

Ventilatör Tedavisi

VENTILATOR TREATMENT

Ebru ERGENEKON*

*Dr..(fazi Üniversitesi (Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Neonatoloji BD, ANKARA

Özet

Ventilatör tedavisi ile ilgili literatür gözden geçirilmiş ve tedavüle uygulanan ventilasyon modları. ventilatör terimleri tanımlanmıştır:

Yazıda ayrıca vcutllasyon tedavisinde güncel olan senkrouze ventilasyon ve yüksek frekanslı ventilasyon anlatılmıştır. Nitrik oksit ve sıvı ventilasyon uygulamalarından kısaca söz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ventilator tedavisi, Çocuk

T Klin Pediatr 1998, 7:145-150

İlk entübasyon M.O. 400 yıllarında yapılmış olmasına karşın, solunum desteği ile ilgili ilk gelişmeler 16-17. yüzyıllarda olmuştur. İlk kez 1887'de pozitif basınçlı ventilasyon uygulanmış ve 1950'lerde de ilk hasta devirli ventilatör kullanılmıştır. Bugünkü anlamda sürekli akım ventilatörleri ise 1971'den itibaren geliştirilmiştir (1).

Mekanik ventilasyon, tanım olarak solunum yetmezliği yani karbondioksit retansiyonu ya da oksijenizasyon sorunu olan ya da solunum işi aşırı derecede artmış olan hastalara uygulanan yapay solunum desteğidir. Ventilatör tedavisi bağlamında ise ventilasyon ve oksijenasyon farklı anlamlarda kullanılır.

Ventilasyon; akciğerlere gaz transportu ve karbondioksit atılımı.

Çeliş Tarihi: 02.07.1998

Yazıma Adresi: Dr.Ebru ERGENEKON
Gazi Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve
Hastalıkları AD, Neonatoloji BD.
ANKARA

T Klin .1 Pediatr IJYS. 7

Summary

Literature regarding ventilator treatment has been reviewed and. different ventilation modes and terms have been explained.

In addition synchronized ventilation and high frequency ventilation has been defined as actual ventilation techniques. Nitric oxide and liquid ventilation have been mentioned briefly.

Key Words: Ventilator treatment, Children

T Klin J Pediatr 1998, 7:145-150

Oksijenasyon; Kana yeterli oksijen sağlanması, yani alveoler düzeyde yeterli difüzyon ve ventilasyon perfüzyon uyumunu ifade eder.

Solunum işi ise, akciğerlere gaz transportu sırasındaki fiziksel aktivite ve bu nedenle tüketilen enerji ve oksijen anlamına gelir. Akciğer hastalıklarında solunum işi artmıştır. Örneğin solunum işi RDS'li bebeklerde %50, bronkopulmoner displazili bebeklerde %25 artmıştır (1). Solunum işi çok arttığında oksijenasyon yetersiz kalabilir ve metabolizma anaerobik yola kayar. Aşırı laktat oluşumu sonucu metabolik asidoz gelişir. Böyle hastalarda arteriyal karbondioksit düzeyi normal olsa bile. metabolik asidoz solunum yetmezliğine işaret edebilir.

Çocuklarda ventilatör tedavisi yetişkinlere göre bazı farklılıklar gösterir. Bu nedenle çocukların solunum yollarının özelliklerinin bilinmesi yararlı olacaktır.

Çocuklarda Solunum Yollarının Özellikleri

1. Erişkinlere göre daha dardır.
2. Erişkinden farklı olarak en dar kısmı subglottik bölgedir.

3. Subglottik bölgede kola\ca steno/ yatla nekroz olabileceğinden ö/ellikle X yaşın altında kaili endoliakcal tüpler ktdlamlıua/.

4. I.kspiriumda glotlis daralarak 3cnu HyO basıncı civarında fizyolojik PEEP oluşturur, bu basınç İduksivonel re/.idiel kapasiteyi korumaya yöneliktir (2).

Solunum Sistemi Fizyolojik Prensipleri ve Kavramları

Elastik Rekoil: İerilniş cisimlerin başlangıçtaki konumuna dönme eğilimi anlamına gelir. Solunum sisteminde göğüs duvarı, akciğerler ve alveol içi yiizev geninin elastik rekoil özelliği gösterir. ("lastik rekoil fonksiyonel rezidüel kapasiteyi korumaya ve akciğer koHapsini ya da aşın dislansiyonunu önlemeye yönelik bir mekanizmadır (1).

