

병원의 공기 조화 설비

김 광 태
한일엠이씨 / 설계팀장

1. 머리말

병원 내에는 여러 종류의 환자로부터 발생한 다양한 병원균이 존재하며 동시에 이러한 병원균에 대한 저항력이 약한 환자가 밀집해 있기 때문에 건강한 실내 공기환경을 유지하는 것이 매우 중요하다. 다른 일반 건물과 달리 병원 건물이 갖는 여러 가지 특성 때문에 병원의 공기조화 설비도 일반 사무소 건물이나 공업용 클린룸 설비와 다른 여러 가지 특성을 갖는다. 여기서는 그 동안의 병원 공조설비에 대한 실무적인 경험을 바탕으로 병원용 공기조화 설비의 설계에 필요한 사항들을 요약해 보고자 한다. 우선 병원 내에서의 온습도와 공기청정도 등의 실내환경 조건과 공조 및 환기계통을 포함하는 병원 각 실의 공조방식에 관하여 설명하고 마지막으로 병원 공조에 의한 원내 감염 사례 몇가지를 소개하고자 한다.

2. 병원에서의 공기 조화의 필요성

① 수술실, 분만실, 회복실 등에서는 의사, 환자도 신경이 예민하게 되어 실내 환경이 주는 영향이 크므로, 공기의 청정화가 필요하다.

② 병원에는 병원균이 많고, 저항력이 약한 환자가 있으므로 공기의 흐름을 바르게 인도하여 오염 공기를 배제하고 공기 오염을 일으키지 않기 위한 공조, 환기 설비가 필요하다.

③ 각종 검사실과 X선실 같이 창을 개폐할 수 없는 밀폐된 실내에서의 근무, 치료하는 사람을 위한 공조, 환기 설비가 필요하다.

④ 환자가 생활하는 병실에 대해서는 공조로 쾌적한 환경을 만들어 치료 효과를 극대화한다.

⑤ 병원내의 의사, 직원, 환자 등이 쾌적한 환경에서 치료와 작업의 능률을 향상시킨다.

⑥ 도시 공해로 인한 소음, 유독 가스 등에 의해 창의 개폐가 불가능하게 되어 공조, 환기 설비가 필요하다.

⑦ 건물이 고층화하여 실이 높아져 자연 통풍이 불가능하게 되어서 공조, 환기 설비가 필요하다.

3. 실내 환경

실내·실의 환경 조정에는 여러 요소가 있고 이것이 모두 단독 처리되는 것이 아니라 각 요소가 서로 관련되어 있다. 공기 조화 설비에 있어 취급하는 실내 환경의 모든 요소는 다음과 같다.

- 온도-냉각, 가열에 의한 제어
- 습도-가습, 감습에 의한 제어
- 기류-급배기에 의한 실내 기류의 제어
- 먼지-집진 장치에 의한 제거
- 세균-멸균 장치에 의한 제거
- 냄새-탈취 필터 등에 의한 제거
- 소음-장치에서 발생하는 소음의 제어
- 유독 가스-실내·실외 공기 중의 유독 가스 제거·배기

병원의 공조를 계획함에 있어 온·습도 제어는 물론이고 특히 실내의 먼지, 세균의 처리는 충분히 고려한다. 병원 특유의 약품류 냄새를 제거하는 것은 병원 전체의 환경 조정에 큰 역할을 한다. 기타 기류, 소음, 유독 가스 등도 충분히 고려한다.

4. 실내 온·습도

병원의 각 실은 사용 목적이 다양하므로 실내 온·습도를 정하는 경우 신중하게 고려한다. 일반 공조에서 실내 온·습도의 표준은 여름철은 건구 온도 26~27℃, 습도 50%, 겨울철은 건구 온도 21~22℃, 습도 40% 이다. 병

원은 일반 공조 조건을 기준으로 하고, 병원에서 하는 특수 목적과 조건을 고려하여 적절한 온·습도조건을 결정한다. 외기 설계용 온·습도 조건은 표 1에 실내 온·습도 조건의 예를 표시한다. 단, 겨울철 조건은 주간 사용 건물에 대한 것이므로 24시간 난방을 하는 계통, 야간에 급히 사용하는 실 등은 2~3℃ 낮은 온도를 외기 설계온도로 해야 한다.

5. 실내의 환기

공조를 하는 실내에 급기되는 외기량은 일반 사무소 건물은 약 2회/h 또는, 바닥 면적 1m² 당 4~5m³/h 정도이지만 병원의 경우는 다양한 조건에 따라 충분한 환기가 필요하기 때문에 많은 양의 신선한 공기가 필요하며 수술실과 같이 전외기를 필요로 하는 실도 있다. 공조를 하지 않는 실에 대해 병원은 환기를 하는 경우가 많다. 또 건물내의 환기 오염을 방지하기 위해 배기가 필요한 장소가 많고 상호간에 섞이지 않도록 독립 계통으로 해야만 한다. 환기 때문에 오염된 공기가 다른 곳으로 확산되는 일이 발생하지 않도록 한다. (표 2)

6. 공조 계통 구분

사용 목적, 열부하의 상황, 관리상의 형편 등에 의해 공조 계통 구분을 한다. 특히, 병원의 경우는 다음과 같은 조건의 검토를 필요로 한다.

