

## 병원 건물 신축과 개량시의 감염관리

연세대학교 의과대학 내과학교실

송 영 구

### Infection Control in Hospital Construction and Renovation

Young Goo Song, M.D.

Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine

#### 서 론

병원 건물을 개량하거나 신축하려는 계획은 감염관리를 하는 요원들을 매우 곤란하게 만든다. 왜냐하면 건물의 신축이나 개량시 흙이나 먼지에 포함되어 있는 세균이나 곰팡이 등이 공기와 물을 오염시켜 병원감염의 위험성을 증가시키기 때문이다. 특히 골수이식, 장기이식, 에이즈 환자, 종양 환자, 혹은 과립구 감소증 환자 등과 같은 면역상태가 감소된 환자에서의 병원감염의 위험성이 많이 증가하게 되어 문제가 된다. 이들 고위험 환자들을 공사하는 동안 다른 장소에서 관리하는 것이 가장 이상적인 방법이지만 현실적이지 못한 것이 사실이다. 결국 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 건물의 신축이나 개량 계획에서 공사전, 후, 그리고 공사기간 동안 감염관리 요원이 기술자와 건축가 등과 긴밀하게 협조하여 감염관리 지침에 맞도록 일을 추진하는 것이다. 감염관리 요원들은 종종, 어떤 기능을 위해서 어느정도의 공간이 필요한지, 어

떤 제품들을 사용해야 하는지, 환기를 비롯한 공기를 다루는데 요구되는 사항이 무엇인지 등의 질문을 비롯하여 많은 질문을 받게 된다. 또한 감염관리 스áb은 최신의 장비와 넓은 공간을 바라는 각 과의 과장들과 비용을 최소화 하려는 경영자 사이에서 곤란을 겪을 수 있는데, 실제적인 문제가 무엇인지를 결정하기 위해 스스로에게 많은 질문을 던져야 한다. 즉, 제품이나 장비, 방 등이 어떻게 사용될 것인지, 적절한 해결책은 없는지, 예산상의 제한점은 무엇인지, 감염관리 원칙에 적합한지 등이다. 또한 감염관리 요원은 많은 문헌 고찰과 법적인 문제, 건축 및 공학에 관련된 지침, 그리고 제품 설명 등을 조사하여, 어떤 제품이나 설비가 경영자, 환자, 그리고 비용제한 등을 고려한 감염관리 요구조건과 균형을 이루는지를 결정해야 한다. 그러나 감염관리 요원의 가장 우선적인 목표는 병원감염을 예방하고 환자, 방문객, 그리고 의료진들이 감염성 인자에 불필요하게 노출되는 것을 방지하는 것이므로, 예산상의 문제가 있더라도 이 첫 번째

목표가 가장 먼저 고려되어야 함을 명심해야 한다.

감염관리 요원은 의료진, 건축가, 전기 기술자, 그리고 공사 인부들에게 건축과 관련된 감염 위험과 이와같은 위험을 최소화 시키는 적절한 방법 등에 관하여 교육하여야 한다. 가능하면 건축과 관련된 기본적인 감염관리 문제를 설명하는 설명서를 만들고, 감염관리와 관련된 기본적인 항목들, 예를 들면, 세면대의 위치와 숫자, 천정 타일의 종류, 바닥과 벽 표면의 종류 등을 만들어 하나하나 검토하여 표시하도록 하는 것이 좋다. 감염관리 요원은 또한 직접 공사현장을 방문하여 인부들이 지침에 따라 제대로 일을 수

행하고 있는지 확인해야 한다.

다음은 건물의 신축 및 개량과 관련되어 중요한 감염증은 무엇이며, 감염관리 요원의 역할과 감염관리 방법 및 효과 등에 대하여 알아보기로 하겠다.

