수술실, 회복실 및 중환자실의 온도와 습도에 대한 평가

한양대학교 의과대학 마취과학교실

원석규 · 송익상 · 김동원 · 이광진

= Abstract =

Assessment of Temperature and Humidity in Operating Room, Recovery Room and Intensive Care Unit

Seog Kyu Won, M.D., Ik Sang Seung, M.D., Dong Won Kim, M.D. and Kwang Jin Lee, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

It is recognized that there may be numerous medical hazards associated with the maintenance of relative humidity below 50 percent. These include the danger of producing hypothermia in patients, especially during long operative procedures; the fact that floating particulate matter increased in conditions of low relative humidity; and the fact that the incidence of wound infections is minimized following procedures performed in those operating rooms in which the relative humidity is maintained at the level of 50 to 55 percent. So, we have checked room temperature and relative humidity of operating theater in Hanyang University Hospital during 1 year from January, 1991.

The results were as following;

1) Room temperature was maintained at the level of 23.6 ± 0.8 to $27.7 \pm 1.3^\circ\text{C}$, and it was somewhat lower in shadowy rooms than in sunny ones.

2) Relative humidity was highest level in July, and it was maintained at the level of 41.7 ± 4.9 to $47.0 \pm 7.7\%$. Generally, it was decreased insignificantly in order of ICU, recovery room, new-built shadowy rooms, old shadowy rooms, and sunny rooms.

3) Relative humidity was significantly decreased to $2.4 \pm 3.8 \sim 28.9 \pm 5.0\%$ in spring, autumn, and winter.

4) Absolute humidity was maintained at the level of $11.6 \pm 1.7 \text{ mgH}_2\text{O/L}$ in summer, and $1.1 \pm 1.4 \text{ mgH}_2\text{O/L}$ in winter.

With above results, we recognized that room temperature of operating theater was maintained at the level of recommending degree, but relative humidity(percent) was too low to be suitable for operation and/or special patient care. This means that ventilation of operating theatre should be installed with proper temperature and relative humidity controlled units.

Key Words: Operating theater; Room temperature, Relative humidity, Ventilation

서 론

인체의 정상체온은 37°C 로서 체내공기 1리터당 수

분 50 mg을 포함하고 있으며¹⁾, 이런 상태에서 호흡기 기도섬모가 제 기능을 완전하게 발휘하여 폐분비물이 나 호흡기계의 이물질들을 효과적으로 제거한다. 따라서 환자가 거처하는 병실의 온도는 $19 \sim 27^\circ\text{C}$ 를 유지해야

하고, 습도는 50%미만이 되어서는 안된다²⁾. 만일 온도나 습도가 부적당하거나, 건조한 마취제혼합가스의 흡입, 마취전처치, 마취보조약제 및 마취방법, 등에 따라서는 기도점도가 일시적으로 운동이 마비되거나 심하게 억제되어, 폐합병증의 발병 가능성이 높아진다. 온도가 낮거나 습도가 적으면 상기도에서 이를 가운, 가슴시킴으로 체온감소와 수분손실이 있게되며, 낮은 습도로 인해 부유물질이 증가되어 창상감염의 기회도 증가하게 된다²⁾. 더우기 환자들은 이미 질병으로 인하여 저항력이 약해져 있는 상태이기 때문에, 흡기의 온도와 습도는 질병의 회복기에도 지대한 영향을 미친다고 볼 수 있다.

수술실, 회복실, 분만실, 중환자실, 등 특수병실은 적당한 수준의 습도유지, 공기감염세균의 회석과 제거를 통한 감염위험의 감소, 가연성가스의 회석, 냄새조절, 근무자의 안락감 제공, 등을 위해 특수한 환기가 필요하다. 현재 미국에서는 병원전측시 수술실지역은 일정한 온도와 습도를 유지할 수 있는 설비를 구비하도록 시방서에 규정하고 있다²⁾. 본 병원에서는 중앙공급식 냉난방시설과 창틀형, 또는 분리형 에어컨으로 수술실지역의 온도와 습도를 조절하고 있다.