표 1. 병원내 각 실의 온·습도 조건

실 명	여 름 철		겨 울 철		외기 도입량	실내압
	온 도 ℃	습 도 %	온 도 ℃	습 도 %		
외래 진료 부문						
진찰실	26	50	23	40~45	25%	정압
외래 검사실	26	50	23	40~45	25%	정압
외래 처치실	26	50	23	40~45	25%	정압
대합, 홀	26	50	21	45	25%	정압
관리 사무 부문						
일반 사무실	26	50	21~22	45	20~25m ³ /h·인	균형
회의실	26	50	21~22	45	20~25m ³ /h·인	균형
의국	26	50	22	45	20~25m ³ /h·인	균형
진찰 부문						
병실	26	50	22~23	45~50	25%	정압
간호사 대기실	26	50	22~23	45~50	25%	균형
처치실	26	50	22~23	45~50	25%	부압
검사, 실험 부문						
기재 준비실	25	50	22	50~55	100%	정압
소독실	25	50	22	50~55	100%	정압
마취실	23~25	55~60	23	50~55	100%	정압
수술실	25	55~60	24~26	50~55	100%	정압
회복실	25	55~60	25	50~55	100%	정압
분만실	26	55~60	24~25	50~55	100%	정압
신생아실	26	55~60	24	50~55	100%	정압
미숙아실	26	55~60	24~25	50~55	100%	정압
X선실	26	50	23	50~45	25%	균형
약국	27	50	23	50~45	25%	정압
시체안치실	25	50	21	50~30	25%	부압
영안실	25	50	21	50~40	25%	부압
일반 실험실	26	50~60	22	45~50	25%	부압
암실		50	22	45~50	25%	균형
세균 실험실	10~26	40~70	10~22	40~70	100%	부압
전염병동						
전염병실	26	50	23	45~50	100%	부압
전염병 진료실	26	50	23	45~50	100%	부압
전염병 처치실	26	50	23	45~50	100%	부압
격리병실	26	50	23	45~50	100%	부압
서비스 부문						
종업원 대기실	26	50	21~22	45	20~25m ³ /h·인	평균
직원 편의실	26	50	21~22	45	20~25m ³ /h·인	균형
런넨 창고	26	50	21	45	20~25m ³ /h·인	균형
매 점	26	50	21	45	20~25m ³ /h·인	균형

표 2. 각 실의 압력 관계와 환기량

구 분	인접실에 대한 압력	최소 외기량 (회/h)	최소 전풍량 (회/h)	전배기의 필요성	실내 유니트에 의한 재순환
수술실	P	5	25	임의	불가
구급 수술실	P	5	25	임의	불가
구급 진찰처리실	E	2	6	임의	임의
분만실	P	5	12	임의	불가
보육실	P	5	12	임의	불가
회복실	P	2	6	임의	불가
J C U	P	2	6	임의	불가
병실	E	2	2	임의	임의
병실 복도	E	2	4	임의	임의
격리실	E	2	6	있음	불가
동상 전실	E	2	10	있음	불가
진찰실	E	2	6	임의	임의
투약실	P	2	4	임의	임의
약국	P	2	4	임의	임의
처치실	E	2	6	임의	불가
X 선 투시실	N	2	6	있음	불가
X 선 처시실	E	2	6	임의	임의
물리 치료실, 수치료실	N	2	6	임의	임의
오염 작업실	N	2	10	있음	불가
청정 작업실	P	2	4	임의	임의
해부실	N	2	12	있음	불가
암실	N	2	10	있음	불가
사체안치실	-	임의	10	있음	불가
화장실	N	임의	10	있음	불가
Bed pen실	N	임의	10	있음	불가
욕실	N	임의	10	있음	불가
청소용구실	N	임의	10	있음	불가
멸균기구창고	N	임의	10	있음	불가
런넨슈트, 더스트슈트	N	임의	10	있음	불가
검사실(일반)	N	2	6	임의	임의
검사실(세균배양이식)	P	2	4	임의	불가
조리실	E	2	10	있음	불가
식기 세정실	N	임의	10	있음	불가
식품 창고	E	임의	2	임의	불가
세탁실(일반)	E	2	10	있음	불가
오염 런넨 선별실, 창고	N	임의	10	있음	불가
청정 런넨 창고	P	2	2	임의	임의
마취제 창고	E	임의	8	있음	불가
중앙 공급실					
-오염실	N	2	4	있음	불가
-청정 작업실	P	2	4	임의	임의
-未세균 공급창고	E	2	2	임의	임의

NOTE: P=정압, N=부압, E=동압

(1) 공기 청정화에 대한 요구도의 차이

수술실, 분만실, 육아실 등은 엄격한 공기 조화를 요구하므로 이러한 것에 부속한 실 등은 분리된 고도의 청정도와 전외기 방식에 의한 개별 계통으로 한다.

(2) 다른 구역간 공기의 혼합

같은 구역간의 공기 혼합이 예상되기 때문에, 공기를 재순환하는 것이 좋지 않은 실은 독립 배기 계통을 설치하여 실내를 부압으로 한다. 검사실, 시험실을 다른 구역과 같은 계통으로 하는 경우 또, 같은 검사실에 있어서도 세균 검사실 등은 독립 배기 계통이 필요하다.

(3) 다른 사용 시간

병원내의 각 부문에는 사용 시간이 다른 것이 일반적이지만 아래와 같은 사용 시간이 고려된다.

