

İnvazif Mekanik Ventilasyon Uygulaması ve Mekanik Ventilasyon Uygulanan Hastanın Bakımı

Invasive Mechanical Ventilation and Care of the Patient with Mechanical Ventilation

EMİNE TÜRKMEN*

ÖZET

Mekanik ventilasyon, bu amaçla tasarlanmış bir cihaz aracılığı ile hastaya solunum desteğinin sağlanmasıdır. Çeşitli nedenlerle akut solunum yetmezliği olan olgularda solunum iş yükünü azaltmak, hipoksemi ve akut solunum asidozunu düzeltmek amacıyla uygulanır. Mekanik ventilasyon uygulanan hastaya bakım veren ekibin mekanik ventilasyon endikasyonlarını, mekanik ventilatörde kullanılan modları, ayarları, ventilatörle ilgili alarm nedenlerini ve bunların çözümüne ilişkin girişimleri iyi bilmesi gerekir. Mekanik ventilasyon uygulamaları ile ilgili literatürde birçok araştırma vardır. Mekanik ventilasyon uygulanan hastaların bakım ve takibinde, bu araştırma sonuçlarından yararlanılarak, kanıta dayalı ortak bakım planlarının oluşturulması bakımın iyileşmesini sağlayacak ve maliyetleri düşürecektir. Bu maktelede; mekanik ventilasyonda sık kullanılan modlar, ventilatörde karşılaşılabilecek alarmlar ve bunların çözümü ile birlikte, mekanik ventilasyondaki hastanın izlenmesi ve bakımında kullanılabilecek kanıta dayalı uygulamalara yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Mekanik ventilasyon; ventilatör modları; ventilatör ayarları; hasta değerlendirme; hasta bakımı.

ABSTRACT

Mechanical ventilation consists of providing respiratory support for patients by means of a machine designed for this purpose. In cases of acute respiratory failure caused by various factors, mechanical ventilation is used to decrease the ventilatory workload and regulate oxygenation and acute respiratory acidosis. The health team involved in administering mechanical ventilation during the care of a patient must be well informed about the indications for mechanical ventilation, the modes and settings used in the process, alarm factors and the intervention to be applied in such cases. There are many studies in the literature concerning the application of mechanical ventilation. Making use of these studies in the care and monitoring of patients requiring mechanical ventilation and creating evidence-based care plans will improve the quality of care and also reduce costs. This article encompasses a description of the modes of mechanical ventilation most frequently used, the types of alarms that can be encountered during ventilation along with the action needed to remedy such cases, as well as a review of the evidence-based applications that may be used in patient monitoring and care.

Key Words: Mechanical ventilation; ventilator modes; ventilator adjustments; patient assessment; patient care.

İnvazif Mekanik Ventilasyon Nedir?

Mekanik ventilasyon (MV), bu amaçla tasarlanmış bir cihaz aracılığı ile hastaya solunum desteğinin sağlanmasıdır. Endotrakeal tüp veya trakeostomi tüpü gibi yapay hava yolu aracılığı ile MV desteğinin sürdürülmesi, "invazif mekanik ventilasyon" olarak adlandırılır.^[1] Hava yolu açıklığını koruyamayan ve/veya akciğerlerinde yeterli gaz

alışverişi olmayan olgularda endotrakeal (ET) entübasyon ve mekanik ventilasyon desteği gerekir (Tablo 1). Akut solunum yetersizliği; kan pH'nin 7.25 veya altında olması, parsiyel arteriyel karbondioksit basıncının (PaCO₂) 50 mmHg veya üzerinde olması, ciddi hipoksemi ise parsiyel arteriyel oksijen basıncının (PaO₂) 50 mmHg ve altında olması olarak

* E Türkmen, Yard. Doç. Dr.
Koç Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu, Öğretim Üyesi
Semahat Arsel Hemşirelik Eğitim ve Araştırma Merkezi (SANERC), Müdür
Güzelnahçe Sk. No:20, 34365 Nişantaşı / İstanbul
Tel.: 0 212 311 26 41 Fax: 0 212 311 26 30
e-posta: emturkmen@ku.edu.tr

tanımlanır.^[2,3] Solunum güçlüğü (distresi) solunum yetersizliğine dönüşebileceğinden, bu hastaların çok yakından izlenmesi ve ivedilikle gerekli bakım ve tedavilerinin başlatılması gerekir. Burada hemşireye önemli sorumluluklar düşmektedir.^[3]

Ventilatör Tipleri Nelerdir?

Ventilatörler; solunum fonksiyonunun yapay olarak devam ettirilmesinde kullanılan cihazlardır. Negatif ve pozitif basınçlı ventilatörler olarak ikiye ayrılırlar. **Negatif basınçlı ventilatörler**; daha çok 1940'lı yıllarda kullanılmıştır.^[2,4] Tank şeklinde yapılmış olup hasta tankın içine yatırılmakta ve alet hastanın göğsüne negatif basınç uygulayarak solunumu başlatmaktadır. **Pozitif basınçlı ventilatörler ise** endotrakeal tüp, trakeostomi tüpü veya çeşitli maskeler aracılığı ile hastanın akciğerlerine pozitif basınç uygulayarak solunumu sağlamaktadır (Şekil 1).^[3,4] Piyasada çok sayıda üretilmiş ventilatör çeşidi vardır. Yoğun bakım ünitelerinde kullanılan ventilatörlerde bulunan modların, ventilatörde yapılması gerekli ayarlamaların ve alarm sistemlerinin hemşire ve diğer ilgili sağlık ekibi üyeleri tarafından iyi bilinmesi gerekir.^[3]

Tablo 1: Solunum Yetmezliği Nedenleri ^[2,3]

✓ Sinir sistemi; kafa travması, poliomiyelit, boyun kırıkları, ilaç zehirlenmeleri
✓ Kas iskelet sistemi; Myastenia Graves, Guillain-Barre sendromu, yelken göğüs, skolyoz
✓ Solunum sistemi; havayolu tıkanıklıkları, larenks ödemi, bronşit, astma, amfizem, pnömoni, fibroz, pulmoner emboli
✓ Kardiyovasküler sistem; konjestif kalp yetmezliği, sıvı yüklenmesi, kalp cerrahisi, miyokard infarktüsu
✓ Gastrointestinal sistem; mide içeriğinin aspirasyonu
✓ Hematolojik sistem; yaygın damar içi pıhtılaşma
✓ Genitoüriner sistem; böbrek yetmezliği

İnvazif Mekanik Ventilasyonda Kullanılan Modlar Nelerdir?

