

Plevra Yapı, İşlevi ve Enflamasyonu

Hazırlayan: Arş Gör. Elif İrem Şahinkaya

Moderatör: Doç Dr. Özge Aydın Güçlü

Sunum Planı

Plevranın anatomisi

Plevranın mikroskopik anatomisi

Plevranın fizyolojisi

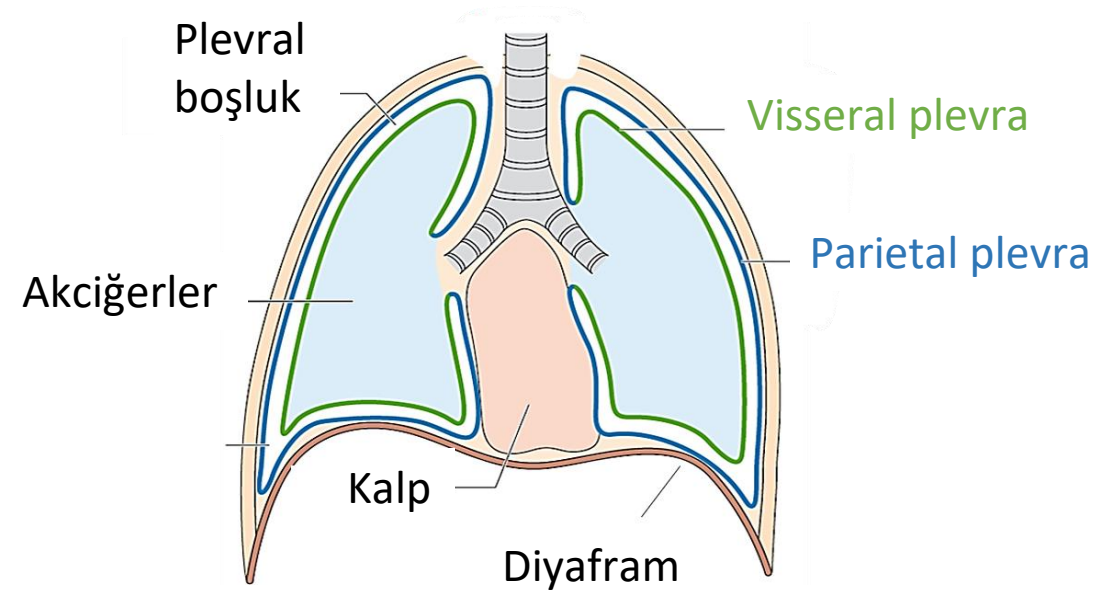
Plevral aralıkta sıvı birikimi

Patolojik değişikliklerin plevra fizyolojisine etkisi

Plevral aralıkta basınç ölçümü

Plevranın Anatomisi

- Plevra; göğüs duvarı, mediasten, perikard, diyafram ve akciğerleri kaplayan ince, saydam, parlak, seröz nitelikte bir zardır
 - Visseral plevra
 - Parietal plevra
- Parietal plevra, toraks boşluğunu çevreleyen duvar yapılarının iç yüzüne yapışıktır; visseral plevra ise akciğerlerin dış yüzüne yapışık olan bölümdür



Plevranın Anatomisi

- Göğüs duvarı ile akciğer arasında iki plevral yüzeyin oluşturduğu dış ortama kapalı bir boşluk «**plevral aralık**» olarak adlandırılır
- Parietal ve viseral plevralar birbirlerinden ayrı zarlar olmayıp bu iki plevra bölümü birbirinin devamıdır

Plevranın Anatomisi

- Akciğerleri örten viseral plevra hilum pulmonis civarında radiks pulmonisi sarar, altta ligamentum pulmonale'yi oluşturur ve mediastinal yapıları örten parietal plevraya geçer
- Visseral ve parietal plevra hilusta birleşir, bağ dokuları buradaki bağ dokusuna katılır.
- Normal bir insanda plevra yüzey genişliği 20m² civarındadır



Plevranın Anatomisi

- **Visseral Plevra**

Akciğer yüzeyini, lobları ayrı ayrı saracak şekilde örter.

Fizyolojik şartlarda yan yana gelen loblar arasında komşuluk yapan visseral plevral yüzeyler fissürleri oluşturur

- **Paryetal Plevra**

Göğüs duvarı, kostal yapılar, diyafram ve mediasteni örter.

Mediastende perikard üzerine tutunur

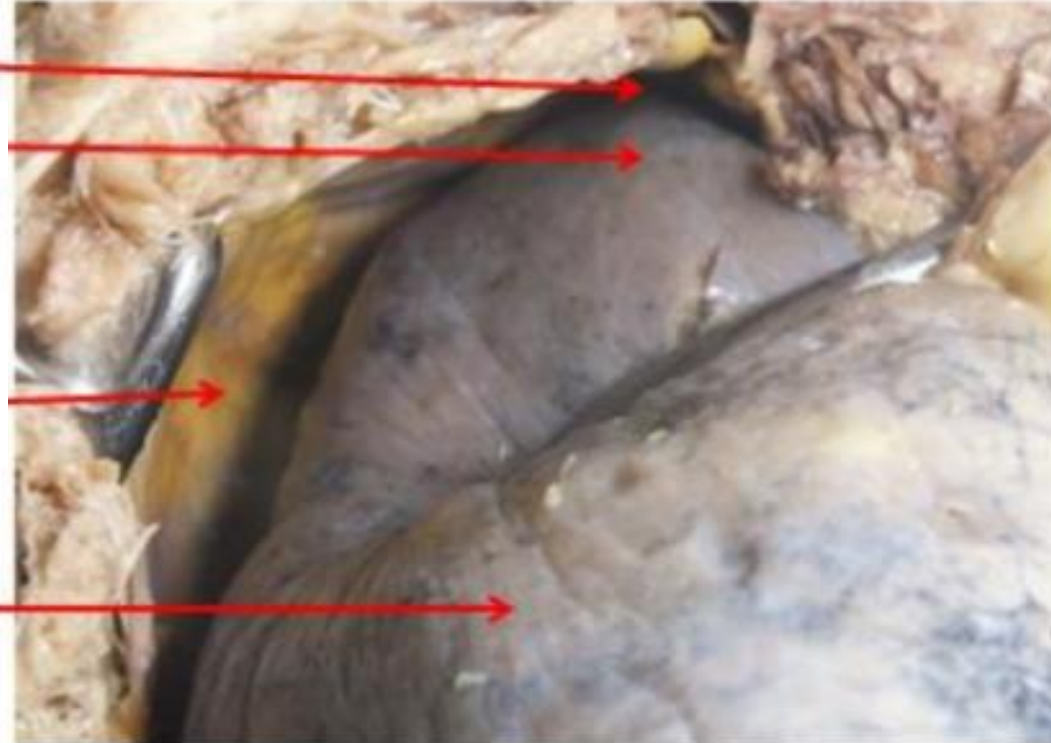
Plevranın Anatomisi

Cupula plevra

Apex pulmonis

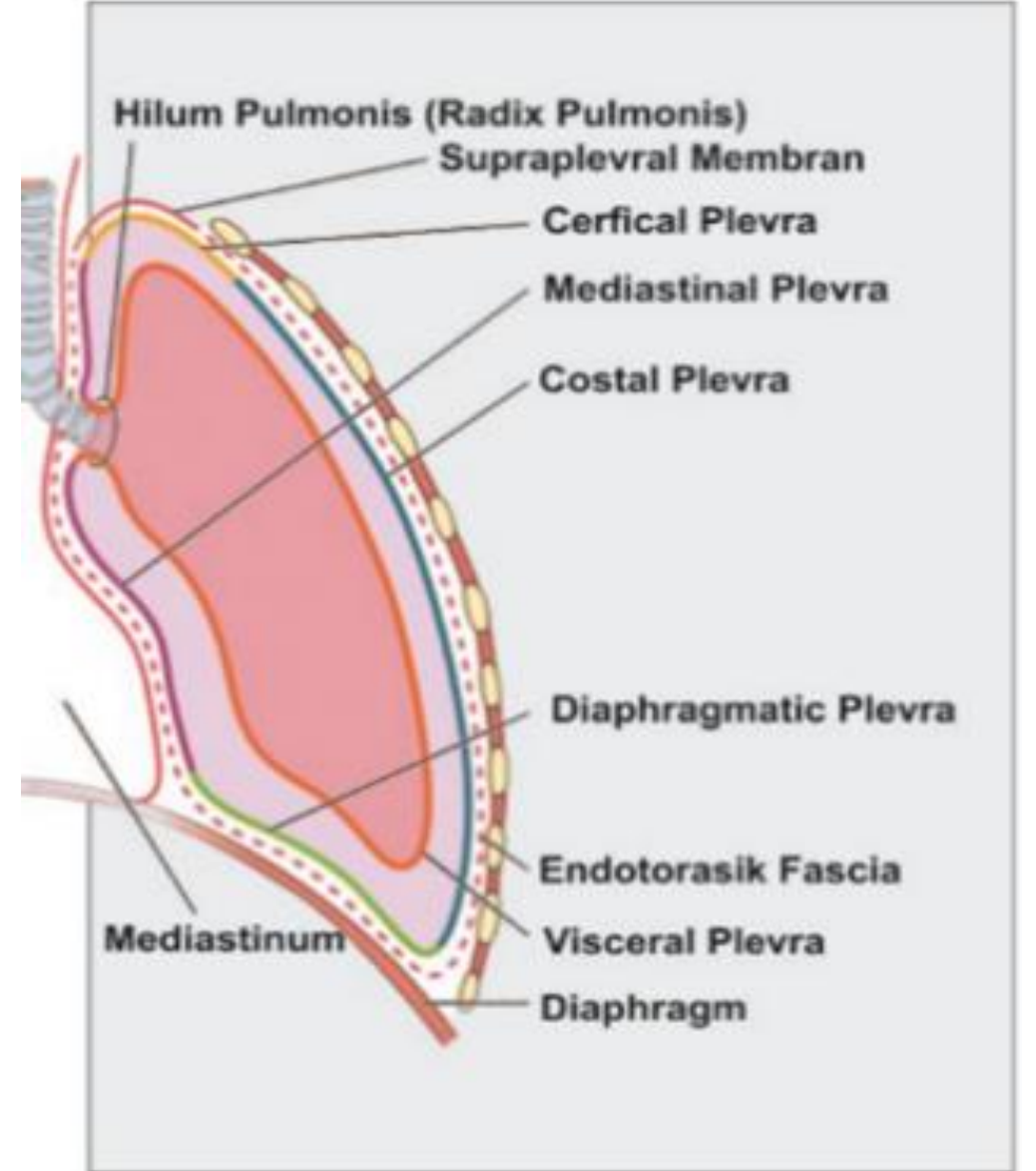
Parietal plevra
(toraks duvarı
içini örtmüş)

Visseral plevra
(akciğeri örtmüş)



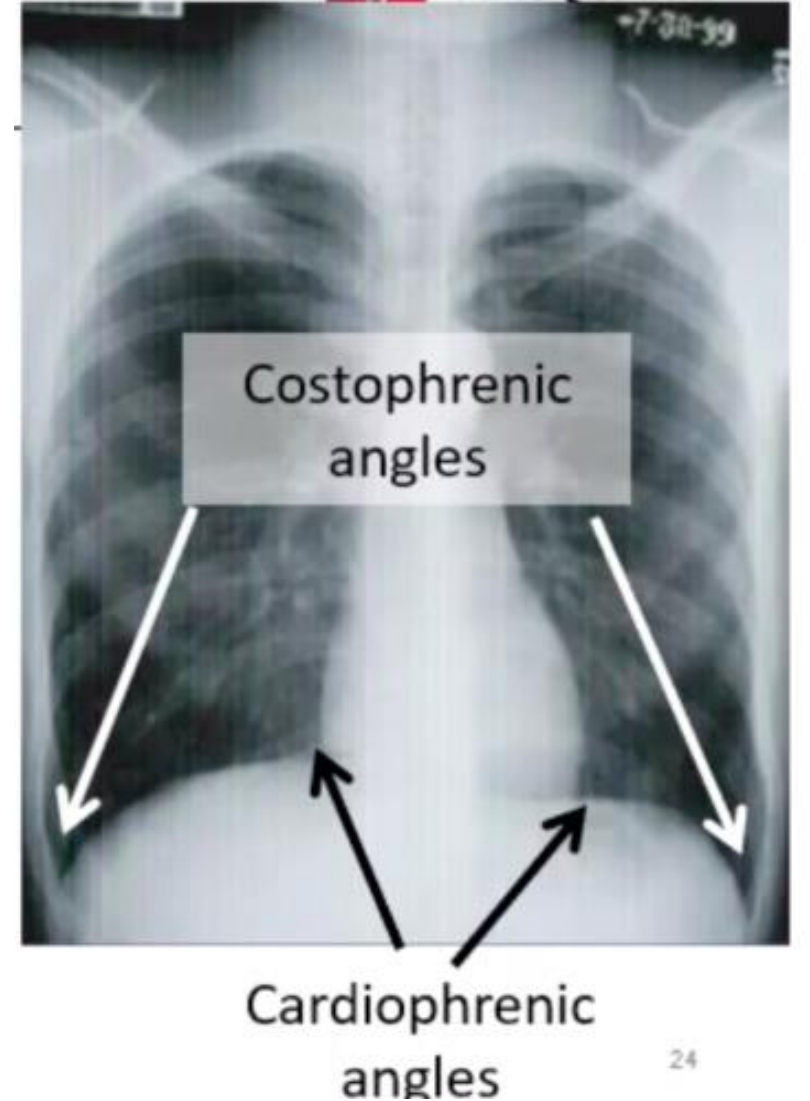
Plevranın Anatomisi

- Parietal plevranın iç yüzünü döşediği yapılara göre
 - kostal
 - diafragmatik
 - mediastinal plevra
- Bu bölümler birbirlerinin devamı şeklindedir ve aralarında kesinti yoktur



Plevranın Anatomisi

- Plevral kavitenin özellikle alt kısmında akciğer dokusu, kavitenin içerisini tümüyle doldurmaz
- Bu alanlarda iki parietal plevra yaprağı birbiri ile temas halindedir
- Plevral resessuslar adı verilen bu çıkmazlar ancak derin inspirasyonda şişen akciğerler tarafından doldurulur
- Ekspirasyonda akciğerler küçülüp geriye çekildiğinden plevra yaprakları tekrar birbirine temas eder



Plevranın Anatomisi

Plevranın anatomik yapı ve yerleşim özelliğiyle bilinen görevleri

- Plevral yapraklar göğüs duvarına senkronize olarak birbirlerinin üstünden kayıp akciğerin aşırı hareketlenmesini engeller
- Diğer yandan akciğerler plevra olmadan doğrudan göğüs duvarına bağlı olsaydı akciğerlerin açılma ve kapanması daha sınırlı olurdu

