 있다(17).

한편 백분위지점(percentile point)으로 폐기종을 정량화하는 방법도 있는데, 이는 사용자가 지

정한 특정 백분위보다 낮은 HU에 해당하는 부위를 정량적으로 평가하는 방법으로, 대개 15% 또는 1%를 그 기준점으로 사용한다. 이러한 백분위지점 평가법은 앞서 설명한 음영 마스크법보다 폐용적에 따른 변화에 둔감하다는 이론적 장점이 있어서 폐기종의 경과를 추적하는 데 좀 더 유용할 것으로 기대되고 있다(16, 18). 이러한 음영 마스크법과 백분위지점 평가법은 다양한 연구에서 사용되고 있다.

하지만 폐실질의 음영을 정확하게, 혹은 재현성 있게 평가하는 데는 한계가 있는데, 물리적으로 완전히 같은 상태의 폐실질이라 하더라도 폐실질 외적 요인에 따라 음영이 다르게 측정될 수 있기 때문이다. 그 요인으로는 피검자의 체중 등 몸 상태나 호흡 정도, 기기의 종류나 다양한 검사 조건과 후처리 방법, 소프트웨어 간 분석알고리즘의 차이 등을 들 수 있다. 이러한 한계로 인해 CT를 이용한 정량적 분석은 가급적 같은 소프트웨어를 이용해 이루어지는 것이 바람직한데(19), 현실적으로는 매우 다양한 소프트웨어가 여러 기관에서 사용되고 있기 때문에 이들 소프트웨어 간 상호 재현성을 높이기 위한 제도적 뒷받침이 필요할 것으로 보인다. 하지만 하드웨어와 소프트웨어의 문제를 차치하더라도 환자의 몸 상태나 호흡 정도를 완벽하게 통제하기는 어렵기 때문에 완벽하게 재현성 있는 평가를 하기에는 어려움이 있을 것으로 보인다.

폐기종 분류와 중증도 평가의 임상적 의의

최근 El Kaddouri 등(20)은 흡연력이 있는 환자군의 CT 영상에서 폐기종의 시각적 분류가 질병의 진행을 예측하는 인자임을 보고한 바 있다. 이는 폐기종 환자의 현재 상태를 평가할 때 뿐 아니라 예후를 예측하고 치료 방향을 정할 때에도 폐기종의 시각적 분류가 유용함을 보여주는 것이다. 또한 Lynch 등(21)은 폐기종의 정량적 중증도 평가를 보정했을 때에도 시각적 분류가 독립적으로 폐기종 환자의 사망률과 연관된 유의한 인자임을 발표한 바 있다. 이는 음영 마스크법이나 백분위 지점 평가법 등의 정량적 평가만으로는 평가하기 어려운 폐기종의 중증도가 시각적 분류를 통해 보완적으로 이뤄질 수 있음을 보여주는 것이다. 이밖에도 많은 연구자들이 폐기종의 시각적 분류와 정량적 중증도가 가지는 임상적 의미를 밝혀내는 연구를 수행하고 있어 앞으로도 그 결과가 주목된다.

딥러닝을 이용한 폐기종 분석

병렬연산 처리 능력의 급격한 발전과 함께 딥러닝을 이용한 영상의학 연구가 폭발적인 증가 추세에 있으며, 폐기종 연구에도 딥러닝이 활발하게 이용되고 있다. 흉부 CT 영상에서의 딥러닝 연구는 주로 3차원 컨볼루션 신경망(three-dimensional convolutional neural network) 기술을 이용하고 있는데, 이를 비롯한 딥러닝의 다양한 공학적 연구 방법론은 본 종설의 범위를 벗어나는 내용으로 자세하게 다루지는 않겠지만, 주목할 만한 일부 연구를 소개하고자 한다(Table 1).

딥러닝을 이용한 폐기종 연구는 그 범위가 다양하지만 크게 1) 딥러닝을 이용한 폐기종 자동 검출, 2) 딥러닝을 이용한 폐기종의 중증도 분류, 3) 딥러닝을 이용한 폐기종의 예후 예측, 그리고 기

Table 1. List of Recently Published Papers on Deep Learning for Emphysema

| References | Publication Year | Journal | Potential Role of Deep Learning |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Zhao et al. (22) | 2019 | Med Phys | To improve image quality and emphysema quantification accuracy over various dose levels |
| Jin et al. (23) | 2019 | Phys Med Biol | To reduce the kernel-induced variability in lung density measurement on LDCT |
| Bak et al. (24) | 2020 | Eur Radiol | To reduce variation in emphysema quantification on LDCT |
| Humphries et al. (25) | 2020 | Radiology | To determine emphysema pattern and predict pulmonary impairment and mortality |
| Hasenstab et al. (26) | 2021 | Radiol Cardiothorac Imaging | To stage the severity of COPD and provide further prognostic value |
| Bodduluri et al. (27) | 2020 | JCI Insight | To identify structural phenotypes of COPD from spirometry |