### 건물 신축 및 개량과 관련된 감염

일반적으로 공기 시스템을 통한 원내 병원균의 전파는 잘 일어나지 않지만, 결핵, *Legionella*, 대상포진 바이러스, 그리고 *Aspergillus* 등이 면역이 감소된 환자에서 심각한 질병을 일으킬 수 있다. 그동안 보고된 건축관련 감염 유

Table 1. Construction-Related *Aspergillus* Outbreaks in Hospitals

Reference	Risk Factors	Cause of Outbreak	Reservoir	No. of Cases	No. of Deaths	Organism
7	Hematologic malignancy High-dose corticosteroid therapy Carcinoma	Renovation	Construction site	11	11	<i>A. flavus</i> <i>A. fumigatus</i> <i>A. niger</i> <i>Aspergillus</i> spp.
8	Renal transplant	Renovation	Spores on dust from false ceiling tiles above transplant unit	3	1	<i>A. fumigatus</i> <i>Aspergillus</i> spp.
9	Hematologic malignancies	Major construction Interior renovation	Excessive dust from demolition, modification of HVAC system, relocation of interior walls Construction traffic	5	5	<i>Aspergillus</i> <i>Zygomycetes</i>
10	Premature infants	Renovation of special care unit	Mold on dust from a false ceiling	2	2	<i>Aspergillus</i> <i>Zygomycetes</i> <i>Rhizopus indicus</i>
11	Lung carcinoma COPD Bacterial pneumonia	Construction	Defective ventilation and air filtration	22	1	<i>A. flavus</i>

(Modified from Carter *et al.*, 1997)

Abbreviations : HVAC, heating, ventilation, and air conditioning

Table 2. Construction-Related *Legionella* Outbreaks in Hospitals

Reference	Risk Factors	Cause of Outbreak	Mode of Transmission	Reservoir	No. of Cases	No. of Deaths
12	Compromised immunity Malignancy Renal transplant	Major construction	Airborne	External hospital environment Potable water	49	15
13	Sleeping by open window Proximity to excavation Grounds privileges	Construction Installation of lawn sprinkling system	Airborne	Soil	81	12
14	Myelodysplasia Neutropenia Steroids	Major construction	Potable water	Water supply pipe	2	2

(Modified from Carter *et al.*, 1997)

행 중 가장 흔한 것은 *Aspergillus*가 포함된 먼지를 흡입하여 질환이 발병한 경우이다. 이들 포자들은 내화재료나 절연물질 등에 살고 있으며, 컴퓨터 케이블이나 도관을 설치하는 것과 같은 작은 공사에서도 노출될 수 있으나, 주로 건물 신축이나 철거 등과 같은 대공사에서 공기가 오염되는 경우에 감염 유행이 나타나게 된다. *Aspergillus* 포자가 일단 한 번 공기를 오염시키면 오랫동안 병원 공기를 떠다니게 되며, 고위험 환자들이 이 오염된 공기를 흡입하게 되면 폐감염을 일으키게 된다(1~3). 다음은 그동안 보고되었던 건축관련 *Aspergillus*와 *Legionella* 감염 유행의 예이다 (Table 1, Table 2).

이외에도 신생아 중환자실 근처에서 병원 개량 공사가 진행되는 동안 미숙아에서 원발성 표재성 aspergillosis (primary cutaneous aspergillosis, PCA)가 발생된 예도 있었으며(4), 혈액 병동 근처의 개량 공사 동안 다수의 백혈병 환자에서 *Scedosporium prolificans*라는 진균 감염증이 보고된 예도 있었다(5).

## 건물 신축과 개량시의 감염을 최소화하기 위한 일반 사항

### 1. 흡과 먼지의 조절

건물 신축과 개량은 미생물을 운반할 수 있는 수많은 먼지와 입자들을 만들어 내며, 대표적인 예가 병원 건축에서 많은 수의 *Aspergillus* 포자가 퍼지는 것이다. 따라서 감염관리 요원은 다른 스텝과 협조하여 흡과 먼지들이 무균 시설이나 장비들을 오염시키지 않도록 해야한다.

원내 감염의 위험을 감소시키기 위하여 공사 현장은 흡과 먼지가 퍼지지 않도록 울타리 등으로 환자진료구역과 약국 및 중앙 무균 공급실 등과 분리되어야 한다. 그밖에 먼지, 흙, 병원균 등의 확산을 제한하는 방법으로는 다음과 같은 방법들이 있다.

- ① *Aspergillus*나 다른 진균(예, histoplasmosis) 감염의 위험을 줄이기 위해 겨울철에 공사계획을 잡는다.
- ② 공사기간 중 주위 환경을 수시로 청소한다.
- ③ 공사현장 출입문 바깥 쪽에 먼지를 흡착시

킬 수 있는 바닥 흡착포를 끈다.