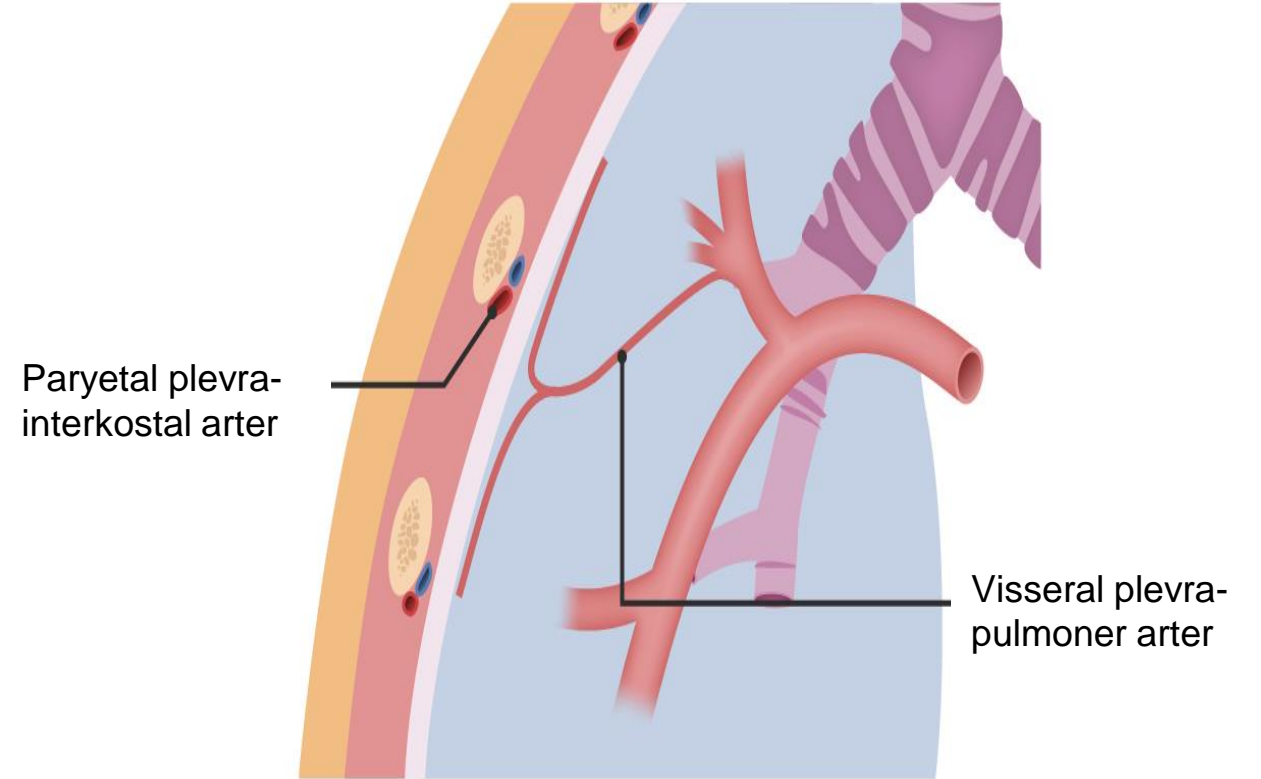
Plevranın Anatomisi

- Visseral plevranın subkonnektif bağ dokusu akciğerin interstisyumu ile sıkı ilişki içinde olduğundan akciğerleri sınırlandırarak fazla genişlemesine engel olur
- Alveollerin alanın aşırı şişmesi, olası pnömotoraks ve akciğer rüptürü gelişimi önlenir
- Negatif genişleme basıncı, yani akciğerin kollabe olma eğilimi (elastic recoil), ekspiryum başında küçölmeye katkıyı yapar
- Akciğerin kollabe olma eğilimi ile göğüs duvarının dışa doğru çekilme eğilimi plevral aralığın negatif basıncı ile dengelenir

Plevranın Anatomisi

Plevranın kan dolaşımı

- Parietal plevra kanını interkostal arterlerden, visseral plevra bronşiyal arterlerden sağlar
- Parietal plevranın venleri genellikle arterlerini izleyerek önce azygos vene, oradan vena kava superiora dökülür.
- Visseral plevranın büyük kısmında venöz dönüş pulmoner venlere olurken, hilus etrafındaki küçük bir alanın venöz dönüşü bronşiyal venlere olur



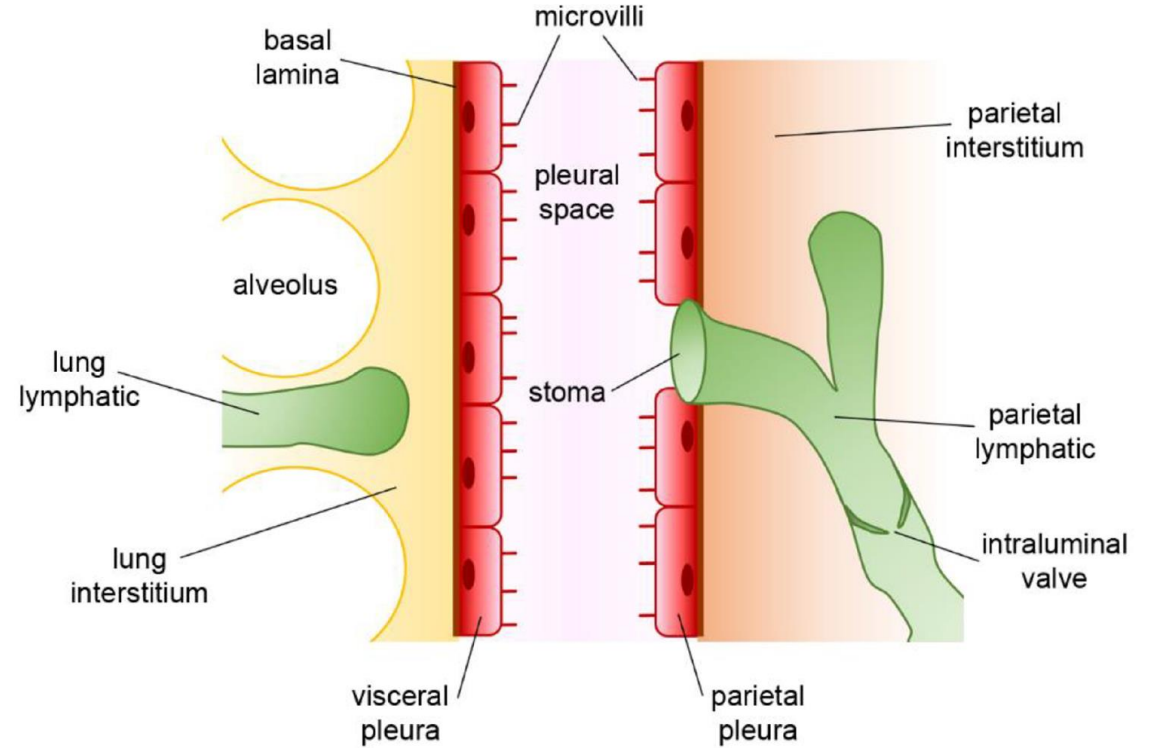
Plevranın Anatomisi

- Visseral plevranın venöz dönüşü büyük oranda pulmoner venlere olduğundan fizyolojik şartlarda arter-ven sistemi arasında şant oluşur. Bu şant normal şartlarda dolaşımın %5'ini oluşturur
 - İlerleyen yaş ve kronik akciğer hastalıkları ile şant artar.
 - Zamanla ve inflamasyonlar sonucunda fibrozis ile kalınlaşan plevrada özellikle hilus civarında bronşiyal arterler sertleşerek daralır, akımları azalır. Yerlerine pulmoner dolaşımdan aberan hale gelen damarlar kan taşımaya başlar
 - Yapraklar arasında yoğun adezyonlar oluşursa parietal plevradan visseral plevraya doğru damar uzantıları gelişir. Fizyolojik şantın artmasına yol açabilir

Plevranın Anatomisi

Plevranın lenfatik drenajı

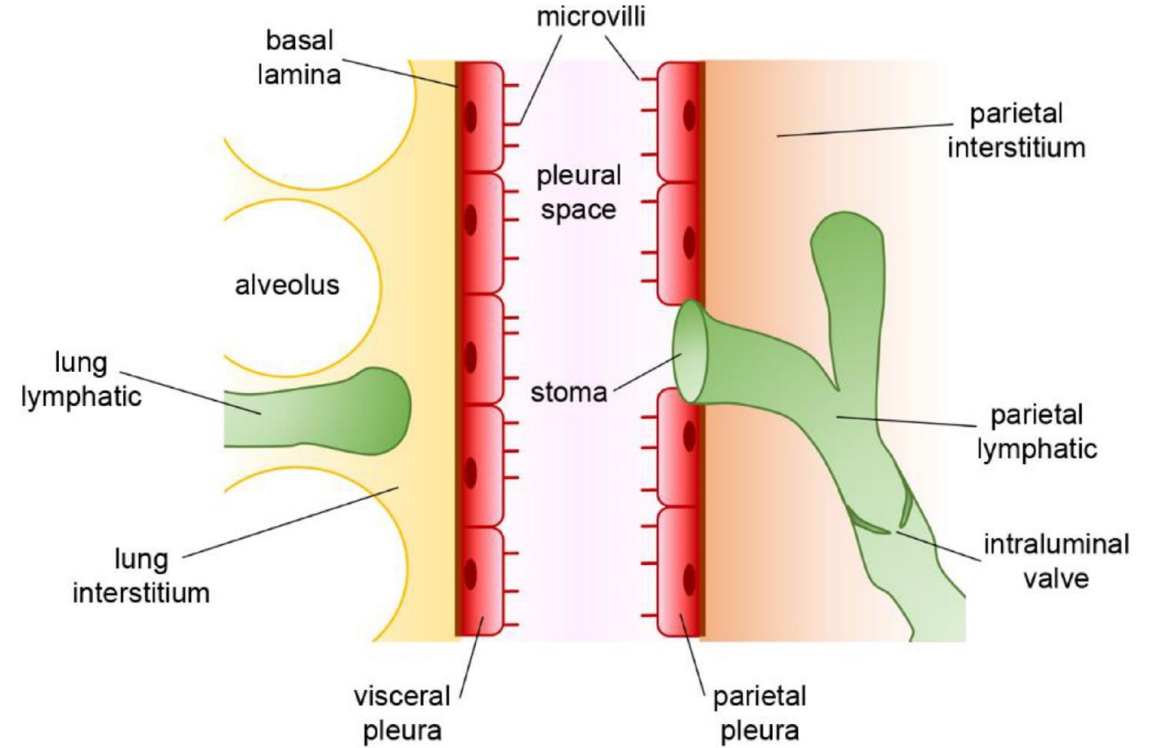
- Plevral aralığın lenfatik bağlantısı parietal plevral yüzeylerden olur.
- Parietal plevra üzerine döşeli mezotel hücreleri arasında stoma adı verilen ağızlar vardır ve doğrudan subplevral alandaki lenfatiklere açılırlar



Plevranın Anatomisi

Plevranın lenfatik drenajı

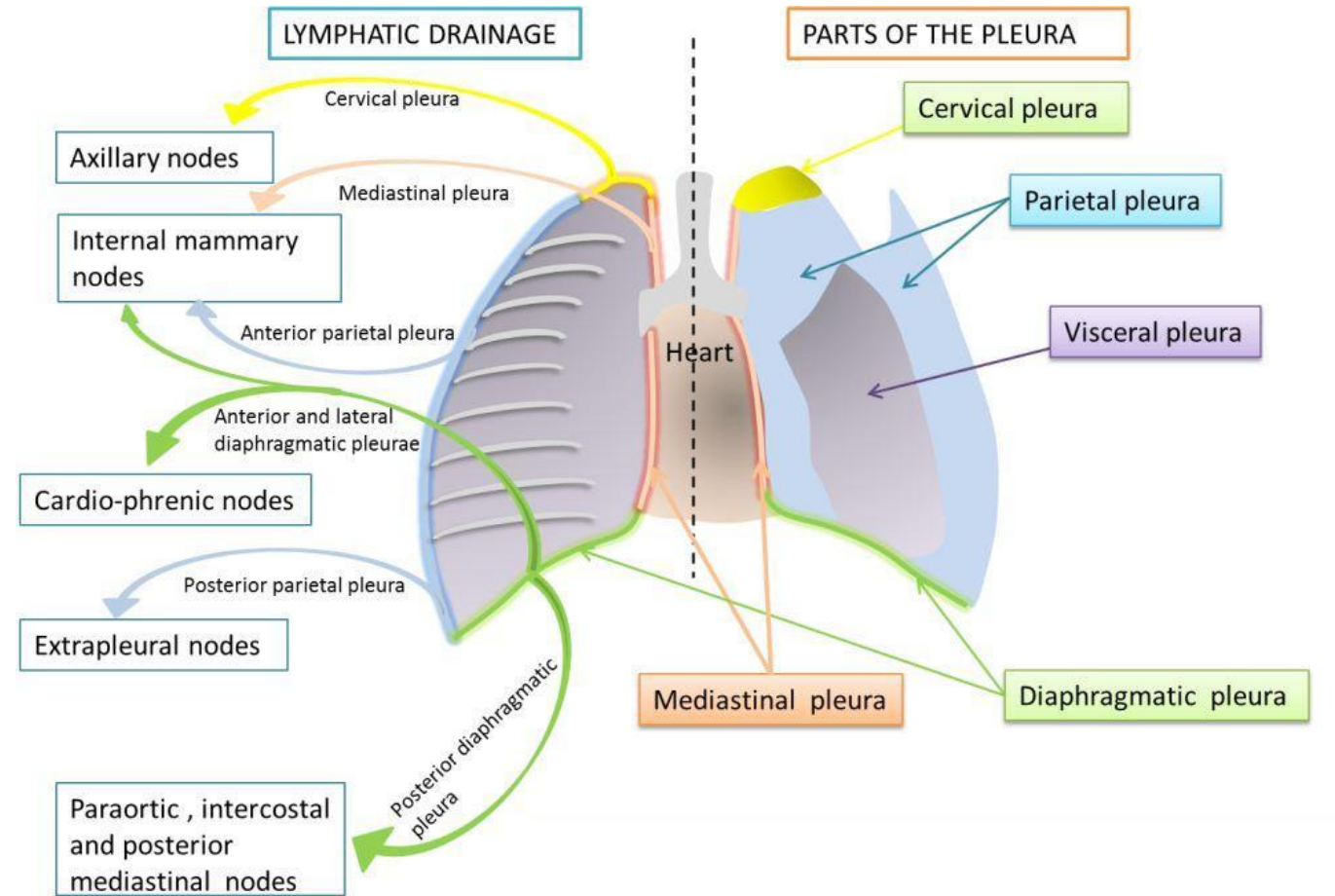
- Visseral plevra subkonnektif dokusu zengin bir lenfatik ağı sahiptir fakat plevral boşlukla arasında anatomik ve işlevsel bir ilişki normal şartlarda yoktur.
- Visseral plevraya ait lenfatikler akciğer interstisyumundaki lenfatiklere karışarak birleşir



Plevranın Anatomisi

Plevranın lenfatik drenajı

- Stomalardan lenfatik ağı geçen plevral sıvı infrakostal lenfatiklere, lenf nodlarından duktus torasikusa doğru akar. Buradan sistemik venöz dolaşıma karışır. Solunum hareketleri sırasında solunum kaslarının kasılmaları lenfatik dolaşım için bir pompa yardımı yapar



