

현대적 병원의 공조환경

신 주 현 | (주) M.C.R 대표이사
E-Mail : mcl@mcrvch.co.kr

1. 개요

1.1 병원의 정의

법률적인 의미에서의 병원은 「환자 30인 이상의 수용 시설을 갖추고, 다치거나 아픈 사람들이 과학적인 진료를 받고 가능한 최대의 편의를 제공 해 주는 것을 목적으로 하는 조직이고, 또한 운영 되는 곳」 이라고 말한다. "의원"은 「환자 29인 이하의 수용 시설을 갖춘 곳」 이라고 말한다.

종합병원은 「병원에 있어 환자 100인 이상의 수용 시설을 보유하고, 진료 과목 중에는 내과, 외과, 산부인과, 소아과의 4개 과목과, 진단방사선과, 마취통증과, 병리검사과, 치과 또는 정신과 이렇게 9개 과목을 갖추어야 한다. 단 300인 미만의 수용 시설에서는 내,외,산,소 중 3개과목, 진,마,병리,치과, 정신 중 4개과목 도합 7개 과목을 갖추고 관할 관청의 승인을 얻으면 종합병원으로 하는 것이 가능하다」 고 정의하고 있다. 병원 가운데 정신병, 전염병, 문둥병, 결핵 등을 대상으로 하는 병원을 통상적으로 "특수병원" 이라고 말하고 있다. 이것에 대응하는 그 밖의 병원은 '일반병원' 이라고 부르고 있다.

1.2 병원의 구성

병원의 구성은 복잡하고, 전체를 한꺼번에 이해 한다는 것은 곤란하므로, 편의상 병동 부문, 외래

부문, 중앙진료 부문, 공급 부문, 관리 부문의 5부문으로 나누는 경우가 많다. 이것은 병원의 기구를 건축 계획적 관점에서 보는 경우이고, 병원의 관리, 운영, 운용상 등에 의한 분류에서는 다르게 보는 경우가 있다.

- (1) 병동 부문 : 환자를 입원 시키고 진료, 간호를 행하는 부문이다.
- (2) 24시간 환자가 생활하는 장소에서 양호한 의료환경을 필요로 한다.
- (3) 외래 부문 : 환자가 통원에 의한 내과, 외과 등의 진료 과목에 진료를 받는 부문이다.
- (4) 중앙 진료 : 병동, 외래 부문의 양 방향에서 사용 받는 부문으로 검사, 방사선, 수술, Rehabilitation, 인공투석 등이 포함된다. 병원에서 가장 중, 개축 등의 변화가 많고, 의료 기기도 많고 설비적 부하가 가장 많은 부문이다.
- (5) 공급 부문 : 병원에서 필요한 물품을 공급하는 부문으로 약제, 중앙 재료, 급식, 세탁, 에너지 Center 등이 포함된다.
- (6) 관리 부문 : 병원의 관리, 운영, 유지를 처리하는 부문이다. 의국, 사무, 편의실 및 위생 관제실 등이 포함된다.

1.3 병원 건축의 특징

병원은 다른 건물과 달리 구성하고 있는 제실의 크기는 대합실의 Hall과 같이 큰 공간에서부터 커

튼 칸막이와 같은 작은 방까지 가지 각색이다. 실의 수도 많고, 그 사용 목적, 용도도 다르고 공기의 청정도등 요구되는 조건도 각각 다르다.

직접 외기에 면하지 않은 실도 많고, 건축설비 계획에 있어서 법적으로 방화, 방연, 안전구획 까지도 되고, 방사선 방호구획, RI(Radio Isotope ; 방사성 동위원소) 관리 구성 등에도 유의하고, 기능, 운용 시간, 청정도등 모든 관점에서 원내의 구획분배 및 정리를 할 필요가 있다.

- (1) 의료 수요의 변화나 의료 기술의 진보에 따른 중 개축에의 대응
- (2) 설비 간선의 전개, 유지 관리를 위한 Space 확보 등의 목적에 ISS(Interstitial Space; 설비층)를 건축 계획에 포함 시키는 일도 있다.

1.4 병원 공조의 특징

병원이 충분한 기능을 발휘하기 위하여 요구되는 병원 공조의 특징을 아래에 나타낸다.

- (1) 온·습도의 확보
- (2) 공기 청정도의 확보
- (3) 「오염물질」의 확산 방지
- (4) 부하 변동에의 대응
- (5) 안전성·신뢰성의 유지

「오염물질」이란, CO₂, CO, 담배, 채취등의 취기, 열 습기, 연소 가스, 분진, 세균, 유해 가스 등을 말한다.

2 공기조건

2.1 설계 온,습도 조건

병원의 온열 환경은 저항력이 약한 환자나 어린

표 1 주요실의 온습도 조건(HEAS-02)

(日本 병원설비협회)

청 정 도	실 명	여 름 철		겨 울 철	
		온도(℃)	습도(%)	온도(℃)	습도(%)
I	총류식 무균 수술실	22~26	45~60	22~26	45~60
	총류식 무균 병실	24~26	40~60	21~24	40~60
II	수술실* 및 이에준하는 구역	22~26	45~60	22~26	45~60
III	미숙아실*	25~27	50~60	24~27	45~60
	수술부 일반 구역	23~25	50~60	21~24	45~60
	ICU*	24~26	50~60	22~25	45~60
	분만실	25~27	50~60	21~24	45~60
IV	신생아실	25~27	50~60	24~27	45~60
	병실	24~26	50~60	21~24	45~60
	외래진료실	25~27	50~60	22~25	45~60
	대합실	25~27	50~60	20~23	45~60
V	물리치료실(水치료실)	25~27	50~80	24~27	50~70

注) 이 온도 범위는 어느 온도에도 설정 가능함. 청정도의 구분에 대하여는 표2 참조.

아이, 노인 등에게 필요하므로 없어서는 안된다. 특히 온·습도 조건과 밀접하게 관련 되는 질병의 환자에 있어서는 상태의 호전·회복의 속도에 커다란 영향을 미친다. 온·습도 조건을 확보하는 목적은 다음과 같다.

- (1) 환자에 대응하여 가장 적합한 진료, 검사, 진단, 치료를 행함이 가능한 환경 확보를 위해.
- (2) 의사나 그 밖의 종사자의 작업성 향상을 위해.
- (3) 의료 기기의 보호와 성능 유지를 위해.

병원내 각실은 각각의 사용 목적에 따라 온·습도 조건이 다르므로 설정에는 신중한 고려가 필요하다. 각실의 온·습도는 표1을 표준으로 한다. 다만 의료상 필요한 경우는 담당 의사와 협의하여 그것을 접할 수 있다. 그리고 한결 쾌적한 환경을 얻기 위해서는 실내 온·습도 뿐만 아니라 평균방사온도(MRT; Mean Radiant Temperature)에 대한 고려도 필요하다.

2.2 원내 감염의 방지

최근의 병원에서는 고령자나 미숙아 등 체력이 약한 환자 이외에 면역제 투여를 수반한 이식 수술과 방사선 치료, 항암제 치료 환자 등 면역 저하 상태의 환자가 증가하고 있다. 이러한 역 감염 환자가 원내 감염에 의하여 본래의 질환이 아닌 감염증에 걸리는 경우도 있다. 병원내의 병원균 감염 경로로는 경로 감염, 비말(飛沫)감염, 접촉감염 및 부유분진을 매체로 하는 공기감염 등을 들 수 있고, 이들의 감염 경로를 한꺼번에 차단 하는 것이 원내감염 방지의 기본이 된다.

공조 설비에 있어서는 공기에 의한 감염 경로를 차단하기 위해서는 적절한 공기 청정도, 실내압의 확보 및 계통 분배 등이 필요하고, 원내감염을 일으키는 요소로 병균을

- ① 가지고 들어가지 말 것

- ② 가지고 나가지 말 것
- ③ 확산되지 않도록 계획 할 필요가 있다.

2.3 공기 청정도

원내는 각종 병균을 보유한 환자가 거주하고, 공기 중의 균 농도가 높기 때문에, 수술 중이나 수술 후의 감염증 등을 감소 시키기 위해서는 일정한 수준의 공기 청정도를 유지하여야만 한다.

병원내 각실의 청정도는 공기 중에 부유하는 미생물 수로 평가하고, 허용치는 각실의 목적이나 용도에 따라 다르다. 공기 중의 부유 미생물은 단독적으로 존재하지는 않고 대부분은 분진에 부착하여 부유하고, 보통 원내에서 발견되는 입자의 90%는 직경이 5 μ m 이상 크기이고, 평균 직경은 통상 6~14 μ m의 범위에 있다고 보고되고 있다.

일반적으로 에어필터의 미생물에 대한 포집 효율은 먼지에 대한 포집 효율과 대부분 같은 정도이고, 먼지를 제거하는 동시에 미생물을 제거할 수 있다고 말할 수 있다. 공기 청정도를 유지하기 위해서는 실마다에 요구되는 청정도에 맞게 에어필터의 성능을 선정하고 공기를 송풍하는 것이 중요하다.

표 2에 의료 시설에 있어서 미생물 수를 지표로 한 청정도 구역 분배 및 구역별 최종필터 포집 효율의 기준을 나타낸다. 다만 실내로 송풍하는 청정화된 공기의 양은 다음에 표시하는 조건을 확보해야만 한다.

