

Inhalasyon Anestezik Ajanı Uygulama Aygıtları Anestezi Makinası

4

Yılmaz GÖĞÜŞ - Necati GÖKMEN - Altan ŞAHİN

Bir anestezi makinası, inhalasyon anestezik ajanlarının kullanımı sırasında birlikte çalışan bazı parçalardan oluşur. Bunlar genellikle hastanın güvenli koşullarda anestezi almasına ve anestezi doktorunun konforlu koşullarda, yeterli anestezi uygulamasına yönelik parçalardır. Anestezi devresi, makinası, vaporizatör, ventilatör, atık gaz uzaklaştırma sistemi ve benzerleri bu parçaları oluşturur. Teknik gelişime koşut olarak anestezi makinaları; basit pnömatik aygıtlardan, bilgisayar donanımlı kompleks aygıtlara dönüşmüşlerdir.

Bir anestezi makinasının şematik incelenmesinde esas olarak üç farklı basınca sahip bölge bulunur. Yüksek basınçlı bölüm, merkezi sistem ya da gaz silindirlerin manometresine kadar olan bölümü oluşturur. Bu bölümde oksijen basıncı 2200-45psig, azot protoksid basıncı ise 750-45psig arasında değişir. Orta basınca sahip bölüm, silindir regülatörleri ile flovmetre arasında kalan bölümdür ve basınç silindirler için 45 psig, merkezi sistem boruları için 50-55 psig'dir. Bu bölümdeki basıncı 14 - 26 psig'e düşürebilen regülatörlere sahip anestezi makinaları da vardır. Düşük basınçlı bölüm flovmetrelerden başlayarak, anestezi devresinin gaz çıkışına kadar devam eder. Önerilen; azot protoksid kaynağı ile flovmetresi arasında mutlaka "Fail safe sistem" bulunmasıdır. Bu sistem oksijen akımı ya da basıncı azalacak olursa, azot protoksid ve diğer gazların da aynı oranda azalmasını sağlayacak, böylece hipoksik gaz solunması önlenecektir. Çağdaş anestezi makinalarında oksijen basınç düşüklüğünü belirleyen alarm sistemine sahip monitörler vardır. Bazı makinalarda oksijen flovmetresinden sonra yer alan ek bir oksijen monitörü, basıncın 14 psig altına düştüğü durumları belirlemeye yönelik olarak kullanılır. Flovmetreler arzu edilen miktarda oksijen ve azot protoksidin hastaya gönderilmesini sağlarlar ve orta akımlı bölge ile düşük akımlı bölge sınırını belirlerler. Bu karışım, vaporizatörden geçerken belirlenen düzeyde anestezik ajanı bünyesine katarak hasta tarafından solunur.

Merkezi sistem gaz kaynağı.

Bu sistem; hastanenin farklı merkezlerine, anestezi makinalarını çalıştırmaya yetecek miktarda ve karışıklığa neden olmadan azot protoksid, oksijen ve hava gönderilmesini sağlayan güvenli sistemdir. 1976 yılında ikiyüz hastanede yapılan bir taramada %31 oranında bu sistem ile ilgili farklı güçlükler yaşandığı belirlenmiştir. Bunlar arasında; yetersiz oksijen basıncı, ani basınç yükselmeleri, yanlış gaz bağlantılarına bağlı ölümler sayılabilir. Örneğin, Ontario-Sudbury'de yeni yapılan sistem sonrasında beş aylık bir süre içinde 23 ölüm olayı olmuştur. Bağlantılar konusunda bir şüphe, derhal merkezi sistem borusunun çıkarılmasını ve yedek tüpün açılmasını gerektirir, çünkü her ikisi de makinaya bağlı ise sistem 50 psig gücündeki merkezi sistem akımının, 45 psig gücündeki tüp akımına yeğ tutacaktır. Bağlantı karışıklıklarını önlemek için kullanılan yöntemler arasında; "Diameter Index Safety System" (DISS), gaza özel bağlantı parça şekilleri sayılabilir.

Tüp gaz kaynakları.

Tüplerin, gerek renkleri ve gereksi DISS ile karışmaları önlenmeye çalışılmıştır. Tüpler bir "Check valve" a sahiptirler. Bu kapak; yüksek basınçlı bir ortamdan, düşük basınçlı ortama gaz geçişini kontrol eder, boş bir tüpün dolusu ile değişimine olanak tanır ve dolu tüpten atmosfere kaçağı engeller. Ayrıca yine her tüpte var olan regülatör, tüp içindeki yüksek basıncın anestezi makinasında kullanılabilecek değerlere inmesini sağlar. Tüpler, merkezi sistem basıncı düşüklüğü nedeni ile kullanıldıkları dönemler ve kontrol dönemleri dışında mutlaka kapatılmalıdır. Aksi taktirde, merkezi sistemde basıncın 45 psig altına düştüğü durumlarda tüpler boşalacaktır.

Oksijen basınç düşüklüğünü belirleyen güvenlik aygıtları.

