



ORIGINAL ARTICLE

Infection Control in Pulmonary Function Laboratories
in Domestic HospitalsNan-Hee LEE^{1,†}, Suhng Wook KIM^{2,†}¹Pulmonology Laboratory, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea²Department of Health and Safety Convergence Science, Graduate School, Korea University, Seoul, Korea

국내 의료기관의 폐기능검사실에서 감염관리 실태조사

이난희^{1,†}, 김성욱^{2,†}¹서울대학교병원 폐기능검사실, ²고려대학교 대학원 보건안전융합과학과

ARTICLE INFO

Received August 2, 2023
Revised August 12, 2023
Accepted August 21, 2023

Key words

Communicable diseases, emerging
COVID-19
Infection control
Pulmonary function tests

ABSTRACT

The global outbreak of COVID-19 has underscored the pressing need for robust infection control practices in pulmonary function laboratories (PFL). However, the existing guidelines and regulatory frameworks provided by relevant authorities in the country have revealed certain deficiencies in effectively addressing this significant public health crisis. This study surveyed the infection control regulations, disposable item usage, ventilation facilities, spatial separation, and the configuration of entrance doors in 51 domestic hospital facilities from Oct 1, 2021, to Nov 2, 2021. The survey findings revealed that while there was a relatively satisfactory adherence to airborne, droplet, and contact precautions with adequate awareness and utilization of personal protective equipment, the environmental disinfection practices exhibited a suboptimal performance rate of 39.22% per patient. Depending on the specific survey domains, substantial variations were observed in the utilization of disposable items (81.05%), ventilation systems (45.75%), dedicated testing spaces (80.39%), separation of administrative areas (15.69%), and the installation of automated doors (19.61%). This study not only highlights the paramount importance of infection control in PFLs within domestic medical institutions but also provides foundational data for developing and enhancing standardized guidelines that align with international benchmarks for infection control in these settings.

Copyright © 2023 The Korean Society for Clinical Laboratory Science.

서론

폐기능검사(pulmonary function test, PFT)는 대표적으로 폐활량계(폐활량검사), 체적변동기록기(폐용적검사), 폐확산능가스분석기(폐확산능검사)로 객관화한 지표로 호흡계의 생리학적 기능을 평가하는 검사이다. 폐활량검사(spirometry) 중 노력성폐활량검사(forced vital capacity, FVC)는 가장 일반

적인 검사로 숨을 최대한 들이 마시고 세고 빠르게 내쉬는 방법으로 측정하며 적합한 검사를 3회 이상 시행해야 하며 재현성 있는 결과가 도출될 때까지 반복하는 검사이다. 이 검사는 호흡의 볼륨-시간, 유량-볼륨 그래프와 수치로 표기하여 결과를 해석할 수 있으며 호흡 전도영역의 폐쇄에 의한 환기장애의 진단 및 경과 관찰에 유용하다. 이 외 수술 전 위험성 평가, 일반 건강검진, 근로자 대상 특수건강진단, 진폐증 판정 검사, 호흡 장애 판정을 위한 검사 등 광범위하게 활용된다. 폐용적검사(total lung capacity, TLC)는 신체용적 변동기록법(body plethysmography)으로 측정하며 폐의 용적을 일회호흡량, 흡기예비량, 호기예비량, 흡기용량, 기능적 잔기량, 폐활량, 잔기량, 총폐용량으로 분획하여 호흡계의 운동생리학적 특성을 평가할 수 있

Corresponding author: Suhng Wook KIM

Department of Health and Safety Convergence Science, Graduate School, Korea University, 145 Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea
E-mail: swkimkorea@korea.ac.krORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5522-0447>[†]These authors contributed equally to this work.

다. 검사 방법은 피검자가 밀폐된 공간에 앉아 양손으로 볼을 누르고, 숨이 막히는 2~3초 동안 적은 양의 공기로 헐떡거림을 반복하여 흉부의 가스 압력을 측정한다. 폐활량까지 이어서 시행한다. 검사법이 어려워 다양한 방법으로 피검자에게 시현해야 하며, 적합성, 재현성을 만족하는 결과를 얻기 위해 여러 번 반복하여 측정한다. 이 검사는 폐질환의 진단 및 질환의 중등도나 기능적 장애 정도, 질환의 경과나 치료에 대한 반응, 폐 이식 수술 전 평가, 진폐증 판정 검사 등으로 시행된다. 폐확산능검사(diffusing capacity of the lungs for carbon monoxide, DLco)는 산소가 폐포에서 체내로 이동하는 전달능을 평가하는 검사로 일산화탄소(carbon monoxide, CO)를 최대 흡입하고 10초 동안 숨을 참은 후 다시 내쉬는 방법으로 측정한다. 검사 장비의 가스 분석 장치는 호기 중 CO 농도가 균일한 가스를 채집 및 분석하여 폐의 확산능을 수치화한다. 이 검사는 폐 및 폐포 모세혈관, 폐관류 등에 관한 질환의 진단에 도움을 주고 치료에 대한 반응 및 예후 평가에 활용된다[1].