- (1) 열 부하의 제거가 가능한 풍량
- (2) 악취나 유해 물질 등 오염 물질을 제거 가능한 풍량
- (3) 청정 공기의 확산 부족에 의한 구류 부분이 생기지 않는 풍량

그리고 에어필터는 포집 효율뿐만 아니라 배치도 중요하다. 최종필터는 가능한 마지막 하류에, 특히 높은 청정도를 요구하는 실은 취출구 직전에 설치

표 2. 청정도에 의한 조닝관 환기의 조건

(HEAS-02 일본병원설비협회 규격)

청정도	구 분	실 명	최소 외기량 (回/hr)	최소 전풍량 (回/hr)	실내압	순환기기 설치가부	최종필터 효율
I	고도청결 구역	충류식 무균 수술실	15		P	X	DOP 99.97%
		충류식 무균 병실	15		P	X	
II	청결구역 A	수술실, 배반실	5	20	P	X	비색법 90% 이상
		응급 수술실	5	20	P	X	
		청정복도, 수세실, 준비실	5	15	P	X	
		개창 조사실	5	20	P	X	
		NICU	5	10	P	X	
		무균 제제실	5	15	P	X	
		중앙 재료부의 멸균부	5	15	P	X	
III	청결구역 B	미숙아실	3	10	P	X	비색법 80% 이상
		특수병실	3	10	P	X	
		수술부 제반구역(회복, 강의)	3	10	P	X	
		ICU	3	10	P	X	
		외래 수술실	3	10	P	X	
		분 만 실	4	10	P	X	
		특수 검사실	3	10	P	X	
		중앙 재료실의 일반 구역	3	10	P	X	
		투 석 실	3	10	P	X	
IV	준청결구역	병 실	2	4	E	○	비색법 60% 이상
		진 찰 실	2	6	E	○	
		처 치 실	2	6	P	○	
		조 제 실	2	6	E	○	
		검사부의 일반구역	3	10	E	○	
		CCU(Cardiac Care Unit)	2	6	E	○	
		일반 신생아실	3	10	P	○	
		물리치료실(水 치료실)	2	6	E	○	
		물리 치료실(水 치료실이외)	2	6	E	○	
		방사선부의 일반구역	2	10	E	○	
V	일반구역	대 합 실	3	6	E	○	비색법 60% 이상
		사무실	2	6	E	○	
		회의실	2	6	E	○	
		주 방		배기 20	N	○	
		일반식당	2	6	P	○	
		의 국	2	6	E	○	
		연구실(실험 설비가 없는)	1.5	4	E	○	
		세 탁 실		배기 20	E	-	
창 고	2	4	E	-			
VI	오염확산 방지구역	미생물 실험실	10		N	X	비색법 60% 이상
		RI 실험실	15		N	X	
		감염증 병실	10		N	X	
		중앙 재료부의 오염 구역	10	배기 10	N	X	
		해 부 실	4	배기 10	N	X	
VII	오염구역	오물 처리실	-		N	X	
		일반 화장실	-	배기 10	N	X	
		세 탁 실	-	배기 10	N	X	
		쓰레기 처리장	-	배기 10	N	X	

I : 10 cfu/m³(0.3 cfu/ft³) 이하. II, III : 200 cfu/m³(6 cfu/ft³) 이하
 IV : 200~500 cfu/m³(6~15 cfu/ft³) P : 양압, N : 음압, E : 등압, X : 켜, ○ : 可

하고, 덕트 계통에서 발생하는 물질을 포함한 상류 측 전체 오염물질의 침입 방지를 생각한다.

표 3에 에어필터의 배치 예와 그 특징을 나타낸다. 덕트 계통에서 발생할 만한 오염 요인에는 다음의 (1)~(3)항이 있다.

- (1) 냉각코일, 드레인팬 등의 습한 부분에서 번식 가능성이 있는 세균, 곰팡이의 비산
- (2) 송풍기 상류 측 공조기의 Leak에 의한 외부로 부터 침입하는 분진의 비산
- (3) 송풍기 하류 측 덕트내의 녹이나 부착한 분진, 소음재의 비산

표 4에 NASA(National Aeronautics and Space Administration; 美항공우주국)에 의한 Bio Logical

클린룸의 규격을 표시한다. 수술실, ICU(Intensive Care 유니트) 등은 높은 공기 청정도를 기준으로 하고 사용상이 Class를 사용하고 표현하는 일이 많다. 압력관리, 계통분리보다 높은 청결 환경을 유지하기 위해서는 병원내 공기의 흐름을 청정도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 흐르게 하고, 오염 공기의 역류가 없도록 실내압을 제어해야만 한다.

실내압은 고도청결구역, 청결구역, 준 청결구역, 일반 구역, 오염 확산 방지 구역 등 각실의 필요 청정도 조건에 맞게 선정한다. 의료 시설에 있어서 각실의 실내압의 기준을 표2에 나타낸다. 그리고 공조 계통은 청정도 구역별로 분배, 재순환 공기에 의한 혼합 오염과 운전 정지시에 생기는 교차 감염을

표 3 에어필터의 배열 예와 그 특징

	Filter의 배치	특 징
A		오염원인 ①~③에 대응 가능, 높은 청정도가 요구되는 실에 채용된다. 중간 필터를 송풍기의 토출측에 설치하고 공조기가 커지게 되므로 송풍기의 상류에 설치하는 경우도 있다.
B		오염원인 ③을 완전하게는 만족시키지 못하지만 요구 청정도가 높은 실에서 취출구 직전에 최종 필터를 설치하지 않은 시스템의 경우에 채용된다. 어쩔 수 없이 소음 장치를 최종 필터의 하류에 설치하는 경우에는 비산에 대한 대책이 필요하다.
C		오염 요인 ①~③의 방지대책은 가능하지 않지만, 일반적으로 높은 청정도가 요구되지 않는 구역에서는 최근 많이 채용되고 있다. 청정도 유지를 위해 소음 장치에 비산이 적은 구조의 것을 선정하는 것이 좋을 것이다.

프리 필터
 중간 필터
 최종 필터
 코일
 송풍기
 소음 장치
 (미디움 필터) (헤파 필터)

- ▶ 프리 필터 : 다른 필터의 상류 측에 설치되고, 큰 먼지를 제거하고 공조기의 성능 유지 역할을 한다.
- ▶ 중간 필터 : 헤파 필터의 긴 수명을 목적으로 설치하는 것으로써, 일반적으로 비색법 90% 이상의 것을 사용하고 있는 경우에 설치하고, 비색법 60% 이상의 효율이 요구된다.
- ▶ 최종 필터 : 각 존·실의 최종 필터 포집 효율의 기준은 표 2를 참조하기 바란다.

일으키지 않게 조닝에도 유의해야 한다. 원내 감염, 오염 확산 방지를 위해 실내압 관리·계통 분리는 깊이 연구하고 중요하게 생각해야 한다.

2.4 안전성·신뢰성

병원에는 24시간 계속적으로 고도의 치료, 간호를 행하는 ICU·미숙아실·수술실 등은 불시에 발생하는 작은 사고도 인명에 관계되는 부문이 많다. 따라서 지진 등의 재해·고장·정기 점검 등의 때에도 병원 기능이 정지하지 않도록 고려하고, 안전성·신뢰성을 반드시 확보 가능하게 계획을 세워야 한다. 이를 위하여 대표적인 방법을 표3에 나타낸다.

- 1) 열원 에너지-(전기·가스·기름 등)의 다중화
- 2) 열원 기기의 복수 설치
- 3) 비상 전원에서의 접속
- 4) 수술실·ICU등의 공조기 분할 장치, 예비기기 설치, 각 계통에서의 Backup 대책.

2.5 의료기기

최근의 병원의 특징 중의 하나는 첨단 의료기기 도입으로 진료 내용의 고도화를 들 수 있으며 의료 기기에 대한 의존도가 더욱 높아지는 추세에 있다.

다.

의료기기 가운데는 뇌파계, 심전 계통의 적은 양의 생체 신호를 계측하는 기기의 외부로 부터의 전자파에 의한 오동작 방지와 MRI(Magnetic Resonance Imaging : 자기 공명 진단 장치) 진료 화면의 흐트러짐 방지를 위해 전파 방해에 대한 대책이 필요하게 된 것도 있다. CT(Computed Tomography : 컴퓨터 단층 촬영 장치), MRI등의 X선과 전기를 이용한 의료기기는 사용자 발열이 많다. X선을 취급하는 실은 그 강도에 의한 인체로의 큰 영향이 있기 때문에 거주 구역으로 방사선이 새는 것을 막아야 하며, 급 배기 입구 접속 덕트부에 납땜 등을 할 필요가 있다. 이들 의료기기의 특징에 유의하여 양호한 환경 유지를 위한 대책을 세운다. 그리고 병원의 Intelligent 化에 의한 의국, 관리 부문에서의 OA 기기 도입에 따른 냉방 부하의 증대에도 주의하지 않으면 안된다.

3. 부하 특성

병원의 부하는 냉·난방·환기·프로세스 부하 등이 상호 복잡한 관계를 이루고 존재하며 이들의 특성을 정략적으로 파악하여 계획하는 것이 중요하다.

표 4. Bio Logical 클린룸의 규격(NHB5340-2)

Class	① 0.5 μ m 이상의 미립자數	② 0.5 μ m 이상의 미립자數	③ 미생물數	④ 1주간의 낙하 세균 數
100	3.5 x 10 ³ 個/m ³ {100 個/ft ³ }	-	3.5個/m ³ {0.1個/ft ³ }	12,900 個/(m ² ·週) {1200 個/ft ² }
10,000	3.5 x 10 ⁹ 個/m ³ {10,000 個/ft ³ }	2,300個/m ³ {65 個/ft ³ }	17.6個/m ³ {0.5個/ft ³ }	64,000 個/(m ² ·週) {6000 個/ft ² }
100,000	3.5 x 10 ⁶ 個/m ³ {100,000 個/ft ³ }	25,000 10 ⁵ 個/m ³ {700 個/ft ³ }	88.4個/m ³ {2.5個/ft ³ }	323,000 個/(m ² ·週) {30,000 個/ft ² }

(注) 표中の 수치는, 각 Class의 한계치를 표시하고 있다.

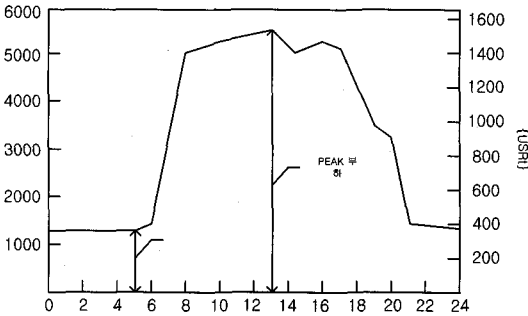


그림 1. 일본 I 병원의 하절기 냉방 부하의 일일 변동 예

병원에서는

- ① 24시간 가동하고 있는 실
- ② 환경 유지를 위해 냉운 열원을 연간 계속해서 필요로 하는 실
- ③ 긴급 사용하는 실등 사용되어지는 목적에 따

라 그 방향이 다른 실이 있다.