Eski anestezi aygıtlarında oksijen ve azot protoksit ne basınç, ne de mekanik olarak bir arada bulunmazlar. Dolayısı ile oksijen basınç düşüklüğü mutlaka hipoksik gaz solunması sonucunu doğurur. Günümüzde anestezi makinaları için kabul edilen standartlardan birisi de oksijen basınç düşüklüğü halinde, hastanın asla % 19 oranından düşük oksijen içeren gaz karışımı solunması gerektirir.

Pnömatik ve elektronik alarm aygıtları.

Bu aygıtlar oksijen basıncı 30 psig altına düştüğünde 5 sn içinde alarm verirler.

"Fail safe" kapak ya da sistemleri.

Oksijen dışında tüm gaz taşıyıcı boru bağlantılarında bulunması gereken kapaklardır. Oksijen basıncı belirli değer (20 psig) altına indiğinde gazın akımını keserek hipoksik gaz solunmasını engellerler. Bu kapaklar ya açıktır ya da kapalıdır. Dolayısı ile gaz oranlama yetenekleri yoktur.

Flovmetre

Flovmetre hastanın belirlenen miktarda anestezi ajan karışımı solunmasını sağlayan aygıttır. Geleneksel olarak ölçülü cam bir tüp (Thorpe tüpü) ile akımı kontrol eden bir düğmeden oluşmuştur. Tüpün içinden geçen gaz miktarını gösteren yüzen bir göstergesi bulunur. Düğmenin açılması ile tüp içinden ve yüzen göstergesi ile tüp iç yüzeyi arasında kalan aralıktan gaz akımı geçişi başlar. Anüler bir tüpe, yani iç çapı tüm bölgelerinde aynı olan bir tüpe giren gaz akımının oluşturduğu basınç ile yüzen göstergenin ağırlığı arasındaki fark kadar tüpten gaz geçişi olacaktır. Bu tip flovmetreler sabit basınçlı flovmetreler olarak bilinir, çünkü yüzen göstergenin pozisyonu, akımı değiştirirken göstergeye uygulanan basıncı değiştirmez. Değişken iç çaplı flovmetre tüplerinde ise iç çap tabandan tepeye yaklaştıkça artar. Bu tip flovmetreler değişken açıklığa sahip flovmetrelerdir, çünkü yüzen göstergenin değişen pozisyonu tüp iç çapı ile arasındaki açıklığı dolayısı ile akım miktarını değiştirir. Akım, akım hızına bağlı olarak laminer ya da turbulan olabilir. Gazın akım hızına etki eden faktörler viskozitesi ve dansitesidir. Viskozite laminer akımda etkin iken, dansite turbulan akımda etkindir. Değişken açıklığa sahip flovmetrelerde düşük akım laminerdir ve etkin faktör viskozitedir, yüksek akımda ise akım turbulandır ve etkin faktör dansitedir.

Flovmetrenin akım kontrol valvi; akım kontrol düğmesi, iğne valv ve yatağı ile bir çift durdurucu kapaktan oluşur. Akım kontrol valvi içinden geçen akım, doğrudan tüp ya da boru sisteminden gelen 50 psig gücündeki akımdır. Gaz akımı valv saatin aksi yönünde dönünce artar saat yönünde azalır. Saat yönünde aşırı dönüş iğne valvin harabiyetine neden olabilir. Kapak durdurucuları bu sonucu engellemeye yöneliktir. Flovmetrenin diğer bölümleri; akım

tüpü, yüzen göstericidir. Akım tüpleri genellikle iç çapı tepeye yaklaştıkça artan, ölçü skalasına sahip cam tüplerdir. Akım miktarı ölçülerinin açıkça görülebilmesi için genellikle çift sayıdadırlar. Birinci tüp yaklaşık 200ml ile 1lt ve ikinci tüp ise 1lt ile 10-12lt arasında ölçüme sahiptir. Yüzen gösterge bobin ya da küre şeklindedir. Bobinlerin üst sınırı ve kürenin orta hattı giden gaz akım miktarını belirler. Ölçüm skalası ya cam tüp üzerinde ya da tüpün sağ tarafında yer alır. Flovmetreden kaçak önemlidir çünkü flovmetreler oksijen analizörü dışındaki tüm güvenlik monitörlerinden sonra yer alırlar. Flovmetre cam tüpleri bir anestezi makinasının en dayanıksız bölümüdür. Dolayısı ile kırılma ya da çatlama gaz kaçağına neden olabilir. Flovmetrelerdeki kaçağın, hipoksik gaz karışımı solutmasına engel olmak amacı ile oksijen flovmetresinin azot protoksit ve hava flovmetrelerinden sonraya konulması önerilmektedir. Kaçak oksijen flovmetresinde ise yerin herhangi bir önemi kalmaz ve hipoksik gaz karışımı oluşur. Flovmetrelerin kirli olması, göstergenin düzgün bir yüzeye sahip olmaması ya da statik elektrik varlığı göstergenin giden gaz miktarını yanlış göstermesine neden olabilir. Anestezi devresindeki geriye basınç da flovmetre göstergesinin yanlış değer belirtmesine neden olur.

Karıştırıcı ve oranlayıcı sistemler.

Bu sistemler; oksijen ve azot protoksitin basınç farkı ile ya da mekanik olarak % 23-25 oranında oksijen içerecek şekilde bir karışım oluşturmalarını sağlayan sistemlerdir.

