

# 국가지정 입원치료 격리병상 시설적격성 평가분석에 관한 연구

## A Study on the Facility Eligibility Inspection of National Inpatient Isolation Units

홍진관(Jin Kwan Hong)<sup>†</sup>

가천대학교 설비소방공학과

Department of HVAC and Firefighting Eng, Gachon University, Sungnam, 13120, Korea

(Received July 7, 2015; revision received August 8, 2015; Accepted: August 13, 2015)

**Abstract** During the progression of this study, we visited 17 medical institutions. These medical institutions underwent inspection for facility eligibility of national inpatient isolation units to care for patients. Seventeen consultation meetings were held to gather expert opinions, and conferences were held with the medical institutions and local levels of government. Based on these facts, we established a field application model of the criteria of safety-management and conducted a study on this method in order to create more scientific and systematic safety-management criteria including criteria regarding facilities maintenance and methods of equipment inspection. According to an analysis on the 17 medical institutions examined, facility eligibility of 17 national inpatient isolation units was found to be 78.3% on average. Through analysis of the present domestic and foreign conditions of medical institutions, we proposed improvements for when remodeling becomes necessary and established criteria for safety-management in national inpatient isolation units for the care of patients in accordance with the domestic healthcare system.

**Key words** Inspection(평가), Facility eligibility(시설적격성), National inpatient isolation units(국가지정 입원치료 격리 병상), Criteria of safety-management(안전관리기준)

<sup>†</sup> Corresponding author, E-mail: jkhong@gachon.ac.kr

## 1. 서 론

### 1.1 연구목적 및 배경

SARS, AI 인체감염증, PI는 물론이고 최근 국내에서 발생하고 있는 MERS(중동호흡기 증후군)는 고위험 호흡기 전염병 등의 국가 감염병 위기 발생 상황 시 즉각적인 공중보건위기대응 조치와 운영의 필요성이 얼마나 절실한지를 잘 보여주고 있다. 예고없이 발생하는 신종감염병에 효율적으로 대처하기 위해서 국가지정 입원치료 음압병상과 거점병원의 시설에서 비상시를 대비한 정상운전 기능의 확보와 시설의 평가지표 개발이 더 중요해지고 있다. 또한, 평가지표에 따른 현장평가를 통한 시설의 적격성을 평가하고 이를 토대로 시설 개선 및 효율적인 시설운영 방안 제공과 비상시 관리 및 공중보건 위기대응체제를 강화하고 확립해야 하는 중요한 시점에 와 있다.

현재 국내에서는 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법

률」 제36조(감염병관리시설 등의 설치 및 관리방법) 및 동법 시행규칙 제31조(감염병관리시설 등의 설치 기준 등)와 국가지정입원치료병상운영규정(질병관리본부 예규 제216호, 2013. 3. 19) 제9조(시설 및 장비유지관리), 제12조(자료제출 및 보고)에 의하여 국가지정 음압병동 기능 및 시설기준을 마련하여 실제 적용하고 있다.

본 연구에서는 신종 감염병으로 인한 국가 생물재난에 따른 공중보건위기시 즉각적인 대응을 가능하게 하기 위해서 국가지정 입원치료 음압병상 시설의 적격성을 평가하기 위한 체크리스트를 작성한 후 17개소의 의료기관을 방문하여 시설의 현장점검을 수행하고 이를 분석하였다. 이를 통해서 호흡성 신종감염병으로 국가지정 입원치료 음압병상에 입원치료 받는 신종감염병 환자의 격리치료에 필요한 시설의 안전성을 높이기 위한 개선방안을 도출하고, 평상시와 비상시의 시설유지관리기준과 안전관리기준의 도출에 활용하고자 하였다.

## 1.2 연구방법

적격성평가를 위한 현장점검은 2014년 7월~9월에 걸쳐 17개소의 국가지정 입원치료 음압병상 시설을 갖춘 의료기관을 방문하여 수행하였고, 현장에서 쉽게 확인할 수 있도록 67개 세부항목의 현장점검 체크리스트를 구성하였다. 현장점검 체크리스트는 1) 레이아웃 및 시설운영 동선계획 2) 시설의 물리적 요구사항(음압구역 완전성 시험, 인터락시험, 온습도, 소음, 조도등 실내환경조절) 3) 공조 급배기시스템(환기횟수 및 기류분포, 공조시스템의 적정화, 실간 설정 음압, 자동제어 및 운용 SOP와 연계성 강화) 4) 폐수처리 시스템의 신뢰성 확보 여부를 확인할 수 있도록 구성하였다. 실측이 필요한 환기횟수(Air change rate)의 경우 모델명 Accubalance 8372-M-GB인 TSI사의 Air Flow Meter를 사용하여 급기구 풍량을 실측하여 산정하였다.

## 2. 국가지정 입원치료병상 개요

2011년 11월 질병관리본부에서 발간된 입원치료(격리)병상운영과 관리(안)<sup>1)</sup>에서는 격리병상의 기능 및 시설 및 운영기준을 제시하고 있다.