이들 각 실의 부하 형태는 여러가지 이기 때문에 부하의 일일 변동은 연간 변동의 폭은 대단히 크게 되고, 이 병동쪽에 적절하게 대응 가능한 시스템 계획을 세우지 않으면 안된다. 그림 1에 일본의 I병원(650 Bed, 병상 면적 합계 42,000m²)의 하절기 냉방 부하의 일일 변동을 나타낸다. 야간 부하는 주로 Nurse-Station, ICU, 응급실, 인공 투석, 분만, 수술등의 24시간 및 수시로 사용되는 실로 최대부하의 약 24% 정도이다.

표 5에 H병원(500 Bed, 병상 면적 합계 38,000 m²)의 하절기에 있어 각부의 최대 냉방 부하 구성 비율을 나타낸다. 수술부에는 공기 청정도·실내압 확보를 위해 외기 도입량이 많고, RI검사, 영안실, 해부실에는 오염물질을 ALL배기 방식에 의해 제거해야 하므로 외기 부하의 비율이 특히 크다. X 선

표 5. H병원의 하절기에 있어서 각부의 최대 냉방 부하의 구성

부 문	공조면적 (m ²)	공조면적당 부하(W/m ²)	부하구성(%)		비고(외기부하 산정 조건)	
			내 부	외 기	외기량 ^{*1} (회/h)	전열교환기효율(%)
일반 병동부	791	125 ^{*2}	26	29	5.0	65
외래 진료부	1,038	196	35	34	5.0	65
외래 대합실	1,166	168	33	35	5.0	65
수 술 부	525	446 ^{*3}	28	68	49m ³ /(m ² ·h)	65
생리 검사부	440	168	39	44	6.0	65
검체 검사부	633	208	29	34	6.0	65
X선 진단부	892	201	60	34	5.0	65
RI 검사부	123	588	18	80	18.0	
영안, 해부실	169	340 ^{*4}	8	87	11.2	

(注) *1 : 각부는 전외기 방식으로 천정고는 2.5m, 외기량은 각부 전체의 평균치.

*2 : 외기량 2회/h, 전열 교환기 없는 것으로서, 공조 면적당의 부하는 138 W/m²

*3 : 수술부는 수술실(6실)·청결 Hall,에 의한 구성. 수술실 높이의 공조 면적 당 부하는 565 W/m², 내부 부하는 166 W/m², 전외기로 20회/h

*4 : 영안실, 해부실의 환기 회수는 15회/h

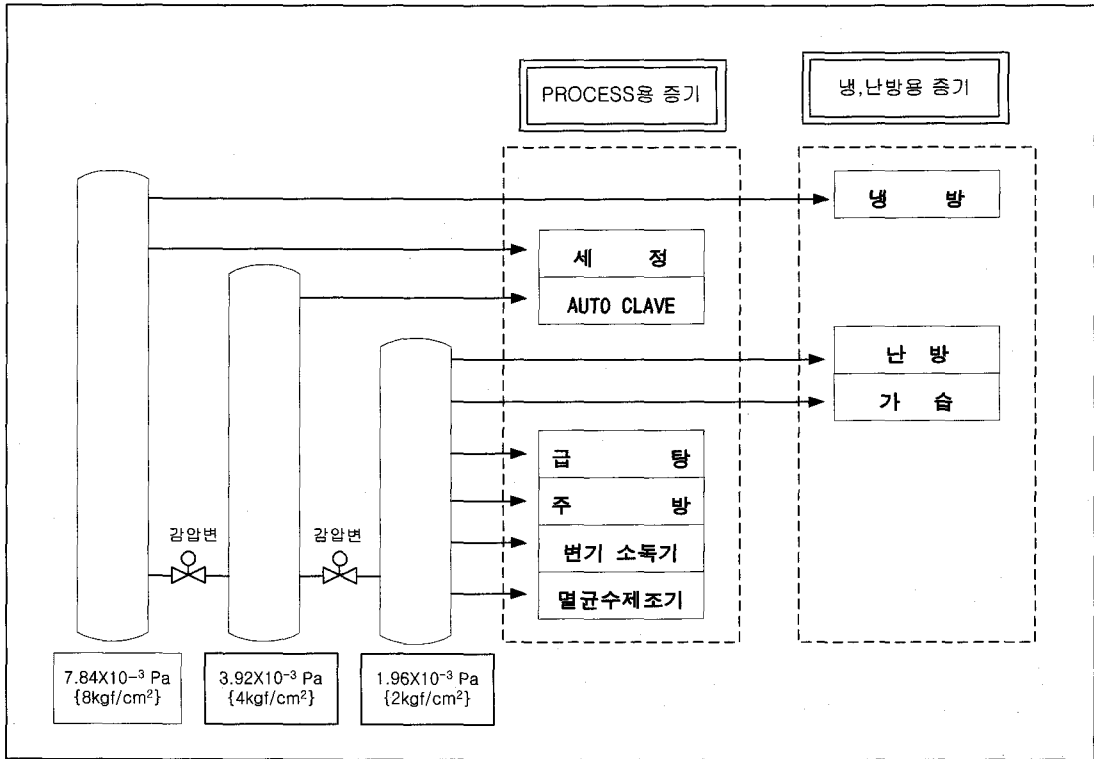


그림 2. 증기 사용 목적의 개략

진단부에는 의료기기 발열에 의한 내부 부하의 비율이 크고, 외기에 인접한 부분이 비교적 적기 때문에 외기 부하의 비율이 작다. 수술부도 의료기기 발열 때문에 내부 부하가 크다. 이처럼 내부 발열이 큰 실이나 외기에 근접하지 않은 건물의 내부에 위치한 실에는 연간 계속해서 냉방이 필요한 경우가 많다.

수술실, ICU와 같이 연간 계속해서 온·습도 조건을 유지해야 하는 계통이나 RI 및 감염증실등의 전외기 방식에서 개별 제어를 위한 재열 방식을 채용하는 계통은 그 재습·재열 부하에 주의해야 한다. 병원의 증기 부하에는 난방 부하 외에 프로세스용 에너지가 연간 계속해서 존재한다. 증기 사용 목적의 개략을 그림 2에 나타낸다. 프로세스용 에

너지는 「급탕, 주방, 세탁, 멸균, 입욕, 진료, 검사 등 병원의 의료 업무를 수행하기 위하여 사용되는 것으로, 이 중의 대부분은 증기로 얻어지지만 약간의 Gas, 전력도 이것에 포함된다.

4. 시스템 설계

4.1 조닝 계획

조닝은 일반적으로 용도, 역 부하 특성, 사용 시간대, 공기 청정도, 경제성 및 관리상의 형편 등을 고려해서 계획한다. 병원의 경우 특히 중요한 검토 요소가 되는 것은 각 실의 사용 시간대와 공기 청정도 조건의 차이 등이 있다.

4.1.1 사용 시간대

병동의 공조는 정해진 시간과 24시간 운전으로 사용 구분되고, 환자의 병의 상태나 질병의 종류에 따라서 연간 공조를 필요로 하는 실도 있다. 또 수술부, 응급부, 분만부처럼 연간 계속해서 일정하지 않은 시간에 사용되는 부분도 있으며 각 부분의 사용 시간대의 Pattern은 다양하다. 필요한 때에 필요한 범위의 운전 가능한 조닝은 병원의 관리 운영상 중요하다. 일반적으로 사용 시간대 구분은 표 6과 같이 생각된다.

4.1.2 공기 청정도 조건

요구되는 청정도는 수술실, ICU 처럼 높은 청정도를 필요로 하는 실이나, RI 검사실, 해부실처럼 오염물질 등의 발생원이 있는 실 등에 따라서 다르다. 청정도가 다른 구역의 공조는 각각 계통으로 하고 공조기의 정지시나 에어필터의 막힘 등에 의해 생기는 역류, 재순환 공기의 혼합을 방지할 수 있는

조닝을 하지 않으면 안된다.

4.2 환기 시스템

각 실로 공급되는 전체 풍량은 [냉·난방 부하의 처리 + 공기 청정도 유지 + 오염물질의 농도를 희석하거나 제거하기 위한 외기량]이 되어야만 한다. 공조기에서 공급되는 외기는 잉여 공기를 포함하여, 실내 공기 압력과 기류를 형성하여, 위생적인 환경을 유지하는 역할을 완수한다.

공기 청정도를 유지하기 위해서는 실내압은 중요하다. 청정도가 높은 실은 주위로 부터의 분진이나 세균을 포함한 공기가 유입하지 않도록 양압으로 유지해야하고, 반대로 오염도가 높은 실은 음압으로 유지 하여 인접실로 더러운 공기가 유출되는 것을 방지 하도록 한다.

일정한 실내압력을 확보하기 위해서는 양압이 필요한 경우는 급기량은 공기 청정도 조건에 따르고 배기량을 송풍량보다 10~20% 정도 작게 유지하

표 6. 일반적인 사용 시간대

실사용 형태	휴일공조	사용시간대						중요한 실
		0	4	8	12	16	20	
24시간 연속	有	■	■	■	■	■	■	Nurse-Station, ICU, 일반병실*2, 특수병실*2 등
수시	有	■	■	■	■	■	■	수술, 분만, 응급, 긴급 검사, 영안실 등
야간	有	■	■	■	■	■	■	당직
정시	有			■	■			외래
	有			■	■			검사, X선 진단, Rehabilitation, 해부, 약국 등*3
	有			■	■			관리부, 의국
	有			■	■			주방

注) *1 : 일반병실은 병원 운영상 정시 운전으로 하는 경우도 있다.

*2 : 특수 병실에는 중증(重症) 병실, 감염중 병실, 감염 방지실, RI병실, Bio Logical Clean 병실, 신생아실, NICU 등이 있다.

*3 : 기타에는 RI검사, 인공 투석, 해부, 중앙 재료, 세탁 등의 여러 실이 있다. 다만 인공 투석은 야간 투석이 많게 되는 경향이 있다.

고, 음압이 필요로 하는 경우는 배기량을 송풍량보다 10% 정도 많게 하는 방법이 일반적으로 적용되고 있다. 기류의 형성을 계획함에 있어서 다음과 같은 항목에 주의해야 한다.

- (1) 공기는 청정도가 높은 구역에서 낮은 구역으로 흐르도록 한다.
- (2) 발생하는 오염은 가능한 오염원의 근처에서 배기를 행한다.
- (3) 재순환하는 공기는 오염물을 가지고 들어가지 않도록 한다.