Datex Ohmeda'da bu sistem "Link 25" sistemi adıdır ve oksijen ile azot protoksit flovmetre düğmelerinin mekanik olarak birlikteliği ile çalışır ve en az % 25 oksijen konsantrasyonu ile maksimum 3/1 azot protoksit/oksijen konsantrasyonuna olanak tanır. Sistemde azot protoksit akım kontrol valvinin 14, oksijen akım kontrol valvinin ise 28 dişlisi bulunur. Her iki valv bir zincir ile bağlantı halindedir. Dolayısı ile azot protoksit valvi iki tur yaptığında oksijen valvi bir tur yapar, dolayısı ile 2/1 oranı sabit olarak elde edilir. Öte yandan azot protoksit valve 26 psig basınçla, oksijen ise 14 psig basınçla geldiğinden oran 3/1 olarak belirlenir.

Kuzey Amerikan Drager oksijen oran belirleyici sistem; oksijen ve azot protoksit flovmetrelerinden gelen akımın içinde toplandığı ve birbirleri ile her iki bölümde yer alan birer membrana sahip bir shaft aracılığı ile ilişki halinde olan iki bölümden ibarettir. Oksijen bölümünde yeterli basınç olmadığı taktirde shaftın geriye çekilerek azot protoksit girişini kapatması esasına göre çalışır. Bu sistemin Ohmeda sisteminden farkı sürekli olarak oksijen oranı %25 olan bir karışım oluşturmak değil, fakat oksijen basıncı eşik değerinin altına düştüğünde azot protoksit akımını tamamen durdurmasıdır.

Oranlayıcı sistemler her koşulda tamamen güvenilir sistemler değildir. Örneğin; yanlış gaz bağlantısı yapıldığında, oranlayıcı sistemlerde herhangi bir arıza halinde, oranlayıcı sistem sonrasında kaçak varlığında, üçüncü bir gaz ile birlikte azot protoksit ve oksijen kullanıldığında ve desfluran gibi yüksek konsantrasyonda düşük potensli anestezi ajan kullanılırken oksijen konsantrasyonunun dilüe olması halinde de hipoksik gaz karışımı oluşabilir.

Oksijen "Flush" Valvi

Bu valv; oksijen açısından yüksek basınçlı bölüm ile düşük basınçlı bölümün ilişkili hale gelmesini sağlar. Valve basınç uygulandığında, 35-75 ml/dk % 100 oksijen akımı vaporizatör ve basınç kontrol valvinden sonraki bölümde anestezi devresine ulaşır. Bu basınç anestezi devresi ile jet ventilasyon uygulamaya yeterli bir basınçtır. Oksijen "Flush" valvinin arızalanması ya da yanlış kullanımı barotravmaya, yarı açık kalması anestezi ajanının yüksek oranda ok-

sijen ile dilüe olması sonucunda uyanıklığa neden olabilir.

Vaporizatör

Yıllar içinde anestezi ajanı buharlaştırarak anestezi devresine gönderen vaporizatörler, basit eter vaporizatörü ve "Copper Kettle" lardan, günümüzde kullanılan gelişmiş vaporizatörlere dönüşmüşlerdir. Vaporizatör çalışma mekanizmasını anlamak için bazı fizik tabirlerinin hatırlanmasında yarar olacaktır. İnhalasyon anestezi ajanları 20°C altında sıvı halde bulunurlar. Buharlaşabilir sıvı kapalı bir kap içinde iken kimi molekülleri buhar durumuna geçer ve bu geçiş sıvı bölüm ile buhar bölüm arasında basınç dengesi oluşana kadar devam eder. Buhar basıncı; kap içindeki buhar moleküllerinin çepere oluşturduğu basınç değeridir. Ortam sıcaklığı arttığında buhar basıncı artacak, azaldığında ise azalacaktır. Bir sıvının kaynama derecesi; buhar basıncının atmosfer basıncına eşit olduğu değerdir. 760 mmHg değerinde desfluran, izofluran, halotan, enfluran ve sevofluranın kaynama noktaları sırası ile 22.8, 48.5, 50.2, 56.5, 58.50°C'dir. Dolayısı ile desfluran klinikte karşılaşılabilecek ortam sıcaklıklarında kaynayabilir. Latent buharlaşma sıcaklığı; 1gr sıvının sıcaklık değişikliği olmadan buhar haline geçmesi için gereken kalori miktarıdır. Kalori gereksinimi sıvının kendisinden temin edilir ve bu, sıvı sıcaklığının azalması, buna bağlı olarak buharlaşmanın da azalması ile sonuçlanır. Özel ısı; maddenin 1 gr'ının sıcaklığını 1°C artıran kalori değeridir. Sıcaklık iletkenliği; bir maddenin içinden geçen sıcaklığın geçiş süratidir. Bu değer ne kadar yüksek ise maddenin ısı iletimi o kadar fazla demektir.