저자들은 수술실지역의 온도와 상대습도가 항상 적

당한 범위를 유지하고 있는지를 알아보기 위해서, 1991년 1월부터 1년간 한양대학교 의과대학 부속병원의 11개 수술실, 회복실, 중환자실, 등에서 이를 측정하여 보았다.

연구대상 및 방법

실내온도 및 상대습도는 1991년 1월부터 12월까지 1년간, 본원 11개 수술실, 회복실, 중환자실, 등에서 토요일과 공휴일을 제외한 매일 오후 2~3시 사이에 측정하였다. 수술실은 마취기가 놓인 위치에서, 회복실과 중환자실은 방의 중심위치에서 측정하였다. 측정된 자료는 월별과 계절별(봄=3, 4, 5월; 여름=6, 7, 8월; 가을=9, 10, 11월; 겨울=12, 1, 2월)로 통계처리하였다. 절대습도는 측정된 온도와 상대습도를 기준으로

$$\text{상대습도}(\%) = \frac{\text{절대습도}(\text{mgH}_2\text{O/L}) \times 100}{\text{각 온도에서의 포화수분량}(\text{mgH}_2\text{O/L})}$$

공식을 이용하여 계산하였고, 각 온도에서의 포화수분량은 온도-절대습도곡선³⁾을 사용하여 구하였다. 수술실은 자연채광이 잘되는 방(3방), 자연채광이 전혀 안되고 오래전에 건축한 방(3방), 그리고 본조사 약 1

Fig. 1. Schematic diagram of operating theater in Hanyang University Hospital. 4 ORs(1, 2, 6, 10) are sunny, 3 ORs(7, 8, 9) are old-built and shadowy, and 5 ORs(12, 15-18) are new-built and shadowy, RR and ICU are located in the sunny area.

년전에 신축한 채광이 없는 방(5방)등으로 구분하였다. 회복실과 중환자실은 모두 자연채광이 잘 되는 구조였다(Fig. 1). 온도와 습도의 측정은 HI 8564 thermohygrometer(이태리 Hanna Instrument 회사 제품)를 사용하였다.

결 과

실내온도는 연중 방의 위치에 관계없이 평균 $23.6 \pm 0.8 \sim 27.7 \pm 1.3^\circ\text{C}$ 범위이었는데, 자연채광이 전혀 없는 신축 수술실이 다소 낮은 경향을 보였다(Table 1A, Fig. 2A). 이것은 계절의 변화에 따라 중앙공급의

Table 1. Mean value(mean $\pm$ ISD) of Temperature, Relative Humidity and Absolute Humidity in OR, RR and ICU during one Year