Mod; pozitif basınçlı mekanik ventilasyonda, ventilatörün inspiyuma başlama şekli ya da hastayı ventile etme biçimidir.^[2,4]

Mekanik ventilasyonda sık kullanılan solunum modları, kontrollü ve destekli solunum olarak başlıca iki gruba ayrılır. Hangi modun kullanılacağı, hastanın durumuna ve tedavideki hedeflere bağlıdır. Değişik firmalarca üretilen farklı özelliklerdeki



Şekil 1: Pozitif basınçlı ventilatör

ventilatörlerde aşağıda açıklanan modların hepsi bulunmayabilir (Tablo 2, Şekil 2).^[4]

Kontrollü modlar; spontan solunumu olmayan veya varolan yetersiz solunumu sedatif ya da nöromusküler bloker ilaçlar ile baskılanmış hastalar için tasarlanmış modlardır.^[2,4] Basınç kontrollü veya hacim kontrollü olabileceği gibi her ikisi birlikte de olabilir (Şekil2). Bunlar; "hacim kontrollü (volume

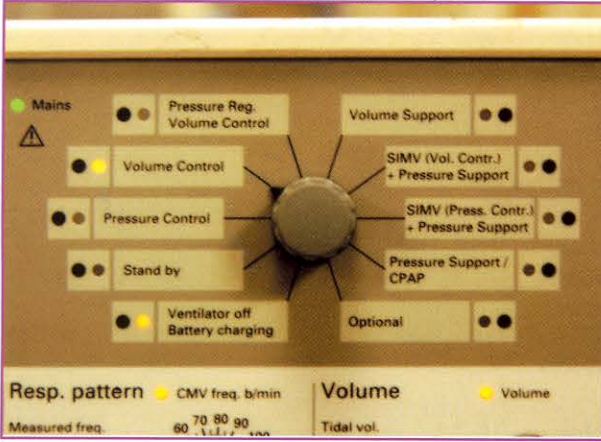
Tablo 2: Ventilatör Modları ^[2,4,6-9]

Mod	Ayarlanması Gerekli Parametreler
Volum kontrol (VC)	Mod, FiO ₂ , V _T , solunum sayısı, I/E oranı, PEEP düzeyi, alt ve üst alarm sınırları
Basınç kontrol (PC)	Mod, FiO ₂ , inspirasyon basınç destek seviyesi, solunum sayısı, I/E oranı, PEEP düzeyi, alt ve üst alarm sınırları
Basınç düzenlemeli Hacim kontrol (PRVC)	Mod, FiO ₂ , V _T , solunum sayısı, I/E oranı, duyarlılık seviyesi, PEEP düzeyi, alarmlar
Yardımlı/Kontrol (A/C) (Hacim ayarlı)	Mod, FiO ₂ , V _T , solunum sayısı, I/E oranı, duyarlılık seviyesi, PEEP düzeyi, alarmlar
Yardımlı/Kontrol (A/C) (Basınç ayarlı)	Mod, FiO ₂ , inspirasyon basınç destek seviyesi, solunum sayısı, I/E oranı, duyarlılık seviyesi, PEEP düzeyi, alarmlar
SIMV (Hacim kontrol)	Mod, V _T , SIMV solunum sayısı, I/E oranı, duyarlılık seviyesi, FiO ₂ , PEEP düzeyi, alarmlar
SIMV (Basınç kontrol)	Mod, FiO ₂ , inspirasyon basınç destek seviyesi (pressure control level above PEEP), zorunlu solunum sayısı, I/E oranı, duyarlılık seviyesi, PEEP düzeyi, alarmlar
Basınç destek (PSV)	Mod, FiO ₂ , inspirasyon basınç destek seviyesi (pressure support level above PEEP), duyarlılık seviyesi, PEEP düzeyi, ekspirasyon tidal volümü, alarmlar
CPAP*	Mod, FiO ₂ , CPAP/PEEP seviyesi, alarmlar

* Bu modda CPAP/PEEP seviyesinin kesinlikle ayarlanması gerekir.

control=VC)", "basınç kontrollü (pressure control=PC)", "basınç düzenlemeli hacim kontrollü (pressure regulated volume control=PRVC)" ve "yardımlı/kontrol (assist/control=A/C)" modudur.^[5,6-9]

Destekli modlar; kendiliğinden soluyabilen, ancak ventilasyonu yeterli olmayan hastalarda solunumun desteklenmesi için kullanılan modlardır (Şekil 2). Bunlar; "hacim destekli (volume support=VS)", "eşzamanlı aralıklı zorunlu solunum (synchronized intermittent mandatory ventilation=SIMV)", "basınç destekli (pressure support=PS)" ve "sürekli pozitif havayolu basıncı (continous positive airway pressure=CPAP)" modudur.^[5,6-9]



Şekil 2: Ventilatör modları

Ventilatörde Hangi Parametreler Ayarlanmalıdır?

Ventilatörde ayarlanacak parametreler seçilen moda ve hastanın durumuna göre değişir. Ventilatörde oksijen konsantrasyonu, tidal volüm, basınç seviyesi, solunum hızı, akış hızı, inspirasyon/ekspirasyon oranı, tetik duyarlılığı, üst basınç sınırı ve dakika volümü ile ilgili alarm sınırlarının ayarlanması gerekir.^[6] Her bir mod ile ilgili ventilatörde ayarlanması gereken parametreler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Kullanılacak mod; hasta için uygun mod seçilir (Tablo2).

