

종합병원 병실 내 시환경 조성을 위한 광선반 길이 및 Slat각 제어에 따른 자연채광 유입 환경 연구

- 기상데이터 기반 동적 자연채광 시뮬레이션을 기반으로 -

Study on Daylight Inflow Environment Consequent on the Length of Light Shelf and Slat Angle Control for Fostering Visual Environment in Patient Rooms of Hospital

- By Dynamic Daylight Simulation Using Weather Data -

조 주 영* 이 기 호** 이 효 원***
Cho, Ju Young Lee, Ki Ho Lee, Hyo Won

Abstract

A hospital is the most important infra-facility of the places which take care of people's body in social environment. There exist several environmental factors in the ways to heal the human body in hospital ward, but this study tried to look into the improvable pleasant sickroom environment with focus on light environment among the factors. In other words, this study aims at the research on proper daylight inflow into sickroom space as basic data for understanding the link between healing environment and natural lighting. In the simulation analysis through this research, this study completed the initial simulation using Autodesk Revit 2011 with focus on two types of individual multi-bed room units of the two general hospitals located in Gwangju City. This study made a simulation analysis of The two multi-bed rooms looking to the west using the weather data on Gwangju district, which is the strong point of ECOTECT2011.

Conclusively, looking into the analysis of the simulation model in time of attaching the length of in & outside light shelf, the angle controlling of light shelf, the daylight factor and DA were found to show the tendency to decrease in the numerical value due to the decrease in sunlight inflow as the simulation model moved more toward the room from the window in comparison with the existing analysis of multi-bed rooms. Particularly, this study was able to read that the daylight factor and DA were more decreasing to improve at the light shelf than the existing bedrooms; conclusively, this study judges that the natural lighting simulation analysis could be helpful in improving the healing environment as basic data.

키워드 : 종합병원, 다인병실, 시환경, 치유환경, 자연채광, 광선반, 주광율, Daylight Autonomy, UDI, 기상데이터

Keywords : General Hospital, Multi-bed room, Visual Environment, Therapeutic Environment, Natural lighting, Light Shelf, Daylight Factor, Daylight Autonomy, Useful Daylight Illuminance, Weather Data

1. 서 론

1.1 연구의 목적

병원은 사회적 환경 속에서 사람들의 몸을 돌보는 곳 중 가장 중요한 infra시설이며, 환자들이 생활하는 병실은 내부는 시설의 성격을 규정하는 중요한 공간이다. 이러한

환자들의 거주환경은 신체적, 심리적 건강에 많은 영향을 준다. 또한 병원에 입원한 대부분의 사람들은 사실 공포감과 불안감을 갖는다. 낮선 환경, 친구와 가족으로부터의 단절, 일상으로부터의 분리, 익숙하지 않은 의료문화, 이해할 수 없는 전문용어와 질병, 통증, 수술에 대한 공포, 프라이버시의 상실, 통제력상실, 정보공백과 방향감 상실들은 정신적인 스트레스를 야기한다.¹⁾ 스트레스는 환자들의 치유에 영향을 주는 요소이며 본 연구는 스트레스를 저감시키는 물리적 치유환경 요인인 빛과 조명을 효과적으로 유입시킴으로서 치유환경 조성을 위한 시환경 연구이다.

* 주저자, 바이오하우징테크놀로지(주) 이사, 공학박사

** 전남대학교 건축공학과, 석사

*** 교신저자, 전남대학교 건축학부 교수(leehw@jnu.ac.kr)

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012-0002371)

이 논문은 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2012년도 첨단도시개발사업에 의해 수행되었습니다.(11 첨단도시 C04)

1) 임진우, 치유환경요소를 고려한 종합병원의 리모델링 사례연구: A병원을 중심으로 한양대석론 2004, p8.

자연채광에 의한 영향은 시환경에 있어서 80%를 차지하며 그 중요성을 나타내고 있지만 국내에서 자연광이 인체에 미치는 영향과 병실 내 자연광 유입장치에 대한 연구가 미비한 실정이며, 종합병원시설의 병실 내·외부 치유환경 구성 요소 중 하나인 자연광 유입을 위한 차양 및 채광장치로서 적절한 계획적 연구가 필요하다. 병실 내에서 여러 환경요인이 있지만 그 중 빛 환경에 대해 초점을 맞추어 개선 가능한 쾌적한 병실환경을 모색해보고자 하였다. 치유환경과 자연채광과의 연관관계를 파악하기 위한 예비연구로서 기초자료로 병실공간의 적절한 주광유입을 연구의 목적으로 하고 있다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구는 광주광역시 내 종합병원시설 2곳을 선택하여 진행하였다. 두 시설 모두 공통적으로 동서향으로 배치되어 있기에 그 중 빛의 변화가 적은 서측향에 위치한 다인병실 공간을 기준으로 하였으며, 연중 직광 일사의 유입을 차단하고 확산광의 자연스런 유입을 통해 실내의 균제도를 증진시킬 수 있는 자연형 채광시스템인 광선반의 길이 및 각도 변화를 중심으로 유입된 자연광에 의한 병원시설 내 환자들의 시환경 개선과 조명에너지 절감에 효과가 있는지를 검토하였다. 또한, 채광 및 차양 장치의 성능을 정량적으로 분석하여 추후 병원시설의 자연채광 시스템 도입 설계 시 쾌적한 환경을 위한 기초설계 자료로 활용할 수 있는 자료를 제시하고자 한다.

연구방법으로서 각 병원의 기존다인병실과 자연채광시스템인 광선반을 부착하여 내부, 외부, 내·외부 길이에 따라 분류 분석하였으며, 외부 Slat각 변화에 따라 모델링하여 정적시물레이션인 DF(Daylight Factor:주광률)을 구하고 유효한 조도범위를 설정하여 동적시물레이션인 DA(Daylight Autonomy: 시간적 변화를 고려한 시물레이션)를 연중 기상데이터를 이용하여 범위 내의 연간 조도 분포를 알아보았으며, 이 두 타입을 BIM기반으로 Autodesk사의 Revit Architecture로 Modeling하여 상호 운용성 표준 프로토콜을 이용하여 gbXML²⁾로 변환하고 이를 광주지역 기상데이터³⁾를 기반으로 친환경 성능 및 에너지 분석 프로세스인 Ecotect Analysis2011과 연동시켜 자연채광성능분석을 실시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 물리적 치유환경으로서 시환경의 중요성

본 연구에서 시환경은 물리적 환경 내에서 생활하는 사람들에게 영향을 주는 ‘빛’과 ‘조명’이라는 요소를 기반으로 하고 있으며, 이러한 시환경은 생활하는 사람들에게

영향을 주는 환경이라고 구분하며, 이를 치유환경이라고 이하 전제한다.