	Month	Sunny-OR	Shaddwy old	Shaddwy new	RR	ICU
(A) Room Temperature ($^\circ\text{C}$)	1	26.4 ± 0.8	26.8 ± 0.6	26.7 ± 0.7	26.8 ± 1.0	26.8 ± 0.7
	2	26.3 ± 0.8	26.6 ± 0.7	26.3 ± 1.1	26.7 ± 1.1	26.1 ± 0.5
	3	26.4 ± 1.0	26.4 ± 1.0	25.4 ± 1.6	27.7 ± 1.3	27.0 ± 0.8
	4	25.1 ± 0.8	25.1 ± 0.6	24.3 ± 1.0	25.5 ± 0.6	25.5 ± 0.8
	5	26.2 ± 0.9	25.3 ± 1.1	25.3 ± 1.0	26.3 ± 1.5	26.0 ± 1.5
	6	25.6 ± 0.7	25.7 ± 1.0	23.6 ± 0.8	27.0 ± 1.5	26.8 ± 1.1
	7	24.7 ± 0.8	24.9 ± 0.9	23.6 ± 1.1	25.9 ± 0.7	26.1 ± 0.8
	8	24.9 ± 1.1	25.3 ± 1.2	23.9 ± 1.0	26.7 ± 1.5	—
	9	25.1 ± 0.8	25.2 ± 1.2	23.9 ± 1.0	26.7 ± 1.5	—
	10	25.2 ± 0.7	25.1 ± 0.9	23.8 ± 0.5	26.4 ± 1.1	—
	11	25.4 ± 0.8	25.8 ± 0.8	23.8 ± 0.8	26.7 ± 0.8	26.1 ± 1.1
	12	26.9 ± 2.4	27.0 ± 2.8	27.0 ± 3.0	27.5 ± 2.0	—
(B) Relative Humidity(%)	1	11.1 ± 6.0	12.3 ± 5.6	11.0 ± 5.5	0.9 ± 2.2	2.4 ± 3.8
	2	12.0 ± 5.8	13.3 ± 5.8	15.2 ± 5.1	2.4 ± 4.1	3.3 ± 5.5
	4	19.0 ± 5.1	17.6 ± 5.8	20.3 ± 6.5	4.2 ± 4.1	7.4 ± 4.4
	5	23.1 ± 6.9	22.2 ± 6.0	23.2 ± 5.8	12.2 ± 7.8	13.6 ± 8.1
	6	25.4 ± 6.9	28.6 ± 8.7	28.9 ± 5.0	21.0 ± 7.5	24.1 ± 8.0
	7	33.0 ± 9.3	35.7 ± 10.0	38.6 ± 8.8	32.4 ± 12.1	36.0 ± 12.0
	8	41.7 ± 4.9	41.9 ± 4.9	46.6 ± 6.1	47.0 ± 7.7	47.0 ± 6.0
	8	40.9 ± 7.1	41.2 ± 8.8	43.5 ± 5.8	43.4 ± 9.8	—
	9	35.7 ± 8.2	33.7 ± 8.1	40.9 ± 8.1	37.1 ± 13.5	—
	10	24.0 ± 10.9	26.4 ± 8.6	23.2 ± 7.5	19.0 ± 10.3	—
	11	11.1 ± 7.9	10.6 ± 7.2	9.4 ± 6.7	4.4 ± 5.1	—
	12	13.4 ± 7.3	17.2 ± 7.7	12.1 ± 5.4	7.4 ± 4.4	—
(C) Absolute Humidity (mgH ₂ O/L)	1	2.8 ± 1.5	3.1 ± 1.5	2.8 ± 1.4	0.2 ± 0.5	0.6 ± 1.0
	2	3.0 ± 1.5	3.4 ± 1.6	3.8 ± 1.4	0.6 ± 1.0	0.8 ± 1.4
	3	4.7 ± 1.3	4.4 ± 1.5	4.7 ± 1.4	1.1 ± 1.1	1.9 ± 1.2
	4	5.4 ± 1.7	5.2 ± 1.5	5.2 ± 1.4	2.9 ± 1.8	3.2 ± 1.9
	5	6.3 ± 1.8	7.1 ± 7.0	6.7 ± 1.2	5.3 ± 1.9	5.9 ± 2.0
	6	7.9 ± 2.3	8.6 ± 2.3	8.2 ± 1.9	8.4 ± 3.0	9.2 ± 2.9
	7	9.5 ± 1.4	9.6 ± 1.2	11.3 ± 12.7	11.4 ± 2.1	11.6 ± 1.7
	8	9.4 ± 1.8	9.6 ± 2.2	9.4 ± 1.4	11.0 ± 2.9	—
	9	8.3 ± 1.9	7.8 ± 1.8	8.8 ± 1.8	9.3 ± 3.0	—
	10	5.6 ± 2.5	6.1 ± 1.9	5.0 ± 1.6	4.6 ± 2.4	—
	11	2.6 ± 1.9	2.5 ± 1.7	2.0 ± 1.5	1.1 ± 1.3	1.1 ± 1.4
	12	3.5 ± 1.9	4.6 ± 2.2	3.2 ± 1.5	2.0 ± 1.1	—

Fig. 2. This picture presents mean value of temperature and humidity in OR, RR and ICU according to month. Temperature maintained properly during one year(A). Adequate humidity was measured on July, August and September(B, C). Absolute humidity in RR and ICU approached nearly zero on January(C).