Değişken bypass vaporizatör. Bu tip vaporizatörler; gaz akımı vaporizatörün bypass bölümüne girdikten sonra buharlaşma bölgesine istenilen oranda gaz akımı gönderme yeteneğine sahip vaporizatörlerdir. Bu bölüme giren taşıyıcı gaz likid anestezi ajanın buharı ile doyunluğa eriştikten sonra vaporizatörden çıkar. Akım anestezi ajanın üzerinden geçerken doyunluğa eriştiğinden "üstten akımlı vaporizatör", geniş bir sıcaklık yelpazesinde sıcaklıktan etkilenmeyerek anestezi ajan buhar miktarını değiştirmediklerinden "sıcaklık kompanse edici vaporizatör", solunum devresinin dışında yer aldıklarından "devre dışı vaporizatör olarak ta bilinirler. Anestezi ajanlara özel olarak geliştirilmişlerdir. Desfluran dışında tüm anestezi ajanlar için kullanılabilirler. Belirlenen miktarda anestezi ajan buharının elde edilebilmesi için vaporizatörün gerekenden fazla doldurulmaması ve pozisyonunun değiştirilmemesi gerekir. Anestezi ajanların buhar basıncı sıcaklık ile orantılıdır. Örneğin; isofluranın buhar basıncı 20°C'da 238mmHg iken 35°C'da 450 mmHg'dır. Vaporizatörlerin içlerinde bulunan ve sıcaklık değişimlerinde esneme ile pozisyon değiştiren valv vaporizatörden doğrudan geçen gaz akımını ayarlayarak taşınan anestezi ajan buharını sabit tutar.

Bir vaporizatörün ortam sıcaklığı ve içinden geçen gaz akımı miktarından bağımsız olarak istenen düzeyde anestezi ajan buharı oluşturması ve sisteme katması beklenir. Fakat düşük akım hızlarında vaporizatör içinde oluşan türbülans akım yüksek dansiteli anestezi ajan moleküllerini taşıyamaz ve ayarlanan değerden az anestezi ajan buharı oluşur. Yüksek akım değerinde ise yetersiz karışma ve doyunluk olacağından yine ayarlanan değerden az anestezi ajan buharı oluşur. Aralıklı pozitif basınçlı solunum sırasında veya oksijen "Flush" valvinin çalıştırılması halinde oluşan geri basınç beklenenden fazla anestezi ajan moleküllerinin solunan gaz karışımına katılmasına neden olur. Bunun nedeni hem anestezi ajan moleküllerinin basınç altında komprese olduktan sonra, basıncın azalması ile vaporizatör giriş ve çıkışına doğru yönlendirmeleri hem de geriye basınç nedeni ile buharlaşma bölgesine giren taşıyıcı gaz akımının artmasıdır. Çözüm buharlaşma bölümü hacminin azaltılmasıdır. Ayarlanan anestezi ajan miktarının elde edilememesinin bir başka nedeni taşıyıcı gazın anestezi ajan

içinde eriyirlik derecesidir. Bu değer ne kadar fazla olursa taşınan anestezi ajan molekülü o kadar azdır. Vaporizatörlerin kullanımı sırasında beklenmeyen sonuç alınmasının nedenleri; vaporizatörlerin yanlış ajanla doldurulması, kontaminasyon, vaporizatörün yatay pozisyona getirilmesi, aşırı ya da yetersiz doldurma, iki anestezi ajanın aynı anda kullanılması, gaz kaçağı varlığıdır.

Desfluran vaporizatörü. Desfluran fiziksel özellikleri nedeni ile ısıtılan ve basınçlı vaporizatörlere gereksinimi olan bir anestezi ajandır. Buhar basıncı diğer anestezi ajanlara oranla üç-dört kat fazladır ve 22.8°C'da kaynar. MAC değeri % 6-7'dir. Yüksek buharlaşma yeteneği ve düşük etkinliği geleneksel vaporizatörler ile kullanılmasını engeller. Enfluran, isofluran, halotan ve desfluranın 20°C'da buhar basınçları sırası ile 172, 240, 244 ve 669 mmHg'dir. Buharlaşma yeteneğinin fazla olması nedeni desfluran konsantrasyonunun % 1'de tutulabilmesi için vaporizatörden geçen akım miktarının 73 lt/dk olması gerekir. Bu nedenle ısıtılmalı ve basınçlı vaporizatörler geliştirilmiştir.

Anestezi devreleri.

Anestezi devreleri anestezi makinasından çıkan oksijen ve gaz karışımının hastaya ulaştırılmasını ve hastadan çıkan gaz karışımının karbondioksit eliminasyonunu sağlayan sistemlerdir.