여기에서 ‘치유’란 개념은 일반적으로 ‘치료’와 같은 의미로 구분 없이 사용되고 있으며, 이들을 명확하게 개념화한 근거는 보이지 않는다. 미래 학자이자 교육자인 Dr. Leland Kaiser는 ‘치료(Curing)는 과학적, 테크놀로지와 환자의 신체에 초점이 맞추어진 반면, 치유(Healing)는 영적, 경험적, 그리고 인간으로서의 환자에 초점이 맞추어져 있다. 또한, 치료는 하이테크(High Tech)이며, 치유는 하이터치(High Touch)로, 치유적 의료시설은 환자의 전 경험에 걸쳐 두 차원 모두를 통합해야한다.’고 말하고 있다.⁴⁾ 치유환경은 물리적 환경과 심리적 환경 두 가지로 구분될 수 있는데, 물리적 환경은 ‘치유’는 건물을 포함한 제반 물리적 조건 및 상황 그리고 병원의 운영체계를 말하며⁵⁾, 건물자체의 구조가 기거하는 사람에게 많은 영향을 준다는 사실에 기인한다.

즉, 본 연구는 치료는 의학적 방법만이 아닌 치유라는 의미에 있어서 환자들의 심리적, 환경적 더 크게는 사회적, 문화적 지원을 통하여 확대해석하여, 물리적 환경도 그 중 시환경도 중요한 치유요소의 하나임을 고려하고 있다.(표 1참고)

표 1. 병원건축의 치유환경 요소

환경요소	주요 항목	
	자연적 요소	빛, 조망, 자연물
물리적 환경	물리적 요소	조명, 소음, 온도, 환기, 색, 재료, 가구, 디테일, 규모
	공간적 요소	주거와 같은 환경, 개방감, 사회와 가족 간의 상호촉진작용, 환자의 능동적 활동지원
심리적 환경	- 스트레스 - 프라이버시 - 자신감	- 거주성/영역성 - 혼잡
운영적 환경	- 제도 - 규정	- 치료 프로그램
사회적 환경	- 사회적 접촉 - 가족의 편의성	- 대인관계 - 의료진과 커뮤니케이션

자료 : 유진아 외, 도심형 병원의 치유환경조성을 위한 건축공간 구성의 현황 및 원리에 관한 연구, 한국실내디자인학회, 학술발표대회논문집 제 7권 1호 2005. 5.

아래 표는 몇몇 문헌에 언급되어진 물리적 환경에 대한 치유환경을 여러 관점에서 병원 내 물리환경과 연관성이 있다고 주장하고 연구하는 선행연구자들의 내용을 정리한 것이다. 선행된 연구자들의 주장을 살펴보면, 물리적으로 치유환경의 일부를 조성할 수 있다는 기본 내용을 바탕으로 물리적 환경 내에서 자연환경을 끌어들이거나 또는 보여주거나, 개인적인 공간과 커뮤니티공간의 범위를 조절하는것이나, 조망, 빛의 조절, 조명, 소음 등을 조절 등 시환경을 제한하는 등의 물리적 방법이 치

2) Green Building eXtensible Markup Language:3차원 건물 정보를 에너지 및 각종 친환경 평가분석을 용이하게 하기 위한 데이터 구조.

3) 기상데이터 DOE(U.S Department of Energy)EnergyPlus 기상데이터를 이용하였으며, EnergyPlus는 에너지 시물레이션을 위한 기상데이터로 웹사이트에서 광주지역의 기상 데이터를 이용하여 수행함.

4) 유진아, 도심형 병원에 있어 치유환경조성을 위한 건축공간구성의 현황 및 원리에 관한 연구, 한양대학교 건축대학원 석사논문, 2005, p11.

5) 이훈구, 심리학적측면에서 본 치유환경의 중요성 치료환경의 세계적 추이(한국의료복지시설학회 국제심포지엄), 2002, 05.

유적 환경으로서의 역할을 수행한다는 연구 결과를 보여 주고 있다.

표 2. 선행연구 내 물리적 치유환경의 시환경의 중요성

저자	치유환경에 대한 문헌적 고찰
Maxwell Jnes	• 병동에서의 모임과 활동을 통하여 치료적 효과를 최대화됨을 강조
Relf	• 병원호스피스, 건강요양원 등 의료시설 내 자연(Healing_Landscape)환경이 치유환경으로서의 중요함을 강조
Ulrich	• 자연요소나 조망이 스트레스를 경감시키는 효과적인 요소임을 강조
Mary Mashall	• 소규모, 전망, 소음을 조절할 수 있을 것 등이 치유환경 개선 요인으로 제시
Jain Malkin	• 치유환경을 조성하기 위해 소음조절, 빛, 자연 조망을 고려하도록 권장
U.Cohen & K.Day	• 치매노인들이 거주하고 있는 물리적인 환경은 사회와 격리되어서는 안됨을 언급
Coons	• 부드럽고 가정적인 마감재와 조명, 개인실이 문제행동을 감소시킨다는 것을 증명
Kristin & Daisy Carreon & Cheryl Stump	• 치유환경에 소음 등의 과도한 자극의 제거, 가정과 같은 규모를 권고사항으로 제시
Ulrich	• 자연적인 요소, 조망이 스트레스 경감에 효과적이며 건강을 증진시킬 수 있음
Walter Mayer	• 치유환경 조성을 위해 개인적인 공간확보를 치유 개념으로 제안
Calkins	• 자연접촉과 자연조망을 치유요인으로 제시

자료 : 조주영, 치매노인요양시설의 치유환경 평가도구개발에 관한 연구, 2010. 02, 전남대 박사 p.29~p.35

2.2 자연채광 및 광선반의 역할

자연채광은 실내에 자연광을 도입하여 쾌적한 빛 환경을 만드는 것으로 거주자의 시각적 피로를 덜어주고 조명에너지를 절약할 수 있는 효과적인 방법이며, 심리적·생리적 관점에서 거주성 향상을 시키는 역할을 함으로서 건강성과 쾌적성이 풍부한 실내 시환경을 조성시키게 된다. 자연채광의 도입은 실내공간의 공간 질을 향상시킬 수 있고, 건물외부의 디자인에 영향을 주는 환경 친화적 설계의 주요한 디자인 기법이라고 할 수 있다.⁶⁾