### 2.1 국가지정 입원치료병동의 기능

국가지정 입원치료병동은 진료 및 감염확산의 방지가 주된 기능을 수행하여야 하며, 접촉, 비말, 공기감염의 차단을 위한 전외기방식의 급기와 대기중 병원체 확산을 방지하기 위한 살균, 여과, 배기시스템 및 이를 위한 제어장치로 기본적으로 구성되어 있다. 입원치료병동으로서의 기능을 수행하기 위해서 진료시 필요한 공간과 설비, 감염확산 방지를 위한 시설과 절차 및 병동내에 환자가 입원시 요양을 위한 생활공간으로서의 질을 유지하는 것이 중요하다. 진료를 위해서는 기본적으로 일반병실과 동일한 진료시설을 유지하나, 검사와 치료가 병실내에서 시행되므로 필요시 이를 위한 공간과 설비의 확보가 필요하다. 또한 진료를 위한 조명과 의료용 가스 및 수액병 거치장치 등의 설치도 필요하다. 감염확산의 방지를 위해서 화장실 및 샤워시설은 환자가 복도로 나가지 않도록 병실내에 설치하고, 사용을 마친 의료재료는 병실에서 가지고 나오기 전에 2중포장 및 감염성물질 인식용 표지를 부착하여 병실 내에서 봉인하여야 한다. 또, 의료장비를 사용 후 병실 외부로 이동이 필요한 경우 소독액 세척 후 이동하여야 하며, 공기흐름에 의한 감염확산의 방지를 위해 해당 병실의 공기가 타 병실로 흘러가지 않도록 유의하여야 한다. 배기는 직접 외부로 배출하고, 바닥, 벽등은 청소나 소독이 쉬운 재질을 선택하여야 한다.

추가로 요양을 위한 생활공간의 질을 유지할 수 있도록 일상생활의 편리를 위한 독서, 컴퓨터등 시설과 외부의 정보제공을 위한 신문과 TV 등 편의시설의 구비도 필요하다.

### 2.2 국가지정 입원치료병동 시설 기준

앞서 언급한 입원치료(격리)병상운영과 관리(안)<sup>1)</sup>에서는 감염관리 시설로서 병실을 일반 격리병실과 음압 격리병실로 구분하고 있다. 일반 격리병실은 화장실, 샤워시설, 병실 내 손씻기 시설,수도 등 자동작동시설 및 병실음압유지가 가능하도록 규정하고 있다. 음압 격리병실은 일반 격리병실에 추가로 전실을 설치하여야 하며, 음압유지는 물론 병실 공기살균과 병실 공기를 배출할 경우 HEPA필터 통과 후 배출하는 것으로 규정되어 있다.

### 2.3 국가지정 입원치료병상 운영 현황

Table 1에 나타낸 바와 같이 2014년 10월 기준 17개의 국가지정 입원치료병상 시설이 구축되어 운영중에 있으며(579병상 : 음압 105, 일반 474병상), 2015년 말까지 2개소 추가 구축하여 총 19개소 640병상(음압 : 120, 일반 : 520) 확충 운영 예정으로 있다.

### 2.4 국가지정 입원치료병상 현장평가

SARS, 조류인플루엔자 인체 감염증, 신종 인플루엔자 대상 입원치료(격리)병상운영과 관리(안)<sup>1)</sup>과 실험실생물안전지침,<sup>2)</sup> 유전자재조합실험지침,<sup>3)</sup> 생물안전 3등급 연구시설의 기술검증서<sup>4)</sup>와 외국의 관련 Guideline<sup>5-9)</sup>을 검토하여 국가지정 입원치료병상에 대한 현장평가 점검을 위한 체크리스트를 아래와 같이 14개 항목(67개 항목)으로 작성하였다.

- 1) 음압구역 물리적 밀폐 확인(Verification of containment in negative pressure zones)
  - ① 외부에서 환자가 병원 내 다른 부서를 거치지 않고 직접 진입가능
  - ② 음압격리병동은 비음압구역 및 일반구역과 물리적으로 분리 설치
  - ③ 복도전실 설치(일반구역에서 음압구역으로 들어가기 위한 병동 출입구 전실)
  - ④ 일반구역과 격리구역 간 관찰창 설치
  - ⑤ 의료진 전용 착의 및 탈의실 설치
    - 입구와 출구의 분리
    - 착의실 전실 거울 설치(장비착용시 사용)
    - PPE 등 개인장비 보관 및 착의 및 탈의를 위한

