

Çocuklarda İnhalasyon Tedavisi

Sevgi Pekcan

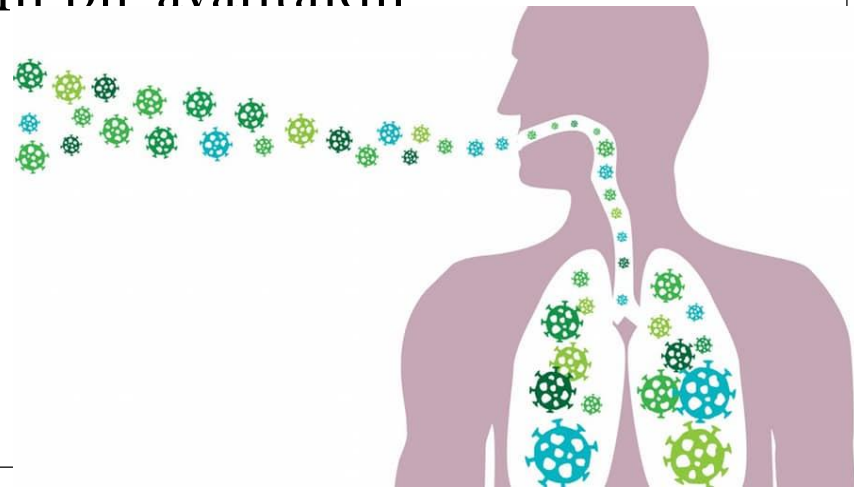


İnhalasyon Tedavisi

- İlaçların vücutta etkili olabilmeleri için, etki göstermeleri istenen organ ya da dokuda belli bir konsantrasyona ulaşmaları gereklidir. İlacın etkilemesi istenen doku vücut yüzeyinde ya da dışarıdan ulaşılacak bir konumdaysa ilaç direkt olarak o bölgeye lokal olarak uygulanabilir

İnhalasyon Tedavisi

- Akciğerlerin büyük bölümünde alveol epitel kalınlığı 0,1-0,2 mikron (μm) arasındadır. Bunun sonucu olarak epitel yüzeyi ile alveol çevresindeki kılcal damarlar arasındaki mesafe sadece 0,5-1,0 μm 'dir.
- Bu mesafe bronşlarda 30-40 μm ,
- Barsaklarda ise 40-100 μm
- ilaçların emilimi açısından önemli bir avantajdır



İnhalasyon Tedavisi

- Aerosol partikülün büyüklüğü akciğerlerde birikim oranı ve tedavi etkinliğini belirler
- Lokal etki gösteren ilaçlar için partiküllerin akciğerlerde etki göstermesi istenen bölgede toplanması amaçlanır
- Sistemik etki amacıyla uygulamada ilaç partiküllerinin alveollere ulaştırılması ve kapiller damarlar aracılığıyla sistemik dolaşıma yeterli derecede geçmesi gereklidir.

İnhalasyon Tedavisi

- Büyük partiküller ($>10 \mu\text{m}$) kümeleşme etkisiyle burunda ve/veya orofarenkste takılır
- 5-10 μm arasındaki partiküller alt solunum yollarının proksimal bölümlerine
- 1-5 μm boyutlarındakiler akciğerlerin periferine ulaşır
- Çok küçük partiküller ($<0,5 \mu\text{m}$) soluk verme ile atılır
- Akciğer periferine ulaşabilme ve alveollerde birikebilme kapasitesine sahip partiküller 1-5 μm çapındaki partiküllerdir

‘Fine particule ’

İnhalasyon yolu ile ilaç kullanmak

- Lokal ve hızlı etki
- Sistemik yan etkilerinin azlığı
- Noninvaziv olması
- Kısa etkili bronkodilatörlerde hızlı etkinin başlamasının sağlanması
- İnhaler antibiyotik kullanımında daha düşük dozlarda etkili olması
- İnhaler kortikosteroid kullanımında oral veya parenteral yolla aynı etkiyi yapması
- İnjesiyona bağlı ağrının olmaması

avantajlarıdır

İnhaler tedavide amaç

- Semptomları kontrol altına almak ve sürdürmek
- Egzersiz dahil normal aktiviteyi sürdürmek
- Solunum fonksiyonlarını olabildiğince normale yakındeğerlerde tutmak
- Hastalıkla ilgili hastaneye ve acile başvuruyu azaltmak
- İlaç yan etkilerini en aza indirmek
- Hastalığa bağlı mortaliteyi azaltmak

Çocuklarda inhalasyon

Depolanmada solunum yolu boyutunun etkisi

Depolanma

- İmpaction pd^2Q / D^3
- Sedimentasyon pd^2DL / Q
- Difüzyon L / Qd



Çocuk

Yetişkin

P: partikül dansitesi d: partikül çapı D: solunum çapı L: solunum yolununun uzunluğu D : akım hızı

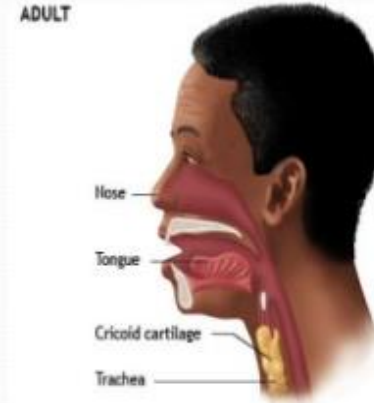
Philip Chi Lip Kwok, Hak-Kim Chan. Advanced Drug Delivery Reviews 2014

Çocuklarda Akciğer Depolanması

- Çocuklar erişkinlerin kopyası değildir
- Anatomik yapı farklı
- Uyum farklı
- Herzaman kendileri yapamayabilir
- Ebeveyn faktörü işin içine girer
- Çocuklar nefesini TUTAMAZ

Çocuklarda Akciğer Depolanması

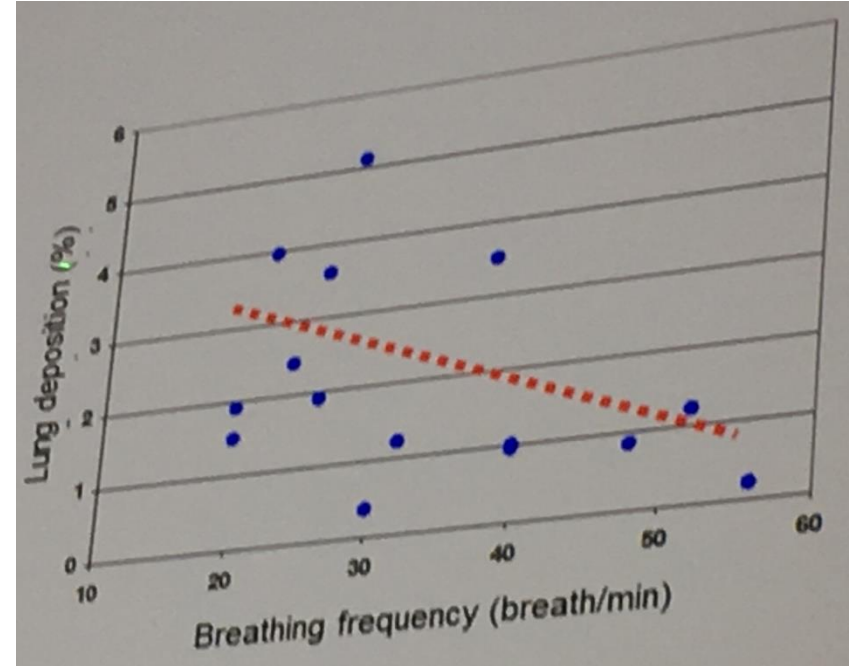
- Anatomik yapı farklı
- Büyük baş kısa boyun geniş art kafa
- Büyük dil
- Larinks yüksek ve önde C3-C4 seviyesinde
- Epiglot dik büyük, U şeklinde, arkaya düşer
- Yenidoğanlar burundan nefes alır ve burun sekresyonla kolayca kapanır
- Havayolu krikoid kıkırdağın düzeyinde huni şeklinde ve dardır
- Solunum yolunda travma kolaylıkla ödeme yol açar ve çocukta 1mm ödem solunum yolunu %60 daraltır



Solunum Paterni

Küçük çocuklarda solunum

- Solunum sıklığı arttıkça depolanma azalır
- Solunum sayısı
- Nefes tutmama
- Depolanma için zamanı azaltır



Tal A. J Pediatr 1996
Schuepp KG J Aerosol
Med 2005

Çocuklarda inhalasyon

- Yüksek solunum hızı Sedimentasyon zamanını azaltır
 - Küçük tidal volüm mevcut
 - İlave ölü boşluğu kompanze etmek gerekir
 - İnspiratuar akımın yüksek ekstra torasik depolanmaya neden olur
- ↓

Tal A. J Pediatr 1996

Schuepp KG J Aerosol Med 2005

Carrigy NB. J Aerosol Med Pulm Drug

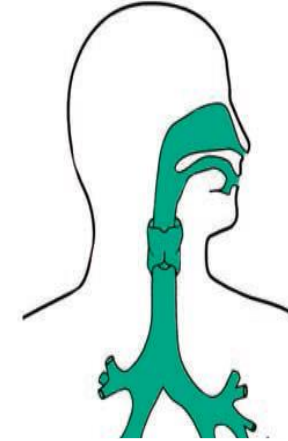
Deliv. 2014 Jun;27(3):149-69

Çocuklarda inhalasyon

- Yaşla beraber akciğerde depolanma artar, orofaringeal birikim azalır
- Küçük çocuklardaki akciğer depolanmasının az olması küçük solunum yolu anatomisi ve hızlı solunum paternine bağlıdır
- Okul öncesi çocuklarda inhalasyon tedavisinde uygun MMD muhtemelen 3 µm den daha azdır

Aerosol ilaç ve cihaz seçimi

- Hastanın yaşına uygun olması doğru kullanılması
- Fiziksel özellikleri ve yetenekleri
- Kognitif yetenekleri
- Tolerans ve seçim
- Cihazı kabul etmesi