주광은 직사광과 산란광 그리고 이들의 혼합 형태로 존재하며, 직사광의 경우 조도 값은 매우 높지만 실내로 직접 유입될 경우 현휘나 실루엣 현상등의 문제로 오히려 시환경을 저해 시키는 요인이 되기도 한다. 이런 문제점들을 건축물의 설계기법이나 기계적 장치를 이용하여 광선을 산란시켜 실내로의 유입을 유도하고, 산란광의 경우 최대한 실내로의 유입을 유도하는 시스템이 연구·개발되고 있다.⁷⁾

광선반은 수평 차양의 차별적 채광조절 기능을 가지고 있는 수평형 차양이자 자연광 반사시스템의 일종이며, 창부분에 설치되어 반사를 통해 실내에 태양광을 전달하는

채광시스템이다. 광선반은 현휘의 발생을 막고 외부조광을 유지할 수 있는 채광시스템으로서 실의 형사, 천장높이, 재실자의 눈높이에 의해 위치가 결정된다. 또한, 건축물과 일체화 되어 건물입면을 형성하며 실의 위치가 낮을수록 현휘의 발생은 증가하나 실내로 유입되는 빛의 총량은 증가하게 된다.⁸⁾ 이는 실내로 유입되는 자연광을 천장면 반사를 통하여 심도 깊은 실내공간까지 유입시켜 과도한 창면부의 조도를 감소시키고 후면부의 조도를 증가시켜 전체적으로 균일한 분포의 자연광 조명으로 조명환경의 질을 높이고 조명 에너지를 절감하는 자연적, 건축적 광 조절 장치이다. 광선반의 설계기법은 차양이론과 동일하여 태양고도가 높은 지역에서는 외부에 돌출되어 설치되어야 하며 온난지역에서는 내외부에 혼합적으로 위치되어야 하고 한랭지역에서는 내부에 설치하는 것으로도 충분한 효과를 기대할 수 있다.⁹⁾

이러한 선행연구 결과를 통해 본 연구에서는 각 병원의 기존다인병실에 광선반을 부착하여 내·외부 평행 광선반, 내·외부 Slat각을 조절한 광선반으로 구분하여 살펴 보았다.

2.3 병원시설의 조도기준

조명에 필요한 비용, 작업별, 사용빈도 등을 고려해 쾌적한 빛 환경을 제공하는 최소한의 조도를 적정조도라 하며, 우리나라의 조도기준은 일반적으로 한국산업표준화법(KS) 조도기준을 따르고 있다. KS 조도기준은 일본의 조도기준과 비슷하며, 일본의 조도기준(JIS Z9110)은 미국의 조도기준(IESNA)에서 최저조도가 기준조도이다.

병원의 조도기준은 크게 A~F까지 분류되는데 병실의 경우 조도분류 B에 속한다. 이는 최저조도 50lux, 기준조도 75lux, 최고조도 100lux의 범위이다.

표 3. 병원 각 부분의 적절한 조도

구 분	조도	기능
A	20-30-50	방사선부 등
B	50-75-100	병실, 병동복도(야)등
C	100-150-200	로비, 대기실, 계단, 복도(주) 등
D	200-300-500	NS, 치료실 등
E	500-750-1000	약국, 응급실, 중앙공급부 일반 등
F	1000-1500-2000	수술실, 분만실, 조직검사실 등

자료 : 금종수 외, 건축환경공학, 시그마프레스, 1998, p.175.

표 4. 일본건축학회 권장 최소 주광률과 한계현휘지수

구 분	조도	주광률	한계현휘지수
병원	접수, 대기실	2%	-
	병실	1%	18
	약국	3%	22

자료 : 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1999, p.335

6) 정대교, 친환경 초고층 건축 설계에 있어서 자연채광 기법에 관한 연구, 동국대학교 석사학위논문, 2011, p28.
7) 김태형, 학교건물 자연채광용 광선반 시스템의 성능평가 연구, 한밭대학교 석사학위논문, 2006. 02, p5.

8) 송혜영, 이주윤, 송규동, 건축적 적용을 위한 자연채광시스템의 유형별 특성에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회, 2008, p238.
9) 김근, 이신영, 파티션 레이아웃에 따른 광선반의 자연채광의 복합 특성, 한국건축친환경설비학회논문집, Vol 1, No.3, 2007, p.31.





3. 연구모델의 개요

3.1 다인병실 타입설정 및 해석 모델

우리 나라의 최소 면적기준¹⁰⁾을 보면 2인실 이상의 다인실일 경우 1인당 4.3㎡이상의 면적을 확보할 것을 규정하고 있으며, 광주광역시 내 종합병원 시설 2곳에서 각각 다인병실 1개실을 선정하여 모델링을 하였다.

H병원의 다인병실은 종방향으로 9000mm*4000mm, C병원의 다인병실은 횡방향으로 4500mm*12000mm의 긴 형태이다. 이 두 타입을 BIM기반으로 한 건축설계프로세스인 Revit Architecture로 Modeling하여 상호 운용성 표준 프로토콜을 이용하여 gbXML로 변환하고 이를 친환경 성능 및 에너지 분석 프로세스인 Ecotect Analysis2011과 연동하여 자연채광분석을 실시하였다.

표 5. 종합병원시설 시뮬레이션 병실 타입 설정

분 류	'H'시설 타입	'C'시설 타입
6-7인실 Unit Plan		
	9000mm × 4000mm × 2600mm	4500mm × 12000mm × 2600mm
Surface Design Situation		
창문 크기	2600mm × 1500mm	1500mm × 1800mm(8개)
쉴 높이	900mm	750mm

본 연구의 해석모델은 종합병원시설의 6-7인실을 기준으로, 'H'시설 타입과 'C'시설 타입으로 나누어 시뮬레이션 분석을 하고 각 입면면적에 대한 개구부 면적을 산출과 보통일반 투명유리로서 창면적비 50%이상, 투과율(VT)80%가 측정되어 이를 적용하였다. 채광분석 비교분석과 기존 연구문헌 및 시뮬레이션 실험을 통하여 각 병원의 다인병실이 시뮬레이션 모델이 공통적으로 서측향에 위치하도록 하고 각 다인병실의 형태 및 창의 크기를 고려하였다. 병실의 창문 입면의 크기와 쉴 높이를 고려하여 H병원에 광선반의 높이 1800mm, C병원에 광선반 높이가 1950mm의 광선반의 높이가 결정되었다. 광선반의 길이는 각 다인병실unit에 맞도록 적정 광선반의 관계식¹¹⁾을 참고하였으며, 외측광선반의 크기는 광선반 아래 설치된 창의 높이에 의해 좌우되며, 내측광선반의 크기는 광선반 위에 설치된 고창의 높이와 일정한 관계가 있으므로, 현재 2개의 타입의 창문 높이에서 광선반의 높이를 기준으로 아랫부분과 윗부분으로 나누어지는 창의 높이를 중심으로 계산한 것이다. H시설의 측광과 고창의 높

