

Volatil anesteziyelerin bakteri üreme hızına etkileri

Ahmet Topal¹, Ateş Duman¹, Cemile Öğün¹, Tahir Kemal Şahin², Atilla Erol¹, Uğur Arslan³, Selmin Ökesli¹

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi ¹Anesteziyoloji ve Reanimasyon, ²Halk Sağlığı ve ³Mikrobiyoloji Anabilim Dalları, Konya

Amaç: Anestezi cihazlarında kullanılan maske, konnektör, hortum ve nemli solunum devreleri, enfeksiyon ve kontaminasyon için iyi bir ortam sağlar. Ancak klinik uygulama sırasında kontaminasyon beklendiği kadar sık görülmemektedir. Volatil anesteziyelerle anestezi verilen hastalarda postoperatif pulmoner enfeksiyon beklenenden daha az ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada volatil anesteziyelerden halotan, izofluran ve sevofluranın *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'nin üreme hızı üzerine anestezi cihazı ortamında in vitro şartlarda etkilerini araştırmayı amaçladık. **Yöntem:** Buyyon içindeki *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'nin spektrofotometrede 450 nm dalga boyunda ışık kırıcılığı okunup bazal değer olarak kayıt edildi. Mikroorganizmalar anestezi cihazında % 50 oksijenli ortamda halotan, izofluran ve sevoflurana bir, iki, üç ve dört saat süreyle, 1 MAC ve 2 MAC'da üçer defa maruz bırakıldı. Sürelerin sonunda tekrar mikroorganizmaların ışık kırıcılığı okunup çıkış değeri olarak kayıt edildi. Aynı şekilde volatil anesteziye verilmeden kontrol grubu çalışıldı. **Bulgular:** Halotan, izofluran ve sevofluran *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'nin üreme hızlarını bir, iki, üç ve dördüncü saatte inhibe etti. İnhibitör etki en fazla halotan, en az izofluran ile ortaya çıktı. Bu inhibitör etkiye en duyarlı mikroorganizmalar *P. aeruginosa* ve *E. coli* idi. *S. aureus* ise bu etkiye en dirençli mikroorganizma idi. **Sonuç:** İn vitro şartlarda, halotan, izofluran ve sevofluran, *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'nin üreme hızlarını anestezi cihazı ortamında inhibe etmektedir.

Anahtar kelimeler: Volatil anesteziyeler, antibakteriyel aktivite, nosokomial enfeksiyon, anestezi cihazı

The effects of volatile anesthetics to the rate of bacterial growth

Objective: Anesthesia equipment such as masks, connectors, tubes and humid breathing circuits provide a good environment for infection and contamination. But contamination is not as frequent as expected during clinical practice. Postoperative pulmonary infections appear less than expected in patients anesthetized with volatile anesthetics. In this study, we aimed to study the in vitro effects of halothane, isoflurane and sevoflurane on the growth rate of *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *E. coli* under anesthesia equipment conditions. **Methods:** The light absorbency of *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *E. coli* was recorded as basic value at 450 nm with a spectrophotometer. Microorganisms inoculated in buyyon were subjected to one and two MAC halothane, isoflurane and sevoflurane for one, two, three and four hours in 50% oxygen within the anesthesia machine. The light absorbency of the microorganisms was recorded at the end of the exposure to volatile anesthetics. A control group was studied without volatile anesthetics. **Results:** Halothane, isoflurane and sevoflurane inhibited the growth rate of *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *E. coli* at one, two, three and four hours. The inhibitory effect was greater with halothane and least with isoflurane, the growth rate was suppressed greater in *P. aeruginosa* and *E. coli* and least in *S. aureus*. **Conclusion:** Under in vitro conditions halothane, isoflurane and sevoflurane inhibit growth rate of *P. aeruginosa*, *S. aureus* and *E. coli*.