- 병동부(병실) 및 이와 관련된 서비스실-24시간 연속 사용.
- 수술실 및 그 부속실-수시 사용이 가능함
- 분만실, 구급실-수시 사용이 가능함 (야간포함)
- 육아실(신생아실, 미숙아실)-24시간 연속 사용
- 중앙 진료부(일반실), 구급 이외의 외래부-휴일 이외의 주간 사용(8시간)
- 관리부, 서비스부-휴일 이외의 주간 사용
- 적외선 분광기실, 동물 실험실 등의 특수실-24시간 연속 사용

7. 환기 계통 구분

공조 계통 구분의 급·배기와의 관련을 포함하여 충분히 검토해야만 한다.

(1) 교차하는 공기 오염

화장실, 탕비실 등은 동일한 계통으로 하는 것이 원칙이지만 환기시에는 혼합이 안되나 급기 또는 배기의 정지시에 덕트로 인하여 공기가 통할 우려가 있으므로 오염을 충분히 검토한 계통을 분리 한다. RI(방사선 동위 원소)를 사용하는 방의 급·배기는 독립 계통으로 한다. 세균실의 배기, 내식성 덕트를 필요로 하는 화학 검사실의 배기, 전염병실의 배기 등은 독립으로 한다.

(2) 에어 벨런싱

공조 계통과 환기 계통의 공기 공급, 배출의 양을 비교해서 조절해야 하며 야간에도 연속 운전하는 계통과 정지하는 계통이 있는 경우 양자의 균형을 유지하도록 한다.

8. 공기 오염

병원에는 외래 환자, 입원 환자, 면회자, 직원, 또, 식료품, 동물, 기자재 등에 의해서 병원균이 들어오고 병원내에서 인간에게 감염된다. 이것을 병원감염이라 하고 병원의 공조 설계에서 배려해야 할 최대 조건이다. 따라서 공기 조화 및 환기에서의 공기 경로는 충분히 검토해야만 한다.

강제적인 공기의 흐름을 만드는 경우에는 아

래와 같은 점에 주의한다.

① 공기는 오염이 적은 곳(또는, 오염을 적게 하려고 하는 곳)으로부터 오염이 보다 많은 곳에 흐를 수 있도록 한다.

② 발생하는 오염은 가능한 그 근처의 공기와 함께 흡입하여 배기한다.

건물 전체로 하는 공기 균형을 고려하고, 적당한 압력차에 의해 자연스러운 흐름이 생기도록 해야만 한다. 또, 전염병 격리실, 세균 연구실, 수술실과 같이 특별히 세균의 출입에 주의해야 하는 경우는 뚜렷한 압력차를 둘 필요가 있다. 이 경우에 주의해야 할 점은 실에 직접 급기와 배기가 있는 경우, 어느 것이 우선적으로 운전될 수 있는 가를 자동제어로 연결되도록 한다. 부압(정압)을 유지하는 실에는 배기(급기)가 흘러 들어가지 않는 장치를 설치한다.

9. 공기의 청정도

공기 여과기는 일반의 공조 장치에 있어서도 중요하지만 병원의 경우는 특별히 세균 입자의 여과 효율이 좋은 여과기가 있어야 한다. 병원은 각종의 냄새가 많고 또, 들어오는 외기가 최근에는 아황산가스와 일산화탄소에 오염되기도 하고 하천, 공장의 냄새와 섞여 들어 올 수도 있다.

저농도의 경우는 활성탄 필터가 적당하다. 이것을 사용하는 경우는 필요한 보통의 여과기를 탈취 필터 앞에 설치하여 먼지가 부착하지 않도록 한다. 공기를 재순환하는 경우 병원에서는 1.5kg/bed·년 정도가 소요되고 1~2년 정도를 주기로 재생 또는 신규 교체가 필요하다.

표 3. 세균 입자($1\mu\sim 5\mu$)에 따른 효율의 범위 및 적용 예

구 분	효율의 범위	공기 여과기 장치의 예	적용 실
초고성능	99.9% 이상	프리 필터와 건식 고성능 공기 여과기의 조합	수술실, 분만실, 세균 검사실, 동위 원소 치료기의 배기
고성능	90~99	프리 필터와 전기 집진기와 자동권취형의 조합 및 전기 집진기 또는 자동권취형과 매트형 그라스울 섬유 또는 나일론 섬유의 자동 권취형	수술실, 분만실, 진통실, 육아실, 회복실, 병실, 소독 공급 센터, 특별한 검사실
중성능	60~90	전기 집진기, 매트형 그라스울 섬유(여과면을 많게 한 것)과의 조합 매트형 그라스울 또는 나일론 섬유의 자동 권취형	병실, 진료실, 대합실, 각종 검사실, X선실, 적외선 분광기실, 동물실, 일반 관리실
보통 성능	10~60	매트형 나일론섬유 유니트 그라스울(지름 40μ)의 유니트 공기 청정기	교회, 유체 보관실, 욕실, 화장실의 급기

11. 병원 각 실의 공조

11.1 중앙 진료부

(1) 검사실

① 세균 검사실

실내에서 세균이 비산하지 않도록 하고 방에 유입되는 공기는 무균이어야 한다. 확실한 무균실이라 하면 클린룸(무진실)적으로 고려한 독립 계통의 급기는 고성능 여과기를 통과하고, 실내는 층류 기류가 되도록 전면 취출하고 전면 흡입하게 출구의 전실을 설계하지 않으면 안된다. 유해한 세균을 검사하는 것이므로 실내는 부압이 되도록 하고 배기 공기는 재순환하지 않도록 한다. 전염병균을 취급하는 경우는 안전 캐비닛 등이 요구되므로 배기는 살균해야 한다.