Table 1 Current operation conditions of national inpatient isolation units

No	Hospital	Constructed	Opening	Total Sickbed (Negative/General)	Note
Grand total		19 Sites 640 Sickbeds(Negative 120, General 520)			
Subtotal(Constructed)		17Sites 579 Sickbeds(Negative 105, General 474)			
1	National Medical Center	○	2007. 9	70(18/52)	Operation
2	Korean Armed Forces Capital	○	2007. 12	28(4/24)	Operation
3	Mokpo National	○	2008. 9	50(10/40)	Operation
4	Chonbuk National University	○	2009. 1	26(5/21)	Operation
5	Incheon Medical Center	○	2009. 5	25(5/20)	Operation
6	Seoul National University	○	2009. 11	26(6/20)	Operation
7	Kyeongsang National University	○	2010. 1	35(7/28)	Operation
8	Chungnam National University	○	2010. 7	25(5/20)	Operation
9	Jeju National University	○	2011. 5	24(4/20)	Operation
10	Daegu Medical Center	○	2011. 5	43(5/38)	Operation
11	Chonnam National University	○	2011. 11	25(5/20)	Operation
12	Dongguk University Gyeongju	○	2011. 12	38(5/33)	Operation
13	Dankook University Chonan	○	2012. 2	35(5/30)	Operation
14	Gangneung Medical Center	○	2012. 12	25(5/20)	Operation
15	Seoul Medical Center	○	2012. 12	23(5/18)	Operation
16	Ulsan National University	○	2013. 4	55(5/50)	Operation
17	Myongii Hospital	○	2014. 10	26(6/20)	Operation
Constructing		2 Sites 61 Sickbeds(Negative 15, General 46)			
18	Chungbuk National University	×	-	35(10/25)	Target Year 2015
19	Busan National University	×	-	26(5/21)	Target Year 2015

시설 설치

- ⑥ 탈의실 출구측에 샤워실 확보
- ⑦ 천정고 및 반출입구 적정공간 확보
  - 복도 천장높이 2.4 m
  - 출입구 유효폭 1.2 m 이상 확보
  - 복도 전실의 깊이 2.4 m 이상 확보  
(침상 대기상태에서 인터락 가능 확인)

2) 음압병실 내 건축사항 확인(Verification of architecture items in negative pressure isolation room)

- ① 병실 전실의 설치(격리병동의 내부복도에서 음압 병실로 들어 가기 위한 병실 출입구 전실 설치)
- ② 병실전실 내에 독립적인 세면대 설치
- ③ 모든 문 유효 출입구 폭 1.2 m 이상 확보
- ④ 병실 유효면적
- ⑤ 병실천장 높이 2.4 m 이상 확보
- ⑥ 다인실 내 침대사이의 거리 1.5 m 이상
- ⑦ 병실 부속 화장실 설치

- ⑧ 병실 부속 화장실 음압제어 가능
- ⑨ 화장실 내 독립적인 세면대 설치
- ⑩ 세면대 설치시 벽부착 배관방식 적용
- ⑪ 화장실 내 샤워시설 설치
- ⑫ 병실 내 외부조망 창문 설치

3) 음압구역 기밀성 확인(Verification of airtightness in negative pressure zones)

- ① 천장, 바닥, 벽등 내구성이 강한 내부 마감재 사용(오염이 잘 안되며 청소도 용이한 화학적 살균 및 훈증소독이 가능한 재료)
- ② 기밀시공 및 기밀 마감재 사용(천장, 바닥, 벽체)
- ③ 내부 기밀시공 확인(스위치, 등기구, CCTV, 창문, 이음새 등 모든 접촉면)
- ④ 오염원 제공을 억제할 수 있는 가구 배치  
(걸레받이 연속성 유지, 요철면 최소화, 가구 상하부 밀폐, 이동식 가구 채택 등)
- ⑤ 벽체와 위층 바닥슬라브 밀착도