Fig. 3. This picture shows mean value of temperature and humidity in OR, RR and ICU according to season. No differences in temperature(A). Except summer, the humidity is lower than the recommended value in our hospital(B, C).

냉난방과 각 방에 설치한 창틀형 에어컨으로 온도를 조절한 결과라고 생각된다.

상대습도는 7월이 가장 높아 최저 $41.7 \pm 4.9\%$ 에서 최고 $47.0 \pm 7.7\%$ 범위를 나타내었으며 30% 이상이었던 경우는 6월부터 9월까지이었다. 일반적으로 중환자실, 회복실, 채광이 안되는 신축수술실, 채광이 안되는 옛수술실, 채광이 잘되는 수술실, 순으로 상대습도가 낮은 경향을 보였으나 통계적 의의는 없었다. 이에 반해 봄, 가을, 겨울엔 뚜렷하게 감소하여 최저 $2.4 \pm 3.8\%$ 에서 최고 $28.9 \pm 5.0\%$ 이었다(Table 1B, Fig. 2B). 이런 결과는 각 방의 상대습도가 그날의 기상변화와 밀접한 관계가 있고, 습도를 조절하는 방법이나 기구가 설정되지 않았음을 의미한다고 볼 수 있을 것이다.

절대습도는 실내온도가 뚜렷한 차이를 나타내지 않았기 때문에 상대습도의 변화와 비슷한 경향을 보여 평균 최고값이 여름철 11.6 ± 1.7 , 겨울철 1.1 ± 1.4 mgH₂O/L를 나타내었다(Table 1C, Fig. 2C). 계절별로 보면 여름철 상대습도와 절대습도가 각각 38.5~42.9%, 8.9~10.4 mgH₂O/L로 가장 높았고, 겨울철은 각각 2.8~13.80%, 0.7~3.6 mgH₂O/L로 가장 낮았다(Fig. 3B, 3C).

고 안

1991년 1월부터 12월까지 1년간 한양대학교 부속 병원 수술실, 회복실 및 중환자실, 등은 실내온도가 연중 평균 24~28°C를 유지하였고 상대습도는 연중 50% 미만이었다. 수술실, 분만실, 및 특수치료실, 등은 적당한 습도를 유지하고, 공기감염의 빈도를 줄이며, 냄새를 조절하고, 근무자에게 안락감을 줄 수 있도록 특수한 환기가 필요한 곳이다. 환기체계는 첫째, 수술실내에서 생긴 smoke의 재순환을 예방하고 둘째, 수술실로 들어온 smoke의 순환을 예방할 수 있도록 설치되어야 한다. 환기시키는 공기는 천장이나 높은 벽쪽에 설치한 여러개의 통풍구출구로 부터 공급되어, 반대쪽 벽의 바닥 가까이에 설치한 여러개의 통풍구입구로 빠져나가도록 설계하여야 하며, 공기 분포양상은 위에서 아래쪽으로 거의 모두 배출구쪽으로 움직이도록 하여야 한다. 연구에 의하면 시간당 25개 방에 해당하는 공기량과 같은 공기 변화속도일 때 인간활동에 의해 방으로 퍼지는 새균을 희석시킨다고 하였다⁴⁾. 수