Oksijen konsantrasyonu (fraction of inspired oxygen=FiO₂); %21 ile %100 arasında ayarlanabilir. Eğer, hastanın PaO₂ değeri bilinmiyor ise %60-100 arasında; kan gazları biliniyorsa, PaO₂ seviyesi 60 mmHg'nın üzerinde, periferik oksijen satürasyonu (SpO₂) seviyesi %90'ın üzerinde olacak şekilde ve hastanın tolere edebildiği en alt düzeyde ayarlanması önerilir. Oksijen toksisitesi, absorpsiyon atelektazileri ve surfaktan yapımının azalmasını önlemek amacıyla, FiO₂ değerinin %50 ve altında tutulması hedeflenir.^[2-5]

Tidal volüm (tidal volume=V_T); inspirasyonda, ventilatör tarafından verilmesi istenen gaz hacmidir. Hacim kontrollü modlarda V_T ya da dakika volümü olarak ayarlanır. Basınç kontrollü ya da basınç destekli modlarda ise inspirasyon basınç

seviyesi ile dolaylı şekilde ayarlanır. Tidal volüm hastaya veya hastanın durumuna göre değişmekle birlikte, standart uygulamada 8-12 ml/kg, dakika volümü 5-10 L/dk olacak şekilde düzenlenir. Tidal volümün yüksek olmasının özellikle akut solunum sıkıntısı sendromlu (acute respiratory distress syndrome=ARDS) hastalarda akciğer hasarına neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ARDS'li hastalarda VT'nin 6-8 ml/kg olacak şekilde ayarlanması önerilir. Tidal volümün düşük olması hiperkarbiye yol açar.^[2-4]

Ekspryum sonu pozitif basınç (positive end expiratory pressure=PEEP); kollabe alveollerin açılmasını sağlamak ve alveollerde gaz değişimini artırmak üzere kullanılır. Çağdaş tıp anlayışında, mekanik ventilasyon tedavisinin PEEP uygulanmaksızın yapılması tıbbi hata olarak kabul edilmektedir. Hastanın tolerasyonu değerlendirilmek kaydı ile başlangıçta 5 cmH₂O açılabilir, bu değer fizyolojik PEEP olarak da adlandırılır. Genellikle 5-15 cmH₂O arasında kullanılır. Hastanın hava yolu basıncının ve hemodinamik parametrelerinin sürekli izlenmesi gerekir. Akciğer kompliyansı düşük olan hastalarda (örn. ARDS), 20 cmH₂O ve üzeri PEEP kullanılması gerekebilir.^[2-4]

Basınç seviyesi (pressure control level above PEEP, pressure support level above PEEP); basınç kontrollü ya da basınç destekli modlarda kullanılır. Ventilatörde, inspirasyonun tamamlanıp ekspirasyonun başlayacağı havayolu basınç düzeyidir. Tidal volüm; akciğerlerin kompliyansına ve havayollarındaki dirence göre değişebilir. Bu nedenle tidal volümün sürekli izlenmesi gerekir.^[2-4]

Akış hızı; gerekli tidal volüm sağlanacak şekilde, genellikle 40-100 L/dk arasında ayarlanır.^[5,8]

Inspirasyon/ekspirasyon (I/E) oranı; inspirasyon süresinin ekspirasyon süresine oranını gösterir. Ters orantılı ventilasyon uygulanmadığı sürece 1:2 ya da 1:1.5 oranı ile ayarlanır. Ters orantılı ventilasyon uygulamalarında bu oran 1:1, 2:1 gibi farklı bir düzende kullanılabilir. Amfizem, astma gibi gibi obstrüktif akciğer hastalıklarında ekspirasyon zamanını daha uzun tutmak gerekebilir.^[2-4]

Tetik duyarlılığı; ventilatörün soluk vermeye başlaması için hastanın göstermesi gereken solunum çabasıdır. Diğer bir deyişle, ventilatörün hastanın başlattığı soluklara duyarlı olma seviyesidir. Ventilatör basınç tetikli ya da akım tetikli olacak şekilde tasarlanmıştır. Basınç tetik duyarlılığı (-1) - (-2) cmH₂O, akım tetik duyarlılığı ise 1-3 L/dk olacak şekilde

Ventilatörde alarm sesi duyulduğunda, hemen hastanın ventilasyon ve oksijenasyon durumu değerlendirilmeli (göğsün şişmesi, SpO₂ seviyesi), hastanın ventilasyon ve oksijenasyonu bozuk ise, hızla mekanik ventilasyon tedavisini düzenleyen ve sorumluluğunu almış olan hekime bilgi verilmelidir. Bu durumda hasta ventilatörden ayrılmalı ve ambu ile solutulmalıdır. Çünkü yeterli ventilasyon sağlanamaması anoksik beyin hasarına yol açar.^[6]

ayarlanması önerilir. Basınç tetik duyarlılığının daha negatif değerlerde ayarlanması, ventilatörün hastanın kendi soluklarına karşı duyarlılığının azalması demektir. İntrasek (oto) PEEP gelişen hastalarda, solunum çabasının ventilatör tarafından algılanması için hastanın intrasek PEEP değeri ile ayarlanan PEEP değeri toplamı kadar negatif basınç oluşturması gerekir. Bu durumda, hastanın solunum iş yükü artar ve hasta- ventilatör uyumsuzluğu görülür.^[2-5]

Alarm sınırlarının ayarlanması; hastanın güvenliği yönünden bütün alarm sınırlarının ayarlanması gerekir (Tablo 3).

! Alarmı susturmayınız ya da alarmın aktifliğini durdurmayınız (Şekil 3) ^[6]

Alarmlar sürekli açık olmalıdır. Ventilatör üzerinde alarmı susturma ve kısa süreliğine durdurma düğmeleri vardır. Alarm sınırları çok dar sınırlarda ayarlandığında ventilatör gereksiz yere alarm verebilir; alarm sınırları çok geniş aralıklarda ayarlandığında ise ventilatör zamanında ve doğru yerlerde alarm vermeyebilir. Bu nedenle alarm sınırlarını hastaya uygun şekilde ayarlamalıdır.

Tablo 3: Ventilatörde alarm sınırlarının ayarlanması ^[2,3,6]