İnhalasyon tedavi seçiminde göz önüne alınması gereken unsurlar

İlaç formülü

Cihazın özelliđi

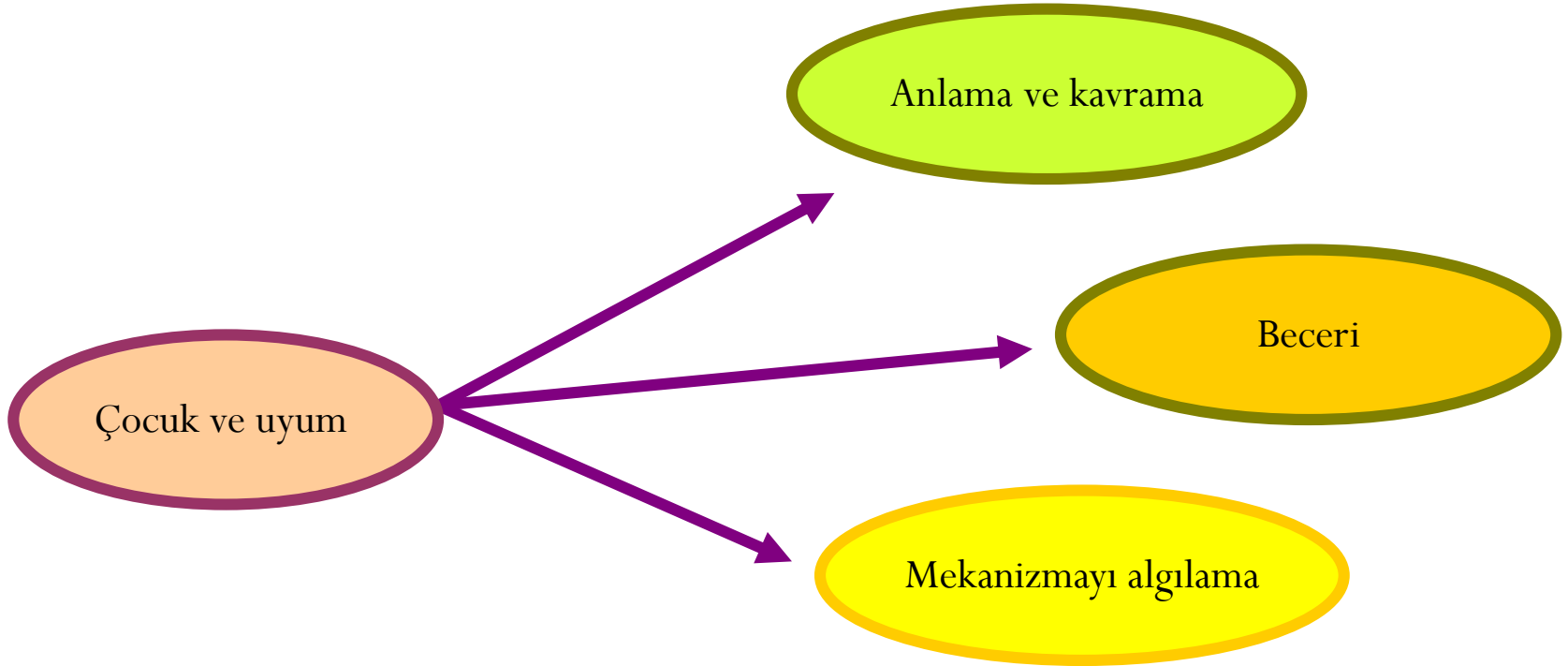
Aerosol inhalasyonu

Hava yolu geometrisi

Aerosol depozisyonu

TEDAVİ UYUMU

Çocukta tedavi uyumunda özellikler



İlaç Seçimi

İlacı belirledikten sonra

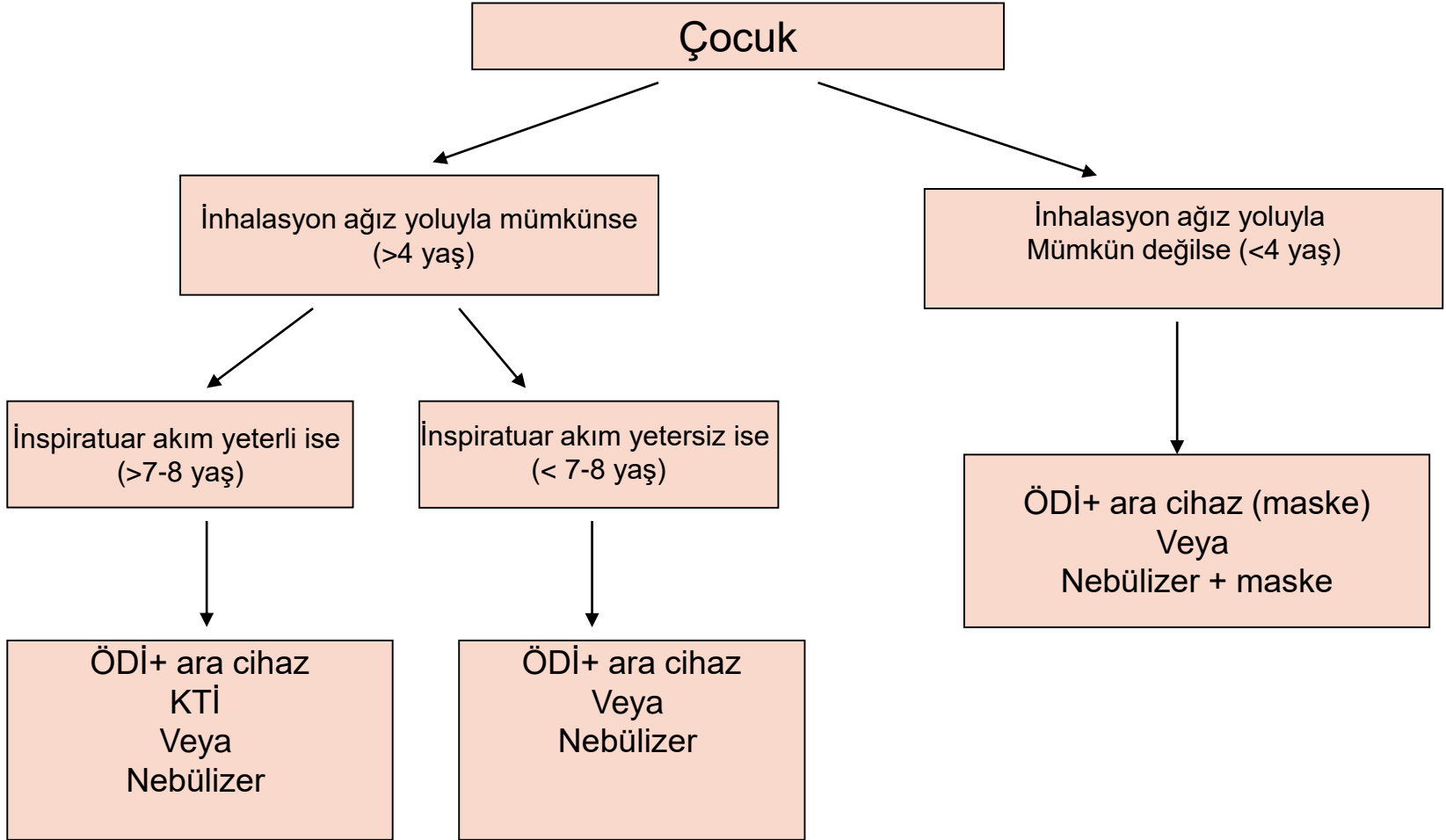
- İlaç tek formda
- Farklı formda
- Çocuğun yaşına uygun ilaç formu
- Hastanın ilacın cihazını tolare edip etmediği
- Ebeveynin tercihi

Mevcut Cihazlar

Günümüzde ilaçlar 4 şekilde inhalasyon yolu ile çocuklara verilebilir:

- 1. Nebülizer
- 2. Ölçülü doz inhaler
- 3. Ara cihaz ("spacer") ile birlikte ölçülü doz inhaleri
- 4. Kuru toz inhaler:
 - a) aerolizer b)turbohaler c)diskus d)handihaler

İnhaler tedavi



Yaşa göre inhaler cihaz seçimi

Yaş			
	Doğum-4 yaş	4-12 yaş	12 yaş üstü
Aerosol cihazı	Nebülizer Veya Ara cihaz ile ÖDİ	Nebulizer, ÖDİ + ara cihaz, KTI, Nefes ile aktive ÖDİ, nefes ile aktive Neb.	Tüm cihazlar
Ara cihaz	Maske, hood veya yüksek akım nazal kanül	Maske veya ağızlık	Ağızlık veya maske

ÖDİ

- Basınçlı aerosoller silindir şeklinde birkaç cm çaplı metalik bir kutu (inhalatör) içinde bulunurlar
- Parmakla basıldığında açılan valf düzeneği ve ağıza ilacı püskürtmeye yarayan ağızlık (boru) kısmını içerirler
- İtici olarak sıvılaştırılmış gaz bulunur. İlk kullanılan freon (kloroflorokarbon; CFC) ozon tabakasına hasar vermesi nedeniyle yasaklanmış, hidrofloroalkan(HFA) yerini almıştır
- HFA dünyada iki tip solvent olarak kullanımdadır.
 - a) Süspansiyon formu
 - b) Solüsyon formu

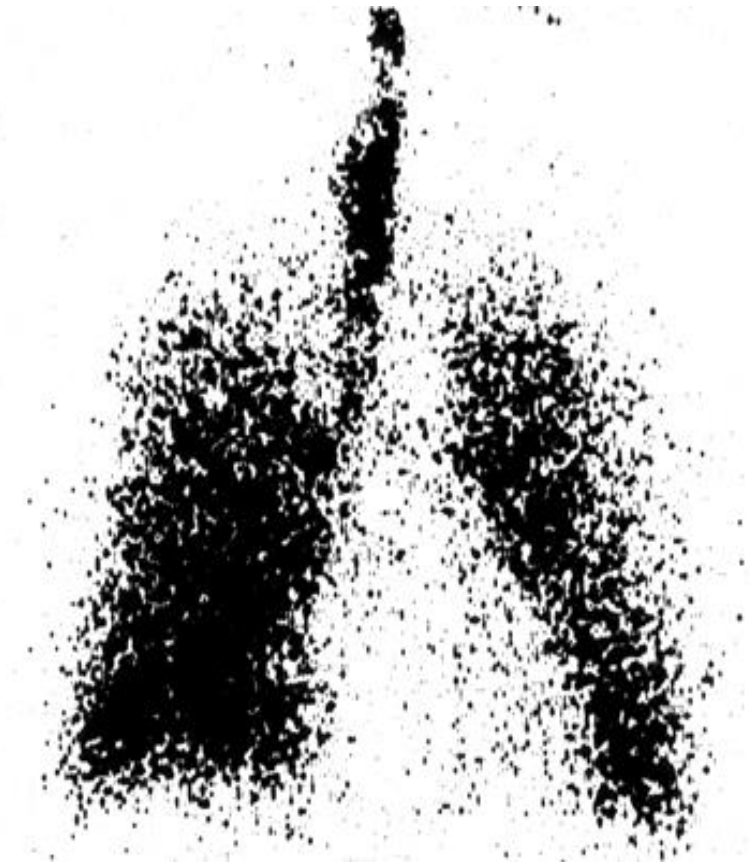
ÖDİ

- Ölçülü Doz İnhaler'ler (ÖDİ) her basışta sabit dozda ilaç püskürtürler
- Özellikle süspansiyon formlarında önemli bir sorun; inhale edilen aerosol içindeki ilaç partiküllerinin %90'dan fazlasının orofarenks ve larenks mukozasına çarparak orada çökme olasılığıdır.
- **Yavaş derin inspirasyon yapılmalıdır**

Yavaş inspiratuar akım ile
akciğerde daha iyi periferal depolanma



80 litre/dakika



30 litre/dakika

ÖDİ

kullanım zorlukları

- En sık görülen yan etki ağız içinde pamukçuk
- İnhalasyon işlemi tamamlandıktan sonra ağız suyla çalkalanmalı ve gargara yapılmalı
- Ağızını çalkalayamayan çocuklarda tülbent veya sargı bezi ile ağız bol suyla silinmeli

ÖDİ + ara cihaz

- Ara parça ile, aerosol hızını yavaşlatan ilave hacim elde edilmiş ve partikül boyutu küçülmüş olur.
- Aerosol tutulması ve iletilen doz miktarı ara parçanın boyutuna, şekline ve ara parçanın iç yüzeyinin elektrostatik yüküne bağlıdır.
- Ara parçalar orofarengeal birikimi azaltır, ancak solunum-el koordinasyonunun zayıf olduğu durumlarda sınırlı bir koruma sağlar.

Ara cihaz

- Hazne, spacer da denir
- Tasarım özelliklerine göre “ara parça” ve “valfli hazne”

Ara parça: hastanın ağzı ile ÖDİ arasında bir boşluk sağlayan bir cihazdır. Aerosol bulutunu tutmak için valfi yoktur

Valfli hazne: ilaç inhale edilene kadar aerosolü tutan ve solunum ile verilen havayı haznedenden uzaklaştıran tek yönlü valfi olan bir cihazdır. Solunum-el koordinasyon bozukluğundan kaynaklanan aerosol kaybını azaltır.

Aracı cihaz



İdeal aracı cihaz volümü 100 – 700 ml'dir

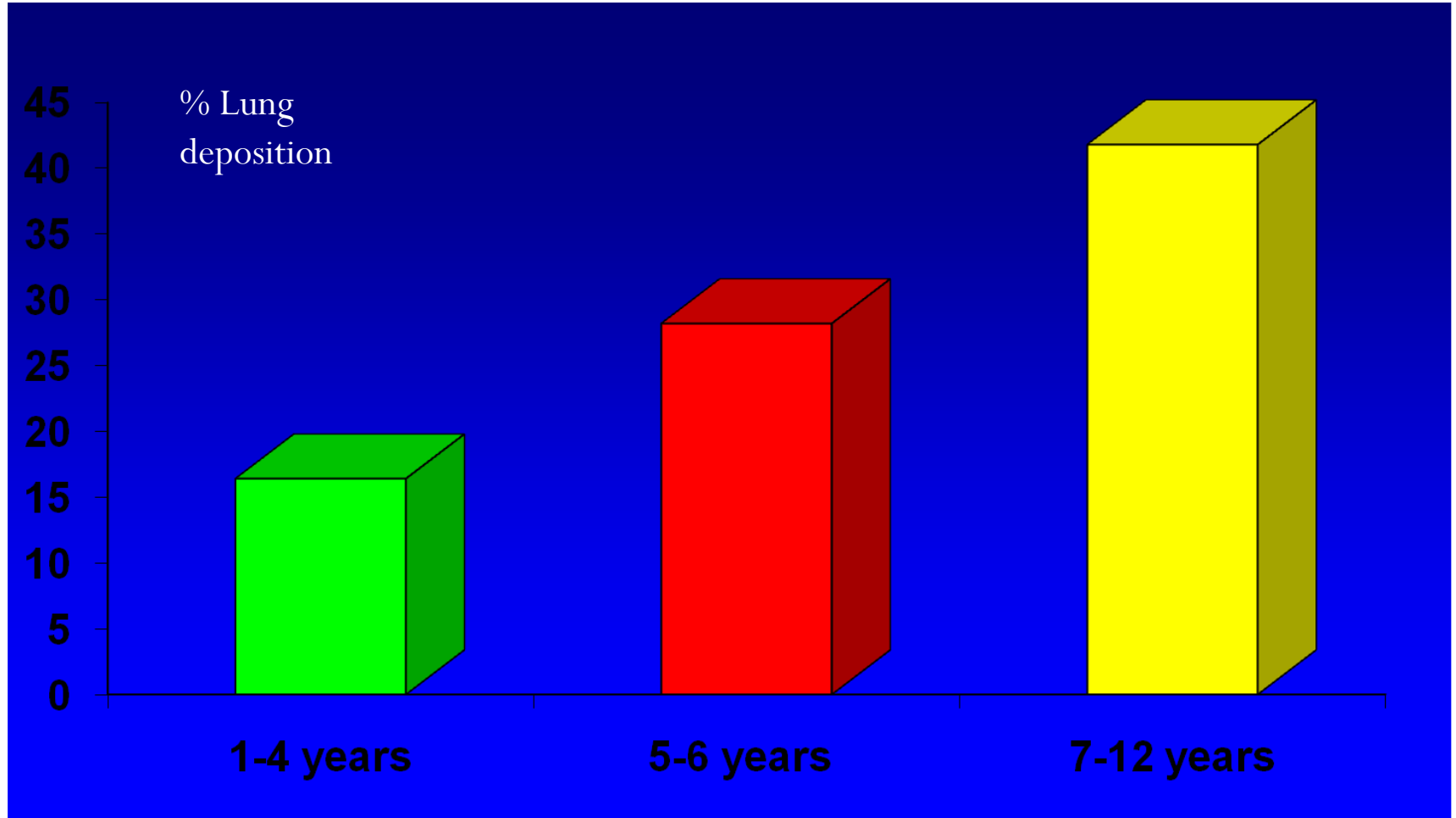
Küçük çocuklarda 5 – 6 tidal soluk aracı cihazdaki aerosolü almak için yeterlidir

