



HEMŞİRELİK BİLİMİ
Dergisi

Journal of
NURSING SCIENCE



Hemşirelik Bilimi Dergisi

Journal of Nursing Science

<http://dergipark.gov.tr/hbd>

e-ISSN:2636-8439

Derleme

Ameliyathanede İklimlendirme Air Conditioning in Operating Room

Elif GEZGİNCİ^{*a}, Sonay GÖKTAŞ^b

^a Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İSTANBUL

^b Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İSTANBUL

ÖZET

Ameliyathanelerde sıcaklık, nem, basınç ve hava değişimi gibi parametreler hasta ve cerrahi ekip için konforu sağlarken, hasta güvenliği ve enfeksiyon açısından da oldukça önemlidir. Sağlık hizmeti ile ilişkili enfeksiyonlar arasında yaygın görülen cerrahi alan enfeksiyonları, ciddi komplikasyonlara neden olmaktadır. Ameliyathanede havadaki patojen partikül sayısı ile cerrahi alan enfeksiyonu gelişme riski arasında doğru orantı bulunmaktadır. Odadaki hava kalitesi, partikül sayısı, personel trafiği gibi etkenler cerrahi alan enfeksiyon gelişim riskini artırmaktadır. İklimlendirme sistemleri havadaki patojen partiküllerin steril alana ve yara bölgesine doğrudan temasını engelleyerek cerrahi alan enfeksiyon riskini azaltmaktadır. Ameliyathanede hijyenik hava ortamı ve hava kalitesinin sağlanması için standart önlemlerin alınması ve kontrollerinin zamanında yapılması gelişebilecek enfeksiyonların ve komplikasyonların önlenmesinde önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Ameliyathane, Cerrahi alan enfeksiyonu, Havalandırma, iklimlendirme.

ABSTRACT

Parameters such as temperature, humidity, pressure and air change in the operating rooms provide comfort for the patient and the surgical team, and are also very important for patient safety and infection. Surgical site infections, which are common among health care-associated infections, causes serious complications. There is a direct correlation between the amount of airborne pathogen particles in the operating room and the risk of developing surgical site infection. Factors such as air quality, particle number and personnel traffic in the room increase the risk of surgical site infection. Air conditioning systems reduce the risk of surgical site infection by preventing direct exposure of airborne pathogenic particles to the sterile field and wound area. For ensuring of the hygienic air environment and air quality in the operating room, taking standard precautions and providing timely controls are important to prevent infections and complications that will develop.

Keywords: Operating room, Surgical site infection, Ventilation, Air conditioning.

*Sorumlu Yazar: Elif GEZGİNCİ

Adres: Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İstanbul
e-posta: elif.gezginci@sbu.edu.tr

Giriş

Ameliyathane havalandırma sistemleri, hasta ve ameliyathanede çalışanlar için sağlıklı ve rahat bir ortam sağlamak için gereklidir (Spagnola, Ottria, Amicizia, Perdelli and Cristina, 2013; Gaever, Jacobs, Diltoer, Peeters and Vanlanduit, 2014; Sadrizadeh and Holmberg, 2014). İç ortamın hava kalitesini sağlayan termal konfor, çalışma koşullarını, çalışanların sağlığını ve güvenliğini de önemli ölçüde etkiler (Gaever et al., 2014). Ameliyathanedeki iç hava kalitesinin ve termal konforun sağlanması, cerrahi alan enfeksiyon riskini azaltmada önemlidir (Gaever et al., 2014). Cerrahi alan enfeksiyonu, ameliyat sırasında patojenlerin doğrudan ya da havadaki partiküllerin birikmesiyle cerrahi alana girmesi sonucu oluşur (Spagnola et al., 2013; Gaever et al., 2014).

Cerrahi alan enfeksiyonları, cerrahi komplikasyonların en sık nedenleri arasında yer alan (Spagnola et al., 2013; Sadrizadeh and Holmberg, 2014) ciddi bir sağlık sorunudur (Pharm et al., 2015). Dünya çapında yıllık tahmini 234 milyon ameliyat gerçekleştirilmekte ve giderek cerrahi alan enfeksiyon görülme riski artmaktadır (Spagnola et al., 2013). Cerrahi alan enfeksiyonu, sağlık hizmetiyle ilişkili enfeksiyonlar arasında üçüncü sırada olup (Pharm et al., 2015), tüm hastane kaynaklı enfeksiyonların %14-17'sini oluşturmaktadır. Ameliyat olan hastalarda ise hastane kaynaklı enfeksiyonların %38'ini oluşturmaktadır (Spagnola et al., 2013).