- 4) 통신설비 확인(Verification of communication facilities)
  - ① 병동 및 병실 관찰용 CCTV 설치
  - ② 의료진과 커뮤니케이션을 위한 인터폰, 호출기 등 병실 내 호출 장치
  - ③ 환자 면회용 화상전화 설치
  - ④ 환자 출입을 제한할 수 있는 잠금장치
- 5) 음압구역 내 모니터링 및 기타 인프라 확인(Verification of monitoring system and other infrastructure in negative pressure zones)
  - ① 음압구역 모니터링을 위한 간호스테이션 설치 (기존 시설과 혼합 가능)
  - ② 음압구역 내 별도 오물처리실과 오물 처리통 구비
  - ③ 멸균기(Autoclave) 설치
  - ④ 환자검치 이송장치 운용(검체를 담은 특수 Box 구비)
  - ⑤ 오염지역과 비 오염지역 사이 검체 이송을 위한 Passbox 구비(벽을 관통해서 설치된 검체 이송목적 통로)
  - ⑥ 음압구역 환경제어를 위한 자동제어실 설치(기존 시설과 혼합 가능)
  - ⑦ 각 실의 온습도, 공기압력, 문열림 상태 등을 디스플레이할 수 있는 모니터링 시스템
- 6) 음압밀폐구역 완전성 확인(Verification of containment integrity in negative pressure zones)
  - ① 음압구역 내 각 이음새 부분에 대한 연무(smoke) 확인 결과 누기 유무
  - ② 음압구역 내 실간 인터락 작동
  - ③ 비접촉 개폐장치 설치 여부
  - ④ 비상시 비상 개폐가능 장치 설치
- 7) 병실 환경 적격성 확인(Verification of hospital environment eligibility)
  - ① 소음 측정시 55 dB(A) 이하
  - ② 조명 점등시 측정 국부조도 500 Lux 이상
  - ③ 음압구역 내 온도 23±3℃(설계 당시 반영된 값 기준)
  - ④ 음압구역 내 습도 50±10% RH (설계 당시 반영된 값 기준)
- 8) 환기 및 기류흐름도 확인(Verification of ventilation and airflow)
  - ① 음압구역의 경우 최소 6회 이상 환기횟수 (권장 12회 이상, 정진동 비상 시 포함)
  - ② 공기흐름은 잠재적 오염도가 낮은 구역에서 높은 구역으로 기류 흐름
- 9) 차압 확인(Verification of differential pressure)
  - ① 밀폐구역 내 설정 음압유지 및 실간 차압과 공기 흐름 유지(각 실간 음압차 2.5 Pa 이상 유지)
  - ② 밀폐구역 내부 차압 모니터링을 위한 차압계 설치
- 10) 자동제어 시스템 확인(Verification of automatic control system)
  - ① 비상경보가 발생할 수 있는 설정조건에서 정상적으로 음압구역 내·외부에서 알람 발생 여부
  - ② 비상경보 알람 발생시 오작동 기록 유지
- 11) 공기조화 시스템 확인(Verification of HVAC system)
  - ① 전용 급, 배기시스템(배기는 건물 내부로 재순환이 안되어야 함)
  - ② 밀폐구역은 기계 고장시 공기흐름이 역류 하거나 시스템내에서 교차오염이 발생하지 않도록 설치
  - ③ 배기에 HEPA필터가 설치되어 있는지 여부
  - ④ 배기 HEPA필터가 있다면 기밀덤퍼 또는 동급 이상의 덤퍼 설치
  - ⑤ 필터 교체시 적절한 오염제거 가능 포트 설치
  - ⑥ 급기에는 HEPA필터 설치를 권장, HEPA필터를 설치하지 않을 경우에는 역류방지 기밀 덤퍼 설치
  - ⑦ HEPA필터 유닛은 PAO 테스트 등 확인을 위하여 스캔할 수 있는 구조로 구성
- 12) HEPA필터유닛 완전성 확인(Verification of HEPA filter unit integrity)
  - ① 정상운전 중 HEPA필터의 스캔이 가능하고 소독과 밀폐가 가능한 구조인지의 여부
  - ② 스캔시 입자투과율이 0.01% 미만  
- 튜브로 연결된 스캔(Probe 스캔)방식 수행 경우, 개스킷(filter mounting frame)이 포함되도록 스캐닝하며 누기율은 0.005% 미만
- 13) 공조설비 운영 적정성 확인(Verification of the appropriateness of management in HVAC system)
  - ① 배기시스템과 급기 시스템의 연동 여부
  - ② UPS 및 비상발전기 완비
  - ③ 예비 배기팬 구비
- 14) 폐수처리 시스템 확인(Verification of the waste water treatment system)
  - ① 밀폐구역 내 별도 폐수처리 시스템(폐수저장 탱크 및 약약탱크 포함) 설치
  - ② 음압구역내 멸균기 설치의 경우, 멸균기 챔버 내부 응축수 드레인도 별도 폐수처리 시스템에 연결
  - ③ 폐수처리 시스템 설비 재질은 화학적 또는 열적 처리에 적합

- ④ 폐수저장탱크의 통기관 설치 및 헤파필터 등 제균필터 설치
- ⑤ 미생물의 생물학적 불활성화를 위한 약액 탱크 설치
- ⑥ 검증포트 설치

2007년 이후 최근 국가지정입원 치료병상을 구축한 17개의 병원을 대상으로 음압구역 물리적 밀폐 확인(7항)부터 폐수처리 시스템 확인(6항)등에 이르기까지 총 67개항의 체크리스트를 설정하고 이에 따른 현장점검을 수행하였으며, 이를 통하여 국가지정입원치료 격리병상의 격리계통에 대하여 점검하고 확인하였다. Table 2는 음압구역 물리적 밀폐확인 7개항에 대한 적격성 평가 결과를 나타내고 있다.

Table 2에서는 총 17개 기관에서의 음압구역 물리적 밀폐확인 7개항에서 7항인 천정고 및 반출입구 적정 공간 확보는 모두 만족하고 있으며, 외부에서 환자가 병원 내 다른 부서를 거치지 않고 직접 진입 가능, 탈의실 출구측에 샤워실 확보, 복도전실 설치, 의료진 전용 착탈의실 설치등에 대해서는 각각 4~5개소가 적합하지 않는 것으로 나타나고 있다. 또한, 음압격리병동은 비음압구역 및 일반구역과 물리적으로 분리 설치, 일반구역과 격리구역 간 관찰창 설치등에서 2개 기관이 적합하지 않는 것으로 나타나고 있으며, 전체적으로 음압구역 물리적 밀폐에 대해서는 약 81.5%의 적격성을 보이고 있음을 알 수 있다. 부적합 부분은 실제 운용시 SOP의 강화가 필요하며, 년차적으로 계획을 세워 향후 개선이 필요한 것으로 판단된다.

