



## 에너지 절감을 위한 병원의 패시브 디자인적 요소 연구

### *Passive Design Elements for Hospitals to Achieve Energy Saving*

강지은\*

Jee Eun Kang\*

\*Assistance professor, Hoseo Univ., South Korea (jeeeunkang@hoseo.edu)

#### ABSTRACT

**Purpose:** Passive design strategies are critical to achieve zero energy consumption. Since hospitals are one of the most energy-consuming buildings, precise strategies are needed for its efficient medical planning, infection control, and well connection of functional spaces. This research analyzes the passive design elements for hospitals in an architectural design stage. **Method:** Analysis of research papers for the hospitals extracts the passive design elements related to architectural space and design. **Result:** The seven key passive design elements for a hospital design are established. 1. The shape of the hospital is related to the location of departments. 2. Optimization of the size of the sun shade device in a patient room considering the daylight factor and the energy-saving. 3. Relationship between the mass shapes and the orientation of the inpatient tower. 4. Adequate Window to Wall Ratio(WWR) for a patient room. 5. Consideration of the corridor type and daylighting for the inpatient tower. 6. Patient room configurations depend on the bathroom location. 7. Natural ventilation using internal and external shafts.

#### KEYWORD

병원  
패시브 디자인  
친환경  
자연채광  
차양  
에너지

Hospital  
Passive Design  
Sustainable  
Natural Daylighting  
Shading  
Energy

#### ACCEPTANCE INFO

Received Apr. 20, 2020  
Final revision received May. 24, 2020  
Accepted May. 28, 2020

© 2020. KIEAE all rights reserved.

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건축물의 에너지 효율에 관한 요구가 매년 증가하고 있다. 병원은 에너지를 많이 쓰는 건물 중 하나이다. 2016년 에너지 총조사 보고서에 따르면 건물 용도별 연면적당 에너지 소비는 통신 및 인터넷 업종에서 1,125Mcal/m<sup>2</sup>으로 가장 높고, 병원(345Mcal/m<sup>2</sup>), 호텔(292Mcal/m<sup>2</sup>), 상업(180Mcal/m<sup>2</sup>), 아파트(108천 kcal/m<sup>2</sup>) 순으로 나타났다. 병원은 통신업종 다음으로 연면적당 에너지 소비가 제일 많은 것을 알 수 있다[1].

건물의 에너지 효율 향상을 위한 가이드라인은 여러 방면에서 검토되고 있다. 설비시스템을 향상시키는 액티브(Active) 디자인 절감 방법뿐 아니라 건물 디자인과 밀접하게 연결되어 있는 패시브(Passive) 디자인 전략이 각광을 받고 있다고 여겨진다. 패시브 디자인은 자연환경을 활용하여 건물의 디자인을 최적화하여 에너지 효율을 향상시키고 쾌적한 실내환경을 만드는 방법이다. 일반건축물에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으나, 병원 건물 설계에 관한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구는 기존연구 및 자료 분석을 통하여 병원 건축설계 계획 단계에서 고려되어야 하는 에너지 절감 패시브 디자인 전략을 도출하고자 한다. 에너지 절감 계획 중 병원 건물 디자인에 반영 가능한 요

인을 중심으로 분석하여 병원 건물 패시브 디자인 설계가이드라인 설정하는 기초자료로 활용가능하는 것에 목적을 두고 있다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

병원 건물 설계 시에 적용되는 패시브 요소를 다음과 같이 연구하였다.

- 1) 일반건축물 설계 시 중요하게 여겨지는 패시브 건축요소를 문헌분석을 통하여 24개로 정리.
- 2) 건물 디자인에 영향을 많이 미치는 7가지 패시브 건축요소(Passive Design Elements) 선정.
- 3) 병원 건물의 특수성을 반영하기 위해 관련된 국내의 논문을 분석하여 병원 건물의 패시브 건축요소 도출.
- 4) 병원 건물에 관한 연구는 국내 및 해외 데이터베이스 등을 통해 논문 위주로 분석.
- 5) 해외 데이터베이스 검색은 'Passive design strategies for hospital', 'Day lighting hospital', 'WWR for Hospital', 'Shading for Hospital' 등을 keyword로 사용하고 국내 데이터베이스를 이용한 검색은 '병원 친환경 전략', '병원 패시브 전략', '병원의 자연 환기', '병원 에너지' 등을 주요검색어로 함.

## 2. 건물의 패시브 전략과 요소 분석

패시브 디자인 전략은 크게 4가지로 분류할 수 있다. 패시브 히팅 (Passive heating), 패시브 환기 (Passive ventilation), 패시브 쿨링 (Passive cooling), 자연채광 (Daylighting)이다[2][3]. 패시브 디자인 전략을 수행하기 위하여 디자인 방법적 요소들을 분석하였다.