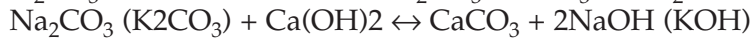
Mapleson sistemleri. 1954 yılında Mapleson tarafından geliştirilen beş adet yarı kapalı anestezi sistemi vardır. Sistemler; yüz maskesi, kaçak valvi, balon, taze gaz girişi ve tüp sistemini içerir. Beş sistem ana farklılıkları açısından A, BC ve DEF şeklinde gruplandırılır. A sistemi; Magill devresi olarak da bilinir ve kaçak valvi yüz maskesine yakındır, taze gaz girişi diğer uçta balon tarafındadır. BC sistemlerinde kaçak valvi yüz maskesine yakındır fakat taze gaz girişi hasta tarafındadır. Tüp sistemi ve balon; ölü boşluk, taze gaz ve alveoler gazın içinde yer aldığı bir boşluk oluşturur. DEF veya "T" parça sistemlerinde taze gaz girişi hastaya yakındır ve ekspirasyon karışımı sistemin diğer ucundaki kaçak valvinden dışarı atılır. Bu sistemlerde geri soluma; taze gaz akımı miktarına, dakika ventilasyonuna, solunum şekline, tidal volüme, solunum sayısına, inspirasyon/ekspirasyon oranına, ekspirasyon süresine, maksimum inspiratuar akım hızına, devrenin volümüne, balonun volümüne, maske ile solumaya, endotrakeal tüpten solumaya ve karbondioksit ölçümü için örnek alınan yere göre değişir. Sistem A spontan soluma sırasında en yararlı olandır ve geri solumanın engellenmesi için dakika volümü kadar taze gaz akımı yeterlidir. Fakat kontrollü solunum sırasında geri solumanın engellenebilmesi için dakika ventilasyonunun 20lt/dk taze gaz akımı olması gerekir. DEF sistemlerinde geri solumanın engellenebilmesi için dakika ventilasyonunun iki katına gereksinim varken B ve C sistemlerinde daha fazla taze gaz akımına gereksinim vardır. Sistemler solunum şekline göre etkinlikleri açısından şu şekilde sıralanabilirler: Spontan solunumda A > DFE > CB. Kontrollü solunumda DFE > BC > A.

Bain devresi. Mapleson D sisteminin değişik bir tipidir. İç içe iki borudan içerideki boru taze gaz karışımını hastaya ulaştırırken, dışarıdaki boru ekspire edilen gaz karışımını devrenin sonundaki kaçak valvine taşır. Hem spontan hem kontrollü solunumda kullanılabilir. Geri solumanın önlenmesi için dakika ventilasyonunun 2.5 katı taze gaz akımı olmalıdır. Hafifliği, kolay temizlenebilmesi, solunan gazların ısıtılabilmesi avantajlarıdır. İç tüpün tıkanıklığının görülebilmesi için dış tüp şeffaf olmalıdır. Aksi halde hipoksi ve hiperkarbi kaçınılmaz sonuçtur.

Geleneksel daire sistemi. En sık kullanılan solunum sistemidir. Parçalarının dairesel şekilde dizilimi nedeni ile daire sistemi olarak anılsa da son zamanlarda "Universal F" sistemi ya da tek bacaklı devre olarak da isimlendirilmektedir. Sistem karbondioksit geri solunmasını, karbondioksit süzücüsü ile engellerken diğer gazların kısmi geri solunmasına olanak tanır. Bu geri solumanın düzeyi; taze gaz akımı miktarına ve parçaların yerleşimine bağlıdır. Taze gaz akımı miktarına bağlı olarak yarı açık, yarı kapalı ya da kapalı olabilir. Yarı açık sistem çok yüksek taze gaz akımı gerektirirken hiç geri solunması yoktur. Yarı kapalı sistem kısmi geri solumanın olduğu sistemdir ve en sık kullanılan türdür. Kapalı sistemde taze gaz akımı, hastanın kullandığı kadar gazın sisteme eklendiği sistem türüdür. Bu sistemde tüm valvler kapalıdır ve ekspire edilen gazlar karbondioksit süzülmesi sonrasında tamamen geri solunurlar. Dairevi sistem yedi parça içerir; taze gaz girişi, inspiratuar ve ekspiratuar tek yönlü valvler, inspiratuar ve ekspiratuar tüpler, "Y" parçası, kaçak valvi, balon, karbondioksit süzücüsü. Geri solumanın engellenebilmesi için klasik bir dairevi sistemde üç kural geçerlidir. Tek yönlü valvler, ekspiratuar ve inspiratuar yollarda hasta ile balon arasında olmalıdır. Taze gaz girişi hasta ile ekspiratuar tek yönlü valv arasında olamaz. Kaçak valvi hasta ile inspiratuar valv arasında olamaz. Bu sistemin avantajları; inspire edilen gaz konsantrasyonunun stabil olması, nem ve sıcaklığın korunması, hava kirliliğinin önlenmesi. En önemli dezavantajı ise kompleks yapısıdır. Yaklaşık on tane bağlantı noktası vardır ve bu yanlış bağlantı, bağlantı kesilmesi, tıkanıklık ve kaçak olasılığını artırır. Tek yönlü valvlerin açık kalması geri solumaya neden olurken kapalı kalması gaz akışının durmasına yol açar. Ekspiratuar yolda tıkanıklık ya da kısmi tıkanıklık; havayolu basıncı artışına, hemodinamik sorunlara ve bilateral pnömotoraksa neden olabilir.

Karbondioksit süzücüler.