Table 3은 음압병실 내 건축사항 확인(12항)에 대한 적격성 결과를 나타내고 있는데 점검 17개 기관이 대부분 적합한 것으로 나타나고 있어 전체적으로 96.6%의 적합성을 나타내고 있다. 병실전실의 설치, 다인실

Table 2 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No	
①	12	5	
②	15	2	
1. Verification of containment in negative pressure zones (7 items)	③	13	4
	④	15	2
	⑤	13	4
	⑥	12	5
	⑦	17	0
Sub. Total	97	22	
Average(%)	81.5	18.5	

Table 3 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No	
①	16	1	
②	17	0	
③	17	0	
④	17	0	
⑤	15	2	
2. Verification of architecture matters in negative pressure isolation room(12 Itemitems)	⑥	16	1
	⑦	17	0
	⑧	17	0
	⑨	17	0
	⑩	15	2
	⑪	17	0
	⑫	16	1
	Sub. Total	197	7
Average(%)	96.6	3.4	

내 침대사이의 거리 1.5 m 이상, 병실 내 외부조망 창문 설치와 병실천장 높이 2.4 m 이상 확보, 세면대 설치 시 벽부착 배관식등에서 각각 1~2개소가 적합하지 않는 것으로 나타나고 있어 리모델링이 가능한 부분은 향후 개선이 필요한 것으로 판단된다.

Table 4는 음압구역 기밀성 확인(5항)에 대한 적격성 평가결과를 나타내고 있다.

천장, 바닥, 벽등 내구성이 강한 내부 마감재 사용, 오염원 제공을 억제할 수 있는 가구 배치, 벽체와 위층 바닥슬라브 밀착도와 기밀 시공 및 기밀 마감재 사용등에 대해서 각각 1~2개소가 적합하지 않는 것으로 나타나고 있으며, 8개의 기관이 스위치, 등기구, CCTV, 창문, 이음새 등 모든 접촉면에서 약간의 누기가 발생하

Table 4 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No	
①	16	1	
②	15	2	
3. Verification of airtightness in negative pressure zones (5 items)	③	9	8
	④	16	1
	⑤	16	1
Sub. Total	72	13	
Average(%)	84.7	15.3	

고 있어 접합부등에 대한 기밀시공 보완이 필요함을 알 수 있다. 음압구역 기밀성 확인(5항)에 있어서는 전체적으로 84.7%의 적합성을 보이는 것으로 나타나고 있다.

Table 5는 통신설비 확인(4항)에 대한 적격성 평가 결과를 나타내고 있다. 통신설비 설치의 경우 의료진과 커뮤니케이션을 위한 인터폰, 호출기 등 병실 내 호출장치는 모두 설치되고 있으며, 병동 및 병실 관찰용 CCTV 설치는 1개 기관을 제외하고 거의 모두 설치된 것으로 나타나고 있으나, 환자면회용 화상전화 설치, 환자 출입을 제한할 수 있는 잠금장치는 상당수 미흡한 것으로 나타나고 있다. 여기서 환자 출입을 제한할 수 있는 잠금장치는 환자상태의 파악 및 환자관리의 관점에서 통신설비에 포함시켰다. 통신설비의 경우 약 75%의 적합도를 보이고 있음을 알 수 있다.

Table 6은 음압 구역 내 모니터링 및 기타 인프라 확인(7항)에 대한 적격성 평가결과를 나타내고 있다. 음압구역 환경제어를 위한 자동제어실은 모두 설치되고 있으며, 각 실의 온습도, 공기압력, 문열림 상태등을 디스플레이할 수 있는 모니터링 시스템, 음압구역 모니터링을 위한 간호스테이션 설치, 음압구역 내 별도 오물처리실, 오물처리통 구비, 환자검체 이송장치 운용 등

은 일부기관에서 적합하지 않는 상태로 나타나고 있다. 또한, 오염지역과 비오염지역 사이 검체이송을 위한 Passbox 구비나 멸균기 설치의 거의 대부분의 기관에서 만족하지 못하고 있는 것을 알 수 있다. 음압구역 내 모니터링 및 기타 인프라의 경우 65.5%의 적합도를 보이는 것을 알 수 있다.

Table 7은 음압밀폐구역 완전성 확인(4항)에 대한 적격성 평가 결과를 나타내고 있다. 음압구역 내 실간 인터락 작동의 경우 1개소를 제외한 거의 모든 기관에서 적합한 것으로 나타나고 있으나, 비상시 비상 개폐가능 장치의 설치, 음압구역 내 각 이음새 부분에 대한 연무(smoke) 확인 결과 누기 발생이 다수 확인되고 있음을 알 수 있다. 또한 비접촉 개폐장치 설치의 상당부분 이루어지지 않고 있음을 알 수 있고, 음압밀폐구역 완전성에 대해서는 72%의 적격성을 유지하고 있는 것으로 나타나고 있다.

