

A Study on the Architectural Planning of Material Handling System for the Airborne Infection Isolation Hospitals

호흡기 감염 격리병원의 물류시스템 계획에 관한 연구

Choi, Kwangseok* 최광석 | Kwon, Soon Jung** 권순정

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to review the material handling system of the Airborne Infection Isolation Hospitals which is the one of the key elements of infection control and to improve the basic data for the planning and design of those facilities. **Methods:** Research was conducted by literature reviews and case studies for the material handling system of domestic and foreign Isolation hospitals. **Results:** The result of this study can be summarized into three points. First, a general isolation unit and a high level isolated unit need to be distinguished in terms of efficiency and safety. In particular, it is desirable that a high level isolated unit have to completely separate clean and soiled circulations, and soiled corridor should be installed by those means. By doing this, the medical staff can observe patient rooms and supply clean materials directly in the clean zone without wearing PPE, so that safety and work efficiency can be improved at the same time. Second, for the safe disposal of wastes, it is desirable to install a dedicated sterilizer per ward and sterilize it at least in the ward. In addition, It is desirable to install a central waste treatment room and a dedicated soiled corridor in consideration of the inadequate handling capacity and emergency situation. Third, the characteristics of material flow chart in the negative pressured isolation hospitals and the corresponding material handling system have been presented. **Implications:** Infection control is very important in safety, but it is necessary to respond to the symptoms of the patient.

Keywords Airborne Infection Isolation Hospitals, Material Handling System, Case Studies for Hospitals
주 제 어 호흡기 감염 음압격리병원, 물류시스템, 병원 사례연구

1. Introduction

20세기 초반 항생제의 발견으로 한 때 치명적인 질병이었던 세균 감염 치료가 가능해지면서 대부분의 감염병 관리가 가능하다고 여겨졌다. 그러나 1970년대 이후, 신종 전염병의 등장과 약제 내성균 등의 변종 출현으로 감염병이 다시 만연하고 있다. 특히, 공기로 전파되는 바이러스의 경우, 전파속도가 빨라 전 세계적으로 문제가 되고 있다(질병관리본부, 2016: 3).

2002년 사스의 경우, 약 8,000명을 감염시키고 700여명의 사상자가 발생하였으며, 2000년도 이후에도 동남아시아와 중국을 중심으로 치명율이 높은 조류 인플루엔자가 산발적으로 발생하고 있다. 최근에는 2013년 조류 인플루엔자로 147명이 감염되고 이중 46명이 사망하였고, 2012년 중동지역에서 유행하기 시작한 메르스는 20개국 이상에서 발생하여 1,200여 명이 감염되었고, 40%가 넘는 치사율을 보였다(질병관리본부, 2016: 3~4).

이러한 감염병 증가추세에 따라 WHO는 1995년부터 신종 및 기타 전염병의 예방 및 관리를 위한 부서를 설립하고 회원국에게 국가적, 국제적 차원에서 감염병의 감시와 대처능력 배양을 권고하고 있다. 우리나라에서는 2006년부터 국가지정 입원치료 격리병상을 구축하여 2015년 현재 전국 19개 병원

* Associate Professor, Ph.D, Department of Architecture, Sehan University (Primary Author: daumchois@hanmail.net)
** Professor, Ph.D, Department of Architecture, Ajou University, (Corresponding Author: sjkwon@ajou.ac.kr)

에 109개의 음압병상을 설치하고 해외 호흡기 감염병의 국내 유입에 대비하여 왔으나 2015년의 메르스의 대유행으로 의료 시설이나 전문인력 측면 등 다양한 면에서 양적, 질적으로 보다 개선될 필요가 있음이 여실히 나타났다.

특히, 2015년 국내에 확산된 메르스는 총 186명이 감염되어 치료 148명, 사망 38명으로 집계되었는데, 그 중 92.5%가 병원 내에서 감염되어(권순정, 윤형진, 2016: 45), 원내감염에 대한 철저한 감염관리가 중요하다는 점을 인식하게 되었다. 감염은 주로 청결과 오염 동선의 교차를 통해 이루어진다. 의료진과 사용전의 물품의 흐름은 청결동선이며, 환자와 사용된 물품의 흐름은 오염동선으로 규정할 수 있는데, 그동안 오염 원인 환자와 의료진의 동선에 비해 물류 동선에 대한 연구는 부족하였다.

본 연구는 이러한 감염관리의 핵심 요소 중의 하나인 물류 시스템에 대하여 국내외 사례 분석을 통해 개선 점을 살펴봄으로서 향후 감염병원의 건축계획 및 설계를 위한 기초자료를 정리하려고 하였다.

2. Literature Reviews for Material Handling of Isolation Unit

2.1 Guidelines

1) Domestic Guidelines

국내의 감염격리시설 물류처리에 대한 기준은 대표적인 것으로 질병관리본부의 입원치료격리병상 운영과 관리안(질병관리본부, 2011: 23, 39, 40, 52, 53)이 있다. 이 가이드라인에서는 "원칙적으로 병실로부터 나온 폐기물은 직접 회수하고, 병동 내에 2차 집적 장소를 설치하지 않으며, 의료종사자가 감염 격리병실로부터 회수한 의료폐기물은 오염처리실안에 있는 밀봉 전용용기에 보관한다"라고 하고 있다.

또한 이 가이드라인의 감염관리 표준주의 지침에서는 "재사용 기구는 병원 규정에 따라 적절하게 세척, 소독하여 다른 환자에게 사용하여야 하며, 일회용품은 사용 후 폐기하도록 하고 있다." 그리고 "혈액, 체액, 분비물, 배설물에 오염된 린넨과 세탁물은 사용 후 즉시 적절한 용기나 봉지에 넣어 사람의 피부와 점막에 노출되는 것을 막도록 하고 있다."