Key words: Volatile anesthetics, antibacterial activity, nosocomial infection, anesthesia equipment

Genel Tıp Derg 2002;12(3):95-100

Yazışma adresi: Ahmet Topal, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, 42080, Meram, Konya. E-posta: ahmettopal67@yahoo.com

Genel anestezi sonrası nosokomial enfeksiyon, iyi bilinen ve korkulan postoperatif komplikasyonlardan biridir. Anestezi cihazları ve ekipmanı enfeksiyon ve

kontaminasyon için iyi bir ortamdır. Ancak klinik uygulama sırasında kontaminasyon beklendiği kadar sık görülmemektedir. Bunda; devrelere ulaşan bakterilerin çoğunun solunum sistemi için patojen olmamasının, devrede mevcut metalik iyonların (bakır, krom, çinko), oksijen yoğunluğunun, nem, ısı değişikliklerinin ve anestezi gazlarının rolü olabilir (1).

Halojenli volatil anesteziğin pulmoner antibakteriyel savunma mekanizmalarını deprese ettiği bilinmektedir. Bu etkiler; hücreye bağlı immünitede değişiklik, nötrofil kemotaksisinde azalma, süperoksidad üretiminde azalma, doğal killer hücre aktivitesinde azalma, mikso lenfosit cevabında azalma, alveoler makrofajların sitotoksik ve fagositik fonksiyonunda baskılanma, mukosilyer aktivitede değişiklikler şeklindedir (2,3).

Tüm bu olumsuz etkilere rağmen, volatil anesteziyle anestezi verilen hastalarda postoperatif pulmoner enfeksiyon beklenenden daha az ortaya çıkmaktadır. Bu durum, “volatil anesteziğin antibakteriyel etkileri olabilir mi?” sorusunu akla getirmektedir.

Nosokomiyal pnömoninin birinci sebebi, orofarinks veya üst gastrointestinal sistemde kolonize mikroorganizmaların aspirasyonudur. *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Klebsiella* ve *Enterobacter* suşları gibi gram negatif basiller ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Streptococcus pneumoniae* gibi gram pozitif koklar en sık izole edilen etkenlerdendirler (4). Bakterilerin üreme dönemleri en iyi şekilde sıvı besiyerinde izlenebilir. Sıvı ortamın içindeki hücreler yer değiştirebildiklerinden, besiyerinin tüm kaynaklarından faydalanabilirler (5).

Volatil anesteziğin bakterilerin üremelerine etkileri konusunda yapılan araştırmalar sınırlıdır. Önceki çalışmalarda anestezi cihazı ortamında mikroorganizma üremesi ve buna volatil anesteziğin etkileri ile ilgili yeterli bilgi yoktur.

Bu çalışmada genel anesteziye en fazla kullanılan volatil anesteziğlerden halotan, izofluran ve sevofluranın, postoperatif nosokomiyal enfeksiyonlarda en fazla izole edilen mikroorganizmalardan olan *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'nin üreme hızları üzerine olan etkileri, 1 MAC, 2 MAC volatil anestezi konsantrasyonunda

ve 1, 2, 3 ve 4 saat sürelerde, anestezi cihazı ortamında araştırılmıştır.

Yöntem

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarında *P. aeruginosa* (ATCC 27853), *E. coli* (ATCC 25922) suşları, eosin methylene blue agara (Oxoid-England), *S. aureus* (ATCC 25923) suşu ise % 5 kanlı agara (Oxoid-England) ekildi. Kültürler 37°C'de 24 saatlik inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda bu kültürlerden alınan mikroorganizmalar tekrar 0.5 McFarland yoğunlukta olacak şekilde 4 ml buyyon içine ekildi. Buyyonlar *P. aeruginosa* 1 saat, *P. aeruginosa* 2 saat, *P. aeruginosa* 3 saat, *P. aeruginosa* 4 saat, *S. aureus* 1 saat, *S. aureus* 2 saat, *S. aureus* 3 saat, *S. aureus* 4 saat, *E. coli* 1 saat, *E. coli* 2 saat, *E. coli* 3 saat, *E. coli* 4 saat şeklinde numaralandırılarak her bir mikroorganizmayı içeren buyyondan dörder adet alındı.

