

# Çocuklarda Yardımcı Solunum Cihazları

Sevgi Pekcan

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Çocuk Göğüs Hastalıkları Bilim Dalı, Konya, Türkiye

Solunum sistemi hastalıklarında etkin ve başarılı tedavi için diğer sistem hastalıklarından farklı olarak bir takım yardımcı solunum cihazlarına ihtiyaç duyulabilir. Oral veya parenteral tedavi dışında solunum yolu kullanılarak ilaçların daha etkin ve kolay uygulanabilmesi mümkün olabilmektedir. Akciğer yüzey alanının geniş olması, uygulamanın kolay ve ağrısız olması nedeniyle sadece akciğer hastalıkları değil akciğer dışı hastalıklarda da solunum yoluyla değişik yöntemlerle ilaç uygulamaları yapılmaktadır. İnhalasyon tedavisi çocuklarda el-ağız koordinasyonun olmaması, kooperasyonun ve solunum kontrolünün zor olması nedeniyle yaşa uygun cihazlarla yapılır. Özellikle 3 yaş altında ve koopere olamayan çocuklarda inhaler tedavide en sık kullanılan yöntem nebulizatör ile ilaç uygulamasıdır. Yine son yıllarda taşınabilir, küçük, kısa sürede ilaç uygulaması yapılabilmesi nedeniyle e-flow da sık olarak kullanılmaktadır.

Solunum yollarındaki sekresyonların temizlenmesi ve mukosilier klerensin artırılması özellikle kistik fibrozis, bronşektazi gibi hastalıklarda enfeksiyonun sıklığını, hastaneye yatışı azaltmakta, solunum fonksiyonları üzerinde koruyucu etkisi olmakta ve yaşam kalitesini arttırmaktadır. Bu amaçla da özellikle kistik fibrozisli çocuklarda daha fazla olmak üzere yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu kullanılmaktadır.

## Nebülizatörler

Nebülizatör tedavisinde amaç, bir ilacın terapötik dozunun solunabilir partiküller şeklinde bir aerosol olarak mümkün olduğunca kısa sürede, genellikle 5-10 dakika içinde, akciğerlere ulaştırılmasıdır. Nebülizatör ile kullanılmak üzere hazırlanmış özel ilaç formları vardır. Bunlara nebul adı verilmektedir. İdeal bir nebulizatörün yüksek ilaç çıkışı olmalı, nebulizatör kullanılacak ilaca uygun olmalı, nebulizasyon zamanı 5-10 dakika gibi kısa olmalıdır. Aerodinamik çapı 5 mikrondan küçük olan partiküller solunabilir partikülleri oluşturduğundan ideal bir nebulizatörde aerosolün %50'sinden fazlası 5 mikrondan küçük partiküllerden oluşmalıdır. Ayrıca solunabilir partikül oranı fazla olmalı, sağlam olmalı kolay dağılıp toplanabilir olmalıdır. Kolay temizlenebilir, taşınabilir ve ucuz olması da gerekmektedir [1,2]

Nebülizatörler, tüm dünyada, erişkinlerde ve çocuklarda özellikle solunum sistemi hastalıklarının acil tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nebülizatörler tanı ve tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Nebulizer tedavi; 2 yaş altında inhaler tedavi alması gereken çocuklarda, solunum yolları darlığında, anormal sekresyon varlığında, yüksek dozda

inhaler bronkodilatör ihtiyacında, kronik akciğer hastalığında ölçülü doz inhaler etkili değilse, yenidoğan döneminde bronkopulmoner displazide, rhDNAse gibi inhaler ilaç veya inhaler antibiyotik kullanım durumunda, bronkoprovakasyon testi uygulamasında ve hastanın başka inhaler yöntemleri kullanmadığı durumlarda tercih edilir [3,4].

Nebülizatörler, ses dalgalarıyla (ultrasonik nebulizatör) veya basınçlı hava (jet nebulizatör) ile sıvı haldeki ilaçları buhar haline getiren ve solunum yoluyla alınabilmesini sağlayan cihazlardır. Jet nebulizatörler, genellikle kompresör tarafından üretilen itici gaz (hava veya oksijen) akımıyla etki eder ve içinde aerosol şeklinde ilaç bulunan odacık ve dar tüpten oluşmaktadır. Solüsyon hava veya oksijen akımı tarafından partiküllere ayrılarak aerosol haline getirilir. Jet nebulizatör için 8 L/dk'lık bir akım hızı olmalıdır. Jet nebulizerlerden inspire edilen partikül miktarı, 6 aylıktan sonra yaşa göre değişmez.