Standardization of Spirometry 2019 Update: An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement에 따르면 이 검사는 피검자가 검사자의 지시에 따라 적합하게 시행해야 하며, 검사 전 정확한 검사 방법을 피검자에게 시범 보이고 필요 시 연습시켜야 한다[2]. 검사를 할 때는 검증된 일회용 필터를 사용하지 않지만 연습 과정은 대기 중에 시행되며, 기침하듯 숨을 세게 불도록 유도한다. 피검자 중 대부분은 기관지나 폐에 염증이 있는 환자로 검사 중 심한 기침을 하고 가래를 배출하게 되어 호흡기 및 접촉 감염원의 노출 위험성과 전파 위험성이 모두 높다[3]. 또한, 폐기능검사는 불특정 다수의 환자가 방문하며, 특히, 폐질환의 특성으로 고령의 환자가 많으며, 이 외에도 수술 전 위험성 평가, 항암 및 방사선 치료 평가를 위해 내원하는 경우로 면역력에 취약한 환자가 대부분이기 때문에 감염관리가 매우 중요하다[4]. 그러나 오랫동안 폐기능검사의 감염관리의 중요성은 충분한 관심을 받지 못하였으며, 2015년 5월 MERS (middle east respiratory syndrome coronavirus, MERS-CoV) 호흡기 전염병 유행으로 감염관리의 일반적 사항이 의료기관평가인증제를 통해 개선되기 시작하였다.

또한, 2019년 12월에 발생한 코로나바이러스감염증-19 (COVID-19 [coronavirus disease 2019, SARS-CoV-2]) 이후 국외 기관에서 폐기능검사의 감염관리에 관한 규정이 발표되었지만 국내에서는 표준화된 지침이 발표되지 않았다. 국내에서 MERS 유행 이후 시설 개선의 필요성이 대두되었으나, 안타깝게도 대부분의 폐기능검사는 크게 변화되지 못하고

COVID-19 팬데믹을 맞게 되었다. 이 대유행 초기에 발표된 국내 및 국외 가이드라인을 보면, 미국, 유럽, 중국 등의 관련 기관은 폐기능검사를 중단할 것을 권고하였고, 중증 및 중대 환자만 선별하여 시행하도록 하였다[5, 6]. 감염관리 시설이 갖추어지지 못한 우리나라의 건강검진센터의 폐기능검사는 대부분 폐쇄되었으며 중대형 병원도 전파 위험도가 높은 기간 동안 검사실 운영을 중단하였다. 위중증 환자가 대부분인 상급병원의 폐기능검사는 이동형 음압기를 사용하거나 가림막과 커튼을 설치하는 등 임시방편으로 조성하여 운영하고 있으나 환기 시설이 갖추어지지 않은 검사는 COVID-19 (SARS-CoV-2)에 노출 시 감염 및 전파 위험성이 있다[7-9].

MERS 이후 폐기능검사의 감염관리를 위한 시설의 필요성만 대두되고 그친 상황을 반복하지 않기 위해 국내 폐기능검사는 음압 또는 차압의 환기 시설, 타 검사 및 사무 공간과 분리된 검사 전용 공간, 교차감염 예방 및 올바른 차압 유지를 위한 자동문 설치가 필요하며, 일반적 감염관리도 COVID-19 대유행 이후 강화된 지침으로 이행될 수 있도록 국외 규정과 같이 구체적인 감염관리의 준수사항이 국내에서도 마련되어야 한다[10]. 이런 점을 고려하여, 본 연구는 국내 폐기능검사의 감염관리의 일반적 사항과 시설의 실태 조사를 통해 폐기능검사의 감염관리의 중요성을 재고하고, 보건 의료서비스 향상을 위한 표준 지침 마련과 해외 지침들과의 비교 평가를 위한 기초 정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 대상 기관 및 설문 항목

본 연구의 자료 수집은 2021년 10월 1일부터 2021년 11월 2일까지 국내 2차 이상의 의료기관에 소속된 폐기능검사실 53기관을 대상으로 설문 조사를 통해 진행하였으나 52기관에서 응답자가 회수되었고, 이 가운데 1기관은 '2차 이상의 의료기관' 대상에 부적합하여 제외하였다. 조사 대상 의료기관은 2차 의료기관 25기관, 3차 의료기관 26기관으로 총 51개 의료기관이다. 시도별로는 서울특별시 16기관, 경기도 13기관, 강원도 2기관, 충청도 9기관, 전라도 2기관, 경상도 8기관, 제주도 1기관이다.