Table 8은 병실 환경 적격성 확인(4항)에 대한 적격성 평가결과를 나타내고 있다. 소음, 국부조도, 음압구역내 온도와 습도등의 병실환경은 소수의 경우를 제외하고는 대부분 적절한 것으로 나타나고 있으며, 90%의 적격성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Table 9는 환기 및 기류 흐름도 확인(2항)과 차압 확인(2항) 및 자동제어시스템 확인(2항)에 대한 적격성 평가결과를 나타내고 있다. 환기 및 기류 흐름도 확인

Table 5 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No
	① 16	1
4. Verification of communication facilities(4 items)	② 17	0
	③ 8	9
	④ 10	7
Sub. Total	51	17
Average(%)	75	25

Table 6 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No
	① 15	2
	② 15	2
5. Verification of monitoring system and other infrastructure in negative pressure zones (7 items)	③ 1	16
	④ 13	4
	⑤ 1	16
	⑥ 17	0
	⑦ 16	1
Sub. Total	78	41
Average(%)	65.5	35.5

Table 7 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No
	① 11	6
6. Verification of containment integrity in negative pressure zones(4 items)	② 16	1
	③ 9	8
	④ 13	4
Sub. Total	49	19
Average(%)	72	28

Table 8 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No
	① 16	1
7. Verification of hospital environment eligibility (4 items)	② 14	3
	③ 15	2
	④ 16	1
Sub. Total	61	7
Average(%)	90	10

에서는 모든 경우에 공기흐름은 잠재적 오염도가 낮은 구역에서 높은 구역으로 기류 흐름이 유지되고 있는 것으로 나타나고 있으나 일부기관에서 음압구역의 경우 최소 6회 이상 환기횟수를 만족하지 못하고 있어 이에 대한 개선이 필요하다. 또한, 밀폐구역 내 각 실간 음압차 2.5 Pa 이상 유지하고 있으며, 이를 모니터링하는 차압계가 설치되어 있어 적합성은 높은 것으로 판단된다. 자동제어시스템의 경우 비상경보가 발생할 수 있는 설정조건에서 정상적으로 음압구역 내, 외부에서 알람 발생과 비상경보 알람 발생시 오작동 기록 유지는 5~6개 기관이 만족하지 못하는 것으로 나타나 개선이 필요하며, 전체적으로 85.3%의 적격성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Table 10은 공기조화 시스템 확인(7항)에 대한 적격성 평가결과를 나타내고 있다. 모든 경우에 배기에 HEPA 필터가 설치되어 있으며, 급기에는 HEPA 필터 설치를 권장하고 있으나 그렇지 못할 경우에는 역류방지 기밀 챔퍼가 설치되어 있는 것을 알 수 있다. 일부 2~3개 기관에서 전용 급·배기시스템이 구비되지 않거나 기

Table 9 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No	
8. Verification of ventilation and airflow(2 items)	①	13	4
	②	17	0
9. Verification of differential pressure(2 items)	①	17	0
	②	17	0
10. Verification of automatic control system(2 items)	①	11	6
	②	12	5
Sub. Total	87	15	
Average(%)	85.3	14.7	

Table 10 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No	
11. Verification of HVAC system(7 items)	①	15	2
	②	14	3
	③	17	0
	④	11	6
	⑤	9	8
	⑥	17	0
	⑦	12	5
Sub. Total	95	24	
Average(%)	79.8	20.2	

계 고장시 공기 흐름이 밀폐구역에서 역류하거나 시스템내에서 교차오염이 발생하지 않도록 개선할 필요가 있는 것으로 나타나고 있다.

6개 기관에서 배기 HEPA 필터가 설치될 경우 기밀챔퍼 또는 동급 이상의 챔퍼 설치가 필요하며, HEPA 필터의 완전성 시험을 위하여 5개 기관에서 HEPA 필터 유닛은 PAO 테스트 등 확인을 위하여 스캔할 수 있는 구조로 구성하도록 개선이 필요하다. 또한, 8개 기관이 필터 교체시 적절한 오염제거 가능 포트를 설치하여야 하는 것으로 나타나고 있다. 전체적으로 공기조화 시스템의 적정성은 79.8%로 향후 이부분에 대한 면밀한 개선이 필요한 것으로 나타나고 있다.

Table 11은 HEPA 필터유닛 완전성 확인(2항)과 공조설비 운영 적정성 확인(3항)에 대한 적격성 평가결과를 나타내고 있다.

HEPA 필터유닛 완전성 확인에 대해서는 5개 기관이 정상운전 중 HEPA 필터의 스캔이 가능하고 소독과 밀폐가 가능한 구조로 개선할 필요가 있으며, 10개 기관에서 스캔시 입자투과율이 0.01% 미만이 되도록 HEPA 필터유닛 완전성을 적절히 유지할 수 있도록 개선하여야 할 것으로 판단된다.