Yarı kapalı ve kapalı sistemlerde kullanılması gereken bir ayardır. Anestezik ajanlar ile arasında etkileşim olmamalı, gaz akımına direnç oluşturmamalı, kullanımı kolay olmalı ve etkin olmalıdır. Karbondioksit absorbanları üç türdür; sodalime, barolime ve kalsiyum hidroksidlime. Bunlardan en sık kullanılanı sodalime'dir. Sodalime'in % 80'i kalsiyum hidroksid, % 15'i su, % 4'ü sodyum hidroksid ve % 1'i potasyum hidroksittir. Düşük oranda silika, kalsiyum ve sodyum silikat oluşturması amacı ile eklenir. Bu bileşimi sertleştirir ve toz oluşumunu engeller. Sodalime'in karbondioksit emilim gücü sertliği ile ters orantılı olduğundan silika oldukça az eklenmelidir. Sodyum hidroksit, sodalime'in karbondioksit tutulumu açısından katalizör bileşenidir. Barolime; % 20 baryum hidroksit ve % 80 kalsiyum hidroksittir. Az miktarda potasyum hidroksitte içerir. Kalsiyum hidroksitlime yeni bir bileşendir. Kalsiyum hidroksit ve kalsiyum klorid içerirken az miktarda ve sertlik sağlanması amacı ile kalsiyum sülfat ve polivinilpirolidin içerir. Diğer absorbanlara oranla en büyük avantajı; sodyum ve potasyum hidroksit içermemesidir. Bu durum nefrotoksik olan "Compound A" ve karbonmonoksit oluşumunu engeller. Absorbanın granül büyüklüğü önemlidir, çünkü büyük granül karbondioksit emiliminde yetersiz kalırken, küçük granül gaz akımına direnci artıracaktır. Granül büyüklüğü 4-8 mesh olmalıdır. Soda lime ile karbondioksit etkileşimi tamamen kimyasal bir olaydır.



100 gr Sodalime tarafından absorbe edilen karbondioksit miktarı 26lt'dir. Sodalime'in absorpsiyon kapasitesi etil violet indikatörü kullanılarak belirlenir. Değişen pH değeri (≤ 10.3) etil

violet'in mor renge dönüşmesine neden olur. Bu absorbanın emilim yeteneğinin sonlandığı'nın işaretidir. Floresan ışığı indikatörü bozarak işlev yapmasını engeller.

Absorbanların anestezi ajanları ile etkileşime girmemesi gerekir. Bununla beraber örneğin trikloroetilen alkali ve sıcak ortamda sodalime ile reaksiyona girerek, serebral nörotoksin dikloroasetilen oluşturur. Bu madde kranial sinir harabiyeti ve ensefalite neden olur. Öte yandan aynı şekilde oluşan fosgen ARDS nedenleri arasındadır. Sevofluran ise yine sodalime ile reaksiyona girerek "Compound A" adında bir yıkım ürünü oluşturur. Bu maddenin insanlarda toksik etki oluşturduğu gösterilememiştir fakat çalışmalar sürmektedir. Aşırı kuru sodalime uzun süre anestezi ajanları ile ilişki halinde kaldığında ya da uzun süre kullanılmadığında (Hafta sonu gibi) karboksihemoglobine neden olabilecek miktarda karbonmonoksit oluşturabilir. Dolayısıyla anestezi uygulanmadığında sodalime içinde uzun süre gaz geçişine neden olabilecek flovmetrenin açık unutulmasının engellenmesi gerekir. Ayrıca, absorbanın nemlendirilmesi, uygulayıcıların eğitimi, şüpheli durumlarda absorbanın değiştirilmesi bu komplikasyonu engelleyici önlemlerdir.

Anestezi ventilatörleri

Ventilatörler; güç kaynakları, çalışma prensipleri, körük tipleri ve siklus mekanizmalarına göre sınıflandırılırlar. Güç kaynağına göre; basınçlı gaz, elektrik ya da her iki kaynakla çalışan ventilatör tipleri vardır. Çalışma ve siklus mekanizmasına göre ventilatörler çift devreli ve basınçlı gaz tarafından çalıştırılan ventilatörler ile tek devreli pistonlu ventilatörler olarak sınıflandırılır. Çift devreli ventilatörlerde hastanın soluyacağı gaz karışımı, basınçlı gaz tarafından sıkıştırılan körükten hastaya gönderilir. İtici gaz oksijen veya oksijen hava karışımıdır. Tek devreli ventilatörlerde hastanın soluyacağı gaz karışımı bilgisayar kontrollu bir piston ile yönlendirilir. Siklus mekanizmasına göre ventilatörler genellikle zaman siklusedirler. İnspirasyon başlama zamanı belirlenir, ekspirasyon pasif bir olaydır. Modern ventilatörlerde zaman siklusu elektronik olarak kontrol edilir. Körük hareketine göre ventilatörler, ekspirasyon sırasında körüğün hareket ettiği yöne göre sınıflandırılır. Çıkan körük daha güvenlidir. Total bir gaz akımı kesintisiz dolmaz ve yüksemez. İnen körükte ise körük yer çekimi nedeni ile inmeye ve çıkmaya devam eder. İtici gaz, inspirasyon sırasında körüğü yukarıya doğru iter ve hastaya gaz karışımı gönderilir. Ekspirasyon sırasında aşağıya doğru yer çekimi ile inen körüğe ayrılma bölgesinden oda havası dolar ve basınç ve volüm monitörleri uyarı niteliğini gerçekleştiremez. Çift devreli elektronik kontrollu çıkan körüklü ventilatörlerde hasta ve itici gaz devreleri körük tarafından birbirinden ayrılır. İtici gaz körük yuvasına dışardan girer ve körüğü iterken içindeki gaz karışımının hastaya gönderilmesini sağlar. Bu sırada yatak içinde oluşan basınç kaçak valvini kapatarak solunan gaz kaçakını önler. Ekspirasyon sırasında körük yatağındaki basıncın azalması kaçak valvinin açılmasına ve solunan gaz karışımının fazlasının devreden atılmasına izin verir. Bu arada körük tekrar dolar. Bu sistemde anestezi makinasından devreye taze gaz akışı körük hareketinden bağımsız ve süreklidir.