2 – 7 yaş arası çocuklarda; küçük volümlü cihazlarda 2, büyük volümlü cihazlarda 3 tidal soluğun yeterli olacağı görülmüştür

Valfli hazneler

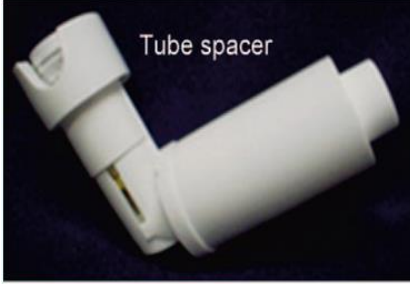
- Aerosol partiküllerinin hazne içinde kalmasını sağlayan düşük dirençli tek yönlü bir valf (kapakçık) vardır. Bu tek yönlü valf, inhale edilinceye kadar partiküllerin hazne dışına çıkmasını önlemektedir
- Optimal dozun alınabilmesi için ÖDİ'ye basıldıktan hemen sonra ya da basma ile aynı zamanda inhalasyona başlanması gereklidir. Gecikme haznedeki inhale edilen ilaç miktarını azaltır
- Tek yönlü valfin direnci, minimal bir inspiratuar efor ile açılacak kadar düşük olmalıdır. Valf, aynı zamanda orofarengeal birikimi azaltan bir impaksiyon noktası olarak görev yapmaktadır
- İdeal olan, valfin inspirasyon hızı yüksek olduğunda uyarı vermesidir

Aracı cihaz ile ÖDİ kullanıldığında uygulanan ilacın akciğerde depolanması yaşa göre değişiklik gösterir



Wildhaber. Pediatr Pulmonol 2000; 29: 389-393.

Ara cihaz- Hazneler



Yüz maskesi boyutlarına göre kodlanmıştır. Renkler hasta yaşına uygun kullanım boyutlarını göstermektedir

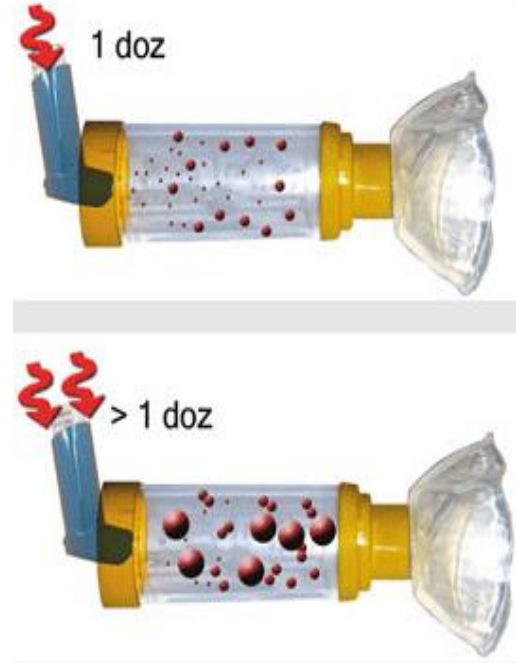
-  YETİŞKİN
-  ÇOCUK
-  İNFANT



Çocuklardaki hazne çeşitleri

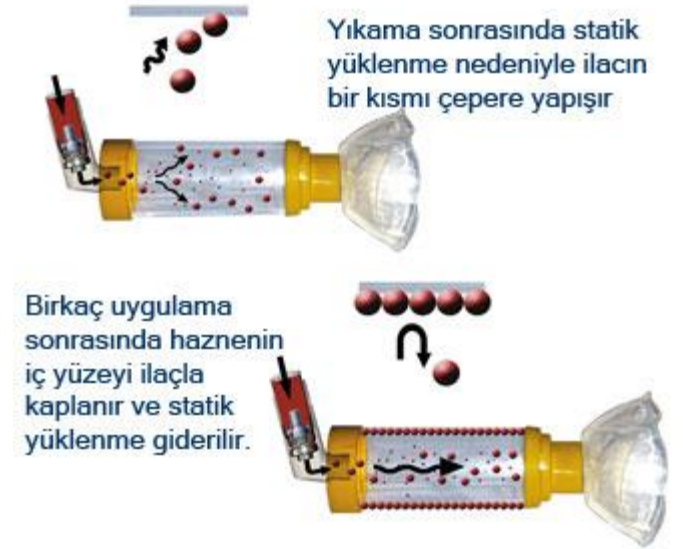
Ara cihaz

- Hazne içine her seferinde sadece 1 DOZ ilaç uygulanmalıdır
- Birden fazla dozun uygulanması halinde, hazne içinde ilaç molekülleri birleşir. Akciğer ve hava yollarına iletilmesi güç parçacıklar oluşur. İlacın önemli bir kısmı orofaringeal bölgede tutulur
- İki doz ilaç uygulamak gerekiyorsa önce birinci dozun, sonra aynı işlemler tekrar edilerek ikinci dozun uygulanması gereklidir



Ara cihaz

- Hazne her kullanım sonrası yıkanmamalıdır. Plastik olduğundan elektrostatik yüklenmeye elverişlidir. Hazne içine sıkılan ilacın bir kısmı çeperlere yapışır, dozda kayıp olur
- Birkaç kullanım sonrasında ise haznenin iç yüzeyi ilaç tabakasıyla kaplanır, ilacın yapışacağı yüzey kalmaz ve akciğerlere iletilen ilaç miktarı artar



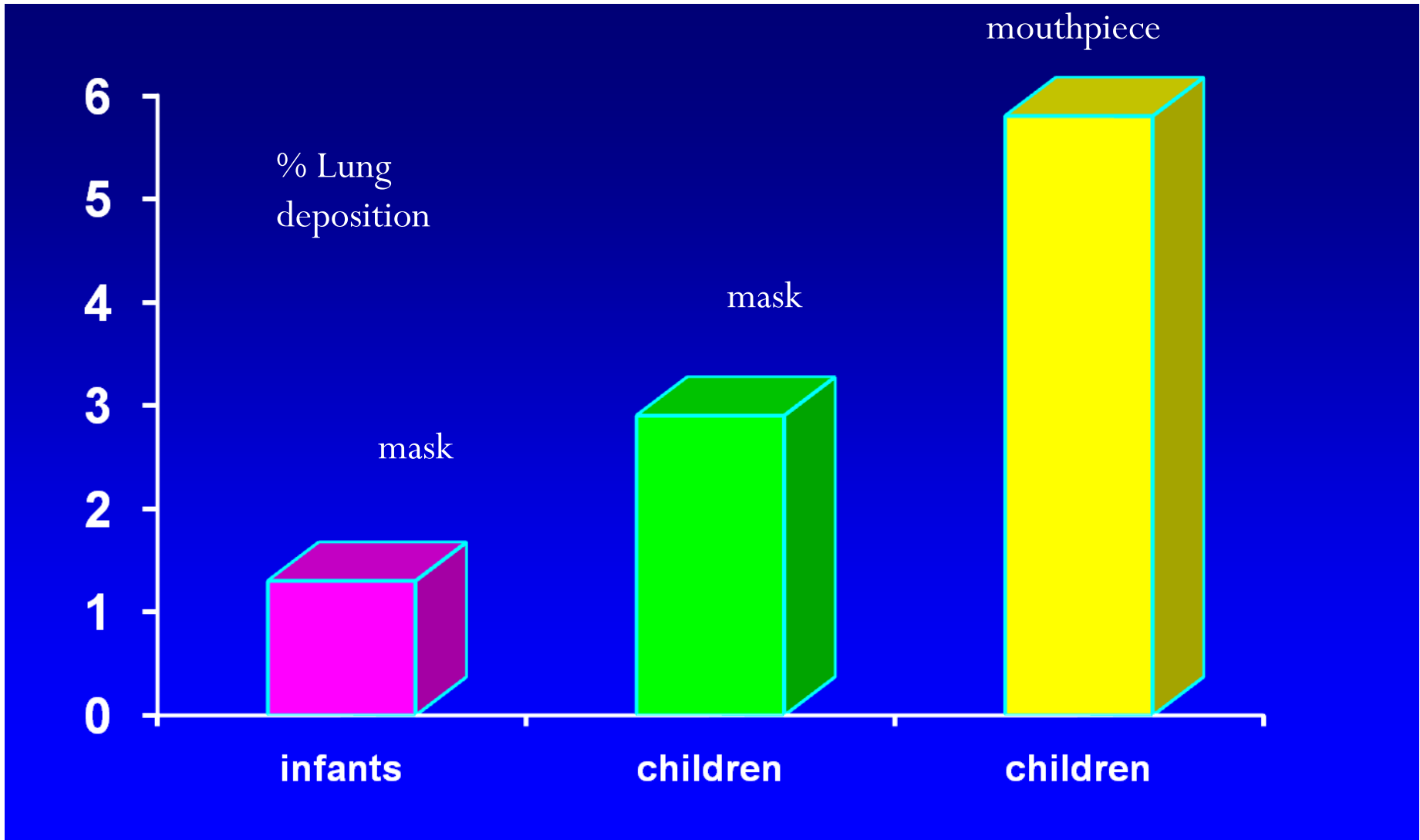
Maske

- Hastanın yaşı ne olursa olsun ağızlığı rahat kullanamadığı sürece kullanır
- Maske seçiminde anatomik kontürler önemli
- Maske fleksible olmalı, hafif ve ölü boşluğun küçük olması maskenin iyi kullanımında önemli
- Yüz ve maske arasında kaçağın olmaması gerekiyor

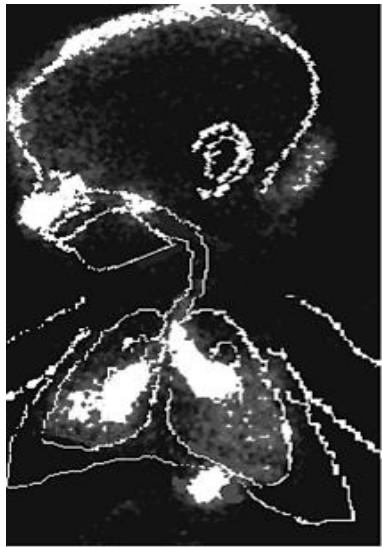




Maske mi, ağızlık mı?