- ④ 공사현장 바로 바깥 쪽에는 수시로 물걸레로 닦는다.
- ⑤ 카페트가 깔린 부위는 HEPA (high-efficiency particulate air)-filtered 진공청소기로 수시로 청소한다.
- ⑥ 공사가 끝나면 카페트를 세탁한다.
- ⑦ 공사 잔여물들을 운반할 경우에는 축축한 시트를 이용하여 단단히 덮어서 운반한다.
- ⑧ 공사 잔여물들은 모아두지 말고 즉시 버리도록 한다.
- ⑨ 1층 이상에서 공사를 하는 경우 잔여물들은 창문을 통해서 버리도록 한다.
- ⑩ 환자 진료구역을 통하여 잔여물들을 운반하지 말아야 한다.
- ⑪ 공사를 위해 제한된 출입구를 통하여 정규 시간 이후에 잔여물들을 버리도록 한다.
- ⑫ 인부들이 사용하는 출입구, 승강기, 복도 등을 지정해줘야 하며, 환자, 방문객, 의료종사자들이 같이 사용하지 않도록 해야 한다.

## 2. 통로

병원에서의 먼지를 줄이고 감염 인자에 노출되는 위험을 줄이기 위하여, 환자, 방문객, 그리고 의료진들은 다른 통로를 이용하여 다녀야 한다. 따라서 감염관리 요원은 공사가 시작되기 전에 적절한 우회로를 확보해야 한다. 만약 공사가 수술실 내에서나 근처에서 진행되는 경우에는 오염되지 않도록 장소를 옮겨야 한다.

공사가 시작되기 전에 감염관리 요원은 공사에 영향을 받는 과의 스태프들을 도와 여러 가지 공급물품이나 장비들이 오염되지 않고 이동할 수 있는 통로를 확보하도록 해야 한다. 또한 불필요한 오염을 방지하기 위하여, 공급물품이나 장비들은 밀폐된 용기를 이용하여 운반하는 것이 좋다. 그러나 실제로 수술실, 분만실, 약국,

육아실, 실험실 등과 같은 중요한 구역들의 연결 통로를 감염관리 조건에 맞도록 쉽게 변경할 수 없는 경우가 많은데, 이럴 경우에는 가능하면 정규 근무 시간이 끝난 후나 주말에 공사를 진행하는 것이 바람직하다. 그래도 감염관리 요구조건에 만족하지 못하는 경우에는 자리를 옮기거나 임시로 폐쇄할 필요도 있다.

## 3. 보관 장소

공사를 시작하기 전에 감염관리 요원은 장비와 물품을 보관할 장소를 명시해 주어야 한다. 임시 보관 장소는 물품의 유효기간 등을 쉽게 확인할 수 있어야 하고, 깨끗한 것과 더러운 것을 구분해야 한다. 또한 적당한 온도와 습도 등을 유지하고 쥐가 없도록 해야 한다. 임시 보관 장소에 있었던 정맥주사 세트나 약품, 무균 포장지 등이 *Aspergillus*에 오염되어 감염 유행이 일어났던 예도 있다[6].

## 건물 신축과 개량시의 주요 감염관리

### 1. 공기 조절 시스템

일반적으로 공기조절 장치는 병원균을 전파시키지는 않지만 때로 결핵, *Aspergillus species*, *Legionella pneumophila*, 그리고 대상포진 바이러스 등을 전파시킬 수 있다. 또한 공기조절 장치가 이상이 있어 습도가 높아지거나 환기가 적절하게 이루어지지 못할 경우에는 벽, 천정, 통풍구 등에서 물이 생겨 무균 물품이나 깨끗한 표면에 물방울을 떨어뜨릴 수 있다. 따라서 감염관리 요원은 신축 혹은 개량되는 건물에 공기조절 장치가 감염관리 요구조건에 맞는지 확인해야 한다.

감염관리 요원과 전기 기술자는 사전에 공기조절 장치가 적절하게 공기를 교환할 수 있는지 확인해야 하는데, 예를 들면, 일반 병실인 경우에는 최소한 1시간에 2번 정도 공기 교환이 이

루어져야 하고, 수술실의 경우에는 1시간에 15회 정도의 공기 교환이 이루어져야 한다. 미국 질병관리센터(CDC)에서는 호흡기 격리실의 경우에는 1시간에 12회의 공기 교환을 요구하고 있으며, 교환된 공기는 직접 외부로, 혹은 재순환 되기 전에 HEPA filter를 거치도록 요구하고 있다[1~3].