건축 관련 주요 7개 문헌을 분석하여 24개의 패시브 디자인 방법적 요소들을 선정하였다. Table 1.은 문헌에서 많이 언급된 순으로 나타낸 것이다. 제일 많이 언급된 항목 중 7개의 항목을 중심으로 연구하였으며, 병원 건물의 특수성과 연계하여 반영 가능한지 분석하였다. 분석한 항목은 Table 1.에 회색으로 표기하였다. 대지의 기후 (Site Climate), 단열 (Insulation), 조경 (Landscape)은 지역에 따라 다르게 나타나고 건물 디자인에 영향을 덜 미치는 것으로 고려하여 분석에서 제외되었다.

## 3. 병원 건물의 패시브 건축

### 3.1 국내 및 해외의 병원 건물 친환경 건물인증

국내 친환경 건물인증으로는 대표적으로 녹색건축인증(G-SEED)과 제로에너지 빌딩인증이 있다. 국내 인증제도에서 건물을 용도별로 분류하여 다른 기준을 적용하였지만, 병원 건물은 따로 분류되어 있지 않다. 제로에너지 건축물 인증대상에서 병원 건물은 연면적 3천 제곱미터 이상의 건축물, 녹색건축인증제도(G-SEED)에서는 이외의 건물에 해당된다.

Table 1. Passive Design Elements

Elements	1[3]	2[4]	3[5]	4[6]	5[7]	6[8]	7[9]	No.
Building Shape and Mass	●	●	●	●	●	●	●	7
Site Climate (Humidity, Temperature)	●	●	●	●	●	●	●	7
Solar Shading	●	●	●	●	●	●		6
Building Orientation	●	●	●		●	●		5
Insulation	●	●	●	●		●		5
Window(Shape, Size)	●	●	●	●		●		5
Natural Daylighting		●	●	●	●	●		5
Landscape (roof plants, vertical gardens)	●	●	●		●		●	5
Space Planning	●	●	●		●		●	5
Natural Ventilation		●	●		●	●		4
Exterior Envelope			●	●	●		●	4
Air tightness	●		●	●				3
Buffer Space(Atrium)	●	●			●			3
Thermal Mass	●					●		2
Heat Island		●				●		2
Heat Comfort		●	●					2
Site geography					●		●	2
Site Preservation					●			1
Site Accessibility					●			1
Permeable Paving					●			1
Light Shelves					●			1
Space Zoning					●			1
Section(Atrium)		●						1
Lighting Control						●		1

해외 친환경건물인증은 병원의 특수성을 고려하여 평가항목과 배점을 일반건축물 인증과 다르게 하고 있다. 미국의 LEED-Healthcare(LEED-HC), 캐나다의 E-Star Healthcare, 영국의 BREEAM-Healthcare 그 예이다. LEED-HC의 인증항목들은 일반건축물 대상으로 하는 LEED-NC의 인증항목 토대로 수정된 것이다. LEED-HC에서는 에너지 사용량에 대한 점수가 강화되었고, 환자와 방문객의 건강증진을 위한 항목들이 추가되었다[10][11]. 해외 건물인증 제도에서는 병원 건물 디자인에 직접적으로 영향을 미치는 사항은 적게 나타나고, 국내 인증에서는 병원의 특수성을 반영한 친환경 건물 디자인 기준이 별도로 나와 있지 않다. 국내 병원 건물 디자인에 적용 가능한 패시브 디자인 가이드라인이 필요하다고 사료된다.

### 3.2 병원 건물의 패시브 전략

병원 건물의 에너지 절감 연구는 대부분 설비 분야로 효율적인 에너지 사용 중심으로 되어있는 경향이 있다. 패시브 건축에 관심도가 높아지면서 병원설계에서도 설비 분야뿐 아니라, 건축설계 분야에 관한 에너지 효율성에 관한 연구가 실행되는 실정이다.

전문가들을 대상으로 설문 조사를 한 최여진 외 1인 연구의 따르면, 에너지 효율을 위한 영향요소를 건축, 기계, 빛 환경, 신재생 부문으로 구성하였을 때 건축부문의 중요도는 55.4%로 가장 영향을 많이 미친다고 나타났다. 건축부문의 요소로는 창과 문, 태양열, 환기, 외피, 단열 등이 있었다[5].

### 3.3 병원 건물의 구성

효율적인 건축설계 전략을 위하여 병원 건물은 용도에 따라 병동부(Inpatient Department), 중앙진료부(Diagnostics & Treatments), 외래진료부(Outpatient Department), 공급부(Supply Department)로 크게 4부분으로 구분할 수 있다. 병원 건물 형태는 병동부 위치에 따라 크게 2개 타입으로 나눌 수 있다. 병동부가 중앙진료부 및 외래부와 수직으로 연결되는 타워 타입이 있으며, 중앙진료부와 수평적으로 연결되는 파빌리온 타입이다.

타워 타입은 대기 활용을 극대화할 수 있고 수직 동선을 중앙화하여 효율적으로 관리할 수 있으며, 의료진 동선을 짧게 하여 국내 병원에서 많이 이용하는 형태이다. 파빌리온 타입은 각 부서를 수평적으로 연결하여 효율적인 감염관리를 위한 동선 분리가 가능하고, 추후 증축 시 기존 병원과 연결을 효율적으로 할 수 있다는 장점이 있다. Table 2.는 타워 타입과 파빌리온 타입의 병원 건물 특징을 나타낸 것이다.

