대한설비공학회 2009 하계학술발표대회 논문집 pp. 0573 ~ 0578

09-S-103

종합병원 온도기준 재정립을 통한 병실 열환경 개선에 관한 연구

이 강 복 , 김 영 일*,† , 정 광 섭*
서울산업대학교 주택대학원, 서울산업대학교 건축학부

Improvement of Hospital Sickroom Thermal Environment through Reestablishment of Fiducial Temperature

Kang-Bok Lee , Youngil Kim*,† , Kwang Seop Chung*
Graduate School of Housing, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea
**School of Architecture, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea*

ABSTRACT: Survey shows that temperature accounts for 90.6% of dissatisfaction in general hospital environment. In order to improve this situation, operation and thermal data of S hospital collected in 2006 are analyzed. The objective of this study is to find optimum fiducial temperature that minimizes occupants' complaints using 6 sigma method.

Key words: Hospital(병원), 6Sigma(식스시그마), Temperature(온도), Building automation system (빌딩자동화시스템)

1. 서 론

S 종합병원의 2006년도 병동부의 고객 요구사항 분석결과 온도 부문이 90.6%로 요구사항의 대부분을 차지하고 있으며, 이는 고객 만족도 및 병원 서비스 평가에 미치는 영향이 매우 크므로 고객이 요구하는 최적의 온도를 도출하여 운영함으로써 고객 불편사항을 최소화하고 고객 만족도를 향상 시키는 것이 필요하다.

그렇지만, 종합병원 특성상 온도 관리에 있어 유동인구 및 관리범위가 넓고, 환자의 및 보호자의 성향이 모두 다르므로 모든 병실을 개개인이 원하는 온도로 유지 관리하는데 어려움이 많다.

이에 본 연구에서는 2006년 1년 동안 병동부의 온도 관련 불만사항을 바탕으로 외기온도, 개인별 성향, 복사열, 팬코일유닛, 온도 설정 값, 날씨, 온도감지기 편차, 팬코일유닛 필터, 냉수온도, 냉수열교환기 온도, 공조기 급기온도, 팬코일유닛 자동밸브(2방 밸브)를 분석하고, 고객이 원하는 최적의 온도를 도출하여 고객이 원하는 최적의 온도를 유지하여 쾌적한 실내 열 환경을 조성하고자 한다.

† Corresponding author
Tel.: +82-2-970-6557; fax: +82-2-974-1480
E-mail address: yikim@snut.ac.kr

2. 기초자료 조사

2.1 S종합병원 병동부 현황

본관 동은 지하5층 지상20층 건축규모로서 지하는 외래진료부, 약국, 관리부, 편의시설, 식당, 주차장 등으로 운영하고 있고, 지상 1층에서 4층은 외래진료부, 수술실, 관리부로 운영하고 있으며, 6층부터 20층을 병동부로 운영하고 있다.

병동부는 특실, 1인실, 2인실, 5인실, 6인실로

구성되어 있으며 무균병실인 8층과 15층은 정압(+압)으로 설계되어 있으며, 나머지 병동부는 등압(=압)으로 설계되어 있다.

2.1.1 본관동 설비 현황

본관동의 설비현황 중에서 냉열원은 증기를 열원으로 이용하는 흡수식 냉동기와 전기를 열원으로 이용하는 터보냉동기로 구성되어 있고, 온열원은 도시가스를 연료로 사용하는 노통연관식 증기보일러로 구성되어 있다.

공기조화설비는 병동 부, 수술실, 중환자실, 외래진료실, 로비, 지원실, 공용부 등 용도별로 분류하여 설치되어 있으며, 병동부의 전용 열교환기는 중간기계실인 4층에 냉방용 열교환기와 난방용 열교환기가 설치되어 냉방 및 난방을 하고 있으며 환절기에는 주간에는 냉방을 야간에는 난방을 전환할 수 있도록 설치되어 있다. 병동부의 팬코일유닛은 두 가지 형식으로 구성되어 있는데 병실마다 설치된 자동 온도센서의 온도 값에 의해 자동으로 기동, 정지 제어되며 병동부의 설비 현황은 Table 1과 같다.