또한 공기 흡입구의 위치가 적당한지도 확인해야 하는데, 흡입구는 배출구와 적어도 8m 정도의 간격을 두어야 하며, 땅바닥에서 적어도 2m 이상 높이에 위치하거나 천정보다 1m 이상 높이에 위치해야 한다. 또한 감염관리 요원과 전기 기술자는 오염된 공기가 안전하게 배출되는지 환기 장치의 설계와 작동을 평가해야 한다.

공사가 이루어지는 동안에는 공사 구간의 통풍판이나 공기 흡입구들을 폐쇄하여 다량의 먼지가 공기조절 장치내로 유입되지 못하도록 해야 한다. 또한 기술자는 송강기 통로를 통해서도 먼지나 연기가 들어오지 못하도록 해야 한다. 특히 면역억제 환자를 다루는 구역에서는 HEPA filter를 설치하여 공기중에 있는 특수한 입자나 미생물들을 줄여야 한다. HEPA filter는 놓는 위치도 중요한데, 수술실에서 HEPA filter를 뒤쪽에 놓아서 수술창상 감염의 유행이 일어난 예도 있었다.

특히 악성종양 환자, 골수이식이나 장기이식을 받은 환자, 그리고 조산아 등과 같은 면역억제된 환자를 다루는 구역에서의 주의사항들을 보면 다음과 같다.

- ① 큰 공사를 하는 경우에는 위에서 언급한 대로 공사구간을 차단해야 하며, 이중 문을 이용하여 안쪽은 음압을 유지하도록 해야 한다.
- ② 작은 공사라고 하더라도 천장을 뜯는 공사인 경우에는 칸막이를 바닥에서 천장까지 닿도록 쳐야 하며 공사부분을 완전히 차단하고 테이프로 바닥, 천정, 측면 부위를 완

전히 밀폐해야 한다.

- ③ 만일 인부들이 환자 진료구역으로 지나가야 하는 경우에는 몸과 옷에 묻은 먼지를 완전히 제거하고 가운, 신발 덮개, 모자 등을 착용해야 한다.
- ④ 공사 규모가 작은 경우에 짐수레 등은 깨끗하게 유지해야 하며 울타리 출구쪽에 두는 것이 좋다. 공사 규모가 큰 경우에는 공사가 끝날 때까지 짐수레나 장비들은 울타리 안쪽에 두는 것이 좋다.
- ⑤ 울타리 안쪽 공사구간은 공사가 끝난후 울타리를 제거하기 전에 진공 청소기로 깨끗하게 청소해야 한다.

그외에도 휴대용 HEPA filter를 이용하여 면역억제 환자들이 있는 병실의 공기의 질을 향상시킬 수 있다. 만약 공사구역 주위의 공기를 깨끗하게 유지할 수 없는 경우에는 면역억제 환자들은 임시로 다른 구역으로 옮기는 것이 좋으며, 응급상황이 아닌 이상 신환은 입원시키지 않는 것이 좋다.

## 2. 격리실

감염관리 요원은 격리실의 숫자, 형태, 위치 등이 적당한지 확인해야 하며, 일반 병실을 격리실 조건에 맞도록 다시 수정하는 것은 비용이 많이 들기 때문에 가능하면 설계 단계에서 격리실에 대한 평가를 하는 것이 좋다. 통상적으로, 배 30병상 당 하나의 격리 병상이 있어야 하며, 소아 영역에서는 성인보다 격리를 필요로 하는 호흡기나 장관 감염이 더 흔하므로 더 많은 격리실이 요구된다. 소아 영역에서 격리를 필요로 하는 환자들의 숫자는 환자의 나이와 계절에 따라서 변한다. 호흡기 질환이 아닌 환자에서의 격리실은 특별한 시설을 필요로 하지는 않으며 손을 씻을 수 있는 세면대가 있으면 된다.

