

Medikal Oksijen

Medical Oxygen: Review

Dr. Enver ÖZGENÇİL,^a
Dr. Ayşe YILMAZ,^a
Dr. Feyhan ÖKTEN^a

^aAnesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 04.06.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 02.11.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Ayşe YILMAZ
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
ayseege@hotmail.com

ÖZET Oksijen birçok hastalığın tedavisinde kullanılan bilinen en eski medikal gazlardandır. Atmosferde %21 oranında bulunan oksijen elektroliz, asit-baz reaksiyonu veya bir takım kimyasal tepkimeler ile ve havadan elde edilebilir. Elde edilen oksijen saflık derecesine göre tıp, endüstri, havacılık başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Oksijenin saflık derecesi arttıkça üretim maliyeti de artmaktadır. Medikal oksijenin saflık derecesi halen tartışılan bir konudur. Oksijen üretim sistemleri ve konsantratörleri %93 ± 3 oksijen üretmektedir. Bu cihazların ameliyat sırasında anestezi makinalarının oksijen kaynağı olarak kullanımı gündemdedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki hastaneler maliyet azaltmak amacı ile oksijeni kendileri üretmeye çalışmaktadır. Bunun için oksijen üreten sistemler kullanılmaktadırlar. Bazı ülkeler bu üretim sistemlerine yasal izin vermiştir ve buradaki hastanelerde daha düşük saflıktaki oksijen kullanılmaktadır. Ayrıca ele alınan diğer bir önemli konu da oksijen miktarı %93-96'ya düşürüldüğünde, geriye kalan %4-7'lik kısmın gaz karışımıdır. Bu kısımda miktarı önemli derecede artan gaz argondur. %93-96 saflıktaki oksijenin hastane uygulamalarında kullanımının ekonomik olması ve daha kolay elde edilebilirliği dikkat çeken bir konudur. Ancak üretici sistem ve firmalar için uluslararası ve ulusal standartlar uygulanmalı ve denetlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Oksijen; oksijenatörler; oksijen solunum tedavisi

ABSTRACT Oxygen is one of the oldest medical gases which is usually used for the treatment of many diseases. The oxygen, which contributes by 21% to the atmosphere, can be obtained by acid-base reactions, some chemical reactions, electrolysis or from the air as well. According to the level of its purity, the produced oxygen is used in many areas; predominantly in medicine, industry and aviation. The purity level of oxygen is a discussion subject, still. The cost of production increases as the purity level increases. The purity level of the oxygen that is produced for hospitals by oxygen systems, and generated by oxygen concentrators is 93% ± 3. Recently, these devices are used during the operations, being the source of oxygen in anesthesia machines. The hospitals in the developing countries are working on producing oxygen by themselves in order to reduce the cost. Thus, they use oxygen generating systems. These systems are legal in some countries and the hospitals use oxygen with low purity level. Another significant point is the compound of the remaining gases after the oxygen concentration is reduced to the levels of 93%-96%. In this remaining mixture, the increasing gas is argon. The use of purity level of 93%-96% oxygen is more economical and it can be produced easily, but the oxygen generating systems and the companies should be supervised by national and international standardizations.

Key Words: Oxygen; oxygenators; oxygen inhalation therapy

Türkiye Klinikleri J Anest Reanim 2010;8(1):39-43

Joseph Priestly tarafından HgO₂'nin ısıtılması ile elde edilen oksijen, birçok hastalığın tedavisinde kullanılan bilinen en eski medikal gazlardandır. İlk kez 1781 yılında Lavoisier, bütün asitlerin oksijen ihtiva ettiğini

