

Pnömotoraks

Pneumothorax

Dr. Muzaffer METİN

Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 4. Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul

ÖZET

Pnömotoraks plevral aralıkta serbest hava birikimi ile kendini gösteren bir akciğer ve plevra hastalığıdır. Çoğu olgu spontan olarak gelişmektedir ve hastaların büyük çoğunluğu ani göğüs ağrısı ve nefes darlığı şikayetleri ile acil servise başvururlar. Spontan pnömotoraks primer ve sekonder spontan pnömotoraks şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Sigara kullanımı bu hastalıkta en önemli risk faktörüdür. Ayrıca, travmaya bağlı pnömotoraksta acil servislerde sıkça karşılaşılan bir durumdur. Mediastinal shift ve kardiyovasküler kollapsa neden olan tansiyon pnömotoraks ise nadir bir durumdur ancak çok acil tanı ve tedavi gerektirir. Pnömotoraks solunum disfonksiyonu ve kardiyovasküler bozukluğa neden olabileceği için acil tedavi endikasyonu vardır. Minimal pnömototaks dışında invaziv tedavi yöntemleri önerilmektedir. Tüp torakostomi ve kapalı su altı drenajı altın standart bir yaklaşımdır ve hayat kurtarıcı bir işlemdir. Tekrarlayan olgularda cerrahi tedaviler ve bazen de talc plöredesis yapılabilir. Günümüzde video yardımcı cerrahi girişimler (VATS) ile %95-100 oranında tedavi sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pnömotoraks, VATS.

SUMMARY

Pneumothorax is a lung and pleural disease manifested by free air accumulation in the pleural space. Most cases develop spontaneously and patients generally apply to emergency services complaints of sudden chest pain and shortness of breath. Spontaneous pneumothorax is divided into primer and secondary spontaneous smoking is the most important risk factor for this disease. In addition, trauma-related pneumothorax is a common condition in emergency services. Tension pneumothorax, which causes mediastinal shift and cardiovascular collapse, is a rare condition but requires immediate diagnosis and treatment. Pneumothorax is indicated for urgent treatment because it can cause respiratory dysfunction and cardiovascular disorder. Invasive treatment methods are recommended except minimal pneumothorax Tube thoracostomy and closed underwater drainage is a gold standard approach and also a life-saving operation. Surgical treatment and occasional talc pleurodesis may be performed in recurrent cases. Today, video-assisted surgical interventions (VATS) can treat 95-100% of patients.

Keywords: Pneumothorax, VATS.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Prof. Dr. Muzaffer METİN

Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 4. Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul

e-posta: muzaffermetin@gmail.com

DOI: 10.5152/gghs.2018.013

Tanım

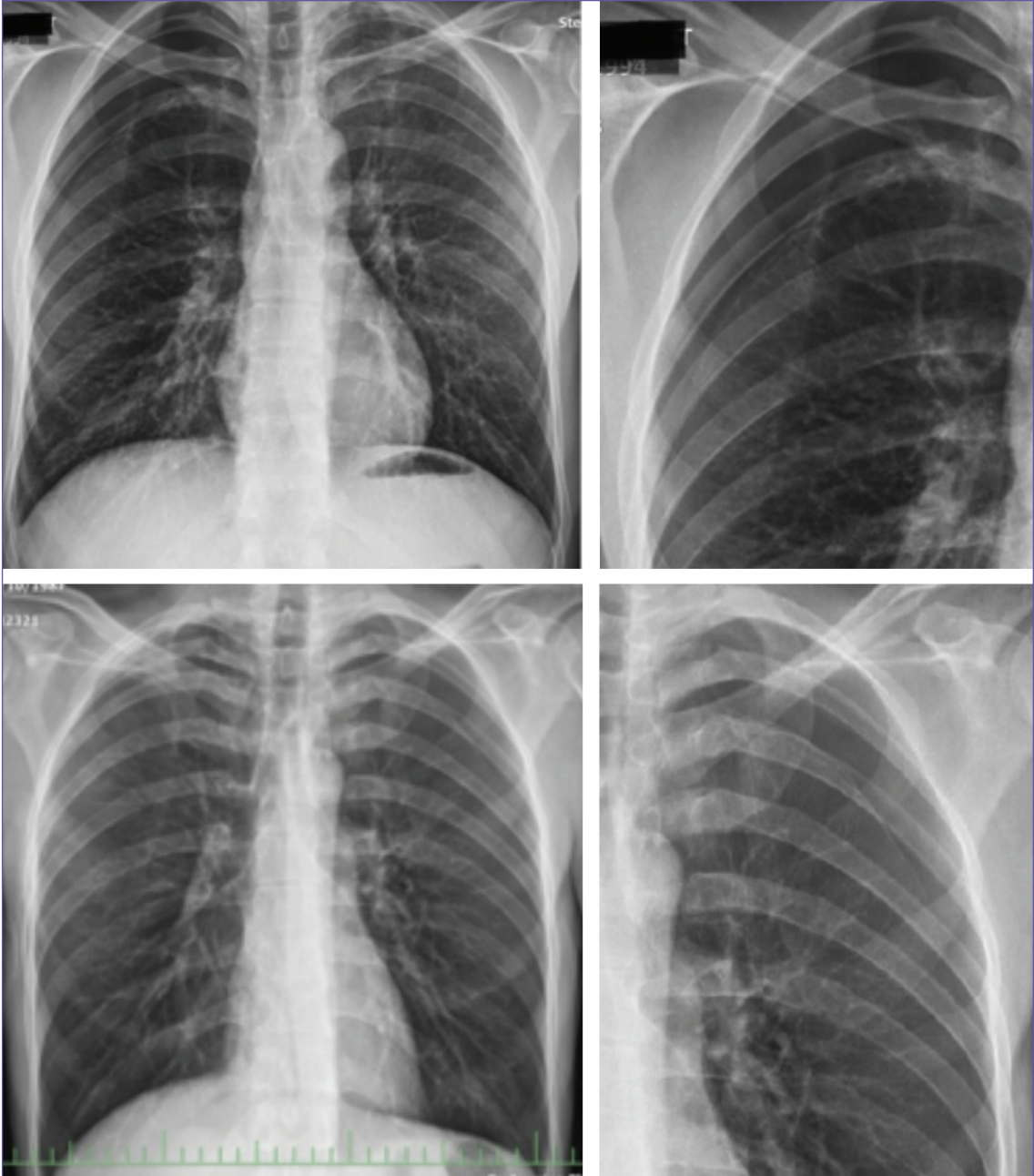
Pnömotoraks, plevral boşlukta (visseral ve parietal yapraklar arasında) serbest hava birikmesi olarak tanımlanır (Resim 1). Sıklıkla akciğer bül veya bleblerinin rüptürü sonucu oluşur. Erkeklerde 100.000 de 18-28 ve kadınlarda 1000.000'de 1.2-6 oranında görülür.