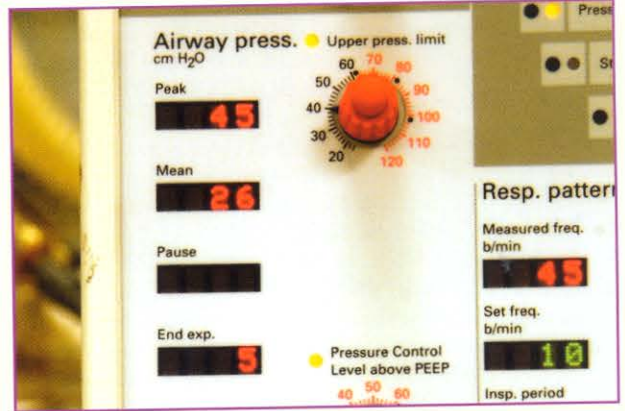
Alarm	Açıklama
Üst basınç alarmı	İnspiryum sırasında havayollarında oluşması istenen en üst basınç seviyesidir (Şekil 4). İnspirasyon tepe basıncının (peak inspiration pressure=PIP) 10-15 cm H ₂ O üzerinde olacak şekilde ayarlanması gerekir. İnspirasyon sırasında çeşitli nedenlerle havayolu basıncı yükselir ve bu ayarlanan değere ulaşırsa, ventilatör hastaya gaz akışını durdurur, geri kalan tidal volümü hastaya vermez, havaya boşaltır. Hava yolu basıncının yükselmesine yol açan durumlar; havayollarında sekresyon olması, tüplerin içinde sıvı birikmesi, ET tübün ısırılması veya kıvrılması ya da bronkospazm, ödem, pnömotoraks gibi nedenlerle akciğerlerde rezistans olmasıdır.
Düşük İnspirasyon basınç alarmı	Bağlantıların ayrılması, komplyans ve rezistanstaki değişikliklere duyarlıdır. İnspirasyon tepe basıncının 5-10 cm H ₂ O ya da PEEP seviyesinin 1-2 cm H ₂ O altında veya her ikisi birlikte ayarlanabilir. Hastanın yeterli ventilasyon yapıp yapmadığı değerlendirilmelidir. Bağlantıların ayrılması yönünden kontrol edilmeli, ET tübün pilot balon basıncı kontrol edilmelidir.
Dakika volüm alarmı	Ventilatörün alarm vermesi istenen, dakika volüm alt ve üst sınırlarıdır. Genellikle dakika volümün %10-20 altı ve üzerinde olacak şekilde ayarlanır. Bağlantıların ayrılması, solunum şekli ve hızının değişmesine duyarlıdır.
FiO₂ alarmı	Birçok ventilatörde mevcuttur. Ayarlanan FiO ₂ değerinin %5-10 altında ya da üzerinde O ₂ verildiğinde alarm verir.
Apne alarmı	Ventilatörün alarm vermesi istenen, zorunlu veya hastanın kendi soluk aralıkları ile ilgili süredir. Genellikle 20 sn ya da zorunlu iki soluk aralığı kadar süreyi geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Bu alarmda hastanın soluk sayısı değerlendirilmeli, solumaya teşvik edilmelidir.

Mekanik Ventilasyondaki Hastanın Bakımı

Mekanik ventilasyon uygulanan hastanın bakımının planlanmasında; düzenli aralarla hastanın fizik muayenesinin yapılması, mekanik ventilasyonun hastadaki etkilerinin izlenmesi, yapılan laboratuvar tetkiklerinin değerlendirilmesi ve hastadan elde edilen veriler ile ventilatör verilerinin karşılaştırılması çok önemlidir. Hemşirelerin, hastadan topladıkları verileri ve mekanik ventilasyonla ilgili önerilen kanıta dayalı uygulamaları dikkate alarak bakımı planlamaları ve yürütmeleri durumunda; hastada MV'ye olası komplikasyonlar azalacak, hastanın ventilatörden ayrılması kolaylaşacak ve ventilatöre bağımlılık süresi kısılacaktır.^[10]



Şekil 3: Alarmların susturulması



Şekil 4: Üst basınç seviyesi

Mekanik ventilasyona bağlı hasta nasıl değerlendirilir?

Her hasta, bir ya da daha fazla nedenden dolayı mekanik ventilasyona bağlanmış olabilir. Hemşirenin, hastanın özgeçmişini ve MV'ye bağlanma nedenlerini bilmesi, MV'ye bağlı olası komplikasyonları tahmin etmesi ve gerekli önlemleri alması yönünden önem taşır.^[8,10] Bunun için solunum, dolaşım, nörolojik ve diğer sistemler yönünden hasta ile ilgili ayrıntılı öykü alınmalıdır.^[10]

Mekanik ventilasyon uygulanan hasta, hasta-ventilatör uyumu yönünden sürekli izlenmelidir. Hasta rahat mı ajite mi görünüyor? Yardımcı solunum kaslarını kullanıyor mu? Hastanın yardımcı solunum kaslarını kullanması ve karında paradoks hareketlerin olması; "solunum zorluğu" yaşadığının, solunum iş yükünün arttığıının ve mekanik ventilasyonun etkin olmadığıının belirtisidir. Bu durumda hemşire, hasta-ventilatör uyumunu sağlayacak uygun bir mod seçilmesi ve bu da olmuyorsa hastanın sedatize edilmesi gibi girişimlerin uygulanması yönünden hekimle görüşmelidir.^[2,10] Mekanik ventilasyon uygulanan hastaların pek çoğu daha çok sırt üstü yattıkları için, sırt bölgesi yeterince değerdendirilememektedir. Oysa, göğüs ön ve arka kısmının uygun şekilde muayenesi ile hasta hakkında önemli bilgiler sağlanır. Bu nedenle, hemşire; oskültasyon, perküsyon ve palpasyon yöntemini kullanarak en az dört saatte bir hastanın fizik muayenesini yapmalıdır. Böylece ciddi ateletazi, plevral effüzyon, konjestif kalp yetmezliği ya da pulmoner ödem varlığı ile ilgili bulgular elde edilebilir. Ayrıca, hastanın aspirasyon gereksinimi olup olmadığıının belirlenmesinde de oskültasyon çok önemlidir. Hastanın çekilen göğüs radyografisi iyi değerlendirilmeli ve fizik muayene ile elde edilen bulgular ile karşılaştırılmalıdır.^[10]

Mekanik Ventilasyonun Etkileri Nasıl Değerlendirilir?

Hemodinamik etkileri; normal intratorasik basınç değerleri, inspirasyon sırasında -3-5 cmH₂O, ekspirasyon sırasında ise +3-5 cmH₂O arasında değişir. Pozitif basınçlı ventilasyon uygulandığında inspirasyon sırasındaki basınç +30 cmH₂O'ya kadar yükselebilir. Bu basınç artışı ile sağ atriya venöz dönüş azalır; kalp debisi düşer, kalp atım hızı artar, arter kan basıncı düşer, yaşamsal organlara giden kan akımı azalır. Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda hemşirenin kardiyovasküler yanıtı sürekli değerlendirmesi gerekir.^[4,8]