Ameliyathane ortamı, cerrahi alan enfeksiyon gelişiminde önemli bir risk faktörüdür. Ameliyathane odasının hava kalitesi, hava akış dağılımı, ameliyathane çalışanların trafiği, kapıların açılıp kapanması ve diğer faktörler ameliyathanede kontaminasyon riskini artırır (Teter et al., 2017). Hava kaynaklı enfeksiyon riski, hava kalitesine, cerrahi alan ve ameliyat masası gibi steril çalışma bölgesinde bulunan partikül sayısına bağlıdır (Gaever et al., 2014). Ameliyathanede hava kirliliğinin en önemli nedenlerinden biri ameliyathanede bulunan çalışanlar ve hareketlerinden kaynaklanan partiküllerin ortama yayılmasıdır (Andersson, Bergh, Karlsson, Eriksson and Nilsson, 2012). Ameliyathanedeki steril sağlık profesyonellerinin düşük hava geçirgenliği özelliğindeki kıyafetleri giymesi ameliyathanede çalışanlar tarafından mikroorganizmaların yayılımını ve hava kirliliğini azaltır (Andersson et al., 2012).

Cerrahi alan enfeksiyon riskini kontrol etmek için ameliyathanenin hava kalitesi yüksek olmalıdır. Havada bulunan bakteri ve diğer kontaminasyon etkenlerinin oluşturduğu enfeksiyon riskini en aza indirmek için kontaminasyon kontrollü hava akım sisteminin (ısıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemi-HVAC) rolü büyüktür. Bu sistem ısı ve nemin optimal seviyede kalmasını ve havadaki kontaminasyona neden olan partiküllerin konsantrasyonunu belli bir seviyenin altında tutarak havalandırmayı sağlar. Bu sistemler aynı anda birden fazla işi yapar ve enfeksiyon kaynağı olan partiküllerin havada taşınmasında etkisi olan sıcaklık, bağıl nem ve hava akımı gibi değişkenlerin kontrolünü sağlar (Spagnola et al., 2013).

Ameliyathanelerde havalandırmayı sağlamak için "türbülans, yer değiştirme ve laminar hava akım sistemleri"nin kullanıldığı görülmektedir. "Türbülanslı ve yer değiştirmeli-deplasmanlı havalandırma sistemleri"nin havayı temizleme mekanizmaları farklıdır. Bu farklılığa karşın her iki sistem de harekete duyarlıdır ve

partiküllerin ortamda kümeleşerek dolaşımına neden olurlar; ek olarak hava temizliğini sağlamada insanlardan ve lambalardan gelen ısıya karşı da yetersizdirler (Andersson et al., 2012). Geleneksel türbülanslı hava akımı, tavana monte edilen difüzörler aracılığıyla sağlanır ve gelen hava ameliyathanedeki hava ile karıştırılır (McHugh, Hill, and Humphreys, 2015). Bu hava akımı, ameliyathanedeki tüm ortamı çevreler ve havadaki partiküllerin konsantrasyonunu seyrelterek kontrol eder. Bu sistem hava değişimi ve dağıtımının etkinliğini artırırken mikrobik yayılımın hızlanmasına da neden olur (Chow and Yang, 2004; Spagnola et al., 2013)

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme standartları (HVAC), ameliyathanelerde laminar aşağı akışlı havalandırma sisteminin kullanımını önermektedir. Laminar hava akımı, çevredeki hava ile karışmadan steril ameliyat alanına temiz hava sağlayarak havadaki patojenik partiküllerin yayılımını önler (Gaever et al., 2014). Laminar hava akımı, tek yönlü akış sistemine sahiptir ve havanın paralel çizgide hareket etmesini sağlar. Bu sistemde kontaminant ajanlar hava akışıyla aynı hızda taşınarak ortamdaki uzaklaştırılır. Düşük hızlı tek yönlü hava akımı sayesinde havadaki kontaminant ajanların yayılmasını en aza indirir. Bu sistem havadaki partiküllerin cerrahi yara alana inişini engeller (Spagnola et al., 2013; Chow and Yang, 2004).