설문은 표준주의 지침과 질병관리본부 지침 사항, 의료기관평가인증제 규정 등 국내 의료기관의 감염관리 지침과 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)의 공기 감염에 관한 가이드라인 및 COVID-19 팬데믹 이후 발표된 국외 폐기능검사 감염관리 가이드라인을 참고하여 작성하였다[3-16]. 설문 내용은 시설의

일반적 특성 15문항, COVID-19 대유행에서 폐기능검사실의 감염관리 기본지침 이행도(손위생 11문항, 보호용구 착용 10문항, 환경소독 8문항), 폐기능검사실 COVID-19 후 감염관리 개선 사항 및 중요성 인식도(환기 시설 4문항, 공간 분리 개선 3문항, 일회용품 사용 3문항), 추가 시설 및 설비 13문항, 폐기능검사실 의료 종사자의 COVID-19 유행 전과 후의 인식도 조사 10문항으로 구성하였다.

2. 자료 분석

수집된 자료는 IBM SPSS Statistics 24 (IBM Corp.)를 이용하여 백분율 및 평균으로 빈도 분석하였다.

3. COVID-19 팬데믹 이후 발표된 폐기능검사 감염관리 가이드라인

Considerations for Conducting Spirometry During and After COVID-19 (<https://www.lung.org>, American Lung Association)를 참고로 인용한다[7].

Spirometry is the most common pulmonary function test and should be conducted in a safe manner with general infection prevention. The following guidance can assist primary care clinics in restarting spirometry testing during or after COVID19. These considerations should enhance your existing policies to ensure best practices to minimize the risks of healthcare infections: to prevent potential exposure to patients; and to prevent the spread through contaminated medical equipment, surfaces, and/or air.

Precautions during spirometry testing are recommended by the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and the American Thoracic Society (ATS). ATS recommends that “pulmonary function testing be limited to tests that are only essential for immediate [diagnosis] and treatment decisions, that the type of pulmonary function testing be limited to the most essential tests when possible, and that measures to protect both the staff and individuals being tested should be put in place.”

Consideration #1: Understand the prevalence of COVID19 in your community. In high prevalence communities,

spirometry testing must be restricted, and spirometry testing should only be done if absolutely necessary. In low prevalence communities, a negative COVID19 test done 48 hours before the procedure is more reliable because there are fewer false negative individuals in the community. In these low prevalence communities, spirometry may be less restrictive.

Consideration #2: Weight the risks and benefits of spirometry. Only perform spirometry tests that are essential.

Examples of essential spirometry tests may include preoperative risk stratification, diagnosis of dyspnea, monitoring patients at risk for drug-related pulmonary toxicity, monitoring lung transplant patients, and accurate diagnosis of asthma or COPD.

Consideration #3: Screen the patient before the spirometry test.

1. Screen patients and caregivers telephonically or through the EMR for COVID19 symptoms, previous exposure, and prior COVID19 testing before arriving at the clinic.
2. Pre-screen patients as they arrive at the clinic, including taking their temperature and screening for potential COVID19 symptoms such as chills, cough, sore throat, shortness of breath/chest tightness, loss of taste or smell, runny nose, nasal congestion, headache, severe fatigue/exhaustion, and/or muscle pain.

Consideration #4: Follow appropriate precautions for both the patient and healthcare professional.

1. If a patient is showing flu-like symptoms or symptoms of COVID19 or is at high-risk for COVID19, postpone the spirometry test. COVID19 patients must not be tested for a minimum of 30 days post infection.
2. While in the clinic, all patients should wear a face mask.
3. Maintain a minimum of six feet between patients.

4. Family members and friends should not accompany the patient inside the clinic, except for one caregiver of minors or disabled individuals.
5. Patients and staff should wash hands with sanitizing gel (minimum of 70% alcohol) prior to and at the end of testing.
6. Maximize the use of single use consumables and dispose of the items with care (e.g. nose clips, mouthpieces, etc.).
7. Do not conduct exercise testing, nebulization, bronchial challenge tests, and other aerosol generating procedures if your community currently has a high prevalence of COVID19. If your community is in the post-peak pandemic phase, use filters to minimize the escape of aerosol from the exhalation ports when using nebulizers.
8. Staff should wear personal protective equipment during the spirometry test including: N95 mask, face shield, gown, and gloves.
9. Maximize distance between the patient and staff when possible.
10. Remove all unnecessary equipment, computers, supplies, and furniture from the room.
11. Instruct the patient to wear a mask between breathing maneuvers.
12. Use cough etiquette/cover your cough. Have fresh tissues available for each patient.
13. Keep procedure room doors closed except when entering or leaving the room.

Consideration #5: Follow disinfection procedures before and after every patient conducting spirometry testing.

1. Use a separate room, like a negative pressure room or procedure room, designated only for spirometry testing.
2. Wipe down the spirometer, all cables, and all high touch surfaces with sanitizing wipes. Please consider that patients with lung disease can be sensitive to strong odors in cleaning products.
3. Recalibrate equipment after decontamination, if appropriate.