② 화학 실험실

부식성 가스를 취급하므로 화학 후드로부터 배기하는 공기가 많기 때문에 후드, 배기 덕트, 배풍기와 부식성으로 한다. 이 외부 검노실, 생화학 검사실, 약취와 가스가 나가는 방에서는 실외의 공기를 공급한다. 필요에 대응하는 독립계의 급기 계통을 설치해야 한다.

③ 적외선 분광기실

분광기의 프리즘에 암염의 결정을 사용하기 때문에 실내는 항상 25℃, 35%내외의 저습도로 유지되므로 독립 계통의 공조로 한다. 실내·외에서 수증기 장력에 차이가 있어 수분이 침입하므로 벽, 천장, 바닥은 습도를 차단할 수 있는 구조로 한다. 문에는 전실을 설치하고 틈

에서 바람이 들어오지 않게 한다.

④ 심전도, 뇌파, 기초 대사실

이 곳은 소음과 진동이 없게 한다. 급·배기 덕트의 분기부에는 소음 장치를 설치하고 취출구 크기는 크게 한다.

(2) X선·방사선실

투시실과 촬영실은 산발적으로 짧은 시간 동안 사용된다. 치료실, 암실 등은 어느 정도 연속하여 사용되고 환자의 착의 상태도 변한다. 이와 같이 열부하의 변동이 크고 실온도 인체에 직접 영향을 주므로 각 실마다 실온 제어가 가능하도록 한다.

RI를 사용하는 장소에는 방사선 장애 방지 규정량(코발트 60같은 100 μ Ci)이상이면 독립된 환기장치와 배기에 대한 방사능 오염 처리가 필요하다. 방사선에 의한 치료실에서 취출구와 배기그릴을 통하여 방사성이 외부에 나가지 않도록 아연 피복을 하기도 하고 반사를 위하여 엘보를 부속하기도 한다. 덕트가 차폐벽을 관통하는 개소에는 벽내에 엘보 2~3개를 설치하여 공기 통로를 꺾어서 방사선이 곧게 나가지 않도록 한다.

(3) 물리 치료실·재활치료 Zone

이 계통은 일반적으로 공기의 오염이 적으므로 공기를 재순환할 수 있다. 수치료실은 욕실과 같이 다량의 수증기가 발생하므로 매시 30~40회 정도의 환기가 필요하다. 배기 덕트는 내측에 수분이 응결되므로 밴드 마무리로 하고 여러 곳에서 드레인을 빼도록 한다.

(4) 동물 실험실·시체 안치실

동물 실험실은 24시간 일정하게 온·습도를 유지하는 것이 필요하고 상당한 냄새가 발생하므로 10~15회/h의 환기가 필요하며 공기의 재순환은 좋지 않다. 실내는 약간 부압이 되도록 배기하고 감염 동물이 들어올 때는 전염병균의 검사실과 같은 모양으로 특별한 멸균 장치가 필요하다. 또, 동물의 털 등이 다른 실에 들어가지 않도록 충분히 고려한다.

시체 안치실도 냄새가 크게 나지 않도록 충분한 환기를 하고 공조를 하면 24시간 운전한다. 영안실은 4℃가 되도록 냉각한다. 영안실의 전실은 유족이 철야를 하므로 야간은 난방이 필요하다.

11.2 중앙 수술부

(1) 개요

수술실(복수실), 회복실, 공급 센터, 마취실, 락커실, 수세실 등이 있고 사용 시간과 사용 조건도 각각 다르다. 중심이 되는 것은 수술실로 1개 또는 2개의 수술실에 수세실과 소독실 등이 부속된 것이 하나의 단위이고, 공조도 이 단위마다 독립 계통으로 한다. 수술실에 직접 관계되지 않는 부분은 수술실 계통과 별도의 공조 계통으로 하고 사용 시간과 사용 목적에 맞춰 1~2 계통으로 분리한다. 여기에는, 오염이 적은 실로부터 공기의 재순환은 가능하지만 외기량의 분배는 일반 공조보다 많게 한다. 특히 공급 센터에서는 고온의 멸균기 등이 있고 상당한 배기가 필요하므로 급·배기량의 균형주의를 한다.

(2) 공급 센터

이 실은 세정부, 멸균부, 소독된 재료 저장부의 세부분으로 되어 있다. 이 실에서의 공기의 흐름은 청결한 곳에서 오염된 곳으로 흐르는 것을 원칙으로 하고 소독된 재료 저장부 → 멸균부 → 세정부가 되게 한다. 고온 고압의 멸균기에서 현열과 수증기를 방출하므로 상당량의 배기를 고려한다.

(3) 회복실

수술후의 환자가 들어와서 필요한 처치를 하기도 하고 수술의 충격으로부터 회복되기를 기다리는 곳으로 실내 온·습도의 상태는 수술실에 가깝게 하고 3~4회/h의 신선 공기를 공급한다. 공기를 재순환하는 것이 가능하지만 급기는 충분히 여과하도록 한다. 소음과 강한 기류가 닿지 않도록 고려한다.

11.3 산부인과부

(1) 분만실

분만부는 분만실, 진통실, 수세 소독실, 기구 세정소독실, 분만 준비작업실, 의사와 간호사의 편의 락커실, 당직실로 구성된다. 분만실과 진통실은 사용 시간이 정하여 있지 않고 항상 사용할 수 있는 상태로 있어야 하고 단독 계통인 것이 필요하다. 또, 공기 청정도의 면에서 수술실과 같은 전외기 방식이 필요하다.