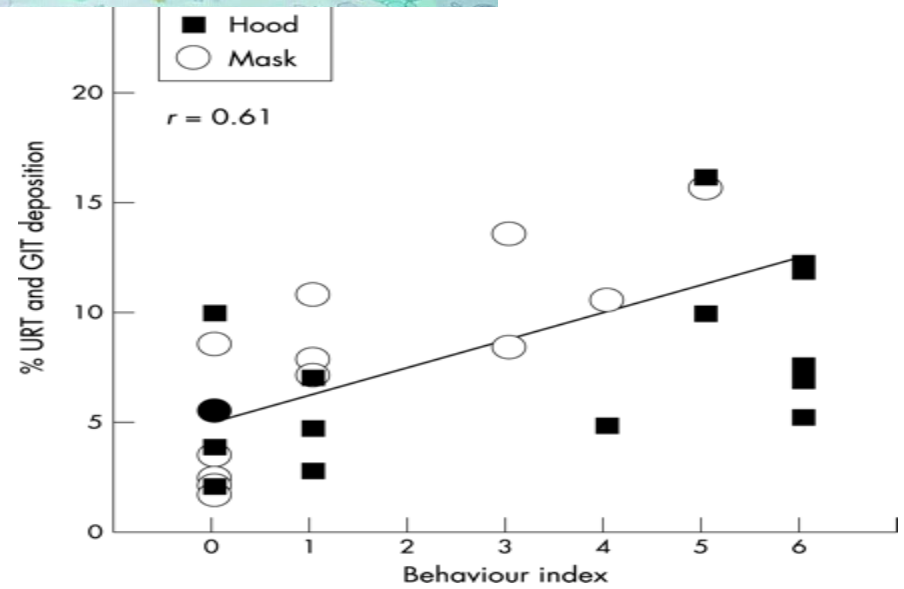
Yaşa göre inhaler ara cihaz seçimi



Hood



Mask



Amirav I Arch Dis Child 2003

Ağızlık



Kullanabildiđi zaman çocuk ağızlık kullanırsa inhaler tedavinin etkinliği artar

Düzelmiş Uyum



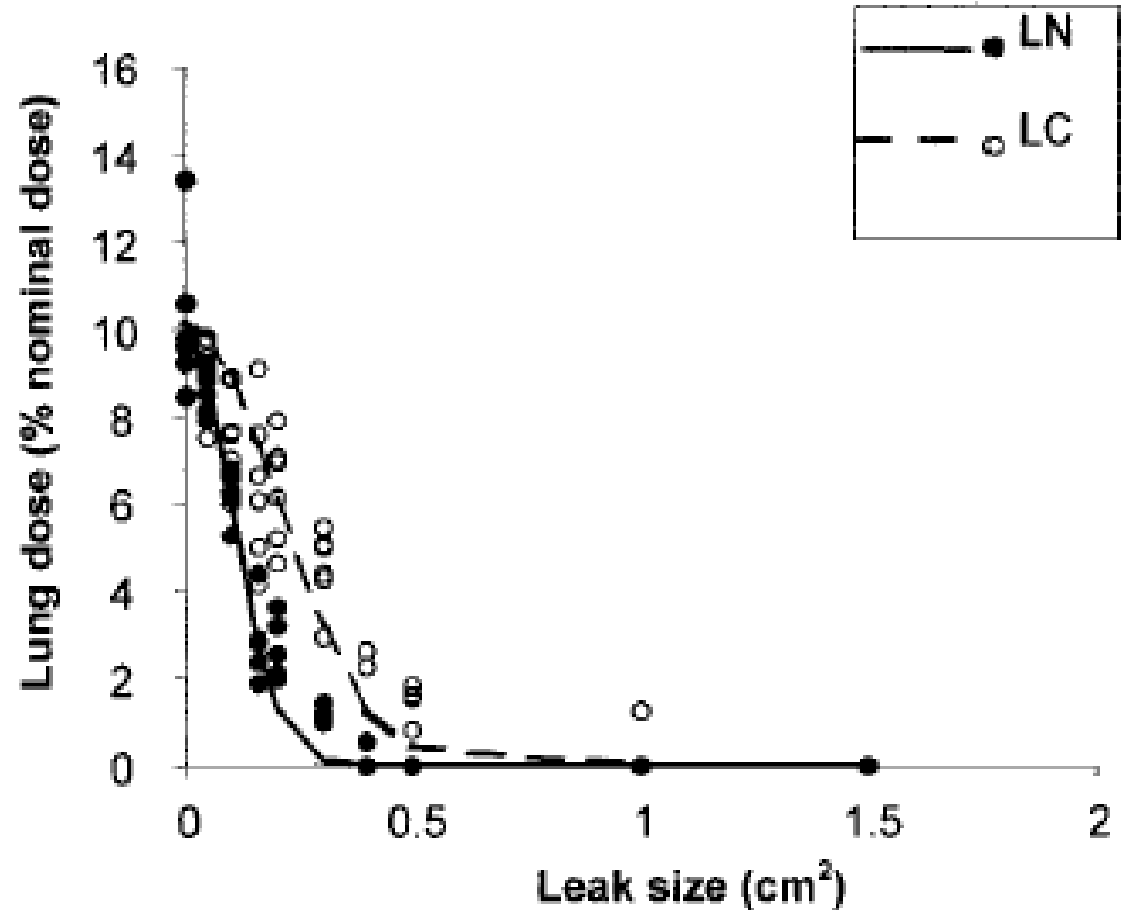
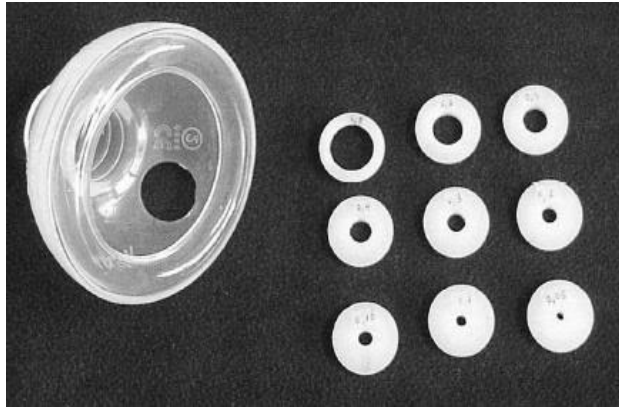
- Sakin nefes alan bebeklerde emzik donanımlı maske emip burun solunumu ile inhalasyon sırasında akciğerde aerosol birikimi geleneksel maske kullanımına benzerdir
- Bebeklerde aerosol tedavi sırasında emzik kullanma emzik olmaksızın konvansiyonel tedavi kadar verimli olabilir

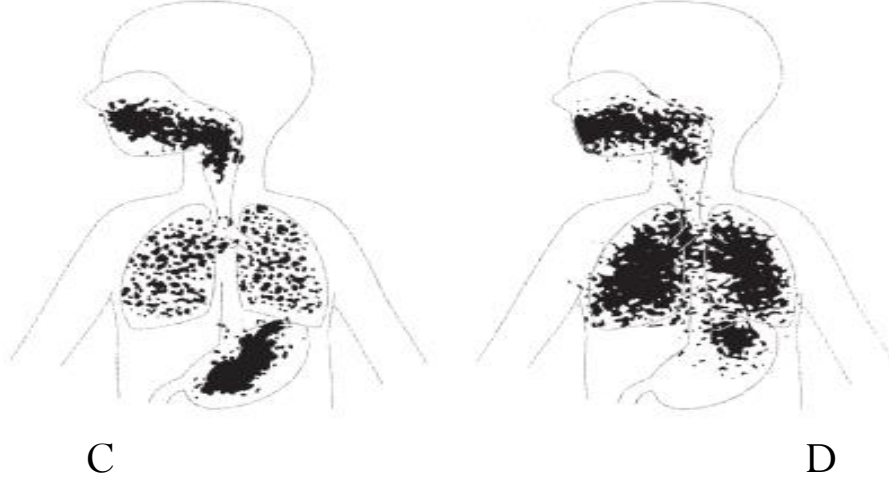
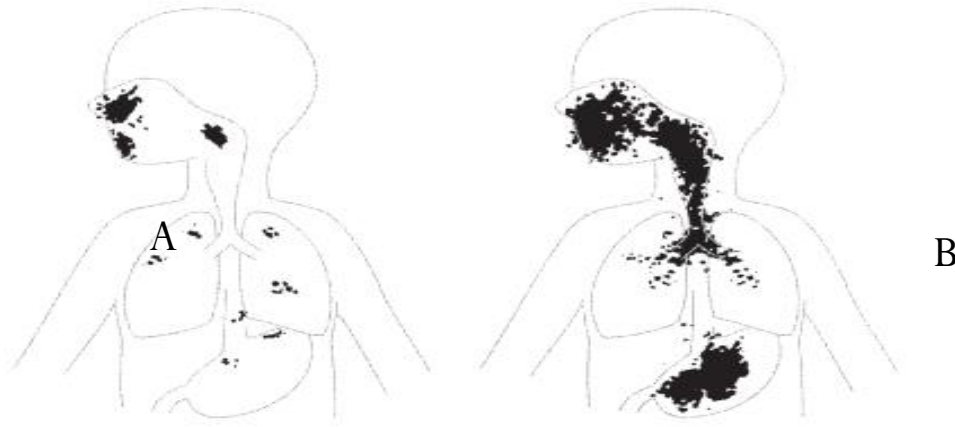


Aynı zamanda maske korkusunu azaltır



Maskedeki kaçak arttıkça akciğere ulaşan doz azalır!





Schuepp KG 2004
Janssens HM Chest 2003

A: Konvensiyonel jet nebülizer ile maskenin yüze tam oturmadığı durumda %0,1 (MMD 4,5 μ m)

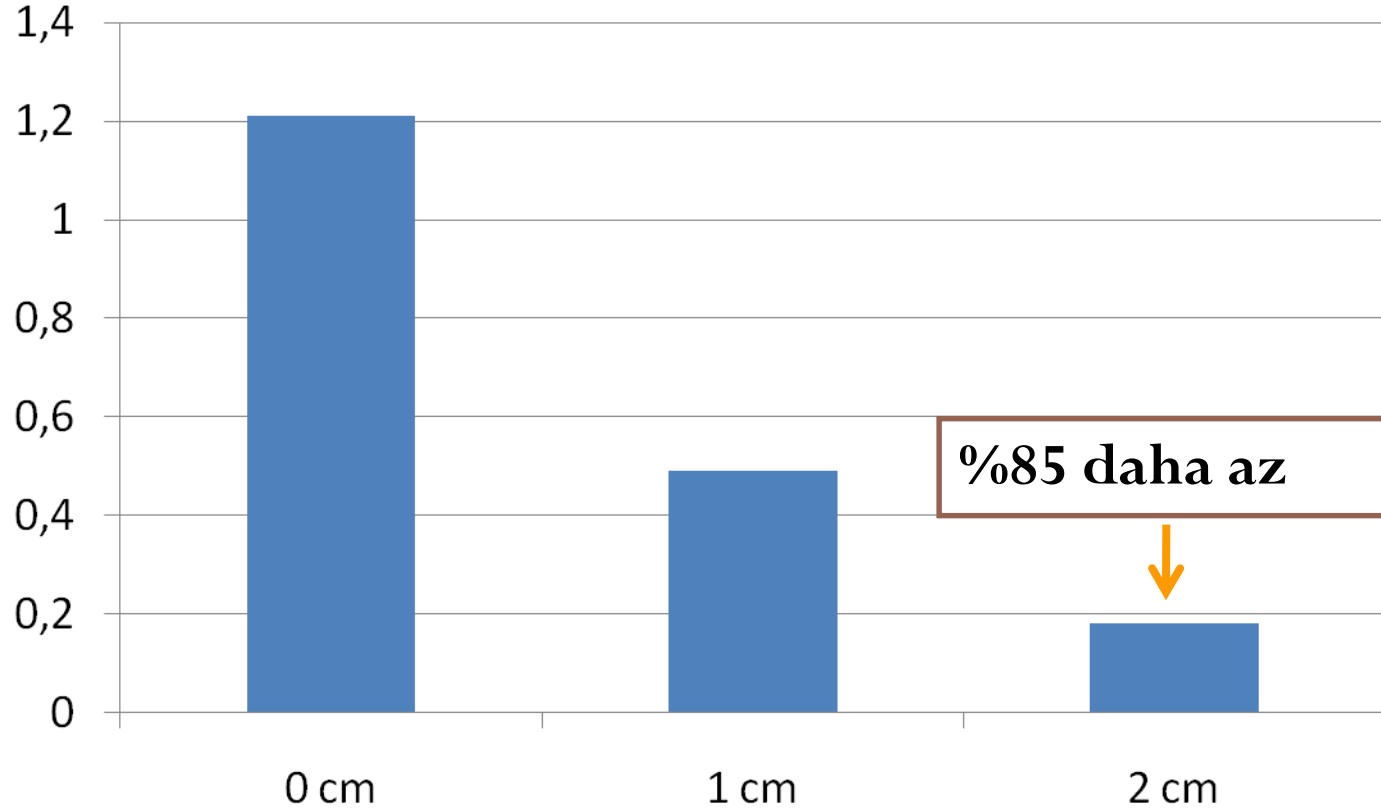
B: Çocuk ağlarken ve nefes verirken %1

C: Çocuk sakin ve maske yüze tam oturduğunda %8

D: Sakin, maske yüze tam oturduğunda ve mesh nebülizer ile %36 MMD 2,5 μ m

Uzaktan aerosol uygulanması kesinlikle etkisiz!