İlk kez 1724'de Boerhaave tarafından tanımlanmıştır. Noble 1873 yılında göğüs dreni ve su altı drenaj

sistemini kullanmıştır. Bigger 1937 yılında ilk torakotomi ve bül rezeksiyonunu gerçekleştirmiştir⁽¹⁾.

Klinik görünüm, hastanın genel durumuna, yaşına, pnömotoraksın derecesine ve ek hastalıklara göre değişkenlik gösterebilir. Hafif bir dispne olabileceği gibi tansiyon pnömotoraksla acil servise başvuran hastada kardiyorespiratuar kollaps olabilir^(1,2). Böyle durumlarda çok acil tanı konmalı ve tedavi edilmelidir.

Resim 1. Sağ ve sol pnömotoraks.



Klinik görünüm:

- Genelde istirahat halinde oluşur, nadiren egzersizde mg
- Göğüs ağrısı; batıcı-kesici tarzda
 - Akut başlangıçlı
 - Plevranın hava ile irritasyonu
- Dispne
 - Kollabe AC ve VC azalması
- Öksürük
 - Plevranın hava ile irritasyonu

PNÖMOTORAKSIN SINIFLANDIRMASI

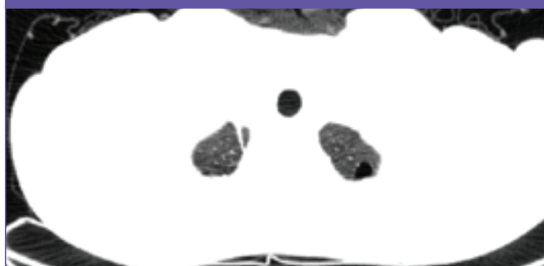
1. Spontan Pnömotoraks

Spontan pnömotoraks ilk defa 1819 yılında Laennec tarafından tanımlanmıştır. Primer (PSP) ve sekonder spontan pnömotoraks (SSP) şeklinde ikiye ayrılmaktadır^(3,4). PSP 15-34 yaşlar arasında, SSP ise 55 yaş üzerinde pik yapmaktadır. Farklı yaş dağılımı ve değişen rekürrens oranları bu iki hastalığın farklı mekanizmalarla ortaya çıktığını ortaya koymaktadır^(5,6).

PSP ile SSP arasındaki ayırım giderek zorlaşmaktadır, öyle ki bazı PSP hastaları ileri tetkik edildiğinde tanı almamış akciğer patolojileri bulunmaktadır^(7,8).

Primer Spontan Pnömotoraks: Altta yatan bir akciğer hastalığı olmayan insanlarda meydana gelir. Tüberküloza sekonder pnömotorakstan ayırmak için 1932 yılında Kjargaard tarafından tanımlanmıştır^(9,10). Erkeklerde her yıl 100.000'de 7.4-18 kadınlarda ise 100.000'de 1.2-6 oranında görülmektedir⁽¹¹⁾. PSP daha sıklıkla genç, zayıf ve uzun erkeklerde meydana gelmektedir. Her ne kadar altta yatan akciğer hastalığı olmasa bile bu hastaların çoğunda amfizem benzeri değişiklikler, subplevral bleb ve buller gibi akciğer anormallikleri görülür (Resim 2)⁽¹²⁾. Ancak hastaların sadece küçük bir kısmında ameliyat esnasında bleb yırtığı tespit edilir. Bu yüzden bu lezyonların hangi oranda hava kaçağına neden oldukları bilinmemektedir^(13,14).

Resim 2. Bleb.