Table 1 Present condition of ward department mechanical facilities

Item	Present condition of mechanical facilities
Heat source	-Absorption chiller 600 RT 4 -Centrifugal chiller 700 RT 2 -Cooling tower 977 RT 6
Heat source	-Fire & smoke tube boiler 10 ton 4(Heating, Hot water) -Fire & smoke tube boiler 5 ton 2 (heating, hot water, humidity)
Air conditioning	-CAV + FCU
Heat exchanger	-Shell & tube (heating) (1,200,000 kcal/h 2) -Plate (cooling) (1,500,000 kcal/h 2)

2.1.2 병동 부 공조 현황

병동부의 공조방식은 전 외기방식으로 100%의 외기를 공조하여 병실 창문 측 상부의 급기구로 24시간 공급하고 화장실 상부에 설치된 배기구로 내부공기를 24시간 배출시키는 방식이며,

공조 현황은 Table 2와 같이 크게 고층부와 중층부로 구획하고, 세분하여 동 병동, 서 병동, 간호사실로 6개 구역으로 구획되어 있다.

설계 환기회수는 3회/h이므로 법적요구사항인 0.7회/h 이상을 충족시키고 있으며, 병실온도 관리방법은 병실마다 설치된 온도감지기에 의해 자동으로 측정된 병실온도를 활용하여 중앙감시실에서 빌딩자동제어 프로그램에 의해서 팬코일유닛을 자동으로 제어하여 병실마다 재실자가 요구하는 온도로 유지하고 있다.

현재 병실온도는 기본적으로 계절에 관계없이 26℃를 기준으로 유지하고 있으며, 환자 및 보호자가 요청 시에는 중앙감시실에서 팬코일유닛 설정 값 및 공조기 급기온도 설정 값을 조정하여 온도를 제어하고 있다

Table 2 Present condition of ward department air-conditioning

Item	Usage	A.V. (CMH)	Te. / Hu.		
			S	W	Hu
S03	7-12F West sick rooms	33,660	26	21	50
S04	6-12F nurse station	32,640			
S05	6-12F East sick rooms	43,260			
PH04	13-19F West sick rooms	36,300			
PH05	13-19F nurse station	35,040			
PH06	13-19F East sick rooms	42,420			

2.2 온도관련 데이터 조사

2.2.1 온도 관련 고객요구사항 조치

중앙감시실에서 고객 불편 접수센터를 설치하고 병동부에서 간호사, 보호자, 환자로부터 온도 관련 불편사항을 연락 받고 빌딩자동제어 프로그램에서 현재 병실온도를 고려하여 팬코일유닛의 온도 설정 값을 조정하거나, 공조기의 급기온도 설정 값을 조정하여 고객이 요구하는 온도로 관리하고 있다.

중앙감시실에서 병실 온도설정 값을 조정한 후 중앙감시실 근무자가 병동 부를 직접 방문하여 온도계측기를 이용하여 실질적인 병실온도를 측정하고 고객이 요구하는 온도로 유지되고 있는지 여부를 확인한 후 고객에게 조치 현황을 설명하고 상황을 종료하는 방법으로 온도 관련 고객 요구사항을 처리하고 있다.

Table 3은 2006년 1월 중앙감시실에서 고객 불편 접수센터를 운영하면서 고객요구사항 및 조치결과를 기록한 일지의 일부분이다.