COPD = chronic obstructive pulmonary disease, LDCT = low dose chest computed tomography

타 연구로 분류할 수 있다. Zhao 등(22)은 극저선량 CT에서 폐기종을 보다 정확히 평가하기 위해 딥러닝을 활용한 연구를 발표한 바 있는데, 폐기종을 정량적으로 측정하기 어려운 극저선량 CT에서 딥러닝의 유용성을 보여주고 있다. Jin 등(23)은 저선량 CT에서 폐기종의 정량적 평가 신뢰성을 높이기 위해 딥러닝을 활용한 것을 보고하였으며, 이는 영상의학 분야에서 최근 주목받고 있는 후처리 작업에 딥러닝의 도움을 받는 노력의 일환이다. Bak 등(24)은 딥러닝을 이용해 CT 촬영 시 커널 차이에 의한 폐기종의 정량 지수 차이를 보완할 수 있음을 발표하였으며, 이 또한 딥러닝을 영상검사의 후처리에 활용하여 영상 간의 차이를 최소화하려는 노력의 성과라 할 수 있다. Humphries 등(25)은 딥러닝을 이용해 폐기종의 시각적 분류를 추정하는 것이 폐기능과 사망률과 유의한 상관관계를 보임을 보고하였는데, 딥러닝을 진단이나 예후 예측에 활용할 수 있다는 예시를 보여준 것이다. 또 Hasenstab 등(26)은 딥러닝을 통한 폐기종의 중증도 분류가 질환의 중증도를 평가하고 예후를 추정할 때 폐기능 검사와 함께 사용될 수 있음을 보고하였다. 한편 폐기능 검사 결과에 딥러닝 기법을 적용하여 만성폐쇄성폐질환의 CT 분류를 예측하는 데 성과를 보인 최근의 연구도 있다(27).

이밖에도 딥러닝을 활용한 폐기종 연구는 다양한 관점에서 이루어지고 있고, 그 일부는 상품화되고 있다. 딥러닝을 비롯한 다양한 알고리즘의 개발과 적용은 무한한 가능성을 가지고 있는 것으로 보인다. 하드웨어의 발전과 함께 알고리즘은 지금까지 계속 수정, 보완, 발전되어 왔고 앞으로도 그럴 것으로 생각하는 것이 타당하다. 하지만 앞서 언급한 정량화 분석의 한계점과 마찬가지로 여러 검사 조건의 차이를 보정하는 것을 신뢰할 수 있느냐의 문제에 더해, 같은 영상에서도 서로 다른 알고리즘 간에 동일한 결과값을 산출하지 않는다는 알고리즘 본연의 문제가 지적되고 있다. 현재 개발되거나 상품화되어 있는 상당수의 인공지능 알고리즘은 대부분 적절한 임상 검증이 되어 있지 않으며, 이를 적극적으로 받아들이고 활용하기 위해서는 지속적인 검증, 평가, 보완 및 제도적 뒷받침이 필요할 것으로 보인다.

결론

CT는 폐기종을 정확하게 진단하고 평가하는 유용한 검사이다. CT에서 폐기종의 중증도를 평가하기 위해 크게 시각적 분류와 정량적 분석 두 가지 방법이 사용되고 있으며, 최근에는 딥러닝을 활용한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 폐기종의 중증도 분류는 다양한 방면으로 임상적 유용성이 검증되고 있지만 신뢰성을 향상시켜야 한다는 숙제가 남아 있다.