Yapılan otofloresan torakoskopi çalışmalarında diffüz plevral porozitenin (gözeneklilik) pnömotoraks gelişiminde önemli rol oynadığı gösterilmiştir⁽¹⁵⁾. Visseral plevradaki diffüz histolojik değişiklikler (plevral porozite), plevral abrazyon yapılmadan sadece büllektomi yapılan PSP vakalarında %20 gibi yüksek oranlarda rekürrensi açıklayabilmektedir⁽¹⁶⁾.

Amfizem benzeri değişiklikler ve plevral porozitenin; hastanın boyu, distal havayolu inflamasyonu, herediter predispozisyon, düşük vücut kitle indeksi ve anormal bağ dokusu gibi çeşitli faktörlerle ilişkili olduğu ispatlanmıştır⁽¹⁷⁾. PSP hastalarında görülen bu özellikler bu hastalığın normal akciğerlerde meydana geldiği kanısının yanlış olabileceğini göstermektedir⁽¹⁸⁾.

Sigara PSP gelişiminde en önemli risk faktörüdür. Hastaların yaklaşık %90'ı aktif olarak sigara içmektedir. Sigara içenlerde PSP gelişme riski içmeyenlere göre kadınlarda 9, erkeklerde 22 kat daha yüksek bulunmuştur. İçilen sigara miktarı ile de pnömotoraks gelişme riski arasında ilişki bulunmuştur⁽¹⁹⁾. Sigaranın bırakılması ile pnömotoraksın tekrarlama riski belirgin oranda azalmaktadır⁽²⁰⁾.

Atmosferdeki basınç değişiklikleri ve hava kirliliği seviyeleri ile ilişkili çalışmalar mevcuttur^(21,22). Vücut ağırlığının PSP gelişimi için bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir. Yeni çalışmalarda düşük vücut kitle indeksi (VKİ) olan hastalarda PSP prevalansı yüksek bulunmuştur⁽²³⁾.

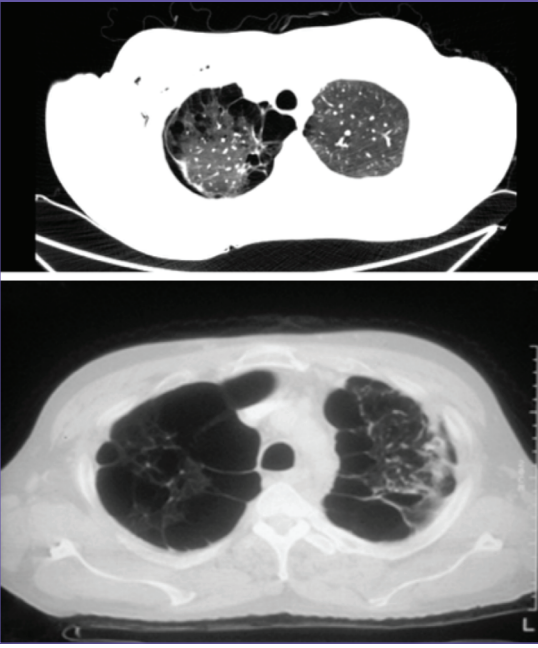
Marfan sendromu, Birt-Hogg Dube sendromu, alfa-1 antitripsin eksikliği ve homosistinüri gibi genetik hastalıklar da pnömotoraks için yüksek risk faktörüdür⁽²⁴⁻²⁶⁾.

PSP genellikle istirahat halinde meydana gelmektedir (%80) ve hastalar en sık göğüs ağrısı ve nefes darlığı gibi semptomlar ile doktora başvurumaktadırlar⁽¹¹⁾. İlk bir yılda rekürrens oranları %17-54 arasındadır^(3,28).

Sekonder spontan pnömotoraks: Birçok respiratuar hastalık sekonder spontan pnömotoraksa neden olabilir. Gelişmiş ülkelerde en sık SSP nedeni kronik obstrüktif akciğer hastalığı iken, gelişmekte olan endemik bölgelerde en sık neden pulmoner tüberkülozdur (Resim 3)^(29,30).

SSP'ye neden olan diğer parankimal akciğer hastalıkları arasında kistik fibrozis, akciğer malignitesi, interstisyel akciğer hastalıkları ve nekrotizan pnömoni yer almaktadır⁽³¹⁻³³⁾.

Akciğer fonksiyonları bu hastalarda azaldığı için SSP hastaları PSP hastalarına göre daha ağır semptomlar

Resim 3. Büllöz akciğer.

ile başvurur ve mortalite oranları daha yüksektir. Bu yüzden acil müdahale dışındaki tedavi yaklaşımları değişmektedir. Rekürrens oranları %80'in üzerindedir. Rekürrens için risk faktörleri arasında ileri yaş, pulmoner fibrozis, KOAH ve amfizem yer almaktadır⁽³⁴⁾.

Katameniyal Pnömotoraks: Reprodüktif dönemdeki kadınları etkileyen ve mens ile ilişkisi olan nadir bir durumdur. Tekrarlayan pnömotoraks atakları menstrasyondan 72 saat önce veya sonra meydana gelmektedir. Genellikle torasik endometriyozis eşlik etmektedir. Yapılan büyük retrospektif bir çalışmada spontan pnömotoraks nedeniyle ameliyat edilen premenopozal kadınların %30'unda torasik endometriyozis pnömotoraks nedeni olarak tespit edilmiştir⁽³⁵⁾.