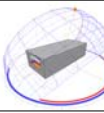
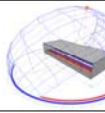
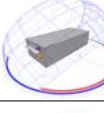
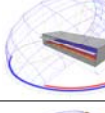
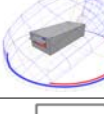
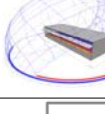

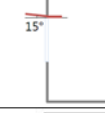

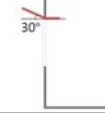
이는 700mm, 800mm, C시설의 측광과 고창의 높이는 650mm, 650mm이며, 표6의 식에 대입하면 내측광선반은 300mm ~ 400mm, 외측광선반은 500mm ~ 700mm 가 적절한 영역으로 나타났으며, 본 해석모델에서는 내측광선반의 길이 400mm, 외측광선반의 길이 600mm로 설정하여 분석하였다.

표 6. 적정 광선반 관계식

$1.2H_t \geq L_o \geq 0.7H_t$(식1)
$0.75H_u \geq L_i \geq 0.37H_u$(식2)

(L_o) : 외측광선반의 크기 (H_t) : 측광의 높이
 (L_i) : 내측광선반의 크기 (H_u) : 고창의 높이

표 7. Ecotect Analysis2011 Process 해석모델

구 분	내 용		
Ecotect Analysis2011 Scale	1: 1		
실내 마감재료 및 반사율	천장	Plaster Insulation Suspended	70%
	벽	Conc Block Plaster	58%
	바닥	Conc Slab On Ground	60%
광선반 표면반사율	Stainless Steel		80%
광선반 설치높이	2100mm		
광선반의 돌출길이	분 류	'H'시설 타입	'C'시설 타입
	내부 (400mm)		
	외부 (600mm)		
	혼합형 (내부+외부)		
광선반 각도	혼합형 (내부+외부)		
			
측정장소	위치 및 방향	Korea, Gwang-ju Lat:35.1, Lng: 128.9(+9.0)	
천공상태 및 외부조도	청천공	8500lux	

광선반의 표면 반사율은 마감을 Stainless Steel로 마무리 한 것으로 가정하여 80%로 설정하였으며, 실내마감재의 반사율은 천장 70%(Plaster Insulation Suspended), 벽 58%(Conc Block Plaster), 바닥 60%(Conc Slab On Ground)으로 설정하였으며 각각의 반사율은 공통적인 마감재를 사용하여 설정하였으며 그 밖의 기본적인 데이터 값은 표 7과 같다.

10) 박범철, 국내 종합병원 다인병실의 프라이버시 개선을 위한 건축계획적 연구, 한양대학교 석사논문, 2005, p.15.
 11) 조일식 외, 조명해석 프로그램을 이용한 광선반의 적정크기 선정 및 채광성능분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집, Vol20, No.6, 2004.

3.2 정적 및 동적 시뮬레이션

자연채광 설계를 규정하기 위한 실내조도 평가 시뮬레이션 방법으로서 정적(Static) 시뮬레이션은 일정 시간 즉, 한 가지 조건에서의 일시적인 시뮬레이션이다. 주광률이 대표적인 정적 시뮬레이션을 통한 평가 기준이다. 반면, 동적(Dynamic) 시뮬레이션의 경우 시간적 변화를 고려한 시뮬레이션으로 연중 기상 데이터를 기반으로 하여 연간 조도 분포를 평가한다. Daylight Autonomy와 UDI는 동적 시뮬레이션으로 새로운 자연채광 평가기준으로 알려지고 있다.

Daylight Autonomy는 일과시간(08:00~18:00)을 기준으로 하는 연간 자연채광 기준조도를 초과하는 총 시간의 합을 퍼센티지(%)로 나타내는 것이다.¹²⁾ UDI(Useful Daylight Illuminance)¹³⁾는 DA와 유사한 개념이지만 실내의 유용한 조도 범위를 설정하였으며, 이러한 범위 내에서의 실내 조도가 기상데이터를 기반으로 일과시간(8:00~18:00)에서 얼마만큼 나타나는지를 분석하는 것이다. 즉, 유용조도범위(100lux~2000lux)에 해당하는 총 시간의 합을 전체 거주시간에 대한 비율로 평가한 것이며, 유용조도 범위 내에서 비교하는 것이다.

본 연구에서는 기상데이터 DOE(U.S Department of Energy) EnergyPlus(에너지 시뮬레이션을 위한 기상 데이터)를 중심으로 광주광역시 기상데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

3.3 시뮬레이션 조도 범위

기준조도는 다수 문헌의 결과를 보면 실내 권장조도를 500lux로 권장하고 있다. 하지만 본 연구에서는 자연채광만이 아닌 전체적인 상황을 살펴보기 위해 몇 가지 기준 조도에 따라 차이를 보려고 한다.

표 8. 기존시설 타입에 대한 시뮬레이션 이미지 분포변화

유용조도	미달	적정	초과
Lux	100미만	100-2,000	2,000이상

100lux미만은 자연채광만으로는 부족한 상태로 인공조명의 주요 배치가 요구되며, 100lux~500lux는 효율적이거나 인공조명의 보충이 필요하며, 500lux~2000lux는 불쾌감을 느끼지 않으며 자연채광만으로도 충분한 실내조도가 유지되고 2000lux이상은 시각적 또는 열적 불쾌감을 주어 배제해야 할 항목으로 분류¹⁴⁾되고 있는데 인공조명과 자

연조명간의 관계를 보았을 때 각 기준, 100, 250, 500, 2000lux 4가지 조도기준을 가지고 각각의 타입별 상황을 살펴보고자 하였다.

또한 시뮬레이션에서 각각의 모델에 그리드를 설정하고 모든 시뮬레이션 포인트를 침대높이의 작업 면 위치인 750mm 에서 시뮬레이션을 수행하였으며, 총 8개의 시뮬레이션의 각 포인트에서 시뮬레이션 결과를 분석하였으며, 시뮬레이션 후의 이미지 결과물에서 각 그리드의 색은 실내조도의 높낮이를 표현하고 있으며, 각종 자연채광 시뮬레이션 결과 값으로 활용하고자 하였다.