4. Use filter with the spirometer, if possible.
5. Air from the spirometry room should be exhausted directly to the outside. High-efficiency particulate accumulator (HEPA) filters are NOT recommended by ERS.
6. Close door and let room air be exhausted. You will need to know your room's air exchange rate to determine the amount of time to wait between patients. In a negative flow room, there are 12 or greater air exchanges per hour. Many clinic rooms are 6 air exchanges per hour, meaning the waiting between patients would be a minimum of 70 minutes.

결 과

1. 대상 기관의 일반적 특성

조사 대상 의료기관은 2차 의료기관 25기관, 3차 의료기관 26기관으로 총 51개 의료기관이다. 이 가운데 민간종합병원 11기관, 국공립종합병원 14기관, 사립대학병원 25기관, 중소병원 1기관으로 조사되었다. 시도별로는 서울특별시 16기관, 경기도 13기관, 강원도 2기관, 충청도 9기관, 전라도 2기관, 경상도 8기관, 제주도 1기관이었다. 각 기관의 입원 병상 수는 192병상부터 2,715병상까지 다양하게 분포하였으며, 평균 907병상이었다. 폐기능검사 장비 수는 19기관(37.25%)에서 3대, 14기관(27.45%)에서 2대를 사용하고, 그 외 1대, 4대, 5대를 사용하는 기관이 각각 4기관이며, 7대 사용은 3기관이었다. 폐기능검사실의 면적은 각 기관에 따라 9.91~148.76 m²로 조사되었으며, 평균 42.97 m²이다. 49.58 m² (7기관), 33.05 m² (7기관), 66.11 m² (5기관), 52.89 m² (4기관) 순으로 조사되었다. 폐기능검사 전담 인력은 2021년 기준, 1~8명이며, 평균 3명이다. 2명이 13기관으로 가장 많았고, 3명이 10기관, 4명이 7기관, 1명이 6기관으로 조사되었다. 의료기관평가인증제에 참여한 기관은 50기관, 참여하지 않은 기관은 1기관으로 대부분 본 인증제의 규정을 준수하고 있었다. 'COVID-19 팬데믹 동안 검사실을 폐쇄한 이력이 있는가'의 조사에서 37기관은 없다고 응답하였고, 11기관은 1개월 이하, 1기관은 6개월 이하로 응답하여 12기관이 폐쇄 이력이 있는 것으로 조사되었다(무응답 2기관). 검사실 폐쇄 사유의 조사에서 8기관은 COVID-19 확진자가 검사실을 다녀가서 폐쇄하였다고 응답하였고, 이 외 건강검진 기관의 업무 중단 권고, 지역 감염의 심각한 확산, 배기 시설 및 공간 분리 등의 시설 미비를 이유로 폐쇄하였다고 1기관씩 응답하였다.

Table 1. Compliance with basic infection control regulations (%)

Variable	Regulation item	Always	Often	Usually	Sometimes	Never
Hand hygiene	Are items properly stored?	96.08	1.96	-	1.96	-
	Is the post appropriately attached?	90.20	3.92	5.88	-	-
	Is there a faucet dedicated to hand hygiene?	96.08	1.96	-	1.96	-
	Are soap and hand towels provided?	96.08	1.96	1.96	-	-
Wear protective equipment	Is there an infection control alert?	84.31	13.73	1.96	-	-
	Are you aware of and wear appropriate protective equipment when being careful of air and droplets?	80.39	13.73	5.88	-	-
	Are you aware of and wear appropriate protective gear when contact precautions are taken?	80.39	15.69	3.92	-	-
	Are protective equipment provided in laboratory?	86.28	9.80	3.92	-	-
	Wearing a mask of KF94 (N95) or equivalent	94.12	3.92	1.96	-	-
Environment disinfection	Wearing a face shield or goggles during examination	50.98	7.84	19.61	7.84	13.73
	Do you wear a gown during the examination?	60.79	3.92	15.69	9.8	9.8
	Air and droplet caution Is disinfection carried out after pulmonary function test?	90.20	5.88	1.96	1.96	-
	Is the environment disinfected for each patient	39.22	19.61	23.53	11.76	5.88

Table 2. Use of disposable items in pulmonary function tests (%)

Item	Yes	No
Filter	98.04	1.96
Nose plug	64.71	35.29
Gloves	80.39	19.61

2. 폐기능검사실의 감염관리 기본규정 준수 이행도 조사

폐기능검사실의 감염관리 기본규정 준수 이행도(2021년 기준)에 대한 결과를 분석하면(Table 1), 손 위생 부분에서 '항상 그렇다'로 응답한 분포는 '손 위생을 위한 물품은 적절히 비치되었는가' 96.08%, '손 위생 관련 게시물이 부착되었는가' 90.20%, '접근이 용이한 손 위생 전용 수전이 구비되었는가' 96.08%, '손 씻는 수전에 물비누와 핸드타올이 구비되었는가' 96.08%로 나타났다.