Kompliaus: Akciğerlerde belli bir hacim genişlemesini sağlamak için gerekli olan basınç değişikliğidir.

V/P' cm' emil,O olarak ölçülür. Flastik rekoilını (ersi etki yaptır ve sistemin esnekliğini gösterir. Kompliaus ne kadar fazla ise sistem o katlat esnek demektir.

Rezistans: Hareket eden partiküllerin bir-biriyle ve solunum yolları ile olan sürtünmesi sonucu ortaya çıkar. Herhangi bir sistemin direnci

$$\frac{S \times \text{Viskozite} \times \text{Uzunluk}}{\text{Yarıçap}^4} \text{ olarak ölçülür.}$$

Buradaki viskozite gaz partiküllerinin viskozitesi, uzunluk ise hava yollarının uzunluğudur. Buna göre sistemin direnci uzunluk arttıkça ve solunum yolları daraldıkça artar. Örneğin solunum yolu yarıçapında yan yarıya olan bir azalma, havayolu direncinde 16 kat artışa yol açar. Üst solunum yolları özellikle burundaki direnç, solunum sistemindeki toplam direncin 2/3'ünü. larinks ise toplam solunum sistemi direncinin % 10 unu oluşturur.

Time ('onstan! (Zaman Sabiti): Akciğerlerin İnflasyon yada deflasyon hızını gösterir.

Ki (İime constan!) -• kompliaus X rezistans formülü ile hesaplanır (1).

İKt; tidal voltunun %63'ünün alveollerden ağza ulaşması için geçen süredir.

3KT: tidal voltunun %95'inin alveollerden ağza ulaşması yani akciğerlerin %95'inin deflasyonu için geçen süredir.

Normal bir yenidoğanda;

kompliaus = 0.005 İl/cmH20

rezistans = 30 cmH20/İt/sn

buna göre;

İKt = 0.15 sn.

3K(- 0.45 sn. Yani ekspirium için en az 0.45 sn.ık bir süreye gerek vardır. Fğer ekspirium için gerekli süre verilmezse akciğerlerde sürekli hava birikir ve uygunsuz PEEP denilen akciğer dislansiyonu oluşur.

Ventilatör Ferin vleri

1. Soluk volunını (Tidal volum = TV): Bir seferde akciğerlere alınan hava Yolumudur; 7-10 ml/kg kadardır Hastadan karbondioksit atılımında rol oynayan bir değişkendir.

2. Minute ventilation: Bir dakikada akciğerlere alınan hava miktarıdır. TV X solunum hızı ile belirlenir. Karbondioksit atılımında rol oynar.

3. İspiratııvar akım: Haşlanın solunumu sırasındaki hava akım hızıdır. Bebeklerde 2İt,dak.. büyük çocuklarda 10-15 İt/dak. kadardır. Günümüzde kullanılan sürekli akım ventilatörlerinde de hava akım hızı bu değerler göz önüne alınarak ayarlanmaktadır.

4. PIP ("Peak inspiration pressure"): İnspirasyon sırasında akciğerlere uygulanan en yüksek basınçtır. Ventilatörün kontrol sistemine göre değişken yada sabit olabilir. Basınç sınırlı ventilatörlerde hastanın kompliansı ne olursa olsun verilen basınç sabit kalır. Volum sınırlı ventilatörlerde ise PIP haşlanın kompliansına göre değişir. Kompliaus düşükse , belirlenmiş olan volunını verebilmek için daha yüksek basınçlara çıkılır. Kompliaus arlımıssa belirlenen hacim daha düşük basınç ile hastaya verilir. PİP, ventilasyonu yani karbondioksit atılımını ve oksijenasyonu arttıran bir değişkendir.

5. PEEP ("positive end expiratory pressure"): Ekspiriumun sonunda alveollerde kalan hava basıncıdır. Mekanik ventilasyon sırasında da fonksiyonel rezidüel kapasiteyi korumak amacıyla sürekli uygulanır. Fizyolojik PEEP 3 cm İI,O

basıncındadır. Mekanik ventilasyon sırasında hastanın gereksinimine göre ayarlanır. Oksijenasyonu arttıran bir değişkendir.

6. IT ("Inspiratory time"): İspirasyon zamanı, hastaya göre değişiklikler gösterebilen bir parametredir. Örneğin yenidoğanlarda inspirasyon zamanı 0.25-0.35 sn. olarak ayarlanırken, daha büyük çocuklarda 0.5 sn. olarak ayarlanmaktadır. İspirasyon zamanı oksijenasyonu arttıran bir değişkendir, ancak "time constant" ve ventilatör hızı göz önüne alınarak ayarlanmalıdır.