그리고 에어밸런스를 확보하기 위하여 Draft Chamber, RI Fume Hood 등의 배기 유니트를 설치하고, 야간에도 운전하는 환기 계통의 급기 대책 등에 대해서도 고려한다. 병동, 비뇨기과, 산부인과, 검사실 등에 설치되는 채뇨 선반으로부터 발생하는 악취의 제거에도 유의하지 않으면 안된다. 습기, 분진, 강한 악취가 발생하는 계통의 배기 덕트는 철저히

히 실링하여 기밀성을 확보하고, 천정 속 등으로의 공기 누설에 의한 오염 확산 방지를 하는 것이 바람직하다.

표 2에 최소 외기량, 실내압의 기준을, 표 7에 환기를 필요로 하는 실과 환기 목적을 나타낸다. 그리고 원내의 청정도를 유지함과 동시에 검사실, 영안실, 해부실 등의 오염 공기를 정화하고, 외부 환경으로의 오염 확산 방지도 고려한다. 표8에 배기 방식의 예를 나타낸다.

4.3 구조 시스템

1) 병동·외래 부문 등에서는 실마다에 온도 제어가 가능한 시스템이 요구되고, 일반적으로 단일 덕트+F.C.U 방식으로 하는 경우가 많다. X선 촬영, 방사선치료, 생리 검사 등은 의료 기기로 부터의 발열이 많고, 또한 외기에 인접하지 않은 경우도 많아, 동절기·중간기에도 냉방을 필요로 하는 경

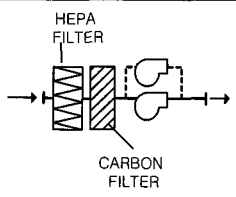
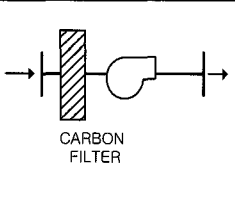
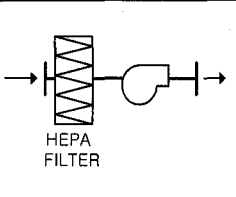
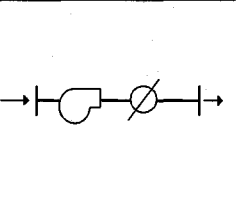
표 7. 환기를 필요로 하는 실과 환기 목적

환기 목적	환기를 필요로 하는 중요한 실
열	암실(자동 현상기), 세정실, 멸균실(Auto Clave), 세탁실, 주방
습 기	욕실, Shower실, 특욕실, 세정실, 水치료실, 세탁실, 주방
악 취	암실(자동 현상기), 중앙 치료실(산부인과), 방광경실(비뇨기과), 검사실(축노선반, 축노기), RI병실, 분만실, 병리 검사실, 내시경 검사실, MRI실, 방사선 치료실(악종환자), 인공 투석실, 영안실(선향), 해부실, 표본실(Formalin), 세탁실, Linen 창고, Bed소독(Formalin), 오물처리실, 화장실
유 해 Gas	Bio Logical Clean 병실(Ozone), 화학검사, 병리 검사실, MRI실(Helium), 표본실(Formalin), 세정실, Bed 소독(Formalin)
분 진	Gips실, 연고 처치실(피부과), 치과 기공실, 맛사지실(마사지 Powder), 제제실, 오물 수취실, 세탁실(의류), Linen 창고(의류)
세 균	세균 검사실, 감염증 병실
방사성 물질	RI 검사실, RI병실

注) 1) ()안은 배기의 대상의 되는 물질, 오염 발생원, 또는 실名の 보충 설명

2) 원내에 산재하는 창고는 에어밸런스를 확보한 뒤에도 환기의 운전 시간·환기 방식에 주의한다.

표 8. 배기 방식의 예

	① RI를 제거하는 배기 방법	② 악취를 제거하는 배기 방법	③ 분진·병원균을 제거하는 배기 방법	④ 역류 방지대책 방법
배기 방식의 개략도				
해당하는 주요한 실	RI검사실 RI병실 등	해부실, 영안실, 표 본실, Bed 소독실, MRI실, 정화조 등	감염증 병실, 제제실 등	무균제제실, 수술실, ICU, 미숙아실 등 청정도가 높은실 및 EV 기계실

注) ①의 배기 Fan은 Back up을 고려하여 2대 설치하는 경우가 많다.

④의 해당하는 주요한 실에 EV기계실이 포함되는 것은 연돌 효과 방지를 위해서 이다.

④의 Motor Damper는 배기 Fan의 운전과 정지에 연동하고 작동한다.

우가 있다. 연간 공조가 요구되는 존의 실내 유니트에는 4-PIPE F.C.U(Double코일), 또는 소형 수열원 Heat Pump를 사용하는 경우가 많다.

F.C.U는 ① 드레인팬이나 냉각 코일등의 습한 부문에서 번식하는 세균, 곰팡이의 확산, ②필터 교환, 청소 시 먼지 확산을 방지 할 수 있는 설치 방법, 필터 성능의 선정에 유의해야 한다.

2) 전외기 방식은 실내 순환 유니트의 설치가 부적당한 수술실이나 멸균 기재실처럼 높은 재열 방식이 사용되는 경우가 많다. 다만, 높은 청정도가 요구되는 구역이나, RI 검사실이나 감염증 병실처럼 오염물질이 있지만 청정도가 요구되는 실에는 냉,온수 코일이 내장된 저소음FFU를 사용한다. 저소음 FFU(Fan Filter Unit)는 외기만 공급해주면 실내 온도확보와 공기 청정도가 동시에 확보 할 수 있으므로 우리나라 뿐만 아니라 이웃 일본에서도 가장 널리 이용되고 있다. 그리고 대합 홀, 외래 대

합실, X선진단 대합실 등의 열 손실이 적고 독립된 조난이 가능한 공조는 공기 정화 능력이 큰 전외기 방식이 바람직하다. 사용 목적, 시간이 다른 실에 대하여는 경제성을 고려하고 부분 운전이 가능한 Package형 공조기, 소형공기열원 Heat Pump 유니트등에 대응하는 방법도 있다.

4.4 열원 시스템

병원의 부하는 사용 목적이 여러 갈래로 나뉘고, 변동폭도 1일·연간을 통해서 대단히 크다. 특히 Boiler 부하는 하절기에 난방 가습 부하가 떨어지고, 프로세스 부하도 감소하기 때문에 동절기에 비교하여 증기 사용량이 현저하게 낮게 된다.

연간을 통하여 Boiler를 有效 이용하는 경우와 受變 전력량 계약 전력의 저감(低減)을 위하여 하절기에 남은 증기를 열원으로 하는 흡수 냉동기를 설치하는 방법이 있고 Peak 부하 삭감, 부분 부하

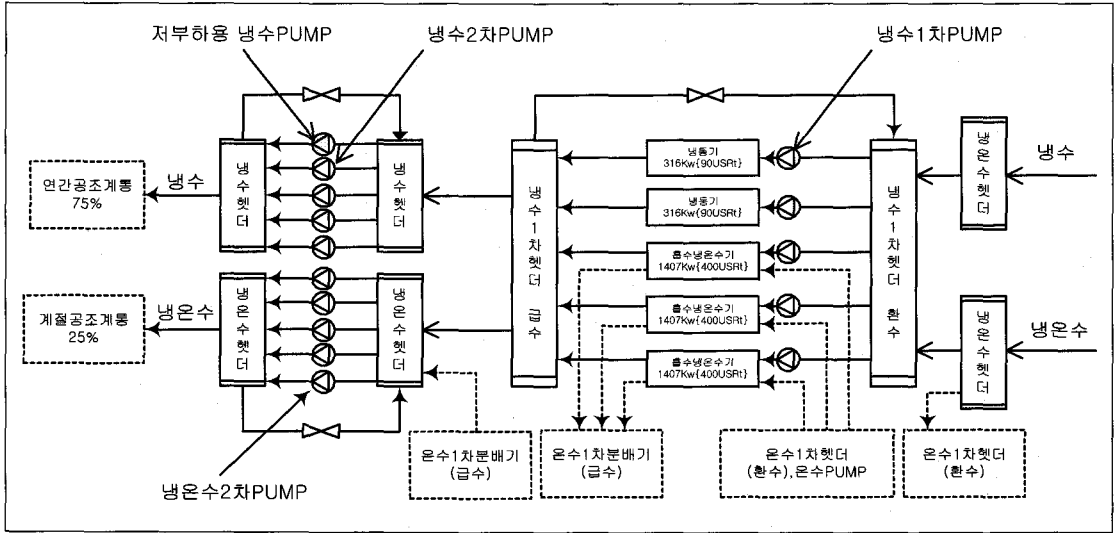


그림 3. 열원기의 대수분할, 低부하 운전을 고려한 열원 System의 예

[설계상의 유의점]

- 대형 열원기는 경제성, 기계실 면적, 운전 제어성, Back up을 고려해서 3대 설치.
- 低응압용 소형 열원기는 하절기의 최소 부하 대략 316Kw, 대형기 운전 제어성, Back up을 고려해서 316Kw를 2대 설치.
- 냉수 2차 Pump는 부하 특성, 경제성, 기계실 면적을 고려해서 4대에 대수 분할.
- 低負荷用 냉수2차 Pump 0.03m³/sec(1,800 l/min)을 1대 설치

대응을 위하여 축 열 방식이 채용되는 경우도 있다. 열원 기기는 低부하 운전이나 부하 변동에의 추종성, 고장, 정기검사 등을 고려하여 복수대에 분할 설치하는 것이 바람직스럽다. 열원 에너지는 안전성, 신뢰성의 확보를 위해 복수로 하는 경우도 많다. 그림 3에 열원 기기의 편성 예를 나타낸다. 그리고 열원 설비는 취급 자격자의 필요성, 지역의 에너지 공급 상황 등도 고려해서 결정한다.

병원은 Hotel등과 같이 대량의 열 에너지를 소비하는 건물이다. 따라서 에너지 사용량의 저감(低減)은 병원 운영의 재산성에 직결 되는 문제이므로 철저히 검토하는 것이 중요하다. 전력 비 및 배열 이용에 의한 열원 비의 저감(低減)을 목적으로 (Cogeneration 시스템)폐열회수장치가 채용되는

경우도 있다.