공조설비 운영 적정성에 대해서는 2개 기관에서 예비 배기팬 구비를 3개 기관에서 UPS 및 비상발전기 완비가 필요한 것으로 나타나고 있다.

비상시를 대비한 배기시스템과 급기시스템의 연동은 11개의 기관에서 이루어지지 않는 것으로 나타나고 있으며, 전체적으로 HEPA 필터유닛 완전성과 공조설비 운영에 대해서는 63.5%의 낮은 적격성을 나타내고 있어 이부분에 대한 보완이 빠른 시간내에 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 12는 폐수처리 시스템 확인(6항)에 대한 적격성 평가결과로 폐수저장탱크의 재질은 화학적 또는 열적 처리에 적합한 것으로 나타나고 있고, 대부분의 경우 약액탱크 포함하여 별도 폐수처리시스템이 설치되어 운영되고 있으며, 미생물의 생물학적 불활성화를 위한

Table 11 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No	
12. Verification of HEPA filter unit integrity(2 items)	①	12	5
	②	7	10
13. Verification of the appropriateness of management in HVAC system(3 items)	①	6	11
	②	14	3
	③	15	2
Sub. Total	54	31	
Average(%)	63.5	36.5	

Table 12 Assessment of national inpatient isolation units

Item	Yes	No
	① 16	1
	② 2	15
14. Verification of the wastewater treatment system(6 items)	③ 17	0
	④ 1	16
	⑤ 12	5
	⑥ 3	14
Sub. Total	51	51
Average(%)	50	50

약액 탱크를 설치하지 않는 경우도 일부 나타나고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 대부분의 경우 검증포트나 폐수저장탱크의 통기관 설치 및 해파필터 등 제균필터가 설치되어 있지 않으며, 음압구역 내 멸균기 설치의 경우, 멸균기챔버 내부 응축수 드레인은 별도의 폐수처리 시스템에 연결되고 있지 않는 등 전체적으로 50%의 낮은 적격성을 나타내고 있어 격리성 유지를 위해 향후 대폭적인 개선이 필요할 것으로 판단된다.

### 3. 결 론

2007년 이후 최근 국가지정 입원치료 격리병상을 구축한 17개의 병원을 대상으로 현장평가 점검을 수행하고 적격성 평가를 한 결과 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 총 17개 기관의 음압구역 물리적 밀폐확인 7개항에서 7항인 천정고 및 반출입구 적정 공간 확보는 모두 만족하고 있으며, 외부에서 환자가 병원 내 다른 부서를 거치지 않고 직접 진입 가능, 탈의실 출구 측에 샤워실 확보, 복도전실 설치, 의료진 전용 착, 탈의실 설치등에 대해서는 각각 4~5개소가 적합하지 않는 것으로 나타나고 있다. 또한, 음압격리병동은 비음압구역 및 일반구역과 물리적으로 분리 설치, 일반구역과 격리구역 간 관찰창 설치등에서 2개 기관이 적합하지 않는 것으로 나타나고 있으며, 전체적으로 음압구역 물리적 밀폐에 대해서는 약 81.5%의 적격성을 보이고 있음을 알 수 있다.
- (2) 음압병실 내 건축사항 확인(12항)에 대한 적격성 결과를 나타내고 있는데 점검 17개 기관이 대부분 적합한 것으로 나타나고 있어 전체적으로 96.6%의 적합성을 나타내고 있다.
- (3) 천장, 바닥, 벽등내구성이 강한 내부 마감재 사용, 오염원 제공을 억제할 수 있는 가구 배치, 벽체와

위층 바닥슬라브 밀착도와 기밀 시공 및 기밀 마감재 사용 등에 대해서 각각 1~2개소가 적합하지 않는 것으로 나타나고 있으며, 8개의 기관이 스위치, 등기구, CCTV, 창문, 이음새 등 모든 접촉면에서 약간의 누기가 발생하고 있어 접합부등에 대한 기밀시공 보완이 필요함을 알 수 있다. 음압구역 기밀성 확인(5항)에 있어서는 전체적으로 84.7%의 적합성을 보이는 것으로 나타나고 있다.