이와 같이 국내 감염병원의 물류처리에 대한 기준은 간략한 관리방안을 기술하고 있고 구체적인 시설기준은 없는 상황이다.

2) Foreign Guidelines

(1) BPCU(Biocontainment Patient Care Unit)

고위험 감염환자의 관리시설 기준이 명확하지 않아 2005년 미국 내 감염환자 치료시설 설치 기관 및 유관 기관이 만

든 기준으로 의료폐기물에 대하여 다음과 같은 관리규정을 두고 있다(한국의료복지건축학회, 2016: 18).

- 시설 내에 최대 환자수를 기준으로 고체형 의료폐기물의 고압증기 멸균기의 용량을 설정해야 한다.
- 고체형 의료폐기물은 배출 전, 고압증기 멸균을 해야 하며 화학 및 생물학적 표식을 하여 멸균 여부를 실시간으로 점검해야 한다.
- 액체 의료폐기물은 지역 보건 관련 기준과 오폐수 관련 기관의 처리 기준에 부합하여 설치해야 한다.

(2) EUNID(European Network for Infectious Diseases)

유럽연합은 감염병에 대한 적극적인 준비와 보건안전 향상을 위해 15개국이 참여하여 2007년부터 2010년까지 EUNID를 구성하여 전술한 미국과 유사한 의료폐기물 관리 규정을 두고 있으며, 고도격리시설이 갖추어야 할 요건(박재현, 2015: 33)으로 다음과 같은 합의사항을 도출하였다.

- 환자, 장비, 의료진의 적절한 동선을 구축하고 청결구역과 오염구역이 구분되어야 한다.
- 임상 폐기물을 처리하고 포장할 수 있는 정해진 구역이 있어야 한다.
- 전용 멸균기를 설치해야 한다.

2.2 Survey for Material Handling of Domestic Isolation Unit

국내 15개 국가지정입원치료병상을 대상으로 격리병동의 오염물 처리방법에 대한 설문조사 자료(박재현, 2015: 77~78)를 보면, 15개 시설 중 1개 시설만 격리병동 전용으로 멸균기를 설치하여 감염폐기물을 소독 후, 처리하는 것으로 나타났으며, 나머지병원들은 밀봉, 운반하여 재처리하거나 소각하고, 외부 위탁하는 기관도 있어 운반과정에서의 교차 감염 등 여러 문제들을 갖고 있다.

또한 국내 감염병동의 물류처리에 대하여 제기되고 있는 문제점은 다음과 같은 것들이 있다(질병관리본부, 2016: 3~4).

- 오염물(환자, 폐기물)과 비오염물(의료진 등) 동선이 혼재되어 있다. 이러한 현상은 감염뿐만 아니라 의료진의 육체적 피로도를 가중시키는 원인이 되고 있다.
- 폐기물 보관장소가 별도로 마련되어 있지 않았을 뿐만 아니라 소독처리가 안되어 병동에 많은 폐기물이 발생되거나 수거를 거부하여 의료진이 직접 처리하는 경우도 있다.
- 격리병동의 청소와 소독을 평소 훈련이 안된 용역직원이 담당하는 경우가 있어, 제염 문제뿐만 아니라 청소담당자의 안전문제까지 일으킬 수 있는 실정이다.
- 격리병동내의 각종 장비(이동식 X선장치, 초음파, 인공호흡기 등)나 방호복, 마스크 등 소모성 물품의 적재공간이 부족하여 복도에 쌓아두는 경우가 많았다.

이외에도 앞서 살펴본 미국, 유럽 기준과 같은 감염 안전을 위한 구체적인 기준들이 없는 것도 보완될 사항이다.

[Table 1] Waste handling method of domestic hospitals

구분	방법
SU의료원	의료폐기물은 이중 포장하여 폐기, 세탁물은 오염세탁물통에 넣어 공급실에서 처리
IC의료원	의료폐기물은 합성수지통에 넣어 폐기하고, 세탁물은 비닐에 밀봉하여 오염세탁물통에 넣어 공급실로 운송함
KR의료원	외부 위탁
DK병원	가능한 일회용품 사용
DK의료원	멸균이 필요한 의료기구는 가능하면 일회용 사용
DK병원	1. 격리용 플라스틱 통에 투하 2. 밀봉 + 감염 스티커 부착 ① 1차 격리한 의료 폐기물 통의 겉면에 락스 스프레이 사용 15분후 폐기물 이송상자를 이용하여 운반(감염환자 전용 승강기 이용) ② 이송 후, 폐기물 이송상자는 1차 폐기물을 내리고 락스 스프레이 소독 후, 격리병동에서 2차 소독 후, 관리 3. RFID Tag 부착 4. 환경부 시스템에 따른 적법 처리
US병원	재생 의료기구는 중앙공급실에서 재처리 과정을 거쳐 스팀 및 EO가스 멸균
JN병원	격리 의료폐기물로 분리하여 운반원이 분리, 수거하여 처리
JB병원	사용 후 폐기, 가능한 일회용품 사용
CN병원	격리 의료폐기물통에 분리, 수거하며 외부 폐기물 업체를 통해 소각

출전 (박재현, 2015: 77~78)

3. Case Studies

음압격리시설에 대한 사례는 국내사례로 최근에 계획된 서울의료원과 분당서울대병원, 외국의 사례로 홍콩 Princess Margaret Hospital, 독일 Charité병원, 영국 Royal Free Hospital과 일본 National Center for Global Health and Medicine의 중증격리병동, 그리고 쿠웨이트 전염병원(계획안)을 대상으로 하였다. 홍콩, 독일, 영국, 일본사례는 2015년 현지방문 사례이며, 쿠웨이트 전염병원은 2013년 기존시설의 개축을 위한 입찰 서류에서 제시한 개념설계안으로 당시 쿠웨이트 보건성과 기존시설을 답사하여 그 개념을 확인한 사례이다. 병원의 물류시스템은 병동을 포함한 병원 전체적인 개념이나 본 연구에서는 주로 감염병동을 중심으로 물류동선에 대한 사례연구를 하였으며, 쿠웨이트 전염병원에서는 전체적인 병원 물류체계를 분석하였다. 이를 통해 일반병원과 감염병원의 물류시스템의 차이를 파악하려고 하였다.