5 各部 計劃

5.1 병동 부문

일반병실의 공조는 병실 마다의 온도 제어, 운전의 조절이 가능하고, 교차 오염을 방지 할 수 있는 시스템이 바람직스럽다. 이것에 대처하기 위하여 일반적으로는 단일 덕트 + F.C.U방식을 널리 사용한다. 실내 유니트, 배출구, 흡입구의 위치는

- ① 난방시의 上下 온도차
- ② 창가의 냉방시 Cold Draft와 일사
- ③ Curtain의 위치
- ④ 배출 기류가 환자에 Draft

표 9. 열원기기의 편성 예

병원명	병상합계 면적(m ²)	병상수	흡 수 냉온수기	원 실 냉동기	수냉	공냉	GHP(kW) ×대	흡 수 냉동기	수열원 Heat Pump	Package형 공조기	Boiler(t/h) ×대
A병원	38,000	500	-	703×1	-	-	-	1,934×3	-	6,158	9.6×2
B병원	21,000	350	-	-	686×1	352×1 619×1 844×1	-	-	-	-	3.0×2
C병원	33,000	600	791×2	-	-	-	-	1,758×1	-	27,714	2.0×3 1.5×1
D병원	17,000	300	527×1	-	176×1	-	-	2,110×1	58,492	-	1.5×4
E병원	22,000	300	-	352×1	-	-	-	703×2	140,703	-	-
F병원	22,000	450	1,055×1	-	-	-	352×1	1,758×1	-	3, 88	1.5×3
G병원	36,000	600	703×3	-	-	-	-	1,758×1	78,397	-	1.5×5
H병원	38,000	500	1,407×3	-	316×2	-	-	-	-	3, 88	2.0×5
I병원	42,000	650	1,407×1	1,407×1	-	-	-	563×3	-	5, 98	2.0×5
J병원	12,000	150	703×2	-	352×1	-	-	-	107,447	-	2.4×2
K병원	21,000	300	204×1	-	422×1 281×1	-	-	1,125×2	-	9,531	4.2×2

- 注) 1) A, B, G, K 병원의 Boiler는 노통 연관식, 나머지는 관류식
 2) B병원에서는 600m³의 축열조(냉수), I병원에서는 1,000 m³의 축열조(냉수)를 설치.
 3) B.C.K병원은 Cogeneration System를 채용 배열 이용선은 B.C병원에서는 급탕, 난방,
 K병원에서는 급탕, 냉 난방
 4) E병원의 온 열원은 지역 난방

- ⑤ 보수 관리시 먼지의 확산
- ⑥ 소음 등에 유의하여 계획한다.

병실의 환기 회수 및 송풍량은 약취 Bed에서의 발전도 고려한다.

병동의 에어밸런스 Pattern의 예를 표10에 나타낸다. 병실의 실내압은 송풍량과 동일량의 배기를 시켜 등압을 유지하는 것이 바람직스럽다. 그러나 일반 병실에서는 급기는 복도로, 배기는 화장실, 오물처리실, 욕실, 세면장 등으로 하는 닥트 계획을 할 수도 있다. 단, 이러한 경우 복도가 오염 공기의 통로가 되고 청결 관리적인 면에서는 좋지 않고 야

간이나 중간기기의 부분 운전시에 에어밸런스가 깨지지 않도록 급기량을 확보해야 한다. Nurse Station을 독립된 체계로 하고, 화장실 등의 오염 공간의 배기량과 항상 균형을 이루어 운전하는 방법도 널리 사용된다.

약취가 발생하는 병실이나 감염증이 염려되는 환자를 수용하는 병실은 실내를 음압으로 유지될 수 있도록 배기 한다. 오염 물질 확산 방지 및 감염 방지를 피하기 위해 복도의 온·습도, 공기 청정도, 공기 흐름 등이 병동의 청정도 유지를 위해 계획상 중요한 요소다.

표 10. 병동 에어밸런스 Pattern의 예

개 념 도	
병실·복도는 등압	
복도 음압	
복도 양압	
<ol style="list-style-type: none"> 1~3은 복도면에 배치된 화장실등의 오염구역과 에어 밸런스를 유지해야 하므로 복도에 급기구를 표시함. 병실의 제거공기 널스스레이션등에서 제거된 공기 복도의 급기 	

고층 병동에서 서로 다른 층을 1대의 공조기로 송풍하는 경우는 공조 정지시에 문제가 발생한 덕트를 통하여 교차 오염이 발생하므로 이에 대한 대책으로 각층의 덕트에 공조기 연동하는 기밀 댐퍼를 부착하는 방법도 있다. 또한 중압실 등의 특수 병실과 일반 병실은 부분 운전이 가능하도록 조닝을 분리한다. 감염 병동에 대해서는 5.5항 무균 병실에 대해서는 5.6항, ICU에 대해서는 5.7항에서 기술한다.

5.2 외래 부문

외래부는 일정 기간 환자가 통원 치료를 받는 부문으로

- ① 외과,내과,소아과,안과 등 여러 가지에 걸쳐 진료 과목별로 진찰실, 처치실을 갖고
- ② 사용 시간이 서로 다른 진료 과목이 있고
- ③ 이비인후과, 청력 검사실, 안과 검사실 등의 별실이 있다.

이상과 같이 각실마다 개별 제어가 가능한 공조방식이 바람직스럽다. 또한 이런 것들의 별실이 외부 공기와 접하지 않는 경우 연간 공조가 필요하다고 할 수 있다. 대합실은 인원 밀도에 적당한 외부 공기 도입량, 부유분진 제거를 위한 환기량 확보에 유의하고 진찰실 등은 사용 시간대 및 공기 청정도가 다르기 때문에 별도의 계통으로 하는 것이 바람직스럽다. 대합실의 흡입구는 오염 공기 확산 방

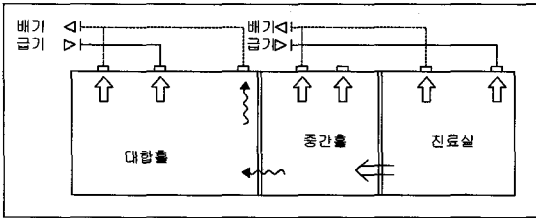


그림 4. 외래, 진찰, 대기실의 공기 Flow의 예

지를 위해 아주 많이 설치하고 진찰 대기실 입구 상부에도 진찰실문 개폐시의 악취가 나는 것을 제거하기 위해 흡입구를 부착하는 것도 좋다.

실내 에어밸런스는 오염 공기 확산을 고려하여 진찰실에서 진찰 대기실로 흐르도록 계획한다. 진찰 대기실 주변의 공기 Flow 예를 그림 4에 나타낸다.

응급부는 긴급 사항을 고려한 공조 조닝으로 하여 그 열원 대응에도 주의한다. 소아과 격리 진찰, 대기실의 오염 공기 정형외과, 기브스실, 치과 기공실의 먼지, 산부인과 중양 치료실, 비뇨기과 방광결石的의 악취 등의 부분 배기에 유의한다. 또한 이비인후과 청력 검사실의 방음 Shield 대책, 치과 X선 촬영실의 방사선 차단 대책 등에도 주의한다.

5.3 중양 진료 부문

5.3.1 검체 검사부

검체 검사부는 환자에서 채취한 혈액, 소변, 대변, 당 세포 및 세균 바이러스 등의 검체를 검사하는 부문이다. 검사 기구의 세정, 멸균, 건조를 행하는 세정 멸균실이나 세균의 배양, 동정 등을 시행하는 세균 검사실 등 용도가 다른 방이 많다. 의료기기에는 排 Gas를 생기게 하는 것도 있다.

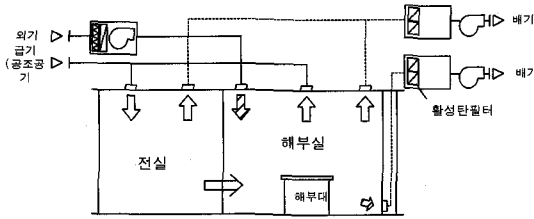
- (1) 화학 검사실 등에서 부식성 Gas를 사용하는 실은 Hood나 Draft Chamber에서 배기가 필요하고 실내의 에어밸런스 변동 방지를 위해 전용의 급기 계통을 설치하기도 하고 공조기

와 연동시켜 운전하는 것 등을 고려한다. 배기 계통의 송풍기 덕트의 재질은 Gas의 종류에 주의하여 선정한다.

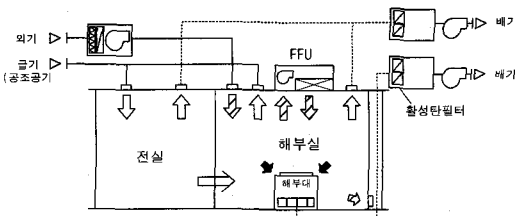
- (2) 병리 검사실 등의 Chloroform 과 같은 유기용매나 포르말린과 같은 특정 화학물질을 사용하는 실은 그것들의 제거 및 확산 방지에 유의한다. 포르말린과 같이 공기 보다 비중이 무거운 Gas를 사용하는 실은 배기구를 낮은 위치에도 설치한다. 부분적으로 오염물질을 처리 할 수 없는 경우는 전체적으로 배기 처리가 필요하다.
- (3) 세균 검사실은 실외에 세균이 확산하지 않도록 실내를 음압으로 하고, 단독으로 전체 배기 처리 한다. 유해한 세균을 포함할 우려가 있는 배기는 HEPA 필터에 의한 세균 제거 또는 자외선에 의한 멸균 처리 후 외부로 배출한다.
- (4) 무균 검사실의 공기 청정도 설정은 검사 내용에 의하여 달라지기 때문에 사용자 측과 협의가 필요하다.
- (5) 해부실은 일반적으로 검체 검사부와는 별도의 장소에 영안실, 표본실과 같이 배치된다. 환기 회수를 확보하는 것이 좋다. 그림 5(a)에 해부실 주위의 공기 Flow 예를 나타낸다. 배기구는 실의 구석에 설치하고, 배기구 말단에 HEPA 필터를 설치하는 것이 바람직스럽다. 그림 5(b)에 부검자의 감염 방지 작업의 쾌적성을 고려하여 해부대의 부근에서 배기를 하는 공기 Flow예를 나타낸다.

5.3.2 생리 검사부

생리 검사부는 심전도, 심음도, 맥박, 뇌파, 근전도, 기초대사, 호흡 기능, 초음파 등 환자 자신의 생체를 검사하는 부문으로 의료 기기가 중요한 역할을 하고 있다.