7. I/E oranı: İspirasyon ve ekspirasyon sürelerinin birbirine oranı, uygunsuz PEEP ve akciğerlerin aşırı distansiyonunun önlenmesinde önemlidir. Bu oranın birden büyük olmasına çok nadir haller dışında izin verilmemelidir.

8. Hız: Ventilatördeki solunum hızı hastaya göre değişir. İspirasyon zamanı, I/E oranı ve solunum hızının birlikte düşünülmesi gereklidir, çünkü birinde yapılan bir değişiklik diğerlerini de etkilemektedir. Genel olarak hız, karbondioksit atılımını yani ventilasyonu etkileyen bir değişkendir.

9. MAP ("Mean airway pressure"): Herhangi bir zamanda akciğerlerde bulunan ortalama basınçtır. Her insüluvar siklusa eğrinin altında kalan ile hesaplanır. PIP, PEEP, IT ve hız MAP'ı arttırır MAP ise oksijenasyonla doğrudan ilgilidir. Bu şekilde, MAP'ı arttıran her değişken oksijenasyonu da arttırmaktadır (1).

10. ("Compressible volume": Ventilatörün devreleri içindeki hacimdir. Hastaya ulaşmadığından bir bakıma ölü boşluk olarak kabul edilebilir. Standard bir ventilatör devresinde hacim 1000 ml.dir. Bir erişkinin total akciğer kapasitesi ise 5000-6000 ml.dir. Bu durumda, ventilatör devresinin hacmi fazla sorun yaratmaz. Ancak 3 kg. ağırlığında bir bebekle total akciğer kapasitesi 200 ml.dir. İki düşük hacimli ventilatör devresi ise 200 ml.dir. Bu nedenle, özellikle küçük bebeklere verilecek hacimleri ayarlarken, ventilatör devresinde kalıp hastaya hiç ulaşmayan bu hacmi hesaba katmak gereklidir (2).

11. Senkronizasyon: Ventilatörün hastanın solunum çabasını algılayıp, onunla eş zamanlı olarak solunum yaptırması demektir.

Ventilatörün algılama sistemleri;

1. Akım yani hastanın inspiriyon yaparken oluşturduğu hava akımı ile,

2. Basınç yani hastanın inspiriyon yaparken oluşturduğu negatif basınç ile,

3. Hastanın karın duvarı hareketleri ile (diklenebilir).

Bu ventilatörlerin çocuklarda kullanılanlarının, düşük basınç yada akımı değişikliklerine duyarlı cevap sürelerinin kısa olması, hastanın yorulmaması açısından gereklidir.

Ventilatör Tedavisi Endikasyonları

Mekanik ventilasyon klinik yada laborantvar olarak, solunum yetmezliği bulguları gösteren ya da solunum işi aşırı derecede artmış hastalara ve bunun dışında nörolojik nedenlerle solunum desteği gerektiren hastalara uygulanmalıdır. Bu tanımlamalara göre mekanik ventilasyon endikasyonları şunlardır (3).

*Apne, solunum arresli, solunum eforunun azalması, ciddi üst solunum yolu obstrüksiyonları

*Asistol, periferik vasküler kollaps, aşırı bradikardi ya da (aşıkardi)

*Koma, fiziksel uyarılara cevapsızlık, zayıf öğürme ve öksürük refleksi, solunum kasları felci ile giden paralitik hastalıklar

*Prerenalite, ağır metabolik asidoz, sepsis

*Laborantvar (Arteriyal kan gazları):

%100 oksijen soluyan bir hastada:

PaO₂ < 50-60 mmHg

Oksijenasyon indeksi P-20

Arteriyal-alveoler oksijen oranı < 0.75

PaCO₂ > 55-65 mmHg,

Metabolik yada respirantvar asidoz:

pH 7.25-7.30 (3,4)

Ventilatördeki Hastanın İzlenimi

Ventilatör tedavisine başlarken, tüm bağlantıların gerekliliği gibi yapılıp yapılmadığı, oksijen ve hava girişlerinin bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilmeli, ventilatör üzerinde gereken ayarlamaların yapıldıktan sonra hasta bağlanmadan test edilmelidir. Hasta mutlaka monitörize edilmeli ve vital bulguları yakından izlenmelidir.

Solunum havasının nemlendirme ve ısıtılması da unutulmaması gereken bir durumdur.