보호구 착용 부분에서 '항상 그렇다'로 응답한 분포는 '검사 전 환자의 감염주의를 미리 알 수 있는가' 84.31%이며, '공기주의 및 비말주의 환자 검사를 위한 적절한 보호용구를 알고 있으며 착용하는가' 80.39%이다. '접촉주의 환자 검사를 위한 적절한 보호용구를 알고 있으며 착용하는가' 80.39%이며, '검사실 내 보호용구(마스크, 장갑, 가운 등)의 구비에 대한 조사' 86.28%로 나타났다. '검사 시 KF94 또는 동급 이상의 마스크를 착용하는가' 94.12%, '검사 시 안면보호구 착용' 50.98%이며, '검사 시 가운을 착용하는가' 60.79%로 조사되었다.

검사 후 환경 소독 부분에서 '항상 그렇다'로 응답한 분포는 '공기 및 비말 주의 환자 검사 후 소독을 실시하는가' 90.20%, '매 환자마다 환경 소독을 실시하는가' 39.22%로 조사되었다.

Table 3. Pulmonary function test laboratory facilities (%)

Facility	Yes	No	Non-response
Ventilation			
Negative pressure	45.10	52.94	1.96
Ventilation outside air type	62.75	33.33	3.92
Private	29.41	66.67	3.92
Separation			
Private	80.39	19.61	-
Office	15.69	84.31	-
Between equipment	49.02	51.98	-
Door type			
Automatic	19.61	-	-
Manual	80.39	-	-

3. 폐기능검사의 일회용품 사용에 대한 조사

폐기능검사의 일회용품 사용에 대한 조사 결과를 보면(Table 2), 일회용 필터 사용에서는 '그렇다'가 98.04%로 1기관을 제외하고 50기관에서 사용하고 있었다. 일회용 코마개 사용은 '그렇다'가 64.71%이고, '환자마다 일회용 장갑을 교체하는가'는 '그렇다'가 80.39%로 나타났다.

4. 폐기능검사실의 시설(환기, 공간 분리, 출입문 형태)에 대한 조사(2021년 기준)

폐기능검사실의 시설에 대한 조사 결과를 분석한 결과(Table 3), 환기 시설 부분에서 음압시설을 갖춘 의료기관은 23기관(45.10%)이며, 환기 전외기 방식의 공조 시설이 설치된 기관은 32기관(62.75%), 단독배기 시설을 갖춘 기관은 15기관(29.41%)으로 나타났다. 단독배기를 갖춘 기관 중 매립형 단독배기는 11기관, 이동형 단독배기는 3기관이며 매립형과 이동형을 모두 사

Table 4. Reasons for difficulty in not improving spatial separation

Item	No. of institution
The laboratory is narrow because the relevant departments underestimated the importance of spatial separation in the pulmonary function laboratory	15
It is difficult to request expensive facility improvement	15
There is a lack of information and guidance for laboratory improvement requests	9
There is a lack of awareness of the risk of airborne and droplet infection	1

Excluding 2 other institutions and 9 institutions that did not respond.

용하는 기관은 1기관이다.

공간 분리에서는 폐기능검사실이 알레르기 검사 외 타 검사와 분리되어 전용 공간을 갖춘 기관은 41기관(80.39%)이며, 폐기능검사 공간과 사무 공간이 분리된 기관은 8기관(15.69%)이며, 장비와 장비 사이가 분리된 기관은 25기관(49.02%)으로 조사되었다.

출입문 형태에서는 자동문 설치가 되어 있는 곳이 10기관(19.61%), 수동문은 41기관(80.39%)으로 조사되었다.

5. 공간 분리 개선이 어려운 원인에 대한 조사

공간 분리 개선이 어려운 문제의 원인을 조사한 결과(Table 4), 관련 부서에서 폐기능검사실의 공간 분리 중요성을 낮게 평가하여 검사실이 협소하거나 고가의 시설 개선 요청이 어렵다고 30기관이 응답하였다.

고찰

공기 중 감염전파가 가능한 중증급성호흡기증후군(severe acute respiratory syndrome, SARS), 신종플루의 대유행 이후 접촉감염이 주였던 병원의 감염관리가 공기전염에 대한 관심으로 확대되고, 더불어 세계에서도 공기감염을 유발하는 토출비말의 거동 특성 및 전파경로 파악 등에 대한 본격적 연구가 진행되고 있다[11]. 본 연구는 호흡기 전염병에 취약한 폐기능검사실의 감염관리 실태조사를 수행하였다.