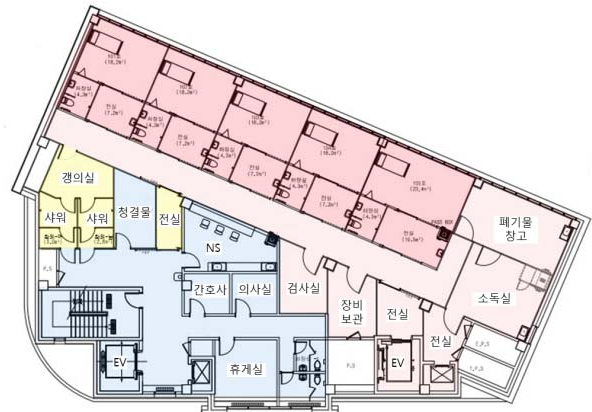
3.1 Domestic Cases

1) Seoul Medical Center Isolation Unit

기존 서울의료원 후면 부지에 별동 2개 층으로 계획되었으며, 1층에는 일반 음압격리병상, 2층에는 중증 음압격리병상이 배치된다.

음압구역에는 병실을 비롯하여 복도, 검사실, 장비보관실, 폐기물보관실, 소독실, 오염코어 등이 배치되어 있다. 청결구역은 간호스테이션, 의료진 관련 제실, 청결물실, 청결코어 등이 있다. 중간구역에는 PPE(개인보호장구) 갱의가 이루어질 수 있도록 갱의/샤워실이 설치되어 있다.

의료진과 청결물은 청결코어를 통해 이동되며, 환자와 폐기물은 오염코어를 이용한다. 특히, 폐기물은 감염방지를 위해 층내에 폐기물 보관실과 멸균실(소독실)을 갖추고 소독 후 오염코어의 리프트를 통해 외부로 반출된다. 그러나 병실진출입 동선이 모두 같은 복도를 이용하므로 교차 감염이 발생할 수 있다.



[Figure 1] The 1st Floor Plan at a Isolation Unit of Seoul Medical Center (최근 일부 변경)



[Figure 2] The 3rd Floor Plan at a Isolation Unit of Bun-dang Seoul University Hospital

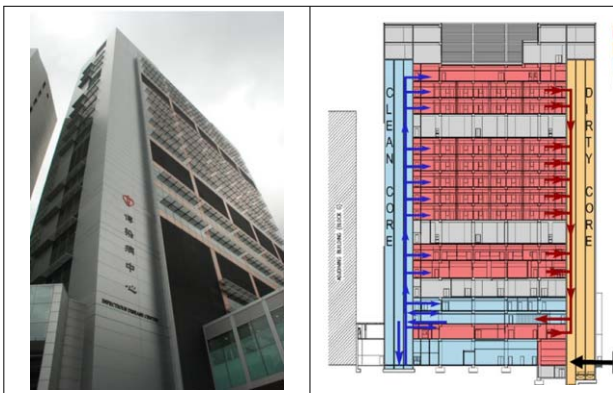
2) Bun-dang Seoul University Hospital Isolation Unit

격리병동은 응급실 증축부의 3층에 위치하고 있으며, 응급실 내부의 격리병상을 제외하고, 총 9병상으로 구성되어 있다. 구역 조닝과 물류 동선은 서울의료원과 유사하다.

3.2 Abroad Cases

1) Infectious Disease Centre at Princess Margaret Hospital, Hongkong

2007년 개원한 감염 전문병원으로 중환자 14병상을 포함하여 총 108병상이다. 기준층은 평시에 14병상(1인실 10실, 2인실 2실)으로 운영되지만, 고위험 감염병 진료시에는 총 12병상(2인실을 1인실로 전환)으로 운영될 수 있다.



[Figure 3] Elevation and Section of PMH Isolation Unit(권순정, 2015: 30, 34)

물류는 청결코어와 오염코어를 분리하여 교차감염을 줄이는 개념이다. 비오염원인 의료진과 청결물품은 청결코어를 이용하고, 오염원인 환자는 오염코어를 이용하며, 폐기물은 병동 내 오물처리실과 폐기물 처리실을 통해 덤웨이터를 이용하여 병동 외부로 반출된다. 따라서 청결코어에는 청결물품고와 PPE 갱의실이 있으며, 오염코어에는 폐기물 처리실이 있다. 그러나 병실진출입 동선이 모두 같은 복도를 이용하므로 교차 감염이 발생할 수 있다. 계획단계에서는 병실 외주부에 환자와 오염물 회수동선을 별도로 계획하려고 했으나 대지가 부족하여 중복도로 설치하게 되었다.