Solulan gazların 32-37°C kadar ısıtılması ve %80-100 oranında nemlendirilmesi gereklidir. Fizyolojik koşullarda bu görevi üst solunum yolları yapar; ancak hastaların entübe edilmesi ile üst solunum yolları devre dışı kaldığından, bu işlemlerin ventilatör sistemine eklenen bir nemlendirici ve ısıtıcı ile yapılması sağlanmalıdır. Nemlendirme gereği gibi yapılmadığı takdirde nekrotizan trakeo-bronşit gelişebilir.

Ventilatördeki hastanın izleminde altın standard arteriyel kan gazlarıdır. Ventilatör ayarlarında bir değişiklik yaptıktan 15-20 dakika sonra arteriyel kan gazları denetlenmelidir. Ventilatör ayarlarında seyrek aralıklarla büyük değişiklikler yapmaktansa, sık sık küçük değişiklikler yapmak daha uygundur.

Ventilatör parametrelerinde yapılacak değişiklikler ve tolere edilebilecek kan gazı değerleri yaşa ve hastalığa göre değişir.

Örneğin; RDS'li bir yenidoğanda kan PH'sı 7.25, PaCO₂ 50-55 mmHg ve PaO₂ 50-70 mmHg arası değişiklik yapmaksızın tolere edilirken,

Yenidoğanın persistan pulmoner hipertansiyonunda kan PH'sı 7.4-7.5, PaCCVde 30-35 mmHg ve PaO₂ 100-150 mmHg civarında tutulmak istenir.

Pnömoni bir süt çocuğunda da kan PH'sı 7.4-7.45, PaCO₂ 30-40 mmHg ve PaO₂ 80-100 mmHg civarında tutulmak istenir.

Flastada oksijenasyon yeterli değilse ventilatörde değiştirilmesi gerekenler: PEEP, IT, PIP ve verilen oksijen konsantrasyonu yani FiO₂'dir. PEEP ve PIP'in artırılması ve uygunsuz PEEP oluşturmayacak yada I/E oranını tersine çevirmeyecek şekilde IT'nin artırılması oksijenasyonu olumlu yönde etkiler. Aynı şekilde FiO₂'nin artırılması da oksijenasyonu düzeltebilir. Ancak yapılan her değişikliğin sonucunu iyi gözlemek ve hastaya başka bir zarar vermediğinden emin olmak gereklidir. Örneğin PEEP'teki artış pulmoner venöz dönüşü ve kardiyak outputu azaltabilir. FiO₂'nin artırılması oksijenin toksik etkilerine neden olabilir.

Karbondioksit atılımı yetersiz ise PIP ya da solunum hızının artırılması minute ventilasyonu arttırarak karbondioksit atılımını sağlayacaktır. İleri derecede atelektazi varsa PEEP'teki 1-2 cm

H₂O'luk bir artışta alveol ventilasyonunu düzeltip karbondioksit atılımını sağlayabilir (1,2).

Bazı ünitelerde günlük yada haftalık solunum fonksiyon testleri de ventilatördeki hastanın izleminde kullanılmaktadır (1,2). Bu durumda ventilatördeki değişiklikler hastanın kompliansı ve havayolu direncindeki değişime göre yapılmaktadır.

Ventilatör tedavisinde unutulmaması gereken en önemli nokta, mekanik ventilasyonun asla fizyolojik bu olay olmadığı ve mümkün olan en kısa sürede hastanın kendi solunumuna geçilmesi gerekliliğidir. Bu nedenle ventilatörde yapılacak değişikliklerin hasta tolere ettiği ölçüde bu amaca yönelik olması gereklidir.

Ventilatör Tipleri ve Özellikleri

1. Volum sikluslu ventilatörler
2. Basınç sikluslu ventilatörler
3. Zaman sikluslu ventilatörler
4. Akım sikluslu ventilatörler
5. Karışık sikluslu ventilatörler
6. Yüksek frekanslı ventilatörler

Günümüzde en fazla kullanılan karışık sikluslu, yani iki ayrı parametrenin birlikte ayarlandığı ventilatörlerdir. Bunlardan da en sık kullanılanlar zaman sikluslu volum kontrollü ventilatörler ve zaman sikluslu basınç kontrollü ventilatörlerdir.

Zaman Sikluslu Volum Kontrollü Ventilatörler: Bu ventilatörlerde inspirasyon zamanı ve bu süre içinde hastaya verilecek olan hacim belirlenir. Uygulanan basınç ise hastanın kompliansı ve direncine göre değişir. Bu tip ventilasyon kafsız cudotrakeal tüplerin kullanıldığı ve bu nedenle tüpün kenarlarından hava kaçacağı olan hastalarda çok uygun değildir.