Barotravma ve volütravma; mekanik ventilasyondaki hastada yüksek basınç ve alveollerdeki distansiyon artmasına bağlı barotravma veya volütravma gelişebilir. **Barotravma;** havayolu basıncının aşırı yükselmesine bağlı alveollerin gerilmesi, yırtılma ve akciğer dokularında hasar oluşmasıdır. Özellikle obstrüktif akciğer hastalığı, lobar pnömonisi ya da amfizemi olanlarda brotravma riski yüksektir. Bu durum, klinikte pnömotoraks, pnömomediastinum, pnömoperitoneum ya da subkütan amfizem şeklinde ortaya çıkabilir. Hava yolu basıncının ani yükselmesi, solunum seslerinin tek tarafta duyulması, arter kan basıncının aniden düşmesi durumunda ilk akla gelen klinik tablo pnömotoraks olmalıdır.^[8,9] **Volütravma ise** yüksek volümle ventilasyona bağlı gelişen akciğer hasarındır. Alveollerdeki aşırı gerilme; sistemik inflamasyonu başlatır, alveollerin geçirgenliğini artırır, alveol içine proteinden zengin sıvı sızar. Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) olarak adlandırılan bu tabloda, düşük tidal volüm (6-8 ml/kg) kullanılmaya başlaması ile ölüm oranlarında ciddi düşüşler olmuştur.^[8,10] Düşük tidal volüm verilmesi hiperkarbiye, bu da solunumsal asidoza yol açabilir. Eğer pH yavaş yavaş azalıyorsa (24-48 saat içinde) hiperkarbi iyi tolere edilebilir. Ancak pH: 7.2'nin altına düşmüş ise bazı özel durumlarda bikarbonat infüzyonu gerekir. Intrakraniyal basıncı yüksek,

miyokard iskemisi ya da aritmisi olan olgularda hiperkarbiye izin verilmesi doğru değildir. Hiperkarbisi olan hastalarda ventilasyonun kontrol altında tutulabilmesi için sedatif ve kas gevşeticilerin verilmesi uygundur.^[2-4]

Mekanik ventilasyon uygulanan tüm olgularda, hemşirenin olası barotravma ve volütravma riski yönünden tidal volümü, hava yolu basıncını, plato basıncını, kompliyansı ve rezistansı sürekli izlemesi gerekir.^[10]

Inspirasyon tepe basıncı (PIP); kompliyans ve rezistansın değerlendirilmesinde önemli bir parametredir. Eğer PIP artarsa, hemşire kompliyans ve rezistansın yükseldiğini düşünmeli ve bunu hekime iletmelidir. PIP; aspirasyon ve bronkodilatatör tedavinin etkinliğini değerlendirmede de çok önem taşır.^[8,10]

Plato basıncı; inspirasyon sonundaki havayolu basıncıdır. Kapalı devre içi, havayolları ve alveollerdeki basıncı yansıtır. Pnömoni, kardiyojenik pulmoner ödem, akut akciğer yaralanması gibi kompliyansın düştüğü durumlarda yükselir. Uygulamada amaç, plato basıncını 30 cmH₂O altında tutmaktır.^[10]

Kompliyans (K); pozitif basınçlı solukla akciğerlerin kolayca dolmasıdır ($K=V_T/(P_{\text{plato}}-PEEP)$). Inspirasyon tepe basıncı (PIP) ve Pplato değerlerinde yükselme olması kompliyansın düştüğünü belirtir. Akut solunum sıkıntısı sendromunda akciğer sertleşir, kompliyans azalır, akciğerleri şişirmek için gerekli basınç artar. Kompliyansın azalması ile ventilasyon azalır. Ateletazi, hiperinflasyon, pulmoner ödem, pnömoni gibi restriktif akciğer hastalıklarında da kompliyans düşer.^[1,7,10]

Direnç (rezistans); PIP ve Pplato basınçları arasındaki farktır. Artmış PIP ile birlikte Pplato'nun normal veya düşük olması direncin arttığını gösterir. Sekresyon, bronkospazm, ventilatör hortumlarının uzun olması veya dar ET tüp kullanılması direnci artırır. Direncin yüksek olması durumunda, hemşire diğer klinik bulguları da değerlendirerek gerekirse aspirasyon yapmalı, eğer durumda düzelme olmazsa durumu hekime iletmelidir.^[1,7,10]

Intrensek PEEP; hemşire hastada intrinsek PEEP'i de değerlendirmelidir. Solunum hızının yüksek olması, inspirasyon zamanının uzun olması, ekspirasyona yeterli zaman verilmemesi, ciddi obstrüksiyon ve küçük hava yollarında kollaps olması intrinsek PEEP gelişmesine yol açar. Bu da venöz dönüşü ve kalp debisini düşürür. Ayrıca solunum iş yükünü artırır, ventilatör-hasta uyumunu bozar. Intrensek PEEP'i düzeltmek için; ekspirasyon süresinin olabildiğince uzun tutulması, tidal volüm ve dakika ventilasyonunun azaltılması, inspiratuar akımın uzatılması, büyük numaralı ET tüplerin kullanılması, bronkospazmın giderilmesi ve sekresyonların temizlenmesi önerilir.^[8,10]

Hangi Laboratuvar Verileri İzlenmelidir?

Arteriyel kan gazları; yeterli mekanik ventilasyon uygulanıp uygulanmadığının değerlendirilmesinde, hastanın ventilasyon ve oksijenasyon durumuna bakılır. Oksijenasyon için arteriyel kan gazlarında PaO_2 değerleri ile birlikte PaO_2/FiO_2 oranını da değerlendirilmelidir. PaO_2/FiO_2 oranı 350 ve üzeri olmalıdır. Akut akciğer yaralanmalarında bu oran düşer. Ventilasyonun değerlendirilmesinde ise $PaCO_2$ kullanılır.^[10] Bununla birlikte, MV uygulanan hastalarda kapnograf kullanılarak parsiyel end-tidal karbondioksit basıncı ($P_{et}CO_2$) izlenebilir. $P_{et}CO_2$; ventilasyonun noninvazif olarak değerlendirilmesini sağlar. Akciğer, sistemik, koroner kan akımının, alveolar ventilasyonun ve ventilasyon/perfüzyon oranının normal olup olmadığının değerlendirilmesinde yararlı olabilir.^[8] Sık sık kan gazı bakılmasını azalttığı için maliyeti de düşürmektedir.^[10]

Hemoglobin/hematokrit; oksijen taşıma kapasitesi yönünden hemoglobinin, hematokrit değerleri de önemlidir. Hematokriti düşük hastalarda kan transfüzyonu gerekebilir. Ancak kan transfüzyonuna bağlı sistemik yanıtlar oluşması nedeni ile kan ve kan ürünlerinin uygulanmasında daha kontrollü yaklaşmaktadır. Bu yönden hastanın durumu dikkatlice değerlendirilmeli, gerekirse kan transfüzyonu yapılmalıdır.^[10]

Fosfor ve diğer elektrolitler; elektrolit seviyeleri de izlenmeli, bu sonuçlara göre uygun beslenmesi sağlanmalıdır.^[10]

Kültür için sekresyon örneği; mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda ölüm ve hastalık oranlarını artıran sorunların başında ventilatöre bağlı gelişen pnömoniler gelmektedir. Ventilatörlere bağlı pnömoniler yönünden bronkoalveolar lavaj ya da bronşiyal aspirasyon yöntemi ile alınan örnekler kültür için gönderilmelidir.^[10-12]

Ventilatöre bağlı pnömoniler (Ventilator-associated pneumonia=VAP) Nasıl Azaltılabilir?