(a) 일반적인 경우



(b) 해부대 근처에서 배기를 하는 경우

그림 5. 해부실의 AIR FLOW의 예

- 1) 공조 시스템은
 - ① 심전도, 심음도 등과 같이 탈의 상태로 받는 검사
 - ② 초음파와 같이 暗幕이나 커튼등으로 좁게 칸막이 한 실에서 받는 검사
 - ③ 환자의 발한이나 근육 긴장으로 올바른 측정이 불가능한 검사 등을 위하여 "개별온도제어"가 가능한 것이 좋다.
- 2) 검사에 따라서는 Draft가 측정 결과에 영향을 미치는 경우가 있어 토출구, 흡입구 실내 유니트등의 배치에 주의한다. 또 심음도, 뇌파, 호흡 기능과 같이 진동, 소음을 기피하는 검사에서는 방음 때문에 사용시 Fan 정지시, 배출구, 흡입구의 폐쇄 등의 대책이 필요하다.
- 3) 근전도, 심음도, 뇌파 검사에서는 극소한 진위를 측정하기 때문에 Shield Room이 사용된다.
- 4) 내시경 검사는 청정 구역과 오염 구역으로 구

분되는 경우도 있고 각기 알맞은 실내압, 공기 청정도를 확보 하여야만 한다.

표 11. 병원의 방사선부의 의료기기 발열의 예

실 명		의료기기 발열(kW)
일반촬영	일반촬영실	-
	조작	6.0*1
	HALL	7.0*3
X 선진단	CT	촬영실 1.7~2.3*3 조작실 4.9~5.3
	혈관조영	혈관조영 촬영실 - 조작실 4.7 기계실 3.5
MRI	MRI	1.6
	조작실	1.2
	기계실	17.4*4
방사선치료	리니악	8.5
	After Loading	-
	Sialattor 실	5.0
RI 검사	체와 계측실	4.1*3
Data 촬영	독영실	4.6
기타	온열치료실*5	4.1*7
	결석파쇄실*8	2.5*3

- 注) *1 : 2.0Kw 2/실 x 3실 = 6.0Kw
 *2 : 화상 讀取·처리·기록 등을 하는 장치
 *3 : 실의 사용 시간대에 항시 발열
 *4 : 약 4.1Kw 야간 발열이 있다.
 *5 : 감마 카메라 보호를 위해 실온 변화율 3℃/H이하로 할 필요가 있다.
 *6 : 온열 치료실에서는 방사선을 이용하지 않지만, 치료기기의 취급이 복잡하여 방사선 기사가 조작하는 것이 많기 때문에 일반적으로 방사선 부문에 놓여진다. 또 계측 정도 유지를 위하여 실온 변화율 3℃/H 이하로 할 필요가 있다.
 *7 : 機器 사용시 이외의 발열은 사용시 50%이고, 1회의 사용 시간은 약 10분
 *8 : 結石 파쇄실은 요도 결석 등을 찾는 때에 X선 촬영을 행하는 것이 많기 때문에 일반적으로 방사선부에 놓여진다.

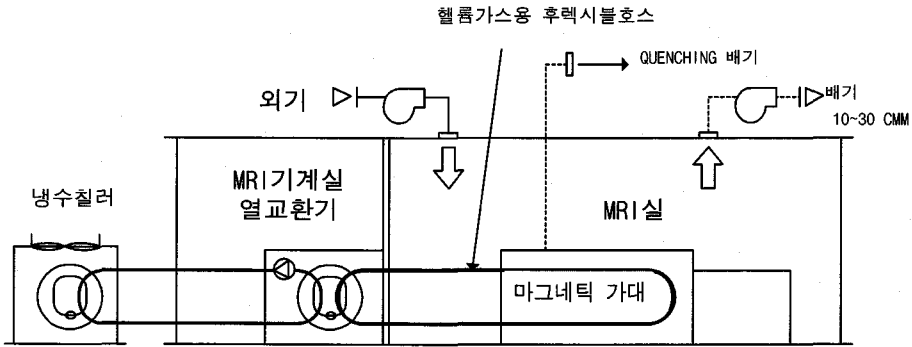


그림 6. MRI 기기냉각 및 배기처리의 FLOW에

자석가대의 헬륨의 quenching 배기 때문에 기기에 직접 배출관을 설치. 냉계헬륨 보충시에 실내에 있는 헬륨을 배기하기 때문에 10~30 cmm의 배기설비를 한다. 기기냉각용 냉각장치도 설치

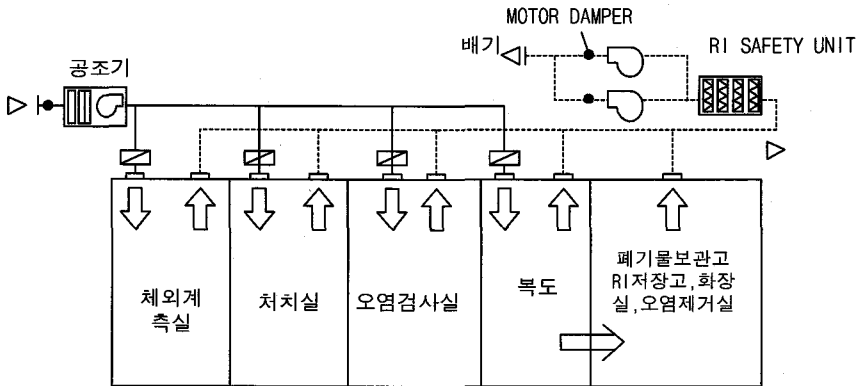


그림 7. RI 전실 회전 및 공기FLOW 예

5.3.3 X선 진단, 방사선치료, RI 검사부

표 11에 표시된 바와 같이 실에 따라서는 의료 기기의 발열이 크기 때문에 암실을 포함하여 개별 온도 제어를 할 수 있는 것이 요구된다. MRI 기계실, CT조작실, 혈관 조명, 촬영 기계실 등은 대량 기기 발열을 제거 하기 위하여 전용 공조기를 설치하는 것이 필요하다. MRI에서 사용되는 기기에는 헬륨 Gas를 냉각하기 위해 전용 냉각 장치가 필요하며 혈관 조명 촬영실은 수술실에 준한 청정도가

요구된다.

RI관계의 여러 방은 전외기 방식에 단독 배기로 하고 배기량을 급기량 보다 많게 하고 실내압을 음압으로 유지 시켜야 한다. 통상 환기 회수는 10회/H 이상으로 하고 배기 필터 유닛은 프리 필터, 중성능 필터, 해파 필터, 활성탄 필터방식으로 사용 하되 필터 교체시 작업자를 보호 하기 위한 RI Safety Unit를 설치 하여야 하고 공조 방식은 재열 유닛 방식이 많다. 그림 7에 RI실 주위의 공기

Flow예를 나타낸다.

5.3.4 산부인과

산부인과는 분만부, 육아부, 병실도 되고 사용 시간대 공기 청정도, 온·습도 조건의 점에서 각각 독립된 계통으로 된다. 분만 육아에 관계된 방으로서 전실, 작업실, 목욕실, 면회실, 조유실등 복수실이 있고 개별적으로 온도나 청정도를 유지 할 수 있는 공조 시스템이 바람직스럽다. 일반적으로 (단일덕트+ 재열 유니트방식) 또는 (단일 덕트+F.C.U) 등이 채택되어 지는 것이 많다. 청정도가 높은 실에는 부분적으로 HEPA 유니트를 사용한다.

원내 감염을 고려해야 하는 분만실, 미숙아실, 신생아실 등은 청정도의 정도에 대하여 운용 측과의 협의가 필요하다.

5.3.5 수술부

일정 규모 이상의 병원은 수술실, 회복실, 마취 기자재 창고, 멸균 기재실 등을 집중시켜 중앙 수술부로 관리하는 것이 많다. 수술부는 병원의 중심으로 중추적 역할을 하는 부분이다. 공조 설비는 실내 온·습도 유지와 동시에 수술중 또는 수술후의 감염 방지에 중요한 역할을 담당하게 된다. 감염이 없는 의료 시설의 확보를 위해 청정 구역을 명확히 하고, 조닝, 실내압, 에어밸런스에 유의하고 수술부 전체의 청정화 계획을 시행하는 것이 중요하다.

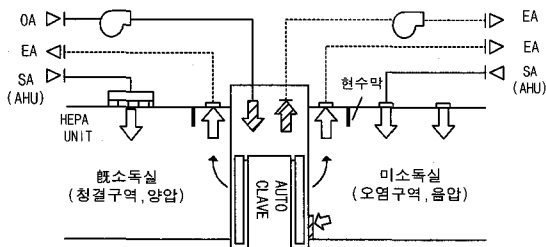


그림 8. Auto Crave 주위의 공기 FLOW예

5.4 공급 부문

5.4.1 藥 局

약국에는 고도한 청정도를 필요로 하는 무균 제제실 부터 약병이나 제제 용구를 세정.멸균하는 실까지 요구 청정도가 서로 다른 실이 있고, 공조 계획은 적절한 에어밸런스와 청정도의 유지가 가능하도록 주의하여 시행한다. 멸균실의 약 액 멸균 장치, 건조기의 배기, 제제실의 분진 확산에 의한 직원 및 외부로의 약해 방지 등에도 유의한다.

5.4.2 재료 멸균실

진료에 필요한 기자재를 세정.멸균.보관하고, 필요에 의하여 공급하는 실이다. 내부 기자재의 순서는 세정, 조립, 멸균, 멸균 기자재 보관의 순이지만, 공기는 역으로 청결한 장소에서 오염된 장소로 흐르도록 한다. 오염 구역(세정.조립)과 청결 구역(멸균 기자재 보관)은 멸균 장치를 사이에 끼워 구분하고, 보관실은 청정도를 높여, 양압이 되게 한다. Auto CRAVE의 기기발열, 문 개, 폐 시의 증기, 탕기의 확산 방지에도 주의한다.