3.4 균제도 분석

균제도는 일반적으로 어떤 면 위에 존재하는 조도값 중 한정된 범위에서 평균 조도치에 대한 최소 조도치를 말하는 것으로 표현되며 최대조도에 대한 최소조도의 비를 이용하여 나타내기도 한다.¹⁵⁾

균제도 값을 내는 식은 2가지로 되어 있다.

$$① \text{ 균제도}(u_1) \quad u_1 = \frac{\text{수평면상의최소조도}[lx]}{\text{수평면상의평균조도}[lx]} = \frac{E_{\min}}{E_{\text{ave}}}$$

$$② \text{ 균제도}(u_2) \quad u_2 = \frac{\text{수평면상의최소조도}[lx]}{\text{수평면상의최대조도}[lx]} = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

국외의 경우 국제조명위원회인 CIE(The International Commission on Illumination)에서는 ‘The Guide on Interior Lighting 1986’에서 최소조도/평균조도를 0.8로 정하는 등 쾌적한 실내 채광 환경을 위해 기준을 정하고 있지만 본 연구에서는 조명을 배제하고 병실 내 순수 자연 채광률에 대한 균제도를 시뮬레이션을 통하여 도출하였으며 이경희(2008) ‘건축환경계획’에서 표준으로 하고 있는 최소조도/평균조도를 균제도로 사용하여 표준값 0.716)에 적용하여 분석하였다.

4. 자연채광 시뮬레이션 분석

4.1 기존 다인병실 채광분석

‘H’병원과 ‘C’병원의 기존현황을 보면 100 ~ 250lux일 때 실내조도는 균일하게 분포한 수치들을 볼 수 있지만 500lux일 경우에는 서로 다른 경향을 나타내고 있다.

‘H’병원은 ‘C’병원보다는 서쪽 창 면적이 작은 형태를 띠면서 창가 쪽에서는 92.3%의 높은 수치를 보이며 실내 안쪽으로 갈수록 28.9%로 상당히 감소되는 경향을 보이고 있다. ‘C’병원은 서쪽 창 면적이 약 70%이상으로써 500lux일 경우에도 균일한 조도분포를 보여주고 있으나 창가 쪽은 glare현상이 심각하며, 환자들에게 시각적 불쾌감을 주고 있다. UDI수치는 ‘H’병원은 창가 쪽에서 낮은 수치에서 점차 상승하다가 일정지점에서 균일한 분포

12) Reinhart, C. F., Walkenhorst, O., Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulation for a test office with external blind, Energy and Buildings, Volume 33, Issue 7, p. 683~697, 2001.

13) Navil A. and Mardajevic, J., Useful daylight Illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings, Light Res. Technol. 37,1, p. 41 ~ 59, 2005.

14) Navil A. and Mardajevic, j. "Useful daylight Illuminance: A replacement for daylight factors", Energy and Buildings 38, 2006, p.05-13.

15) 송규동 외 2인, RADIANCE 프로그램을 이용한 베네치안 플라 인드의 차양특성 분석, 한국생태환경건축학회논문집, 제5권 제3호, 2005.09.

16) 이경희, 건축환경계획, 문운당, p.440, 2008.

를 보이고, 'C'병원은 창가 쪽에서 실내 안쪽까지 점차적으로 완만하게 계속 상승하는 형태를 나타나고 있다. 유용한 조도의 범위인 100~2,000lux에서는 두 병원 모두 창가 쪽의 낮은 수치와 실내 안쪽의 높은 수치가 보인다.

표 9. 기존 다인병실의 시물레이션 지점별 변화

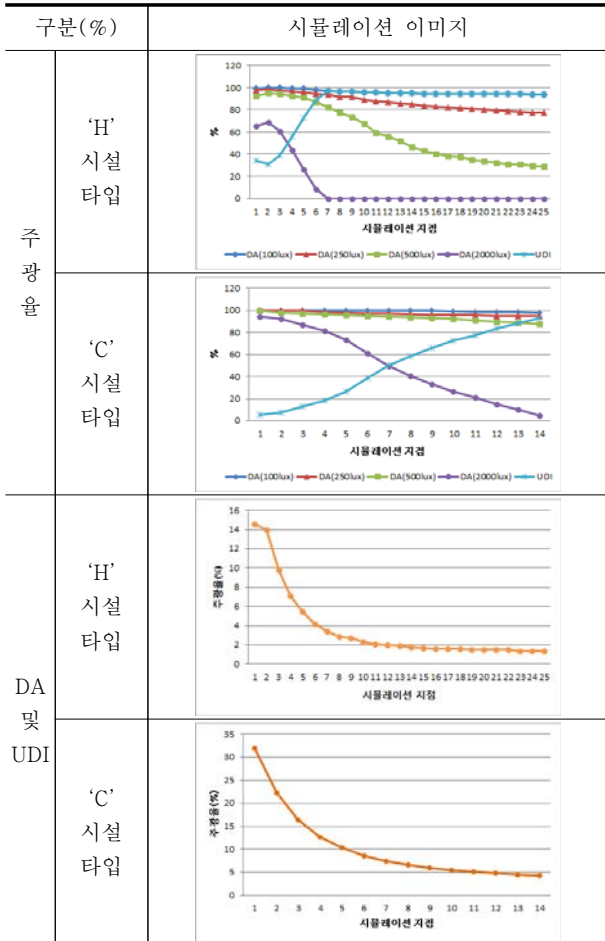


표 10. 기존시설 타입에 대한 시물레이션 이미지 분포변화

구분	'H'시설 타입		'C'시설 타입	
	전체 평균값	시물레이션 이미지	전체 평균값	시물레이션 이미지
주광률	3.6		10.5	
DA (100lux)	96.0		99.4	
DA (250lux)	87.0		97.1	
DA (500lux)	57.8		93.7	
DA (2000lux)	10.9		49.5	

주: 'C'시설은 아래쪽을 서측방향으로 배치함

4.2 수평 광선반 부착 시 다인병실의 자연채광 변화
기존 다인병실에 내부, 외부, 내·외부 차양 및 채광시

스템 부착 분석을 살펴보면, 'H'병원과 'C'병원의 다인병실에 주광율과 DA는 창가에서 실내로 갈수록 태양광 유입의 감소로 인해 수치도 감소하고 있다.