(2) 육아실

육아는 세균에 대하여 저항이 약하기 때문에 공조 계통을 단독으로 하고 단일 덕트방식 등의 전공기식으로 한다. 여과 재순환을 하는 것

도 가능하지만 병원의 다른 부의 공기와 섞이지 않게 한다. 실내는 전체적으로 약간 정압으로 하고 덕트 병용 팬코일 방식에 의해 외기를 급기하는 방식도 가능하지만 24시간 운전이 가능하도록 한다.

특히, 유아에게 공기가 직접 닿게 되면 위험하므로 취출구의 위치/크기, 환기 또는 배기 그릴의 위치 선정에 주의한다. 유아가 있는 방만이 아니라 유아가 이동할 가능성이 있는 복도와 모친 병실도 동시에 같은 조건으로 하여 유아에게 급격한 온도 변화를 주지 않도록 한다. 또 관찰유아실(미숙아실)은 공기를 재순환하지 않는다.

11.4 병동부

(1) 개요

병동의 온도 조절에 있어서는 겨울철냉방을 행하는 장소에 공조 방식을 채용하는 경우가 고려되지만 여기에서는 공조 방식에 관해서 서술한다. 방식으로 한 개실을 주로 하는 다층, 다개 건축에 대응하는 것이 있고 동시에 병원 특유의 상호 오염 방지(병원내 오염방지)를 해야 한다. 일반적으로 유인 유닛방식과 팬코일 덕트 병용방식을 채용하는 것이 많다. 장점은 실내에 정화 능력이 적지만 덕트 공간이 적고 공기를 재순환할 수 없으므로 상호 감염이 없고 각 실마다 온도 조절할 수 있다. 전염병자의 병실은 반드시 실내에 배기를 취하고 배기 처리를 하여 배출한다. 실내도 충분히 부압을 유지할 수 있도록 배기량을 많도록 한다.

(2) 병실

유인 또는 팬코일 유닛 덕트 병용방식의 경우 중앙의 공조 장치로부터 공급되는 공기는 보통 100% 신선외기이고 실내 거주자 1인당 최소 25m³/h이지만 1개의 실에 대해서 최소한 60~80m³/h의 외기는 확보되어야 한다. 유닛은 창문아래에 위치하는 경우와 복도의 측면 천정에 매다는 경우가 있고 두가지 모두 필터의 점검이 용이할 수 있는 구조로 한다.

11.5 관리부

(1) 세탁실

다량의 증기와 온수가 사용되어 고온·고습인 실내 상태가 되고 작업자에 대하여 복사열이 크므로 20~40회/h 이상의 환기가 필요하다. 또, 공조 계통에서 덕트를 분지하여 작업자에게 Spot Cooling을 설치한다. Spot Cooling은 취출구에 가동 노즐 또는 판카 루버식으로 하여 어느 정도 기류를 인체에게 주기 위하여 취출 속도를 4~6m/s로 한다. 환기에 의한 공기의 흐름은 소독된 것이 있는 구역에서 소독해야 될 것이 있는 구역으로 하여 오염물과 병균이 확대되는 것을 방지한다.

(2) 주방

연간 매일 아침, 점심, 저녁 3식의 식사를 준비하여야 하므로 사용 빈도가 매우 높고 병원의 주방으로서 특별한 점은 없지만 20~40회/h의 환기가 필요하다.

11.6 외래 진료부

(1) 대합실

다수의 외래 환자가 모여 있어 실내 환경은 악화되기 쉽고 사람의 활동이 많아 먼지의 발생도 매우 많은 장소이기 때문에 환기량을 충분히 확보할 수 있는 전 공기 방식으로 하는 것이 바람직하다. 각과 대합실은 많은 경우 복도와 일체형으로 되어 있지만 대합실내의 환자수의 변동이 크고 사용 시간대에도 미묘한 차이가 있기 때문에 개별적으로 온도를 조절할 수 있도록 고려하여야 한다.

(2) 진찰실(내과, 일반 외래 진료실)

대합실에 비해서 겨울철에는 2~3℃ 여름철에는 1℃정도로 실온을 높게 하는 것이 좋다. 중대합실이 있는 진료실에는 중대합실의 실내 조건이 악화되는 경향이 있기 때문에 취출구, 흡입구의 위치에 주의하고 중대합실도 충분히 공기의 유통이 될 수 있도록 한다.

(3) 화장실

일반 외래자용 화장실의 외부, 산부인과, 검시, 내시경 검사 등에 부속하여 설치하고 화장실 등이 분산되어 배치되는 경우 배기 덕트의 길이가 길어지고 배기가 충분하지 않게 되기 쉽기 때문에 주의한다. 이 때문에 아래와 같은 사항을 특히 고려하여야 한다.

① 분산되어 있는 화장실 1개의 용적은 5~10m³ 정도이고 만일 15회/h의 배기를 한다면 배기량은 75~150m³/h 라 할 수 있다. 일반적으로 소풍량을 취하는 송풍기는 정압도 낮아서 덕트의 길이가 길고 꾸불꾸불한 덕트에 대하여는 정압이 부족하기 쉽기 때문에 송풍기

를 연속 접속하여 송풍기의 정압 부족에 대처하지 않으면 실제 풍량의 배기량을 얻을 수 없는 경우가 많다.

② 현재의 덕트공법은 각 덕트는 누기가 많고 소풍량의 경우에는 누기의 영향이 크다. 그 결과 소풍량을 흡입하는 덕트는 환 덕트를 사용하고 계수부를 충분히 봉합하여 누기가 없도록 한다.