Buyyon içindeki mikroorganizmaların ışık kırıcılığı SÜMTF Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında spektrofotometre ile [UV-1601 spectrophotometer, Shimadzu, Japan] 450 nm dalga boyunda okundu (6, 7). Bu değerler giriş mikroorganizma yoğunluk değeri olarak kaydedildi.

Anestezi cihazının (Dräger SA 2, Drägerwerk-AG, Lübeck, Germany) gerekli parçaları steril edildi. Steril ekspiryum ve inspiryum solunum devreleri (1,5 m) uç kısımlarında steril bakteri filtreleri olacak şekilde anestezi cihazına takıldı. İçi boşaltılarak sterilize edilmiş sodalime kanisteri (Jumbo Hundred, AMS, Türkiye) inspiryum ve ekspiryum devrelerinin ucuna bağlandı. Kanisterin rezervuar balonu bağlanan kısma 3 litrelik steril anestezi balonu direkt bağlandı. Boş kanisterin içine *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. coli* mikroorganizmalarını içeren buyyonlar dörder adet dik ve ağızları açık olarak yerleştirildi. Anestezi cihazı tidal volüm 700 ml, solunum sayısı 12/dakika olacak şekilde otomatik ventilasyona ayarlandı. Gaz akımı 5 litre/dakika olacak şekilde, oksijen % 50 konsantrasyonda kuru hava ile karıştırılarak ayarlandı.

Anestezi cihazına yerleştirilen mikroorganizmalar 1 MAC volatil anesteziğe 1 saat maruz bırakıldıktan sonra *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. coli*

buyyonlarından 1 saat şeklinde numaralandırılanlar alınarak spektrofotometrede ışık kırıcılıkları tekrar okundu. Bu değerler birinci saat mikroorganizma çıkış değeri olarak kaydedildi. İkinci, üçüncü, dördüncü saatler ve 2 MAC volatil anestezi için aynı işlemler tekrar edildi. Her volatil anestezi konsantrasyonu ve kontrol grubu için üçer kez çalışıldı.

Volatil anestezi konsantrasyonları ise şöyleydi: Halotan 1 MAC % 0.76; 2 MAC % 1.52; izofluran 1 MAC % 1.15; 2 MAC % 2.3 ve sevofluran 1 MAC % 2.1; 2 MAC % 4.2.

Kontrol grubu için aynı şekilde numaralandırılan *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. coli* buyyonları kullanıldı. Bu buyyonlar volatil anestezi olmadan aynı işlemlere tabi tutuldu.

Her bir bakteri için kontrol grubu, 1 MAC halotan grubu, 2 MAC halotan grubu, 1 MAC izofluran grubu, 2 MAC izofluran grubu, 1 MAC sevofluran grubu, 2 MAC sevofluran grubu olarak yedi grup oluşturuldu.

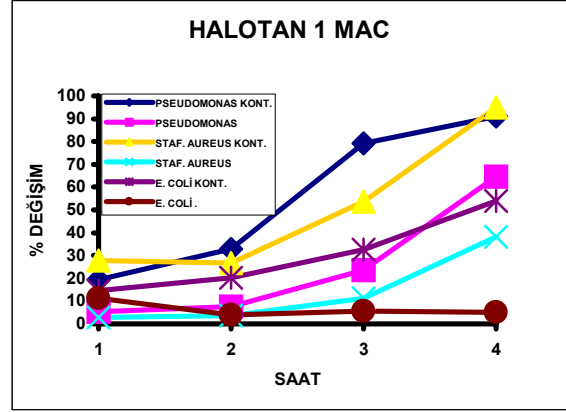
Her bakteri türü için, başlangıç değerinin 1, 2, 3 ve 4 saat sonunda gösterdiği değişim yüzdesi ile kontrol grubunun aynı saatler sonunda gösterdiği değişim yüzdesi arasında istatistiksel değerlendirme yapıldı.

