

MERKEZİ STERİLİZASYON TESİSATI*

Ali Çetin GÜRSES

1970 E.Ü. D.M.M.A. Makina Bölümü mezunudur. 1974 yılında E.Ü. M.B.F. Endüstri Müh. Bölümü'nde Yüksek lisans çalışmaları, 1979 yılında E.Ü. Makina Fakültesinde doktora çalışmasını tamamlayan yazar, 1988 yılında Üniversite doçenti unvanını almış, 1980/95 döneminde Kanada ve İtalya'da pek çok bilimsel araştırmaya katılmış, proje yöneticiliği yapmıştır. Halen D.E. Üniversitesi M.B.F. Makina Mühendisliği Bölümü'nde Enerji Anabilim Dalı Başkanlığı'nı yürütmektedir.

ÖZET

Bir ortamın veya bir malzemenin ortamda veya malzemede mevcut bakteri, virüs ve mantar türü mikroorganizmalardan arındırılma işlemine genel olarak sterilizasyon adı verilmektedir. Bu tebliğde, söz konusu mikroorganizmalardan hastanelerde kullanılan çeşitli tıbbi malzemenin temizlenmesi amacıyla kullanılan ekipmanlar, uygulanan teknikler ve merkezi bir sterilizasyon sisteminin tasarımında dikkat edilmesi gereken temel kriterler anlatılmaktadır.

1.0. GİRİŞ

Hastane gibi insan sağlığının en üst düzeyde korunmasının söz konusu olduğu ortamlarda, birden fazla kullanılan her türlü tıbbi malzemenin enfeksiyonlara yol açacak her türlü mikroorganizmalardan arındırılması işlemi insan sağlığının birinci derecede korunması açısından hayati önem taşır.

Yaşadığımız ortamda enfeksiyon kaynağı olan söz konusu mikroorganizmalar bakteriler virüsler ve mantarlar olmak üzere üç değişik formda olabilirler. Bunların içinde, -45°C'den +88°C'ye kadar geniş bir sıcaklık aralığında atmosferin en üst seviyelerinden okyanusların derinliklerine

kadar her yerde bulunabilen ortalama 1/50000 cm. büyüklükteki bakteriler en yaygın olanıdır. Bakteriler yaşadığımız dünyada, havada suda, sütte, türlü yiyeceklerde, insan vücudunda, deride, tüm hayvanlarda hemen her yerde binlerce değişik formda mevcuttur. Havanın içindeki hareketli partiküller aracılığıyla binlerce kilometre seyahat edebilirler. Aldığımız her nefes binlerce bakterinin ciğerlerimize girmesine yol açar, o nedenle bakterilerin hemen her yerde olduğunu söylemekten çok, her şeyde bakterilerin olduğunu söylemekten çok, her şeyde bakterilerin mevcut olduğunu söylemek daha doğru bir saptama olacaktır.

Bakteriler yaşadıkları çevreden hücre duvarı aracılığı ile beslenir ve yaklaşık 20 dakika içinde ideal büyüklüğe ulaşarak bölünür ve 2 bağımsız bakteri hücresine dönüşürler. Yaklaşık 8 saatlik bir zamanın yukarıdaki hesaba, tek bir bakteri hücresinin 16.777.216 hücreye dönüşeceği göstermesi üremenin hızını göstermesi açısından ilginçtir.

Ancak, bakterilerin çoğalabilmesi için belli koşulların olması gerekir. Genel ihtiyaç yeteri kadar ısı, nem ve yiyecektir. Oksijen bazı bakteriler için gerekli iken bazı türler en hızlı çoğalmayı tamamıyla oksijensiz ortamlarda gerçekleştirebilirler. Ortam bazı tür bakterilerin çoğalması için uygun değilse bu durumda bakteri hücre çevresini kalın bir duvarla kaplar ki bu forma (spore) adı verilir (spore) formuna dönüşmüş bakteriler çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklara, kuru ortamlara ve açlığa karşı çok dayanıklı bir hal alırlar. Spor formuna dönüşmüş bakterilerin herhangi bir teknikle yok edilmeleri son derece güçtür.

Bakteriler genelde faydalı ve zararlı olmak üzere 2 ayrı grupta toplanırlar. Şüphesiz bu tebliğin konusu zararlı bakterilerin hangi yöntemlerle yok edileceğini tartışmak olacaktır.

Virüsler yaşadığımız ortamda mevcut enfeksiyonlara yol açan 2 tür mikroorganizmalar grubudur. Bakterilerle mukayese edildiği zaman bilimin haklarında çok az şey bildiği virüsler, ancak elektron mikroskopları ile görülebilecek kadar küçük en basit hayat formları olduğu gibi, yok edilmeleri spore formuna dönüşmüş bakteriler kadar zordur. Mantarlar enfeksiyon kaynağı olan 3 tür mikroorganizmalar grubudur. Bakteri ve virüslerle mukayese edildiğinde daha az tehlikeli olan bu grubun yok edilmesi de daha kolaydır.