Klasik nebulizatörler sabit çıkışlıdır. Aerosolü sabit bir hızla oluşturmakta ve aerosolün yaklaşık %60'ı ekspirasyon sırasında boşa gitmektedir. Solunumla çalışan nebulizatörler, aerosolü, inspirasyon sırasında yüksek hızla, ekspirasyon sırasında düşük hızla oluşturur ve aerosolün %70'i akciğerlere ulaşır. Dozimetrik nebulizatörler ise sadece inspirasyon sırasında elektronik olarak kontrol edilen dozlarda aerosol oluşturur ve oluşan aerosolün %100'ü inspirasyon sırasında akciğerlere ulaşabilir.

Ultrasonik nebulizatörler, bir aerosol içeren kendinden elektrikli cihazlardır ve içindeki sıvıyı titreştirerek küçük partiküllere ayırır. Sıvıyı küçük partiküllere ayırmak için çok yüksek frekanslı ultrasonik vibrasyon kullanılır. İçeri alınan havanın hızı ve volümü aerosolü hazne dışına taşımaya yetecek düzeye erişince küçük partiküller nebulizatörü terk eder, büyükler ise içeride kalarak işleme yeniden dönerler. Ultrasonik nebulizatörlerle ilaç gibi yoğun partiküller uygulandığında uygun partikül boyutunda parçalamaması ve frajil enzimleri de parçalaması nedeniyle ilacın etkinliği azalır. Bu amaçla kullanımda jet kompresörlü nebulizatörle uygulanmalıdır. Her iki nebulizatör tipinde de damlacıklar neme doymuş olduğundan hava yollarında çapları değişmez. Nebulizatörler, su buharı meydana getirerek ortamı nemlendirip sekresyonları sulandırıp atılımını kolaylaştırırlar. Suyun hava yollarında birikmesi sekresyonları inceltir, öksürük refleksini uyandırarak sekresyonların kolay atılmasını sağlar.

Etkili bir nebulizasyon da hazneye konulan volümün ve cihazın akım hızının rolü vardır. 2ml'lik bir hacim aero-

sol olarak solüsyonun %50'sini verir. 4ml'de bu oran %60-80'e; 6ml'de %70-80'e varır. Ancak süre uzadığı için tercih edilen 4ml'dir [5-8].

Çocuklarda nebulizasyon tedavisinde uygulama inhaler tedavinin başarısını etkiler bu nedenle;

- Uygulama yemeklerden önce yapılmalı,
- Hasta oturur pozisyonda olmalıdır.
- Uygulama 10 dakikadan daha uzun sürmemelidir.
- İlaçlar nebulizatörün ucuna takılan delikli yüz maskesi veya çocuk uyum sağlayabiliyorsa ağız tüpü ile verilmelidir (3 yaşından büyük uyum sağlayan çocuklarda)
- Çocuğun yaşına uygun büyüklükte maskeler kullanılmalıdır.
- Maske ile kullanımda burun, inhale edilen partiküllerin önemli bir kısmını tuttuğu için burun solunumu yapılmamalı, çocuğun ağızdan nefes alması sağlanmalıdır.

Nebulizasyon sırasında hasta normal tidal volümde solunum yapmalıdır. Derin ve hızlı inspiryum yapıldığında ilacın önemli bir kısmı orofarenkste depolanıp kalmaktadır. Derin nefes alıp tutmanın anlamlı bir terapötik katkı sağlamadığı bildirilmiştir. Nebulizasyon bittikten sonra cihazda kalan rezidüel sıvı boşaltılmalıdır. Aksi takdirde ilaç kristalize olarak nebulizatörün kanallarını tıkayabilmektedir [3,6-9].

Çocuklarda nebulizatör maskesinin yüzden 1 cm uzakta olması inspire edilen dozu %50, 2 cm uzakta olması ise %80 oranında azaltmaktadır. Nebülize edilecek ilaçlar vücut ısısına yakın sıcaklıkta olmalıdır. İlaç miktarı 2,5 ml'den az ise 3-4 ml olacak şekilde %0.9 NaCl ile sulandırılmalıdır. Antibiyotik uygulanacaksa, hasta ayrı bir odaya alınmalıdır. Partiküllerin atmosfere dağılımını önlemek amacıyla özel filtreler kullanılır. İlaçlar kullanılmadan hemen önce hazırlanmalı, bekletilmemeli ve ışıktan korunmalıdır. Enjektörler, her kullanım sonrası mutlaka değiştirilmelidir. Cızırtı sesi duyulmaya başladıktan yaklaşık 1 dakika sonra işlem sonlandırılmalıdır [2,3].