düşünerek oksijenin havada bulunan ve yanmaya etki eden bir madde olduğunu bildirmiş ve o günden bu yana bu maddeye asit yapan anlamına gelen oksijen ismi verilmiştir.¹ Atmosferde %21 oranında oksijen bulunurken, %78 nitrojen ve %1'de eser gazlar bulunur. Oksijenin elde edilmiş şekillerinden birisi de, suyun elektrolizinden yararlanılarak elde edilme yöntemidir. Az miktarda baz veya asit ilave edilmiş saf su, elektroliz edilirse, anotta çok saf oksijen elde edilir. Laboratuvarlarda ise, potasyum kloratın, mangandioksit ile tepkimesinden elde edilir. Bu yöntemde potasyum permanganat ile hidrojen peroksit, asitli ortamda oksijen verir ve oksijen elde edilebilir. Endüstriyel olarak oksijen havadan elde edilmektedir. Hayati fonksiyonlar için gerekli olan oksijen başlıca havacılıkta, sağlıkta, sanayide olmak üzere yaşamın birçok alanında kullanılır; ancak sürekli tartışma konusu olan saflık derecesi, her bir alan için farklıdır. Son yıllarda hastaneler için medikal oksijen üreten sistemler geliştirilmiş ve bu sistemler birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanda ülkemizde de faaliyet gösteren üretici firmalar ve halen bu üretim sistemlerini kullanan hastaneler mevcuttur.

Oksijen canlılarda solunum için yaşamsal önemi olan bir akışkan olup, normal şartlarda gaz halindedir. Medikal oksijen ise, tıbbi tedavi ve müdahale esnasında hasta solunumunu desteklemek ve oksijenasyonu sağlamak için verilen, yüksek saflıkta gaz veya likit oksijendir.

Amerikan ilaç kodeksi ve TSE standartlarına göre medikal oksijen içeriği aşağıdaki gibi olmalıdır.

Oksijen konsantrasyonu:

- Hava sıvılaştırma yönteminde: minimum %99.
- Hava ayrıştırma yönteminde: minimum %90, maksimum %96.
- Maksimum karbonmonoksit oranı: 5 mg.kg⁻¹
- Maksimum karbondioksit oranı: 300 mg.kg⁻¹
- Maksimum partikül oranı: 0.5 µg.m³
- Maksimum hidrokarbon oranı: 0.5 mg.m³

Amerikan İlaç Dairesi Başkanlığı (FDA) bildirimlerinde dolmuş tüpleri ve tankları ile hava ayrıştırma sistemleri ayrı başlıklarda incelenmiştir.

Tüp tipleri:

1. Yüksek basınçlı tüpler
2. "Cryogenic" tüpler

Tüp dolmuş yöntemleri:

1. Yüksek basınçlı oksijen gazı dolmuş
2. Likit oksijenden-likit oksijen dolmuş
3. Likit oksijenden-gaz oksijen dolmuş

Bunların dışında "hava ayrıştırma sistemleri" medikal oksijen tedarik yöntemi olarak özellikle belirtilmiştir. Oksijenin saflığı, elde edilme yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle tüp ve likit olarak tedarikte, gaz veya likit oksijeni taşıyan tankın bir önceki işlemde ortam havasına maruz kalma riski sebebiyle, bu tip tedarik araçlarında daha yüksek saflıkta oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü bir önceki tedarikte tankın, ortam havasına maruz kalması gazın saflığını düşürecektir. Bu sebeple, taşınabilir uygulamalarda emniyet amacıyla daha yüksek saflık öngörülmektedir. Aksi halde transport sırasında yüksek saflıkta olan oksijenin saflık derecesi düşer ve kullanım aşamasında beklenen saflık elde edilemeyebilir, bunun da pratik uygulamalar sırasında sorunlara sebep olabileceği açıktır.

Amerikan ve Avrupa ilaç kodekslerinde hava ayrıştırma sistemleri, ortalama %93 konsantrasyonda oksijen başlığı altında ayrıca tanımlanmıştır.

Bunların dışında Avrupa Birliği'nde "International Organization for Standardization" (ISO) 10083 numaralı standart ile 'Oxygen Concentrators for Use with Medical Gas Pipeline Systems' başlığı altında hava ayrıştırma sistemleri standartları belirlenmiş ve kontrol altına alınmıştır.