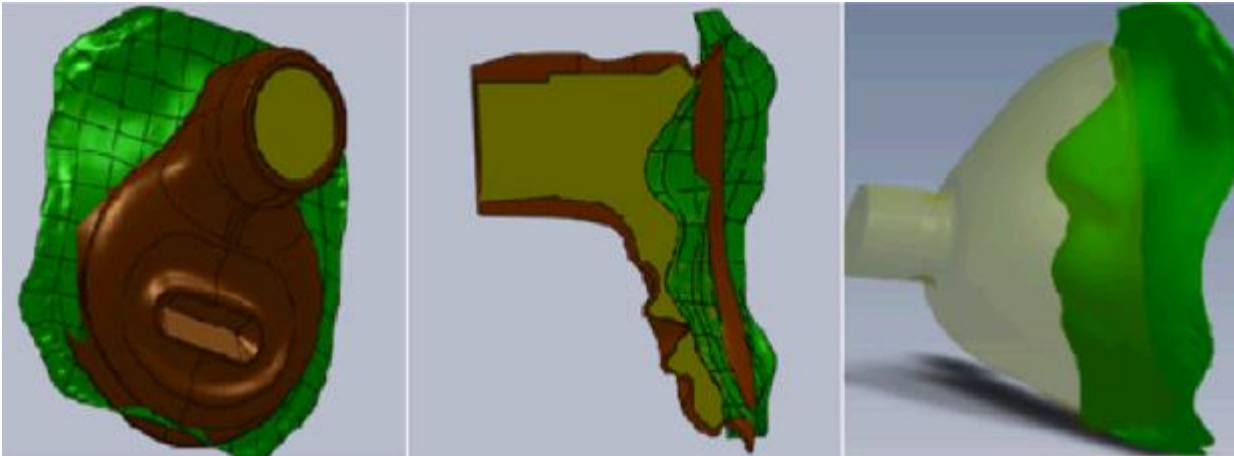
İnhale edilen doz (mg)



Yüzden uzaklık

3 D Kamera Kullanarak Yapılan Çocuklar İçin Yeni İnhalasyon Maskeleri

270 çocukta yapılan çalışmada
3 D kullanılarak çocukların yüzü ölçülüp ölçü
mesafe en aza indirilip çocuğun yüzüne en
uygun maske yapılır



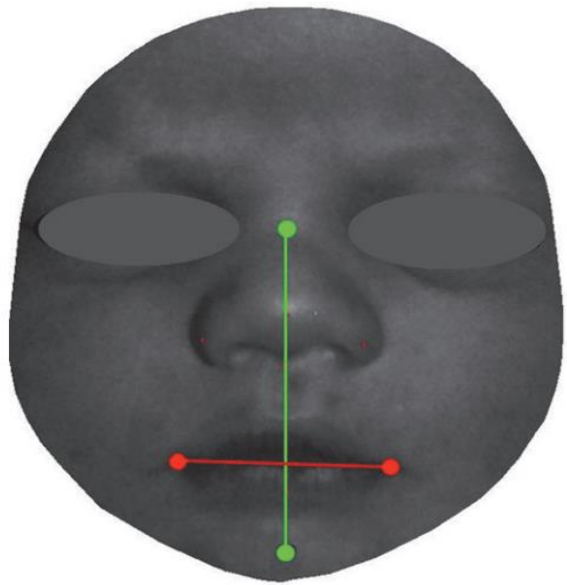
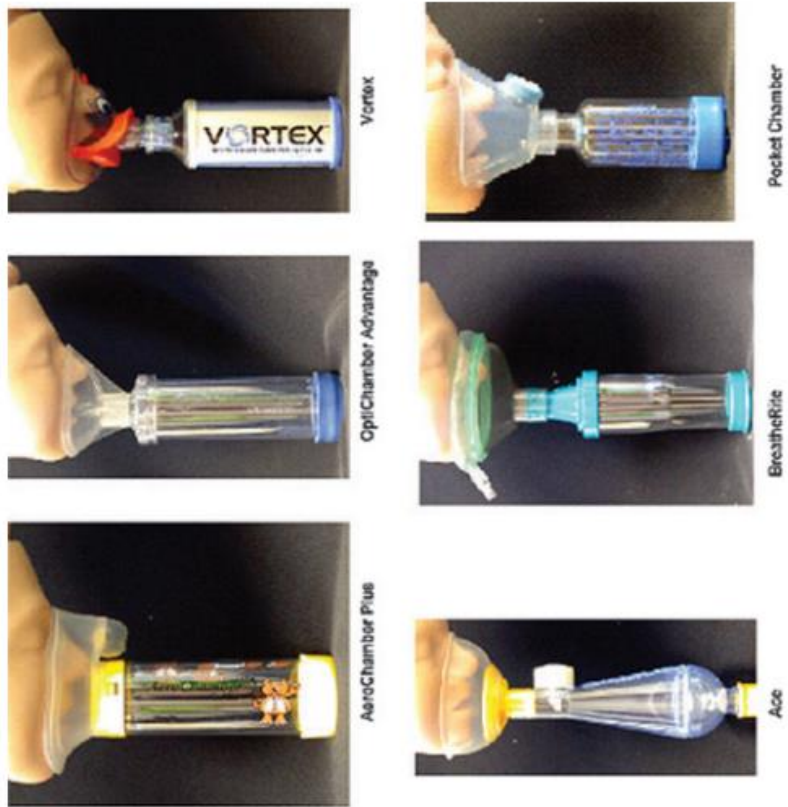
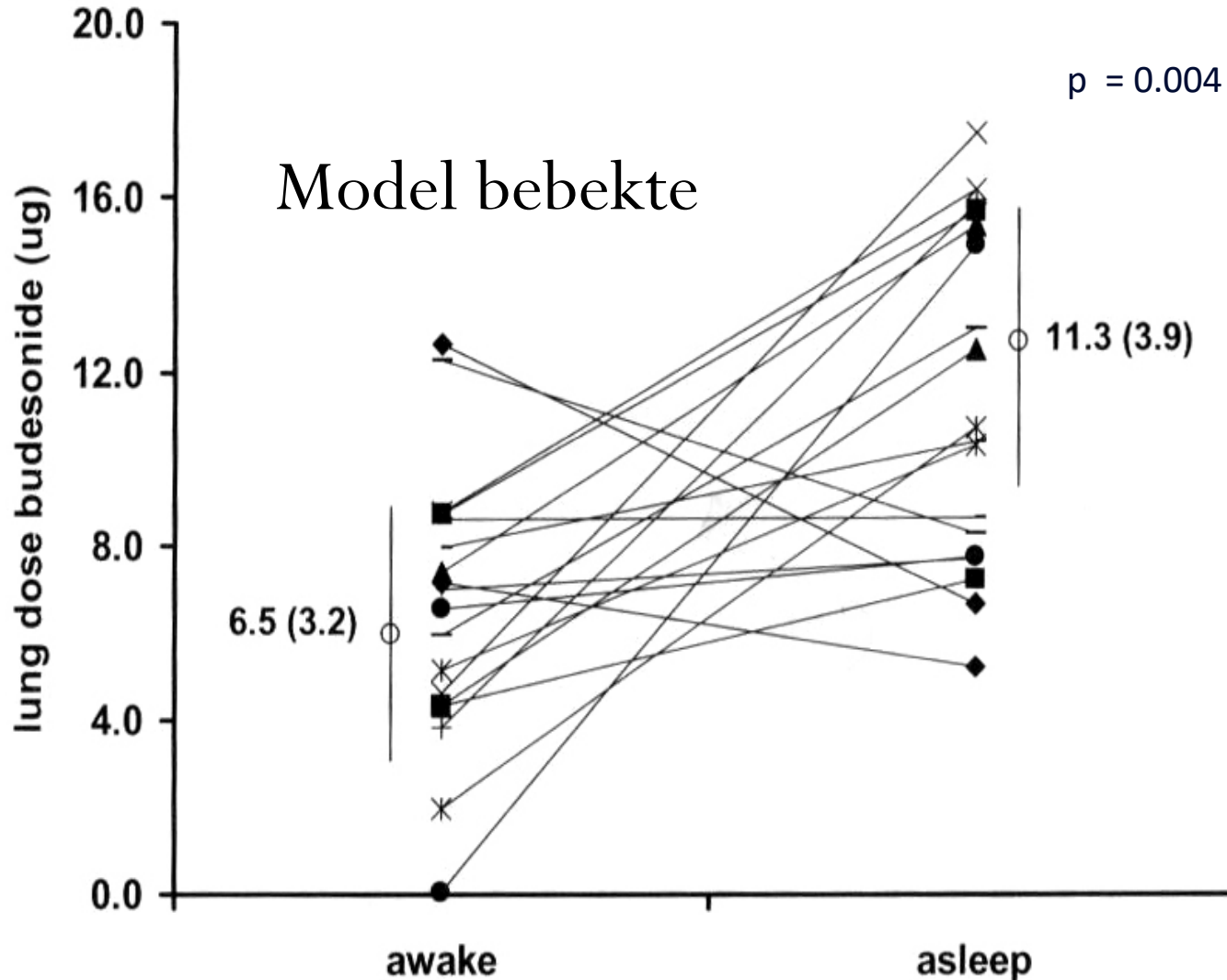


FIG. 5. Landmarks for facial measurements: nasal bridge to tip of the chin (green), and width of oral opening (red).

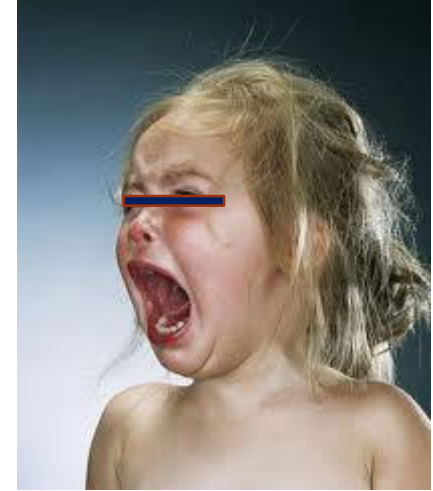
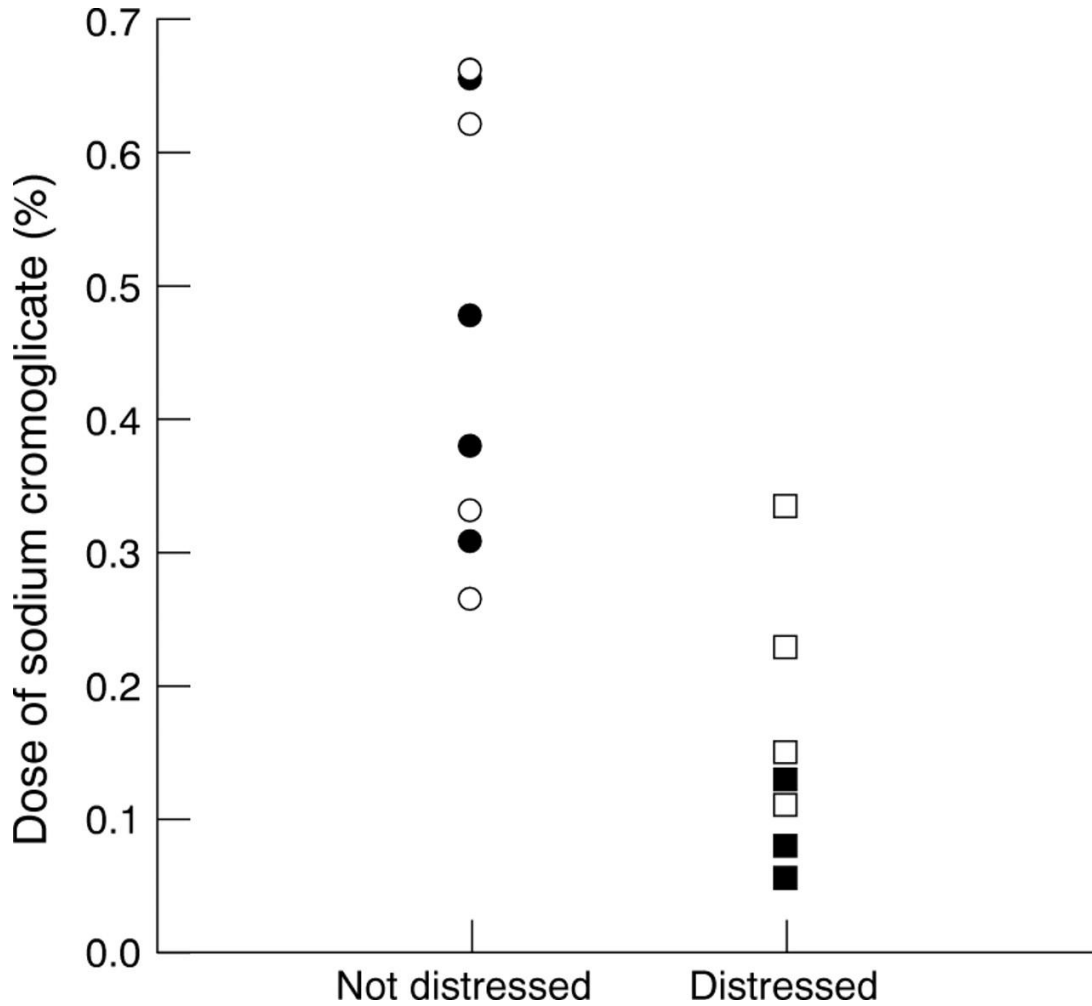


FIG. 2. Structured light and conversion to a triangulated surface or mesh. (Courtesy of Michael and Alex Bronstein.)