③ 분산되어 있는 화장실은 가능하다면 단독 배기로 한다. 많은 화장실의 배기를 공통으로 한다면 풍량의 균형을 잡기 어렵고 배기가 불충분한 곳도 생긴다.

12. 수술실의 공조

12.1 기본 계획

수술실의 공조는 수술의 효과에 영향을 주고 인명에 관계되기 때문에 그 설계, 시공, 기계선택 등에는 일반적인 건물과는 달리 세심한 주의가 요구된다.

(1) 온·습도 조건

수술실의 온·습도는 확실히 정해져 있지 않다. 이것은 수술의 내용과 수술시간의 장단, 환자의 상태, 의사의 기호 등에 의해 차이가 있기 때문이다. 그 때문에 있는 범위내에서 각각 조정할 수 있도록 하지 않으면 안된다. 즉, 여름철에 대해서는 23~26℃, 55~60%, 겨울철에 대해서는 24~26℃, 55~60% 정도가 고려된다. 이 조건내에서 온·습도를 선택할 수 있도록 컨트롤상에 응답능력을 가지게 할 필요가

있다. 또한, 온도 편차도 주요 구역내에서는 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에 있도록 한다. 수술실은 긴급히 사용하는 곳이기 때문에 밤중과 새벽에도 필요 온도가 확보될 수 있는 용량이 필요하다. 수술실은 전외기 취입이 많기 때문에 설계의 기본이 되는 외기조건이 큰 영향을 끼친다. 장치용량에서는 여유가 필요하지만 전외기 설계의 경우에 예열, 예냉각시만 공기를 재순환 시키는 방법으로 에너지 절약적인 운전을 하는 것도 고려할 필요가 있다. 또한, 실내의 소음은 가능한 낮게 하여 소음레벨은 35 Phon 이하가 되게 한다.

(2) 환기와 공기 정화

환기 회수는 10~13회/h로 한다. 내외공기의 교류를 방지 하기 위하여 수술실내를 몇으로 나누어서 바깥보다 높은 압력(정압)으로 보호되지 않으면 안된다. 이 압력차는 개략 2~5mmAq이다. 이 때문에 수술실내에서는 배기의 양을 급기량보다 적도록 조정한다. 환기는 전외기로 하는 것이 많지만 수술의 내용에 따라 마취가스와 냄새의 발생이 적고 외기에 세균과 먼지가 많은 경우에는 일부 재순환하는 것도 있다. 급기는 고도의 여과기로 최대한으로 먼지를 제거한 공기를 공급해야 한다.

(3) 기류의 분포

환기 회수가 비교적 많기 때문에 드래프트를 느끼지 못하도록 실내기류를 설계한다. 특히, 수술대와 그 주위가 중요하고 기류속도가 0.2 m/s 이상이 되지 않도록 주의한다. 취출구로는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 벽에서 유니버설형 출구에 의한 횡취출구
- ② 천정에서의 아네모형에 의한 취출구
- ③ 천장에서의 패널에 구멍을 뚫은 취출구

배기구는 바닥면에 가까이 여러 개를 설치하는 것이 좋다. 또한 비교적 가벼운 마취가스를 빼기 위하여 천장면 가까이에 설계하는 것도 있다. 세균은 약간의 기류라도 타고 확산하기 때문에 충분히 고려하지 않으면 안된다. 클린룸의 설계를 참고하여 수직방향 또는 수평방향에 같은 모양으로 기류를 만들고 그 풍속을 0.5m/s 전후 그 이하로 하는 층류상태를 보전하고 발전과 확산을 방지하는 것이 고려된다.

12.2 공조 장치의 설계

(1) 공조 기기

수술실에 사용되는 공조용 기기는 일반에 비교해서 다음과 같은 특징이 있다

① 수술실 전용의 단독 계통으로 한다. 다만 부속의 수술실, 소독실은 같은 계통으로 만든다.

② 거의 전외기를 사용하기 때문에 송풍량에 대한 부하가 크다. 따라서 냉각 코일의 열수와 가습 장치의 용량이 크다.

③ 많은 경우 수술실 가까운 방에 자리잡는 경우가 많기 때문에 소형으로 음향, 진동이 적은 것을 사용한다.

④ 공기여과기로는 적어도 2종의 것(전치 필터와 고효율 필터)이 사용된다. 점검, 청

소 등이 쉬운 구조로 하고 유지보수를 위한 공간이 필요하다.

⑤ 가습 장치와 세정기(스프레이)의 보급수는 세균을 고려하여 멸균된 것을 사용한다.

⑥ 덕트내의 취출구는 오염되면 청소하기 쉬운 구조로 하는 것이 바람직하다. 덕트내 접합부 등은 세균이 번식하지 않도록 한다.

⑦ 공기여과기 이후 송풍기의 흡입구까지의 사이는 케이싱과 기기 접속부의 극간에서 기계실내의 공기를 누기되지 않도록 기밀을 유지한다.

⑧ 실내 온도감지센서와 항습 장치와 같은 컨트롤 기기 혹은 스위치류는 스파크가 발생하지 않는 것, 방폭형의 것으로 한다.

⑨ 장치의 운전은 누구나 취급할 수 있는 것으로 한다. 쉬운 조작으로 운전정지를 할 수 있는 것으로 하고, 실내 온·습도의 조정도 동일하게 한다.