Table 3 Customer requirement & action result (January, 2006)

Date	Control of FCU			Complaint
	Now	Before	After	
1.1	27	27	28	R.1916 Cold
1.1	26.4	27	25.5	R.1911 Cold
1.2	27	27	26.5	R.806 Hot
1.3	26.2	26.5	28.5	R.1202 Cold
1.4	26.8	27	28	R.1906 Cold
1.5	26.7	27	28	R.1103 Cold
1.6	26.8	27	28	R.1351 Cold
1.7	27	27	26.5	R.1662 Hot
1.8	27.2	28.5	27	R.1916 Hot
1.9	27	27	28	R.1064 Cold
1.10	27	27.5	26	R.806 Hot

Table 4 Temperature watch check list

Division		January, 2006							
6AM, M.A. Weather forecast		Mx. / Mi.	M.A. Te.		3.1 / M.A. Te.	G.H. Te.		5.6 / -3.4	Av. Te.
F	Room	Time	6	7	8	9	11	13	
		O.T. Re.	-0.5	-0.9	-0.9	-0.4	1.8	3.8	1.5
19	R1921	28.0	27.1	27.1	27.0	27.1	26.9	26.8	27.0
	R1906	29.0	27.0	27.0	26.9	26.9	27.6	27.6	27.1
	R1916	27.4	26.7	26.8	26.7	26.9	27.3	28.1	27.1
17	R1753	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	26.7	27.4	27.3
	R1760	27.0	26.3	26.3	26.1	25.9	26.4	26.5	26.2
	R1708	28.0	27.1	27.1	26.8	26.9	26.4	27.1	26.8
13	R1351	28.3	27.3	27.3	27.3	27.2	27.0	26.7	27.1
	R1360	27.0	26.5	26.5	26.3	26.2	26.5	26.7	26.3
	R1305	27.0	26.1	26.1	26.1	26.1	25.7	25.6	25.8
11	R1101	29.5	29.3	29.3	29.2	29.1	28.9	28.7	29.2
	R1160	26.6	26.4	26.3	26.2	26.2	26.5	26.7	26.3
	R1108	27.5	27.2	27.2	27.1	27.1	27.3	27.4	27.2

2.2.2 중앙감시실 온도감시 데이터

중앙감시실에 설치된 빌딩자동제어 프로그램에서 감시 및 제어용 모니터에 표시되는 실시간 온도 데이터를 하루 14회 온도기록일지에 기록한 자료를 1개월 단위의 평균값으로 정리한 자료이다.

6층에서 19층까지의 병동 부 중에서 10개 층 병동 부를 표본으로 동 병동, 서 병동, 특실, 1인실, 다인실로 구분하여 방위별, 인원수에 따라 변동되는 온도변화 추이를 관찰하고 기록하였다.

특히 외부 온도는 기상청 온도와 병원에 설치된 외기를 계측하는 온도센서 중에서 실제 외부온도와 가장 오차가 적은 온도센서를 기준하여 온도 편차를 최소화하였다.

사람의 활동이 비교적 적은 야간에는 온도를 기록하는 횟수를 적게 하였고, 활동을 시작하는 아침에는 온도를 기록하는 횟수를 많이 분배하여 효과적으로 병동 부 온도편차 추이를 감시할 수 있도록 하여 외기온도 변화에 따라 시시각각으로 변화하는 병실온도에 고객 불만이 발생되기 전에 미리 조치를 할 수 있도록 하였다. Table 4는 2006년 1월 중앙감시실 온도 체크일지의 일부분을 발췌한 것이다.

2.2.3 병실온도 보정

분기별 1회(1년 4회) 전체 병동부의 온도를 실질적으로 측정하고 중앙감시실의 모니터에 나타

Table 5 Government official data of sickroom fiducial temperature

Rm.	Diff.	July 2		July 3	
		R.T.	Reset	R.T.	Reset
1801	0.8	25.8	25.0	26.0	25.2
1802		26.2	26.2	26.5	26.5
1803	0.5	26.1	25.4	26.0	25.3
1804	0.9	26.3	25.4	26.5	25.6
1805	1	26.1	25.1	26.1	25.1
1806		25.9	25.9	26.5	26.5
1807	0.7	25.9	25.2	26.0	25.3
1808	1	25.7	24.7	25.8	24.8
1809	0.7	26.0	25.3	25.6	24.9
1810	0.5	26.3	25.8	26.3	25.8

난 온도와 실질적인 온도를 비교하여 편차가 발생되면 프로그램을 수정하여 모니터 온도를 실질적인 온도로 보정하여 오류를 최소화 하였다.