Plevranın Anatomisi

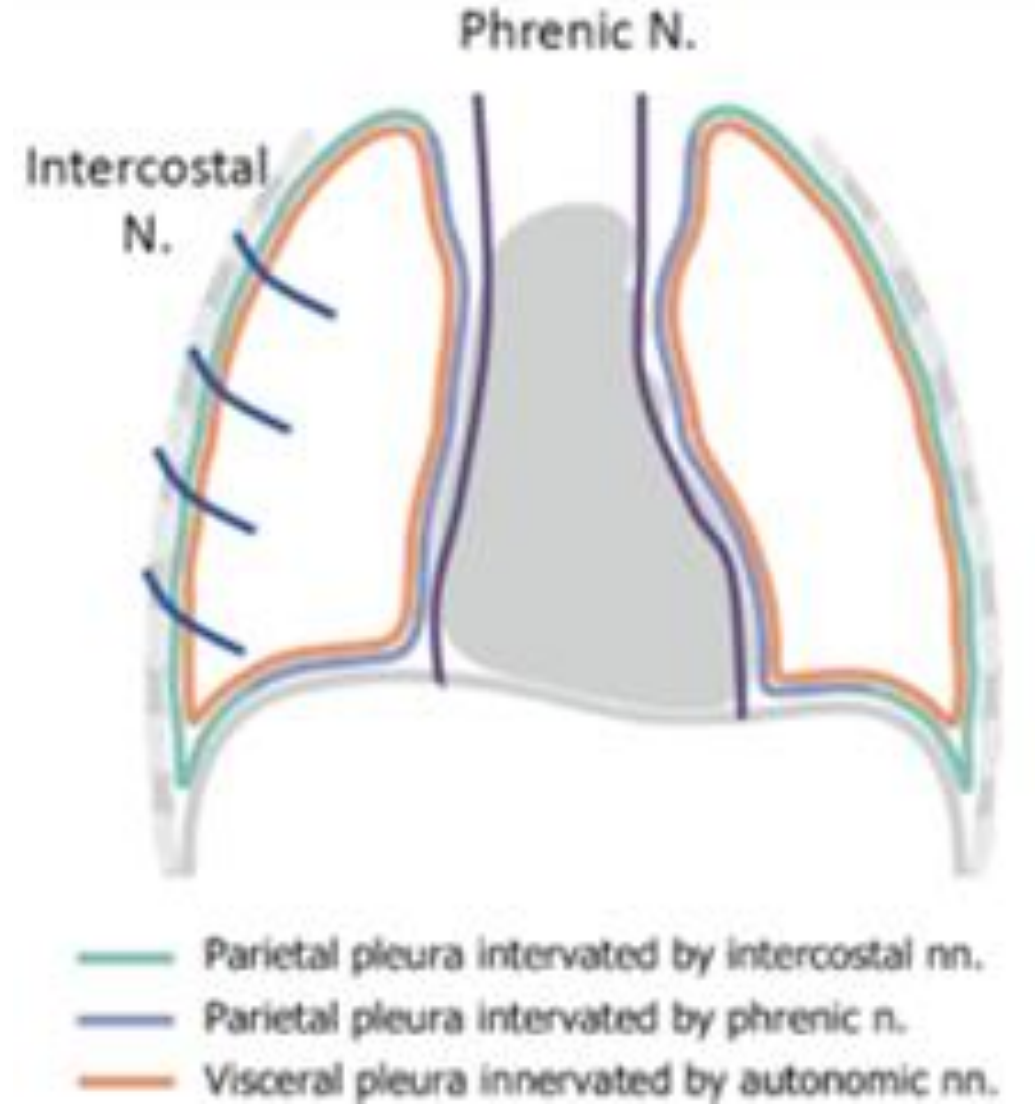
Plevranın lenfatik drenajı

- Visseral ve parietal plevradan hava, boya maddesi terapötik amaçlı verilen ilaçlar kolaylıkla rezorbe olurlar
 - Daha önce geçirilmiş hastalıklar nedeniyle plevra yaprakları kalınlaşmış, kapiller yapısında ve lenfatik sisteminde bir bozukluk oluşmuşsa rezorbsiyon azalır veya tamamen kaybolur
 - Kronik plevra hastalıklarındaki mayilerin ve havanın uzun süre plevral boşlukta kalması visseral ve parietal plevradaki bu bozukluktan kaynaklanır

Plevranın Anatomisi

Plevranın inervasyonu

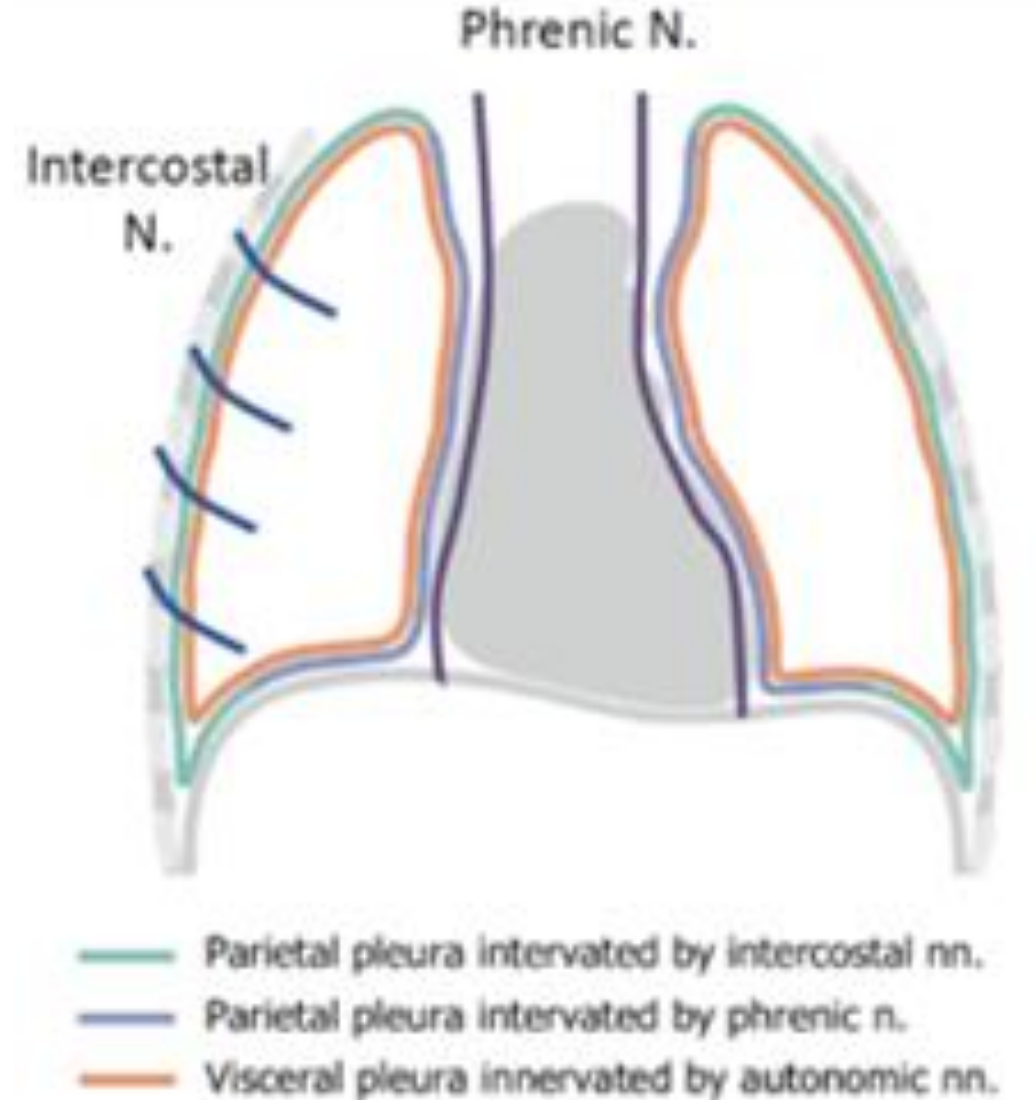
- Visseral plevra innervasyonu n.vagus dalları ve sempatik trunkus tarafından sağlanır, ağrı lifleri taşımaz
- Mediastinel plevra **frenik sinir** tarafından inerve edilir



Plevranın Anatomisi

Plevranın inervasyonu

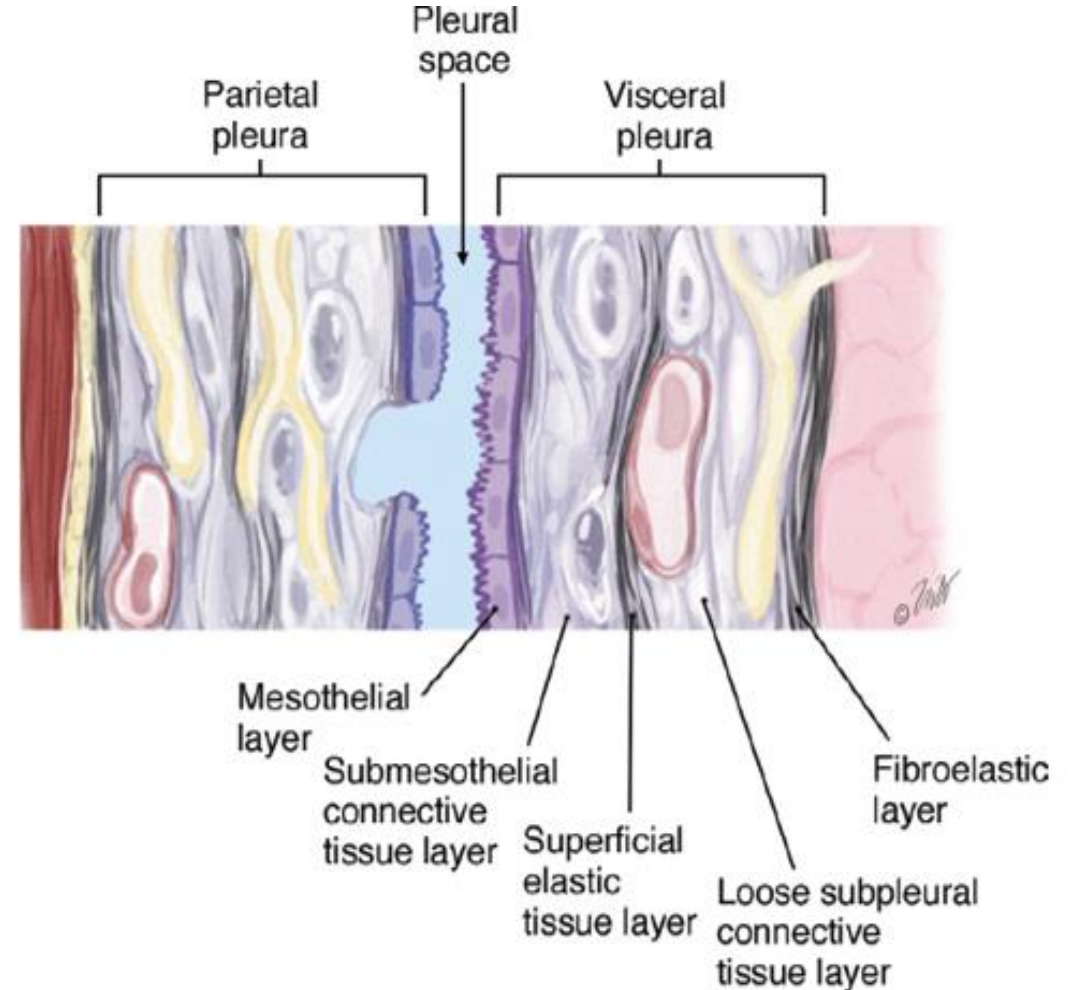
- Kostal plevra ile diafragmatik plevranın periferik kısmını **interkostal sinirler** innerve eder. Bu alanlarda oluşan bir irritasyon sonucunda ağrı ilgili göğüs duvarında hissedilir
- Diafragmanın santral bölümü ise **frenik sinir** ile innerve olur. Santral diafragmatik plevranın irritasyonunda ağrı aynı taraf omuz bölgesinde hissedilir



Plevranın Mikroskopik Anatomisi

Plevra histolojik olarak incelendiğinde beş katmandan oluşmaktadır:

1. Mezotel hücre tabakası (mezotelyum)
2. Submezotelyal bağ dokusu tabakası
3. Superfisyel elastik tabaka
4. Subplevral bağ dokusu tabakası
(kollajen ve elastin lifler, bazal lamina, kapillerler, kan damarları, lenfatikler ve sinirler bulunur)
5. Derin fibroelastik tabaka



Plevranın Mikroskopik Anatomisi

Mezotel Hücreleri

- Mezotel hücreleri 16-50 mikrometre çapında, istirahatte kuboidal, reaktif hale geldiklerinde daha oval yapı gösteren hücrelerdir
- Aralarında tight-junction veya gap-junction, bazı yerlerde desmozom bağlantısı vardır.
- Bazal laminaları ile destekleyici bağ doku üzerine otururlar.
- Hücrelerin üst kısmı daha sıkı bağlı iken bazal kısımları daha gevşektir
- İnspiryum sırasında birbirlerinin üzerinde olan hücreler, endotorasik fascia'nın esnemesi ile birbirlerinden uzaklaşarak gerilme-esneme özelliği gösterirler.

Plevranın Mikroskopik Anatomisi

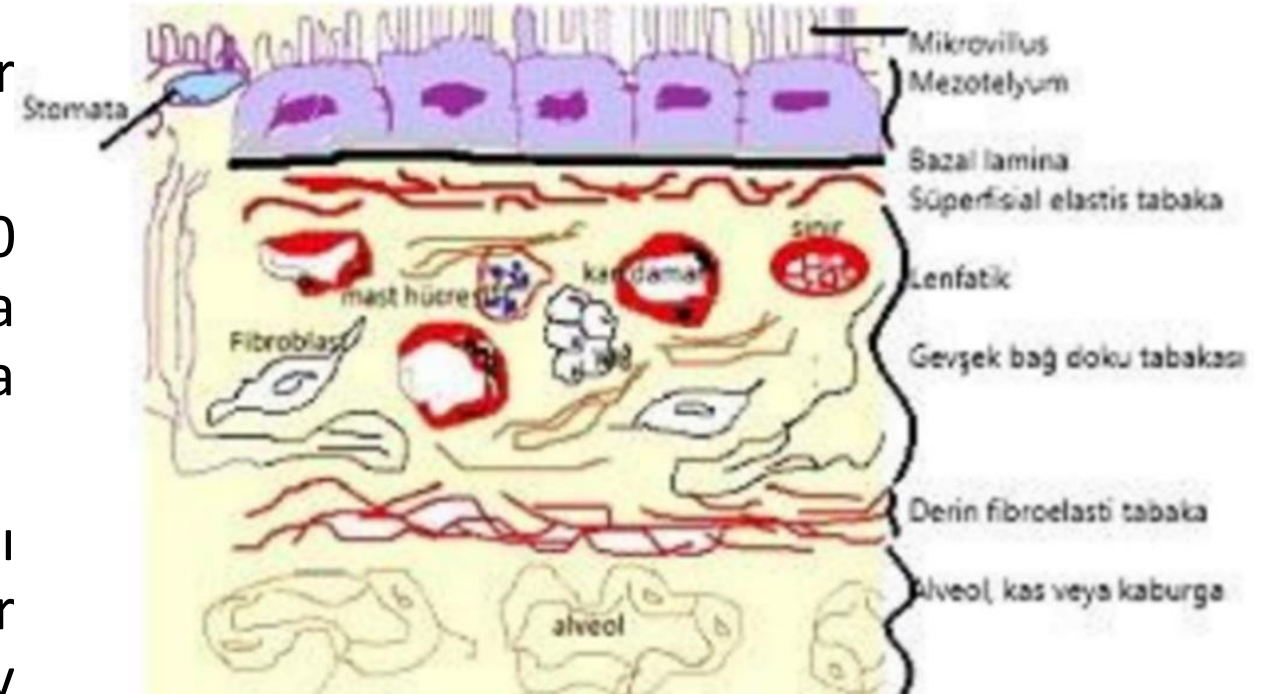
Mezotel Hücrelerinin fonksiyonları

- Makrofajlara ve myofibroblastlara dönüşebilirler
- Ekstrasellüler matriksin makromoleküler yapısal elemanlarını salgılar ve organize ederler
- İmmünmodülatör hücrelere antijen sunumu yaparlar
- Fibrinolitik ve prokoagülan faktörler, çeşitli inflamatuvar sitokinler, nötrofil ve makrofaj kemotaktik faktörler ve fibronektin salgılayabilir. Böylece plevral aralıkta inflamasyon ve tamirde başlatıcı rol oynarlar
- Fagositik aktivite yapabilirler
- Reaktif oksijen ve nitrojen radikalleri salgırlar

Plevranın Mikroskopik Anatomisi

Mezotel hücrelerinin fonksiyonları

- Yüzeylerinde çok sayıda küçük uzantılar şeklindeki mikrovillileri vardır
- 100 mikrometre karede ortalama 300 mikrovilli bulunur. Hareketliliği daha yüksek olan plevranın alt kısımlarında daha yoğundur
- Mikrovilliler plevral aralıktaki sıvı döngüsüne salgı, emilim ve moleküler düzenleme ile katkı yapar, hücre yüzey alanını arttırır