Table 2. Characteristic of Hospital Mass

Type	Relationship between D&T and Inpatient Tower	Characteristics
Tower Type		<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximized land use</li> <li>Centralized vertical core</li> <li>Shorten walking distance between D&amp;T and inpatient tower</li> </ul>
Pavillion Type		<ul style="list-style-type: none"> <li>Clear separation between inpatient tower and outpatient department</li> <li>Flexible to future expansion</li> </ul>

## 4. 병원 건물의 패시브 디자인 적용요소

### 4.1 병원 건물의 형태(Building Shape and Mass)

국내종합병원에서는 제한된 대지와 비교적 짧은 동선에 의해 타워 타입을 많이 사용하고 있다. 중앙진료부의 매스와 병동부가 수직적으로 긴밀하게 연결이 되어있는 형태이다. 각 부서는 수직동선을 공유하고 있어서 효율적인 평면구성과 짧은 동선 구성이 가능하게 한다. 그러나 중앙진료부는 병동부와 수직 연결로 자유로운 매스 분절이 어렵고 중정을 적용할 수 없어 자연채광이 건물 깊숙이 들어오지 못하는 단점이 있다. 중앙진료부 상층부에 수술실들이 배치되어 있으므로 수술실 사이에 중정을 계획하기 어려운 실정이다.


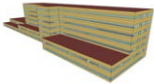
미국의 Advanced Energy Design Guide for Large Hospital (AEDG)에 따르면, 단일 매스로 되어있는 타워 타입보다는 매스가 작은 형태로 분절되어있는 파빌리온 타입이 자연채광에 효과적이라고 분석되어 있다. 파빌리온 타입은 Perforated 매스 형태(구멍이 뚫린 형태)이고 매스 사이에 중정을 만드는 형태로 유럽에서 많이 사용하고 있다[12]. 중앙진료부의 매스가 다른 부서의 건물에서 별도로 떨어져서 자유로운 분절이 가능하다. 유럽의 채광에 관한 법규인 EN 17037에서는 사람이 일하는 모든 공간에는 자연채광이 필요하다고 명시되어 있다. 중앙진료부는 사람이 8시간 이상 일하는 외래진료실, 수술실, ICU로 구성되어 있기 때문에 자연채광 도입이 필요하다.

AEDG에 따르면, 건물 내부에 자연채광이 가능한 공간은 외벽 창에서 4.5m 떨어져 있는 곳이라고 명시되어 있다. 타워 타입에서 자연채광이 가능한 공간은 전체 층 바닥면적의 20% 정도이고 자연채광이 필요한 실보다는 복도로 이루어져 있다. 파빌리온 타입에서 자연채광이 가능한 공간은 층 바닥면적의 40%로 나타났다[6].

친환경 건물의 관심이 고조됨에 따라 국내 병원의 형태도 점차 변화되고 있다. 파빌리온 타입을 하기 어려운 병원에서는 타워 타입으로 계획하고 병동부에 중정을 두어서 건물 깊숙이까지 자연채광이 가능하게 하는 하이브리드(Hybrid) 타입도 사용하는 추세이다. 삼성병원, 메디플렉스 등이 좋은 예라고 할 수 있다.

중정을 이용한 타워 형태이나 파빌리온 타입은 대기 면적 활용성 약화, 연면적 증가, 공사비증가 등의 부정적인 인식이 있다. 국내 상황, 세부적인 면적 계산, 에너지 효율을 고려한 최적화된 병원 형태를 찾는 연구가 필요하다고 여겨진다. Table 3.은 파빌리온 타입과 타워 타입의 특징을 분석한 것이다.

Table 3. Hospital Shape and Mass

Type	Characteristics
Pavilion Type 	<ul style="list-style-type: none"> <li>40% floor area in a room located within 4.5m from exterior windows</li> </ul>
Tower Type 	<ul style="list-style-type: none"> <li>20% floor area in a room located within 4.5m from exterior windows(Most of them are corridors)</li> </ul>

### 4.2 병동부의 차양 계획(Solar Shading)

환자의 회복을 위해서는 자연채광이 긍정적인 영향을 주지만 창을 통한 과도한 일사로 냉방부하가 커지고 있다. 자연채광 과다는 병상에 누워 있는 환자에게 불편한 눈부심(Glazing)현상을 일으키고 있어 내부 블라인드 설치 등 부대시설이 필요하고, 환자 스스로 사용이 불편하며 청소관리 미비로 감염관리에도 취약한 문제점을 일으키고 있다.