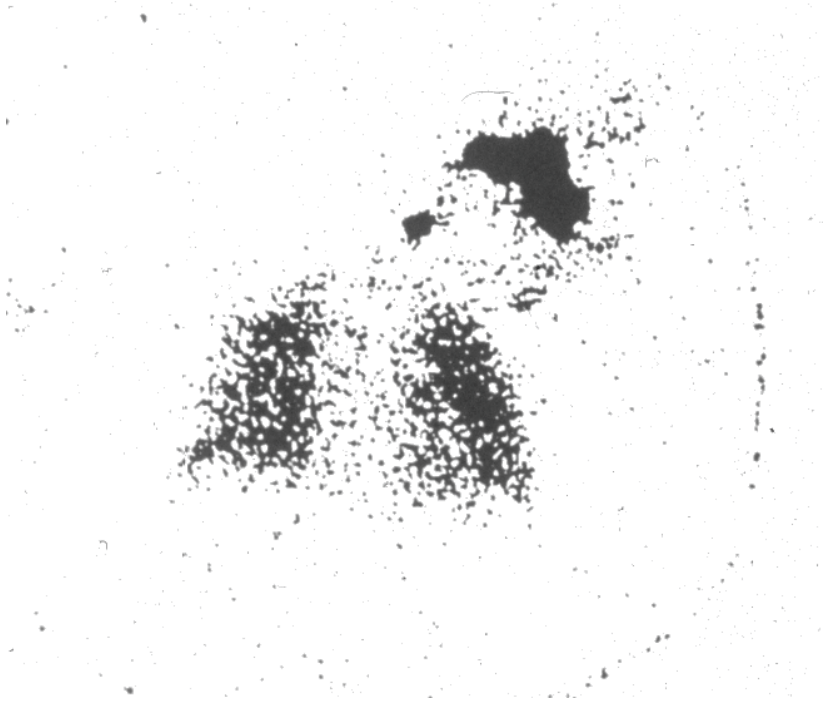
Akciğerdeki aerosol miktarı, uykuda verildiğinde, %74 daha fazla



Ağlamak çocuğun aldığı aerosol miktarını belirgin olarak azaltır!



Ağlamanın ilacın akciğerde depolanması üzerine etkisi

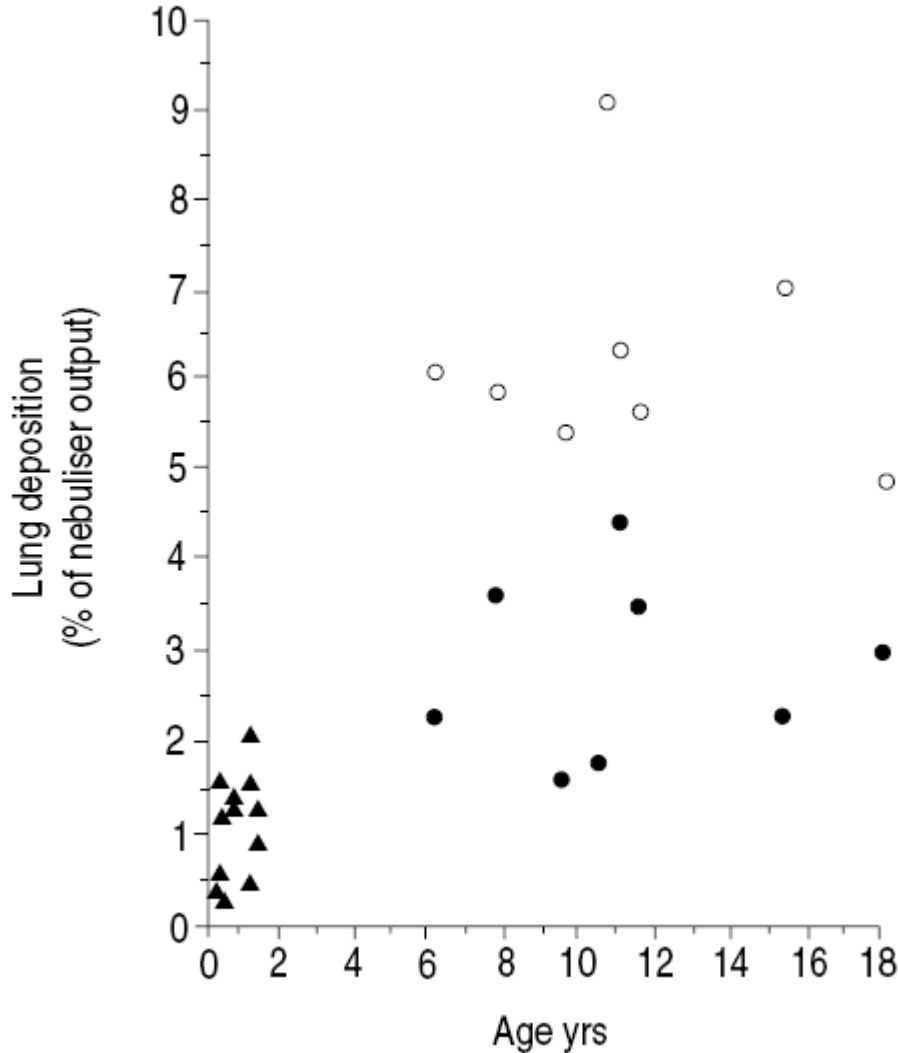


Ađlamayan



Ađlayan

Çocukların yaşlarına ve burundan ya da ağızdan nefes almalarına göre akciğerde depolanan miktar değişir

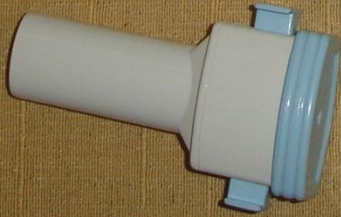


- ▲: Burundan nefes alan bebekler
- : Burundan nefes alan büyük çocuklar
- : Ağızdan nefes alan büyük çocuklar



Kuru Toz İnhaler

- Ara cihaz gerektirmediği için taşınmaları kolaydır. Ölçülü doz inhaler ilaçlardan farklı olarak itici gaz (freon gazı) ve diğer katkı maddeleri içermezler.
- Nebülizatörlerin ve ÖDİ'nin tersine Kuru toz inhalerler hızlı soluk almayı gerektirir.



KTİ

- Kuru toz inhalerler (KTİ), inspiratuar akım ile akciğerlere kuru toz bileşenlerin iletiildiği, küçük ve taşınabilir cihazlardır.
- KTİ itici gaz içermez ve nefes ile aktive olurlar.
- Hastanın inspiratuar gücü, ilacın hem inspiratuar akış oranı hem de inhale edilen ilaç oranı, büyük hacimli ilaç parçalarının küçük parçacıklara dönüşmesi ve bu parçacıkların aerosol olarak cihazdan salınması için gereken enerjiyi yaratır.
- KTİ'ler inhalasyon yoluyla ilaç salınımı sağlar.
- KTİ'ler ölçülü doz inhaler'lerinin kullanımında ortaya çıkan zorlukların üstesinden gelmek amacıyla tasarlanmış ve kullanıcı memnuniyetiyle beraber tedavide istenen sonuca ulaşma hedefi güdülmüştür.

Kuru Toz İnhaler (KTİ)

- Cihazda ilacın inhalasyonu için yeterli inspirasyon akışının olması gereklidir.
- Hastanın inspirasyon akımı, kuru parçacıkları dağıtır ve bunları cihazdan çekip alt hava yollarına iletir.
- İnhaler için yeterli inspiratuar akım sağlayamayan özellikle RDS li ve > 4 yaş hastalar için KTİ kullanımı güvenilir değildir.
- >4 yaş hastalar, cihazı nasıl etkin kullanacağını biliyor ve cihaz için yeterli inspiratuar akımı oluşturabiliyorsa KTİ'i kullanabilir.

Nebülizatörler

- Sıvı formülasyonların inhaler uygulanması için tasarlanmıştır. Nebülizatör tedavi inhalasyonla uygulanan ilaç solüsyonlarının nebülizatör olarak adlandırılan ve ilacı aerosol haline getirip bir maske ya da ağızlık aracılığıyla uygulanmasıdır.

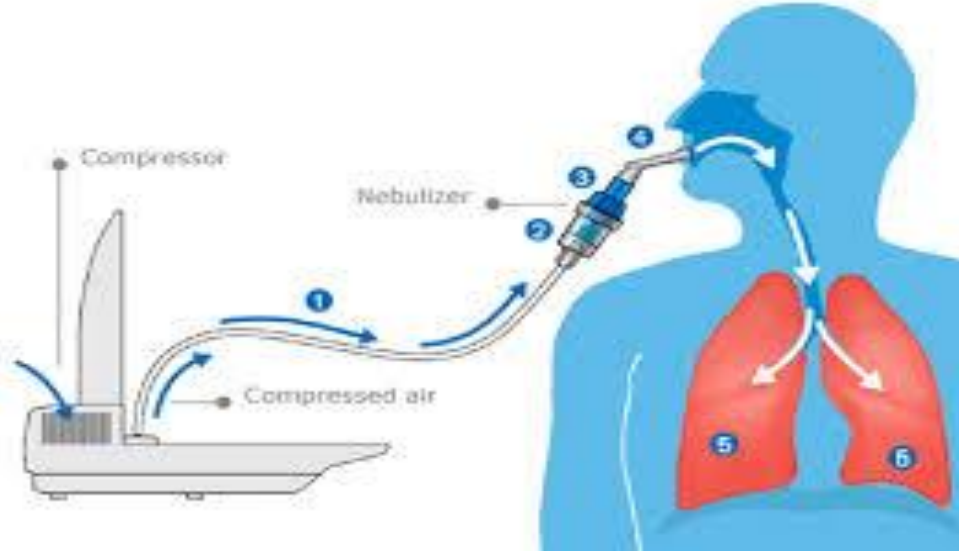


Nebülizatörler

- Nebülizerler özellikle akut ve yoğun tedavi isteyen durumlarda tıbbi aerosol tedavisinin temelini oluştururlar.
- Aynı zamanda bebekler, küçük çocuklar ve diğer inhaler cihazları kullanma ve uygulamada koordinasyon zorluğu çeken yaşlı hastalarda tercih edilen cihazlardır.

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 nebül adı verilmektedir.



Nebulizatör tedavi uygulanması gerektiren durumlar:

- dört yaş altında inhaler tedavi alması gereken çocuklar
- ölçülü doz inhalere uyum sağlayamayan hastalarda,
- akut astım atağı sırasında,
- ağır astımı olan hastalarda,
- anormal sekresyonların varlığında,
- bronkoprovakasyon testi uygulamasında,
- yüksek dozda inhaler bronkodilatör ihtiyacında
- solunum yoluna yönelik antibiyotik, mukolitik, anesteziik spesifik tedavilerde
- hastanın başka inhaler yöntemleri kullanamadığı durumlarda kullanılır.
- kronik akciğer hastalığında ölçülü doz inhaler (ÖDİ) etkili değilse
- yenidoğan döneminde bronkopulmoner displazide inhalasyon tedavi yöntemi olarak nebulizatör tercih edilir.

Ultrasonik nebülizatörler:

- Ultrasonik nebülizatörler, 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 nebülizatörü terk eder, büyükler ise içeride kalarak işleme yeniden dönerler.

Ultrasonic nebülizatörler:

- Yüksek frekanslı ses dalgaları oluşturarak, kristal üzerindeki sıvının yüzeyinden aerosol haline gelen damlalar oluşturur.
- İçi su dolu bir kabın alt kısmına yerleştirilmiş piezoelektrik kristalin vibrasyonu ile yüksek frekanslı (0.8-3 MHz) ultrasonik dalgalar oluşur. Frekans arttıkça partikül çapı küçülmektedir.
- Frekans 5 MHz'den fazla olduğunda sıvı ısınabilir ve ilacı olumsuz etkileyebilir.
- Kabın üst kısmında suyla temas halinde bulunan bölüm içindeki terapötik solüsyonda ultrasonik dalgaların etkisiyle türbülans oluşur, bu da sıvının yüzeyinde 0.3 mikron ile 10 mikron arası sıvı taneciklerini oluşturur. Buraya dolan hava akımı, bu sıvı taneciklerini aerosol şeklinde dışarı taşır.