감염관리 요원은 호흡기 격리실의 숫자와 위치가 적절한지 확인해야 한다. 특히 결핵 환자,

수막구균성 수막염 환자, 혹은 varicella 환자 등은 응급실, 회복실, 그리고 외래에서 자주 보게 되므로 이 지역에 적절한 격리실이 있는 것이 효과적일 수 있다. 게다가, 기관지경 검사나 aerosolized pentamidine 치료를 하는 경우와 같이 고위험 시술들을 시행하는 방들은 음압 상태를 유지하거나, 양압과 음압을 자유롭게 조절할 수 있는 환기 장치가 있어야 한다. 음압을 유지할 수 있도록 설치된 방은 공기의 흐름을 매일 확인하여 실제로 음압이 유지되는지 확인해야 하며, 음압이 유지될 수 있도록 항상 문을 닫아 놓아야 한다.

### 3. 손씻기 시설

각각의 환자 진료실, 검사실, 처치실, 그리고 화장실 등은 적어도 하나의 세면대가 있어야 하며 가능하면 출입구 주위에 있는 것이 좋다. 가능하면 물이 바깥으로 튀지 않도록 세면대가 커야 한다. 또한 모든 세면대는 사용하기 편한 위치에 비누와 종이 타월을 놓도록 해야 한다. 휴지통도 세면대 옆에 두어서 사용한 종이 타월을 버릴 수 있도록 한다. 수량을 조절하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 손으로 조절하는 방법은 비용은 가장 적게 들지만 적절하지 않은 구역들이 있으며, 발이나 무릎 또는 전자 감지 장치를 이용하여 수량을 조절하는 방법 등은 수술실, 격리실, 중환자실 등에서 손으로 만지지 않고 손을 씻을 수 있어서 유용하지만 비용이 많이 들게 된다. 따라서 감염관리 요원은 위치나 목적 등에 따라 가장 적절한 장비들을 선택해야 한다.

### 4. 급수와 수도관

공사 도중 의도적으로 혹은 사고로 병원의 물 공급이 중단되는 경우가 종종 있다. 따라서 병원 측은 물 공급이 중단되거나 오염되었을 경우를 대비한 응급 급수 계획 등을 마련해 놓아야 한다. 물은 감염 관리에 있어서 매우 중요한 부분

이고 오염될 경우 병원균을 쉽게 퍼뜨릴 수 있기 때문에 감염관리 요원이 급수 계획을 세우는 데 도움을 주어야 한다. 예를 들면, 비누와 물로 손을 씻는 대신 알코올을 이용해서 손을 소독하거나, 음식물은 1회용 접시를 이용해서 취급하는 것 등이다. 또한 우물 물을 이용할 수 있는데, 수술실 등에서 우물 물을 사용하기 위해서는 수도관 시설을 따로 갖고 있어야 한다. 그러나 우물을 갖고있지 않은 병원은 다른 방법을 강구해야 하는데, 단기간 동안만 단수가 되는 경우는 미리 커다란 플라스틱 용기에 물을 저장해 놓고 사용할 수 있으나, 장기간 동안 단수가 되는 경우에는 물공급 회사 등을 통하여 통에 담긴 물을 공급받도록 해야 한다. 또한 물 사용이 비교적 적은 저녁 시간이나 야간, 주말 등에 물이 중단되는 공사를 진행하는 것도 한 방법이다.

### 5. 개인 보호장비를 위한 공간

각 병실과 치료실에는 장갑과 같은 개인 보호장비를 저장할 수 있는 용기가 있어야 한다. 뿐만 아니라 바늘과 같은 날카로운 물건을 사용한 사람이 한 손으로 처리할 수 있는 용기가 비치되어 있어야 한다. 이와같은 용기를 벽에 고정시킬 경우에는 키에 상관없이 안전하게 버릴 수 있는 높이에 설치해야 한다. 공기를 통한 질환의 전파에 대한 예방조치를 하고 있는 병실 바깥쪽에는 의료진들이 사용하는 마스크 등을 보관할 수 있는 플라스틱 유리 상자를 설치해 놓아야 한다.

### 6. 오물

감염관리 요원은 병실, 진료실, 검사실 등에서 소변이나 대변 등을 어떻게 처리해야 할 지도 도와줘야 한다. 각 오물 처리실에는 손을 씻기 위한 세면대가 따로 있어야 한다.