술실내 공기압은 주변에 비해 높게 유지되어야 한다. 이렇게 하려면 방에서 빠져나가는 공기보다 더 많은 공기를 방으로 공급해야 한다. 그래야만 폐문주위나 다른 벽쪽의 열린곳으로부터 오염된 공기유입을 제거할 것이다. 본원 수술실지역의 환기체계가 어떻게 설계되어 작동하는지는 검토하지 못하였으나, 각 방의 상대습도가 중앙공급식 냉방시설이나 에어컨을 사용하는 여름철을 제외하고는 급격히 감소하였던 점으로 보아, 봄, 가을, 겨울에 환자들이 호흡하기는 부적당한 조건이라고 생각된다. 근무자들이 수술실사용시 문을 열어놓고 주변공기와의 차단을 고려하지 않음도 생각해야 할 문제이다. 환기와 습도기구는 작용이 잘 되는 상태로 유지되어야 하고, 수술중엔 계속 작동하여 상대습도가 적어도 50%가 유지되도록 조절해야 한다. 창틀형 에어컨은 수술실의 외부창문이나 외부벽에 설치해야 하며, 비가연성 마취제가스 사용실에서는 상대습도 35~50%, 가연성가스일 때는 상대습도 50% 이상과 온도 19~27°C가 될 수 있도록 조절능력이 있어야 한다²⁾. 본원 수술실지역의 경우 여름철이외에는 습도조절이 안되고 있음을 알 수 있었고, 이는 환기체계의 개선이 필요함을 암시한다고 하겠다.

결 론

1991년 1월부터 1년간 thermohygrometer를 사용하여 본원 수술실, 회복실, 및 중환자실, 등의 실내온도와 상대습도를 측정하여 월별, 계절별 통계를 내어 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 실내온도는 연중 방의 위치에 관계없이 평균 $23.6 \pm 0.8 \sim 27.7 \pm 1.3^\circ\text{C}$ 범위이었는데, 자연채광이 전혀 없는 신축수술실이 다소 낮은 경향을 보였다.

2) 상대습도는 7월이 가장 높아 최저 41.7 ± 4.9 에서 최고 $47.0 \pm 7.7\%$ 범위를 나타내었으며, 30% 이상이었던 경우는 6월부터 9월까지이었다. 일반적으로 중환자실, 회복실, 채광이 안되는 신축수술실, 채광이 안되는 옛수술실, 채광이 잘되는 수술실, 순으로 상대습도가 낮은 경향을 보였으나 통계적 의의는 없었다. 이에 반해 봄, 가을, 겨울엔 뚜렷하게 감소하여 최저 2.4 ± 3.8 에서 최고 $28.9 \pm 5.0\%$ 이었다.

3) 절대습도는 실내온도가 뚜렷한 차이를 나타내지 않았기 때문에 상대습도의 변화와 비슷한 경향을 보여

평균 최고값이 여름철 11.6 ± 1.7 , 겨울철 1.1 ± 1.4 $\text{mgH}_2\text{O/L}$ 를 나타내었다.

4) 계절별로 보면 여름철 상대습도와 절대습도가 각각 38.5~42.9%, 8.9~10.4 $\text{mgH}_2\text{O/L}$ 로 가장 높았고, 겨울철은 각각 2.8~13.8%, 0.7~3.6 $\text{mgH}_2\text{O/L}$ 로 가장 낮았다.

이상의 결과로 보아 본원 수술실지역의 실내온도는 냉난방시설의 도움으로 환자와 실무자가 안락감을 느낄 수 있는 적당한 수준을 유지하고 있지만, 상대습도는 냉방기구가 작동되지 않으면 계절의 영향을 그대로 받고 있으므로 습도를 조절할 수 있는 환기체계가 별도로 설치되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Longnecker DE, Murphy FL. *Dripps/Eckenhoff/Vandam. Introduction to anesthesia. 8th ed. Philadelphia: WB Saunders. 1992; 133.*
- 2) NFPA. *99 Standard for Health Care Facilities. 1987 ed. Batterymarch Park: National Fire Protection Association, Inc. 1987; 53-54.*
- 3) Burton GG, Gee GN, Hodgkin JE. *Respiratory Care. A Guide to Clinical Practice. Philadelphia: JB Lippincott Co. 1977; 371.*
- 4) 고용린, 박항배. 공중보건학. 서울: 신광출판사. 1978; 185.