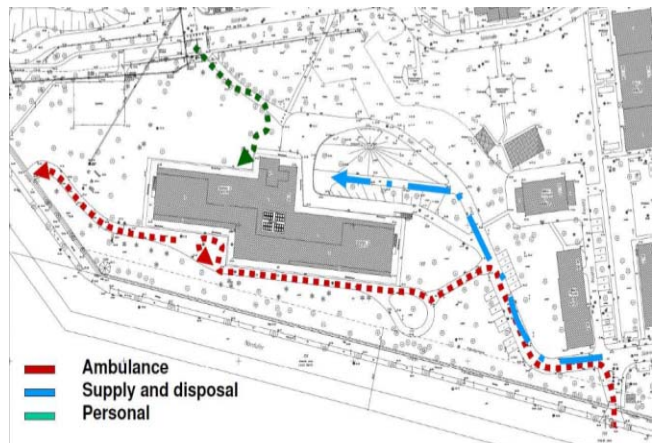
2) Infection Ward at Charité Hospital, Berlin

2010년 기존건물을 리모델링하여 감염병동으로 개원하였다. 병상수는 평시 20병상이며, 1인실 4실, 2인실 8실로 구성된다. 감염 진료시에는 2인실이 1인실로 운영되어 총 12병상이 되며, 1인실과 2인실은 크기가 같다. 건물은 지하 2층, 지상 2층으로 구성된 독립건물로서 지하 1층에는 소독실, 폐기물 처리실 등이 있고 외부에서 직접 진출입할 수 있다. 1층은 병동, 응급실, 수술실, 검사실, 의료진 휴게실 등이 배치되어 있고, 2층은 음압공조를 위한 공조실이 배치되어 있다.



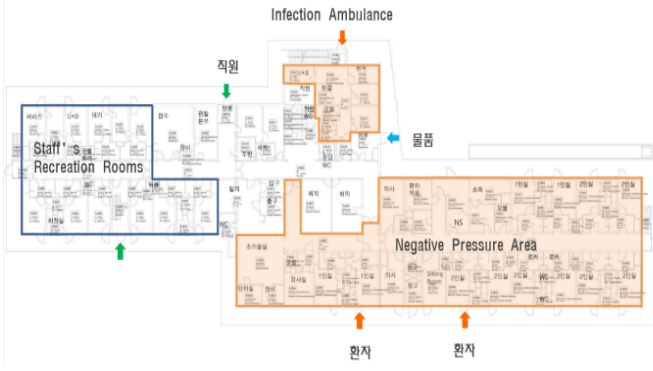
[Figure 4] Typical Floor Plan of PMH Isolation Unit source (권순정, 2015: 36)

병원은 독립 수직형으로 전체적으로 청결구역에서 오염 구역으로 일방향 동선 순환체계를 이루고 있다. 평면은 크게 일반구역(청결코어)과 음압구역(병실, 복도, 오염코어)으로 구성되며, 복도는 경증 환자가 입원하는 경우 중간구역으로 이용된다. 음압구역에서는 감염방지를 위해 PPE를 착용한다.



[Figure 5] Separate approaches by circulation types at Charité Isolation Unit(권순정, 2016: 13)

주요 기능은 1층에 배치되어 있는데, 행정부를 중심으로 격리병동(음압구역)과 의사실로 구분되어 있으며, 병동격리 구역에는 검사실, 소수술실, 소독실, 오물처리실 등이 배치되어 있다.



[Figure 6] 1st Floor Plan of Charité Isolation Unit(권순정, 2016: 18)

전체 동선은 의료진과 청결물품은 내부복도를 통해 이동하고, 환자와 폐기물은 외부에서 진출입하여 교차감염을 완전 차단하는 개념이다. 따라서 병동의 경우도 응급차로 이송된 환자가 병실의 외부문을 통해 병실로 직접 진입한다. 의료진은 강의실에서 PPE를 착용하고 전실을 거쳐 병동 내부로 들어가며, 진료, 검사, 수술 등이 끝난 의료진은 제독실에서 PPE를 소독한 다음 강의실로 나와 PPE를 벗는다. 의료기기, 식사, 의약품 등은 Pass Box를 통해 병동 내부로 공급되며, 사용된 물품은 병동 자체의 멸균기 또는 지하실에서 소독 후, 재사용하거나 소각 처리한다.



[Figure 7] Zoning of Charité Isolation Unit (권순정, 2016: 20)

3) High Level Isolation Unit at Royal Free Hospital, London

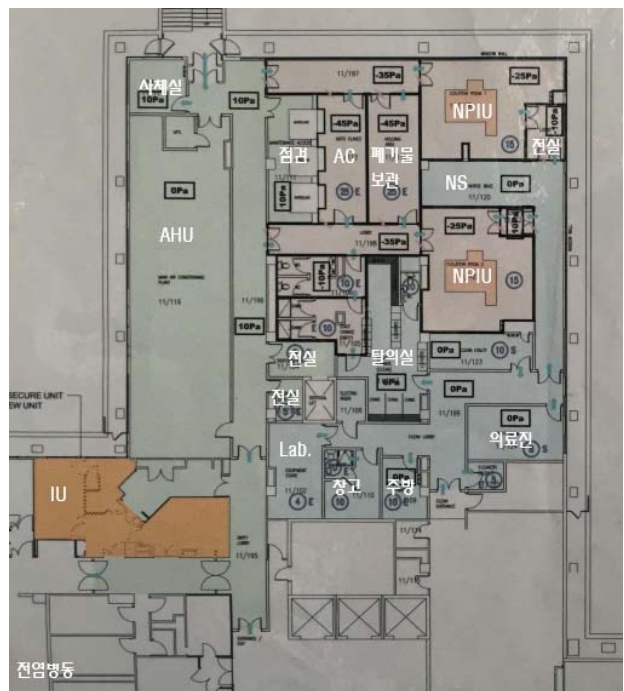
2008년 타병원에서 중증감염 격리병동이 병원의 11층 북 병동으로 이전 설치된 후, 2013년 말 에볼라 환자를 치료하여 국제적으로 주목을 받았다. 총 2병상을 운영하고 있으며, 일반 전염병동과 연결되어 있다.