AEDG에서는 병실 내 주광 조도(Day lighting Factor=DF) 유지를 명시하고 있다. 병실의 75%는 25fc (269lx) 이상, 250fc (2690lx) 이하로 계획하는 것을 권장하고 있다[6]. 최장대의 2인 연구에서는 병동부의 차양 길이에 따른 에너지소비량과 주광 조도에 관한 분석하였다. 남향의 외부 수평차양의 돌출길이가 0.9m를 초과하면 연간 에너지소비량은 증가하고, 0.6m를 초과하면 연간 주광 조도의 손실량이 커진다고 나타났다[14].

Joarder의 1인 연구에서는 1인실 병실의 병상 위치를 고려하고 창과 그에 따른 적절한 차양 길이의 관계성을 파악하여 병실 외벽의 새로운 형태와 환자를 위한 적절한 차양 길이를 제시하였다[15]. Shikder의 2인의 연구에서는 병실의 평균 DF를 실내조명이 필요 없는 5%로 할 때 최적화된 창의 크기와 차양의 폭을 제시하였다. 남향에 있는 병실의 창의 형태 중 최고의 주광 조도와 최저의 냉난방 부하의 최적화 되어있는 형태는 창 폭 3.4m, 창틀 높이 0.4m, 창 윗부분 높이가 2.6m, 차양 깊이가 1.0m라고 결과를 분석하였다[16].

병원의 차양 계획은 병상의 위치와 누워 있는 환자의 위치를 고려한 외부조망 확보, 다인실의 모든 환자에게 적합한 주광 조도, 냉방 에너지 부하 감소에 대한 정교한 관계를 고려해야 한다고 사료된다.

### 4.3 병동부의 향(Building Orientation)

병원 건물은 크게 병동부, 중앙진료부, 외래부, 공급부로 구성되어 있다. 병동부는 병원 건물 연면적의 30~40%를 차지하고, 24시간 동안 에너지를 쓰는 공간으로 에너지소비량도 다른 기능의 공간보다 많다. 병동부 에너지 절감은 전체 병원의 에너지 절감에 많은 영향을 미친다. 향을 고려한 병동부의 매스 형태는 냉난방부하에 영향을 미치므로 병원 건물 계획 시 패시브 디자인 전략으로 중요한 역할을 하게 된다.

심재현 외 2인 연구에 의하여, 종합병원의 병동부의 형태 중 가장 많이 쓰이는 Y, L, -, T 4가지 형태의 향에 따른 냉난방에너지 사용량을 조사한 결과 남부지방의 정남향에서는 Y(4933.9MWh) > L(4923.1MWh) > T (4905.5 MWh) > - (4872.2 MWh)형태 순으로 높아 불리하게 나타났다. 병동 형태에 따른 최적 방위를 시뮬레이션하였으며, 중부지방과 남부지방의 최적 방위도 분석하였다[13]. 병동 폭이 16.4m로 거의 모든 병실이 창에 면하는 편 복도 타입의 병동부를 모델로 한 것으로 국내와 같이 이중 복도 타입이 많은 경우 적용하기 어려운 경향이 있다. 국내 실정에 맞는 병동부의 다양한 형태의 냉난방 에너지 사용량의 연구가 필요하다고 사료된다.

#### 4.4 병실의 창의 크기(Window)

외피 설계요소 중 벽 면적에 대비한 창 면적을 의미하는 WWR (Window to Wall Ratio)는 건물에너지 소비량과 밀접한 연관성이 있다. 오지현 외 2인 연구에 따르면, 병실의 외피 설계요소 중 창의 열과 빛 투과 특성의 설계요소들이 영향을 많이 미친다고 분석되었다. WWR는 냉방 및 조명에너지에 대한 민감도가 높아 냉방에너지에 영향을 많이 미친다고 분석되었다[18].

AEDG 보고서에 의하면, 병원설계에서 WWR는 최대 40%가 적절하다고 정리하고 있다. WWR가 낮을수록 에너지는 더 절약될 수는 있지만, 병실의 적절한 자연채광에 문제가 발생 될 수도 있다[6]. 국내의 가이드라인을 살펴보면, 국토해양부의 건축물 에너지 절약을 위한 창호 설계 가이드라인에서는 중부지방 일반 건축물일 때 모든 향에 대해 창 면적비(WWR) 40%[19]이내로 제시되었고 서울시 그린디자인 서울 민간건축물 및 공동주택 설계 가이드라인에서는 2,000m<sup>2</sup>이상의 병원 건물은 벽면을 40%이상(WWR 60% 이하)로 규정되어 있다[20].

최장대 연구에서는, WWR 40%에서 적절한 채광을 유지하기 위해서 향에 따른 창의 가로와 세로 길이가 중요하다고 분석하였다. 주광 조도는 창의 세로 길이를 조절하는 것이 손상을 크게 만들었다. 같은 WWR에서 연간 총 에너지 사용량을 줄이려면 남향과 북향은 가로길이를 줄이는 것이 유리하였고 동향과 서향은 세로길이를 줄이는 것이 효과적이라고 제시하고 있다[21].