표 11. 'H'시설 광선반 부착방법에 따른 전체 평균값

구분	400mm (내부)	600mm (외부)	내·외부 혼합형
주광률(DF)	2.91	3.0	2.5
DA(100lux)	95.4	95.4	95.4
DA(250lux)	83.9	83.1	84.5
DA(500lux)	49.1	47.9	50.3
DA(2000lux)	7.1	8.5	5.2
UDI	88.3	86.9	90.2

'H'병원의 창면적비 약 40%와 투광율 80%이상에서 3가지 차양 및 채광시스템을 부착한 결과, 주광율은 기존 타입 2.91%에서 내·외부 광선반 부착인 2.5%로 감소하였고 적정 주광율 2-5%의 범위에 들어가며, UDI수치 또한 85%로 나타나면서 적정 자연채광을 위한 개구부 디자인의 경우로 보여진다. 하지만 아래의 그래프를 보면 DA는 전체적으로 점차 감소하는 것을 볼 수 있으며, 이는 창가 쪽과 실내 안쪽의 조도차이가 많이 나타나고 있다.

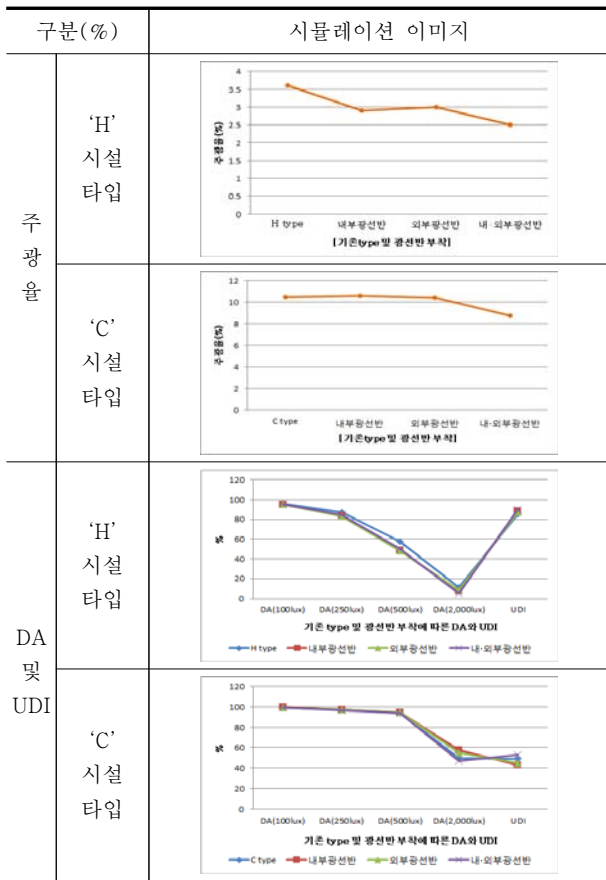
표 12. 'C'시설 광선반 부착방법에 따른 전체 평균값

구분	400mm (내부)	600mm (외부)	내·외부 혼합형
주광률(DF)	10.6	10.4	8.79
DA(100lux)	99.8	99.6	99.5
DA(250lux)	97.4	97.3	96.8
DA(500lux)	94.9	94.5	93.7
DA(2000lux)	57.3	54.8	46.6
UDI	42.5	44.8	52.9

'C'병원의 다인병실은 서측 측 창면적비 약 70%와 투과율 80%이상에서 주광율은 보면 기존타입 10.5%에서 내·외부 광선반 부착시인 8.79%로 감소하였으며 DA는 전체적으로 90%이상 유지하다가 약 50%미만으로 급격히 수치가 감소하고 있다. 또한 EA(투과율×창면적비)인 0.56에서 주광율이 적정기준에서 벗어나며, UDI수치 약 45%로 나타나 상당히 높은 시각적 불편감을 줄 수 있다.

결과적으로 기존시설에 광선반 길이에 따라 부착하였을 경우 'H'병원과 'C'병원이 각 3.6%와 10.5%로 'C'병원에서 적정 주광율에 비해 높은 수치를 보이면서 심각한 glare 현상이 예상되었고, 전체적으로 균제도 부분에서는 0.4로 앞에서 언급한 권고되는 기준 0.7에 미달되고 있었다. 하지만 내·외부 광선반 부착에서 2.5%와 8.79로 감소되는 경향을 보이고 있다.

표 13. 광선반 부착 시 다인병실의 그래프 변화



‘H’병원 내 다인병실의 외부 광선반 Slat각을 조절 후 DF(주광율)는 기존 다인병실 주광율 3.6%에 비하여 15°, 20°에서 2.6%로 1% 감소된 경향을 보였으며, 이는 적정 주광율인 2-5%사이에 포함된다. 또한, 광선반 길이에 따른 내·외부 광선반의 주광율인 2.5%와 큰 차이는 보이지 않았으나 이 부분 역시 적정 주광율에 포함되고 기존 다인병실 시뮬레이션 분석결과에 비해 적절한 태양광 유입으로 인한 병실환경이 개선되고 있는 점을 볼 수 있겠다.

표 15. ‘C’시설 광선반 외부Slat각에 따른 전체 평균값

구분	15°	20°	30°
주광률(DF)	8.96	8.96	9.4
DA(100lux)	99.6	99.7	99.7
DA(250lux)	96.9	97.0	97.1
DA(500lux)	94.1	94.3	94.5
DA(2000lux)	49.1	50.5	53.6
UDI	50.5	49.2	46.2

‘C’병원 내 다인병실의 내·외부 광선반에서 외부 광선반 Slat각 조절시 나타나는 DF(주광율)는 기존 다인병실 주광율 10.5%에 비하여 C병원 역시 15°, 20°에서 8.9%로 1.6% 감소되었다. 광선반 길이에 따른 내·외부 광선반의 주광율인 8.7%와 큰 차이는 보이지 않았으며, 이 부분 역시 적정 주광율에 포함되고 있다. 기존 다인병실 시뮬레이션 분석결과에 비해서는 적절한 태양광 유입으로 인한 병실 환경이 개선되고 있음을 알 수 있다.

표 13에서 ‘H’병원과 ‘C’병원의 다인병실 각 기준조도별 DA값을 그래프를 통하여 살펴보았다. 먼저 ‘H’병원 내 다인병실은 전체적으로 비슷한 형태를 유지하고 있다. 기준조도 100lux에 경우 평균 95%에 높은 수치를 나타내며, 전반적으로 시뮬레이션 각 지점에서 높은 주광율 수치가 나타났다. 반면 기준조도 2,000lux의 경우는 평균 5%에 가장 낮은 수치를 나타내고 있다. Slat각 조절로 인해 반사가 이루어지고 있지만 ‘H’병원 내 다인병실 특성상 서쪽 향과 동서로 긴 형태로서 실내 안쪽 깊숙이 태양광이 유입되지는 않았으며, 대부분의 창가 쪽 높은 주광유입에 영향으로 인해 실내 안쪽과는 상이한 결과로 조도차이가 심한 결과를 보여주고 있다. 기준조도 500lux에서는 평균 46%로서 전반적인 시뮬레이션 각 지점에서 적절한 주광율 값을 유지하며 다수 문헌에서 분석되었듯이 실내 권장조도에 반한다. 기준조도별 DA값을 통하여 도출한 유용조도 UDI와 조도율에 대한 균제도를 살펴보면 대체적으로 UDI 평균 89%에 수치로서 UDI 역시 기존 ‘H’병원 내 다인병실 시뮬레이션과 큰 차이는 보이지 않았지만 적정 자연채광을 위한 개구부 디자인의 경우로 나타나고 균제도 부분에서는 기존의 ‘H’병원 내 다인병실 0.35에 비해 외부 광선반 Slat각 조절 0.47로 앞서 언급한 권고 균제도 0.7에 가까워지고 있음을 알 수 있다.