[Figure 8] Royal Free Hospital, London(권순정, 2016: 34)

음압구역은 병실내 환자가 수용되는 음압 비닐텐트 내부(오염구역)와 나머지 병실내부, 폐기물실, 샤워실 등의 일반 구역으로 구성된다. 환자를 격리 텐트 속에 수용하므로 다른 나라의 병원과는 다르게 음압구역이라 하더라도 의료진은 PPE를 착용하지 않는다. 청결구역은 의료진 관련실, 주방, 소독물 창고, 검사실 등이 포함된다.

전체 동선은 의료진과 청결물품은 청결구역을 통해 이동하고, 환자는 격리 스트레처를 사용하여 일반구역을 통해 이동한다. 병실에서 나오는 폐기물은 모두 자체 멸균기를 사용하여 소독한 후, 재처리나 소각을 위해 일반구역을 통해 이송된다. 폐기물은 매일 많은 양이 발생하므로 격리구역내 큰 폐기물 보관실이 있다.



[Figure 9] 1st Floor Plan of High Level Isolation Unit at Royal Free Hospital(권순정, 2016: 41)

4) High Level Isolation Unit at National Center for Global Health and Medicine (NCGM), Tokyo

2003년 사스 발생으로 분동형의 병원 일부를 리모델링하여 격리병동을 설치하였으며, 총 4병상의 중증격리병상을 운영하고 있다. 2009년에는 1층에 격리외래를 설치하고 전용 엘리베이터로 2층 병동과 연결하였다.

1층 격리외래에는 환자 전용 출입구, 환자대기실, 화장실, 진찰실, CT촬영실 등이 배치되어 있으며, 앞뒤로 복도가 설치되어 청결(의료진)과 오염(환자) 동선을 완전히 분리하였다. 환자대기실은 모두 4개로 환자들이 각각 분리되어 대기할 수 있다.

2층 격리병동은 음압구역으로 병실, 전실, 검사실 등이 포함되며, 나머지 공간은 일반구역이다. 병실마다 멸균기가 설치되어 사용된 물품은 소독되어 병실 밖으로 이송된다.



[Figure 12] 2nd Floor Plan of NCGM. (권순정, 2015: 20)



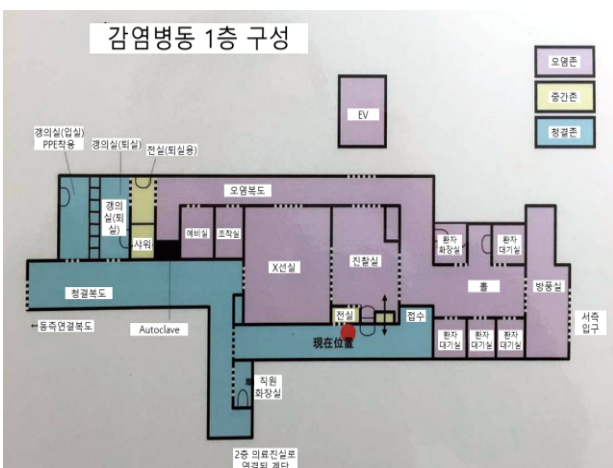
[Figure 10] Facade of NCGM. (권순정, 2015: 9)

5) Infectious Diseases Hospital in Kuwait

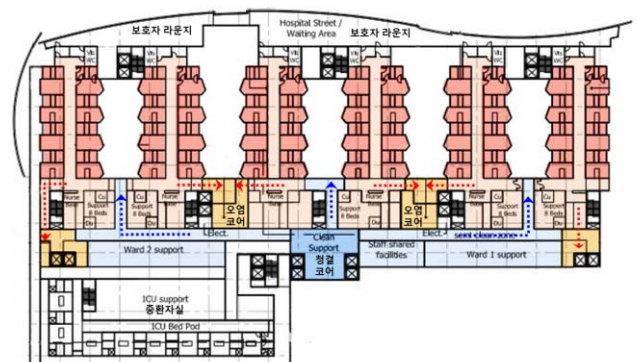
쿠웨이트 국립전염병원으로 중환자 32병상을 포함하여 총 224병상이다. 지하 1층 지상 6층의 자립형 전문병원으로 기존 전염병원(2011년 현재 196병상)을 철거하고 개축하는 계획이다(Kuwait Ministry of Health, 2013: Vol-9, Vol-15).



[Figure 13] Kuwait Infectious Diseases Hospital, Kuwait City(Concept design)



[Figure 11] 1st Floor Plan of NCGM.. (권순정, 2015: 14)

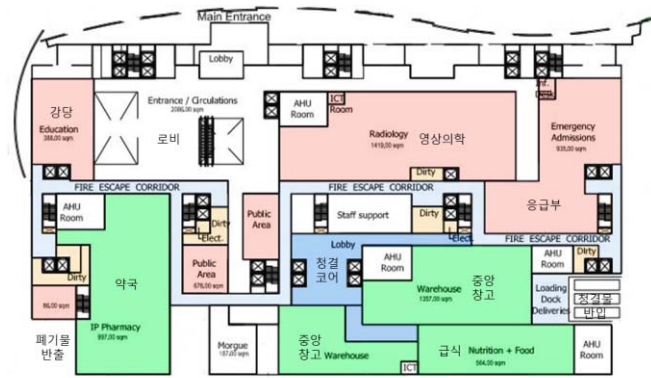


[Figure 14] Ward Floor Plan(3rd~6th) of Kuwait Infectious Diseases Hospital

병동은 4개층(3~6층)인데, 층당 56병상으로 각 24병상의 2개 간호단위와 8병상의 1개 중환자 단위로 구성된다. 병동계획의 특징은 작은 영역의 환자군 격리를 통해 교차 감염과 재감염 위험을 축소하기 위하여 한층 2개 병동을 8병상의 Pod 6개로 나누고 각 Pod간의 의료진과 환자의 동선 교차를 불허하도록 클러스터형으로 계획되었다.