### 7. 마무리

① 일반사항: 설계 단계에서 감염관리 요원은

임상의사들과 건축가와 함께 바닥, 벽면, 천정 타일 등 마감재의 선택에 대해 상의해야 한다. 예를 들면, 바닥은 카펫 혹은 비닐로 할 것인지, 벽면은 페인트 혹은 비닐로 할 것인지, 등을 결정해야 한다. 이상적인 마감재는 씻을 수 있고 청소하기 편리한 것이어야 한다. 구멍이 있거나 직물로 된 재질은 청소하기가 곤란하여 세균이나 곰팡이가 잘 자랄 수 있다. 또한 마감재는 내구성이 강하고 연마용제 등으로 반복해서 청소해도 견딜 수 있어야 한다. 그리고 가능하면 틈새를 적게 하여 청소하기 편하게 해야 한다.

② 천정: 천정 타일은 구역에 따라 적절한 것으로 선택해야 한다. 음향조절 타일은 복도, 대기실, 그리고 병실 등에 사용될 수 있으나, 음향조절 타일이 습기가 차면 곰팡이나 세균이 자랄 수 있으므로 처치실 등과 같이 물이 될 수 있는 위험이 있는 곳에서는 금속성의 flat-pan 타일을 사용해야 한다. 금속성 flat-pan 타일은 수술실, 분만실, 중환자실, 그리고 중앙 무균 공급실 등과 같이 환자나 무균 공급물품 등에 먼지 입자가 떨어지지 않아야 하는 곳에서 사용되어야 한다. 구멍이 있는 flat-pan 천정타일은 laminar flow를 요구하는 곳에서 공기교환이 잘 이루어지도록 하기위해 사용될 수 있다.

③ 바닥: 비닐 바닥재는 카펫에 비해 유지하기 쉽고 내구성이 좋다. 카펫은 유지하기 위한 비용이 비닐 바닥재보다 많이 소요되는데, 청소하기가 쉽지 않고 청소하기 위한 특수 장비가 필요하기 때문이다. 특히 격리실, 수술실, 중환자실, 주방, 검사실, 부검실, 투석실, 그리고 바닥이 쉽게 젖거나 오물이 묻기 쉬운 곳에서는 비닐 바닥재를 사용해야 한다. 최근 카펫을 바닥재로 사용하는 병원이 점점 많아지고 있는데, 설치, 공기 오염, 청소, 유지 등의 많은 문제점을 갖고 있다. 병원에서 사용되는 카펫은 방수막이 있어야 하며, 필요에 따라 세균이나 곰팡이가 자랄수 없도록 항균제 처리를 해야 한다. 일부

병원에서는 카펫이나 카펫트를 설치하는데 사용되는 접착물질 등으로 인해 감기유사 증상이나 알러지 증상 등이 나타날 수 있기 때문에 카펫트를 싫어하기도 한다. 그러나 카펫나 접착물질과 이런 질환들과의 관련성은 입증되지 않았다. 또한 비록 카펫트가 미생물들을 갖고있을 수는 있어도 병원감염을 증가시킨다는 증거는 아직 없다.

④ 벽: 벽면은 씻을 수 있어야 한다. 벽 마감재는 미적인 면 뿐만 아니라 벽 보호, 오물 보호, 그리고 독성 등을 고려하여 선택해야 한다. 수술실이나 심도자 검사실 등과 같이 혈액이나 체액이 벽에 잘 될 수 있는 곳에서는 비닐과 같이 잘 묻지 않고 청소하기 쉬운 재료가 좋다. 수도관 시설 주위의 벽 마감재는 부드럽고 내수성이 있어야 한다. 벽 아래와 바닥 사이에는 틈새가 없어야 하며 틈이 있을 경우에는 해충이나 곤충들이 들어오지 못하도록 견고하게 밀폐해야 한다. 샤워실은 시멘트에 타일을 붙이거나, 곰팡이가 자라지 못하도록 하는 방수 시트 위에 타일을 붙여야 한다. 세라믹 타일벽은 방수 밀폐제로 처리할 수 있는데, 비싸긴 하지만 장기간의 비용-효과 면을 고려하면 오히려 좋다.

## 8. 최종 점검

공사가 끝난 후에 감염관리 요원은 요구대로 되었는지 직접 확인해야 한다. 감염관리 요원은 다음의 순서로 확인하는 것이 좋다.