Gruplar arası istatistiksel değerlendirilmede tek yönlü varyans analizi ve tukey HSD testi kullanılarak $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

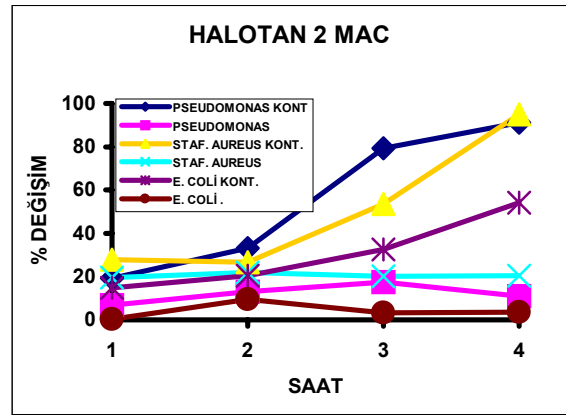
Bulgular

Bir ve iki MAC halotan, *P. aeruginosa*'nın üreme hızını birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$) (Şekil 1,2).

Bir MAC izofluran, *P. aeruginosa*'nın üreme hızını birinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). Bir MAC izofluran *P. aeruginosa*'nın üreme hızını ikinci saatte anlamlı şekilde inhibe etmedi ($P > 0.05$). İki MAC izofluran, *P. aeruginosa*'nın üreme hızını birinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). İki MAC izofluran *P. aeruginosa*'nın üreme hızını ikinci saatte inhibe etmedi (Şekil 3,4).



Şekil 1. 1 MAC halotan bulguları

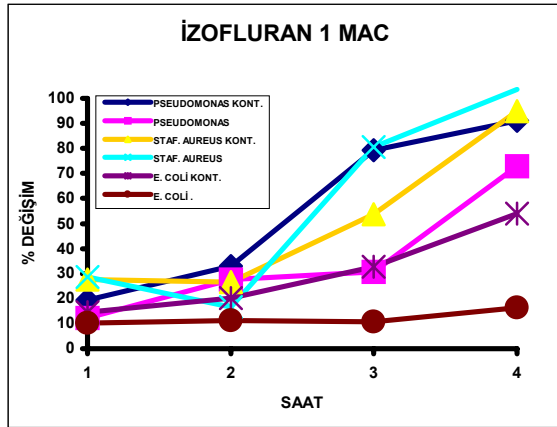


Şekil 2. 2 MAC halotan bulguları

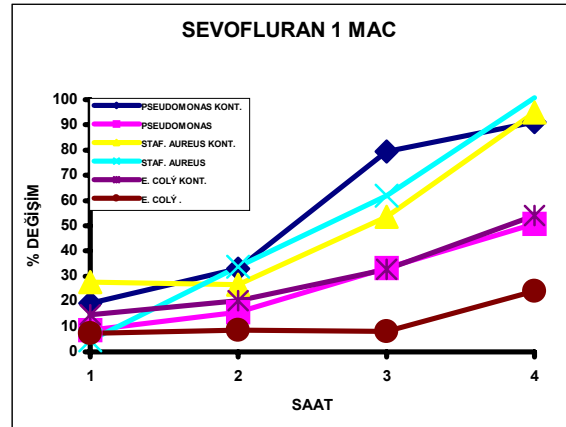
Bir ve iki MAC sevofluran, *P. aeruginosa*'nın üreme hızını birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti. ($P < 0.05$), (Şekil 5,6).