Mezotelyal hücrelerin fonksiyonları

Temel fonksiyon	Morfolojik yapı / Araçlar	Hedef / Sonuç
Koruyucu bariyer ve non adheziv yüzey	Sıkı bağlantı kompleksleri, GAG (hyalüronan), fosfotidilkolin	Bariyer, hücre yıkımından ve enfeksiyondan koruma, hücre farklılaşması, tümör oluşumunu ve adhezyonunu önleme, serozal yüzeyler arasında sürtünmeyi azaltan kayganlaştırıcı özellik
Antijen sunma (IFN-gama stimülasyonu ile)	ICAM-1, IL-15	CD4+T helper hücre proliferasyonu, hücre aracılı immünite
Tümör hücre adhezyonu ve büyüme	Hyalüronan değişimi	Travmaya uğramış mezotelyal yüzey
Hücre ve sıvıların taşınımı	Pinositik vezikül, stomata ve hücreler arası bağlantı	Sıvının ve hücrelerin serozal kaviteden taşınımı
İnflamasyonun başlaması, çözülmesi ve doku yenilenmesi	Sitokin ve kemokin büyüme faktörleri, prostaglandin ve prostasiklin, antioksidan enzimler, ekstrasellüler matriks proteinleri	Lenfositlerin kan damarından serozal alana göçü, yaralanmaya karşı hücre çoğalması, göçü ve ekstrasellüler matriks sentezi, doku yenilenmesi
Koagülasyon ve fibrinolizis	Doku faktörleri, plazminojen aktivatör inhibitörleri, doku plazminojen aktivatörleri ve ürokinaz plazminojen aktivatör	Prokoagülan, fibrin depozisyonu, fibrinolitik aktivite

Plevral Sıvı

- Normal şartlarda karşı karşıya gelen iki plevral yüzeyin mezotelyal hücre tabakaları arasında 10-15 mikrometre kalınlığında 0.1-0.3 ml/kg civarında çok ince bir sıvı tabakası vardır.
- 70 kg'lık bir insanda bir hemitoraksta 10-20 ml civarında sıvıya karşılık gelir
- Sıvı döngüsünün yarı zamanı 6-8 saat civarındadır.
- Saatlik geliş hızı 0.5 ml, günlük geliş miktarı 12-17 ml'dir

Plevral Sıvı

- Serumun ultrafiltratıdır, hipotoniktir.
- Seruma göre çok daha az protein içerir, çoğunlukla albümin olmak üzere miktarı 1-2 gm/dl arasındadır
- Plevral sıvıda hücre miktarı azdır;
 - çoğunlukla makrofajlar, lenfositler, az sayıda nötrofiller, mezotel hücreleri, çok az sayıda fibroblastlar bulunur
- Serum pH ve glikoz düzeyi ile benzer pH ve glikoz düzeyi içerir
- Sıvıdaki LDH ve hyalüronik asit ise seruma göreceli olarak yüksektir

Plevral Sıvının Normal İçeriği

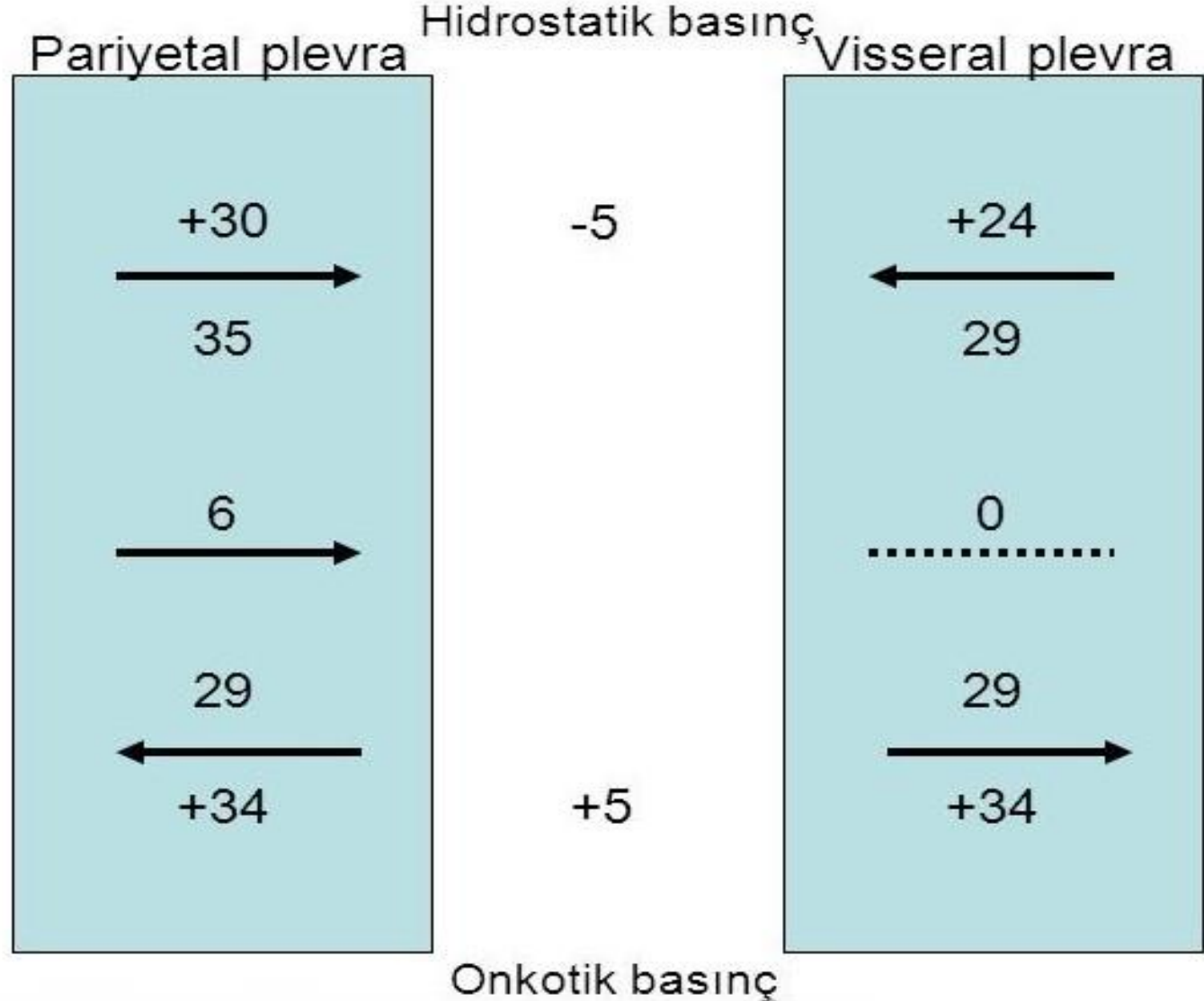
Miktarı: 0.1-0.2 ml/kg.	Protein: 1-2gr/dl.
Hücre/mm ³ : 1000-5000	Albumin: %50-70
Mezotel hücresi: %3-70	Glukoz: ~plazma düzeyi
Monosit: %30-75	LDH: <%50 plazma düzeyi
Lenfosit: %2-30	PH: ~ plazma
Granülosit: %10	

Plevranın Fizyolojisi

- Plevrada ve plevral aralıkta hidrostatik ve onkotik basınç işlevi gösteren üç basınç bölgesi vardır:
 - İntraplevral aralık basıncı
 - Subplevral konnektif doku basıncı
 - Damar içindeki basınç
- Plevral sıvı bu bölgelerdeki basınç farkları sayesinde fizyolojik akışını yapar
- İntraplevral basınç subplevral bağ dokudaki interstisyel basınçtan, subplevral interstisyel basınç damar içi basınçtan daha düşüktür
- Bu nedenle normal şartlarda plevral sıvı subplevral konnektif dokudaki mikrovasküler dolaşımdan interstisyuma, oradan da plevral boşluğa geçiş yapar

Plevranın Fizyolojisi

Plevral sıvı $64 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($35+29$) gradiyenle plevral aralığa gelir. Plevral aralıktan interstisyuma $58 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($29+29$)'luk bir onkotik basınç gradiyeni oluşur. Aradaki fark $6 \text{ cmH}_2\text{O}$ 'dur ($64-58$). Bu basınç farkıyla plevral aralığa net sıvı geçişi olur.



Plevranın Fizyolojisi

- Plevral aralığa gelen fizyolojik sıvının büyük kısmı parietal plevranın yer çekimine daha az bağımlı olan ve nispeten daha fazla hidrostatik basınç farkı gösteren üst kısımdaki kapillerlerden kaynaklanır
- Bu kapillerler hem mezotelyal yüzeye daha yakındır hem de mezotelyal hücreler arasındaki bağlar daha gevşektir

Plevranın Fizyolojisi

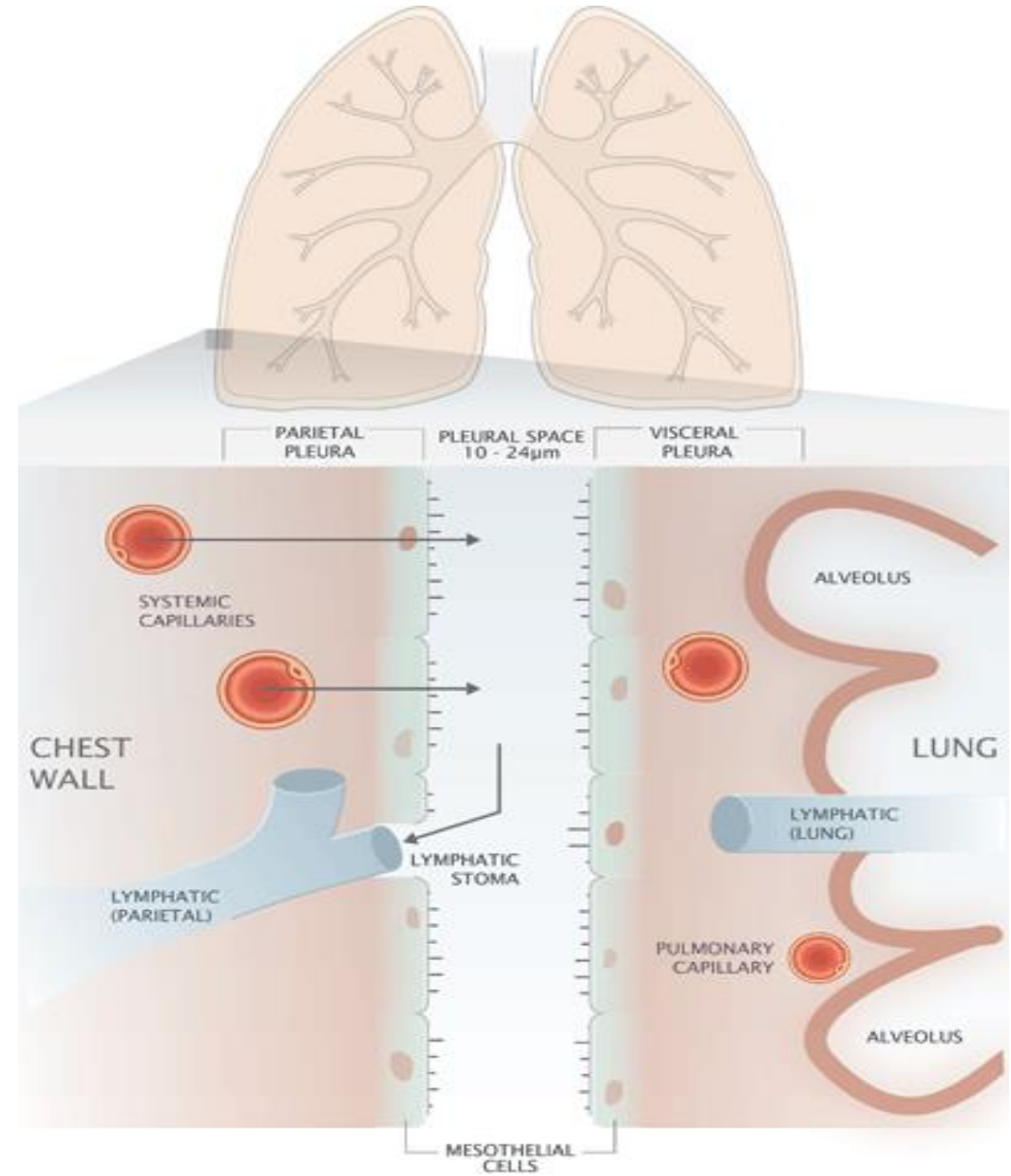
- Visseral plevrada mikrovasküler alan ile pulmoner interstisyum arasındaki basınç farkı parietal plevraya göre daha azdır.
- Ayrıca visseral plevrada mezotelyal hücreler arasındaki bileşkeler (tight junction) nispeten daha sıkı, submezotelyal bağ dokusu daha kalındır.
- Bu nedenlerle plevral sıvının visseral plevradan gelmesi zorlaşır

Plevranın Fizyolojisi

- Konjestif kalp yetmezliği gibi patolojik durumlarda hem endotelyal hem de mezotelyal bariyerler hasarlanır, alveoler-interstisyel ödem plevral aralığa geçer.
- Kronik kalp, karaciğer, böbrek hastalıklarında süregelen hale gelen plevral sıvının nedeni endotelyal ve mezotelyal membranlardaki bu değişimlerdir

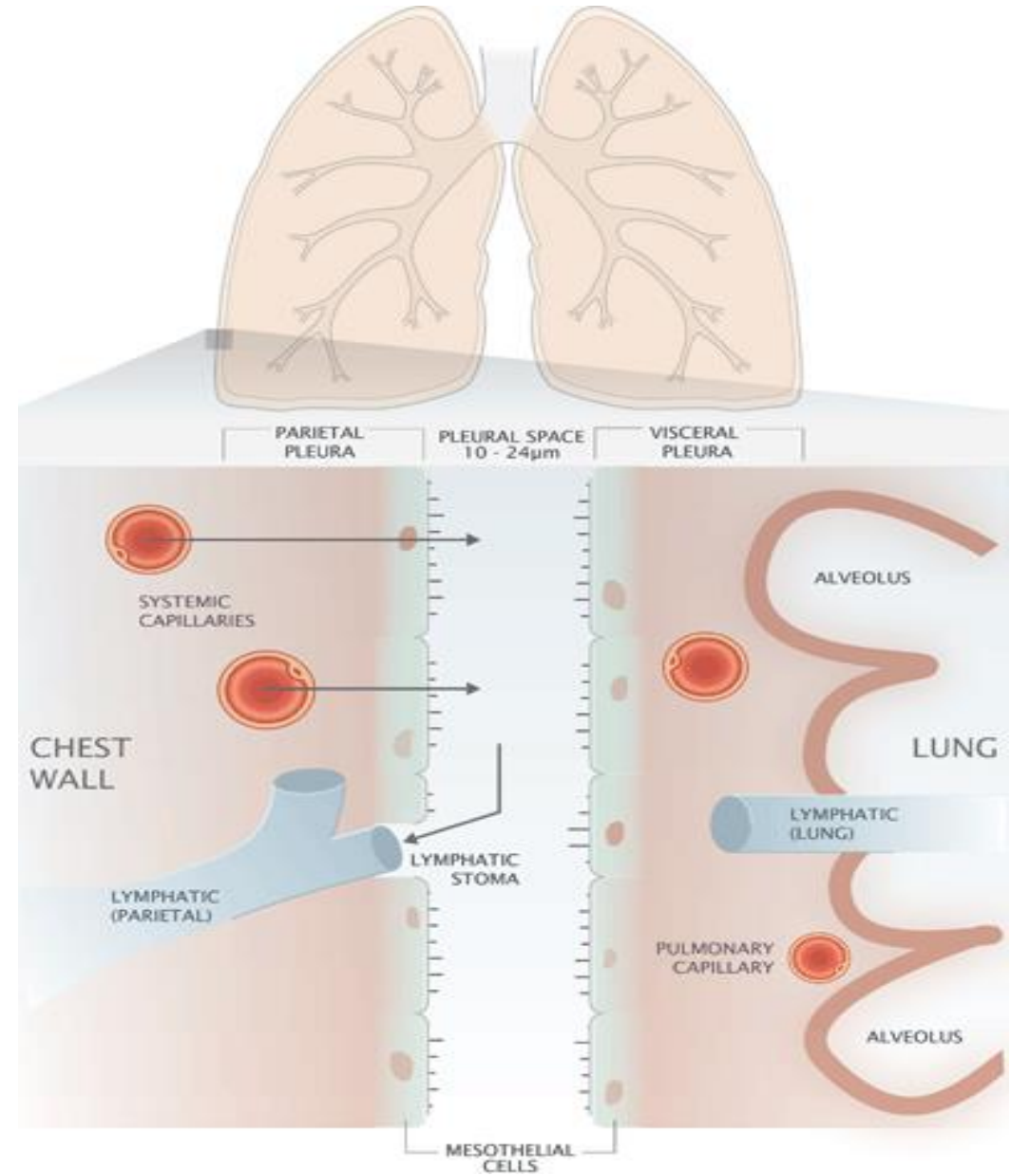
Plevranın Fizyolojisi

- Plevral aralığa gelen sıvı parietal plevradan lenfatik akım ile drene edilir.
- Parietal plevrada doğrudan subplevral lenfatiklere açılan, çapları 2-6 mikrometre olan stomalar vardır