4.3 Slat 각 조절된 광선반 부착시 자연채광 변화

기존 두 병원의 내·외부 광선반 부착 후 외부 광선반 Slat각을 조절하여 차양 및 자연채광 분석에 대한 전체적인 시뮬레이션 결과를 살펴보면 아래 표와 그래프에서 알 수 있겠다.

우선 각 병원의 다인병실에 내·외부 광선반 부착 후 외부 광선반 Slat각을 15°, 20°, 30°로 조절하여 시뮬레이션 분석을 한 결과, ‘H’병원과 ‘C’병원의 다인병실에 주광율과 DA는 전체적으로 창가에서 실내로 갈수록 태양광 유입의 감소로 수치 또한 감소하였다. 그러나 기존 다인병실과 광선반의 길이에 따른 분석과는 분명 차이를 보이고 있으며, 자연채광에 대한 병실환경이 개선되고 있음을 알 수 있었다.

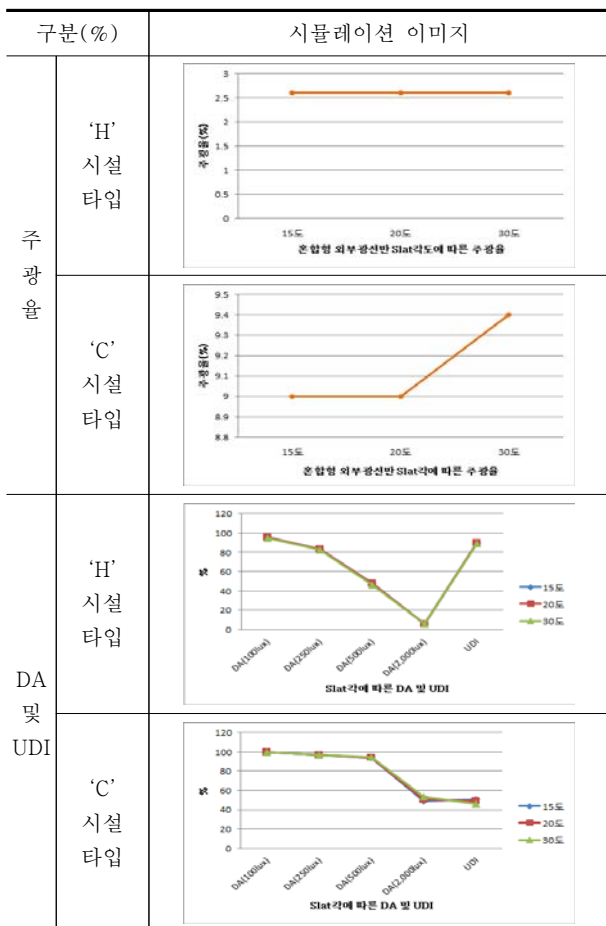
표 14. ‘H’시설 광선반 외부Slat각에 따른 전체 평균값

구분	15°	20°	30°
주광률(DF)	2.6	2.6	2.7
DA(100lux)	95.3	95.3	95.2
DA(250lux)	83.4	83.2	82.2
DA(500lux)	47.8	47.7	46.0
DA(2000lux)	5.7	5.8	6.0
UDI	89.6	89.5	89.2

‘C’병원 내 다인병실의 각 기준조도별 DA값을 살펴보면, 전체적으로 비슷한 형태를 유지하고 있다. 먼저 기준조도100lux에 경우 평균 99.5%이상에 높은 수치를 나타내면서 시물레이션 각 지점별 높은 주광을 수치를 보이고 있다. 반면 기준조도 2,000lux의 경우는 평균 49%이상의 수치로 ‘C’병원 내 다인병실 형태로 보아 ‘H’병원 내 다인병실에 비해 주광유입이 실내 안쪽까지 잘 들어오면서 창가 쪽과 실내 안쪽의 조도차가 줄어들음을 알 수 있겠다. 기준조도 500lux에서는 평균 94%이상에 수치로 넓은 창에 면적으로 인해 시물레이션 각 지점별 높은 수치가 나타났다.

기준조도별 DA값을 통하여 도출한 유용조도 UDI와 조도율에 대한 규제도를 살펴보면 UDI 평균 50.5%로서 기존 다인병실과 광선반 길이에 따른 규제도 값의 차이는 별로 보이지 않았으며 넓은 창 면적으로 인한 단점이 드러나고 있음을 알 수 있다. 하지만 규제도 부분에서는 앞서 분석한 시물레이션보다는 개선되었음을 알 수 있다.

표 16. 광선반 외부 Slat각에 따른 그래프 변화



4.4 기존타입과 광선반 및 Slat각 조절시 규제도

규제도는 빛에 확산성이 있을수록 높아지고 빛의 확산성은 일반적으로 광원의 면적이 클수록 높아지는데 재실자들은 규제도가 낮을수록 공간의 밝기를 실제의 조도보다 낮게 인식하므로 이를 유의하여야 한다.

표 17. 기존타입과 광선반 및 Slat각 조절시 규제도 값

분류		Daylight Uniformity Recommendations	
		min/avg	
기존 타입	‘H’시설 타입	0.35	
	‘C’시설 타입	0.36	
광선반 설치시	‘H’시설 타입	400	0.39
		600	0.36
		혼합형	0.46
	‘C’시설 타입	400	0.44
		600	0.42
		혼합형	0.46
혼합형 외부 Slat각 조절시	‘H’시설 타입	15°	0.44
		20°	0.43
		30°	0.41
	‘C’시설 타입	15°	0.47
		20°	0.47
		30°	0.43

본 연구에서는 규제도 값을 평균조도값에서 최소조도값을 나누는 식을 적용하여 도출하였으며 규제도 값이 1이면 조도분포가 완전 균일하다는 것을 의미하고 분포가 고르지 못할수록 그 값이 작아진다. 일반적으로 $u_1 \geq 0.3$, $u_2 \geq 0.15$ 등의 값이 주어지지 않지만, 실내에서는 급격한 공간적 명암 변화가 없는 것을 선호하여 0.6이상¹⁷⁾을 권고하고 있다.