İşlem sonrası hastanın yüzü yıkanmalı ağızı duru su ile çalkalanmalıdır. Standart jet nebulizatörlerde, tüpler ve antibiyotikler için kullanılan ağızlıklar her 3 ayda bir değiştirilmelidir. Tüm nebulizasyon sistemi sadece tek hasta için kullanılmalıdır. Nebulizatör ile tedavinin, taşıma güçlüğü, pahalı olması, devamlı bakım gerektirmesi, gürültülü olması, güç kaynağına ihtiyacı olması, damlacık yolu ile bulaşan enfeksiyonlara açık olması ve yüksek dozlarda inhale ilaçların sistemik yan etkilerin ortaya çıkması gibi dezavantajları vardır. Bu nedenle diğer inhaler yöntemleri kullanılabilecek duruma gelen çocuklarda diğer yöntemlere geçilmelidir [3,9].

Nebulizatörün temizlenmesinde nebulizasyon işlemi tamamlandıktan sonra maske (veya ağızlık), ilaç haznesi ve bağlantı hortumu birbirinden ayrılır. Nebülizer, yüz maskesi ya da ağız tüpü ile birlikte sıcak su ve sıvı sabunla çalkalanır. Dezenfeksiyon beş dakika süreyle suda kaynatılarak, bulaşık makinasında 70°C üzerinde yarım saat yıkama ile yapılır. Durulama steril suyla veya 5 dk kaynamış suyla yapılır. Havada kendiliğinden kurumaya bırakılır veya temiz bezle kurulanır. Parçalar birleştirilerek

kutusunda saklanır. Ayrıca haftada 2 gün sıcak sabunlu su ile yıkanıp iyice kurutulmalıdır. Kullanım sıklığına göre aralıklı olarak filtreleri değiştirilmelidir [3].

### e-flow

İlerlemiş teknoloji ile taşınabilir, elektronik aerosol dağılımı sağlayan e-flow etkin ve etkili tedavi uygulaması sağlarken en önemli özelliği tedavi süresini ciddi şekilde kısaltmasıdır. İçerdiği diyafram plaka enerji uygulandığında saniyede 100.000 defadan fazla titreşir. Bu hızlı titreşimle nemli hava oluşur ve optimize akciğer depolanması gerçekleşir. Bunun sonucunda semptomlar daha kolay kontrol altına alınır ve hastanın yaşam kalitesi artar. PİL gerekir, küçük ve hafiftir, kompresör gerektirmez ve vibrating mesh teknoloji ile aerosol uygular. E-flow ile uygulamada ilacın solunum yolunda kontrollü biçimde tam dağılımı mümkün olabilmektedir. Aerosol karakteristiği solunum kontrolü altındadır. Hastanın gerçek solunum karakterine benzer. Son derece kısa tedavi süresi sağlaması, düşük aerosol hızı, sessiz olması, hafif ve kolay taşınabilir olması, 4 dakika gibi kısa sürede tedavinin bitmesi avantajlarının oluşturur. Ortalama parçacık çapı 4.1µm' dur. Sessiz, dikkatli ve hassas bir şekilde ilaç uygulama imkânı sağlar. Haznedeki ilacın tümü maksimum kullanılabilir. Sterilizasyonda otoklava ve kaynatmaya uygundur. Boğaz ve ağızda minimal birikim oluşur. Maksimum ilaç uygulama kapasitesi 7 mldir. Beş ml inhale tobramisin 300 mg uygulaması 7 dakika, 2,5 ml Dornase alfa ve 2,5 ml salbutamol uygulaması 2 dakika gibi kısa sürede uygulanabilmektedir. Küçük moleküller, proteinler, peptidler ve lipozom tedaviler de dahil olmak üzere birçok ilacın solunum yoluyla kullanılmasını sağlar. Çocuklarda özellikle kistik fibrozisli hastalarda inhale tobramisin, aztreonam lizin gibi antibiyotiklerin uygulanmasında kullanılmaktadır [10-12].

### Yüksek Frekanslı Göğüs Duvarı Osilasyonu (VEST)

Sistem hava darbe jeneratörü ve bir yelek ya da göğüs kuşağından meydana gelir. Hava darbe jeneratörü, göğüs donanımını göğüs duvarını saniyede en fazla 25 kez hafifçe baskılayıp bırakacak şekilde hava ile doldurup boşaltır. Bu teknoloji yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu olarak bilinir. Yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu, hava akımı hızını artırarak akciğerlerde küçük öksürük benzeri bir kuvvet oluşturarak sekresyonun viskozitesini azaltır. Yüksek akış hızı koparma kuvveti sağlar. Bu etkiler sekresyonu küçük hava yollarından büyük hava yollarına doğru hareketlendirerek öksürükle veya aspirasyonla sekresyonun daha kolay atılmasını sağlar. Tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonları, mukus tıkaçı ve atelektazi, sekresyonun aşırı derecede artması, aşırı miktarda ve koyu kıvamda sekresyon, etkin olmayan öksürük, solunum kaslarının zayıflığı, immobilité durumlarında etkindir. Hava yolları temizliğini zorlaştıran yetersiz siliyer temizlik, yetersiz öksürme, kısıtlayıcı akciğer hastalığı durumlarında kullanılabilir. Çocuklarda en sık kistik fibroziste koyu ve fazla miktardaki sekresyonu atmak için kullanılır [13-18]. Bu amaçla bronşiyektazi, primer siliyer