5.4.3 세탁실

실내는 고온 고습이고, 작업자로의 방사 영향도 크기 때문에, 동절기, 하절기의 냉방 및 충분한 환기량 확보에 주의한다. 대형 세탁기 건조기가 설치 되어진

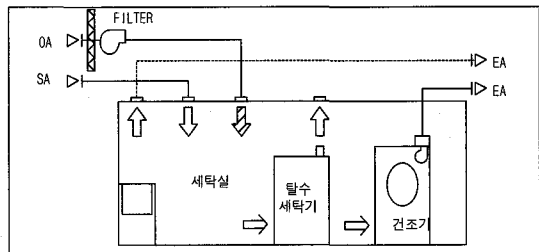


그림 9. 세탁실 및 공기 FLOW의 예

경우는, 건조기 배기의 Air Balance용, 흡입Fan 이 나 세탁기 소독조 상부에 배기구를 설치하고 에어벨런스확보나 악취의 확산 방지를 계획한다. 그림 9에, 세탁실 주위의 공기 FLOW예를 나타냄.

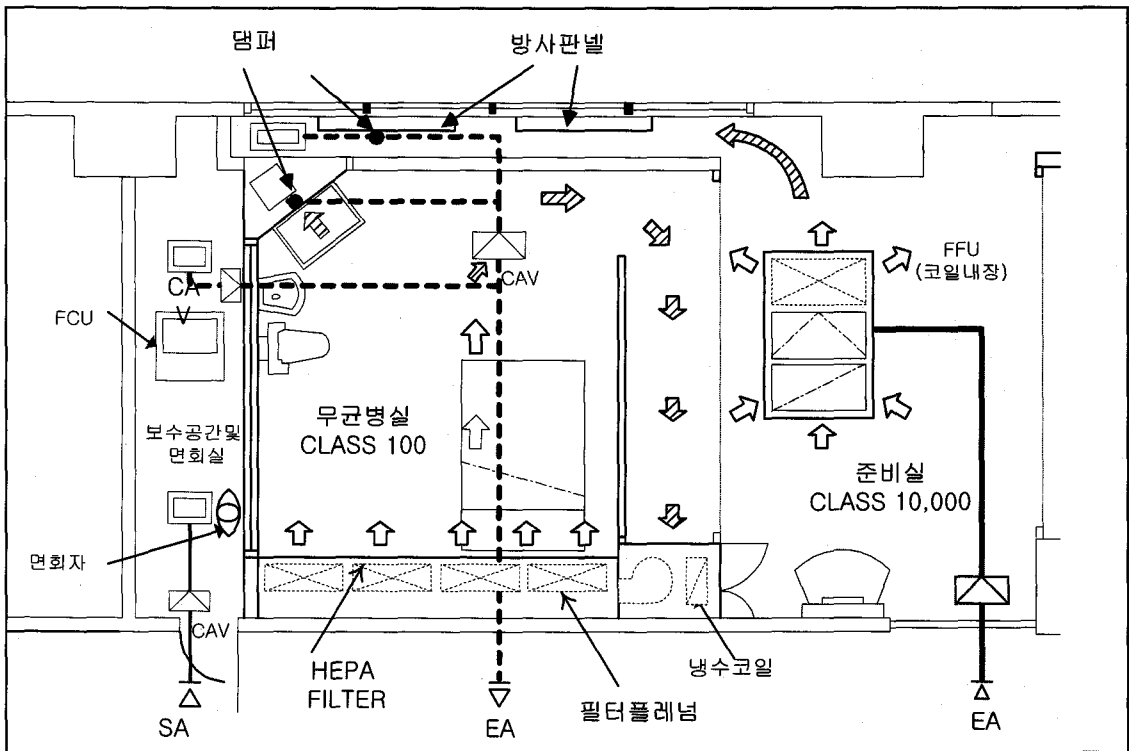
5.5 감염 병동

감염원이 될 우려가 있는 보균자를 수용하는 병동을 위하여 공조조닝은 일반 병동과 계통을 분리하고, 24시간 공조 가능한 시스템으로 한다. 또한

공조 방식은 F.C.U등 실내 순환기기는 설치하지 않고 전공기 방식으로 하고, 리턴은 받지 않는다. 실내압은 보통 음압을 유지한다. 문이 닫혀져 있는 상황에서 발생하는 과대한 실의 압력차이 방지를 위해 릴리프 댐퍼를 부착하는 수도 있다. 필터에 의한 세균 처리를 행한 후 배출하는 것이 좋다.

5.6 무균 병실(Bio Logical Clean)

무균 병실은 면역 능력이 극도로 저하된 환자를



- [설계개요]
- 1) 실내의 온습도는 준비실에 설치된 코일내장형 FFU에 의해 유지된다.
 - 2) 병실주위의 열은 면회실의 FCU창측배기, 방사판넬히터로 처리
 - 3) 병실의 온도 미세조정은 냉수 코일을 설치하여 조정.
 - 4) 오존 소독후 배기는 창측의 배기구를 열어 병실내의 배기구에 교환을 시행한다.

그림 10. 무균 병실의 예

수용하여 감염을 방지하고, 치료를 위한 병실로 급성 백혈병, 고혈압 등 화학요법이나 골수이식 요법에 사용되어진 경우는 병동에, 중도 열상, 장기이식 수술 후에는 ICU에 설치되는 것이 많다. 청정도는 Class 100정도가 요구되어진다.

미생물 제거를 위해 실시하는 실내 소독의 방법에는 소독약에 의한 청식법과 포르말린 또는 오존에 의한 가스 소독법이 있다. 가스 소독법에서는 실내의 기밀성과 소독 가스의 배기 장치가 필요하다. 무균 병실에서는 청정도와 더불어 환자의 거주성도 중요하기 때문에 표1에 나타난 대로 온도 설정은 가변이 가능한 시스템으로 하는 것이 바람직스럽다. 열상 환자 치료로는 몸에서 수분 증발을 억제하기 위해 실온 28~33℃, 상대습도 70~90%를 필요로 하는 경우도 있다.

기류 속도는 0.18~0.4m/s이고 환자에 불쾌감을 주지 않도록 처리시와 안정시에 바꿔주는 것이 바람직스럽다. 또 운전 소음은 안정시에 40db(A)정도 이하로 하는 것이 좋다. 기류 방식은 화학요법과 골수이식 법에 사용되어지는 것은 수평 층류 방식이 많고, 열상이나 장기이식 후의 환자의 치료에는 수직 층류 방식이 많이 사용 되어진다. 실내의 기류는, 해파 필터를 통하여 여과된 후 수평 층류가 되어 개방부에서 유출, 순환하고 실내에는 멸균 수 공급의 세면기, 샤워 및 수세식 변기가 설치되어 있다.

5.7 ICU

ICU는 생명에 위협이 있는 환자를 수용하고, 집중적으로 치료, 간호를 행하는 병실이다. 환자에는 면역 능력이 저하된 감염자가 많고, 원내 감염을 일으키기 쉽기 때문에, 일반병실에 비하여, 보다 높은 공기 청정도와 온·습도 제어가 요구된다. ICU중에도 청결 구역, 준 청결 구역, 일반 구역, 오염 구역이 있고, 청정도 유지를 위해 공기의 흐름은 청정

구역에서 오염 구역으로 흐르도록 제어하고, 충분한 환기량을 확보한다.

청결 구역의 청정도는 일반적으로 Class 10,000~100,000 정도가 되고, ICU 구역 내의 공기압은 항상 그 외부 보다도 양압을 유지해야 한다. 또 ICU에는 중도 열상 및 장기이식 수술 후의 환자를 위해 무균 병실이나 감염증을 일으킨 환자를 위해 격리병실을 설치할 수도 있다. 이러한 것들의 각 병실은 각각 실온 제어가 가능하고 청정도도 확보할 수 있도록 한다. 실내압은 감염을 예방 환자의 병실은 양압으로, 감염증 환자의 병실은 음압으로 유지하도록 계획한다. 일반적으로 ICU는 감염증에 걸리기 쉬운 환자나 감염의 원인 우려가 있는 환자가 혼재되어 있기 때문에 감염 방지를 위해 흡입구는 가능한 한 오염 공기가 확산되지 않도록 좁게 배치하고, 천정면보다 바닥면에 가까운 위치에 설치하는 것이 좋다. 또한, 환자에게는 구멍용의 치료기기가 접속되어 있는 경우가 많고, 나체에 가까운 상태로 관리 되는 수도 있기 때문에, 연간 공조의 필요성, Draft를 느끼지 않게 하는 배출구의 배치 등에도 유의한다.

5.8 수술실

수술실의 청정도는 수술의 내용에 따라 다르지만, 인공관절치환, 장기이식 수술에는 CLASS 100의 무균 수술실이 요구되고, 일반 수술실은, Class 10,000~100,000 이 되는 것이 많다. 수술실의 공조 계획상의 유의점, 및 일반수술실, 무균 수술실의 공조 시스템을 아래에 나타낸다.

5.8.1 공조 계획상의 유의점

A. 온·습도 제어

수술실에 요구되는 실내 온·습도는 수술 내용과 환자의 나이, 질병의 종류 등에 따라 서로 다르다.

각 실마다 온·습도 제어 설정 변경이 가능하고, 년간을 통해 목적에 부합하는 환경을 유지할 수 있는 공조 시스템이 필요하다. 온·습도의 설정은 실내에서 임의로 하는 경우와 특정 관리자가 원격으로 설정 감시를 행하는 경우가 생각 되어진다.

온·습도의 가변 설정 범위 및 설정 방법에 대해서는 운용 측과의 협의가 필요하다. 수술실의 설계용 온·습도 조건 기준을 표1에 나타내었다.

B. 공기 순환 방식 선정

열 부하 제거와 공기 청정도의 유지가 공조의 목적

이다. 두 가지 목적을 일괄할 경우는 전체 공기량을 공조기에 순환시키는 전순환방식, 분리하여 취급하는 경우는 부분 순환 병용 방식이 된다.

두 가지 방식의 공기 Flow 개념도를 그림 11에 표시함. 공조 기계실 덕트 Space, 운전에너지의 대소 등, 각각의 특징에 유의하고 시스템을 선정한다. 일반적으로 순환 풍량을 많이 필요로 하는 고청정도의 수술실에 대해서는 부분 순환 병용 방식이 널리 사용된다.