Bir MAC halotan *S. aureus*'un üreme hızını birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). İki MAC halotan *S. aureus*'un üreme hızını üçüncü ve dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). İki MAC halotanın *S. aureus*'un üreme hızı üzerine birinci ve ikinci saatlerde gösterdiği inhibitör etki anlamlı değildi ($P > 0.05$), (Şekil 1,2).

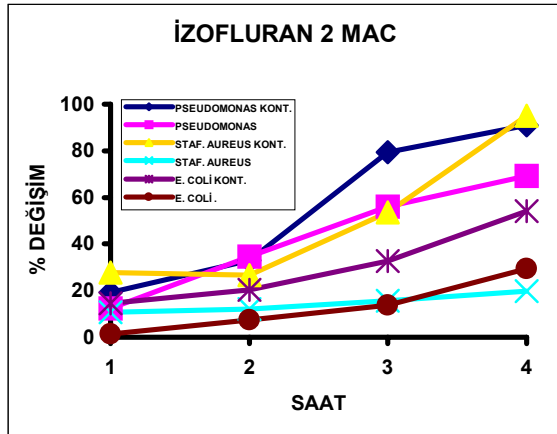
Bir MAC izofluran *S. aureus*'un üreme hızını ikinci saatte kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). Birinci, üçüncü, dördüncü saatlerde izofluran *S. aureus*'un üreme hızını kontrole göre inhibe etmedi. İki MAC izofluran *S. aureus*'un üreme hızı üzerine birinci,



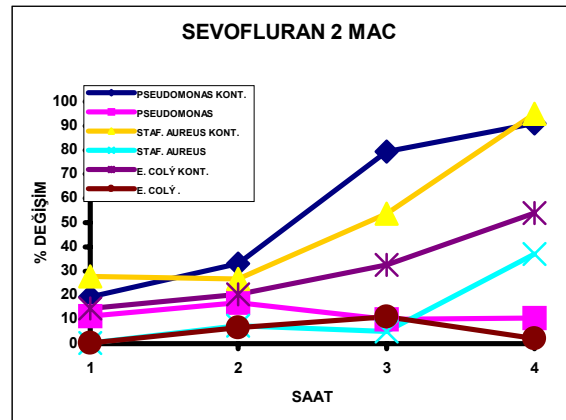
Şekil 3. 1 MAC izofluran bulguları



Şekil 5. 1 MAC sevofluran bulguları



Şekil 4. 2 MAC izofluran bulguları



Şekil 6. 2 MAC sevofluran bulguları

ikinci, üçüncü, dördüncü saatlerde kontrole göre anlamlı şekilde inhibitör etki gösterdi ($P < 0.05$), (Şekil 3,4).

Sevofluran 1 MAC'da birinci saatte, 2 MAC'da birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde *S. aureus*'un üreme hızını kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). Sevofluran 1 MAC'da *S. aureus*'un üreme hızını ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde inhibe etmedi (Şekil 5,6).

Halotan 1 MAC'da ikinci, üçüncü ve dördüncü saatte 2 MAC'da birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde *E. coli*'nin üreme hızını kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). Halotanın bir MAC'da birinci saatteki *E. coli*'nin üreme hızını inhibe etmesi anlamlı değildi ($P > 0.05$), (Şekil 1,2).

İzofluran 1 MAC'da üçüncü ve dördüncü saatte, 2 MAC'da birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde *E. coli*'nin üreme hızını kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$). İzofluranın bir MAC'da birinci ve ikinci saatlerdeki *E. coli*'nin üreme hızını inhibe etmesi anlamlı değildi ($P > 0.05$), (Şekil 3,4).

Sevofluran 1 ve 2 MAC'da birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü saatlerde *E. coli*'nin üreme hızını kontrole göre anlamlı şekilde inhibe etti ($P < 0.05$), (Şekil 5,6).