diskinezi, kronik obstüktif akciğer hastalığı, ventilatöre bağlı hastalarda kullanılabilirdiği gibi göğüs kaslarının veya diyaframın tutulduğu ve buna bağlı olarak sekresyonların atılamadığı musküler distrofi, spinal musküler atrofi, Down sendromu gibi hastalıklarda kullanılmaktadır. Bu hastalarda kullanımı akciğer enfeksiyon sıklığını ve hastaneye yatışı azaltmaktadır. Yapılan çalışmalarda yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonu tedavisinin sekresyonu temizlediği ve pulmoner fonksiyonları düzeltmeye veya idame ettirmeye konvansiyonel göğüs fizyoterapisine göre daha etkin bir biçimde yardımcı olduğu gösterilmiştir. Sekresyon klirensine etkin olması, egzersiz toleransını yükseltmesi, tedaviye uyumun hasta memnuniyetinin artması ve sağlık giderlerinin azalması en önemli avantajlarıdır. Sekresyonu en az göğüs fizyoterapisi kadar mobilize eder. Her defasında aynı tedavinin uygulanmasına imkân verir. Aerosol tedavisi ile birlikte kullanılabilir. Kolaylıkla uygulanır, taşınır. Yaşa ve çocuğun gelişimine uygun yelek veya kuşaklar giydirilerek kullanılır.

#### KAYNAKLAR

1. Muers MF. Overview of nebulizer treatment. *Thorax* 1997; 52: 25-30.
2. Sly PD, LeSouef PN. Inhaled therapy in paediatrics. *J Paediatr Child Health* 1991; 27: 7-10.
3. Guidelines prepared by a European Respiratory Society Task Force on the use of nebulizers: Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR et al. *European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. Eur Respir J* 2001; 18: 228-42.
4. Janssens HM, Tiddens HA. Aerosol therapy: the special needs of young children. *Paediatr Respir Rev.* 2006; 7: S83-5.
5. Everard ML. Aerosol delivery to children. *Pediatr Ann.* 2006; 35: 630-6.
6. Dolovich MA, MacIntyre NR, Anderson PJ, Camargo CA Jr, Chew N, Cole CH, et al. Consensus statement: aerosols and delivery devices. *American Association for Respiratory Care.* 2000; 45: 589-96.
7. Rubin BK. Nebulizer therapy for children: the device-patient interface. *Respir Care.* 2002; 47: 1314-9.
8. Dolovich M. Device Selection and outcomes of aerosol therapy: evidence based guidelines. *Chest.* 2005; 127: 335-71.
9. Allan JS, Garrity JM, Donahue DM. High-Frequency Chest-Wall Compression During the 48 Hours Following Thoracic Surgery. *Respiratory Care.* 2009; 54: 340-3.
10. Heijerman H, Westerman E, Conway S Touw D, Döring G. consensus working group. Inhaled medication and inhalation devices for lung diseases in patients with cystic fibrosis: A European consensus. *J Cyst Fibros.* 2009; 8: 295-315.
11. Waldrep JC, Dhand R. Advanced nebulizer designs employing vibrating mesh/aperture plate technologies for aerosol generation. *Curr Drug Deliv.* 2008; 5: 114-9.
12. Coates AL, Denk O, Leung K, Ribeiro N, Chan C, Green M et al. Higher Tobramycin concentration and vibrating mesh technology can shorten antibiotic treatment time in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2010; 30. [Epub ahead of print]
13. Johnson JC, Waldrep JC, Guo J, Dhand R. Aerosol delivery of recombinant human DNase I: in vitro comparison of a vibrating-mesh nebulizer with a jet nebulizer. *Respir Care.* 2008; 53: 1703-8.
14. Plioplys AV. Correspondence on "safety, tolerability, and efficacy of high-frequency chest wall oscillation in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular diseases: an exploratory randomized controlled trial". *J Child Neurol.* 2010; 25: 1598.
15. Kempainen RR, Milla C, Dunitz J, Savik K, Hazelwood A, Williams C et al. Comparison of settings used for high-frequency chest-wall compression in cystic fibrosis. *Respir Care.* 2010; 55: 695-701.
16. Bradley JM. High frequency chest wall oscillation in cystic fibrosis. *Thorax.* 2010; 65: 189-90.
17. Osman LP, Roughton M, Hodson ME, Pryor JA. Short-term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in patients with cystic fibrosis. *Thorax.* 2010; 65: 196-200.
18. Wheeler DM. High-frequency chest-wall compression, patient safety, and the n-of-1 construct. *Respir Care.* 2009; 54: 322-3.