2.0. ASEPTİK ORTAMLAR

Genel tanımı ile aseptik ortam her türlü zararlı mikroorganizmadan arındırılmış ortam demektir. Steril ve aseptik tanımları genellikle birbirine eş anlamlı olan kelimeler olmakla birlikte, sterilizasyon genellikle özellikle bir malzemeyi bir aleti mikroorganizmalardan arındırma olarak kullanılırken, aseptik ise ortamın genel olarak mikroorganizmadan arındırılması olarak kullanılmaktadır.

Hastanelerde, birden fazla kullanılan her türlü malzemenin depolandığı ve sevk edildiği bölüme merkezi sterilizasyon departmanı denmekte ve bu departmanın tamamıyla aseptik bir ortam olarak tasarlanması uygun standartlarda sağlık servisleri için hayati önem taşımaktadır.

Merkezi sterilizasyon departmanında tıbbi malzemelerin mikroorganizmalardan arındırılması için uygulanan

metotlar ve metotlararası özellikleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

2.1. Manuel Temizleme

Her türlü tıbbi malzemenin yıkama makinalarında deterjan yardımıyla yapılan işleme manuel temizleme adı verilir. Manuel temizleme mikroorganizmalardan arındırılma işleminde bir ön adım olup sterilizasyon pasterilizasyon ve sanitizasyon'a bir hazırlıktır.

2.2. Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon malzemede veya insan derisinde mevcut bazı tür bakterilerin kontrol ve yok edilmesi amacıyla, deri yüzeyine veya malzemeye bazı kimyasal ajanların sürülmesi veya püskürtülmesi ile yapılan bir işlemdir. Dezenfeksiyon spor formundaki bakterilere ve bazı mantar türlerine karşı etkili değildir.

2.3. Pasterizasyon

Buhar sterilizasyonuna dayanamayan bazı tıbbi malzemenin +77°C'de sıcak su ortamında 30 dakika, veya 100°C'de basınçsız buhar ortamında 25 dakika muhafaza edilmesi işlemidir. Ancak pasterizasyon da spore formu bakterilere karşı etkili değildir.

2.4. Sanitizasyon

Sanitizasyon, özellikle metal ve cam malzemenin yıkama makinalarında +65 veya 83°C aralığında uygun deterjanlarla yıkanarak, mikroorganizmalardan arındırılma işlemidir. Sanitizasyonun başarısı, uygun şartlarda su, deterjan kalitesi ile yıkama zamanına sıkıca bağlıdır.

Sanitizasyon da spore formu bakterilere karşı etkili değildir.

2.5. Sterilizasyon

Genel olarak, spore formdaki bakteriler de dahil olmak üzere bir malzemede mevcut her türlü mikroorganizmanın buhar, ethylene oksit gazı, radyasyon veya kuru ısı ile yok edilme işlemine sterilizasyon adı verilir.

2.5.1. Buhar Sterilizasyonu

Her türlü mikroorganizmanın günümüzde yok edilmesinde kullanılan en yaygın ve en emin ve en ucuz yöntemi buhar sterilizasyonudur. Buhar sterilizasyonu işlemi sterilizatör içinde üç adım'da gerçekleştirilir (Şekil 1).

2.5.1.1. Ön İşlem (Hazırlık)

Bu safhada sterilizatör içine manuel temizleme ve Sanitizasyon işlemlerinden sonra paketlenerek yerleştirilen tıbbi malzemenin hava ile olan teması kesilir. Sterilizatör genel olarak paslanmaz çelikten imal edilmiş, iyi izole edilerek, bir vakum pompası ve buhar püskürtücü memelerle teçhiz edilmiş sızdırmaz kapalı bir hücredir.

Ön işlem aşamasında hücrenin önce vakum pompası ile havası tahliye edilirken müteakip aşamada buharla doldurularak ve bu işlem defalarca tekrarlanarak hücre içindeki havanın buhar ve vakum pompası ile süpürülmesi ve hücre dışına atılması sağlanır. Ön işlem aşamasının temel amacı tıbbi malzemelerde mevcut bakterilerin hava ile temasını kesmek kadar malzemelerin ön ısıtılmasını da sağlamaktır. Ön işlem aşaması minimum 15 dakikadır. Bu süre malzemenin cinsine, ağırlığına, paketlenme tipine ve malzemesine bağlı olarak daha uzun da olabilir.