Table 5는 병실 기준온도 관리데이터의 일부분이다.

3. 병실온도 분석

3.1 6시그마(Six sigma : 6σ) 개요

병실온도 분석을 위하여 6시그마는 통계척도를 사용하는데 6시그마란 모든 품질수준을 정량적으로 평가하고, 문제해결 과정과 전문가 양성 등의 효율적인 품질문화를 조성하며, 품질혁신과 고객만족을 달성하기 위해 전사적으로 실행하는 21세기형 기업경영 전략이다. 1980년대 말 미국의 모토롤라(Motorola)에서 품질혁신 운동으로 시작된 이후 GE, TI, 소니 등 세계적인 초우량기업들이 채택함으로써 널리 알려지게 되었다. 국내에서도 삼성그룹, LG그룹, 한국중공업 등에서도입하여 품질혁신에 성공함으로써 많은 기업들이 도입에 적극적인 관심을 보이고 있다.

3.1.1 6시그마 수행단계

DMAIC는 시그마 프로젝트를 수행을 위한 가장 기본적인 방법으로써 다음과 같이 모두 5단계로 구성된다. 다음의 3.2~3.5는 시스마 단계인 DMAI를 이용하여 병실온도를 분석한 자료이다.

(1) 정의 단계(Define phase)
(2) 측정 단계(Measure phase)
(3) 분석 단계(Analyze phase)
(4) 개선 단계(Improve phase)
(5) 관리 단계(Control phase)

3.2 정의 단계(Define phase)

정의 단계는 프로젝트를 추진하기 위한 문제를 선정하고 정의한다.

3.2.1 선정배경

선정배경은 2006년 병동부의 고객 요구사항 분석 결과 온도가 1,029건 중에서 932건으로서 90.6%를 차지하고 있으며 공조 관련 고객요구사항이 92건으로서 8.9%를 차지하고 있고, 기타 의견이 0.5% 차치하고 있을 정도로 병실온도는 고객만족도를 향상 시키는데 절대적인 영향을 끼치고 있는 것을 알 수 있다.

3.3 측정 단계(Measure phase)

통계적인 여러 도구들을 이용해서 어떤 문제가 가장 핵심 문제이고, 이 원인이 무엇인지를 총체적으로 파악하는 단계이다.