Plevranın Fizyolojisi

- Stomalar plevral boşluktan büyük moleküllerin emilerek lenf kanalına geçmesini sağlar, büyük moleküller eşliğinde sıvı da emilir
- Difüzyon ya da aktif transport ile taşınma önemsenmeyecek düzeydedir



Plevranın Fizyolojisi

- Normal şartlarda sıvı oluşumu ve geri Emilimi eşit miktarda olduğundan, plevrada aşırı sıvı birikimi beklenmez
- Plevral sıvı miktarı arttığında ise emilim hızı yirmi katına kadar çıkarak fazla sıvı birikmesi engellenir
- Sağlıklı bireyde plevral sıvı 0.01-0.02 mL/kg/saat hızla emilirken, patolojik durumlarda bu hız saatte 0.22-0.28 mL/kg'a çıkabilmektedir
- Pulmoner sıvı yapımı normalin 10 katına çıktığında, lenfatik drenaj normalin 20 katına erişebileceğinden plevral sıvı sadece %15-20 oranında artış gösterir

Plevranın Fizyolojisi

- Plevral aralık dinamik özellikleri sayesinde damar içi basınç değişiklikleri sonucu akciğer parankimine gelen fazla sıvının depo alanıdır
 - Kalp yetmezliğinde sol atrial basınç artışı nedeniyle kapiller hidrostatik basınç da artar.
 - Kapillerlerden akciğer parankimine kanın sıvı komponentinin sızmasına neden olur
- Eğer sıvı plevral boşluğa geçmeseydi yaklaşık hacimleri 1 litre kadar olan akciğerler kısa sürede sıvı ile dolar ve ventilasyon yaşamla uyumsuz düzeye inerdi

Plevranın Fizyolojisi

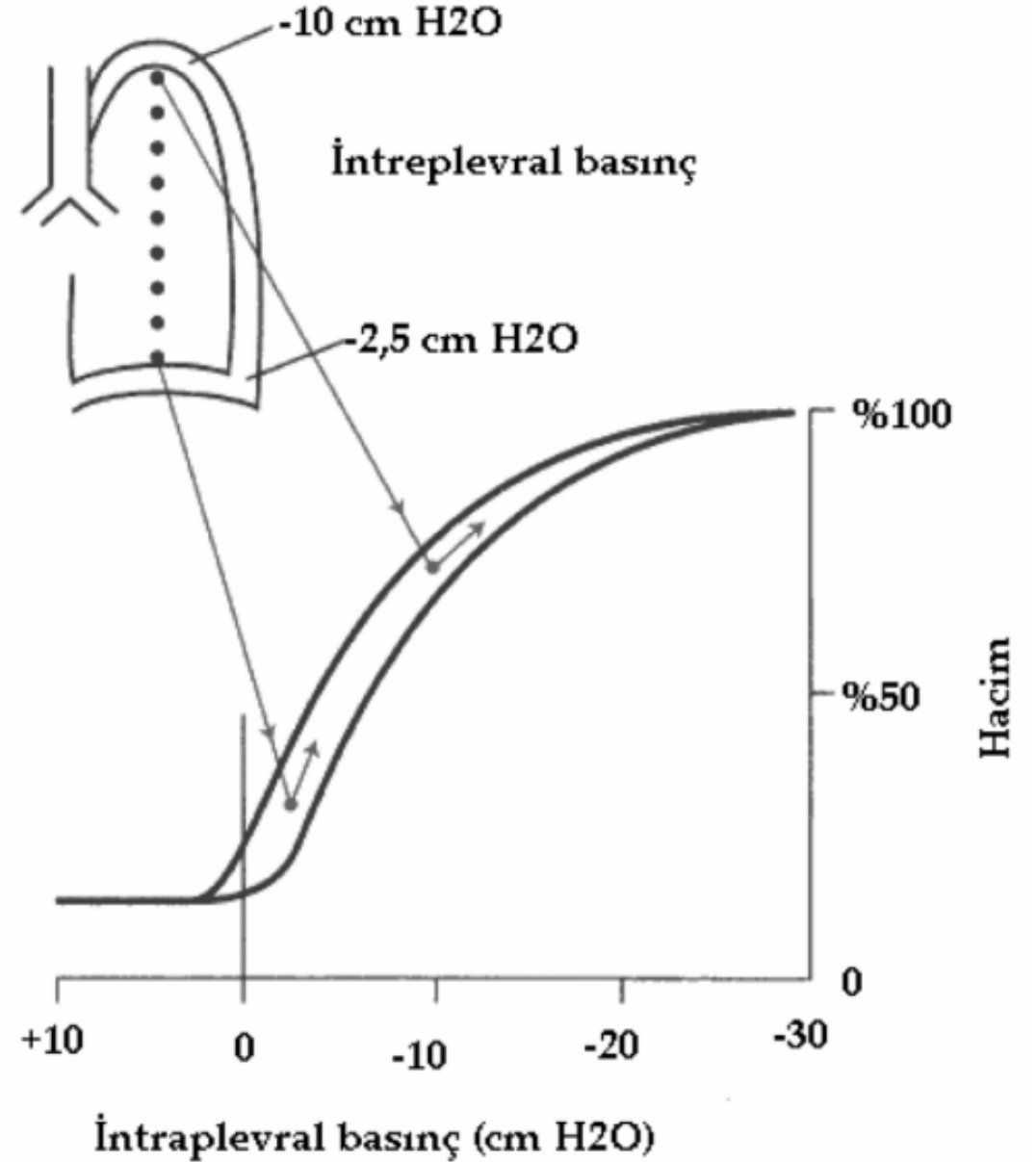
- Plevral basınç (Ppl)
 - İki plevral yüzey arasında akciğer ve kalbin dış yüzü ile göğüs duvarının iç yüzü arasında kalan boşlukta oluşan basınç
 - Göğüs duvarının dışarı doğru genişleme eğilimi olan elastik genişleme eğilimi ile akciğerin kollapsa doğru eğilimi olan elastik geri çekilme eğilimi arasındaki denge sonucu oluşur

Plevranın Fizyolojisi

- İki zıt eğilimin ters yöne olan etkisi sonucu olduğundan fizyolojik şartlarda negatiftir, akciğer ve göğüs duvarının birbirinden uzaklaşmasına engel olan bir etki yapar
- Plevral basıncın negatif olması ve pleural aralıkta az miktarda sıvı varlığı akciğerin açık ve pleural yaprakların ayrılmasına karşı direnç oluşturur

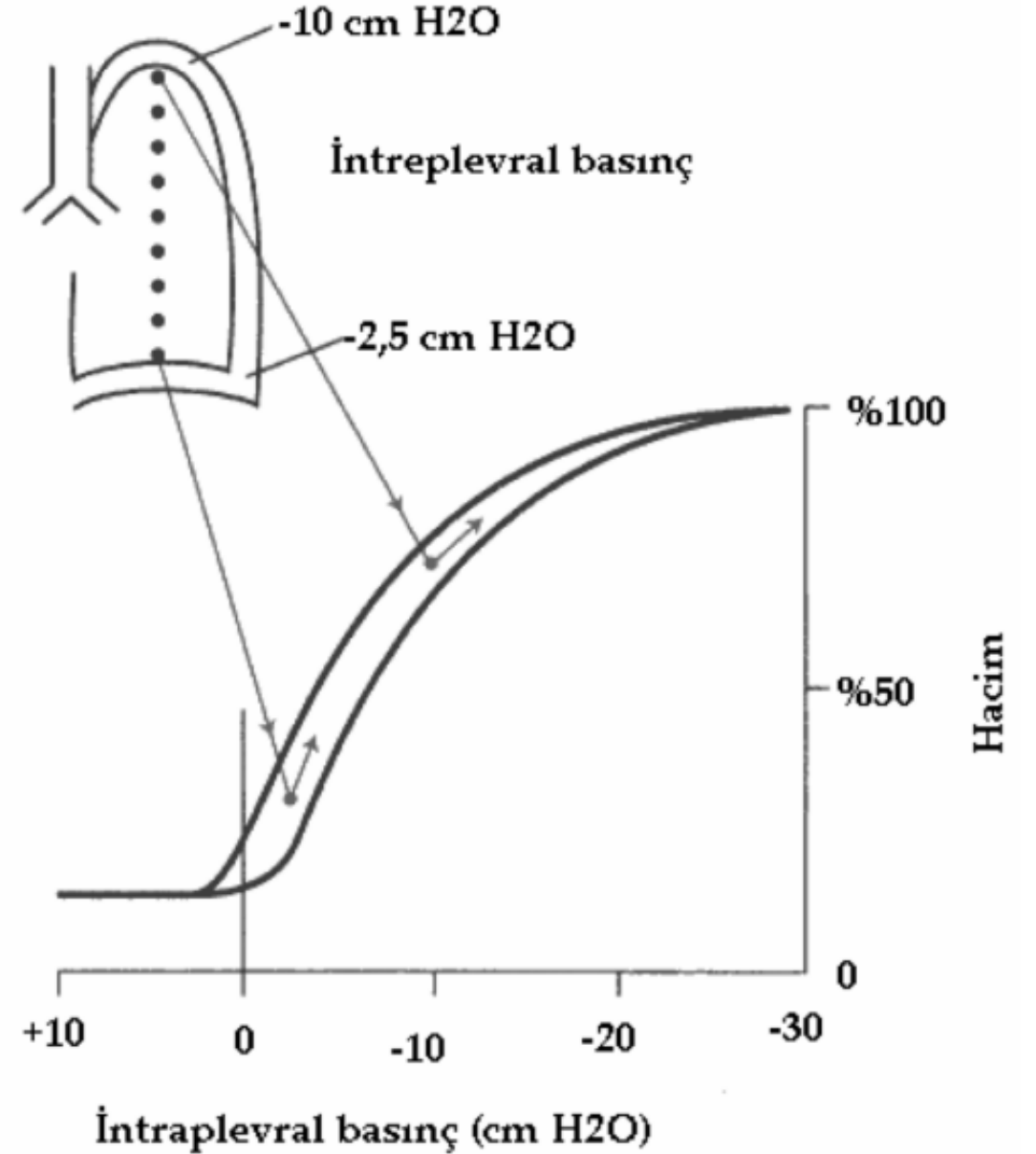
Plevranın Fizyolojisi

- Plevral basınç ayakta duran bir kişide akciğerler fonksiyonel rezidüel kapasitedeyken -3 ile -5 cmH_2O arasında, total akciğer kapasitesine çıktığında yaklaşık -30 cmH_2O olur.
- Normal bir inspiyum ve ekspiyum sırasında ise -10 ile -2 cmH_2O arasında değişir



Plevranın Fizyolojisi

- Plevral basınç hemitoraksın alt kısımlarında apikal bölgelere göre akciğer, göğüs duvarı ve kalbin konik yapıları, ağırlıkları, yer çekiminin etkisi nedeniyle daha az negatiftir



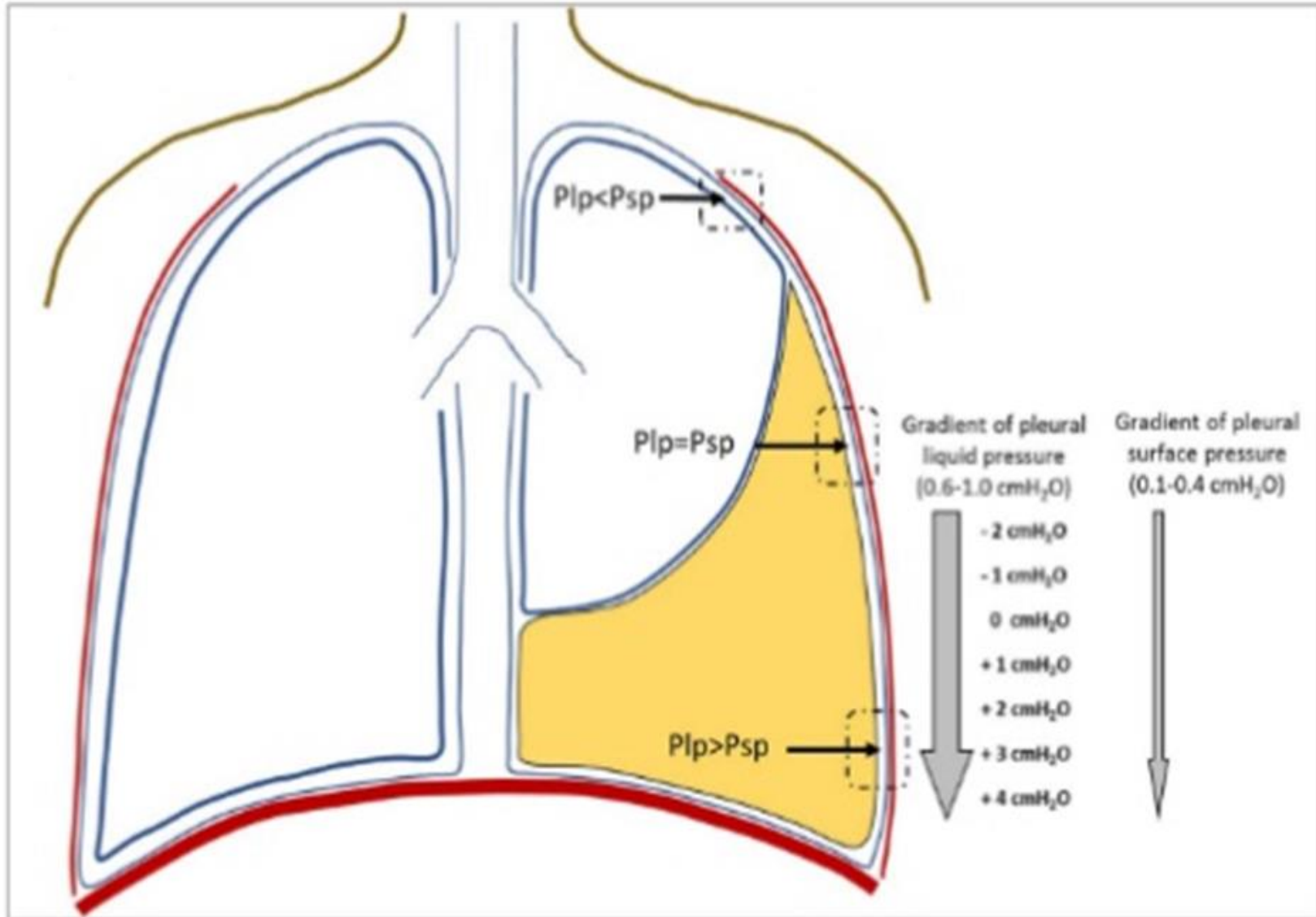
Plevranın Fizyolojisi

- Plevral alanda plevral basıncı etkileyen iki ayrı basınç daha vardır:
 - Plevral sıvı basıncı, mikrovasküler dolaşım ile plevral aralıktaki hidrostatik ve onkotik basınç ilişkisiyle oluşur
 - Plevral yüzey basıncı ise plevral yüzey gerilimi ve yer çekimi etkisiyle oluşur