2.5.1.2. Sterilizasyon

Gerçek Sterilizasyon işlemi bu safhada gerçekleştirilir. Bu safhada hava ile teması kesilmiş malzemenin sıcaklığı buharla minimum +121°C, maksimum + 134°C'ye çıkarılarak bu seviyede minimum 15 dakika muhafaza edilir.

Bu işlem esnasında mikroorganizmaların tamamen buhar molekülleri ile sarılarak havasız ve sıcak bir ortamda muhafaza edilerek yok edilmeleri sağlanır.

2.5.1.3. Son İşlem (Hazırlık)

Bu safhada hücrelerdeki buhar vakum pompası ile tahliye edilirken Sterilizasyon esnasında malzemenin sıcaklığını arttırmak amacı ile hücre içinde yoğunlaşan buharın, düşük basınçta yeniden buharlaştırılarak hücre dışına atılır. Son işlem aşamasında minimum 15 dakikadır. Plastik malzemelerin sterilizasyonu esnasında bu işlem bir saate kadar uzayabilir. İyi tasarlanmış bir sterilizatörde işlem sonu malzemede kalan oranı % 1'i aşmamalıdır.

2.5.1.4. Buhar sterilizasyonunda ortam kalitesinin önemi buhar sterilizasyonunun kalitesi direkt olarak buharın kuruluk derecesi ile besleme suyu fiziksel özelliklerine bağlıdır. Buhar üretiminde kullanılacak su, her türlü katı partikülden, pas, kaynak parçaları, grafit vb. elemanlardan arındırılmış olmalıdır. Uygun standardta bir sterilizasyonun gerçekleşmesi için buhar içinde:

Hydrazin (NzH4) max. 0.01 mg/kg buhar

Amonyak (NH3) max. 5 mg/kg buhar

Hava ve diğ er yoğ uş mayan gazlar max. %3.5 V/V

Tuz max. 1 mg/kg buhar

Seviyesini aş mamalıdır. Sterilizatör hücrenin de yoğ uş muş buhar içindeki rezidülerde besleme suyunun kalitesi için ayrıca önemlidir.

Yoğ uş ma ve buharlaş ma sonucu hücrede kg yoğ uş ma için veridüler:

SIO2	0.01	mg/kg
Demir	0.1	mg/kg
Kadmium	0.005	mg/kg
Kurş un	0.05	mg/kg
Ağ ır metaller	0.1	mg/kg
Kloridler	0.1	mg/kg
Fosfatlar	0.1	mg/kg

değ erini aş mamaktadır. Ayrıca besleme suyunun aş ağı daki fiziksel özelliklere sahip olması arzu edilir.

Ph değ eri	5-7
Sertlik	< 0.1 dH

Sterilizatöre 2.5-3.0 bar'da kuru buhar beslemeli ve buharda F0.1 bardan daha fazla basınç değ iş imlerine izin verilmemelidir. Ayrıca buhar basıncının 2.2 bar'dan aş ağı düş memesine müsaade edilmemelidir. Buhar daha önce belirtildiğ i gibi doymuş kuru buhar olmalıdır. Pratik olarak bu durumu sağlamak mümkün olmamakla birlikte buharın kızdırılması mikroorganizmaların buharla sarılması negatif etkilediğ inden + 5 °C'den daha fazla kızdırmaya müsaade edilmemelidir.

Buhar jeneratöründen Sterilizatöre buhar nakli yeni buhar kalitesi açısından çok önemlidir. Ş ekil 2'de uygun bir borulama sisteminin ş eması gösterilmektedir. Borulama sistemi buharın akış yönünde minimum 1/50 oranında eğ imle döş enmeli ve buhar kapaklarının iyi çalış tığ ı sürekli gözlenmelidir. Buhardan son su arındırma düzenleri sterilizatörden en çok 1 m uzakta yerleş tirilmelidir. Boru ç aplarının tayininde 2.5 bar için buhar hız ı 38 m/s olmalıdır. Aynı hattan birden fazla sterilizatörün buharla beslenmesi halinde hız 0.8 faktörü ile ç arpılmalıdır. Boru sisteminde buhar basıncını ayarlamak için sterilizatör girişlerine basınç düş ürücü vanalar koyulabilir. Ancak, basınç düş ürücü vanalarda basıncın %10'dan fazla düş ürülmeye izin verilmemelidir. Daha yüksek oranlarda basınç düş üş ü için birden fazla vana kullanılmalı ve her vanadan sonra bir emniyet valfi koyulmalıdır.

2.5.2. Gaz Sterilizasyonu

Yüksek sıcaklığ a ve neme dayanamayan malzemelerdeki mikroorganizmaların yok edilmesinde kullanılan yaygın bir methodur. Genellikle tüm plastik vb. malzemelerin sterilizasyonunda gaz sterilizasyonu kullanılır.