Hasta mekanik ventilatöre bağlandıktan sonra ilk 48 saat içinde gelişen pnömoni VAP olarak adlandırılır. Epidemiyolojik araştırmalar, mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda pnömoni sıklığının %10-50 arasında olduğunu, pnömonilerin ölüm oranını %20-40 oranında artırdığını göstermiştir.^[11] Diğer yandan pnömonili hastaların yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) yatiş süresi ortalama 7-9 gün uzamakta, bu da maliyeti önemli derecede artırmaktadır.^[13] Çevik ve ark.^[14] 2005 yılında ülkemizdeki bir Üniversite Hastanesi Nöroloji YBÜ'de yaptıkları çalışmada; 190 hastada nozokomiyal enfeksiyon ve mortalite ilişkisi araştırılmış; hastaların %38.9'unda YBÜ'de enfeksiyon oluştuğu, bu enfeksiyonların 1/4'ünün pnömoniden meydana geldiği ve genel ölüm oranının % 60 olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ölüm ile ilişkili olduğu belirlenen durumlar; ileri yaş, mekanik ventilasyon, parenteral beslenme, steroid tedavisi, altta iki veya daha fazla hastalık, enfeksiyon, Glasgow koma skalası puanının düşük olması olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada, YBÜ'de gündüz vardiyasında; iki hastaya bir hemşirenin, diğer vardiyalarda altı hastaya bir hemşirenin bakım verdiği belirtilmiştir.

Ventilatöre bağlı pnömoni bulguları; çekilen göğüs radyografisinde yeni, inatçı veya ilerleyici infiltrasyon olması, pürülan trakeal sekresyon, yeni başlamış öksürük, vücut sıcaklığının 38.2°C üzerinde olması, lökositoz veya lökopeni, trakeal aspirasyon örneğinde mililitrede 103 veya daha fazla mikroorganizma bulunması ve gaz değişiminin bozulmasıdır.^[3,11-13]

Ventilatöre bağlı pnömonilere neden olan olası mikroorganizmalar endojen veya ekzojen kaynaklı olabilir. Ancak, mikroorganizmaların %85'inden fazlası endojen ve orofarengal flora ile ilgilidir. Bunların bir kısmı normal boğaz florası, bir kısmı ise diğer vücut bölgelerinden taşınan mikroorganizmalardır.^[11] Ventilatöre bağlı pnömoni ile ilişkili risk faktörleri ve bu faktörlerin kontrol altına alınması ile ilgili kanıta dayalı öneriler aşağıda verilmiştir.

Ventilatöre bağlı pnömoni oluşumuna neden olan mikroorganizmaların %85'inden fazlası endojen ve orofarengal flora ile ilgili olup, olayın patogenezinde orofarengal ve gastrik sekresyonların mikroaspirasyonu sözkonusudur.^[11] Bu nedenle birçok çalışma orofarengal, gastrik kolonizasyonun önlenmesine odaklanmıştır.^[12]

Entübasyon; entübasyon ve mekanik ventilasyon enfeksiyon gelişimi için risk faktörüdür. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı ataklarında, akut solunum yetmezliğinde, immunosupresif alan ve solunum yetmezliği olan hastalarda invazif olmayan mekanik ventilasyonun yararlı olduğu gösterilmiştir.^[13] Nazotrakeal entübasyon sinüzit riskini ve buna bağlı olarak VAP riskini artırdığı için **endotrakeal tüp ve nazogastrik tüpün oral yolla yerleştirilmesi önerilmiştir.^[3,13]**

Hastanın pozisyonu; supine pozisyonu gastrik reflüyü artırmakta, aspirasyon ve pnömoniyeye yol açmaktadır. Collard ve ark.'nın^[12] bildirdikleri kanıta dayalı sistematik inceleme yazısında; semirekümbent pozisyon (45°) uygulanan hastalarda pnömoni görülme riskinin azaldığı, ancak ölüm oranının değişmediği belirtilmiştir. Enteral beslenme yapılan hastalarda başın yükseltilmesi, kanıt sınıflamasında IIa grubu bir uygulama olarak önerilmektedir. **Baş, kontrendikasyon olmadıkça 30-45 derece yükseltilmelidir.^[3]**

Midede doğal gastrik bariyerin sürdürülmesi; VAP oluşumunun önlenmesinde önem taşır. Stres ülserlerinin profilaksisi için verilen H_2 antagonistleri ve antiasitler gastrik asiditeyi azaltarak mikroorganizma üreme olasılığını ve dolayısı ile pnömoni riskini artırmaktadır. Sukralfat mide asiditesini etkilemeden stres ülserlerinin gelişmesini önleyen alternatif bir ilaç olarak önerilmekle birlikte, H_2 antagonistlerine göre gastrointestinal kanamayı önlemede daha etkisiz olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, **Sukralfat hafif veya orta riskli gastrointestinal kanama riski olanlarda önerilmektedir.^[11,12]**

Kolonizasyonun azaltılması; yatiş sırasında olan veya yatiştan sonra oluşan orofarengal kolonizasyon VAP riskini artırmaktadır. Bu yüzden mekanik ventilasyonlu hastalarda ağız bakımı

verilmesi gerekir.^[11,12] Ağız bakımı sadece rahatlığı sağlamaz, susamayı azaltır, mukozanın bütünlüğünün korunmasına yardımcı olur. Cutler ve Davis'in^[15] MV uygulanan 253 hastada yaptıkları çalışmada; kanıta dayalı oluşturulan ağız bakımı protokollü öncesi ve sonrası ağız bakımı uygulamaları değerlendirilmiş, protokol sonrası ağız bakımı uygulamalarının daha iyi yapıldığı belirlenmiştir.^[3,5]