Rekürrens %32 gibi yüksek oranda görülmektedir⁽³⁶⁾. Bu yüzden bazı araştırmacılar ameliyat sonrasında 6-12 ay süre ile gonadotrophin-releasing hormon tedavisini önermektedirler^(37,38).

2. Edinsel Pnömotoraks

a. Travmatik pnömotoraks: Toraks yaralanmalarına bağlı gelişen pnömotorakslar.

- Künt travmalar,
- Penetran travmalar,
- Barotravmalar.

b. İyatrojenik pnömotoraks: İnvaziv işlemler sırasında oluşan pnömotorakslar.

- Santral ven kateterizasyonu uygulanması,
- Plevra biyopsisi,
- Transbronşiyal biyopsi,
- Transtorasik iğne aspirasyon biyopsisi,
- Mekanik ventilasyon.

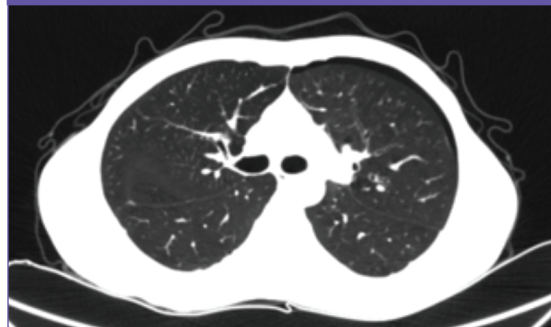
TEDAVİ

Tedavi, mevcut pnömotoraksın büyüklüğü ve hastanın semptomlarına göre değişmektedir. Tüm pnömotoraks çeşitlerinde tedavide iki tane amaç vardır; birincisi plevral boşluktaki havayı boşaltmak ve akciğer ekspansiyonunu sağlamak. Bu sayede nefes darlığı ve göğüs ağrısı gibi semptomlarda giderilir. İkinci amaç ise nüks olasılığını en aza indirmek⁽³⁹⁾.

Gözlem ve Oksijen Tedavisi

Pnömotoraks tedavisinde son yıllarda konservatif yaklaşımlar gündeme gelmeye başlamıştır. Tansiyon pnömotoraks ve bilateral pnömotoraks hariç her pnömotoraks vakasında intraplevral havayı boşaltmaya yönelik invaziv girişim gerekemeyebilir. British Thoracic Society (BTS) rehberinde, tedavi seçiminde pnömotoraksın büyüklüğünden çok hastanın semptomlarının belirleyici olması önerilmektedir⁽⁴⁰⁾. Bunun yanı sıra American College of Chest Physicians (ACCP) ise daha agresif bir yaklaşımla hastanın semptomları ne olursa olsun eğer pnömotoraks boyutu hemotoraksın %20'sinden daha büyükse interkostal tüp yerleştirilmesini önermektedir⁽¹⁾.

Özellikle PSP olan olgularda hastalar asemptomatik ve minimal pnömotoraks var ise herhangi bir invazif girişim yapılmadan akciğer grafileri ile takibe alınarak gözlenebilir (Resim 4). Bu tür hastalarda sadece istirahat ve oksijen tedavisi ile yüksek başarı elde edilmektedir. Fakat buna rağmen yapılan çalışmalar gözlem hastalarında girişimsel tedavi uygulanan has-

Resim 4. Minimal sol pnömotoraks.

talara göre daha sonra rekürrens oranının daha yüksek olduğunu göstermiştir⁽⁴¹⁾.

İstirahat halinde ve akciğer parankiminden plevral boşluğa hava kaçağı olmayan bir hastada, sağlam bir plevra varlığında, 24 saat içinde hemitoraks hacminin %1.25-1.8'i kadar hava, interplevral boşluktan rezorbe olur⁽⁴²⁾. Oksijen desteğinin ise pnömotoraks rezorbsiyon hızını dört kat arttırdığı gösterilmiştir⁽⁴³⁾. Bu sebepten dolayı bazı hekimler tarafından minimal kapalı, hafif semptomlu PSP hastaları 10 L/dakika O₂ ile tedavi edilirler.

Girişimsel Tedavi Yöntemleri

Pnömotoraks genellikle iyi prognozu olan benign bir hastalıktır. Buna rağmen pnömotoraksa bağlı ani ölümler rapor edilmiştir. Özellikle devamlı hava kaçağı olan hastalarda tansiyon pnömotoraks ve acil dekompresyon yapılmazsa ani ölümler oluşabilir. Spontan pnömotoraks sonrası tansiyon pnömotoraks insidansı %1-5 arası bildirilmektedir. Tansiyon pnömotoraksta acil olarak intraplevral havayı boşaltmak ve mediastinal baskıyı azaltmak gerekmektedir. Bu yüzden tansiyon pnömotoraks çok acil girişim gerektiren klinik bir durumdur. Tanı radyolojik ve klinik olarak konur⁽⁴⁴⁾.