Bu iş lemde, tıbbi malzeme kapalı sızdırmaz bir hücrede %12 Ethylene oksit (EO) ile %88 Freon karış ımı gaz karış ımı içinde +54 °C'de 2 saat muhafaza edilir.

Ethylene oksit malzemedeki tüm pöroz yüzeylere nüfuz edebilen, korozif olmayan ve malzemeye zararı olmayan bir gaz olmakla beraber yüksek alev alıcı özelliğ inden dolayı çok dikkatli kullanılmalıdır. Parlayıcı özelliğ inden dolayı Freonla karış tirılarak kullanılması tavsiye edilmekle birlikte Ethylene oksit yalnız baş ına da kontrollü olarak kullanılabilir. Bu durumda sterilizatörde her it hacim için 650-850 mg EO konsantrasyonu sağ lanmalıdır. Sterilizasyon iş lemi esnasında spore bakterilerin havada askıda kalabilmesi için sterilizatör içindeki bağı l nem %40-60 aralığında olmalıdır.

2.5.3. Kuru Isı Sterilizasyonu

Yüksek sıcaklığ a dayanıklı örneğ in cam ve seramik malzemeler için kullanılan bir metottur. Bu yöntemde sızdırmaz bir hücrede malzemenin aş ağı da belirtilen sıcaklık ve zaman diliminde sıcaklık kuru hava içinde bırakılan malzemedeki mevcut mikroorganizmaların yok edilmesi sağ lanabilir.

+ 121°C6saat

+ 141°C3saat

+ 150°C2.5saat

+160°C2saat

+171°C 1 saat

+180°C 1/2 saat

2.5.4. Radyoaktif Sterilizasyon

Mikroorganizmaların kontrol edilen bir radyasyon ortamında yok edilmesi esasına dayanır. Bu işlem gama ışınları üreten bir kobalt 60 kaynağı veya yüksek enerjili elektronlar üreten, elektron ivmelendiricisi ile yapılır. Her iki metotla çok pahalı ve çok iyi kontrol edilen bir ortam iyi eğitilmiş teknik personelle yapılabilir. Kobalt 60 radyasyonu tam bir Sterilizasyon için 48 saatlik bir zamanı gerektirir. Elektron ivmelendiricisi ile Sterilizasyon süresi saniyeler seviyesine iner.

2.5.5. Sonik Temizleme

Sonik temizleme 1956'dan beri tıp dünyasında kullanılan etkin bir mikroorganizmalardan arındırma yöntemidir. Bu işlemin prensibi bir tank içinde sıvı içine gömülmüş tıbbi malzemedeki mikroorganizmaların tanka bağlı bir transducerin ürettiği titreşimlerle yok edilmesidir.

Transducer'in yarattığı titreşim sonucu sıvı içine gömülü tıbbi malzemenin yüzeyinde meydana gelen kavitasyon olayı 1.000 atm ulaşan basıncın mikroorganizma yüzeyine gelmesine ve yok olmasına yol açar.

Sonik temizleme esnasında üretici firmanın önerdiği sıcaklık limitlerinin üzerine çıkılmamalı ve tavsiye etmediği sıvı solüsyonlar kullanılmamalıdır.

3.0. SONUÇ

Yukarıda genel tanımlamanın ışığında bir hastanenin merkezi Sterilizasyon departmanının tasarımında aşağıdaki kriterler uygulanmalıdır.

Önce hastanenin günlük kullanımda steril edilmesini talep ettiği malzemeler cins, hacim, ağırlık olarak tespit edilmelidir. Merkezi bir Sterilizasyon departmanı genelde kirli malzeme girişi, yıkama ve dezenfeksiyon, paketleme, buhar ve gaz Sterilizasyon bölümü ve steril malzeme deposundan oluşur.

Yukarıda bahsedilen bölümlerde kullanılacak ekipmanlar üretici firmaların verdiği karakteristikler ve hastanenin talebi karşılaştırarak seçilmeli ve yerleştirilmelidir. Merkezi Sterilizasyon departmanında steril depo ile diğer hacimler arasında mutlaka kontrollü geçişler sağlanmalıdır. Steril deponun bulunduğu hacimlerin iklimlendirilmesi hepa filtrelerle +50 parcal positive basınçla sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Hospital Infection Control, Subran Corp., Rochester Plant P.O. Box 23077 Rochester, N.Y., 14692.
2. A.S.H.A .RE. Applications.
3. C.S.SD. System Design principles Gettinge Co. SWEDEN.

(*) Bu makale II. Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı'ndan alınmıştır.