최근 병원 건물의 외피는 병동부 중심으로 유리 커튼월을 사용하는 경향이 많아지고 있다. 커튼월 외피의 High-tech 이미지와 병원과 다른 오피스 빌딩 이미지를 추구하는 경향 때문이라고 사료된다. WWR 40%를 충족시키기 위해서 병동의 커튼월 사용의 다양한 새로운 외피 형태의 연구가 필요하다고 여겨진다.

#### 4.5 자연채광(Natural Daylighting)

〈병동부의 평면계획〉 의료진이 주로 활동하는 간호사스테이션의 자연채광 여부는 병동부의 형태에 따라 크게 달라지는 경향이 있다. 간호사스테이션(Nurse Station)이 외벽에 있는 편 복도 형태와 간호사스테이션이 내부에 있는 이중 복도 형태로 크게 나누어질 수 있다. Table 4.는 이중 복도(Double Loaded Corridor)와 편 복도(Racetrack Corridor)특성을 나타낸 것이다.

AEDG에 따르면 간호사스테이션의 자연채광을 위하여 병동의 폭을 최대 18m로 추천하고 있다. 이는 중복도 타입이 들어가기 힘든 폭으로 간호사스테이션의 자연채광을 위해서 편 복도 타입을 추천하는 것으로 추정된다[6].

김제원 외 1인의 연구에 따르면, 중정을 계획한 전체 병동부의 복도 중 32%가 편 복도로 계획된다고 한다. 간호사 동선의 평균 거리가 중정 규모나 개수와 큰 상관관계가 적고 간호사스테이션의 집중 또는 분산 배치가 간호사 동선의 거리에 직접적인 영향을 미친다고 나타났다[22].

병동부의 중정 계획은 환자와 의료진에게 자연채광이 가능하게 하여 긍정적인 환경을 제공하여 준다. 중정의 위치와 부속 공간의 위치, 병실의 위치 등을 고려하여 계획하는 것이 바람직하다.

Table 4. Inpatient Department Space Planning[6]

Type	Inpatient Tower Layout	Characteristics
Double Loaded Corridor		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Double Corridor</li> <li>• Insufficient Day lighting in Nurse Station</li> </ul>
Racetrack Corridor		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70% of rooms except patient rooms are located within 6m from exterior window</li> </ul>

〈광선반〉 광선반은 병실 내부로 자연채광을 끌어들이는 장치로 해외에서 많이 사용되고 있다. 다인실 병실에서 광선반을 계획하면, 자연채광을 병실 깊숙이 유도 가능하여 모든 환자에게 적절한 자연채광을 줄 수 있다는 연구가 있다. 조주영의 연구에 따르면 깊이가 9m가 되는 다인실 병실의 경우 광선반 각도 조절 (30도)과 블라인드 조합이 블라인드만 있거나 각도가 없는 광선반일 경우보다 주광률과 균제도 측면에서 적절하게 분포된다고 분석하였다[24]. 위의 연구는 서측 향을 기준으로 시뮬레이션한 것으로 모든 향에 관한 자세한 연구가 필요하다고 사료된다.

해외 발표된 논문 Joarder외 1인 연구에서는 병원의 환자 병실에서 느낄 수 있는 적절한 광선반의 각도 길이에 관한 내용도 있다 [15].

#### 4.6 병실의 공간 계획(Space Planning)

일반적으로 병실은 Table 5.와 같이 화장실의 위치에 따라서 3가지 병실 형태로 나눌 수 있다. 환자의 외부조망, 간호사의 환자체크 용이성 등에 따라 장단점이 있고 병원마다 선호하는 병실 형태가 다르기도 하다.

Sherif외 3인의 연구에 의하면, 병실의 3가지 형태에서 WWR에 따라 연간 에너지소비량이 다르게 나타나는 경향이 있다고 하였다. Nested Patient Room의 경우 연간 에너지소비량이 가장 적게 나타나는 경향이 있으며 Nested Patient Room의 WWR 25%~45%일 때와 Inboard Patient Room의 WWR 30%~40% 일 때 연간소비량

Table 5. Location of Toilet in Patient Rooms

Toilet Type	Inboard Patient Room	Nested Patient Room	Outboard Patient Room
Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limited view from N.S.</li> <li>• Maximize outdoor view from patient rooms</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximized outdoor view for patient and view from nurse station</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limited outdoor view for patients</li> <li>• Good visibility from N.S.</li> </ul>



이 가장 적게 나타났다. Outboard Patient Room은 병실 형태는 연간 에너지소비량이 다른 병실 형태보다 높았다[17]. 위의 연구는 사막기후를 기반으로 한 연구결과이기 때문에 국내 적용하기 어려우며 국내 기후를 조건으로 하는 연구가 필요하다고 여겨진다.

#### 4.7 병원의 자연 환기(Natural Ventilation)

병원 건물의 자연 환기는 감염관리, 실내공기 청정도 관리, 치료의 적절한 공기압 관리 및 온습도 조절 등으로 세심한 고려가 필요하여 해결되어야 할 난제로 여겨지고 있다.