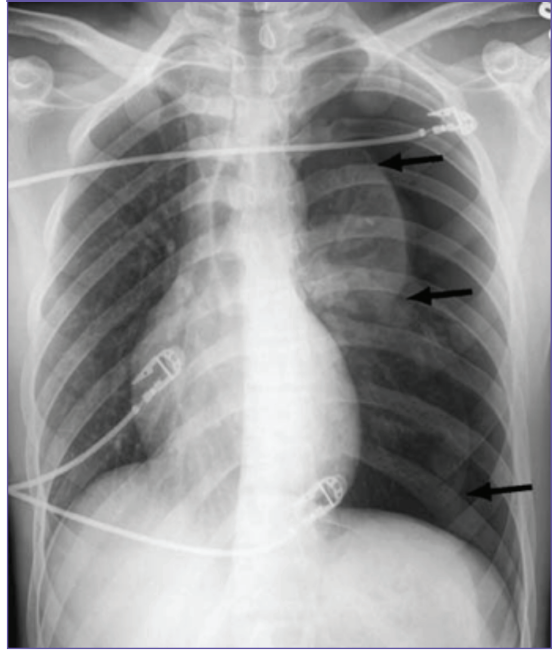
Tansiyon pnömotoraks: Akciğer parankimi ve/veya trakeabronşial sistemden intraplevral boşluğa tek yönlü hava kaçağı sonucu burada giderek artan bir basınçla oluşan pnömotoraksa denir. Pozitif basınç aynı taraf akciğerde total kollaps oluşturduktan sonra trakea ve mediasteni karşı tarafa iterek venöz dönüşü azalmaya ve diğer akciğerde de obstrüksiyona yol açar.

Tansiyon pnömotoraks radyolojik değil klinik bir tanıdır. Radyolojik olarak mediastinal şift, kollabe akciğer ve diyafragma düzleşmesi barizdir (Resim 5). Ancak hastada tansiyon pnömotoraks düşünüldüğü anda radyolojik olarak doğrulanma beklenmemeli, çok acil tedavi edilmelidir.

Anksiyete, dispne ve takipne ana bulgulardır. Yaralanma bölgesinde solunum seslerinin yokluğu, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, boyun venlerinde genişleme, hipotansiyon, taşikardi ve siyanoz göze çarpan diğer belirtiler olabilir.

Sıklıkla travmatik akciğer parankim yaralanmaları, mekanik ventilasyon, subklavian/internal juguler venöz kateter uygulamaları sonucu ve spontan pnömotoraks sonucu gelişir. Plevral basınç, atmosfer basıncından daha fazla olur ve hayatı tehdit eden klinik tablolar gelişir.

Resim 5. Tansiyon pnömotoraks.



Tedavisinde ikinci interkostal aralık midklavikular hattan kosta üzerinden 14-18 no'lu branül ile acil dekompresyon uygulanarak, basınç altındaki havanın çıkışı sağlanarak basınç azaltılıp, basit pnömotoraks haline getirilir. Bu işlem hayat kurtarıcıdır. Ardından tüp torakostomi ile sualtı drenajı uygulanmalıdır^(40,44).

Diğer bir hayatı tehdit eden ve acil girişim endikasyonu olan durum ise bilateral pnömotorakstır. Bilateral pnömotoraks insidansı %0.9-1.5 gibi düşük orandadır. Bu hastalarda da tanı radyolojik olarak konur ve en azından bir hemitoraksa tüp torakostomi ile sualtı drenajı uygulamak hayat kurtarıcı olmaktadır.

Altta yatan akciğer hastalığı olan sekonder spontan pnömotoraks hastalarında küçük bir pnömotoraks bile ağır respiratuar semptomlara yol açabilir. Bu yüzden bu hastalarda da acil girişimsel tedavi yapılması gerekmektedir. Hava kaçağının spontan durması bunlarda çok düşük bir olasılıktır. Uzun süre yatarak takip edilirler ve plöredesis veya cerrahi girişim ile tedavi edilirler.

1. İğne Aspirasyonu

Primer spontan pnömotoraksta efektif bir başlangıç tedavisi seçeneği olarak gösterilmektedir. Özellikle küçük pnömotorakslarda ve ciddi nefes darlığı olmayan genç hastalarda tercih edilebilir. Midklavikuler hattın ikinci interkostal aralığı kestiği noktadan yapılması önerilmektedir. Hava geliş sonlanana kadar aspi-

rasyona devam edilmelidir. Bazı yazılarda ve hatta bir metaanalizde tüp drenajı ve kapalı su altı drenajı uygulaması ile hemen hemen aynı başarı oranları gösterilmektedir. Aynı zamanda bu yayınlarda hastaların daha erken hastaneden taburcu edildikleri iddia edilmektedir⁽⁴⁵⁻⁴⁷⁾. İğne aspirasyonu %25-50 oranında başarısız olabilmektedir. Eger aspirasyon sonrası akciğer ekspansiyon olmazsa veya erken dönemde tekrar pnömotoraks gelişirse tüp torakostomi ve kapalı su altı drenajı uygulanmalıdır⁽⁴⁶⁾.

2. Tüp Torakostomi ve Kapalı Su Altı Drenajı

Pnömotoraks tedavisinde altın standart bir yaklaşımdır. Bir çok olguda hayat kurtarıcı olabilir. Orta ve büyük dereceli PSP, iğne aspirasyonu başarısız spontan pnömotoraks ve tüm SSP olgularında seçilecek tedavi yöntemi tüp torakostomi ve kapalı su altı drenajı olmalıdır. Gözlem altındaki küçük bir pnömotoraksta artış var ve hasta semptomatik olmuşsa, tansiyon pnömotoraks gelişmiş ya da karşı tarafta da hastalık oluşmuşsa acilen tüp torakostomi uygulanmalıdır^(46,47).