Tartışma ve sonuç

Günümüzde ameliyathanelerdeki hızlı sirkülasyon nedeniyle anestezi cihazı ve solunum devrelerinin sterilizasyonu tartışma konusu olmaktadır. Özellikle anestezi cihazının sterilizasyonundaki güçlüğü yanı sıra solunum devrelerinde tek kullanımlık malzeme kullanılması maliyetleri olağanüstü artırmaktadır.

Daha önce yapılan invitro çalışmalarda (2,3,7,8) bugün kullanmakta olduğumuz halotan ve izofluranın bakteri üremesine etkileri araştırılmıştır. Sevofluranla ilgili bu konuda çalışma mevcut değildir.

Gary ve arkadaşları (9) anestezi cihazı ve sistemlerinin bakteriyel kontaminasyon için önemli bir kaynak olup olmadığını, eğer kaynak ise bu durumun en iyi nasıl engelleneceğini araştırmışlardır. Hastaların anestezi cihazları ile nadiren kontamine olduğunu bulmuşlardır. Bunda anestezi gazlarının mikroorganizmaları baskılamasının da katkısı olabileceğini savunmuşlardır. Bunun sonucunda, kauçuk tüpler, balonlar, “y” parçaları ve endotrakeal tüplerin rutin gaz sterilizasyonunun güvenlik için yeterli olduğunu savunmuşlardır. Anestezi cihazında bakteriyel filtre ve tek kullanımlık devrelerin kullanımına gerek olmadığını öne sürmüşlerdir. Gary ve arkadaşları (9) sıcaklık, nem, yüksek konsantrasyonda oksijen, metalik iyonların da etkili olabileceğine değinmişlerdir. Bu nedenle biz çalışmamızda kontrol grubu oluşturarak, volatil anestezi ile aldığımız sonuçları, volatil anestezi kullanılmayan ancak yukarıda sayılan faktörlerle karşı karşıya bırakılan aynı suştaki bakterilerle karşılaştırdık.

Volatil anestezi solid kültür ortamda yapılan çalışmalarda (10,11) mikroorganizmaların üremeleri üzerine etkisiz bulunurken, sıvı kültür ortamda yapılan çalışmalarda (2,12) etkili bulunmuştur. Ayrıca anestezi gazları sıvı besiyerine iyi diffüze olurlar.

Çalışmanın sonuçları, her üç tür bakteride, her üç volatil anestezi etkilerinin süre ve konsantrasyonları ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Örnek sayısının yalnızca üç olması güvenilir bir korelasyon testi uygulamamızı engellemiştir. Ancak sonuçların genel eğilimi, maruz kalma süresi ve konsantrasyon arttıkça inhibisyonun da arttığı yönündedir.

Barry ve arkadaşları (13) kanlı agarda, halotan ve metoksifluranın *S. aureus* ve *E. coli* üzerine antibakteriyel etkisinin olmadığını öne sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda halotan, *S. aureus* ve *E. coli*'nin üreme hızı üzerinde, klinikte kullanılan konsantrasyonlarda etkili bulundu. Barry ve arkadaşlarının çalışmasında (13) mikroorganizmalar

gaz ile kanlı agar besiyerinde karşılaşmışlardır. Halotanın etkisiz bulmaları buna bağlı olabilir.

Wardley-Smith ve Nunn (12) halotanın *E. coli*'nin üremesi üzerine % 5 konsantrasyonda etkisiz iken % 10 konsantrasyonda çok az etkili olduğunu bulmuşlardır. Bizim bulduğumuz sonuçlarda ise halotan % 0.76-1.52 konsantrasyonlarda *E. coli*'nin üreme hızı üzerine inhibitör etki göstermiştir. Wardley-Smith Nunn'un çalışmasında (12) da katı besiyeri kullanılmıştır.

