

폐음 기반 폐섬유증 질병 진단에 관한 연구

이준협, 최재민, 김효수
중앙대학교

junhyub3090@cau.ac.kr, jaeminld@cau.ac.kr, hskimhello@cau.ac.kr

A Study on the Diagnosis of Pulmonary Sound-based Pulmonary Fibrosis Disease

Jun Hyub Lee, Jae Min Choi, Hyosu Kim
Chung-Ang Univ.

요 약

폐 섬유증은 폐조직의 경화로 인해 발생하는 심각한 질병으로, 주로 고령자에게 나타나며, 호흡곤란, 기침, 가래 등의 증상을 유발한다. 현재 정밀한 진단을 위해 다양한 임상 정보와 검사를 필요로 하는 다학제 접근방식이 사용되고 있지만, 이는 상대적으로 시간이 오래 걸린다는 한계점과 여러 검사를 받아야 하는 불편함이 존재한다. 본 연구는 이러한 제약을 극복하고자, 총 66 명의 환자를 대상으로 수집된 폐음을 활용하여 음향학적 분석을 진행하였으며, 이로부터 얻어진 결론을 기반으로 간편하고 빠른 폐 섬유증 진단 방법을 제안하고자 한다.

I. 서론

폐섬유증은 폐조직이 굳어짐으로 섬유질 결합조직의 과다 누적되면서 발생하는 질환으로, 이 과정에서 폐벽이 두꺼워져 혈액에 공급되는 산소량이 줄어들고, 결과적으로 심각한 호흡곤란 및 기타 증상으로 환자의 삶의 질을 저하시킨다. 폐 섬유증을 진단하기 위해서 사용되고 있는 현재까지의 진단방법은 나이, 성별, 흡연력, 직업 등 다양한 임상 정보와 폐 CT, 조직 검사와 같은 정보를 포괄한 다학제 접근으로 정밀한 진단을 위해서는 시간과 비용이 많이 소요된다.

폐음 또는 호흡음은 기존의 여러 앞선 연구들을 통해 다양한 사용자의 생체 정보를 담고 있음과 그 유용성을 입증했다[1-4]. Palaniappan et al.은 ANN, k-nn, SVMs 등 다양한 머신러닝 모델을 통해 폐음이 가지는 다양한 음향학적 특징들을 구분하였다. 이에 본 연구에서는 앞서 언급된 선행 연구들에서 보여지고 있는 폐음의 가능성 및 활용 방법과 더불어 폐음이 가지는 생체적 정보를 기반으로 환자의 폐음과 폐섬유증과의 연관성을 분석하여 간편하고 신속한 폐섬유증 진단 방법을 제안한다.

II. 본론

1. 데이터 수집

본 연구는 총 66 명 (남 51/ 여 15; 43-82 세)의 폐섬유증을 앓고 있는 환자를 대상으로 서로 다른 네가지 위치에서 폐음을 수집하였다(그림 1 참조). 이때 수집한 폐음은 특발성 폐섬유증(IPF), 비특이성 간질성 폐렴(NSIP), 만성 과민성 폐렴(CHP), 총 3 가지 폐섬유증 관련 질병을 가진 환자들로부터 수집되었다. JABES 디지털 청진기를 사용하였으며, 각 환자별로 1년

동안 3~4 개월 주기로 약 3~5 회 측정하였다. 1 회 측정 시 들숨과 날숨을 한 주기로 총 4 주기, 약 15 초 가량의 호흡음을 네 부위에서 수집하였다.

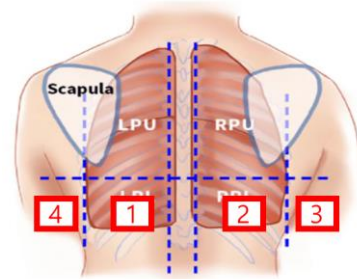


그림 1. 폐음 수집 위치

3. 폐음 분석

폐음은 폐의 상태를 확인할 수 있는 중요한 지표 중 하나로, 본 연구에서는 폐섬유증과 폐음 사이의 연관성을 탐구하였다. 폐섬유증은 섬유질 결합조직이 과다 누적되어 발병하는 질병으로, 호흡이 가빠짐과 동시에 주로 무언가 굽는 듯한 소리인 crackle 이 발생한다.

본 연구는 폐음 속 crackle 의 음향학적 특징을 파악하기 위해 시간-주파수 영역 분석 기법 중 하나인 spectrogram 을 활용하여, 폐섬유증을 앓고 있는 환자들의 폐음을 분석한다. 정상인을 제외한, 폐섬유증(IPF, NSIP, CHP)을 가지고 있는 환자들은 공통적으로 100-1000Hz 사이에서 반복적인 crackle 소리가 관찰되었다 (그림 2 참조).