Ayrıca hava kompliansı yüksek akciğer alanlarına daha kolay gideceğinden atelektatik bölgeler daha az havalanıp, havalanmadaki eşitsizliği artırılabilir (2).

Zaman Sikluslu Basınç Kontrollü Ventilatörler

Bu ventilatörler, pediatrik yaş gruplarında en çok kullanılan ventilatörlerdir. Ventilatörde inspirasyon süresi ve bu süre içinde hastaya uygu-

lanacak en yüksek basınç ayarlanır. Verilen hacim ise hastanın komphansına göre değişkendir. Bu tip ventilator, özellikle kafsız endotrakcal tüplerin kullanıldığı hastalarda daha uygundur.

Ventilasyon Modları

1. IMV (Intermittant mandatory ventilation): Ventilator hastadan bağımsız olarak önceden belirlenmiş bir solunum hızıyla hastayı solutur. İnspirasyon zamanı ve ventilatörün tipine göre maksimum basınç yada hacim de önceden belirlenmiştir. Günümüzde çok uygun bir ventilasyon modu olarak kabul edilmemektedir.

2. SİMV (Synchronized intermittent mandatory ventilation): Önceden belirlenmiş sayıda solunum, ventilator hasta tarafından tetiklendiğinde hastaya verilir. Basınç/Hacim ve inspirasyon zamanı yine önceden belirlenmiştir. Hastanın kısmen de olsa kendi istediği şekilde solumasına imkan tanıdığından tercih edilmektedir (5).

3. A/C (Assist/Control): Hastanın her solunum çabası, ventilator tarafından algılanır ve cevaplandırılır. Bu ventilasyon modunda I/E oranını kontrol etmek mümkün değildir. Bu nedenle çok hızlı soluyan hastalarda uygunsuz PEEP gelişebilir. Basınç/Hacim ve inspirasyon zamanı belirlenmiştir (5).

4. Pressure support: Bu ventilasyon modunda ventilator, hastanın spontan solunumuna önceden belirlenmiş bir basınçla destek verir. Böylelikle daha az eforla aynı tidal volum yada aynı eforla daha çok tidal volum sağlanır. Hasta inspirasyon süresini, solunum hızını kendisi ayarlar. Ventilator hastanın inspiriumunu tamamladığını algılayınca akımı keser ve hastanın kolayca ekspirium yapması sağlanır. Bu gün için fizyolojik olana en yakın ventilasyon modu olarak kabul edilmektedir. Bu ventilasyon modunun uygulanabilmesi için hastanın mutlaka spontan solunumu olmalı ve ventilator çok hassas olmalıdır. Daha çok hastaları ventilatörden ayırırken kullanılan bir ventilasyon modudur (2,5).

Ventilator Tedavisinde Yenilikler

1. Yüksek hızlı ventilatörler: *HFPV*

Jet ventilator

Os ilalar

2- Nitrik oksit

3- Sıvı ventilasyon

Yüksek Hızlı Ventilatörler

Yüksek hızlı ventilatörlerde amaç, hastada daha az barotravma yaparak istenilen gaz alışverişinin sağlanmasıdır. Özellikle önceden yüksek basınç yada hacim ile ventile edilmiş olup iyi sonuç alınmamış olan hastalarda, hava kaçaklarında ve son yıllarda prematüre bebeklerin RDS'lerinde tercih edilmeye başlanmış olan bir ventilasyon yöntemidir. Üç şekilde uygulanmaktadır.

HFPV (high frequency positive pressure ventilation): Konvansiyonel ventilatörlerle, yüksek hız uygulanması esasına dayanır. Ventilator hızı 60-150/dak. arasındadır (6). Uygulama alanı sınırlı kabul edilen bir ventilasyon şeklidir.

Jet Ventilator: Solunum hızı 150-600/dak. arasındadır. Çok düşük bir hacim, çok büyük bir hızla hastanın hava yollarına itilir, bu sırada alveollerden gelen havanın dışarı itilmesi de sağlanır ("axial inflow, marginal outflow"). Özellikle hava kaçakları olan hastalarda düşük basınçlarda karbondioksit atılımını sağlar. Akciğerde ateiktazi oluşturma ihtimali olduğundan beraberinde düşük basınç ve hızla çalışan konvansiyonel ventilator kullanımı gereklidir. Jet ventilasyon uygulanan hastalarda %2-4 oranında nekrotizan trakeobronşit gelişebilir (6).