- ① 비누 받침, 수건 걸이, 바늘 버리는 용기, 휴지통 등의 위치를 확인한다.
- ② 적절한 바닥, 천정 타일, 벽 마감재가 사용되었는지 확인한다.
- ③ 처치실, 주방, 다용도실 등이 바닥을 닦을 수 있고 세면대에 물튀김 방지가 되어있는지 확인한다.
- ④ 물의 압력과 배수 체계를 확인한다.
- ⑤ Legionella 감염 위험을 감소시키기 위하여

Table 3. Efficacy of Environmental Control Measures

Method of control	No. of samples	Mean no. of spores/m <sup>3</sup> ± SE
Airtight construction barriers*		
Location		
Directly inside barrier	19	4.2 ± 0.4
Directly outside barrier	19	1.0 ± 0.3
Portable HEPA filters in patient rooms <sup>b</sup>		
Location		
Inside rooms	38	0.008 ± 0.003
Outside rooms	38	1.7 ± 0.2
Copper-8-quinolinolate in special care areas <sup>c</sup>		
Time period		
Before application	47	4.9 ± 1.5
After application	47	0.1 ± 0.1

(Modified from Opal *et al.*, 1986)

\* p=0.00036 by Mann-Whitney U test.

<sup>b</sup> p=0.025. <sup>c</sup> p=0.00005.

환자가 입원하기 전 수도꼭지 물을 틀어야 한다.

- ⑥ 음압을 유지하는 병실의 경우 공기의 흐름을 평가해야 하며, 압력을 측정하는 모니터가 제 위치에 있는지, 제대로 기능을 하는지 확인해야 한다.
- ⑦ 공기의 흡입구와 배출구의 위치를 확인해야 한다.
- ⑧ 울타리를 제거한 후 먼지가 충분히 가라앉았는지 확인하기 위해 1주일 정도 관찰해야 한다.
- ⑨ 곤충과 쥐가 있는지 확인해야 한다.

그 외에도 골수이식 병동이나 수술실 등은 공기를 채취하여 오염 여부를 확인해야 한다. 환기 시스템을 작동시켜 놓고 여러 군데에 30분~1시간 정도 침전판을 설치해 놓은 후 이 침전판에서 병원균이 자라는지 확인하는 것도 환기 시스템이 적절히 작동하는지 확인하는 방법이다. 공인된 기술자로 하여금 laminar air flow의 효과를 평가하도록 해야 한다.

### 건축과 관련된 감염증에서 감염관리의 효과

Opal 등(7)은 건축 공사를 하기 전, 공사 기간 동안 감염관리를 하기 전, 후 등 3기간으로 나누어 *Aspergillus* 감염률을 비교하였으며, 공기를 채취하여 포자의 숫자를 비교하였다. 총 5년간의 연구 기간 동안 *Aspergillus*에 감염된 예는 공사 전에는 4명이었으나 공사 기간중 감염관리를 하지 않았던 기간 중에는 11명의 환자가 발생하였고, 감염관리 중재가 있는 후에는 1명의 환자밖에 발생하지 않았다. 공사가 시작된 후 감염관리 중재가 있기 전까지 발생한 11명의 환자 중 7명은 혈액종양 환자였으며 3명은 면역억제제를 투여받고 있었고 1명은 암 환자로, 모두 면역상태가 저하된 환자들이었다. 또한 각각의 감염관리 방법에 따른 진균 포자의 숫자를 비교해 보면 Table 3과 같다.

Loo 등(3)은 건축과 관련된 혈액종양 병동의 병원 감염성 *Aspergillosis*의 발생이, 건축이 시작되기 이전에는 호중구 감소 1000일당 3.18건 이었으나 건축이 진행되는 동안에는 9.88건으로 증가되는 것을 관찰하였으며, 감염관리 중



Table 4. Effects of Infection Control on Nosocomial Aspergillosis

Period	No. of Cases	Neutropenic Days	Incidence Density /1000 Neutropenic Days	Incidence Density Ratio
Preconstruction	4	1,258	3.18	
Construction without infection control	28	2,832	9.88	3.11*
Ongoing construction and infection control	4	1,374	2.91	0.92* 0.29 <sup>#</sup>

(Modified from Loo *et al.*, 1996)

\* Compare to Preconstruction period

<sup>#</sup> Compare to 'Construction without infection control' period

재를 시행한 후 다시 2.91건으로 감소되는 것을 확인하여, 건축과 관련된 Aspergillus 감염에서 감염관리가 얼마나 중요한 역할을 하는지 입증하였다 (Table 4). 특히 HEPA filter는 0.3 $\mu$ m 크기의 입자를 99.97%까지 제거할 수 있기 때문에 이론적으로는 거의 모든 진균 포자를 제거할 수 있어 병원 감염성 Aspergillosis에 있어서 가장 핵심적인 역할을 하며, 따라서 과립구 감소증 환자나 심한 면역억제 상태의 환자를 관리하는 병동은 반드시 HEPA filter를 설치해야 하고 시간당 12~22회 정도로 내부 공기를 교환해야 한다고 하였다.