Türkiye'de bu 'TSE ISO 10083' numara ve tıbbi gaz boru sistemlerinde kullanılan oksijen yoğunlaştırıcılar adı altında standardize edilmiştir. Şu anda elde edilme yöntemlerinden en popüler olanı Basınç Atlamalı Yüzeyde Filtreleme (PSA) yöntemidir ki bu yöntem de mekanizma, molekül çapında fiziksel filtrasyona dayanmakta ve herhangi bir kimyasal işlem içermemektedir. Bu teknikte, moleküler filtre, havadaki azot gazını tutarak oksijen gazını saflaştırmaktadır. Bu yöntemle sürekli %90 ve üzeri saflıkta oksijen üretilebilmektedir.

Tedarik zinciri ve taşıma, ayrıca sürekli izleme gerektirmez. Emniyet olarak, tüm arızalarda görsel ikaz ve sesli alarm sistemi olanlar vardır. Az yer kaplar. $86.4 \text{ m}^3 \text{ Gün}^{-1}$ oksijen üretimi için 2 m^2 cihaz, 1 m^2 tank alanı, az enerji sarfıyatı, maksimum $1.54 \text{ kwh.m}^{-3} = 0.28 \text{ YTL.m}^{-3}$ (20 l. dk^{-1} için) gibi özelliklerle kısa sürede kendi kurulma ve kullanma masraflarını geri ödediği belirtilmiştir. Üreten sistemlerin birçoğu oldukça sessiz çalışır (60 dba - 70 dba) ve yüksek standartlarda üretim yeteneğine sahiptirler.

Medikal oksijen üretim tesisi, akış sırasına göre aşağıdaki elemanlardan oluşan bir sistem sayesinde, yeterli ve sürekli olacak şekilde; minimum %90 oksijen, maksimum %3 karbondioksit ve %0.1 karbon monoksit içeren gaz karışımını üretebilme kapasitesine sahiptir. Bu sistemler;

- a) Yağsız basınçlı hava kompresör ünitesi
- b) Nihai soğutucu, basınçlı hava kurutucu,
- c) Filtrasyon ünitesi,
- d) Oksijen jeneratörü ünitesi,
- e) Oksijen tankı,
- f) Kontrol ve güç ünitesinden oluşur.

TSE'nin 13544-2 sayılı standartlarına uygun olarak hastaneler, oksijen tesislerini 1 ana, 2 yedekli yapmak zorundadırlar.

Burada oksijen jeneratörünü ana üreteç olarak kabul edersek, tüp santrali 1. yedek, servislerdeki tüpler 2. yedek olarak kabul edilebilir. Ayrıca tüp santralinin 2 gruptan oluşması da, hastanenin, oksijensiz kalma ihtimalini yok denecek seviyeye indirir. PSA yöntemiyle üretilen oksijenin saflığı jeneratörler tarafından %93-96 olarak ayarlanabilir. %99 saflığı olan likit oksijen (LOX) medikal uygulamalarda gerekli değildir. US/FDA, ISO-EN (Avrupa), CSA (Kanada), Japonya gibi ve tıp otoriteleri tarafından US Farmakopi Standartları, %93 ve %99 saflık kabul edilmektedir.

Günümüzde, bazı yerel yetkililer, eski düzen ve kurallardan dolayı %99,5 saf oksijeni tercih etmektedir.

Klinik anesteziyoloji pratiğinde klasik kitaplar "National Fire Protection Association"(NFPA) ve

The Health Technical Memorandum 2022 (HTM 2022) %99 ile 99.5 arasında saflıktaki oksijen kullanımını önermektedir. Söz konusu kaynakta, (NFPA) %99 saflıktaki oksijeni Amerikan Farmakopisi ve HTM 2022'ye dayanılarak belirtmiştir. Ancak, NFPA yangından korunmak için standartlardan bahsetmekte olup bu amaçla alınabilecek gerekli önlemleri de anlatır. HTM 2022 ise hastanelerdeki pipeline standartlarını açıklar ancak kullanılacak gazın saflığı içeriğinde mevcut değildir.²

FDA, USP, CSA ve ISO10083, TSE ISO 10083 tarafından uluslararası spesifikasyonlara göre solunabilir medikal oksijenin saflık değeri %93 (+ %3) olarak kabul edilmiştir. Buna karşın The United States Pharmacopeia (USP), %93 saflığı ayrı başlık altında ele almış ve bu konsantrasyonda oksijenin depolanma silindir ve konteynırlarında respiratuar irritasyona neden olabilecek oksitler, sedatifler veya anesteziik maddeler ve benzer bileşiklerin bulunmaması gerektiği vurgulanmıştır.