Horton ve arkadaşları (10) anestezi gazlarının klinikte kullanıldığı konsantrasyonlarda *E. coli*'nin canlılığını azalttığını saptamışlardır. *E. coli*'yi klinikte kullanılmayan % 16 konsantrasyonda halotana maruz bıraktıklarında yaşayan mikroorganizma olmadığını saptamışlardır. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen bulgularla uyumludur. Biz de, halotan'ın 1 MAC ve 2 MAC'da *E. coli*'nin üreme hızını baskıladığını saptadık. Çalışmamızda *E. coli*'nin volatil anestezi ile en fazla inhibe olan bakteri olduğunu da gözlemledik. Horton ve arkadaşlarının (10) % 16 konsantrasyondaki halotan uygulaması *E. coli* ile yapıldığından sonuçlar diğer daha virülan ve dirençli bakterileri temsil etmeyebilir.

Gary ve arkadaşlarının çalışmasında (14) halotan % 1-3 konsantrasyonda, selüloz asetat solunum devresi filtrelerine ekilen *Streptococcus pneumoniae* (*S. pneumoniae*) ve *Haemophilus influenzae*'yi % 25-60 oranında yok etmektedir. Yazarlar halotanın etkisinin anestezi sonlandırıldıktan sonra bile saatlerce devam ettiğini belirtmektedirler. Bu nedenlerden dolayı, postoperatif solunum yolu enfeksiyonu gelişme oranının beklenenden az olduğunu savunmuşlardır. Bizim çalışmamızda da halotan mikroorganizmaların üreme hızını yavaşlatmaktadır.

Giorgi ve arkadaşları (8), halotan, metoksifluran ve izofluranın *Candida albicans* ve *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*)'nin üremesi üzerine mükemmel inhibitör etki gösterdiğini bulmuşlardır. Buradan çıkan volatil anestezi etkilerinin antibakteriyel etkileri konusundaki bulgular bizim bulgularımızla benzerlik taşımaktadır.

İzofluran, halotanın aksine, önceki çalışmalarda bakteri üremesi üzerine etkisiz gibi görünmektedir. Slade (11), izofluranın *S. aureus*, *S. pneumoniae* ve koliform basiller üzerine yüksek konsantrasyonlarda etkisiz olduğunu öne sürmektedir. Bu sonuç bizim

sonuçlarımızla çelişmektedir. Bu çalışmada da kültür ortamı olarak katı besiyeri kullanılmış olması ve ortamın fiziksel şartları, sonucun bizim sonuçlarımızdan farklı çıkmasında etkili olabilir.

Asehnoune ve arkadaşları (3) 1.5 MAC izofluranın *E. coli* ve *S. aureus*'un üremesi üzerine ve etkisiz olduğunu bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda izofluran 1 MAC'da, *S. aureus*'un üremesi üzerine etkisiz görüldü. *E. coli*'nin üremesini birinci ve ikinci saatlerde etkilemezken, üçüncü, dördüncü saatlerde inhibe etmiştir. İki MAC'da ise, *E. coli* ve *S. aureus*'un üremesi üzerine inhibitör etki göstermiştir. Önceki çalışmalarda etkisiz bulunan izofluran bizim çalışmamızda da ancak uzun sürelerde ve yüksek konsantrasyonlarda inhibitör etki göstermektedir.

Molliex ve arkadaşları (2) bizim çalışmamıza benzer şekilde, halotan, izofluran ve enfluran gibi volatil anestezikleri 1 MAC ve 2 MAC'da, bir, iki, üç ve dört saat süreyle kullanmışlardır. Mikroorganizma olarak *P. aureginosa*, *K. pneumoniae* ve *E. coli*, sıvı besiyerinde ekili olarak yukarıdaki volatil anesteziklere bahsedilen konsantrasyon ve sürelerde üçer kez maruz bırakılmışlardır. Çalışmada volatil anestezikler, bizim çalışmamıza benzer şekilde özellikle 3 ve 4. saatlerde ve 2 MAC'da, bakterilerin üremesi üzerine % 60'lara varan oranda inhibitör etki göstermişlerdir. Çalışmamızda farklı olarak enfluran yerine daha yeni bir anestezik olan ve günümüzde daha çok kullanılan sevofluranı tercih ettik. Mikroorganizma olarak da *P. aureginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'yi kullandık. Halotan ve izofluran sonuçlarımız Molliex ve arkadaşlarının çalışması (2) ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada volatil anesteziklere, en duyarlı mikroorganizmalar *P. aureginosa* ve *E. coli*, en dirençli mikroorganizma ise *S. aureus* idi.