Ventilatör kullanımı sırasında en sık karşılaşılan sorun bağlantı ayrılması sorunudur ve sıklıkla "Y" parçasında görülür. Basınç, volüm ve tidal sonu karbondioksit monitörleri kullanılması oluşabilecek komplikasyonu önleyebilir. Endotrakeal tüp ya da devrede tıkanıklık yine basınç monitörleri tarafından belirlenebilir. Anestezi makinasından devreye aşırı gaz dolması barotravmaya neden olabilir. Sıklıkla oksijen "Flush" valvinin kullanılması sırasında izlenir. Fazla gaz; kaçak valvi devre dışında olduğundan ve ventilatör kaçak valvi ise kapalı olduğundan devreden atılamaz. Bu durumda yine basınç monitörleri yardımcıdır. Körüğün yerine düzgün takılmaması yetersiz ventilasyona, körükteki delik ise hiperinflasyona neden

olabilir. Oksijen analizörü solunan gazın oksijen konsantrasyonunu belirleyerek uygulayıcıyı uyarabilir. Ventilatör kaçak valvinin uygun çalışmaması yetersiz ventilasyona ya da barotravmaya neden olabilir.

Egzos sistemleri.

Bu sistemler solunan gazların bir haznede toplanması ve daha sonra dış ortama atılarak ortam hava kirliliğinin engellenmesi amacı ile kullanılırlar. Anestezi uygulaması sırasında bazı faktörler ortam kirliliğine neden olabilir. Örneğin; flovmetrenin açık unutulması, yüz maskesi kullanılması, kafsız tüp kullanılması, vaporetörün doldurulması, "Flush" valvinin kullanılması, egzos sistemi eklenemeyecek solunum devreleri kullanılması ortam kirliliğini artıran nedenlerdir. Makine ya da sistemden kaçak olması ya da tidal sonu gaz monitörizasyonu da hava kirliliğine neden olur.

Bir egzos sisteminin parçaları; gazın toplandığı bölüm, taşındığı bölüm, egzos parçası, gaz boşaltma tüpü, aktif ya da pasif gaz atım bölümüdür. Atık gazların toplandığı volüm gerek anestezi makinası ve gerekse ventilatörün kaçak valvinden çıkan gazların toplandığı bölümdür. Taşıyıcı bölüm, gazları toplandığı bölümden, egzos bölümüne taşıyan hortum sistemidir. Boru çapının 19-30 mm olması ve kıvrılma, katlanmayı önlemek amacı ile olabildiğince kısa ve sert olması gerekir. Egzos bölümü aşırı negatif basıncın anestezi devresi ve hastaya ulaşmasını engellediği gibi, aşırı pozitif basınçla oluşabilecek barotravmayı da engellemeye yönelik bölümdür. Bu bölüm kapalı ya da açık olabilir. Açık olan tip herhangi bir valv içermez ve mutlaka santral vakum sistemi ile birlikte kullanılır. Kapalı olan tipin ise sadece pozitif basınç güvenlik valvi ve hem pozitif hem de negatif basınç güvenlik valvi olan türleri vardır. Sadece pozitif basınç kontrol valvi olan sistem, bir vakum sistemine bağlı değildir, atık gazlar kendi basınçları ile atılırlar. Pozitif basınç valvi önceden ayarlanan değerde basınca ulaşıldığında açılır (5cmH₂O gibi). Hem pozitif ve hem de negatif basınç kontrol valvi olan sistemlerde, valvlere ek olarak bir balon ya da atık gaz haznesi, buraya uygulanan negatif basıncı ayarlayan bir düğme vardır. Biriken atık gaz, sisteme uygulanan negatif basınç ile ortamdaki uzaklaştırılır. Sistem içindeki basınç 5cmH₂O'yu geçince pozitif basınç kontrol valvi ve -0.5cmH₂O'nun altında ise negatif basınç kontrol valvi çalışır. Gaz boşaltma tüpü atık gazları egzos bölümünden tahliye bölümüne taşıyan tüp ya da hortumdur. Bu bölümün de katlanmaya ve kollabe olmaya dirençli olması gerekir. Atık gaz atım bölümü pasif ya da aktif olabilir. Aktif tip, sisteme negatif basınç uygulanması ile gazların atıldığı tip, pasif tip ise gazların kendi akım ve basınç değerleri ile dış ortama ulaştıkları tiptir. Bu sistemde pozitif basınç kontrol valvi zorunlu iken, negatif basınç kontrol valvi ve kese ya da hazne varlığı şart değildir.