국내 병원의 자연 환기에 관한 기준은 없는 상태이며 “건축물 설비기준 등에 관한 규칙”에서 신축 공동주택 등에 자연 환기 설비를 설치하는 경우 환기횟수를 충족하는지에 대한 심의를 받아야 한다고 제시하고 있다[24].

Qian외 5명의 연구에 의하면 병원의 자연 환기는 기계 환기만큼 환기횟수를 보여줄 수도 있다고 분석하였다. 일반병동에서 외부로 열린 창과 복도로 열린 문, 맞통풍에 의해 11.9 ACH(air changes per hour)이상 될 수도 있다고 분석하였다[25].

AEDG에서는 병동에서 자연 환기를 위해서는 폭이 좁은 매스 형태를 추천하는데 병실의 깊이가 외벽에서 최대 7.5m이면 자연 환기가 효과적이라고 제시하였다[6].

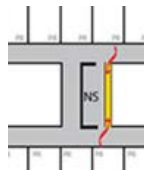
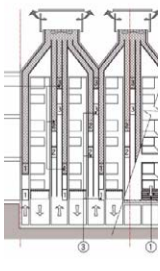
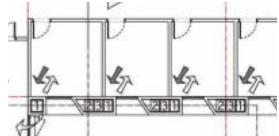
해외에서는 병원의 자연 환기를 위해 샤프트를 이용하는 연구들이 있다. 샤프트는 각 층의 공기를 외부까지 직접 연결하여 공기의 흐름을 원활하게 하는 역할을 한다. 공기의 교차 감염을 최소화하기 위하여 샤프트는 병동부의 각 층마다 분리해야 한다. 샤프트는 위치에 따라 건물 내부에 있는 내부 샤프트(Internal Shaft)와 외벽 일부로 사용되는 외부 샤프트(External Shaft)로 구분된다.

Payette 설계사무실에서 실행한 내부연구자료에서는 내부 샤프트를 이중 복도형 병동 형태에 적용하였다. 병동의 간호사스테이션과 의료진 지원공간은 외부 창에 면하는 면적이 적고 간호사 스테이션의 위치에서 멀리 떨어져 있어서 자연 환기에 어려움을 겪는다. 연구에서는 간호사스테이션 옆에 내부 샤프트를 계획하여 내부 공기의 원활한 흐름에 큰 도움이 된다고 나타났다[26].

Short외 1인의 논문에서 제시한 에너지 절감형 병원 건물 디자인에 의하면, 병실 외피에 외부 샤프트를 디자인하여 모든 병실에 자연 환기를 유도하고 있다[27].

샤프트를 이용한 자연 환기는 창을 이용한 것 보다 공기의 양을 조절할 수 있다는 장점이 있지만, 내부 병동의 중간 감염관리를 위해서 내부 샤프트 면적증가로 인한 건물 연면적 증가와 외피에 외부 샤프트 디자인으로 인한 외피 디자인 제약, 외피 면적증가라는 단점이 있다. Table 6.은 2가지 타입의 샤프트를 이용한 자연 환기 예를 제시해 준다. 국내에서도 병원의 자연환기의 시도가 있다. 분당서울대 병원 증축 프로젝트에서 이중외피를 이용한 자연환기형 창호 시스템을 제안하였으나 병실 간 교차 감염위험과 공사비 초과로 제외되었다[28]. 추후 국내 상황과 생애주기비용을 고려한 병원 건물의 자연 환기에 관한 연구가 필요하다고 여겨진다. 자연 환기는 외부의 공기가 내부 공기보다 오염이 덜 되었다는 가정하에 행해지는 것이여 지역의 특수성에 따라 세심한 계획이 필요하고 사료된다.

Table 6. Ventilation Shaft In hospital

Type	Inpatient Department	Characteristics
Internal Shaft [26]		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilation Shaft next to nurse station</li> <li>• Detached from Exterior facade</li> <li>• Possible to create flexible exterior facade design</li> </ul>
External Shaft [27]		 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilation shaft exterior wall in Patient room</li> <li>• Limited window design due to external shaft size.</li> <li>• Limited inpatient department stories since number of floors and size of external shaft are related.</li> </ul>

### 5. 결론

본 연구는 병원 건물 계획 시 활용이 가능한 7개의 패시브 디자인 요소를 도출하였다.