Genelde orta aksiller hatta beş-yedinci interkostal aralıktan tüpün yerleştirilmesi önerilir. Drenin ucu akciğerin apikal bölgesine doğru yönlendirilir. Akciğer bu seviyeden rahatlıkla ekspansiyon olmaktadır. (Resim 6) Tüp torakostomide distal uç su altı drenajına bağlanır. Bu sistem ile tek yönlü geçiş sağlanarak intraplevral negatif basınç korunarak mevcut hava ve sıvı drenajı sağlanır. İşlem sonrasında hastaların çoğunda akciğer hızla ekspansiyon olur ve genellikle 48 saat içinde hava kaçağı tamamen durur. Olguların çoğunda tüp torakostomi ve su altı drenajı yeterli

olurken rutin olarak önerilmeyen negatif basınç uygulanması da akciğerin ekspansiyon olmasına yardımcı olmaktadır⁽⁴⁸⁾. Hava kesilmesini takiben 24 saat sonra tüpün klemplenmesi ve sonra tüpün çıkartılmasını önerenler varsa da direkt olarak tüpü sonlandıranlar da mevcuttur.

Bazı olgularda akciğer ekspansiyon olmaz, parankimden ciddi kaçak olabilir veya yaygın cilt altı amfizemi olabilir (Resim 7). Bu durumlarda negatif suction, ikinci bir dren veya cerrahi müdahale yapmak gerekebilir.

Tüp torakostomi + kapalı su altı drenajı endikasyonları:

- Anstabil hasta,
- Ciddi dispne,
- Büyük pnömotoraks,
- Açık pnömotoraks,
- Tansiyon pnömotoraks,
- Rekürren pnömotoraks,
- Gözlem ve basit aspirasyon sonucu başarılı olunamayan pnömotoraks,
- SSP.

3. Cerrahi Tedavi

Diğer tedavi yöntemleri ile başarı elde edilemezse cerrahi tedavi yöntemleri kaçınılmazdır. Pnömotoraksın cerrahi tedavisinde iki amaç vardır; birincisi pnömotoraksa neden olan bleb ve bullae rezeksiyonu, ikincisi ise rekürrensleri önlemek için plevral yapışıklığın sağlanması amacıyla plevral abrazyon veya paryetal plörektomi uygulaması.

Uygulanan cerrahi yöntemler torakotomi veya video yardımlı torakoskopik cerrahi (VATS) ile yapılan wedge rezeksiyonlardır.

Her hasta cerrahi adayı değildir. İlk ataktan sonra %20-30 rekürrens oranı olsa bile cerrahiye aday hastalar için bir takım endikasyonlar vardır.

Cerrahi tedavi endikasyonları:

1. Uzamış hava kaçağı (> 5-7 gün),
2. Nüks pnömotoraks,
3. Hemopnömotoraks,
4. Bilateral pnömotoraks,
5. Diğer akciğerde pnömotoraks hikayesi olan pnömotoraks,

Resim 6. Tüp torakostomi.



Resim 7. Yaygın cilt altı amfizemi.



6. Pnömorektomili hastada ilk pnömotoraks,
7. Risk altındaki mesleklerde ilk pnömotoraks (uçak pilotları, hostesler, dalgıçlar, uzun yol şoförleri).

Günümüzde cerrahi işlemler büyük oranda VATS ile yapılmaktadır. Her iki yöntemle de görülen bleb ve büller stapler ile rezeke edilir ve sonrasında plevrektomi veya plevral abrazyon uygulanır⁽⁴⁹⁾. VATS torakotomiye göre daha iyi tolere edilir. Ağrı, hastanede kalış süresi, hava kaçağı oranları VATS ile cerrahi tedavi uygulanan hastalarda belirgin oranda düşüktür. 2010'da İngilterede pnömotoraks ameliyatlarının %80'i VATS ile yapılmıştır⁽⁵⁰⁾.

Sadece büllektomi uygulandığı zaman rekürrens oranları yüksek kalmaktadır (%6-14). Büllektomi ile beraber plevrektomi veya plevral abrazyon yapıldığı zaman sadece büllektomiye göre rekürrens oranları belirgin azalmaktadır⁽⁴⁹⁾.

Yapılan bir meta-analizde torakotomi sonrası rekürrens oranları %1, VATS sonrası ise %5 olarak bulunmuştur⁽⁵¹⁾. Barker ve arkadaşları yayınladıkları bir metaanalizde de VATS sonrası rekürrens oranları torakotomiye göre dört kat yüksek bulunmuştur⁽⁵²⁾. Torakotomi ile yapılan plevrektomi en düşük rekürrens oranına sahip olmasına rağmen VATS'a göre hastanede daha uzun süre yatış, daha fazla postoperatif ağrı ve daha yüksek maliyet gibi dezavantajları bulunmaktadır⁽⁵³⁾. VATS torakotomiye göre daha az invaziv bir işlem olduğu için pnömotoraksın cerrahi tedavisinde ilk tercih edilen yöntemdir⁽⁵⁴⁾.

SONUÇ

Pnömotoraks acil servislerde sıkça karşılaşılabilen ve tanı ve tedavisinin hemen yapılması gereken önemli bir akciğer ve plevra hastalığıdır.