- (4) 통신설비(4항)의 경우 약 75%의 적합도를 보이고 있고, 음압 구역 내 모니터링 및 기타 인프라의 경우 65.5%의 적합도를 보이는 것을 알 수 있다.
- (5) 음압구역 내 실간 인터락 작동의 경우 1개소를 제외한 거의 모든 경우에 적합한 것으로 나타나고 있으나, 비상시 비상 개폐가능 장치의 설치, 음압구역 내 각 이음새 부분에 대한 연무(smoke) 확인 결과 누기 발생이 다수 확인되고 있음을 알 수 있다. 음압밀폐구역 완전성 확인(4항)에 대해서는 72%의 적격성을 유지하고 있으며, 병실 환경 적격성 확인(4항)에 대한 적격성 평가결과는 90%의 적격성을 나타내고 있음을 알 수 있다.
- (6) 환기(2항) 및 기류흐름도(2항) 확인에서는 모든 경우에 공기흐름은 잠재적 오염도가 낮은 구역에서 높은 구역으로 기류 흐름이 유지되고 있는 것으로 나타나고 있으나 일부기관에서 음압구역의 경우 최소 6회 이상 환기횟수를 만족하지 못하고 있어 이에 대한 개선이 필요하다. 자동제어시스템(2항)의 경우 비상경보가 발생할 수 있는 설정조건에서 정상적으로 음압구역 내, 외부에서 알람발생과 비상경보 알람 발생시 오작동 기록 유지는 5~6개 기관이 만족하지 못하는 것으로 나타나 개선이 필요하며, 전체적으로 85.3%의 적격성을 나타내고 있음을 알 수 있다.
- (7) 2~3개 기관에서 전용 급, 배기시스템이 구비되지 않거나 기계 고장시 공기 흐름이 밀폐구역에서 역류하거나 시스템 내에서 교차오염이 발생하지 않도록 개선할 필요가 있는 것으로 나타나고 있다. 공기조화 시스템의 적정성(7항)은 79.8%로 향후 개선이 필요한 것으로 나타나고 있다.
- (8) 비상시를 대비한 배기시스템과 급기시스템의 연동은 11개의 기관에서 이루어지지 않는 것으로 나타나고 있으며, 전체적으로 해파필터유닛 완전성과 공조설비 운영에 대해서는 63.5%의 낮은 적격성을 나타내고 있어 이부분에 대한 보완이 빠른 시간내에 이루어져야 할 것으로 판단된다.
- (9) 폐수처리 시스템 확인(6항)에 대한 적격성 평가결과로 대부분의 경우 검증포트나 폐수저장탱크의 통기관 설치 및 해파필터 등 제균필터가 미설치되어



있으며, 음압구역 내 멸균기 설치의 경우, 멸균기 챔버 내부 응축수 드레인 은 별도의 폐수처리 시스템에 연결되고 있지 않는 등 전체적으로 50%의 낮은 적격성을 나타내고 있어 격리성 유지를 위해 향후 대폭적인 개선이 필요할 것으로 판단된다. 이를 종합해보면 67개 항목에 대한 17개 기관의 현장점검에 의한 전체적인 적격성은 평균 78.3%로 나타나고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 평균치는 2013년에 이루어진 현장평가 결과<sup>(10)</sup>에 비해서 약 28% 정도 적격성이 높아지고 있다는 것을 확인할 수 있으며, 이는 전년도 결과에 따른 연차적인 개선이 이루어지고 있는 결과로 판단된다. 이와 같은 현장점검평가를 종합적으로 분석해 본다면 격리병상의 공기흐름은 잠재적 오염도가 낮은 구역에서 높은 구역으로 흐르고 있고, 밀폐구역 내 설정 음압유지 및 실간차압과 공기흐름은 대부분 잘 유지되고 있어, 시설의 실제 운용시 음압시설의 역할은 수행할 것으로 판단되나, 시설 신뢰성을 담보할 수 있는 격리계통의 전체적인 적합성은 낮게 평가되고 있으므로 적합성 평가 결과를 토대로 년차적인 계획수립에 의한 개선이 국내 공중보건위기 상황시 음압시설의 안정적인 대비 및 대응수준 향상을 위해서 필요할 것으로 판단된다. 이와같은 적합성 현장평가결과는 신종감염병으로 국가지정 입원치료 음압병상에 입원치료 받는 신종감염병 환자의 격리치료에 필요한 시설의 안전성을 높이기 위한 개선방안을 도출하고, 평상시와 비상시의 시설 유지관리기준과 안전관리기준의 도출에 중요하게 활용될 것이다.

## 후 기

본 논문은 가천대학교 산학협력단과 질병관리본부 공중보건위기사업단의 지원에 따른 것으로 그 지원에 감사를 드립니다.

## References

1. SARS, 2011, AI in human, PI, National inpatient isolation units management guideline, KCDC.
2. Guidelines for laboratory biosafety, KCDC, 2008.
3. Guideline for recombinant gene experiment, Minister of Health and Welfare, 2014.
4. Statement of verification for biosafety level3 laboratory, KCDC, 2012.
5. Laboratory Biosafety Manual, WHO, 2004.
6. Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities, CDC, 2003.
7. Laboratory Biosafety Guidelines, Health Canada, 2004.
8. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, CDC/NIH, 2007.
9. European Network for Highly Infectious Diseases, Manual for the safe and appropriate management of Highly Infectious Disease patients in isolation facilities : EU contract No : 2006205, 2011.
10. Hong, J. K., Lee, D., Jung, J. H., and Son, T. J., 2015, A study on the facility inspection and validation of national inpatient isolation units, SAREK Annual meeting, pp. 984-988.