Geleneksel ameliyathane havalandırma sistemi, ≥ 5 mikron büyüklüğündeki partiküllerin %80-97'sini temizleyerek havayı filtre eder ve 60 x 60 bir hepa (high efficiency particulate air) filtreden yaklaşık 600 m³ hava geçer (Dharan and Pittet, 2002; McHugh et al., 2015). Hepsa filtreli laminar hava akım sistemleri ise, 0.3 mikron büyüklüğündeki partiküllerin %99.97'sini temizleyerek filtreler (Albrecht, Gauthier, Belani, Litchy and Leaper, 2011; Spagnola et al., 2013; McHugh et al., 2015). Bu sistem tavana monte (dikey akış) veya duvara monte (yatay akış) üniteler ile ameliyathaneye hava akımını sağlar (Spagnola et al., 2013). Laminar hava akımı çok az türbülansa sahiptir ve ameliyathanede homojen bir hava akışı sağlar. Laminar hava akım sisteminin kurulması ve bakımı diğer havalandırma sistemlerine göre daha maliyetli olup (Hansen, Krabs, Benner, Brauksiepe and Popp, 2005; McHugh et al., 2015), bu sistemlerin ortopedik cerrahi girişimlerde daha sık kullanıldığı görülmektedir (McHugh et al., 2015).

Sağlık tesislerinin havalandırılması ile ilgili "Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI), Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği (ASHRAE), Sağlık Mühendisliği İçin Amerikan Derneği (ASHE) Standart 170-2008"nin önerisine göre, ameliyathanede saatte en az 20 hava değişimi yapılmalı ve en az 4'ü taze hava olmalıdır (ANSI/ASHRAE/ASHE Standard-170, 2008). Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) tarafından ise geleneksel ameliyathane havalandırma sistemlerinin saatte en az 15 hava değişimi yapması ve bunun %20'sinin (3 hava değişimi) taze hava olması önerilmektedir. Ameliyathanedeki hava tavadan verilmeli ve zemine yakın bir yerden çıkmalıdır (Sehulster and Chinn, 2003).

CDC'nin Ameliyathanelerde Enfeksiyon Kontrol ve Havalandırma Önlemleri

1. Koridorlara ve bitişik alanlara göre pozitif basınçlı havalandırma sürdürülmeli (Kategori IB, IC).

2. Saatte en az 15 hava değişimi olmalı ve en az 3'ü taze hava olmalıdır (Kategori IC).
3. En az % 90 verimlilik (toz noktası testi) sağlayan uygun filtrelerden tüm resirküle ve temiz hava filtre edilmelidir (Kategori IC).
4. Cerrahi alan enfeksiyonlarını önlemek için ultraviyole ışınlar kullanılmamalıdır (Kategori IB).
5. Malzeme, personel ve hasta geçişi dışında ameliyathane odasının kapıları kapalı tutulmalı ve personel girişi sınırlandırılmalıdır (Kategori IB).

Ameliyathaneler “temiz oda” olarak sınıflandırılmaktadır (Brunner, 2009). Temiz oda “*havadaki partiküllerin yoğunluğunun kontrol edildiği ve oda içerisindeki parçacıkların girişini, üretimini ve tutulmasını en aza indirecek şekilde ve diğer ilgili parametrelerin, örn. sıcaklık, nem ve basınç, gerektiği gibi kontrol edildiği odadır*” (ISO 14644-1, 1999). Alman Standartlar Enstitüsü (DIN) 1946-4/2008 standardına göre, temiz odalar da hijyen düzeyine göre I ve II olarak sınıflandırılmaktadır. Sınıf I olarak tanımlanan ameliyathanelerin oda sınıfı Ia ve Ib olarak ayrılmaktadır. Laminar hava akımının kullanıldığı ve partikül açısından yüksek oranda hijyenik ortamın sağlandığı ameliyathane odalarının sınıfı Ia, türbülans hava akım sisteminin olduğu odalar ise Ib sınıfına girmektedir (Brunner, 2009; Özçelebi, 2009). Ia sınıfındaki ameliyathanelerde hasta, ekip ve ameliyat masasını kapsayacak şekilde en az 3m x 3m boyutlarında laminar hava akımı olmalı ve %100 taze hava kullanılmalıdır (Özçelebi, 2009). Sınıf Ia ve Ib ameliyathane odalarında üç kademeli bir hava filtrasyonunun kullanılması gerekir. Bunlardan ilk ikisi havalandırma cihazının içine, üçüncüsü ise hava çıkışının olduğu son bölüme takılmalıdır (Anıl ve ark., 2009).