3.3.1 Project Y 선정

Fig 2와 같이 C&E 다이어그램을 이용한 특성 요인도는 근본원인을 밝히는 다양한 요인을 정리하고 나열하는 효과적인 방법으로 프로젝트

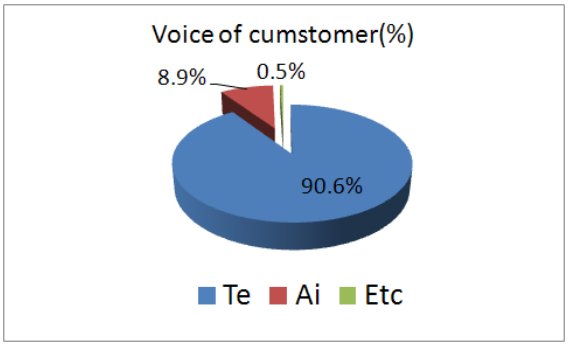


Fig. 1 Voice of customers

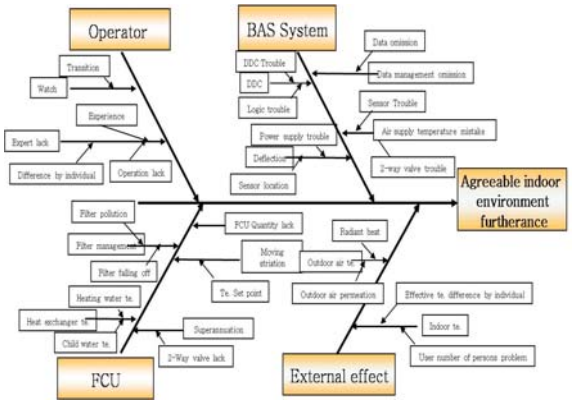


Fig. 2 Choice of project Y

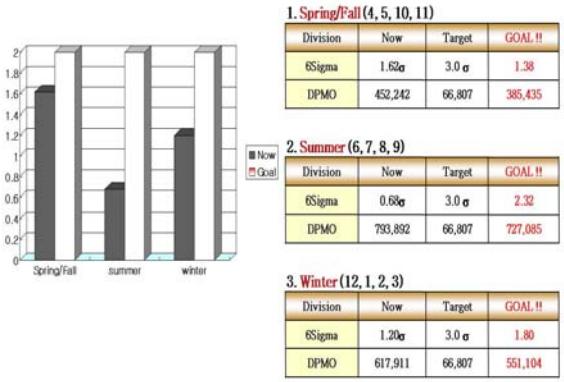


Fig. 3 Result target establishment

Y에 대한 X인자를 도출하는 방법으로 사용된다.

근본원인을 근무자, 팬코일유닛, 자동제어프로그램, 기타 등으로 대별하고, 다시 세분화하여 다양한 요인들을 분석한 결과 쾌적한 실내 열 환경 조성이 필요한 것으로 분석되었다.

3.4 분석 단계(Analyze phase)

분석단계는 측정단계에서 밝혀진 여러 원인들 중에서 문제해결에 결정적인 영향을 미치는 요인을 파악하는 단계이다.

3.4 분석 단계(Analyze phase)

분석단계는 측정단계에서 밝혀진 여러 원인들 중에서 문제해결에 결정적인 영향을 미치는 요인을 파악하는 단계이다.

3.4.1 온도 관련 시그마 수준 산출

미니탭 프로그램을 이용하여 현재 시스마 수준을 평가하였는데, 환절기는 시그마 수준이 1.62이었고, 백만개당 불량률을 나타내는 DPMO는 452,242개로 나타났고, 하절기는 시그마 수준

Fig 3 Result target establishment

0.68, DPMO는 793,892로 나타났으며, 동절기는 1.2, DPMO는 617,911으로 나타났으며 사계절 중에서 환절기의 시스마 수준이 가장 높은 것으로 나타났다.

3.4.2 시그마 성과목표 설정

시그마 달성목표를 계절별로 구분하여 목표로 하는 온도 데이터를 미니텝으로 모의 분석한 결과 예상목표를 환절기는 1.38시그마, 하절기는 2.32시그마, 동절기는 1.8시그마로 설정하였다.

Fig 3은 성과목표 설정을 그래프 및 표로 나타낸 것이다.

3.5 개선 단계(Improve phase)

개선단계는 개선해야 할 범위를 구체화 시킨 후 개선안에 대한 모의시험(Pilot test)을 실시한다.

3.5.1 온도 관련 시그마 수준 산출

바이탈 퓨(Vital Few)에서 최적 값이 팬코일유닛 설정 값과 온도센서 편차발생으로 나타났으므로 고객이 요구하는 최적의 온도를 찾아내어 계절별 병실 기준온도 재정립을 위한 대안을 선정하였는데 세부사항은 다음과 같다