⑩ 수술중에 정지가 되도 실내 상태가 급변하지 않도록 비상 전원이 자동적으로 대체될 수 있도록 한다. 주요 기기에는 AHU와 표준 패키지형 공조기가 있고, 이것에 특수한 예로 액체(액화 리튬 수용액)의 분무에 의해 감습기를 사용하는 것도 있다. AHU를 사용하는 경우는 냉수를 평소에 공급할 수 있는 계통으로 하는 것이 필요하다. 다른 공조 계통과 공통인 경우는 냉각조를 설치하여 냉동기 정지시에도 냉수를 얻을 수 있도록 한다. 수술 계통만의 전용 냉동기를 설치하는 쪽이 사용상 편

리하다. 유닛 하부는 분무수의 탱크가 되지만 덕트 중간의 물은 평상시 적게 하여 청결한 물이 들어와 대체하고 세균과 먼지가 고이지 않도록 한다. 표준 패키지형 공조기는 일반적으로 공조용으로 사양이 결정되어 있기 때문에 전외기의 경우는 송풍기 용량의 조합은 적당치 않다. 송풍량의 일부를 실내로, 나머지를 외기와 혼합하여 냉각 코일에 들어가게 하는 등의 처치가 필요하다. 염화 리튬 수용액의 흡습성을 이용한 공기감습기를 사용하는 것은 무균을 필요로 하는 수술실의 공조에 사용하는 것은 염화 리튬이 세균을 반송하는 것이 적기 때문에 좋다.

(2) 공기 여과기

수술실은 병원내에서도 최고급의 공기 여과기를 필요로 한다. 실제로 수술실에 채용된 공기 여과기에는 다음과 같은 조합이 있다.

① 프리 필터+전기 집진기+자동 권취형 필터

프리 필터는 조금 효율이 나쁘더라도 먼지의 보유량이 큰 것이 좋고 재생가능한 것으로 한다. 전기 집진기만으로는 집진된 먼지가 다시 비산하기도 하고 또 고장난 채로 사용될 수도 있기 때문에 그 아래에 고성능 필터가 필요하다.

② 프리 필터 + 건식 고성능 필터

가능하다면 두 필터의 사이에 약간 고성능의 여과기를 하나 더 설치하는 것이 바람직하다. 다른 공간에서 면필터를 사용하기도 하고 외기에 CO₂ 와 SO₂ 등이 많은 경우에 활성탄 필터

를 사용한다.

13. 공조에 의한 원내 감염 사례

공조에 의한 원내 감염 사례로 다음 3가지를 들 수 있다.

13.1 연돌효과로 의한 상·하층 감염전파

(1) 사례 A

이것은 일본의 중병심신장애자 센터의 예로서 2층에서 발생한 문푸스(유행성이하선염)가

3, 4, 5층에 만연되어 3개월간 91명의 감염환자를 발생시켰다.

(2) 원인

그림 1의 리턴 덕트에 설치된 대형 리턴 그릴의 공기 저항이 적어서 운전 정지시에 이곳을 통해 대량의 공기가 상층으로 이동하고 이것에 편승하여 다량의 바이러스가 이동하였기 때문이라고 생각한다. 그림 1에 나타난 것처럼 야간의 공조용 팬이 정지하였을 때 동계에 덕트가 연돌효과로 아래층의 공기를 윗층으로 이동시켜 감염환자를 발생시켰다.

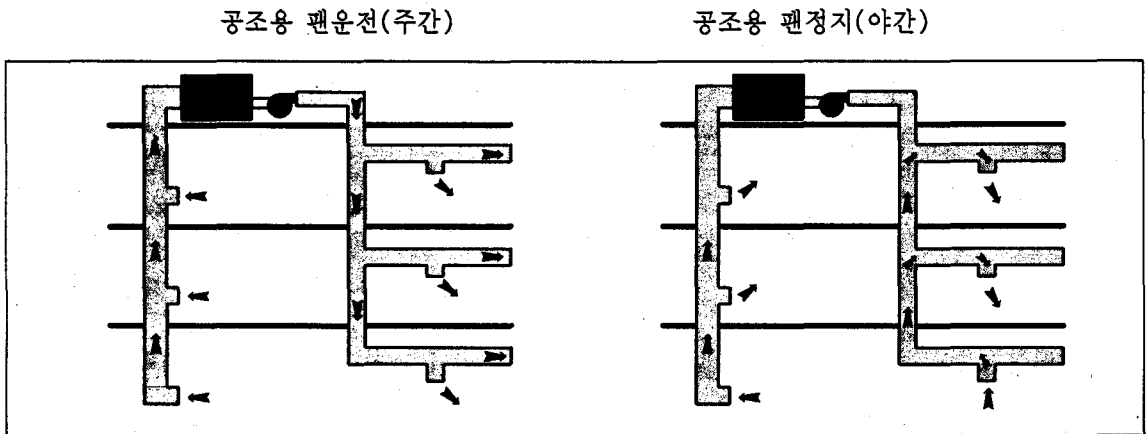


그림 1 수직덕트의 연돌효과

(3) 해결 방법

- ① 병실용 공조를 24시간 연속운전한다.
- ② 각 층마다 별도의 공조기를 설치한다.
- ③ 댐퍼를 사용한다.

· 각 층의 분지 덕트에 설치된 재연 댐퍼를, 감독관청의 양해 아래에 기밀댐퍼처럼 사용할 수 있다.

- 제연 댐퍼는 송풍팬과 연계시켜서 팬 정지시에는 닫히고 팬가동시에는 자동 복귀장치에 의해 개방하도록 한다.