- 1) 병동부, 중앙진료부, 외래부의 배치에 따른 병원 건물의 형태: 국내에서는 타워 형태 병원 건물을 선호하는 경향이 있지만, 자연채광의 극대화를 위하여 부서에 따라 매스가 분리된 파빌리온 형태가 적절하고 여겨진다. 국내 상황반영과 자연채광의 극대화를 위한 형태를 찾는 노력이 필요하다.
- 2) 병실의 주광 조도와 에너지 절감을 고려한 차양: 차양 디자인은 환자를 위한 주광 조도와 불필요한 채광으로 인한 에너지 사용량 증가에 대한 적절한 조절이 필요하다고 분석되었다
- 3) 병동부의 매스와 향의 관계성: 향에 따른 병동부 매스의 형태가 에너지 절감에 영향을 미치는 것으로 분석된다. 병동형태는 편 복도나 이중 복도에 따라 달라지므로, 그에 대한 고려도 필요하다
- 4) 병동부의 창의 크기에 대한 적절한 WWR: 병동의 WWR은 해외에서는 40%가 적절하다는 연구가 나오지만, 국내에서는 병원 건물을 기타 건물로 구분하여 60% 이하로 규정되어 있다. 병원 건물을 대상으로 하는 병동의 적절한 WWR 연구가 필요하다.
- 5) 복도 타입(이중 복도, 편 복도)과 광선반의 이용으로 충분한 자연채광 획득 및 분배: 병동의 이중 복도 형태보다는 편 복도 타입이 의료진 영역에 자연채광유입이 용이하다고 분석된다. 이중 복도 형태에서 중정을 계획하면 의료진 영역의 자연채광 유입도 가능하여 긍정적인 공간구성이 가능하다고 사료된다.
- 6) 화장실 위치에 따른 병실 형태와 WWR의 관계성: 병실의 화장실 위치에 따른 3가지 병실형태(Outboard, Nested,

Inboard patient room)는 WWR에 따라 연간 에너지 사용량이 달라진다고 분석되었다.

7) 내, 외부 샤프트(Shaft)를 이용한 자연 환기 가능성: 병원 건물의 자연 환기는 감염관리, 유지관리, 초기 공사비 등 많은 제약을 가지고 있지만, 환자에게 긍정적인 영향을 미치고 있다. 병원 건물의 자연 환기를 위해 내, 외부 shaft 이용 등의 다양한 연구가 지속되고 있다. 감염관리가 가능한 적절한 샤프트(Shaft) 면적과 생애주기비용에 관한 자세한 연구로 병원 건물에서 자연 환기를 효율적으로 이용할 수 있는 전략구상이 필요하다고 사료된다.

병원 건물 특성상 패시브 디자인 적용요소를 일률적으로 전용하기 어려운 실정이다. 국내 병원의 특징을 고려하여 구체적이고 다양한 후속연구가 필요하다고 여겨진다.