C. Air Balance 유지

수술부 구역내는 수술실 또는 청결 Hall을 중심으

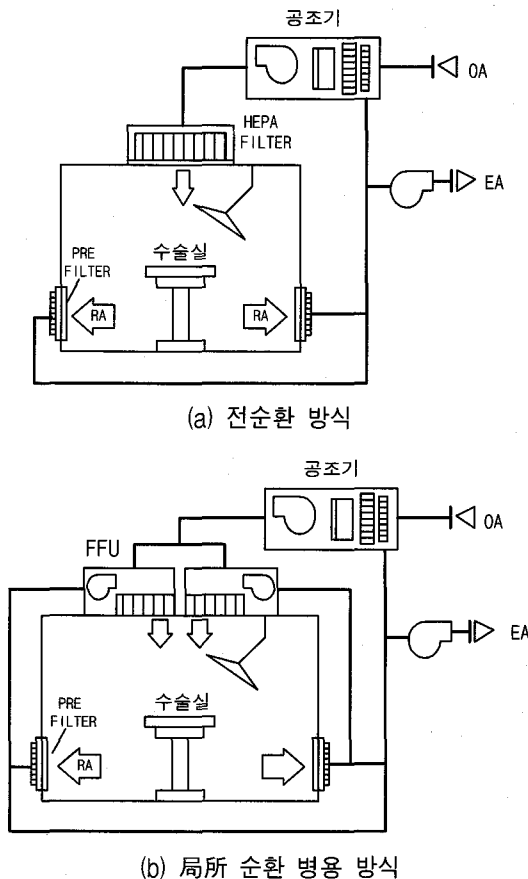


그림 11. 공기 순환 방식의 공기 FLOW 개념도

로, 보통 공기가 높은 청정 구역에서 낮은 청정 구역 방향으로 흐르도록 실내 압력을 확보하여 요구되는 청정도를 유지한다. 특히, 여러 개의 수술실 일부를 사용하는 부분 운전 시에 있어서도, 이공기의 흐름을 확보하여, 수술실 구역으로 부터 오염 공기가 침입하지 않도록 해야 한다. 또한 공조 정지시에 있어서 수술실간의 교차 오염에도 유의 한다.

에어필터의 압손 변화에 동반되는 에어밸런스의 붕괴를 방지하기 위하여 送排風機의 Inverter, CAV(정풍량 방식) 등에 의한 일정 풍량 유지도 고려한다.

D. 시스템의 안정성, 신뢰성

수술 중의 공조 설비 운전 중단은 허용되지 않는다. 2.5항에 기술한 점에 유의하여 계획한다.

E. 쉘 에너지

수술부의 순환 공기량, 외기량은 일반 공조에 비교하여 크기 때문에

- ① 전열 교환기 설치
- ② 처음 운전 시의 외기 도입 중지
- ③ 저압손 필터의 사용
- ④ 필터의 정격풍량 이하로 사용 등의 쉘 에너지 시스템을 고려한다.

전열 교환기는 공기 역류에 의한 오염 방지를 위하여 역류 방지댐퍼 에어필터의 배치에 주의한다. 또한 수술실은 각실이 단독 운전을 할 수 있는 것이 바람직스럽다. 이것은 반드시 수술실 단위로 공조기 설치를 의미하는 것은 아니고 시스템으로 단독 운전이 가능하면 좋다.

A. 최적필터 구성

청정 공기 송풍을 위해 사용하는 필터 선정에 유의한다. 필터 구성의 예를 표 3에 나타냈다. 실내에

서 발생하는 섬유 계통의 먼지를 제거하기 위해, 리턴그릴의 뒷면에 프리 필터를 설치한다.

B. 토출구·리턴그릴의 배치

최고 청정도를 요구하는 수술실의 위(천정면) 부분에 토출구를 많이 설치한다. 리턴그릴은 수술실의 네 모퉁이의 낮은 위치에 설치하는 경우가 많다. 수술 내용에 따라서는 X 선장치나 현미경 등의 의료 기기를 천정에 매립 시키는 경우도 있어 토출구·리턴그릴의 배치에 주의한다.

C. 초기 운전 시간의 단축

- ① 초기 운전 시에 외부 공기 도입 방식
- ② 여유 있는 용량의 공조기 설치 등 긴급 수술의 대응책을 강구한다.

그림 12에 어느 병원의 수술실 및 그 부속실의 공기 흐름의 예를 그림 13에 수술실의 공조시스템의 방식을 나타냄.

5.3.2 공조 시스템

A. 일반 수술실

환기 회수는 청정도에 따라 각각 다르고 Class 10,000에서는 50회/H정도 Class 100,000에서는 20~30회/H 정도다. 실내 기류는 비층류형 클린룸이다.

공조기는, 일반적으로 A.H.U는·Package형의 경우는 외기 도입량과 필터의 초기 압손과 최종 압손의 차이 등에 대하여 검토가 필요하다.

순환 풍량을 많이 필요로 하는 청정도가 높은 수술실에는 Fan 유니트에 해파필터 또는 고성능필터를 부착한 저소음형 FFU(Fan Filter Unit) 방식이 널리 사용되고 수술실마다 부하 변동의 대응은 일반적으로 재열 유니트방식이 이용된다. 또한 감

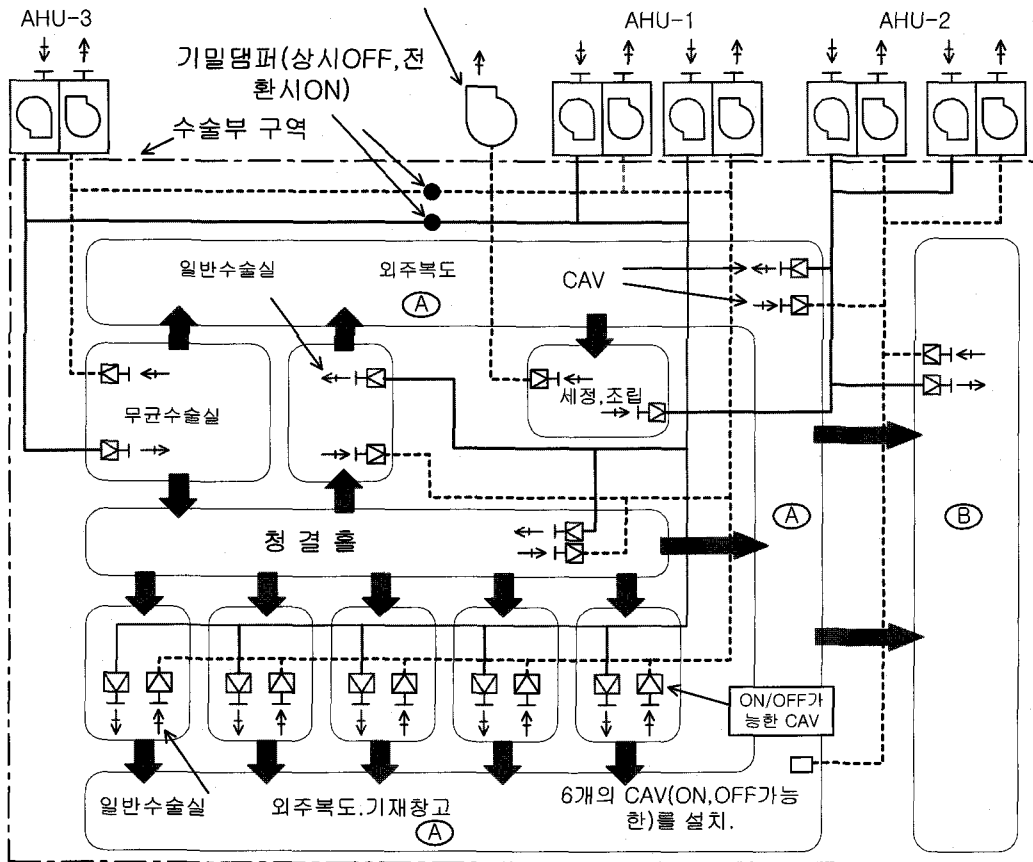


그림 13. 수술실 공조 System

- ▶AHU-1 일반 수술실, CLEAN HALL 계통
- ▶AHU-2 수술부 일반 구역 계통
- ▶AHU-3 무균 수술실 계통
- ▶구역 A 까운, 모자, Mask 등 복장을 바꿔 입는 구역
- ▶구역 B 보통 복장도 가능한 구역
공기 청정도 유지를 위해 공기의 흐름

(계획 개요)

- 1) System은 일부 순환 방식으로 온도 제어는 제열 방식. 구역B 이외의 토출구에는 Fan Filter Unit를 설치 급기·배기에는 CAV를 설치.
- 2) 외주부의 복도의 Return 측에는 수술실의 운전에 적합한 제어가 가능하도록 6개의 ON-OFF Switch를 부착한 CAV를 설치하여 실압 유지를 고려.
- 3) 개별 운전 Filter 압손 변화를 고려하여 공조기는 Inverter제어
- 4) AHU-1, AHU-2 계통의 공조기는 BACK-UP를 고려하여 2대에 분할 설치
- 5) AHU-3의 back-up은 AHU-1으로 하고 기밀 Damper를 전환하는 경우에는 열어서 대응.

염증 환자의 수술에 대응하여 임시 수술실을 음압으로 교체시키는 전용의 배기 계통을 설치하는 수도 있다.

B. 무균 수술실

최근의 경향은 복수의 수술실이 설치 되어진 경우에는 최저1실이 무균 수술실 설치가 많다. 일반적인 환기 회수는 100~200회/H, 실내 기류 속도는 0.3~0.5m/s정도, 소음은 50 dB/A 이하로 계획한다. 실내 기류 방식은 수평 층류식과 수직 층류식으로 분류된다. 수직 층류식은 수평 층류식과 비교하여 의료진들의 행동이 비교적 자유로운 수술도 많지만 수술 중의 X선 촬영은 비교적 곤란하다. 최근에는, 수직 층류식이 널리 채택되는 경향이지만 방식의 선정은 운용 측과 협의가 필요하다.

- 참고문헌 -

1. 이토 마코토의 3人, 新建築學大系31, 病院의 設計(昭和 62-9)
2. 空氣調和·衛生工學回覽, 空氣調和·衛生工學辭典(平成 2)
3. 타나카 마사토시, 病院設備 33-2(180호)
4. 일본병원설비협회, 本病院設備協會規格 HEAS-02-1989, 病院空調設備의 設計, 管理指針
5. 후쿠야마 히로유키, 空氣調和 衛生工學 55-4 (昭和 56-7)
6. NHB 5340-2, NASA Standard for 클린룸 Work Station For Microbially Controlled Environment(1967)