Ultrasonik nebülizatörler:

Elektrikli transduserden yayılan titreşimler ne kadar sıkırsa o kadar küçük partiküller (aerosolizasyon), ne kadar seyrekse o kadar büyük partiküller (hümidifikasyon) oluşur.

- Büyük volümlü

balgam indüksiyonu için hipertonic tuzlu su vermek için

- Küçük volümlü

Jet nebülizer

- Sıvıyı hastanın soluyabileceği partiküllere ayırmak üzere sıkıştırılmış hava kullanmak suretiyle çalışır
- Çalışma mekanizmasında sıkıştırılmış gaz içerisindeki ilaç çözeltisini bir delik içerisinden geçirerek negatif basınçlı bir alan yaratır.
- Tasarımlarına uygun bir kompresör ya da gaz kaynağıyla çalıştırılmalıdır.

Jet nebülizer

- Nebülizatöre gelen hava akımı artıkça; nebülizer output'u artar, damla çapı küçülür, nebülizasyon zamanı kısalır ve nebülizer içindeki sıvının buharlaşma miktarı artar.

İlacın çıkış şekline göre 4 tip jet nebülizatör vardır.

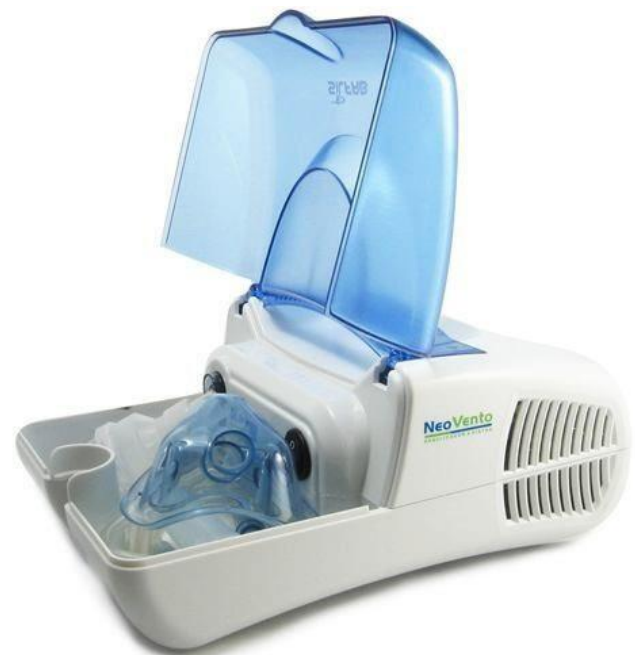
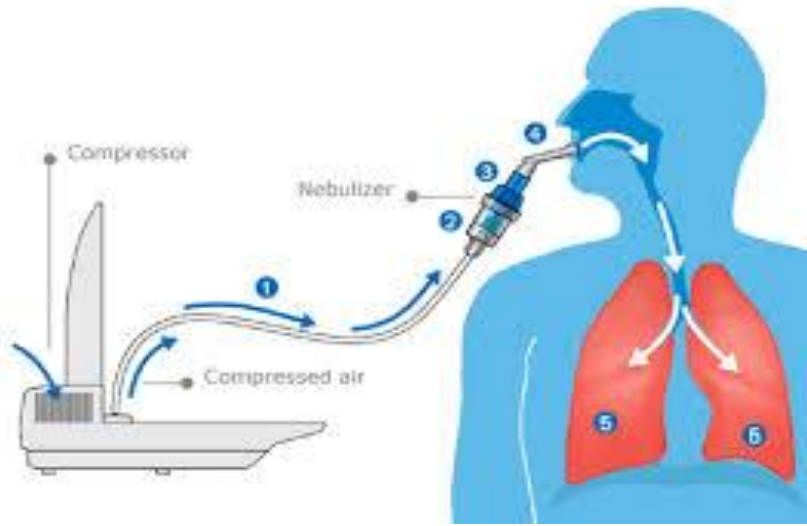
- 1-Konvansiyonel jet nebülizatör: Devamlı ilaç çıkışı vardır, ancak ekspirasyon sırasında ilaç kayıpları olur.
- 2-Solunum asiste nebülizatör: Devamlı ilaç çıkışı vardır, ancak inspirasyon sırasında daha fazla ilaç çıkışı vardır.
- 3-Solunum senkronize jet nebülizatör: Sadece inspirasyon sırasında ilaç verir.
- 4-Adaptif ilaç veren nebülizatör: Sadece seçilen inspirasyonlarda ve önceden belirlenmiş miktarlarda ilaç verir

Jet Nebülizer

- Jet nebülizer , sıkıştırılmış gaz kaynağıyla güçlendirilmiştir. İlaç, nebülizer rezervuarından bir kapiller tüple çıkıyor ve sürekli aerosol parçacıkları şeklinde dağılıyor
- 4 tip jet nebülizer var:
 - Rezervuar tüplü jet nebülizer (Konvansiyonel)
 - Collection bag' li jet nebülizer
 - Solunumun aktive ettiği jet nebülizer
 - Solunumun artırdığı jet nebülizer

Konvansiyonel jet nebülizer:

- Bu en ucuz ve en yaygın kullanılan nebülizatör cihazıdır
- İnhalasyon, ekshalasyon ve soluk tutma sırasında devamlı aerosol çıkışı vardır
- Aerosolün yalnızca %10-20'si inhale edilir
- İlaç kaybını azaltmak veya inhale edilen miktarı artırmak için nebülizatörün ekspiryum tarafına T parçası ve geniş çaplı tüp eklenmelidir.
- Hastaya ulaşan ilaç dozunun oranı düşük olması nedeniyle bu tip nebülizatörlerin verimsiz oldukları düşünülmektedir.

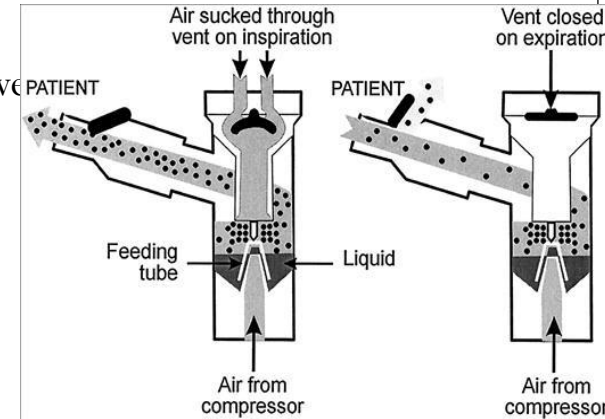


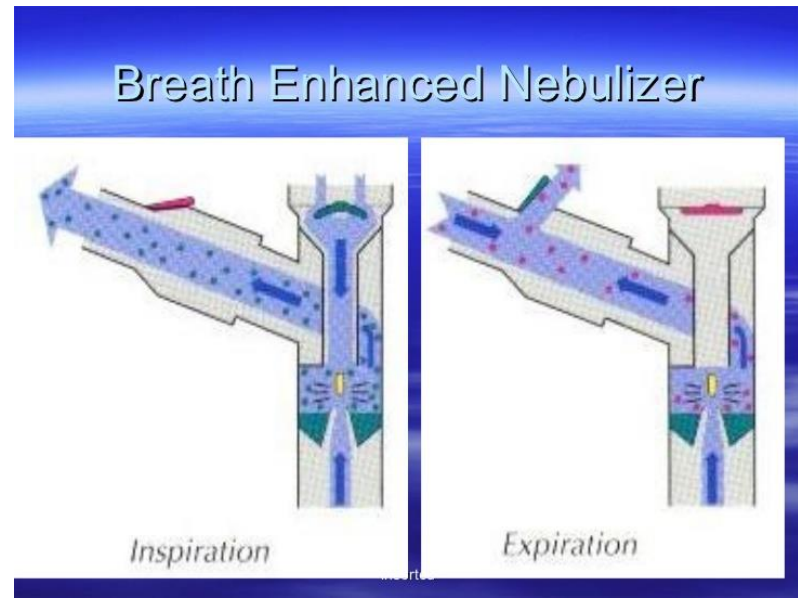
Solunum asiste nebülizatör

- Aerosolü bir rezervuar içerisine toplayıp sürekli aerosol oluştururlar.
- Hasta tek yönlü inhalasyon valfi ile rezervuar içerisinden aerosol ilacı almaktadır.
- Aynı tek yönlü inhalasyon valfi ve ağızlığın arasında yer alan ekshalasyon açıklığından atmosfere nefesini vermektedir.
- Westmed, Tucson bu tip nebülizatörlerdir.

Solunum ile ilaç buharı veren (breath-enhanced) jet nebulizatör:

- Solunumla verimi artan nebulizatörlerdir
- Aerosolün çevreye kaybını önlemek için iki yönlü valfler kullanılırlar.
- Hasta nefes aldığı zaman valf açılır ve nebulizatör içerisinden gaz gelir.
- Ekshalasyonla verilen solunum havası, ağızlıkta yerleştirilmiş bir çıkış valfinden çıkar.
- PARI LC® Plus (PARI, Midlothian, VA), NebuTech® (Salter Labs, Arvin, CA) ve Ventstream® Pro (Philips Respironics, Murrysville, PA) bu gruptandır





Solunum ile ilaç buharı oluřturan (breath-actuated) jet nebülizatör:

- İlaç salınımının solunum yolu ile gerçekteştiği nebülizer cihazlardır
- Sadece nefes alma sırasında aerosol oluşturulmasıyla hastanın aerosol ilaç verimini artırmak üzere geliştirilmiştir.
- Bu şekilde ekspirasyon sırasında ilaç kaybı büyük ölçüde azalmaktadır.
- Solunum yolu kullanılarak buhar oluşturulması inhale edilen dozu 3 kattan daha fazla artırabilmektedir ve bu etki yalnızca dozlama zamanındaki artışla sağlanır.
- AeroEclipse bu gruptandır



Mesh Nebülizatörler

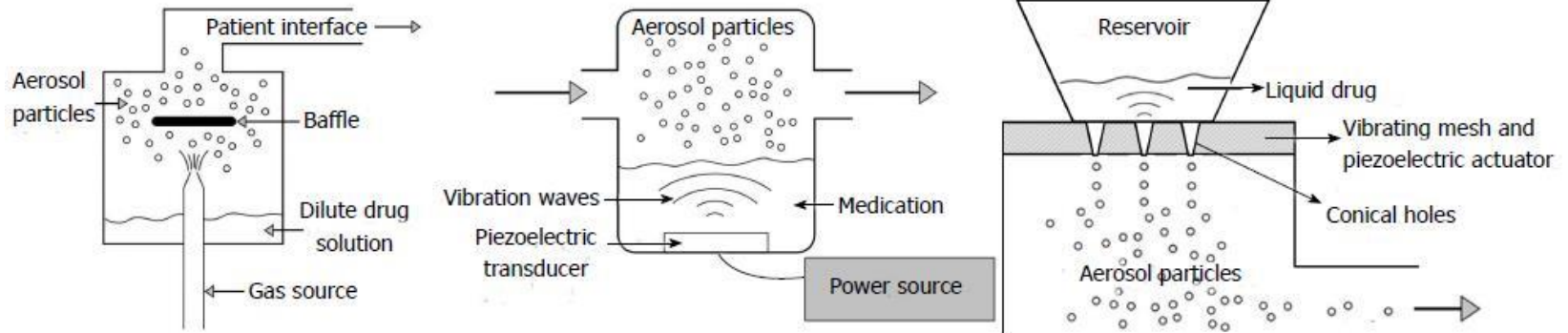


- Elektrik enerjisi kullanılarak titreşim oluşturulan bir piezoyu (yaklaşık 128 KHz'de) aerosol oluşturmak için kullanırlar
- Piezo titreşimleri ile sıvı haldeki ilaç karışımları ince bir mesh içerisinden ilerletilerek aerosol oluşturulur.
- Mesh ya da açıklığın çapı oluşturulan partikülün çapını belirlemektedir. Mesh nebulizatörler, çok etkili olup haznede kalan miktar (0.1-0.5 mL rezidü) çok azdır.

Pasif Mesh:

- Bu nebülizatör tipi, bir mesh içerisinde sıvıyı itmek için ultrasonik bir boynuz kullanmaktadır.
- I-neb® AAD® (Philips Respironics) ve NE-U22 (Omron Healthcare) pasif mesh nebülizatör modelleridir.
- Küçük boyutlu, batarya enerjisi ile çalışan, hafif ve sessiz ilaç verilmesini sağlarlar.
- Bu sistemde aerosol pasif mesh ile oluşturulur ve inhalasyonun başlamasıyla solunuma verilir.
- İlacın dozu belirli bir ölçek haznesi ile kontrol edilir. Ölçek haznesi 0.25-1.4 mL aralığında hazırlanmış bir volümü, yaklaşık 0.1 mL'lik rezidüel volümlerle verebilir.