병동조닝은 병실과 전실이 음압구역이며, 나머지 공간은 일반구역으로 PPE를 착용하지 않는 영국식과 유사하다. 청결코어와 청결물품실, 의료진 관련실 등은 별도의 복도로 분리된다.

환자와 폐기물의 수직동선은 청결동선과의 교차를 피하기 위해 각 Pod에서 오염코어로 직접 접근할 수 있도록 계획되어 있다. 반면 병동에 접근하는 의료진, 물품, 서비스는 청결코어에서 다른 Pod를 거치지 않고 각 Pod로 직접 진입할 수 있도록 구성된다.



[Figure 15] Material Service Floor Plan(1st) of Kuwait Infectious Diseases Hospital

병원의 물류를 공급하는 서비스부는 일반병원과 유사하게 하역장(1층), 중앙창고(1층), 중앙공급부(2층), 약제부(1층), 급식부(1층) 등으로 구성되어 있다. 모든 물품은 이 서비스부의 엄격한 감시 하에 청결코어와 청결복도를 통해 각 층의 사용부서로 공급된다.



[Figure 16] Waste and Environment Service Floor Plan(Basement 1st) of Kuwait Infectious Diseases Hospital

지하 1층에는 오염제거센터, 폐기물처리실, 하역장(오염)의 기능이 배치되어 있다. 병동 층의 오염코어는 2개의 Pod마다 설치되어 있어 각 Pod에서 수거된 오염물품은 다른 Pod를 거치지 않고 각 오염코어를 통해 지하로 직송되며, 지하층에서는 폐기물 전용 오염복도를 통해 폐기물처리실로 이동 후 소독되고, 소각을 위해 반출된다. 재처리되는 물품은 오염코어를 통해 2층 중앙공급부로 회수되며, 소독과정을 거쳐 청결코어로 재공급된다. 급식부의 오염카트는 오염코어를 통해 지하에 위치한 오염제거센터에서 오염제거 후, 급식부의 청결존으로 이송된다.

4. Planning of Material Handling System in Isolation Facilities

4.1 Isolation Unit

[Table 2]는 3장에서 분석한 사례들의 특징을 비교한 것이다. 먼저 서비스부의 시설형태를 보면, 격리시설은 주로 본 병원의 일부 또는 별도형의 형태로 연결되고, 서비스 및 여러 기능 면에서 본 병원의 지원을 받는 형태이다. 쿠웨이트 전염병원과 같이 자립형 시설일 경우, 일반 병원이 갖는 서비스 부서를 갖추어야 한다.

[Table 2] Comparisons of Characteristics in each Case

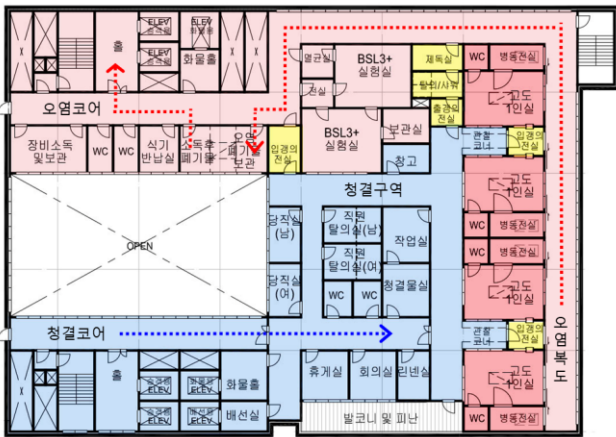
구분	한국	홍콩	독일	영국	일본	쿠웨이트
대상질환	중증 호흡기	중증 호흡기	에볼라	에볼라	복합	복합
단위 병상수	5, 9	12	12	2	4	8 / POD
시설형태	병원 일부	별동형	별동형	병원 일부	병원 일부	자립형
청결/오염 동선분리	△	△	△	△	△	△
멸균기	병동형	병동형	병동형	병동형	병실형	외부형
병동별도 외부복도	X	X	○	X	X	X

일반적으로 격리 병동내에 복도는 하나만 설치하며 이 복도는 의료진, 환자(확진환자, 의심환자, 완치환자), 물품(공급, 폐기) 등이 함께 사용하므로 청결동선과 오염동선의 완전한 분리는 어렵다. 다만 오염체인 경우 격리 또는 밀봉해서 이동하는 방안이 필요하며, 의료진인 경우 PPE를 착용한다. PPE를 착용한 의료진의 경우 업무효율성과 NS에서의 관찰성, 그리고 청결물품의 공급동선 측면에서도 불리하다.

중증격리시설은 고위험 감염환자가 입원하므로 청결/오염 동선과 의료진 진출입 동선을 최대한 분리하는 것이 바람직하다(Figure 17 개념도 참조). 이렇게 함으로서 의료진은 PPE

착용없이 청결존에서 병실을 관찰할 수 있으며, 물품공급이 쉽게 이루어질 수 있어 안전과 업무효율성을 동시에 성취할 수 있게 된다. 감염시설은 효율성보다 안전이 중요하므로 일반격리시설도 감염이 확산되는 비상시를 고려하면, 동선분리형이 바람직할 것이다.