Plevranın Fizyolojisi

- Üst bölgede plevral yüzey basıncı alta göre daha negatif olduğundan plevral sıvı toplanmalarında sıvı hattı plevra boyunca yukarı çekilir. Bu hat boyunca plevral sıvı basıncı plevral yüzey basıncından daha negatiftir
- Orta bölgede basınçlar hemen hemen eşitlenir ve plevral sıvı hattı kalınlaşmaya başlar
- Alt bölgede plevral sıvı basıncı plevral yüzey basıncına göre daha yüksek olur

Plevranın Fizyolojisi



Plevranın Fizyolojisi

- Plevral basınç subatmosferik olmasına rağmen plevral boşluğa kandaki gazlar geçemez
- Kapiller damar içi kan basıncı 700 mmHg, yani atmosferdeki gaz basıncından 60 mmHg daha düşük olup, plevradaki gaz basıncından da düşüktür
- Kanda çözünmüş gazların düşük basıncı sayesinde plevral aralıktaki hava kolayca kapiller alana geçerek elimine edilir

Plevranın Fizyolojisi

Transpulmoner Basınç

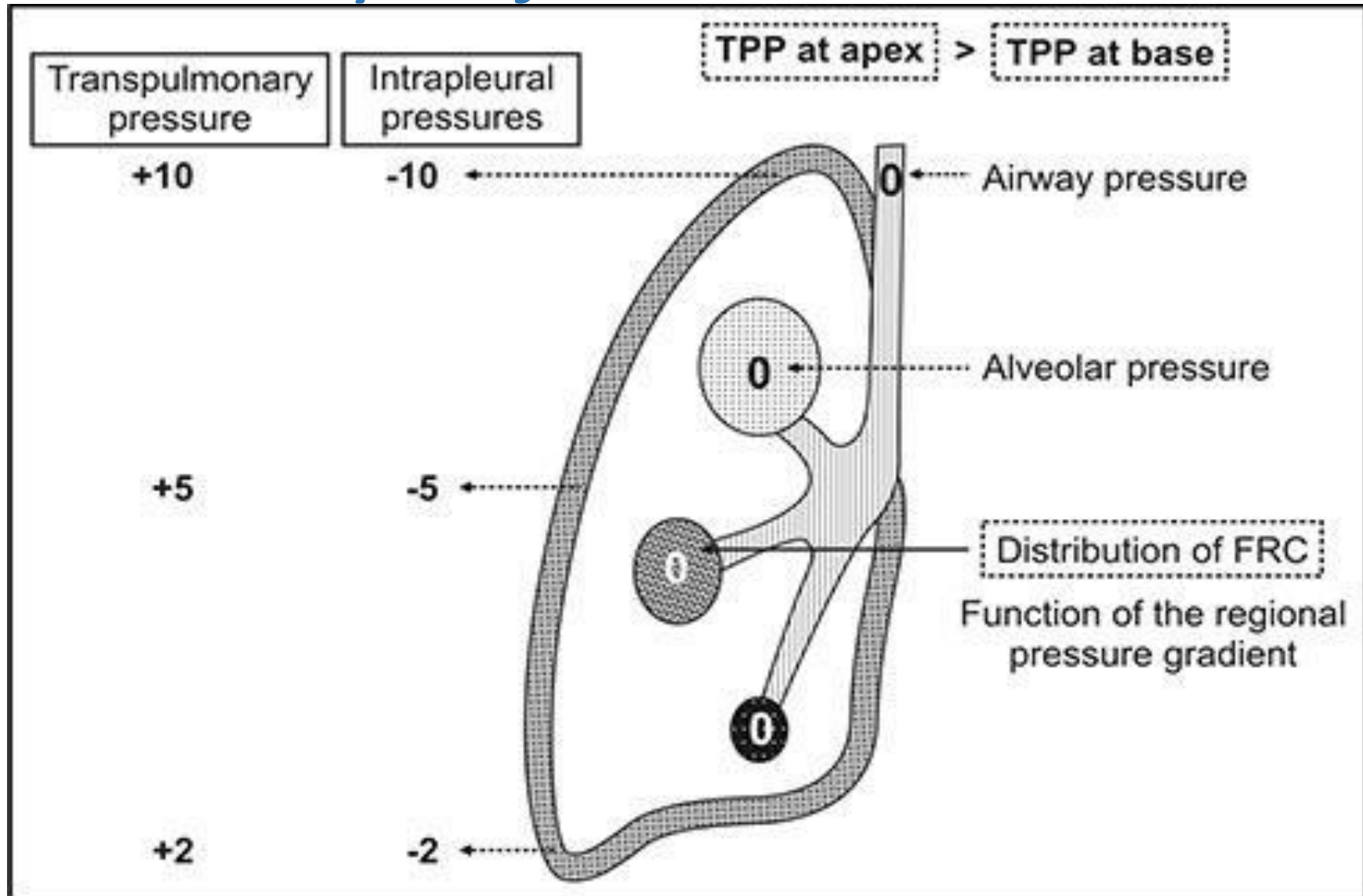
- Akciğerin inspiryum sonunda kollapsa olan eğilimine elastic recoil denir.
- Bunu oluşturan kuvvetlere karşı akciğerin anatomik yapı özellikleri nedeniyle ortaya çıkan akciğerin gerilimine transpulmoner basınç adı verilir.
- Akciğer hacminin belirleyicisi bu basınçtır
- **Transpulmoner basınç (TPb)=Alveoler basınç (Pal)-Plevral basınç (Ppl)**
- Transpulmoner basıncın yönü akciğerden dışarıya doğrudur.
- Pozitif ise akciğerde genişleme, negatif ise akciğerde küçülme etkisi olur

Plevranın Fizyolojisi

Transpulmoner Basınç

- Normal şartlarda alveoler basınç atmosferik basınca eşittir yani sıfır kabul edilir.
- $TPb = (0) - (-5) = +5 \text{ cmH}_2\text{O}$ olduğundan akciğerler açık kalır.
- Eğer plevral aralıkta sıvı varsa, sıvının hacmi ve ağırlığı nedeniyle plevral basınç pozitifleşir, böylece transpulmoner basınç negatif olur ve akciğerler üzerinde küçülme etkisi yaratır

Plevranın Fizyolojisi



Plevranın Fizyolojisi

Transtorasik Basınç

- Göğüs duvarının ekspiryumda dışa doğru olan genişleme eğilimi göğüs duvarının elastic recoil'i olarak tanımlanır.
- Buna karşı koyan kuvvetlerin yaptığı, içe doğru oluşan gerilime ise göğüs duvarı gerilimi denir ve transtorasik basınç olarak adlandırılır.
- Transtorasik basınç pozitifleştikçe göğüs duvarı içe yaklaşır, negatifleştikçe dışa itilir
- **Transtorasik basınç(TTb)=
Göğüs duvarı üzerine atmosferik basınç (Patp)-Plevral basınç (Ppl)**

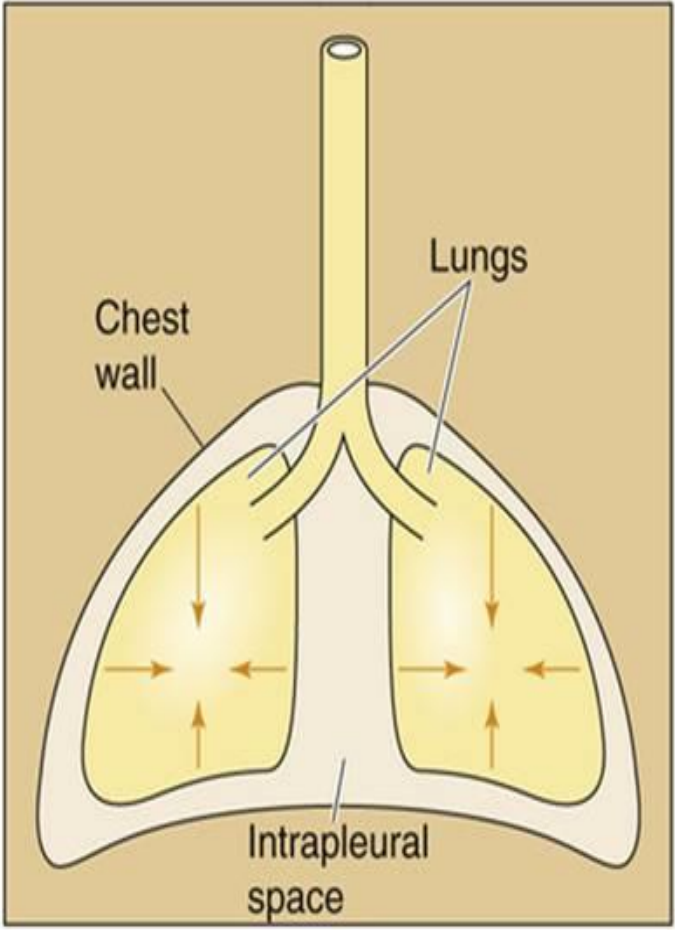
Plevranın Fizyolojisi

Transtorasik Basınç

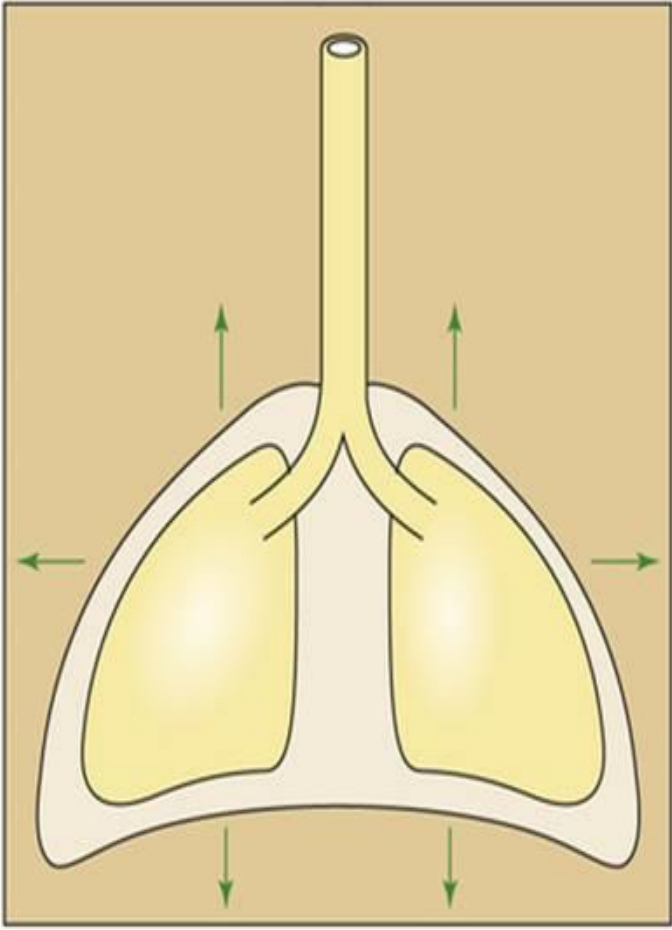
- Normal şartlarda göğüs duvarı üzerine atmosferik basınç sıfır kabul edilir
- $TTb=(0)-(-5)= +5 \text{ cmH}_2\text{O}$
- Plevral sıvı nedeniyle plevral basınç pozitiflendiğinde transtorasik basınç negatifleşir ve göğüs duvarı dışa doğru genişleme eğilimi gösterir
- Atelektazi nedeniyle plevral basınç negatiflendiğinde ise transtorasik basınç pozitifleşerek göğüs duvarı içe doğru yaklaşarak çökme eğilimi gösterir

Plevranın Fizyolojisi

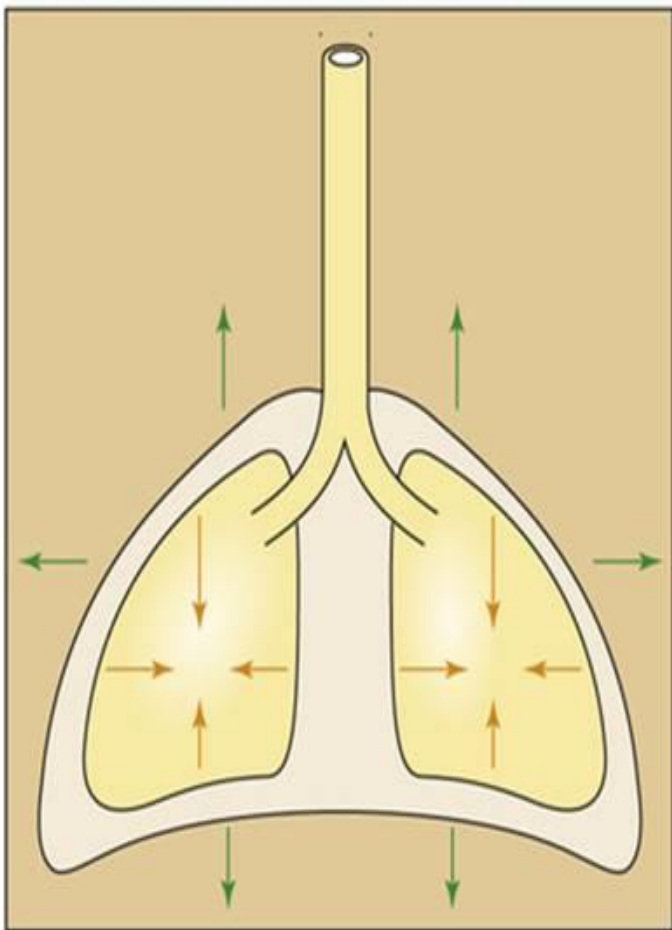
A ELASTIC RECOIL OF LUNGS



B ELASTIC RECOIL OF CHEST WALL



C ELASTIC RECOILS OF LUNGS AND CHEST WALL IN BALANCE



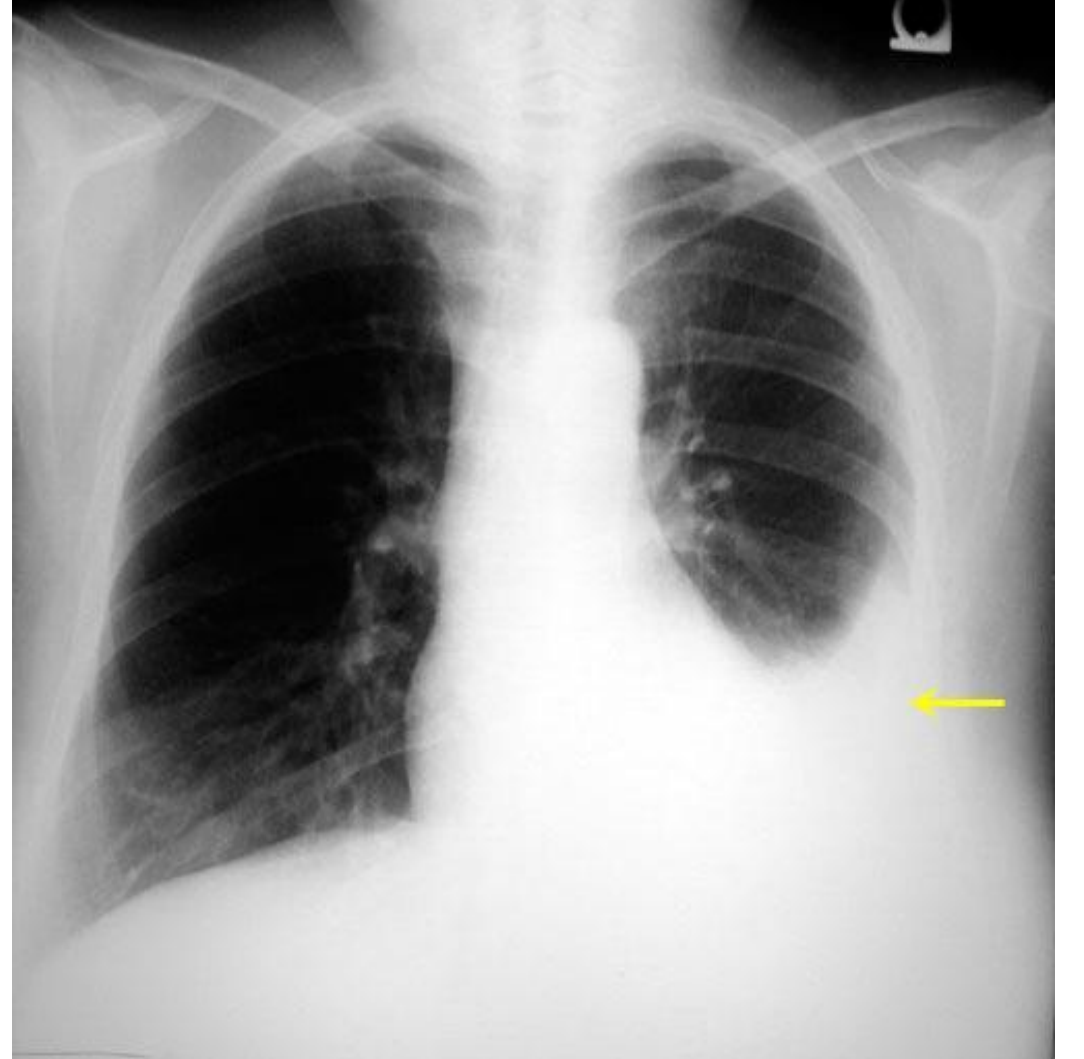
Plevranın Fizyolojisi

Transmural Basınç

- Kalp ile plevral aralık arasındaki basınç farkına transmural basınç denir.
- **Transmural basınç (TMb)=Kalp basıncı (Pk)-Plevral basınç (Ppl)**
- Kalp basıncı kan ve kas yapısı nedeniyle pozitiftir.
- Normal plevral basınç negatif olduğundan transmural basınç pozitif olarak hesaplanır ve yönü kalpten plevraya doğrudur
- Plevral sıvı varlığında plevral basınç pozitif olacağından transmural basınç negatif hesaplanır, kalp küçülme eğilimine girer