Ameliyathanelerdeki bu temiz hava sisteminin sağlanması için uluslararası standartlar kullanılmaktadır. Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) 14644 standardına göre, partikül boyutu 0.1-5 µm arasındaki partiküllerin sınıflandırılmasını sağlar. ISO 14644-1:2015 Temiz Oda Standardı'na göre partikül sınır değerleri Tablo 1'de verilmektedir (ISO 14644-1, 2015).

Tablo 1. ISO 14644-1: 2015 Yüksek Konsantrasyon Sınırları (partikül/m³)

ISO 14644-1:2015 Sınıflandırması	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1.0 µm	5.0 µm
Sınıf 1	10					
Sınıf 2	100	24	10			
Sınıf 3	1000	237	102	35		
Sınıf 4	10000	2370	1020	352	83	
Sınıf 5	100000	23700	10200	3520	832	
Sınıf 6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
Sınıf 7				352000	83200	2930
Sınıf 8				3520000	832000	29300
Sınıf 9				35200000	8320000	293000

Ülkemizde, “Sağlık Bakanlığı Performans Yönetimi Kalite Geliştirme Daire Başkanlığı” tarafından 2011 yılında yayınlanan “Hastane Hizmet Kalite Standartları” içerisinde ameliyathanedeki havalandırma sistemlerine yönelik ve partikül sayımına ait düzenlemeler yapıldığı görülmektedir. “Hastane Hizmet Kalite Standartları”na göre ameliyathanelerde, hepa filtreli veya benzer özellikteki havalandırma sistemlerinin kullanılması, oda sıcaklığının

20-23°C arasında veya 18-26°C ayarlanabilir özellikle olması, bağıl nem oranının %30-%60 arasında olması, periyodik olarak havalandırma sistemlerinin bakımının sağlanması, basma hava debisinin en az 2400m³/h, taze hava debisinin ise en az 1200 m³/h olması ve periyodik olarak partikül ölçümünün yapılması gerekmektedir (Çinal ve Demir, 2011).

Sağlık Bakanlığı'nın “Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Daire Başkanlığı” tarafından 2016 yılında yayınlanan “Sağlıkta Kalite Standartları”, ameliyathanedeki havalandırma yönelik düzenlemeleri içermektedir. Bu standartlara göre ameliyathanelerde havalandırma sistemiyle ilgili aşağıda yer alan performans testlerinin periyodik olarak yapılması gerektiği yer almaktadır (SKSH, 2016).

Uygulanan performans testleri;

- “HEPA filtre uygunluğu (sızdırmazlık testi)”
- “Hava debisi ve hava hızı ölçümü”
- “Steril alanlar arasında basınç farkları ve hava akış yönleri tespiti”
- “Sistem etkinliğinin ölçülmesi (yeniden temizleme)”
- “Partikül ölçümü”