Hastanelerde tanklarda depolanan likit oksijenin günlük %1 ile %4 kayba uğraması, hastane borularında yüksek basıncın oluşmasına mani olmak açısından normal kabul edilir. Ancak, bu durum PSA oksijen jeneratörü için bir faktör değildir, çünkü üretilen tüm oksijen hiçbir kayıp olmadan kullanılabilir.

Bu sistemler ideal olarak, hastanenin uygun olarak belirlenen yerine yerleştirilmeli ve geçmişe dönük oksijen kullanma verileri ile hastane için gerekli olan kapasite tesbit edilerek, buna göre kurulumla ilişkin özelliklere karar verilmelidir.

PSA oksijen sistemi ile, oksijenin hastaneye tesliminde (bayram, hafta sonu, tatiller) yaşanan sorunların yanı sıra diğer masraflar ve patlama tehlikesine karşı alınacak önlemlerde tasarrufa gidilebilmektedir. Günümüzde, Türkiye'de üretim yapan firmalar kendi kurdukları oksijen üretimini yapan bazı hastanelerin kazançlarını şöyle açıklamaktadırlar; örnek olarak ayda 12.000 TL medikal gaz maliyeti olan bir hastane, bu gün ayda 550 TL'ye aynı kapasitede medikal oksijeni elde edebilmektedir. 2006 yılında medikal gaz için 118.000 TL para veren bir hastane, kendi üretimi sayesinde aynı

kapasitedeki medikal oksijen maliyetini 8.000 TL'ye düşürebilmektedir. Bu sistemler sayesinde orta ölçekli bir hastane ayda ortalama 10.000 TL'lik tasarruf yapabilir.

Oksijen maliyetinden yüzde 80 tasarrufa oksijen makinesi kurulmasının standartları dünyada 1992'de ISO tarafından kabul edilmiş, daha sonra Amerikan Farmakopesi bunu kabul etmiştir. Zaten 2004 yılında da TSE yukarıda bahsi geçen standardı TSE ISO 10083 standart numarası ile Türk Standardı olarak kabul etmiştir.

Başta Avrupa ve Kanada gibi ülkelerin uzun zamandır kullandığı medikal oksijen üretim cihazlarının son yıllarda Türkiye'de de verimli bir şekilde kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Bu alanda yapılan çalışmalardan birinde %93 ve %99 saflıkta oksijen sağlıklı gönüllülere Mercury Tube-Valve-Mask aracılığı ile 2 L/dk, 3 L/dk ve 4 L/dk akım artırılarak solutulmuş ve %93 saflıkta oksijen kullanılır ise FiO_2 'yi attırmak için akımı artırmanın önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.³

Kanada'da 48 hastanede oksijen konsantratör sistemi olduğu ve 1996'da 30642 cerrahi operasyonda, 9415 yoğun bakım hastasında ve 364529 acil servis muayene odasında kullanıldığı saptanmıştır. Sonuçta toplam olarak 1026819 saat oksijen konsantratörü çalışmıştır. Bu da, bir gün yani 24 saat, %55'lik diliminde oksijen konsantratörünün çalıştığını göstermektedir. Bu çalışmada 48 hastanenin 43'ünün finansal analizinde çalışma süresinde oksijen maliyetinde %62 azalma sağlanmış, bununla birlikte oksijen konsantratörü kullanımına bağlı olarak hastalarda kritik bir durum bildirmesi olmaması da olumlu bir sonuç olarak belirtilmiştir.⁴

Bisharad ve ark.⁵ genel anestezi uygulanan 378 olguda yaklaşık %95 oksijen üreten konsantratörü kullandıklarını çalışmalarında oksijen konsantratörünün yetişkin ve çocuklarda güvenle kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Moll JR. ve ark.⁶ ise yaptıkları pilot çalışmada, PSA ile üretilen oksijenin güvenle kullanılabilirliğini ve taze gaz akımında oksijeni arttırabildiğini göstermişlerdir.