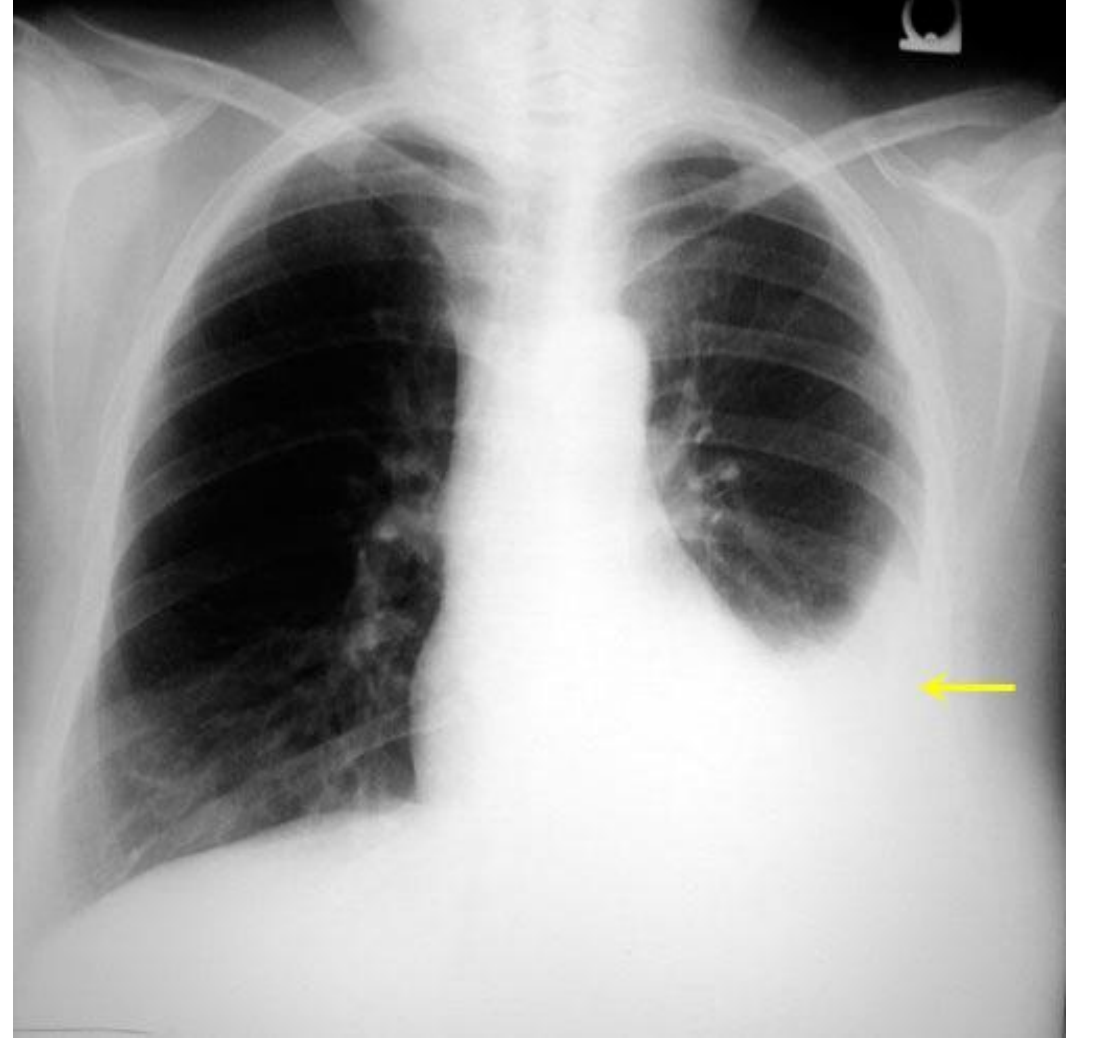
Plevranın Fizyolojisi

- Plevral sıvı miktarı arttıkça plevral basıncın da pozitifliği artar
- Ayakta duran bir kişide plevral sıvı ağırlığı nedeniyle yukarıdan aşağıya doğru her santimetre başına 1 cmH₂O basınç farkı oluşur



Plevranın Fizyolojisi

- Plevral aralıkta 30 cm'lik sıvı yüksekliğinde diyafram üzerinde oluşan basınç santimetre başına 30 cmH₂O basınç yaratır ve diyafram aşağı doğru döner
- Diyaframın bu çanaklaşma durumu hem ventilasyon kaybına hem de nefes darlığı yakınmasına neden olur



Plevranın Fizyolojisi

- Plevral sıvı baskısı ile akciğerlerin alt kısımları söndüğünde ventilasyon azalır. Fakat perfüzyon devam ettiğinden ventilasyon/perfüzyon dengesi bozulur
- Sıvı olmayan açık akciğer bölgelerinde ventilasyonun devam etmesi , hatta artması beklenir.
- Fakat sıvının ağırlığının neden olduğu diyafram çanaklaşması nedeniyle diyafram kasılamayacağından disfonksiyone olur
- Bu durumda açık akciğer alanları da ventilasyona yeterli katılamaz.
- Böylece beklenenden daha fazla ventilasyon/ perfüzyon dengesizliği meydana gelir

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

- Plevral aralıkta normalden fazla olan sıvı birikimi, hem plevranın ilişkili olduğu diğer sistemlere ait fizyopatolojik değişikliklere, hem de plevra veya akciğerin yapısal ve işlevsel değişikliklerine bağlı olabilir
- **Patolojik düzeyde plevral sıvının üç ana nedeni vardır:**
 - Artmış plevral sıvı gelişi
 - Azalmış plevral sıvı emilimi
 - Diğer yerlerden plevraya sıvı gelişi

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Artmış plevral sıvı gelişi

- 1.Akciğerin interstisyel alanda artmış sıvı, yani akciğer interstisyumuna sıvı sızması
- 2.Plevral intravasküler hidrostatik basınçta artma
- 3.Plevral intravasküler onkotik basınçta azalma
- 4.Plevral aralıktaki basınç negatifliğinde artma (örneğin atelektazi)
- 5.Plevral aralıkta artmış protein konsantrasyonu, yani plevral aralıkta onkotik basınç artışı

Hidrostatik Basınç Artışı

- Sistemik arteriyel sistemin basınç artışları yüksek prekapiller direnç ve arterioler tonusun otoregülasyon mekanizması nedeniyle, kapiller hidrostatik basıncı fazla etkilemez
- Sistemik venöz basınç pariyetal plevra kapiller sistemini, pulmoner venöz basınç visseral plevra kapiller sistemi etkileyerek plevral sıvı yapımındaki artış ile sonuçlanır
- Vasküler geçirgenliğin değişmediği durumlarda, venöz basınç artışları protein oranı düşük plevral sıvı birikimine neden olur

Hidrostatik Basınç Artışı



THE FLORIDA STATE UNIVERSITY
COLLEGE OF MEDICINE

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Artmış plevral sıvı gelişi

- Plevral boşluk komşuluğundaki pulmoner interstisyel sıvı hidrostatik basıncı da, plevral efüzyon oluşumunda etkin rol oynar
- Normal şartlarda akciğer interstisyel sıvısı düşük basınçlı pulmoner dolaşım ile filtre edilir ve akciğer protein/plazma protein oranı 0.7 düzeyindedir.
- Pulmoner kapiller dolaşımında basınç ve akım artışı olduğu zaman bu oran 0.4-0.5'e kadar düşüş gösterir

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Artmış plevral sıvı gelişi

- Pulmoner tromboembolide pulmoner ve komşu plevral sistemik dolaşımında gelişen hasar sonucu, pulmoner ven ve/veya sistemik venlerde hidrostatik basınç artışı ile plevral sıvı birikir
- Emboli gelişen bölgede sıkça gelişen atelektaziler plevra içi basıncı düşürerek plevral boşluğa sıvı geçişini arttırır.
- Emboli sonucu artmış olan plevral sistemik venöz basınç, lenfatikler çevresinde bası ile drenajı bozarak sıvı emilimini engeller
- Emboli sonrası görülen sıvıların büyük çoğunluğunun eksüda niteliğinde olması vasküler hasarın önemli boyutta olduğunu, hidrostatik değişikliklerin de transüdatif efüzyondan sorumlu olabileceğini göstermektedir

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Artmış plevral sıvı gelişi

Plevral basınç azalması:

- Plevrada basınç azalması özellikle ciddi atelektazilerde ortaya çıkar. Atelektazi gelişmiş alan ve çevresinde kapiller basınçların azalması ile plevral boşluğa proteinin az olduğu sıvı geçişi olur

Plevra onkotik basınç azalması:

- Hipoproteinemi geliştiğinde plazma onkotik basıncında ciddi azalmalar olur ve düşük protein içerikli plevral efüzyonlar meydana gelir. Bir çalışmada efüzyonlu hastaların tümünde plazma albümin düzeyinin efüzyonsuz olgulara oranla önemli derecede düşük olduğu bulunmuştur

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Artmış plevral sıvı gelişi

Geçirgenlik artışı:

- Kapiller damar duvarı geçirgenliğini artıran herhangi bir durum meydana geldiğinde damar dışına sıvı ve protein geçirgenliğinde önemli artışlar olur.
- Plevral dokuda gelişen inflamasyon ve infeksiyon gibi patolojiler, plevral kapiller sistemi de etkileyerek permeabilitede artışa neden olur

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Artmış plevral sıvı gelişi



THE FLORIDA STATE UNIVERSITY
COLLEGE OF MEDICINE

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Azalmış emilen plevral sıvı

- 1.Parietal plevradaki lenfatik ağızlarda plevral lenfatik drenajın azalması
 - 2.Plevradaki lenfatik drenajın lenfatik akım boyunca herhangi bir bölgede tıkanması
- Plevranın makromoleküler elemanları ve plevral aralığa gelen sıvının büyük kısmı parietal plevradaki lenfatik ağızlardan emilir
 - Eğer bu ağızlar parietal plevra üzerindeki lezyonlarla örtülerek kapanırsa, akımın devam edeceği lenfatikler tıkanırsa ya da akım hızı düşerse plevral sıvı birikimi oluşur

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Azalmış emilen plevral sıvı

- Akciğerde biriken sıvı genellikle düşük basınçlı bölgeye doğru kayma eğiliminde olduğundan, peribronkovasküler alandaki sıvı sırasıyla interlobüler septum, peribronşiyal dallanma bölgeleri ve plevral boşluk veya mediastinum içinde toplanmaya neden olur.
- Plevraya geçen sıvı, plevral sıvı içindeki protein düzeyini artırır

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Azalmış emilen plevral sıvı

- Plevral lenfatik akım şu nedenlerle azalır:

Plevral yüzeydeki patolojik değişiklikler, inflamasyonlar ile lenfatik ağzların tıkanması

Lenfatik alanların tümöral tutulumu nedeniyle lenfatik drenajın azalması

Lenfatiklerin fibrozis veya granülomalar ile tıkanması sonucu lenfatiklerdeki hareketin kısıtlanması

Anatomik anomaliler (yellow nail sendromu)

Endokrin anomaliler (hipotiroidizm)

Diğer patolojilerin lenfatiklere etkisi (respiratuar hareketlerde azalma/paraliziler, akciğer kollapsı, pnömotoraks)

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Azalmış emilen plevral sıvı



THE FLORIDA STATE UNIVERSITY
COLLEGE OF MEDICINE

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Plevraya sıvı gelişi

1. Diyafram altından asit sıvısının sızması:

Pankreatitli olgularda yüksek amilaz içerikli sıvı diyafragmada nekroz geliştirerek peritondan plevraya geçebilir

Hepatik hidrotoraks, Meigs sendromu ve peritoneal diyalizde peritonda yüksek hidrostatik basınç nedeniyle sıvı diyafragmatik deliklerden plevral boşluğa geçebilmektedir

Bu defektler en sık kas tabakasının zayıf olduğu büyük damar ve özofagus hiatusları çevresinde gelişir

2. Duktus torasikusun plevraya açılması

3. Plevraya kanama-hemotoraks

Plevral Aralıkta Sıvı Birikimi

Plevraya sıvı gelişi



THE FLORIDA STATE UNIVERSITY
COLLEGE OF MEDICINE

Plevral Sıvının Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi

- Plevral sıvı artışında toplanan sıvı miktarına bağlı olarak göğüs duvarı dışa doğru itilir, akciğer kollabe olur, diyafram aşağı doğru basılır
- Bu değişimler nedeniyle solunum fonksiyonlarında kayıplar oluşur
- Oluşan sıvı hacminin 2/3'ü hemitoraks genişlemesiyle tolere edilir
- Akciğerdeki hacim kaybı, oluşan sıvı hacminin 1/3'ü kadardır

Plevral Sıvının Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi

- Plevral sıvısı olan bir hastada 1 litre sıvı boşaltılması
 - FEV₁ ve FVC'de 200ml
 - Toplam akciğer kapasitesinde ise 400 ml artışa neden olur
- Ancak ortalama değer olup kişiden kişiye farklılıklar gösterebilir
- Terapotik torasentezin DLCO üzerine etkisi olmadığı düşünülmektedir

Plevral Sıvının Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi

- Plevral sıvı baskısı nedeniyle akciğer hacim kaybettiğinden nefes darlığı yakınması beklenir.
- Fakat plevral sıvılı hastada oluşan nefes darlığı beklenenden çok daha fazladır
 - Diyafram plevral sıvı ağırlığından etkilenerek düzleşir
 - Düzleşen diyaframda kasılma kusuru meydana gelir
 - Paradoksal hareket ederek akciğerin inspiyumda küçülmesine, ventilasyon kaybının artmasına neden olur.
 - Diyafram çalışmadığında sağlam akciğer de ventilasyon kaybına uğrar
 - Göğüs duvarının dışa doğru eğimi ile solunum kaslarının gerilmesi sonucu hareketleri kısıtlanır, dispneye katkıda bulunur