표 14에서 기존 타입 모두 규제도 부분은 기준치보다 낮았으며, 광선반 설치시 증가가 가능함을 알 수 있다. 또한 기존과 부착시의 규제도의 차이를 살펴보면 0.5에 가까운 수치를 나타내며 기존병실보다 광선반 부착으로 인해 자연채광에 대한 병실환경이 개선되고 있음을 알 수 있다.

낮은 규제도를 향상시킬 수 있는 방법은 평균 조도를 낮추어 규제도 값을 높이는 것과 최소조도를 향상시켜 값을 높이는 두 가지 방안이 있으며, 시물레이션 결과 기존타입에서 낮은 규제도 값을 볼 수가 있었으며, 광선반 설치 때에는 기존타입에 비해 적정기준수치에 가까워지는 것을 볼 수 있었다.

5. 결론

본 연구는 병원에서 환자들의 생활을 대부분을 차지하는 병실을 중심으로 스트레스를 저감시키는 물리적 요소인 “빛”에 해당하는 자연채광을 효과적으로 실내에 유입하도록 하는 방법연구이다. 채광시스템의 경우 외피디자인에 큰 영향을 주므로 계획초기단계에서 충분히 고려되어야 하지만, 본 연구에서는 기존시설의 병실환경을 기준

17) 김원대, 가시광통신 VCL의 산업 및 기술동향 분석, 2011. 08, p.45.

으로 하여 개선방안 중 광선반 설치를 고려하여 시물레이션 분석을 통해 살펴보았다.

본 연구의 결과는 'H'병원과 'C'병원의 기존 다인병실에 대한 주광율이 각 3.6%와 10.5%로 'H'병원 내 다인병실 내·외부 광선반 주광율과 비교해 약1.1%정도 감소하였으며, 'C'병원 내 다인병실 내·외부광선반 주광율과 비교했을 때 약1.7%정도 감소한 결과를 볼 수 있었다. 전반적으로 적정 주광율에 비해 높은 수치를 보이면서 심각한 glare현상이 예상되었지만 점차적으로 감소되는 현상이 나타났다. 균제도 부분에서는 'H'병원과 'C'병원의 기존 다인병실이 약 0.35로 권고되는 기준 0.7에 미달되고 있으나 내·외부 광선반 부착에서 약 0.46에 수치를 나타내며 기존병실보다 광선반 부착으로 인해 자연채광에 대한 병실환경이 개선되고 있음을 알 수 있었다.

또한 내·외부 광선반을 통한 외부 광선반 Slat각 조절하여 분석을 한 결과, 두 병원 모두 기존의 다인병실보다는 훨씬 좋은 결과를 볼수 있었으나, 내·외부광선반에 대한 결과 값과는 큰 차이는 나지 않았으며, 그 중 15도, 20도에서 균제도가 상승된 수치를 볼수 있겠고, DA를 통한 유용조도 UDI에서는 서측향에 위치한 각 병원의 다인병실의 창 면적에 인한 특성상 다소 차이를 보이며, 특히 'H'병원의 다인병실이 85%이상 수치를 나타내 'C'병원의 다인병실 보다는 적정 개구부 디자인을 위한 모델에 가까웠다.

향후 자연채광시스템을 통하여 창 면적에 대한 문제를 보완하고 균등한 조도율을 위한 다양한 추가 실험으로 쾌적한 병실공간과 외피디자인에 대한 기초자료로서 더 보강될 것으로 판단된다.

참고문헌

- 이훈구, 심리학적측면에서 본 치유환경의 중요성 치료환경의 세계적 추이(한국의료복지시설학회 국제심포지엄), 2002.
- 유진아, 도심형 병원에 있어 치유환경조성을 위한 건축공간 구성의 현황 및 원리에 관한 연구, 한양대학교 건축대학원 석사논문, 2005,
- 임진우, 치유환경요소를 고려한 종합병원의 리모델링 사례연구: A병원을 중심으로 한양대석론 2004,
- Relf. D, The role of horticulture in human well-being and social development, Timber Press inc, 1992.
- 김태형, 학교건물 자연채광용 광선반 시스템의 성능평가 연구, 한밭대학교 석사학위논문, 2006.
- 정대교, 친환경 초고층 건축 설계에 있어서 자연채광 기법에 관한 연구, 동국대학교 석사학위논문, 2011,
- 송혜영, 이주윤, 송규동, 건축적 적용을 위한 자연채광시스템의 유형별 특성에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회, 2008,
- The Technology of Ecological Building, Klaus Daniels, 1994.
- 김근, 이신영, 파티션 레이아웃에 따른 광선반의 자연채광의 복합특성, 한국건축친환경설비학회논문집, Vol 1, No.3, 2007,
- 박범철, 국내 종합병원 다인병실의 프라이버시 개선을 위한 건축계획적 연구, 한양대학교 석사논문, 2005,
- 조일식, 김병수, 이진숙, "조명해석 프로그램을 이용한 광선

- 반의 적정크기 선정 및 채광성능분석에 관한 연구", 대한건축학회논문집, Vol20, No.6, 2004.
- Reinhart, C. F., Walkenhorst, O., Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulation for a test office with external blind, Energy and Buildings, Volume 33, Issue 7, p. 683~697, 2001.
- Navil A. and Mardajevic, J., Useful daylight Illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings, Light Res. Technol. 37,1, p. 41~ 59, 2005.
- Navil A. and Mardajevic, j. "Useful daylight Illuminance: A replacement for daylight factors", Energy and Buildings 38, p.05-13, 2006.
- 송규동 외 2인, RADIANCE 프로그램을 이용한 베네치안 블라인드의 차양특성 분석, 한국생태환경건축학회논문집, 제5권 제3호, 2005.
- 조주영, 치매노인요양시설의 치유환경 평가도구개발에 관한 연구, 전남대학교 박사논문, 2010
- 김원대, 가시광통신 VCL의 산업 및 기술동향 분석, 2011.
- 이경희, 건축환경계획, 문운당, p.440, 2008.

투고(접수)일자: 2012년 11월 9일

수정일자: (1차) 2012년 12월 20일

(2차) 2012년 12월 24일

게재확정일자: 2012년 12월 26일