Düzenli olarak ağız bakımının yapılması; her bakım sırasında ağız mukozasının değerlendirilmesi; ağız içinde plak var ise plakların alkol içermeyen solüsyonlar ile temizlenmesi; ağız ve burun içindeki sekresyonların 1-2 st'de bir aspire edilmesi; her 2-4 st'de bir ağız içi ve dişlerin temizlenmesi; ağız içi ve dudakların nemlendirilmesi; ağız içi, dil, yüzde doku bütünlüğünün korunması için ET tübün uygun şekilde tespit edilmesi ve 24 st'de bir dikkatlice tüp tespitinin yeniden yapılması önerilmektedir.^[3,5]

Seçici sindirim sistemi dekontaminasyonu; midedeki ve ağız içindeki sıvının alt hava yollarına aspirasyonu ile VAP gelişme sıklığı artmaktadır. Midedeki ve ağız içindeki mikroorganizmaların yok edilmesi amacıyla topikal antibiyotiklerin uygulanması ile ilgili birçok randomize kontrollü çalışma vardır. Parenteral antibiyotik tedavisi ile birlikte seçici sindirim sistemi dekontaminasyonu uygulanmasının ölüm oranını azalttığı belirlenmiştir.^[11,12] **Seçici sindirim sistemi dekontaminasyonu, birçok çalışmada, birinci grup bir kanıt olarak önerilmektedir. Ancak, bunun yaygın kullanılması antibiyotige dirençli mikroorganizmaların gelişmesi için zemin hazırlamaktadır.^[11-13]**

Subglottik sekresyonların aspirasyonu; endotrakeal tüpün balonu üzerinde biriken sekresyonlar akciğerlere aspire edildiğinde pnömoni gelişmektedir. Kolak ve ark.^[11] tarafından yazılan sistematik inceleme yazısında; subglottik sekresyonların aspire edilebildiği özel ET tüplerin kullanılması ile yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Bu konuda yapılmış üç randomize kontrollü çalışmanın ikisinde pnömoni riskinin azaldığı, diğerinde fark olmadığı belirlenmiştir. Bu özel ET tüplerin normalden %25 daha pahalı olduğu ve üç günden uzun sürecek entübasyonlarda kullanılması belirtilmektedir. Ancak başka bir çalışmada da bu sekresyonların aspirasyonu sırasında trakeada hasar olduğu belirtilmiştir.^[12]

Ventilatör hortumlarının değiştirilmesi; endotrakeal tüp çevresinde biriken sekresyon, ventilatör devrelerinde biriken sıvıların alt solunum yollarına aspirasyonu ile VAP gelişebileceği düşünülmüştür. Konu ile ilgili yapılan dört randomize çalışmada ventilatör hortumlarının değişme sıklığı ile pnömoni gelişmesi arasında ilişki bulunamamıştır. Bu nedenle ventilatör hortumlarının sık sık değiştirilmesine gerek yoktur (I ve IIa grubu kanıt), hortumların temiz olması sağlanır, hortumlarda su birikintisi varsa boşaltılır.^[12]

Nemlendirme; hangi nemlendirme yönteminin daha iyi olduğu ile ilgili birçok çalışma vardır. Bench'in^[16], 48st'den uzun süreli mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda iki nemlendirme

yönteminin etkilerini incelediği sistematik inceleme yazısında; iki randomize kontrollü çalışma değerlendirilmiş, trakeal tıkanma ve VAP yönünden ısıtıcı nebulizer ile ısı ve nem değiştirici aparat arasında istatistiksel yönden anlamlı fark bulunmadığı belirtilmiştir. Lacherade ve ark.'nın^[17] birden fazla merkezde yaptığı randomize kontrollü çalışmada; 48st'den uzun süredir MV uygulanan 369 hastada, VAP'ta nemlendirme yöntemlerinin etkisi incelenmiş, VAP olup olmadığı mikrobiyolojik olarak araştırılmıştır. Isıtıcı nebulizer kullanılan 184 hastanın 53 (%28,8)'ünde VAP ve beşinde ET tüp tıkanıklığı olduğu; ısı ve nem değiştirici aparat kullanılan 185 hastanın 47(%25,4)'sinde VAP geliştiği ve birinde ET tüp tıkanıklığı olduğu; aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir (Şekil 5). Her iki grubun MV sürelerinde fark yoktur. **Mekanik ventilasyon tedavisi uygulanan hastalarda, söz edilen yöntemlerden biri ile mutlaka nemlendirme sağlanmalıdır.**

Genel önlemler; VAP'ın önlenmesinde el yıkama, aspirasyon sırasında eldiven kullanma önemlidir. Kapalı aspirasyon sistemi dahil, hasta ile her temas sırasında eldiven giyilmeli, her işlem sonrasında eller yıkanmalıdır.^[3,5] Kolak ve ark.^[11] tarafından yazılan sistematik inceleme makalesinde; el yıkama, eldiven giyme, önlük giyme gibi genel önlemlerin alınması ile pnömoni görülme oranının düştüğü (% 36.4-%19,5; P=0.02), ancak mortalitede fark olmadığı belirtilmektedir.



Şekil 5: Isıtıcı nebulizer

Mekanik ventilasyon süresi; mekanik ventilasyon süresinin uzaması VAP sıklığını artırmaktadır. Yapılan çalışmalarda; MV sonrası ilk haftada her gün için %3, ikinci haftada her gün için %2, üçüncü haftada her gün için %1 enfeksiyon riski olduğu belirlenmiştir.^[13]

Mekanik Ventilasyon Süresi Nasıl Kısaltılabilir?

Sedasyon yönetimi, beslenme protokolü ve MV takibi protokollerinin uygulanması, YBÜ'lerde uygun sayıda personel bulundurulması ve personelin eğitilmesi ile MV sürelerinin kısaltıldığı belirtilmektedir.^[11-13,18-21]

Sedasyon yönetimi; Greiner ve ark.(18); MV uygulanan hastalar için tüm ekip üyeleri ile ortak kanıta dayalı sedasyon yönetimi protokolü geliştirdiklerini, protokol sonrası dönemde MV uygulanan gün sayısının ortalama 2.2 gün azaldığını, YBÜ'de yatış gün sayısının 2.3 gün düştüğünü ve maliyetlerin azaldığını bildirmişlerdir.