멸균기 설치방식은 병실형, 병동형, 그리고 외부형으로 크게 3가지 방식이 보이는데, 2장에서 언급한 미국과 유럽 가이드라인과 같이 최대한 병동 내에서 멸균하여 외부로 반송하는 것이 바람직하다. 일본사례와 같이 병실형으로 설치하면, 일반격리시설은 병실수도 많기 때문에 비용이 많이 소요되므로 병동형으로 설치하되 병동내 폐기물보관실에 수집된 폐기물을 소독한 후, 외부로 반출하는 것이 효율적이다. 외부형의 경우에는 포장된 폐기물을 외부의 폐기물처리실로 운반하여 소독하는 것이므로 쿠웨이트 전염병원과 같이 오염코어와 전용 오염복도를 통해 사용된 물품의 재생과 폐기과정이 이루어지는 것이 바람직하다. 물론 병동형의 경우라고 할지라도 배출되는 폐기물의 양이 많은 경우, 중앙 폐기물 처리실을 지하 등에 설치하고 이곳까지 전용 오염복도를 설치하는 것이 바람직할 것이다.



[Figure 17] Concept Plan of High Level Isolation Unit(희림건축사사무소, 2016)

4.2 Circulation and Material Handling System in Isolation Facilities

1) 격리시설의 전체 물품흐름

격리병동 등에서 발생한 오염물은 각층의 오염복도에 연결되는 소독실에서 1차 멸균된 후, 오염코어의 E.V를 통해 운반되고 병원정책상 외주처리 물품의 경우, 린넨창고와 폐기물창고로 분류되어 임시 보관 후, 오염존의 하역장을 통해 외주 소각업체와 세탁업체 등으로 반출되어야 한다. 재생물품의 경우, 오염복도를 경유하여 중앙공급부의 세척실로 이송되어 소독과 재생되는 과정을 거친다. 급식부의 식기나 카트의 경우

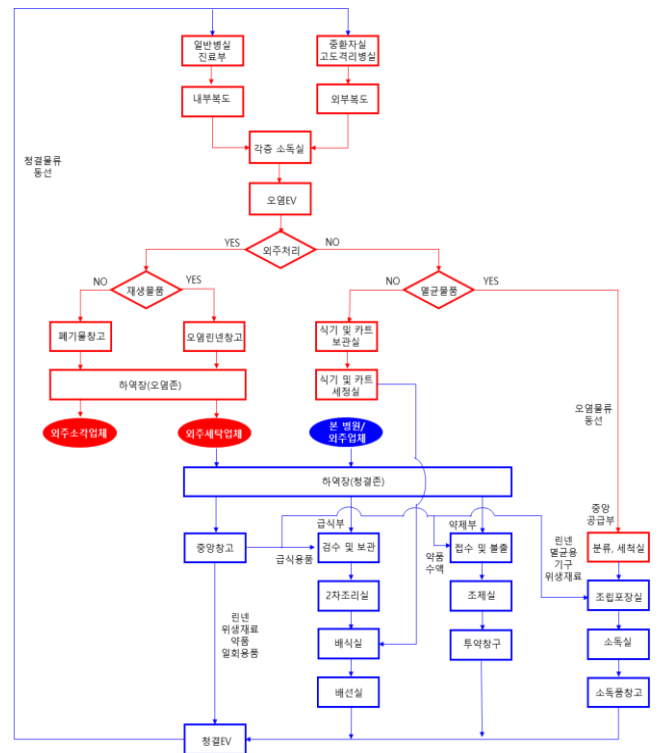
에는 오염제거센터에서 오염제거 후, 급식부의 청결존으로 이송된다.

외부에서 반입된 청결물품은 중앙창고, 급식부, 약제부, 중앙공급부를 거쳐 재생물품과 함께 청결코어의 E.V를 통해 사용부서로 공급된다(Figure 18).

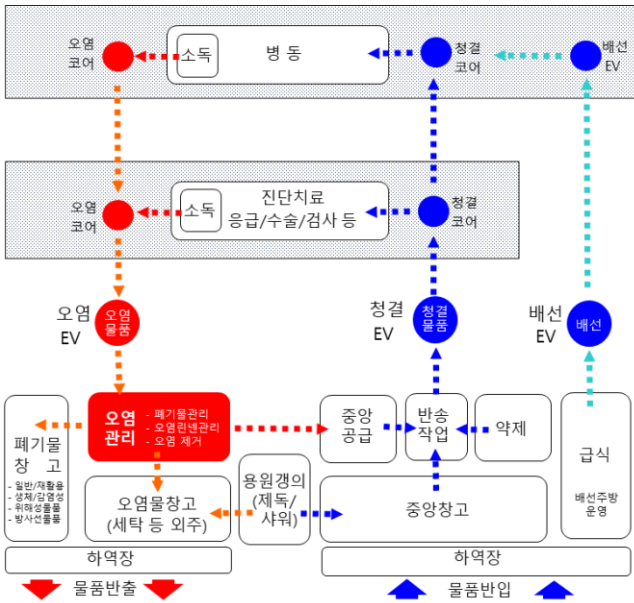
2) 감염병원의 물류시스템

전술한 물품흐름에 대응하는 감염격리병원의 물류시스템을 정리하면 [Figure 19]와 같다.

- 청결존과 오염존에 각각 청결코어와 오염코어를 설치하며, 배선 EV는 별도로 설치한다. 각 존의 전면에는 하역장을 설치하여 물품의 반입과 반출이 이루어지도록 하고, 각 존의 부서들은 청결코어와 오염코어에 쉽게 접근할 수 있도록 유기적으로 배치해야 한다.
- 오염제거센터는 오염린넨 및 폐기물 처리, 환경관리(EMS)로 구성되며, 사용점으로 부터 소독 → 안전한 운송 → 임시보관 및 오염제거 → 원외반출 및 재생까지 병원의 전 영역을 포함하는 전체적이고 완전한 오염제거를 지원한다.
- 환경관리는 원내 오염제거 등을 총괄하고, 병실 Bed Making까지 시행한다. 린넨 및 침구 교환 또는 제거하는 직원은 개인 보호 장비를 착용하고 표준주의 지침을 준수해야 한다.
- 청결존과 오염존의 중간에 용원 갱의실을 설치하여 PPE의 탈착의, 제균 등을 통해 청결물과 오염물의 운송을 동시에 효율적으로 지원할 수 있도록 해야 한다.