13.2 패키지형 공조기에 의한 원내감염

(1) 사례 B

일본의 어느 병원에서 신생아실의 공조를 패키지로 하고 이것을 인접한 간호사실에 설치하였다. 신생아실의 리턴공기는 도어갤러리를 통해서 간호사실에 들어오고, 바로 패키지로 공급되게 설계되었다. 가끔씩 이실에 출입하는 간호보조사 중에 개방성 결핵환자가 있어서 방출된 결핵균이 패키지를 통하여 신생아실로 확산되어 신생아 중에서 다수의 결핵환자가 발생하였다.

(2) 원인

설계자의 실수라고 말할 수 있다.

(3) 해결방법

패키지의 필터에 고성능 필터를 설치하면 방지할 수 있다.

13.3 산부인과 수술실

(1) 사례 C

1968년부터 사용하기 시작한 함부르크의 저명한 병원의 산부인과용 수술실에서는 1970년에 1건, 1971년 2~3월에 3건, 1971년 5월말에 3건의 수술 후 감염이 발생하여 같은 해 5월 말에는 2명의 환자가 사망했다.

(2) 원인

병원의 공조설비에 문제가 있었다.

① 공조설비의 외기도입구는 지면과 같은 레벨에 설치되어 토사가 유입되었다.

② 공조기부터 수술실까지 60m 이상의 긴 송풍덕트를 설치하였다.

③ 가슴기에는 에어워셔를 사용하였다. 측정결과 외기도입덕트, 가슴용 에어워셔 탱크,

무명등의 상부, 취출구의 하부 등에서 다수의 세균(가스회저균, 가슴기수중에는 녹농균)을 검출하였다.

(3) 해결 방법

① 외기도입구의 지면 높이를 높인다.

미국 규격에는 1.8m 이상, 독일 규격으로는 3.0m 이상이다.

② 가슴 장치

에어 워셔의 탱크내에서 미생물의 서식은 다수의 연구자에 의해 실증되었다.

다만 카사바와 같은 리튬 클로라이드 수용액을 살균성이 있어서 사용해도 괜찮다.

수돗물을 가열해서 증기를 발생시키는 열교환기를 설치하고 보일러에 의한 증기를 직접 가슴에 사용하지 않도록 한다. 다만 수돗물을 가열한 증기는 증기안에 1μm보다 작은 미립자를 다수 포함하기 때문에 최종필터로 제거하여야 한다.

③ 물분무식은 물방울이 수증기내에 포함되는 경우가 있어 덕트내로 떨어지면 미생물 발생의 원인이 될 수 있으며, 물방울이 필터에 부착되면 필터의 기능을 저해하므로 물분무식을 설치해서는 안된다

14. 맺음말

지금까지 병원내의 실내환경을 유지하기 위한 온습도 조건 및 필요환기량에 관하여 살펴 보았고, 병원 각실에 대한 공조방식과 설계시 고려사항에 관하여 살펴보았다. 또한 병원내

공조에 의한 원내 감염사례를 몇가지 보였다. 이와 같은 병원내 공기조화 설비에 관한 내용은 주로 일본의 내용을 그대로 답습하는 것 같아 부끄럽게 생각한다. 최근에는 국내에서도 공조설비가 제대로 갖추어진 대형 병원들이 건

축되고 있다. 이들 병원 설비에 대한 설계자료와 공조에 의한 원내 감염사례 등이 우리 기술자들에 의하여 하나하나 정리되어 나가야 할 것이다.

뉴 스

—2000년 청정생산 기술개발 추진안내—

가. 사업의 목적

- 청정생산기술의 개발 및 보급을 지원하여 환경친화적 산업구조로의 전환을 촉진
 - 생산공정에서 환경오염발생을 줄이는 등 산업환경문제를 근원적으로 해결함으로써 환경규제에 원천적으로 대응하고 환경비용을 최소화

나. 지원범위

- 오염물질의 발생을 줄이는 공정개선 또는 신공정기술 및 설비의 개발·보급 및 기반조성
- 공장내부에서 오염물질을 제거하거나 오염물질로부터 유효자원을 회수·재이용하는 기술 및 설비의 개발·보급 및 기반조성
- 유통, 사용 및 폐기단계에서 오염물질의 발생을 줄이는 환경친화적 원료 또는 제품의 개발·보급 및 기반조성
- 기타 산업자원부장관이 필요하다고 인정하는 분야

다. 사업의 구분

- 청정생산기술개발사업
 - 업종별사업 : 철강, 비철금속, 도금, 주물, 염색, 피혁, 제지, 석유화학, 전자, 시멘트, 자동차, 강관, 정밀화학 등 각 업종에서 필요로 하는 사업
 - 업종간공통사업 : 업종 상호간에 공통으로 적용되는 사업
- 청정생산기술기반조성사업 : 기술인력, 기술정보, 연구시설 등의 기반을 조성하여 기술개발과 개발된 기술의 보급·확산을 촉진하기 위한 사업
- 청정생산기술개발지원센터사업 : 『환경친화적산업구조로의 전환촉진에 관한 법률』 제7조에 의해 지정된 청정생산기술개발지원센터의 사업
- 기타 산업자원부장관이 필요하다고 인정하는 사업

라. 추진일정

- 수요조사 공고안내 : 2000년 1월초
- 신규사업 RFP 심의 1차운영위원회 : 2000년 1월말
- 총괄운영위원회 : 2000년 2월초
- 신규사업공고 : 2000년 2월말
- 2차 운영위원회 : 2000년 3월초