Sonuç

Ameliyathanelerde iklimlendirme sisteminin temel görevi, teknik konfor şartlarını yerine getirmesi ile birlikte, ameliyathane odalarına partikülden arındırılmış havanın verilmesi sonucu partikül sayısının istenilen standartlara ulaşması ve tam olarak hijyenik koşulları sağlamasıdır. Bu nedenle, havalandırma sistemlerinin değerlendirilmesinde, partikül sayımının tek başına yeterli olmadığı, sistemlerin optimum performansı için mutlaka tüm verilerin bir bütünlük içinde ele alınması gerektiği unutulmamalıdır. Ameliyathanelerde hem hasta hem de çalışanlar için en uygun standartlarda iklimlendirmenin sağlanması ve periyodik olarak performans testlerinin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Albrecht, M., Gauthier, R.L., Belani, K., Litchy, M., Leaper, D. (2011). Forced-air warming blowers: An evaluation of filtration adequacy and airborne contamination emissions in the operating room. *American Journal of Infection Control*, 39, 321-8.
2. Andersson, A. E., Bergh, I., Karlsson, J., Eriksson, B. I., Nilsson, K. (2012). Traffic flow in the operating room: An explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery. *American Journal of Infection Control*, 40, 750-5.
3. Anıl, O. B., Arslan, A., Boylu, A., Evren, E., Gacaner, G., Gencer, Ü., ve ark. (2009). Hastane hijyenik alanlarının klima ve havalandırma proje hazırlama esasları. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, Seminer Bildirisi, 1205-1229.
4. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170. (2008). *Ventilation of Health Care Facilities*. 1-13.
5. Brunner, A. (2009). Yeni Alman Standardı DIN 1946-4: Hastane havalandırması. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, Seminer Bildirisi, 1289-1292.
6. Chow, T. T., Yang, X. Y. (2004). Ventilation performance in operating theatres against airborne infection: review of research activities and practical guidance. *Journal of Hospital Infection*, 56, 85-92.
7. Çinal, A., Demir, M. (Ed.) (2011). *Hizmet Kalite Standartları, Sağlık Bakanlığı Performans Yönetimi Kalite Geliştirme Daire Başkanlığı*, Pozitif Matbaa Ltd. Şti. Ankara, 1-192.
8. Dharan, S., Pittet, D. (2002). Environmental controls in operating theatres. *Journal of Hospital Infection*, 51 (2), 79-84.

9. Gaever, R. V., Jacobs, V. A., Diltoer, M., Peeters, L., Vanlanduit, S. (2014). Thermal comfort of the surgical staff in the operating room. *Building and Environment*, 81, 37-41.
10. Hansen, D., Krabs, C., Benner, D., Brauksiepe, A., Popp, W. (2005). Laminar air flow provides high air quality in the operating field even during real operating conditions, but personal protection seems to be necessary in operations with tissue combustion. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 208 (6), 455-60.
11. International Standard ISO 14644-1 (1999). (1nd Ed, pp.1-16).
12. International Standard ISO 14644-1 (2015). (2nd Ed., pp.1-37).
13. Jarvis, I. (2017). Operating room ventilation systems best practices guide for energy efficiency, health and safety, A greening health care research project. *Greening health care*, 1-18.
14. McHugh, S. M., Hill, A. D. K., Humphreys, H. (2015). Laminar airflow and the prevention of surgical site infection. More harm than good? *The Surgeon*, 13, 52-58.
15. Özçelebi, S. (2009). Hastane iklimlendirme sistemlerine genel bir bakış. 6. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi*, 17-27.
16. PharmD, G. B., Toupet, G., Rukly, S., Antoniotti, G., Deschamps, M. N., Lepelletier, D., et al. (2015). Air contamination for predicting wound contamination in clean surgery: A large multicenter study. *American Journal of Infection Control*, 43, 516-21.
17. Sadrizadeh, S., Holmberg, S. (2014). Surgical clothing systems in laminar air flow operating room: a numerical assessment. *Journal of Infection and Public Health*, 7, 508-516.
18. Sağlıkta Kalite Standartları Hastane-SKSH (2016). *Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Daire Başkanlığı*, 1. Revizyon, 2. Baskı, Pozitif Matbaa, Ankara, 1-461.
19. Sehulster, L., Chinn, R. Y. (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. *Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)*, 1-240.
20. Spagnola, A. M., Ottria, G., Amicizia, D., Perdelli, F., Cristina, M. L. (2013). Operating theatre quality and prevention of surgical site infections. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 54, 131-137.
21. Teter, J., Guajardo, I., Al-Rammah, T., Rosson, G., Perl, T. M., Manahan, M. (2017). Assessment of operating room airflow using air particle counts and direct observation of door openings. *American Journal of Infection Control*, 45, 477-82.