Pnömotoraks alanı küçük, genç yaş ve asemptomatik hastalarda ilk tedavi seçeneği olarak iğne aspirasyonu önerilmektedir.

Tüp torakostomi ve kapalı su altı drenajı pnömotoraks tedavisinde altın standarttır.

Cerrahi tedavi ilk seçenek olarak daha çok yüksek risk gruplarına önerilmektedir, diğer hastalar için ilk pnömotoraks atağında çok gerekli değildir.

KAYNAKLAR

1. Baumann MH, Strange C, Heffner JE, et al. Management of spontaneous pneumothorax: an American College of Chest Physicians Delphi consensus statement. *Chest* 2001; 119: 590-602.
2. Ng CS, Lee TW, Wan S, Yim AP. Video assisted thoracic surgery in the management of spontaneous pneumothorax: the current status. *Postgrad Med J* 2006; 82: 179-85.
3. Chen JS, Chan WK, Tsai KT, et al. Simple aspiration and drainage and intrapleural minocycline pleurodesis Versus simple aspiration and drainage for the initial treatment of primary spontaneous pneumothorax: An open-label, parallel-group, prospective, randomised, controlled trial. *Lancet* 2013; 381: 1277-82.
4. Bridevaux PO, Tschopp JM, Cardillo G, et al. Short-term safety of thoracoscopic talc pleurodesis for recurrent primary spontaneous pneumothorax: A prospective European multi-centre study. *EurRespir J* 2011; 38: 770-3.
5. Gupta D, Hansell A, Nichols T, et al. Epidemiology of pneumothorax in England. *Thorax* 2000; 55: 666-71.
6. Guo Y, Xie C, Rodriguez RM, et al. Factors related to recurrence of spontaneous pneumothorax. *Respirology* 2005; 10: 378-84.
7. Donahue DM, Wright CD, Viale G, et al. Resection of pulmonary blebs and pleurodesis for spontaneous pneumothorax. *Chest* 1993; 104: 1767-9.
8. Lesur O, Delorme N, Fromaget JM, et al. Computed tomography in the etiologic assessment of idiopathic spontaneous pneumothorax. *Chest* 1990; 98: 341-7.