Beslenme protokolü; Barr ve ark.'nın^[19] "kritik hastalarda kanıta dayalı enteral beslenme protokolü öncesi ve sonrası klinik hedefler" in incelendiği çalışmada; YBÜ'de 48 saat üzerinde yatan 200 hastada, beslenme protokolü uygulanmaya başlamadan önce ve sonrasında mekanik ventilasyon süresi, YBÜ/hastanede yatış süresi ve hastanedeki ölüm oranları araştırılmıştır. Beslenme protokolünün uygulanması ile mekanik ventilasyon süresinin kısaldığı (17.9±31.3; 11.2±19.5), YBÜ ve hastanede kalış süreleri arasında iki grup arasında fark olmadığı, ancak ölüm oranının %56 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Mekanik ventilasyon takip protokolü; Tonnelier ve ark.'nın^[20] yaptığı çalışmada, tüm sağlık ekibi üyelerinin katılımı ile hazırlanan ortak bakım protokolünün kullanılması ve hemşire yönetiminde ventilatörden ayırma programının uygulanması ile mekanik ventilasyon süresinin anlamlı derecede kısaldığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; çeşitli nedenlerle akut solunum yetmezliği olan olgularda solunum iş yükünü azaltmak, hipoksemi ve akut solunum asidozunu düzeltmek amacıyla uygulanan mekanik ventilasyon özellikle yoğun bakım ünitelerinde sık yapılan bir uygulamadır. Ülkemizde, MV uygulamasına başlanması, uygulamanın sürdürülmesi ve sonlandırılması hekimin sorumluluğundadır. Ancak, MV uygulanan hastanın izlenmesi ve hastada olası komplikasyonların önlenmesi veya erken fark edilmesinde hemşireye çok önemli sorumluluklar düşmektedir. Bu nedenle, hastaya bakım veren tüm ekibin mekanik ventilasyon endikasyonlarını, mekanik ventilatörde kullanılan modları, ayarları, ventilatörle ilgili alarm nedenlerini ve bunların çözümüne ilişkin girişimleri iyi bilmesi gerekir. Kurumların ya da ünitelerin MV uygulanan hastaların bakım ve takibinde kanıta dayalı ortak bakım planlarını oluşturmaları ve bu planları uygulamaya koymaları bakımın iyileşmesini sağlayacak ve maliyetleri düşürecektir.

KAYNAKLAR

- Hubmayr RD, Irwin RS. Mechanical ventilation Part I: Invasive. In: Marino PL. editor. ICU book. 2nd. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1998.
- Burns SM. Ventilatory management: Volume and pressure modes. In: Lynn-McHale Wiegand DJ, Carlson KK. editors. AACN procedure manual for critical care. 5th. ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2005. p. 211-225.
- Charlebois DL, Earven SS, Fisher CA, Lewis R, Merrel PK. Patient management: Respiratory system. In: Morton PG, Fontaine D, Hudak CM, Gallo BM. editors. Critical care nursing. A holistic approach. 8th. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 536-565.
- Urden LD, Stacy KM, Lough ME. Thelan's critical care nursing. 4th. ed. St. Louis: Mosby; 2002. p. 587-613.
- Bucher L. Nursing management critical care environment. In: Lewis SM, Heitkemper MM, Dirksen SR. editors. Medical surgical nursing. Assessment and management of clinical problems. 6th. ed. St. Louis: Mosby; 2004. p. 1758-1795.
- Mims BC, Toto KH, Luecke LA, Roberts MK, Brock JD, Tyner TE. Critical care skills. A clinical handbook. 2nd. ed. St. Louis: Saunders; 2004. p. 21-116.
- Bongard FS, Sue DY. Current. Yoğun bakım: tanı ve tedavi. In: Hickey JV. editor. Çev. ed. M Güven. 2. bs. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p. 268-341.
- St. John RE. Airway and ventilatory management. In: Chulay M, Burns SM. editors. AACN essentials of critical care nursing. 1st. ed. New York: Mc Graw Hill; 2006. p. 111-144.
- Murray T, Kidwel D. Mechanical ventilation. In: Baird MS, Hicks Keen J, Swearingen PL. editors. Manual of critical care nursing. Nursing interventions and collaborative management. 5th. ed. St. Louis: Elsevier Mosby; 2005. p. 14-22.
- Winters A, Munro N. Assessment of the mechanically ventilated patient: an advanced practice approach. AACN Clin Issues Adv Pract Acute Crit Care 2004; 15(4):525-533.
- Kolak J, Saena HKF, Cal MA, Silvestre L, Peric M. Control of bacterial pneumonia during mechanical ventilation. Croat Med J 2005; 46(1):183-196.
- Collard HR, Saint S, Matthay MA. Prevention of ventilator-associated pneumonia. An evidence-based systematic review. Ann Intern Med 2003; 138: 494-501.
- Bonten MJM, Kollef MH, Hall JB. Risk factors for ventilator-associated pneumonia: From epidemiology to patient management. Clinical Infectious Diseases 2004; 38:1141-1149.
- Cevik MA, Yilmaz GR, Erdine FS, Ucler S, Tulek NE. Relationship between nosocomial infection and mortality in a neurology intensive care unit in Turkey. Journal of Hospital Infection 2005; 59(4):324-330.
- Cutler CJ, Davis N. Improving oral care in patients receiving mechanical ventilation. Am J Crit Care 2005; 14(5):389-394.
- Bench S. Humidification in the long-term ventilated patient; a systematic review. Intensive and Critical Care Nursing 2003; 19: 75-84.
- Lacherade JC, Auburtin M, Cerf C, Van de Louw A, Soufir L, Rebuffat Y, et al. Humidification systems on ventilator in the long-term ventilated patient; a systematic review. Intensive and Critical Care Nursing 2003; 19: 75-84.
- http://ebn.bmjournals.com (Greiner J, Greiner JA. Sedation management for adult mechanically ventilated patient.)
- Barr J, Hecht M, Flavin KE, Khoroma A, Gould MK. Outcomes in critically ill patients and after the implementation of an evidence-based nutritional management protocol. Chest 2004; 125: 1446-1457.
- Tonnelier JM, Prat G, Le Gal G, Gut-Gobert C, Renault A, Boles JM, L'Her E. Impact of a nurses' protocol-directed weaning procedure on outcomes in patients undergoing mechanical ventilation for longer than 48 hours: a prospective cohort study with a matched historical control group. Crit Care 2005; 9(2): R83-9.
- Lawson P. Zapping VAP with evidence-based practice. Nursing 2005; 35(5):66-67.