Klasik anestezyoloji referans kaynaklarından "Fundamental Principles and Practice of Anaesthesia'da, oksijen konsantratörü ile elde edilen %94.5 oksijenin %5.6 argon içerdiğini ve tam kapalı sistemlerde bu değerle teorik olarak argon birikmesine neden olabileceği belirtilmiştir.⁷

Gönüllüler üzerinde yaptıkları bir çalışmada anestezi makinalarına oksijen desteği, oksijen konsantratöründen sağlanıp bu anestezi makinalarında kapalı devrede solunum sistemi kullanılarak, solutulan kişilerde argon kümülasyonunu incelenmiştir. Bu çalışmada, katılımcılardan birincisi 310 ml/dk tidal, ikincisine 500 ml/dk⁻¹, üçüncüsüne 700 ml/dk⁻¹, dördüncüsüne 900 ml/dk⁻¹ ve beşincisine 2000 ml/dk⁻¹ taze gaz akımı oluşturacak şekilde anestezi uygulanmış ve 10 dk'da bir argon düzeyine bakılmıştır. 310 ml/dk⁻¹ akımda argon miktarının 120 dk sonunda daha fazla arttığı görülmüştür. Ancak bu artış miktarı zararlı bulunmamıştır. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar, total gaz akım oranını dakikada 1 litrenin ve oksijenin de %50 konsantrasyonunun altında kullanmamayı tavsiye etmişlerdir.⁸

Farelerde yapılan deneysel bir çalışmada ise uzun süre ile %80 argon ve %20 oksijenin atmosferik basınçta solutulması ile ciddi bir sorunla karşılaşmadığı bildirilmiştir.⁹

Gelişmekte olan ülkelerde de oksijenin temin edilmesi ve kullanılması önemli bir sorundur.¹⁰ Gelişmekte olan pek çok ülkede kriyojenik teknik kullanılarak taşınıp saklanan likit oksijen kullanılmakta ve bu da başta maliyet olarak önemli sorunlara sebep olabilmektedir.

Savaş sırasında "hands-free" anestezi sağlamak için cihazlar geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu cihaz oksijen kaynağı olarak oksijen konsantratörleri kullanılması planlanmaktadır. Bu alanda halen Datex-Ohmedanın devam eden çalışmaları mevcuttur.¹¹

World Federation of Societies of Anaesthesiologists'in yaptığı "2008 International Standards for a Safe Practice of Anaesthesia" toplantısında anestezi pratiğinde olması gerekenler bir kılavuz şeklinde yayınlamıştır. Bu kılavuzun komple anestezi uygulanacak yerlerde bulunması gereken ekipman bölümünde ise, hastaya işlem yapmak için kullanı-

lacak oksijenin temini amacı ile bir oksijen konsantratörü ya da bir oksijen tankı bulundurulması zorunludur şeklinde bir madde ilave edilmiştir.

Son yıllarda tüm dünyada mali kriz de göz önüne alınırsa verilen sağlık hizmetlerinin ucuz olması yönünde yaygın bir eğilim olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Bu bağlamda, hastanelerin finansal karları da göz önüne alınıp, daha ucuz oksijen kaynakları sağlanması amacıyla çalışmalara başlanmıştır. Ucuz oksijen elde edilmesini sağlayan sistemlerin standartlarına uygun kurulduğunda ve işletildiğinde kar oranının %60-80 olabileceği anlaşılmaktadır. Elde edilen medikal oksijenin %100'e yakın bir saflıkta elde edilerek, nakliyesi sırasındaki kayıplardan daha az etkilenmesi idealdir. Ancak, bu saflıkta sağlanmasının getireceği mali külfet hastane işletmecilerini daha düşük, ancak pratik uygulamada sorun çıkarmayacak konsantrasyonda oksijen elde edebilmeyi düşündürür. Bu sebeple oksijen konsantratörleri veya oksijen üreten sistemler, yani hastanelerin oksijen elde etme ve taşıma aşamasındaki son birkaç basamağı kendi ortamlarında yapmaları ve çok daha ucuza mal etmeleri yöntemleri üzerinde durulmaktadır. Oksijenin %99-100 saflıkta olan şekilden çok daha ucuz olan %93 ± 3 saflıktaki bu oksijen, günümüzde dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır. Oksijen tedavisi alan bir hastada, oksijenasyonun yeterli olup olmadığı zaten birçok izlem metoduyla