(1) 고객요청사항 데이터 분석

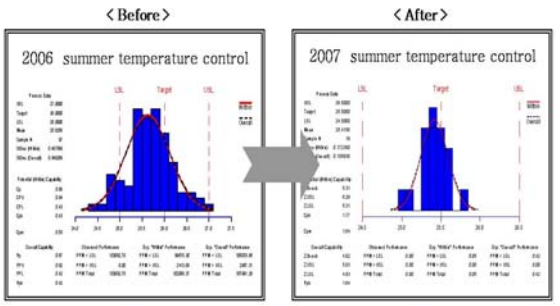
(2) 매월 온도기록 데이터 분석 및 관리 실시

(3) 매일 기준온도 이탈 병실 점검 및 환자 퇴실 시 병실온도 설정 값 기준 값(26℃) 으로 원상 복귀

(4) 분기별 1회 전 병실 온도편차 측정 및 보정(온,습도 계측기 이용)

(5) 온도센서 편차 1℃ 이상 발생 시 온도센서 교체

3.5.2 해결방안 세부내용



구분	Before	After	Improve impact
6Sigma level	0.68σ	5.31σ	4.63σ
DPMO	793,892	70	793,822

Fig. 4 Result verification of Summer

팬코일유닛 설정값과 외기조건을 이용하여 병실 환경을 개선하기 위한 세부내용은 기존에는 계절과 관계없이 26±1℃로 운영하였으나 이를 재정립하여 환절기 26.5±1℃, 하절기 25.5±1℃ 동절기 27±1℃로 하였다.

3.5.3 결과 검증

검증 기준을 병실온도가 25.5 ±1℃ 범위 밖으로 벗어나면 불량으로 결정하고 개선 전의 2006년 하절기와 개선 후의 2007년 하절기를 비교한 결과 개선 전에는 0.68시그마, 793,892DPMO였으나, 개선 후에는 5.31시그마, 70DPMO로 개선되어 4.63시그마 상승효과와 793,822DPMO 감소효과를 달성하였다.

4. 결론

본 연구에서는 종합병원 병동부의 고객 불만사항을 분석한 결과 온도 부문의 불만사항이 90.6%로 고객 불만사항의 대부분을 차지하고 있어서 이를 개선하기 위하여 2006년 1년 동안 기록되어 있는 고객요구사항 및 조치결과 일지, 온도감시 Check List일지 등을 분석 자료로 활용하여 6시그마 프로그램을 이용하여 분석한 결과 다음과 같은 최적의 방안을 도출 할 수 있었다.

(1) 병동부의 팬코일유닛 설정 값을 외기조건을 고려하여 계절별로 Table 6과 같이 기준온도를 재정립하였다.

Table 6 FCU temperature standard reset by season

Division	Before(℃)	Reset(℃)
Spring/Fall	26.±1	26.5 ±1
Summer		25.5 ±1
Winter		27 ±1

(2) 원무과와 업무를 협조하여 환자퇴원명부를 매일 확인하여 환자가 퇴실하면 환자가 퇴원한 병실의 팬코일유닛 설정 값을 확인하고 재정립된 기준온도 범위에서 이탈되어 있으면 기준온도 설정 값으로 원상 복구한다.

(3) 매년 분기별 1회 전체 병실을 온도를 측정하고 병실 온도센서와 휴대용 온도계측기와 편차가 발생되면 중앙감시실 자동제어 프로그램에서 온도편차를 보정하고, 보정 후에도 1℃ 이상 온도편차가 발생되면 병실에 설치된 온도센서를 신제품으로 교체한다.

(4) 전체 병실 팬코일유닛 공기필터를 매월 1회 교체를 실시하고, 교체 후에도 팬코일유닛 설정 값 대비 병실온도가 1℃ 이상 차이가 나면 팬코일유닛 유지보수팀에 연락하여 공기필터를 다시 교체한다.

(5) 매월 정기적으로 고객요청사항 및 온도기록 데이터를 누적하여 분석하고 관리하여 문제발생 시 즉시 신속한 조치를 실시한다.

참고문헌

1. Main building Building Mechanical Facilities T.A.B. Services synthesis report the first book(Samoo architects & Engineers January, 1995)

2. Samsungeverland INC. Sigma Park.(http://71.26.2.37.:8000/main_frame.asp)