손 위생 부분에서 손 위생을 위한 시설 및 구비 물품은 매우 높은 수준으로 잘 관리되고 있는 것으로 판단된다. 손 위생은 병원체의 전파 위험을 감소시킴으로써 감염을 차단하기 위한 가장 중요한 방법이며, 의료기관은 적합한 시설을 갖추고 근무자들의 손 위생을 증진하고 안전한 의료서비스를 제공하여야 한다[12]. 보호구 착용 부분의 응답 결과를 보면 토출 비말 노출 시 검사자의 체내 침입을 차단하기 위해 안면보호구 또는 고글, 가운 착용의 개선이 필요할 것으로 판단된다. 보호구 착용과 환경 소독에서 감염관리 대상의 환자인 경우 관련 보호구 착용과 환

경 소독이 높은 수준으로 이행되고 있으나 그 외 감염관리 미대상자 검사에서는 이행도가 낮은 것으로 조사되었다. 조사 당시 COVID-19 대유행 시기임에도 불구하고 잠재적 감염 환자군의 전파 위험성을 인지하지 못하고 감염 주의로 알고 있는 환자에 대해서만 감염관리의 중요성을 인지하는 것으로 유추해 볼 수 있다. COVID-19 팬데믹 이후 새롭게 발표된 국외 표준 지침을 참고하여 호흡기 및 접촉감염병의 대유행 시 모든 환자를 잠재적 감염 환자군으로 규정하는 감염관리 위기 대응 매뉴얼의 필요성을 확인할 수 있었다[17].

감염관리를 위한 일회용품 사용 여부에서는 대부분의 기관에서 일회용 필터는 매우 잘 사용하고 있으며, 장갑 교체도 대체로 잘 이루어지고 있는 것으로 나타났지만, 일회용 코마개는 64.71%의 기관이 사용하고 있다고 조사되었다. 이것은 COVID-19 이후 강화된 지침을 인지하지 못하고 감염관리 일회용품을 재활용하는 것으로 유추해 볼 수 있다. 필터와 함께 일회용 사용을 권고하는 개선 활동이 필요하다고 생각된다.

환기 시설 부분과 관련하여 2017년 일부 개정된 의료법 시행규칙에서는 국내 의료기관 관련 기준으로 신·증축 의료시설의 환기 시설 설치를 규정하고 있다. 또한, 2018년 보건복지부와 한국의료복지건축학회는 인공신장실의 시설에 관하여 음압을 형성하여 호흡기 전파 감염병 또는 면역저하자의 투석을 실시하거나 음압격리실 설치 시 외기도입량, 필터의 설치, 지정 환기 횟수 등 음압병실의 설비 기준을 준수하도록 제안하고 있다. 폐기능검사실도 국내외 자료들을 참고하여 음압 유지, 환기 전외기식 공조 시설, 단독배기 등 환기 시설 가이드라인의 정책적 연구와 법률 개정이 필요하다고 판단된다[3, 13].

폐기능검사실이 알레르기검사(간편폐활량검사, 기관지유발검사, 유도 객담 등) 외 타 검사와 분리되어 전용 공간을 갖춘 곳은 41기관(80.39%), 사무 공간 분리는 8기관(15.69%), 장비 사이의 공간 분리는 25기관(49.02%)으로 낮게 조사되었다. 이것은 의료기관평가인증제 규정과 국외 폐기능검사 감염관리 지침에서 권고하는 사항으로 필요성은 인지되고 있으나 각 의료기관의 여건 때문에 많은 검사실의 공간 분리가 부족한 것으로 나타

났다. 폐기능검사실의 출입문은 자동문을 설치하여 접촉 전염원의 교차 전파를 차단하고 검사실의 음압 환경의 효율적 관리를 위해 필수적이다[13, 18, 19]. 조사 대상 중 10기관(19.61%)만이 자동문을 설치하였고, 41기관(80.39%)은 수동문을 설치하였다고 응답하였다.

본 연구의 결과를 통해 폐기능검사실의 감염관리의 일반적 사항과 시설의 현황을 확인할 수 있었으며, 폐기능검사실의 적절한 감염관리 및 시설 개선을 위해 표준화된 지침서 마련의 필요성이 있음을 알 수 있었다. 연구의 제한점으로 첫 번째는 2차 이상의 중대형 의료기관을 대상으로 조사하여 1차 의료기관 폐기능검사실의 현황은 알 수 없다는 것이다. 두 번째는 시설 조사에서 의료기관의 현장 조사가 아닌 검사실 담당자에게 설문 형식으로 조사하여 사실과 일부 다를 수 있다는 것이다. 그래서 설문 조사 시 응답자에게 이 연구의 목적과 중요성을 자세히 설명하고 정확하게 응답하도록 당부하여 설문 조사의 한계점을 극복하고자 노력하였다. 세 번째는 연구의 계획 시점과 조사 시점, 결과 도출 시점 동안 COVID-19 유행은 바이러스 변이와 확산 추이의 변화가 계속되었고 이와 관련된 권고사항과 지침 또한 변경되어 발표되었으나 이런 점이 연구에 모두 반영되지는 못했다. 가능하면 연구 결과 도출 시 모든 자료를 반영하고자 하였으나 아직 국제적으로 연구가 부족한 상황이고, 관련 내용에서 전문가들의 의견이 합의되지 않은 부분이 있어 한계점이 있다[7, 20]. 이런 점은 후속 연구로 보완이 필요하며, 본 연구가 감염관리 및 시설 개선을 위한 기초 자료로 활용될 것을 기대한다.