Osilatör: Osilatörler, hava yolu vibratörleri olarak da adlandırılırlar.

Solunum hızı 15-25 hertz= 900-1500/dak. arasındadır. Jet ventilatörde olduğu gibi hastanın soluk volumundan çok daha düşük hacimde hava solunum yollarına gönderilir. Hem inspirium hem de ekspiriumun aktif olduğu bir ventilasyon şeklidir (6). Hastaya hiç kütle halinde gaz transferi olmaz, her siklusta soluk volumunun %5'i değişir. Oksijenasyon sorunu ve heterojen havalanması olan hastalarda yararlıdır

Nitrik Oksit: Renksiz kokusuz bir gazdır. İnhalasyonla verildiğinde selektif pulmoner vazodilatasyon yapar. Ycnidoğanın persistan pulmoner hipertansiyonunda etkilidir. Pulmoner basıncı yüksek kardiyak hastalarda da kullanılabilir. Yüksek dozları direk toksik etki yada methemoglobinemi yapabilir. Halen uzun vadedeki yan etkileri bilinmemektedir (7).

Sıvı Ventilasyon: Perflorokarbon bileşiklerinin kullanıldığı deneysel bir ventilasyon şek-

lıdır. Perflorokarbon (PFC) bileşikleri renksiz, kokusuz, yüzey gerilimi düşük, lipid alkol ve su ile tepkimeye girmeyen mert bileşiklerdir. Viskoziteleri yüksek, dilüsyon katsayıları fazladır. Emifimleri hemen hemen hic yoktur ve akciğerlerden atılırlar. Oksijenin bu bileşiklerde çözünürlüğü yüksektir, ayrıca PFC bileşiklerinin radyoopak özellikleri görüntüleme için yararlıdır.

PFC ile ventilasyon 1989'dan beri terminal dönem solunum yetmezliği olan yaklaşık 100 hastada kullanılmıştır; total yada parsiyel sıvı ventilasyon şeklinde uygulanmaktadır. Total sıvı ventilasyonda solunum hızı 3-5/dak, TV:15ml/kg olarak uygulanmaktadır. Parsiyel sıvı ventilasyonda ise akciğerler PFC ile doldurulup, sonra gaz ventilasyonla solunuma devanı edilmektedir. RDS. mekoniyum aspirasyonu olan yenidoğanlarda ve solunum yetmezliğindeki erişkinlerde kullanılıp başarılı sonuçlar alınmıştır. En uzun kullanım RDS'li prematürelde olup 96 saattir (8.9).

KAYNAKLAR

- Harris T, Wood B. Physiologic principles, in: Goldsmith JP, Karolkin PII ed. Assisted Ventilation of the Neonate. Philadelphia: WB Saunders Company. 1996: 21-69.
- Miyasaka K. Mechanical ventilation. In: Holbrook P ed. Textbook of Pediatric Critical Care. Philadelphia: WB Saunders, 1993: 442-64.
- Pagtakhan RD, Pasterkamp II. Intensive care for respiratory disorders. In: Cherniek V, Kcndig LI. ed. Disorders of the Respiratory Tract in Children. Philadelphia: WB Saunders Company. 1991: 205-24.
- Byron YA, Clooskey K. Respiratory system. In: Byron YA, Vic Clooskey K ed. Evaluation Stabilization and Transport of the Critically Ill Child. St.Louis: Mosby-Year Book Inc. 1992: 17-56.
- Dorm SM, Nicks JJ. Special ventilatory techniques and modalities 1: Patient-triggered ventilation. In: Goldsmith JP, Karotkin EH ed. Assisted Ventilation of the Neonate. Philadelphia: WB Saunders Company. 1996: 215-28.
- Clark RH. High frequency ventilation. J Pediatrics 1994; 124; 5 (1):661-70.
- Roberts JD, Lineman JR, Morin FC, Shaul PW. Inhaled nitric oxide and persistent pulmonary hypertension of newborn. New Engl J Med 1997; 336:605-10.
- Hirsch RB, Pranikoff T, Ganger P, Schreiner RI, Dechen R, Bartlett RH. Liquid ventilation in adults, children and full-term neonates. Lancet 1995; 346:8984: 1201-02
- Leach CL, Greenspan JS, Rubeustcin D, Shaffer TIL. Partial liquid ventilation with perflubron in premature infants with severe respiratory distress syndrome. New Engl J Med 1996 335: 761-7.