Conflicts of Interest

The author has no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None

REFERENCES

1. No authors listed. The definition of emphysema. Report of a National Heart, Lung, and Blood Institute, Division of Lung Diseases workshop. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:182-185
2. Stern EJ, Frank MS. CT of the lung in patients with pulmonary emphysema: diagnosis, quantification, and correlation with pathologic and physiologic findings. *AJR Am J Roentgenol* 1994;162:791-798
3. Thurlbeck WM, Müller NL. Emphysema: definition, imaging, and quantification. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:1017-1025
4. Park HR, Kim YT, Jou SS, Park CH. Pulmonary comorbidities of lung emphysema. *J Korean Soc Radiol* 2018;79:139-151
5. Wyatt JP, Fischer VW, Sweet HC. Panlobular emphysema: anatomy and pathodynamics. *Dis Chest* 1962;41:239-259
6. Laurell CB, Eriksson S. The electrophoretic α_1 -globulin pattern of serum in α_1 -antitrypsin deficiency. *Scand J Clin Lab Inv* 1963;15:132-140
7. Lynch DA, Austin JH, Hogg JC, Grenier PA, Kauczor HU, Bankier AA, et al. CT-definable subtypes of chronic obstructive pulmonary disease: a statement of the Fleischner Society. *Radiology* 2015;277:192-205
8. Heard BE. A pathological study of emphysema of the lungs with chronic bronchitis. *Thorax* 1958;13:136-149
9. Satoh K, Kobayashi T, Misao T, Hitani Y, Yamamoto Y, Nishiyama Y, et al. CT assessment of subtypes of pulmonary emphysema in smokers. *Chest* 2001;120:725-729
10. Smith BM, Austin JH, Newell JD Jr, D'Souza BM, Rozenshtein A, Hoffman EA, et al. Pulmonary emphysema subtypes on computed tomography: the MESA COPD study. *Am J Med* 2014;127:94.e7-94.e23
11. Mets OM, van Hulst RA, Jacobs C, van Ginneken B, de Jong PA. Normal range of emphysema and air trapping on CT in young men. *AJR Am J Roentgenol* 2012;199:336-340
12. Barr RG, Berkowitz EA, Bigazzi F, Bode F, Bon J, Bowler RP, et al. A combined pulmonary-radiology workshop for visual evaluation of COPD: study design, chest CT findings and concordance with quantitative evaluation. *COPD* 2012;9:151-159
13. Goddard PR, Nicholson EM, Laszlo G, Watt I. Computed tomography in pulmonary emphysema. *Clin Radiol* 1982;33:379-387
14. Müller NL, Staples CA, Miller RR, Abboud RT. "Density mask". An objective method to quantitate emphysema using computed tomography. *Chest* 1988;94:782-787
15. Madani A, Zanen J, de Maertelaer V, Gevenois PA. Pulmonary emphysema: objective quantification at multi-detector row CT--comparison with macroscopic and microscopic morphometry. *Radiology* 2006;238:1036-1043
16. Heussel CP, Herth FJ, Kappes J, Hantusch R, Hartlieb S, Weinheimer O, et al. Fully automatic quantitative assessment of emphysema in computed tomography: comparison with pulmonary function testing and normal values. *Eur Radiol* 2009;19:2391-2402
17. Cao X, Jin C, Tan T, Guo Y. Optimal threshold in low-dose CT quantification of emphysema. *Eur J Radiol*

2020;129:109094

18. Dirksen A. Monitoring the progress of emphysema by repeat computed tomography scans with focus on noise reduction. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:925-928
19. Kirby M, Hatt C, Obuchowski N, Humphries SM, Sieren J, Lynch DA, et al. Inter- and intra-software reproducibility of computed tomography lung density measurements. *Med Phys* 2020;47:2962-2969
20. El Kaddouri B, Strand MJ, Baraghoshi D, Humphries SM, Charbonnier JP, van Rikxoort EM, et al. Fleischner Society visual emphysema CT patterns help predict progression of emphysema in current and former smokers: results from the COPDGene study. *Radiology* 2021;298:441-449
21. Lynch DA, Moore CM, Wilson C, Nevrekar D, Jennermann T, Humphries SM, et al. CT-based visual classification of emphysema: association with mortality in the COPDGene study. *Radiology* 2018;288:859-866
22. Zhao T, McNitt-Gray M, Ruan D. A convolutional neural network for ultra-low-dose CT denoising and emphysema screening. *Med Phys* 2019;46:3941-3950
23. Jin H, Heo C, Kim JH. Deep learning-enabled accurate normalization of reconstruction kernel effects on emphysema quantification in low-dose CT. *Phys Med Biol* 2019;64:135010
24. Bak SH, Kim JH, Jin H, Kwon SO, Kim B, Cha YK, et al. Emphysema quantification using low-dose computed tomography with deep learning-based kernel conversion comparison. *Eur Radiol* 2020;30:6779-6787
25. Humphries SM, Notary AM, Centeno JP, Strand MJ, Crapo JD, Silverman EK, et al. Deep learning enables automatic classification of emphysema pattern at CT. *Radiology* 2020;294:434-444
26. Hasenstab KA, Yuan N, Retson T, Conrad DJ, Kligerman S, Lynch DA, et al. Automated CT staging of chronic obstructive pulmonary disease severity for predicting disease progression and mortality with a deep learning convolutional neural network. *Radiol Cardiothorac Imaging* 2021;3:e200477
27. Bodduluri S, Nakhmani A, Reinhardt JM, Wilson CG, McDonald ML, Rudraraju R, et al. Deep neural network analyses of spirometry for structural phenotyping of chronic obstructive pulmonary disease. *JCI Insight* 2020;5:e132781

폐기종의 시각적 분류 및 정량적 평가

김지향*

폐기종은 만성 폐쇄성 폐질환을 유발하는 질환으로, CT는 폐기종을 정확하게 진단하는 데 가장 유용한 검사이다. 폐기종의 중증도는 시각적 분류 혹은 정량적 분석 등의 방법으로 평가할 수 있으며, 최근에는 딥러닝을 활용한 폐기종 연구도 다양하게 이루어지고 있다. 이러한 폐기종의 중증도 분류 방법은 다양한 연구에서 그 임상적 유용성을 입증받고 있으며, 한계점으로 지적되고 있는 측정의 신뢰성을 향상시키려는 노력 또한 이어지고 있다.

분당서울대학교병원 영상의학과