## 결 론

건물의 신축과 개량은 감염관리 요원들을 곤란하게 만든다. 많은 병원에서 건물의 신축과 개량 계획에서 감염관리 요원의 도움을 필요로 하는데, 이와같은 계획에서 감염관리 요원의 역할은, 입원한 환자들의 다양성과 면역억제 상태가 증가할수록, 증가될 것으로 생각된다. 이와같이 건물의 신축이나 개량에서 감염관리와 관련되어 많은 시간과 노력들이 요구되기는 하지만, 사전에 투자한 시간과 노력들이 장기간의 안목에서 볼 때 결국은 시간과 비용을 줄이고 환자와 의료

진들의 생명을 보호하는 길이라는 것을 인식해야만 한다. 또한 감염관리 요원의 가장 우선적인 목표는 병원감염을 예방하고 환자, 방문객, 그리고 의료진들이 감염성 인자에 불필요하게 노출되는 것을 방지하는 것이므로, 예산상의 문제가 있더라도 이 점을 가장 먼저 고려해야 한다.

## 참 고 문 헌

1. Carter CD, Barr BA. Infection control issues in construction and renovation. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997;18:587-596
2. Finkelstein LE, Mendelson MH. Infection control challenges during hospital renovation. *Infect Control* 1997;97:60-61
3. Loo VG, Bertrand C, Dixon C, Vitye D, DeSalis B, McLean A, Brox A, Robson HG. Control of construction-associated nosocomial aspergillosis in an antiquated hematology unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996; 17:360-364
4. Papouli M, Roilides E, Bibashi E, Andreou A. Primary cutaneous aspergillosis in neonates: case report and review. *Clin Infect Dis* 1996;22:1102-1104
5. Alvarez M, Ponga BL, Rayon C, Gala JG, Porto MCR, Gonzalez M, et al. Nosocomial outbreak

- caused by *Scedosporium prolificans* (inflatum): Four fatal cases in leukemic patients. *J Clin Microbiol* 1995;33:3290-3295
6. Bryce EA, Walker M, Scharf S, Lim AT, Walsh A, Sharp N, Smith JA. An outbreak of cutaneous aspergillosis in a tertiary-care hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;17:170-172
  7. Opal SM, Asp AA, Cannady PB Jr, Morse PL, Burton IJ, Hammer PG. Efficacy of infection control measures during a nosocomial outbreak of disseminated Aspergillosis associated with hospital construction. *J Infect Dis* 1986;153:634-637
  8. Arnow PM, Andersen RL, Mainous D, Smith EJ. Pulmonary Aspergillosis during hospital renovation. *Am Rev Respir Dis* 1978;118:49-53
  9. Weems JJ Jr, Davis BJ, Tablan OC, Kaufman L, Martone WJ. Construction activity: an independent risk factor for invasive aspergillosis and zygomycosis in patients with hematologic malignancy. *Infect Control* 1987;8:71-75
  10. Krasinski K, Hiltzman RS, Hanna B. Nosocomial fungal infection during hospital renovation. *Infect Control* 1985;6:278-282
  11. Sarubbi FA, Kopf HB, Wilson MB, McGinnis MR, Rutala WA. Increased recovery of *Aspergillus flavus* from respiratory specimens during hospital construction. *Am Rev Respir Dis* 1982;125:33-38
  12. Haley CE, Cohen ML, Halter J, Meyer RD. Nosocomial Legionnaires' disease: a continuing common-source epidemic at Wadsworth Medical Center. *Ann Intern Med* 1979;90:583-586
  13. Thacker SB, Bennett JV, Tsai TF. An outbreak in 1965 of severe respiratory illness caused by the Legionnaires' disease bacterium. *J Infect Dis* 1978;138:512-519
  14. Mermel LA, Josephson SL, Giorgio CH, Dempsey J, Parenteau S. Association of Legionnaires' disease with construction: Contamination of potable water?. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1995;16:76-81