SORULAR

1. Anestezi Makinasında yüksek basınçlı bölüm için hangisi doğrudur
 Oksijen basıncı 2000 - 40psig'dir YANLIŞ
 Azot protoksid basıncı 650 - 35psig'dir YANLIŞ
 Bu bölüm merkezi sistem ile flovmetreler arasındaki bölümdür. YANLIŞ
 Oksijen basıncı 2200 - 45psig arasındadır DOĞRU
 Azot protoksid basıncı 800 - 55psig'dir YANLIŞ
2. Merkezi sistem gaz kaynağı ile ilgili olarak hangi ifade yanlıştır?
 Sistem hastanenin farklı birimlerine belirli basınçta gazların
 gönderilmesini sağlar DOĞRU
 Basınç değişiklikleri özellikle yetersizliği sorunlara yol açabilir DOĞRU
 Yanlış gaz bağlantılarına neden olabilir DOĞRU
 Yanlış gaz bağlantısı halinde tüp devreye sokulmalıdır. YANLIŞ
 Yanlış gaz bağlantısı halinde tüp devreye sokulurken merkezi sistem
 bağlantısı ayrılmalıdır DOĞRU
3. Anestezi makinaları en az hangi oranda oksijen parsiyel basıncı sağlamalıdır?
 % 18 YANLIŞ
 % 19 DOĞRU
 % 20 YANLIŞ
 % 21 YANLIŞ
 % 22 YANLIŞ
4. "Fail safe" kapak ya da sistemleri için yanlış olan hangisidir?
 Anestezi makinasındaki yeri flovmetrelerden önce olmalıdır. DOĞRU
 Oksijen basıncı 20 psig altında ise devreye girerler. DOĞRU
 Hipoksik gaz karışımı solutulmasını herşeye karşın engellerler. YANLIŞ
 Gaz miktarını oranlayamazlar. Ya açık ya da kapalıdır. DOĞRU
 Oksijen taşıyıcı sistem dışındaki tüm gaz taşıyıcı sistemlerde bulunmalıdır. DOĞRU
5. Flovmetre hakkında hangileri doğrudur?
 Anüler tip flovmetrede gösterge ile cam tüp iç çapı arasındaki mesafe
 değişkendir. YANLIŞ
 Değişken iç çaplı flovmetreden geçen gaz miktarı basınç ile gösterge
 ağırlığı arasındaki fark kadardır. YANLIŞ
 Konik tip göstergelerde gaz miktarını koninin üst sınırı belirler DOĞRU
 Laminer akımda viskozite, turbulan akımda dansite akım miktarını belirler DOĞRU
 Kaçak halinde hipoksinin önlenmesi için oksijen flovmetresinin hava ve
 azot protoksid flovmetrelerinden önce olması gerekir YANLIŞ
6. Karıştırıcı ve oranlayıcı sistemler için doğru olanları belirleyiniz.
 Datex Ohmeda "Link 25" sisteminde sürekli olarak % 25 oksijen içeren karışım
 oluşturulur. DOĞRU
 N A Drager'de oksijen basıncı eşik değerinin altına düştüğünde azot protoksid
 akımı sonlandırılır. DOĞRU
 Oranlayıcı sistemler yanlış gaz bağlantısı halinde bile hipoksik gaz karışımı
 solunmasını engellerler. YANLIŞ

Solunum 4

Üçüncü bir gaz ile birlikte oksijen ve azot protoksit kullanılması halinde işlevlerini yapamayabilirler. DOĞRU
Kullanılan anesteziğin sistemin etkinliği açısından bir etkisi yoktur. YANLIŞ

7. Aşağıdaki anesteziğin ajan isimleri ve 760mmHg'da kaynama derecelerini eşleştiriniz.

Halotan	22.8
Desfluran	48.5
Sevofluran	50.2
Enfluran	56.5
İsofluran	58.5

8. Anesteziğin ajan buharının öngörülemez miktarda olmasının nedeni hangisidir?
Düşük gaz akımı. DOĞRU
Yüksek gaz akımı DOĞRU
"Flush" valvinin çalıştırılması DOĞRU
Taşıyıcı gazın eriyirlik derecesi. DOĞRU
Anesteziğin ajanın buharlaşma sıcaklığı YANLIŞ

9. Mapleson devrelerinin spontan solunumda üstünlük açısından sıralanmaları nasıldır?
DFE > CB > A YANLIŞ
CB > DFE > A YANLIŞ
AB > CD > F YANLIŞ
ABC > D > EF YANLIŞ
A > DFE > CB DOĞRU

10. Ventilatörler ile ilgili doğru ifadeleri belirleyiniz.
Ventilatörler güç kaynağına göre, tek devreli pistonlu ve çift devreli basınçlı gaz ile çalışanlar olarak ayrılırlar. YANLIŞ
Körük hareketine göre ventilatörler inspirasyon sırasında körük hareket yönüne göre sınıflandırılırlar. YANLIŞ
Hipoksik gaz karışımı solunmaması açısından inen körük güvenlidir. YANLIŞ
Ventilatör çalışırken "Flush" valvinin kullanılması barotravmaya neden olur. DOĞRU
Çift devreli ventilatörlerde körüğün delik olması hiperinflasyona neden olabilir. DOĞRU