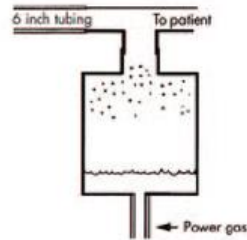
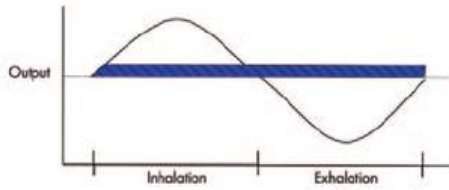
Aktif Vibrating Mesh

- Aktif Vibrating Mesh, plaka açıklığının çevrelediği bir piezo-seramik yapı sayesinde titreşen, 1000-4000 huzi şeklinde delikleri olan tabak şeklinde bir açıklığa sahiptir.
- Aeroneb® Go ve Solo (Aerogen, Galway, İrlanda), Akita II (Inamed, Almanya) ve eFlow (PARI, Midlothian, VA) aktif vibrating mesh nebulizatör modelleridir

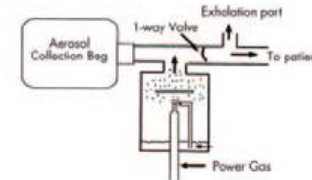
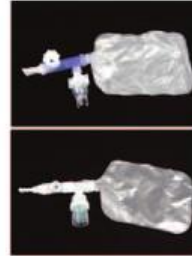
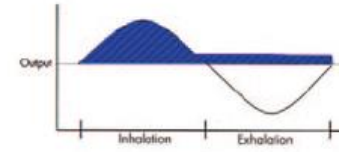


Jet Nebülizer tipleri

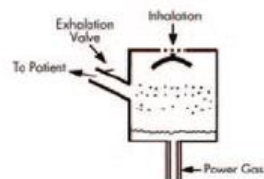
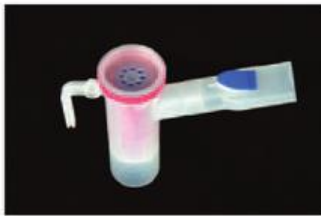
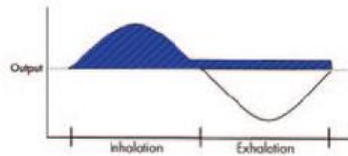
A



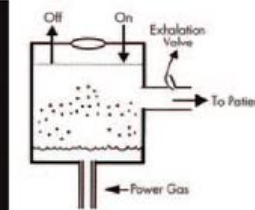
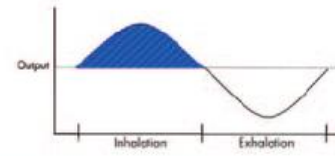
B



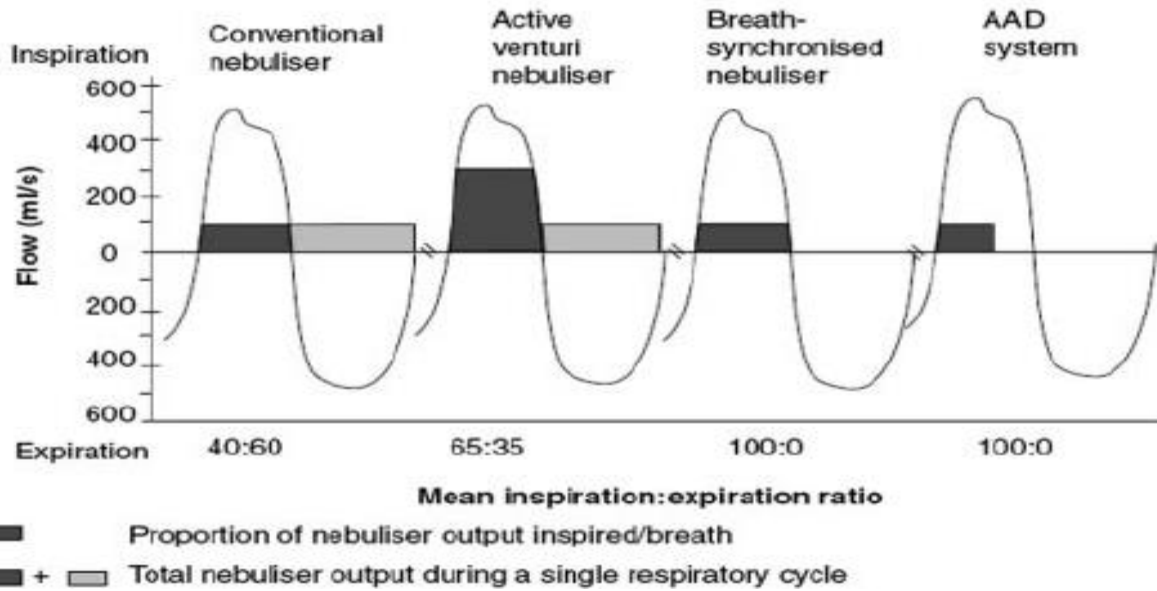
C



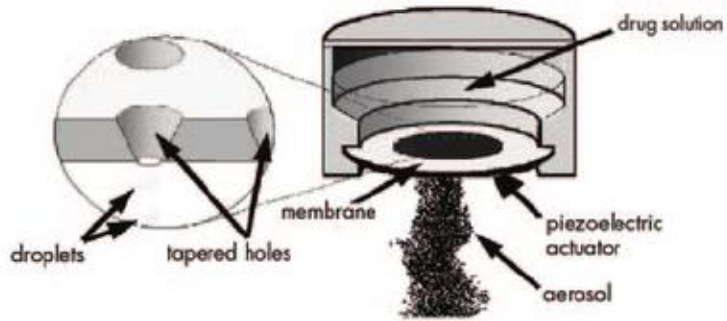
D

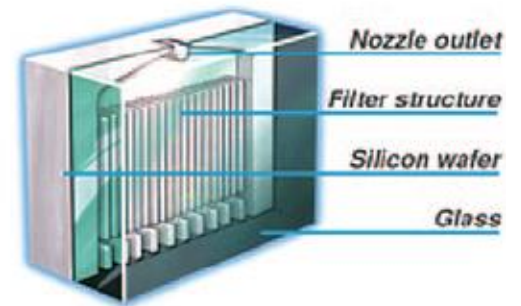
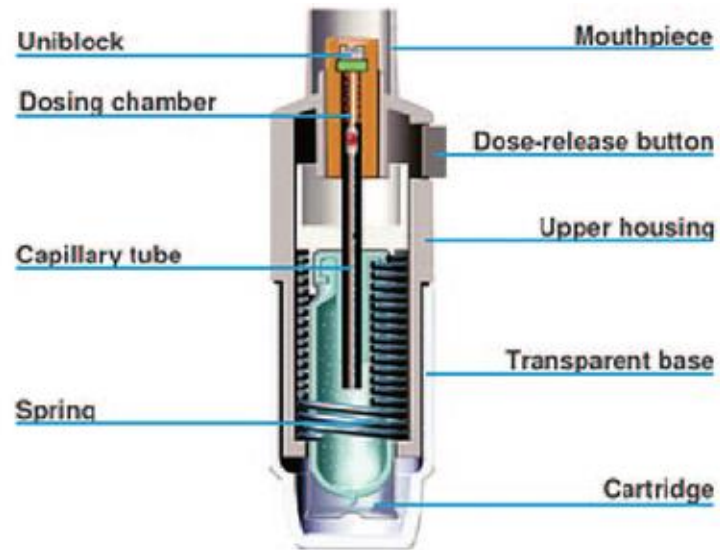


**A: Jet nebulizer with reservoir tube, B: Nebulizer with aerosol collection bag
C: Breath-enhanced nebulizer, D: Breath-actuated nebulizer**



Mesh Nebülizer



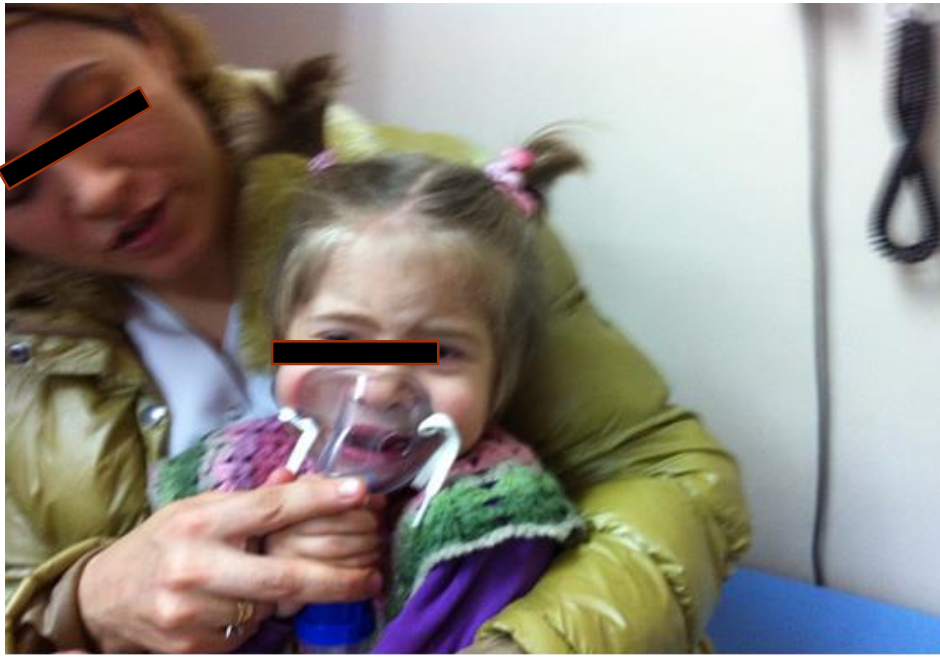


Nebulizer tedavi

- İki yaŖ altındaki
- Solunum yolları darlığı
- Anormal sekresyon
- Yüksek dozda inhaler bronkodilatör ihtiyacında
- Kronik akciğer hastalığında ölçülü doz inhaler (ÖDİ) etkili değilse
- Bronkopulmoner displazide
- rhDNAse - inhaler antibiyotik kullanımı
- Çocuğun başka inhaler yöntemleri kullanamadığı durumlar

Nebülizasyon Uygulama Prensipleri:

- Yemeklerden önce
- Hasta oturur pozisyonda
- Hava akım hızı 6-8 lt/dk
- Uygulama maksimum 10 dakika
- Delikli yüz maskesi veya 3 yaşından büyük uyum sağlayan çocuklarda ağızlık ile



Nebülizasyon Uygulama Prensipleri

- İlaçlar vücut ısısına yakın sıcaklıkta
- İlaç miktarı 2 ml'den az ise 2-4 ml olacak şekilde %09 NaCl ile sulandırılmalı
- Antibiyotik uygulanacaksa, hasta ayrı bir odaya alınmalı
- Partiküllerin atmosfere dağılımını önlemek amacıyla özel filtreler kullanılmalı

Nebülizasyon Uygulama Prensipleri

- Verilecek ilaçlar kullanılmadan hemen önce hazırlanmalı, bekletilmemeli
- Enjektörler, her kullanım sonrası değiştirilmeli
- Nebülize edilecek ilaçlar ışıktan korunmalı
- Cızırtı sesi duyulmaya başladıktan yaklaşık 1 dakika sonra işlem sonlandırılmalı

Çocuklarda Yanlış Nebülizatör Uygulamaları



Etkin faydalanım için etkin ve uygun kullanım şarttır

Nebülizatörlerin avantajları

Birçok ilaç solüsyonunu aerosolize edebilir.
Birbiriyle uyumlu ilaçları karışım halinde aerosolize edebilir.
Minimal hasta uyumu veya yardımı gerektirir
Küçük çocuklar, yaşlı, düşkün ya da durumu ağır hastalar için kullanışlıdır
İlaç konsantrasyon ve dozunda değişiklik yapılabilir
Normal solunum ile kullanılabilir, etkinlik için nefes tutma gerekli değildir

Nebülizatörlerin dezavantajları

İlaç uygulama süresi 5 - 25 dakika arasındadır.
Gerekli donatım büyük ve taşınması zordur.
Güç kaynağına ihtiyaç gerektirir (elektrik, pil veya basınçlı hava)
Yüz maskesi ile uygulamada ilacın gözlere temas ihtimali vardır
Farklı model ve markalarda performans özellikleri değişir
Her uygulamada parça birleştirme ve temizlik gereklidir
İlaç hazırlarken hijyen koşullarına uymamak veya cihazın yetersiz temizliği kontaminasyona neden olabilir

Tedavide Karşılaşılan Sorunlar

- Çocuklardaki inhalasyon tedavi zorluklarının çoğu eğitim kaynaklıdır ve tedavinin başarılı olabilmesi için eğitimin sürekliliği ve pekiştirilmesi gerekmektedir



TEŞEKKÜRLER....