Bu çalışmanın sonuçları klinik uygulamalarda kullanılan volatil anesteziklerin farklı bakterilerin üremesini değişik derecede inhibe ettiklerini göstermektedir. Bu etki bakterisidal değildir, bu nedenle genel anestezi uygulanan hastalar arasındaki bir çapraz kontaminasyonu engelleyip engellemediği bilinmemektedir. Çalıştığımız patojen bakterilerin çapraz kontaminasyonunu belirlemek için klinik araştırmalar gerekmektedir.

Çalıştığımız volatil anesteziklerden, mikroorganizmaların üremesi üzerine inhibitör etki bakımından en potent olanı halotandır. Sevofluran, halotana yakın etkinlikte görünmektedir. izofluran ise antibakteriyel etkisi en zayıf olan ajandır.

Sonuç olarak; in vitro şartlarda, halotan, izofluran ve sevofluran, *P. aureginosa*, *S. aureus* ve *E. coli*'nin üreme hızlarını, kliniğe uygun konsantrasyon ve zaman sürelerinde, anestezi cihazı ortamında inhibe etmektedir.

Kaynaklar

1. Orkin FK. Anesthetic systems. In: Miller RD, editor. Anesthesia. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone, 1986; 147.
2. Molliex S, Montraves P, Dureuil B. Halogenated anesthetics inhibit *Pseudomonas aeruginosa* growth in culture conditions reproducing the alveolar environment. Anesthesia Analgesia 1998; 86:1075-8.
3. Asehnoune K, Cruaud P, Paries J. Effects of isoflurane on bacterial growth. Eur J Anaesthesiol 2000;17:289-94.
4. Edmiston CE. Nosocomial infection: Bacterial pneumoniae. In: Atlee JL, editor. Complications in anesthesia. Philadelphia: WB Saunders, 1999: 208-9.
1. Ustaçelebi Ş, Mutlu G, İmir T. Temel ve klinik mikrobiyoloji. Öncü basımevi, Ankara 1999;35-557.
6. Larsen B, Snyder L, Galask RP. Bacterial growth inhibition in human amniotic fluid. Am J Gynecol 1974;119:492-6.
7. Bridget WS, Nunn JF. The effect of halotan on bacterial growth rate. Br J Anaesthesiol 1971;43:919-25.
8. Giorgi A, Parodi F, Piacenza G, Montellini E, Sahio M, Cremona LG, et al. Antibacterial and antifungal activity of isoflurane and common anesthetic gases. Minerva Med 1986;10:42-3.
9. Gary C, Moulin MS, Albert J. The anesthesia machine and circle system are not likely to be sources of bacterial contamination. Anesthesiol 1977;47:353-8.
10. Horton JN, Sussman M, Mushin WW. The antibacterial action of anaesthetic vapours. Br J Anaesth 1970;42:483-7.
11. Slade JM. Bacterial growth in isoflurane vapour. Anaesthesia 1993;48:1053-4.
12. Wardley-Smith B, Nunn JF. The effect of halothane on bacterial growth rate. Br J Anaesth 1971;43:919-25.
13. Barry PP, Patement B, Dubeau M. Recherches sur l'activité antibactérienne de certains agents anesthésiques. Canadian Anaesth Soc J 1964;11:640-4.
14. Gary C, Moulin MS, Hedley-Whyte J. Bacterial interactions between anesthesiologists their patients and equipment. Anesthesiol 1982;57:37-41.