riyle takip edilmektedir ve saf oksijen çok gerekli olmamaktadır. Ancak burada en önemli sorun, saf olmayan oksijenin konsantrasyonu ve saflığını bozan karışımların ne olduğudur. Oksijen üretim sistemleri ile üretilen gaz karışımının içerisinde maksimum %5 Argon bulunduğu belirtilmiş olup, teorik olarak kapalı sistemlerle anestezi uygulanan merkezlerde kümülyasyona yol açabileceğinden bahsedilse de, pratik kullanımda bu kümülyasyonun tehikeli olabileceğine ait bir bulguya rastlandığı gösterilememiştir.⁷

Biz kaynak taramamızda, medikal oksijen elde edilme yöntemleri, bu yöntemlerle elde edilme konsantrasyonları, pratik uygulamada %100'den daha düşük olarak %93±3 konsantrasyondaki oksijenin çıkarabileceği sorunlarla ilişkili komplikasyonların ne olduğunu açıklayan bir yazıya rastlamadık. Bu nedenle, hazırladığımız yazının, son yıllarda hızla artan oksijen konsantratörleri ve hastanelere oksijen üreten sistemler ile ilgilenen kişi ve kuruluşlara ısk tutabileceğini düşündük.

Sonuç olarak bu bilgiler ışığında, medikal oksijen elde edilmesinde oksijen konsantratörü ve hastanelere oksijen üreten sistemlerin kullanımının güvenli ve daha ucuz olabileceği; ancak üretici firmaların ulusal ve uluslararası standartlara göre sıkı denetim altında çalışmalarının gerekliliği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Smith WDA. A history of nitrous oxide and oxygen anaesthesia part 1: Joseph Priestley to Humphry Davy. *Br J Anaesth* 1965;37(10):790-8.
2. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Larson CP. *Clinical Anesthesiology*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2008. p.17-8.
3. Mitchell BE, Baker R, Gardner SM, Holloway AF, Todd LA. A Descriptive Study of The Percentage of Oxygen Delivered Using the Mercury Tube-Valve-Mask Breathing Circuit at 2 L/min Flow Rates. Texas: Texas Univ Health Science Center at Houston School of Nursing Report; 2002. p.99.
4. Friesen RM, Raber MB, Reimer DH. Oxygen concentrators: a primary oxygen supply source. *Can J Anaesth* 1999;46(12):1185-90.
5. Shrestha BM, Singh BB, Gautam MP, Chand MB. The oxygen concentrator is a suitable alternative to oxygen cylinders in Nepal. *Can J Anaesth* 2002;49(1):8-12.
6. Moll JR, Moll AV, Guttman A, Torres Filho IP, Ribeiro MC, Mathias LA. [Oxygen concentrators: evolution of inspired concentration of oxygen and repercussions in an anesthetized patient with CO2 absorber system. Pilot study]. *Rev Bras Anestesiol* 2007;57(6):649-57.
7. Hutton P. Delivery and Disposal of Gases and Vapours. In: Cooper GM, James FM III, eds. *Fundamental Principles and Practice of Anaesthesia*. 1st ed. London: Taylor&Francis; 2002. p.102-4.
8. Parker CJ, Snowdon SL. Predicted and measured oxygen concentrations in the circle system using low fresh gas flows with oxygen supplied by an oxygen concentrator. *Br J Anaesth* 1988;61(4):397-402.
9. Aldrete JA, Virtue RW. Prolonged inhalation of inert gases by rats. *Anesth Analg* 1967;46(5):562-5.
10. L'Her P, Tchoua R, Hutin R, Soumbou A, Yos P, Saissy JM. [The problem of oxygen in developing countries]. *Med Trop (Mars)* 2006;66(6):631-8.
11. Gegel BT. A field-expedient Ohmeda Universal Portable Anesthesia Complete draw-over vaporizer setup. *AANA J* 2008;76(3):185-7.