[Figure 18] Material Flow Chart



[Figure 19] Material Handling System in Isolation Facilities

- 이 시스템은 쿠웨이트 전염병원과 같은 자립형 병원의 물류 시스템 개념을 기본으로 한 것이며, 대부분의 격리시설이 본병원에 부속된 형태이므로 병원의 여건과 운영방식에 따라 기능이 축소될 수 있다. 예를 들어 중앙창고와 약제부는 없거나 최소한의 기능만 설치 가능하며, 급식부는 본 병원에서 조리하고, 감염시설은 환자배식을 위한 배선주방만으로도 운영이 가능하다.

5. Conclusion

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 국내 감염격리시설의 물류 시스템 기준은 구체적인 시설기준이 미미하고, 미국과 유럽의 기준보다 구체적이지 못했으며, 동선 혼재 등 많은 문제점이 지적되고 있었다.
- 2) 국내 2개 시설, 해외 5개 시설을 사례 분석한 결과, 다음과 같은 개선점이 발견되었다.
 - 일반격리병동과 중증격리병동은 효율성과 안전이라는 측면에서 구분될 필요가 있다. 특히, 고위험 감염확산 환자가 입원하는 중증격리병동은 청결/오염 동선과 의료진 진출입 동선이 완전히 분리되는 것이 바람직하며 그 방법으로 오염복도가 설치되어야 한다. 이렇게 함으로서 의료진은 PPE 착용없이 청결존에서 병실 관찰과 물품공급이 직접 가능해짐으로서 안전과 업무효율성을 동시에 성취할 수 있다.
 - 폐기물의 안전한 처리를 위하여 병동 당 전용 멸균기를 설치하여 최소한 병동 내에서 멸균하여 외부로 반출하는 것이 바람직하다.
 - 사용부서별 소독 이외에도 중앙 폐기물 처리실을 설치하고 이곳까지 전용 오염복도를 설치하는 것이 바람직하다.

3) 감염격리시설의 특징적인 전체 물류 흐름도를 정리하였으며, 이에 대응하는 물류시스템을 제시하였다.

- 청결존과 오염존에 각각 청결코어와 오염코어를 설치하며, 배선 EV는 별도로 설치한다. 각 존의 전면에는 하역장을 설치하여 물품의 반입과 반출이 이루어지도록 하고, 각 존의 부서들은 청결코어와 오염코어에 쉽게 접근할 수 있도록 유기적으로 배치해야 한다.
 - 오염제거센터는 오염린넨 및 폐기물 처리, 환경관리(EMS)로 구성되며, 사용점으로 부터 소독 → 안전한 운송 → 임시보관 및 오염제거 → 원외반출 및 재생까지 병원의 전 영역을 포함하는 전체적이고 완전한 오염제거를 지원해야 한다.
 - 환경관리는 원내 오염제거 등을 총괄하고, 병실 Bed Making까지 시행한다. 린넨 및 침구 교환 또는 제거하는 직원은 개인 보호 장비를 착용하고 표준주의 지침을 준수해야 한다.
 - 청결존과 오염존의 중간에 용원 갱의실을 설치하여 PPE의 탈착, 제균 등을 통해 청결물과 오염물의 운송을 동시에 효율적으로 지원할 수 있도록 해야 한다.
 - 이 시스템은 자립형 병원의 물류시스템 개념을 기본으로 한 것이며, 본 병원의 부속 여부에 따라 병원의 여건과 운영방식에 맞추어 제시된 물류시스템의 구성 기능이 조정되어야 한다.
- 4) 향후, 감염격리병원의 현실적인 운영방식에 따른 물류시스템의 적용 연구가 필요하다.

Acknowledgements: This paper was supported by the Sehan University Research Fund in 2017

References

- European Network for Highly Infectious Diseases, Manual for the safe and appropriate management of Highly Infectious Disease patients in isolation facilities.
- Kuwait Ministry of Health, Infectious Disease Hospital Tender No. 2013/2012/42, 2013, Vol-9 Document III-3 Drawings, Vol-15 Doc III-7-2 Concept Design & Engineering
- Owen Tsang, Hospital Authority Infectious Disease Centre at Princess Margaret Hospital, 2015
- Seoul Center for Infectious Disease Control, 2015.07
- The Facility Guidelines Institute(FGI), Guidelines For Design and Construction of Health Care Facilities, 2014
- 권순정, 독일, 영국의 감염병 전문병원, 2016.1.27.
- 권순정, 일본과 홍콩의 감염병 전문병원, 2015.12.15.
- 권순정, 윤희진, 중증 호흡기 감염병 진료를 고려한 음압격리병동부의 건축계획, 한국의료복지건축학회지 『의료·복지 건축』, Vol.22 No.3, 통권 64호, 2016. 9
- 박재현, 고위험 감염병 대비 대응 발전방안, 2015.10
- 보건복지부, 질병관리본부, <http://www.mers.go.kr/mers/html/jsp/main.jsp>. 2016

질병관리본부, 감염병 전문병원 설립방안 연구개발, 2016
질병관리본부, SARS, 조류인플루엔자 인체감염증, 신종 인플루엔자
대상 입원치료(격리)병상 운영과 관리(안), 2011.10.
한국의료복지건축학회, 프라임코어 컨설팅, 현신종합건축사사무소,
서울특별시 감염병전문센터 설치 타당성 조사, 2016.02
희림건축사사무소, 감염병 전문병원 기본모델 연구, 2016.

접수 : 2017년 04월 15일
1차 심사완료 : 2017년 05월 11일
게재확정일자 : 2017년 05월 11일
3인 익명 심사 필