9. Kjaergaard H. Spontaneous pneumothorax in the apparently healthy. *Acta Med Scand Suppl* 1932; 43: 1-159.
10. Hyde B, Hyde L. Spontaneous pneumothorax-contrast of the benign idiopathic and the tuberculous types. *Ann Intern Med* 1950; 33: 1373-7.
11. Bense L, Wiman LG, Hedenstierna G. Onset of symptoms in spontaneous pneumothorax: Correlations to physical activity. *Eur J Respir Dis* 1987; 71: 181-6.
12. Mitlehner W, Friedrich M, Dissmann W. Value of computer tomography in the detection of bullae and blebs in patients with primary spontaneous pneumothorax. *Respiration* 1992; 59: 221-7.
13. Randsky JBH, Hartel W. Pleura porositas beim idiopathischen Spontan pneumothorax [Pleural porosity in idiopathic spontaneous pneumothorax]. *Pneumologie* 1989; 43: 250-3.
14. Ohata M, Suzuki H. Pathogenesis of spontaneous pneumothorax. With special reference to the ultrastructure of emphysematous bullae. *Chest* 1980; 77: 771-6.
15. Noppen M, Deukeleire T, Hanon S, et al. Fluorescein-enhanced autofluorescence thoracoscopy in patients with primary spontaneous pneumothorax. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174: 26e30.
16. Nakanishi K. Long-term effect of a thorascopic stapled bullectomy alone for preventing the recurrence of primary spontaneous pneumothorax. *Surg Today* 2009; 39: 553-7.
17. Noppen M, De Keukeleire T. Pneumothorax. *Respiration* 2008; 76: 121-7.
18. Haynes D, Baumann MH. Pleural controversy: Aetiology of pneumothorax. *Respirology* 2011; 16: 604-10.
19. Bense L, Eklund G, Wiman LG. Smoking and the increased risk of contracting spontaneous pneumothorax. *Chest* 1987; 92: 1009-12.
20. Sadikot RT, Greene T, Meadows K, et al. Recurrence of primary spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1997; 52: 805-9.
21. Alifano M, FortiParri SN, Bonfanti B, et al. Atmospheric pressure influences the risk of pneumothorax: Beware of the storm! *Chest* 2007; 131: 1877-82.
22. Bertolaccini L, Alemanno L, Rocco G, et al. Airpollution, weather variations and primary spontaneous pneumothorax. *J Thorac Dis* 2010; 2: 9-15.
23. Marquette CH, Marx A, Leroy S, et al. Simplified step wise management of primary spontaneous pneumothorax: A pilot study. *Eur Respir J* 2006; 27: 470-6.
24. Dyhdalo K, Farver C. Pulmonary histologic changes in Marfan syndrome: A case series and literature review. *Am J Clin Pathol* 2011; 136: 857-63.
25. Toro JR, Pautler SE, Stewart L, et al. Lung cysts, spontaneous pneumothorax, and genetic associations in 89 families with Birt-Hogg-Dubé syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 175: 1044.
26. Daniel R, Teba L. Spontaneous pneumothorax and alpha 1-antitrypsin deficiency. *Respir Care* 2000; 45: 327-9.
27. Bass HN, LaGrave D, Mardach R, et al. Spontaneous pneumothorax in association with pyridoxine-responsive homocystinuria. *J Inher Metab Dis* 1999; 20: 831-2.
28. Massongo M, Leroy S, Scherpereel A, et al. Outpatient management of primary spontaneous pneumothorax: A prospective study. *Eur Respir J* 2014; 43: 582-90.
29. Weissberg D, Refaely Y. Pneumothorax: Experience with 1,199 patients. *Chest* 2000; 117: 1279-85.
30. Shamaei M, Tabarsi P, Pojhan, et al. Tuberculosis-associated secondary pneumothorax: A retrospective study of 53 patients. *Respir Care* 2011; 56: 298-302.
31. Flume PA. Pneumothorax in cystic fibrosis. *Curr Opin Pulm Med* 2011; 17: 220-225.
32. Zhang W, Hu Y, Chen L, et al. Pleural aspergillosis complicated by recurrent pneumothorax: A case report. *J Med Case Rep* 2010; 4: 180.
33. Murry CE, Schmidt RA. Tissue invasion by *Pneumocystis carinii*: A possible cause of cavitory pneumonia and pneumothorax. *Hum Pathol* 1992; 23: 1380-7.
34. Lippert HL, Lund O, Blegard S, et al. Independent risk factors for cumulative recurrence rate after first spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 1991; 4: 324-31.
35. Rousset-Jablonski C, Alifano M, Plu-Bureau G, et al. Catamenial pneumothorax and endometriosis-related pneumothorax: Clinical features and risk factors. *Hum Reprod* 2011; 26: 2322-9.
36. Alifano M, Jablonski C, Kadiri H, et al. Catamenial and noncatamenial, endometriosis-related or non endometriosis-related pneumothorax referred for surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176: 1048-53.
37. Visouli AN, Zarogoulidis K, Kougioumtzi I, et al. Catamenial pneumothorax. *J Thorac Dis* 2014; 6 (Suppl 4):, 448-60.
38. Alifano M. Catamenial pneumothorax. *Curr Opin Pulm Med* 2010; 16: 381-6.
39. Light RW. Diseases of the pleura. *Curr Opin Pulm Med* 1995; 1: 313-7.
40. MacDuff A, Arnold A, Harvey J. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax* 2010; 65 (Suppl 2): 18-31.
41. Chen JS, Hsu HH, Kuo SW, Huang PM, Lee JM, Lee YC. Management of recurrent primary spontaneous pneumothorax after thorascopic surgery: Should observation, drainage, redo thoracoscopy, or thoracotomy be used? *Surg Endosc* 2009; 96: 1302-6.
42. Kelly AM, Loy J, Tsang AYL, et al. Estimating the rate of re-expansion of spontaneous pneumothorax by a formula derived from computed tomography volumetry studies. *Emerg Med J* 2006; 23: 780e2.
43. Northfield TC. Oxygen therapy for spontaneous pneumothorax. *BMJ* 1971; 4: 86e8.
44. Leigh-Smith S, Harris T. Tension pneumothorax-time for a re-think? *Emerg Med J* 2005; 22: 8-16.
45. Ho KK, Ong ME, Koh MS, et al. A randomized controlled trial comparing minichest tube and needle aspiration in outpatient management of primary spontaneous pneumothorax. *Am J Emerg Med* 2011; 29: 1152-7.
46. Kaneda H, Nakano T, Taniguchi Y, et al. Three-step management of pneumothorax: time for a re-think on initial management. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; 16: 186-92.

47. Chan SS. *The role of simple aspiration in the management of primary spontaneous pneumothorax.* J Emerg Med 2008; 34: 131e8.
48. Reed MF, Lyons JM, Luchette FA, et al. *Preliminary report of a prospective, randomized trial of underwater seal for spontaneous and iatrogenic pneumothorax.* J Am Coll Surg 2007; 204: 84e90.
49. Horio H, Nomori H, Kobayashi R, et al. *Impact of additional pleurodesis in video-assisted thoracoscopic bullectomy for primary spontaneous pneumothorax.* Surg Endosc 2002; 16: 630-4.
50. UK: Society for Cardiothoracic Surgery in Great Britain and Ireland, 2011.
51. Bille A, Barker A, Maratos EC, Edmonds L, Lim E. *Surgical access rather than method of pleurodesis (pleurectomy or pleural abrasion) influences recurrence rates for pneumothorax surgery: Systematic review and meta-analysis.* Gen Thorac Cardiovasc Surg 2012; 60: 321-5.
52. Barker A, Maratos EC, Edmonds L, et al. *Recurrence rates of video-assisted thoracoscopic versus open surgery in the prevention of recurrent pneumothoraces: A systematic review of randomised and non-randomised trials.* Lancet 2007; 370: 329-35.
53. Al-Tarshihi MI. *Comparison of the efficacy and safety of video-assisted thoracoscopic surgery with the open method for the treatment of primary pneumothorax in adults.* Ann Thorac Med 2008; 3: 9-12.
54. JM Tschopp et al. *ERS task force statement: Diagnosis and treatment of primary spontaneous pneumothorax.* Eur Respir J 2015; 46: 321-35.