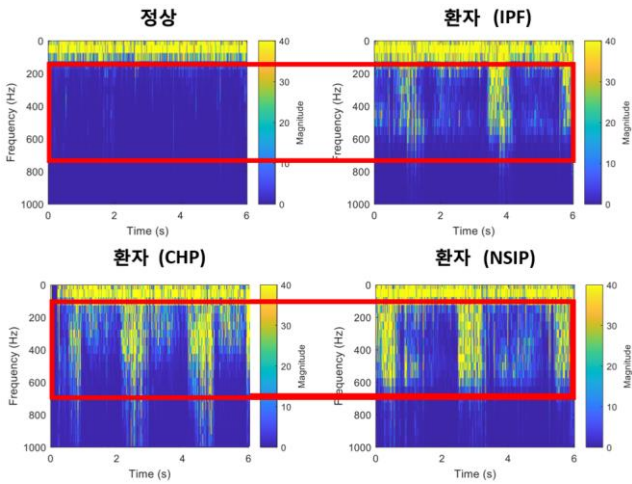


그림 2. 질병별 폐음 spectrogram

또한 1 년동안 폐기능이 지속적으로 총 10% 이상 감소한 환자에 대해 검사 회차별 폐음을 분석한 결과, 폐기능이 악화될수록 crackle 의 세기가 더욱 강하게 발생하는 경향성을 확인하였다 (그림 3 참조).

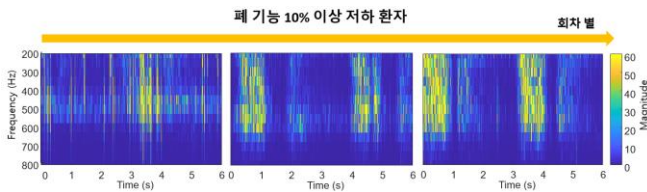


그림 3. 폐기능 저하에 따른 spectrogram 변화

이러한 결과는 폐음을 통한 crackle 유무 분석을 통해 간편하면서도 빠른 폐섬유증 진단 및 정밀한 분석을 위해 시행하는 다학제 접근 방식 중 하나의 지표로서의 활용 가능성을 시사한다. 또한 회차별 이전 폐음과의 crackle 세기의 변화량을 기반으로 질병 악화 유무 판단의 가능성을 제시한다.

III. 결론

본 연구는 폐음을 통한 폐섬유증 진단의 가능성을 보였다. 특히, crackle 소리의 스펙트로그램 분석을 통해 정상인과 환자 간의 차이점을 명확히 확인하였으며, 이를 토대로 더욱 세부적인 질환 진단이 가능할 것으로 기대된다. 향후에는 폐섬유증의 종류에 따른 crackle 소리 패턴(세기, 지속시간, 주기 등) 분석을 통해 더욱 정교한 진단 방법을 개발하는 연구를 진행할 예정이다. 본 연구 결과는 폐섬유증 진단의 효율성 및 속도를 향상시키고, 실제 사용되고 있는 다학제 접근 방식에서 하나의 판단 기준으로 활용되어 환자들에게 더 나은 치료 기회를 제공할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023 년도 정부(과기정통부)의 재원으로 한국연구재단 바이오·의료기술개발사업의 지원과 2023 년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을

받아 수행된 연구임 (NO. RS-2023-00222910, P0020632, 2023 년 산업혁신인재성장지원사업)

이 논문은 2023 년도 정부(과기정통부)의 재원으로 한국연구재단 바이오·의료기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NO. RS-2023-00222910).

참 고 문 헌

- [1] A. Rao, E. Huynh, T. J. Royston, A. Kornblith and S. Roy, "Acoustic Methods for Pulmonary Diagnosis," in *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, vol. 12, pp. 221–239, 2019
- [2] G. Chombres, P. Hanna and M. Desainte-Catherine, "Automatic Detection of Patient with Respiratory Diseases Using Lung Sound Analysis," 2018 International Conference on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI), La Rochelle, France, 2018, pp. 1–6, Advances in Cryptology, Proc.Crypto '85, pp. 280–285, Aug. 1985.
- [3] Sameer Alsmadi, Yasemin P. Kahya, Design of a DSP-based instrument for real-time classification of pulmonary sounds, *Computers in Biology and Medicine*, Volume 38, Issue 1, 2008, Pages 53–61,
- [4] Rajkumar Palaniappan, Kenneth Sundaraj, Nizam Uddin Ahamed, Machine learning in lung sound analysis: A systematic review, *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, Volume 33, Issue 3, 2013, Pages 129–135,