## Reference

- [1] 에너지 경제연구원, 에너지 총조사 보고서, 산업통상자원부, 2017, p.218. // (Ministry of Trade, Energy Consumption Survey: Industry and Energy, 2017, p.218.)
- [2] N. Bhatt, Building Using Passive Design Strategies for Energy Efficiency : Climate Co Lab, 2014, www.climatecolab.org/contests/ 2014/buildings/c/proposal/1309226, 2019.10.12.
- [3] Passive Design Toolkit, A City of Vancouver, 2009.
- [4] 김철, 이혜원, 한기정, 건축물 패시브 디자인 가이드라인 개발 연구, 한국: 대한건축학회 계획계, 29(6호), 2013, pp.93-100. // (C. Kim, H. W. Lee, K. J. Han, A study on the Guideline Development for Passive Building Design, Korea : Architectural Institute of Korea, 29(6), 2013, pp.93-100.)
- [5] 최여진, 최을, 전문가 설문조사를 통한 에너지 효율적인 병원시설을 위한 중요한 영향요소의 분석, 한국생태환경건축학회, 제17권 제3호, 2017, pp.45-50. // (Y. J. Choi, Y. Choi, An Analysis of Important factor for energy efficient healthcare Facilities on Expert's Survey: KIEAE Journal, 17(3), 2017, pp.45-50.)
- [6] ASHREA, Advanced Energy Design Guide for LArge Hospitals-achieving 50% energy savings toward a net zero energy building, 2012.
- [7] 이가영, 공공도서관 계획에 나타나는 패시브 디자인 요소와 에너지 사용에 관한 연구, 한국: 서울과학기술대학교, 2016. // (G.Y.Lee, A study on the of Passive design elements and energy use on the architectural planning of the public Library, Seoul Science and technology, 2016.)
- [8] Passive Design Handbook, California Sustainability Alliance, 2016.
- [9] 김정근, 고귀환, 현대건축에서 나타나는 패시브 건축의 구축기법에 관한 연구, 한국: 한국문화공간건축학회, 47호, 2014, pp.148-155. // (J. G. Kim, G. H. Koh, A Study on the construction Methods of Passive Architecture that Appears in Contemporary Architecture, Journal of the Korean Institute of Culture Architecture, 47, 2014, pp.148-155.)
- [10] 강지은, LEED Healthcare에서 득점 현황 분석에 관한 연구, 한국: 의료복지건축학회, 25(3호), 2019, pp.7-14. // (J. E. Kang, The Analysis of Archived Score earned by LEED Healthcare, Journal of Korea Institute of Healthcare Architecture, 25(3), 2019, pp.7-14.)
- [11] 강지은, LEED-Healthcare 세부항목의 평균 득점률을 통한 병원의 친환경성 분석, 한국: 의료복지건축학회, 25(3호), 2019, pp.7-14. // (J. E. Kang, Analysis of Sustainability of Hospital based on Average Achieved Rate in LEED-HC Credits : Journal of Korea Institute of Healthcare Architecture, 25(3), 2019, pp.7-14.)
- [12] A. DiNardo, Bringing daylight to surgical areas, 2014, www.healthcare designmagazine.com/trends/architecture/bringing-daylight-surgical-areas, 2019.10.18.
- [13] 심재현, 박창배, 윤성환, 종합병원 병동부 평면 형태에 따른 연간 냉난방부하 비교분석: 한국건축학회논문집, 17(1호), 2015, pp.241-248. // (J. H. Sim, C. B. Park, S. H. Yoon, An Analysis of Yearly Heating and Cooling Load According to the Plan Type and Orientation in Large Hospital Ward Area, Architectural Institute of Korea, 17(1), 2015, pp.241-248.)
- [14] 최창대, 권순정, 김선숙, 창 형태 및 차양계획에 따른 다인 병실의 에너지소비량과 주광조도의 평가 및 분석: 의료복지건축학회 18(3호), 2012, pp.29-39. // (C. D. Choi, S. J. Kwon, S. S. Kim, Energy Consumptions and Daylight Illumination Levels of a Multi-bed Patient Room According to the Window Shapes and Shading, Journal of Korea Institute of Healthcare Architecture, 18(3), 2012, pp.29-39.)
- [15] A. R. Joarder, A. Price, Daylight simulation in architectural practice: shading design for hospitals in London, International Seminar on architecture : Education, Practice and Research, 2012, pp.436-451.
- [16] S. H. Shikder, M. Mourshed, Andrew D.F. Price, Optimisation of a daylight-window:hospital patient room as a test case, Proceedings of the international Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 2010.
- [17] A. Sherif, H. Sabry, R. Arafa, A. Wagdy, Energy Efficient Hospital Patient Room Design: Effect of Room Shape on Window to Wall Ration in a Desert Climate, 30th international PLEA conference, 2014, CEPT University, Ahmedabad.
- [18] 오지현, 권순정, 김선숙, 민감도 분석을 통한 종합병원 병동부의 에너지 절감 외피 설계요소 도출 : 의료복지건축학회, 23(1호), 2017, pp.7-14. // (J.H. Oh, S.J. Kwon, S.S. Kim, A Study on Envelope Design Variables for Energy Conservation of General Hospital Ward Area by Sensitivity Analysis, Journal of Korea Institute of Healthcare Architecture, 23(1), 2017, pp.7-14.)
- [19] 한국친환경설비학회, 건축물 에너지 절약을 위한 창호 설계 가이드라인 : 국토해양부, 2012. // (Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building System, Window design guideline for building energy efficient : Ministry of Land Transportation and Maritime Affairs, 2012.)
- [20] 건축기획과, 그린디자인 서울 민간건축물 공동주택 설계 가이드라인 : 주택본부. // (Architectural planning, Green design seoul private building multi housing architectural planning guideline : Housing Department.)
- [21] 최창대, 다인병실의 창의 면 차양계획에 따른 에너지 소비량과 주광 조도에 관한 연구, 아주대학교, 2012. // (C.D. Choi, A study on Energy Consumptions and Daylighting Illumination levels of a Multi-bed Patient Room according to the Window Area an Shading, Ajou University, 2012.)
- [22] 김제원, 양내원, 중정이 계획된 병동부 바닥면적과 간호동선 평균거리 비교 연구: 의료복지건축학회, 25(2호), 2019, pp.7-16. // (J. W. Kim, N. W. Yang, A comparative Study of Floor Area and Average Distance of Nurse Working of Planned Courtyard in Ward: Journal of the Korean Institute health of architecture, 25(2), 2019, pp.7-16.)
- [23] 조주영, 이효원, 종합병원 병실 내 광선반과 블라인드 설치 방식에 따른 자연채광 유입 효과 연구, 한국생태환경건축학회, 제13권 제4호, 2013, pp.3-10. // (J. Y. Cho, H. W. Lee, A study on the effect of inflow daylight according to the installation methods of controlling light shelf and blind in the room of general hospital, Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 13(4), 2013, pp.3-10.)
- [24] Z. Wu, Evaluation of a sustainable hospital design based on its social and environmental outcomes: Cornell university, 2011, p.19.
- [25] H. Qian, Y. Li, W.H.Seto, P. Ching, W.H. Ching, H.Q.Sun, Natural ventilation for reducing airborne infection in hospital, Building and Environment 45, 2010, pp.559-565.
- [26] M. van der Linde, Exploring Natural Ventilation in the Healthcare Setting: Payette 2016, www.payette.com/research-innovation/exploring-natural-ventilation-in-the-healthcare-setting/,2019.11.05.
- [27] C.Alan Short, S. Al-Maiyah, Design strategy for low-energy ventilation and cooling of hospitals: Building Research & Information, 37(3), 2009, pp.264-292.
- [28] 최지희, 건축미감, 분당서울대병원: 건설경제신문, 2013, m.cnews.co.kr/m\_home/view.jsp?idxno=201312040904088430604#cb, 2019.11.04.