결론적으로 폐기능검사실의 감염관리에 대한 중요성을 재고하여 앞으로도 계속 일어날 수밖에 없는 감염병 유행의 위기 대응과 보건의료서비스 향상을 위해 폐기능검사실의 감염관리 및 시설의 표준 지침서 마련이 절실히 필요하다. 이에 따라 가이드 라인을 위한 정책적 연구와 관련 법률 개정이 필요하며, 특히, 음압(차압) 유지, 단독 배기, 지속 배기 또는 공기청정 장치 설치 기준 마련, 폐기능검사실 전용 공간과 사무 공간 분리, 검사 장비 1대의 독립된 공간 분리를 위한 지침 및 자동문 설치에 대한 기준 마련이 요구된다.

요약

2019년 12월에 발생한 COVID-19는 세계적으로 대유행하였고, 이로 인해 폐기능검사실의 안전한 감염관리가 절실히 요구되었다. 그러나 국내 유관 기관에서 제공하는 지침과 규제는 이 심각한 공중보건 위기에 대응하기에는 부족한 실정이었다. 이에 본 연구에서는 2021년 10월 1일부터 2021년 11월 2일까지 국

내 2차 이상 의료기관 51개를 대상으로 감염관리 기본규정, 일회용품 사용, 환기 시설, 공간 분리, 출입문의 형태 등에 대해 조사하였다. 그 결과, 공기 주의, 비말 주의, 접촉 주의를 위한 인식과 보호용구 착용은 상당 부분 적절히 이루어지고 있었으나, 1인 검사 후 환경소독을 항상 시행하는 기관이 39.22%로 낮은 수준으로 조사되었다. 또한, 일회용품 사용(81.05%), 환기 시설(45.75%), 검사 전용 공간(80.39%), 사무 공간 분리(15.69%), 자동문 설치(19.61%)의 경우 조사 항목에 따라 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 연구는 국내 폐기능검사실의 감염관리의 일반적 사항과 시설의 실태 조사를 통해 폐기능검사실의 감염관리의 중요성을 재고하고, 국내 의료기관의 감염병 위기 대응을 위한 후속 연구에 기초 정보를 제공함으로써, 폐기능검사실의 감염관리 표준 지침서 개발 및 개선에 기여할 것으로 판단된다.

Funding: None

Acknowledgements: This article is a condensed form of the first author's master's (doctoral) thesis. We thank Kim SH, Yoo MJ, and Son JH for their research assistance. And we thank Kim JH, Shinhan Medical, Kim JH for helping with the survey. This paper was supported by the Korean Association of Medical Technologists in 2023 and Proceeded by support project for thesis submission by member practitioners. Proofreading performed by Park CE.

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Lee NH¹, M.T.; Kim SW², Professor.

Author Contributions

- Conceptualization: Lee NH.
- Data curation: Lee NH.
- Formal analysis: Lee NH.
- Methodology: Lee NH.
- Software: Lee NH.
- Validation: Lee NH.
- Investigation: Kim SW.
- Writing - original draft: Lee NH.
- Writing - review & editing: Lee NH, Kim SW.

Ethics approval

This article does not require IRB approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Nan-Hee LEE <https://orcid.org/0009-0002-7109-9573>Suhng Wook KIM <https://orcid.org/0000-0001-5522-0447>

REFERENCES

1. Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases. Pulmonary function test guidelines 2016 [Internet]. Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases [cited 2023 July 16]. Available from: <https://www.lungkorea.org/bbs/index.html?code=guide&cahttps://www.lungkorea.org/bbs/index.html?code=guide&category=&gubun=&page=3&number=3487&mode=view&keyfield=&key=tegrory=&gubun=&page=3&number=3487&mode=view&keyfield=&key=%20OR%20file:///C:/Users/NSU/Downloads/1515067332.pdf>
2. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019; 200:e70-e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590st>
3. Rasam SA, Apte KK, Salvi SS. Infection control in the pulmonary function test laboratory. *Lung India*. 2015;32:359-366. <https://doi.org/10.4103/0970-2113.159571>
4. Abulebda K, Ahmed RA, Auerbach MA, Bona AM, Falvo LE, Hughes PG, et al. National preparedness survey of pediatric intensive care units with simulation centers during the coronavirus pandemic. *World J Crit Care Med*. 2020;9:74-87. <https://doi.org/10.5492/wjccm.v9.i5.74>
5. Crimi C, Impellizzeri P, Campisi R, Nolasco S, Spanevello A, Crimi N. Practical considerations for spirometry during the COVID-19 outbreak: literature review and insights. *Pulmonology*. 2021;27:438-447. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.07.011>
6. McCormack MC, Kaminsky DA; 2020 members of the ATS Proficiency Standards for Pulmonary Function Testing Committee. Pulmonary function laboratories: advice regarding COVID-19 [Internet]. American Thoracic Society [cited 2023 July 16]. Available from: <https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/disease-related-resources/pulmonary-function-laboratories.php>
7. American Lung Association. Considerations for conducting spirometry during and after COVID19 [Internet]. American Lung Association [cited 2023 July 16]. Available from: [https://www.lung.org/getmedia/db83d857-3642-4ec0-a120-405d44f98711/considerations-for-conducting-spirometry-during-and-after-covid19-07062020-\(002\).pdf](https://www.lung.org/getmedia/db83d857-3642-4ec0-a120-405d44f98711/considerations-for-conducting-spirometry-during-and-after-covid19-07062020-(002).pdf)
8. Rodríguez Moncalvo JJ, Brea Folco JC, Arce SC, Baldasaria RA, López Jove O, Marcos MG, et al. Recommendations for pulmonary function laboratories in the COVID-19 era. *Medicina (B Aires)*. 2021;81:229-240.
9. Franczuk M, Przybyłowski T, Czajkowska-Malinowska M, Radliński J, Bochenek G, Wesolowski S, et al. Spirometry during the SARS-CoV-2 pandemic. Guidelines and practical advice from the expert panel of Respiratory Physiopathology Assembly of Polish Respiratory Society. *Adv Respir Med*. 2020;88:640-650. <https://doi.org/10.5603/arm.a2020.0186>
10. Sehulster L, Chinn RY; CDC; HICPAC. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *MMWR Recomm Rep*. 2003;52:1-42.
11. Gupta JK, Lin CH, Chen Q. Transport of expiratory droplets in an aircraft cabin. *Indoor Air*. 2011;21:3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2010.00676.x>
12. Allegranzi B, Conway L, Larson E, Pittet D. Status of the implementation of the World Health Organization multimodal hand hygiene strategy in United States of America health care facilities. *Am J Infect Control*. 2014;42:224-230. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.11.015>
13. Korea Centers for Disease Control & Prevention. Infectious disease control facility assessment guidelines [Internet]. Korea Centers for Disease Control & Prevention [cited 2023 July 16]. Available from: [https://www.medic.or.kr/Uploads/Notice/%EA%B0%90%EC%97%B3%EB%B3%91_%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%8B%9C%EC%84%A4_%ED%8F%89%EA%B0%80%EC%A7%80%EC%B9%A8%EC%A7%88%EB%B3%91%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%B3%B8%EB%B6%80\).pdf](https://www.medic.or.kr/Uploads/Notice/%EA%B0%90%EC%97%B3%EB%B3%91_%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%8B%9C%EC%84%A4_%ED%8F%89%EA%B0%80%EC%A7%80%EC%B9%A8%EC%A7%88%EB%B3%91%EA%B4%80%EB%A6%AC%EB%B3%B8%EB%B6%80).pdf)
14. Mrigpuri P, Spalgais S, Goel N, Mehta RK, Sonal S, Kumar R. A low-cost pulmonary function test laboratory setup for infection control during COVID-19. *Lung India*. 2022;39:93-94. https://doi.org/10.4103/lungindia.lungindia_578_21
15. Central Disease Control Headquarters, Central Disaster Management Headquarters. COVID-19 Response Guidelines. 10-2th ed. Central Disease Control Headquarters, Central Disaster Management Headquarters: 2021.
16. Kim SH. Covid newsletter issue 14 [Internet]. Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases [cited 2023 May 6]. Available from: <https://www.lungkorea.org/bbs/?number=10307&mode=view&code=corona&keyfield=&keyword=&category=&gubun=&orderfield=>
17. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Hierarchy of controls [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [cited 2023 May 6]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>
18. Korea Institute of Healthcare Architecture. Research on Healthcare Facility Architecture Design Guidelines by the Korea Institute of Healthcare Architecture: Focusing on General Wards, Isolation Rooms, Intensive Care Units, Neonatal Units, Neonatal Intensive Care Units, Radiology Rooms, Operating Rooms, and Hospital Ventilation. Report. Ministry of Health and Welfare: 2018 November. p1-181.
19. American Academy of Allergy Asthma & Immunology (AAAAI). An update on COVID-19 for the practicing allergist/immunologist [Internet]. AAAAI [cited 2023 August 12]. Available from: https://education.aaaai.org/resources-for-a-i-clinicians/Update-for-AI_COVID-19
20. McGowan A, Laveneziana P, Bayat S, Beydon N, Boros PW, Burgos F, et al. International consensus on lung function testing during the COVID-19 pandemic and beyond. *ERJ Open Res*. 2022;8:00602-02021. <https://doi.org/10.1183/23120541.00602-2021>