Plevral Sıvının Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi

- Plevral sıvının miktarına bağlı olarak baskı altındaki akciğerin kollabe olması ve akciğerin açılıp kapanmasındaki azalış nedeniyle arteriyel hipoksemi görülebilir
- Özellikle efor sırasında beklenen bir bulgudur
- Buradaki hipokseminin nedeni ventilasyon perfüzyon denge bozukluğu ve intrapulmoner şanttır
- Sıvı nedeniyle kollabe olan akciğer alanlarında ventilasyon azalırken perfüzyon devam eder, böylece şant meydana gelir

Plevral Sıvının Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi

- Bir çalışmada teröpatik torasentezden 20 dakika ve 24 saat sonra yapılan kan gazı ölçümleri karşılaştırılmıştır*
- Torasentezden 20 dakika sonra ortalama arteriyel oksijen basıncının %10-15 oranında azaldığı, ancak 24 saat sonra önceki seviyeye döndüğü gözlenmiştir. Bunun nedeni torasentezin hemen sonrasında şantta artış olmasıdır
- Hızlı sıvı boşaltılmasında perfüzyon artar. Fakat kapalı alveollerin yüzey gerilimi fazla olduğundan açılmaları zaman alır, ventilasyon erken dönemde yeterince artmaz. Şant bir süre artarak hipoksemide geçici bir artmaya neden olur. Akciğer parankimi sorunlu ise oluşan hipoksemi daha belirgindir

*Broaddus VC, Light RW: General principles and diagnostic approach. In: Textbook of Respiratory Medicine, 3th ed. Murray Jfi Nadel JA, eds. Philadelphia: WB Saunders Company; 2000: 2021-2002

Plevral Sıvının Kardiyak Fonksiyon Üzerine Etkisi

- Plevral sıvı nedeniyle pozitifleşen intraplevral basınç kalbin küçülmesine yol açabilir
- Kalbin kollapsının fonksiyonel etkisi daha çok sağ atrium, nadiren sağ ventrikül üzerinde görülür
- Kalbe gelen kan akımı azalır, böylece kardiyak atım hacmi de azalır
- Juguler venöz basınç artışı, pulsus paradoksus görülebilir
- Sol hemitoraks masif sıvılarda sol ventrikül kollapsı da gözlenebilir

Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

- Plevral sıvı veya pnömotoraks dışında plevral basıncı ciddi şekilde değiştirebilecek klinik durumlar iki başlıkta toplanabilir:
- **Hapis akciğer (entrapped lung)**
- **Tuzak akciğer (trapped lung)**

Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Hapis akciğer

- Akciğerin açılmasını engelleyen plevranın tümörleri veya aktif inflamasyonları, akciğerin elastic recoil'inin arttığı hava yolu tıkanmasına bağlı atelektazi, lenfanjitis karsinomatoza, interstisyel akciğer hastalıkları gibi durumlardır
- Plevral sıvı esas olarak eksüdatif niteliktedir ve plevral basınç pozitiftir
- Hastalar sıvı nedeniyle semptomatiktir
- Patolojik durum düzeldiğinde plevral fizyoloji de düzelebilir

Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Tuzak Akciğer

- Visseral plevranın geçirilmiş enfeksiyon veya benzeri nedenle sekel fibrozisi ile kalınlaşması ya da uzun süreli atelektaziler sonucu akciğerin kalıcı olarak küçüldüğü durumlardır
- Alveollerin tam kapalı olması nedeniyle alveoler basınç, doku basıncı düzeyine yükselir
- Plevral basınç negatifliği artacağından vakum etkisi yaratır
- Göğüs duvarı çökük, mediasten o tarafa çekilmiş, diyafram eleve olmuş haldedir
- Subplevral alandan plevral boşluğa sıvı emilimi olur. Ancak bu sıvı transuda niteliğindedir

Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Tuzak Akciğer



THE FLORIDA STATE UNIVERSITY
COLLEGE OF MEDICINE

Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Plevral aralıktaki basınçların incelenmesi bazı klinik uygulamalar için yararlı olabilir:

- 1.Sıvı drenajı gerektirmeyecek tuzak akciğer tayini
- 2.Sıvının boşaltılması sırasında açılan akciğerde ödem gelişimini önleyecek sıvı drenajının miktarının tayini
- 3.Tuzak veya hapis akciğerin tayin edilerek gereksiz plöredezis işleminin yapılmasının önlenmesi

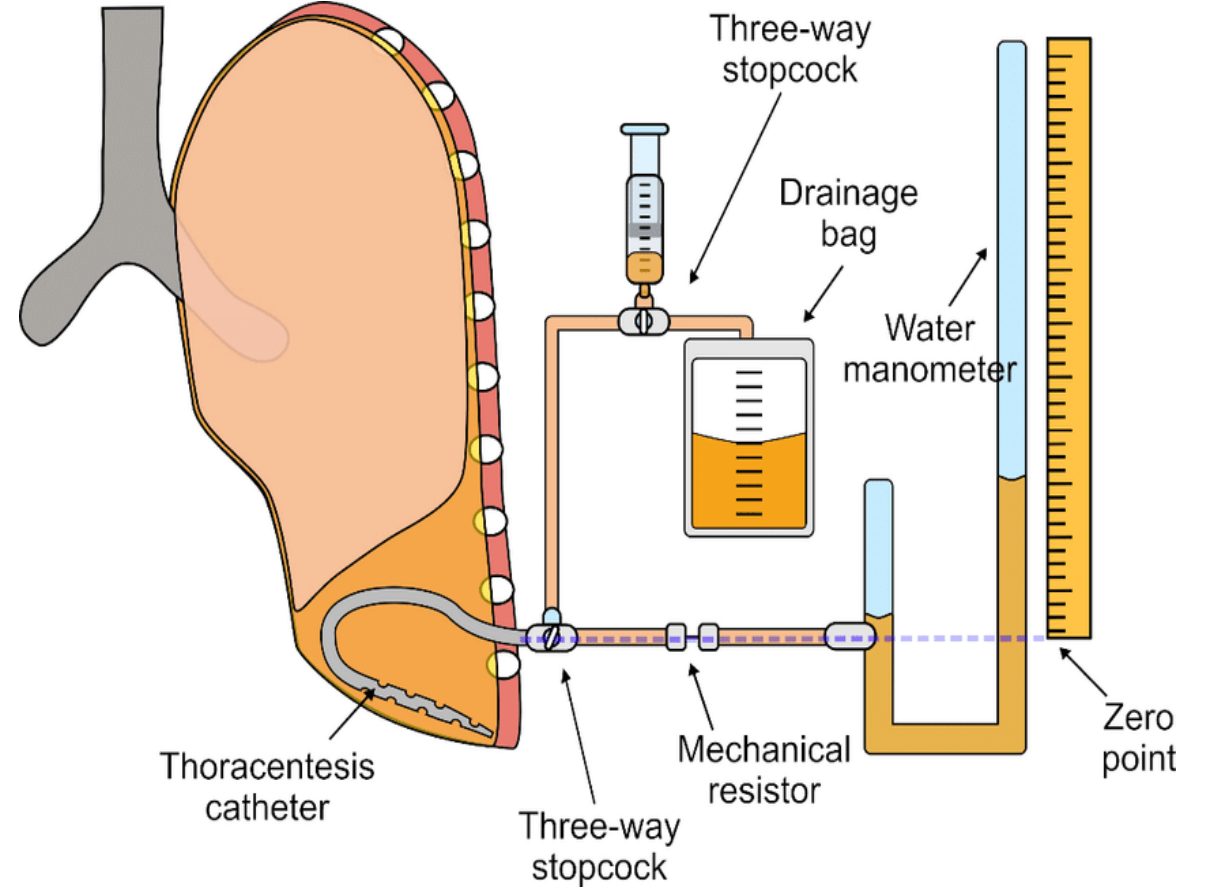
Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

- Hastalar sıklıkla asemptomatiktir, sıvı tesadüfen fark edilir. Eğer hastada dispne varsa asıl sorun sıvı değil, altta yatan değişikliklerdir
- Tuzak akciğer olgularında sıvıyı boşaltmak negatif basınç nedeniyle hem zordur hem de klinik değeri yoktur. Semptomatik olgularda solunum fizyolojisi de bozulmuşsa kalın plevranın dekortikasyonu gerekebilir

Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Plevral basınç ölçüm tekniği

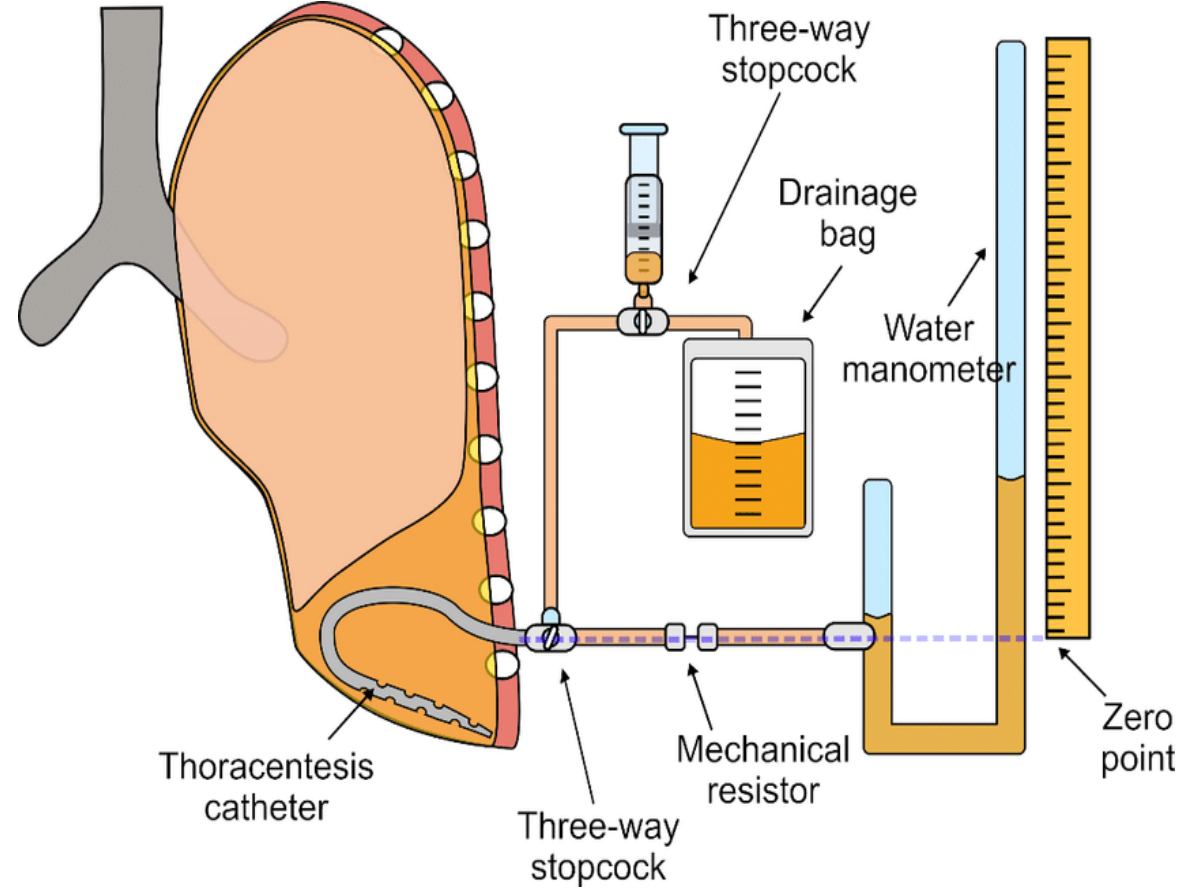
- İlk ve basit olan teknik U şekilli su manometresi kullanılmasıdır
- İntrakete takılı üçlü musluğun bir ucu sıvının boşaltılacağı kaba, diğer ucu manometre olarak kullanacağımız serum setine bağlanır
- Serum setinin üst kısmındaki hava seviyesi giriş yeri hizasına getirilir, bu nokta sıfır basınç olarak kabul edilir



Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Plevral basınç ölçüm tekniği

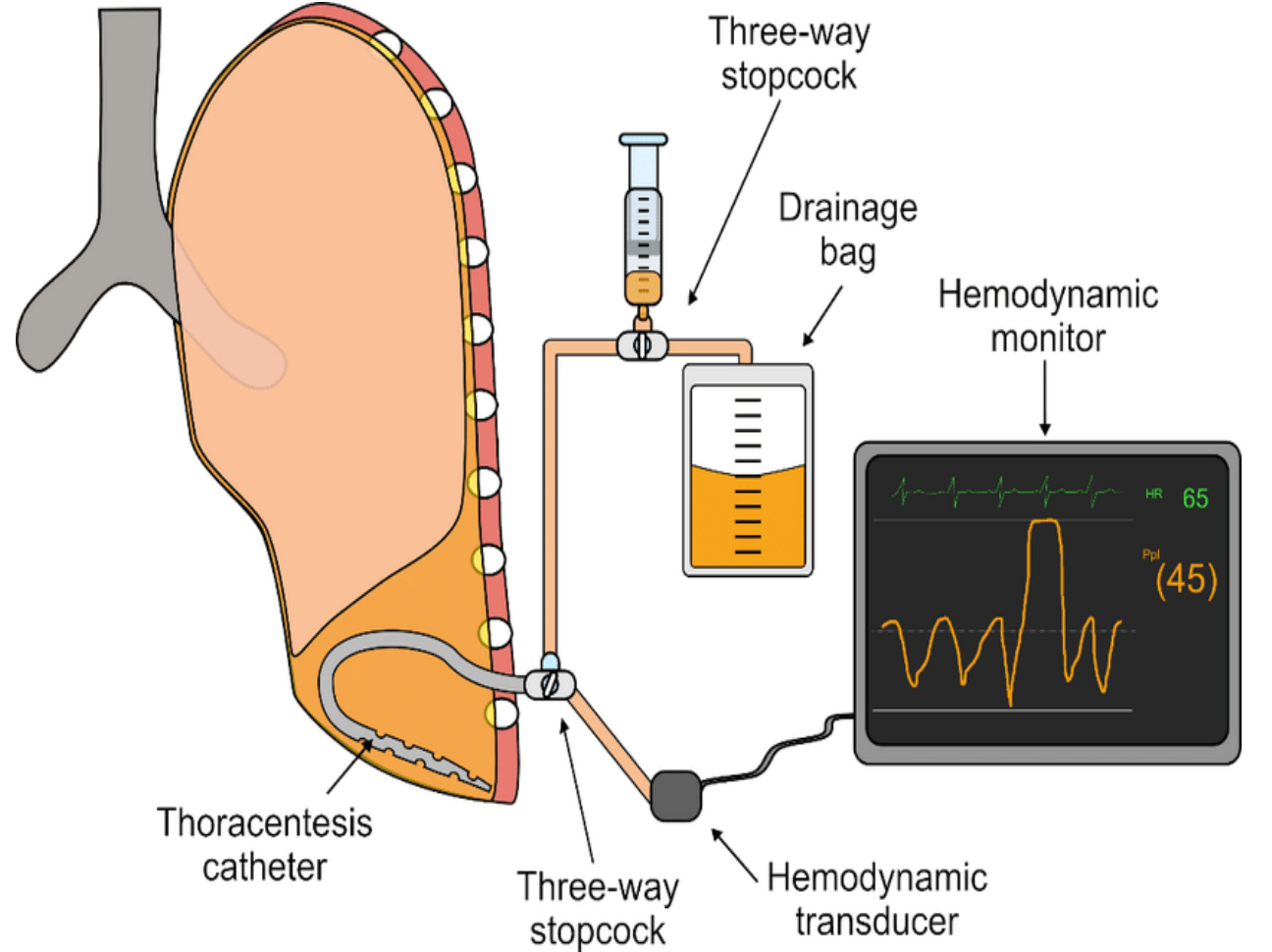
- Manometredeki kanal, plevral aralığa giren intraketin musluğuna açılır. Böylece inspiryum ve ekspiryumda manometredeki sıfır seviyesinde bulunan sıvı , plevral basınç değerine göre aşağı(negatif) veya yukarı(pozitif) dalgalanır



Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

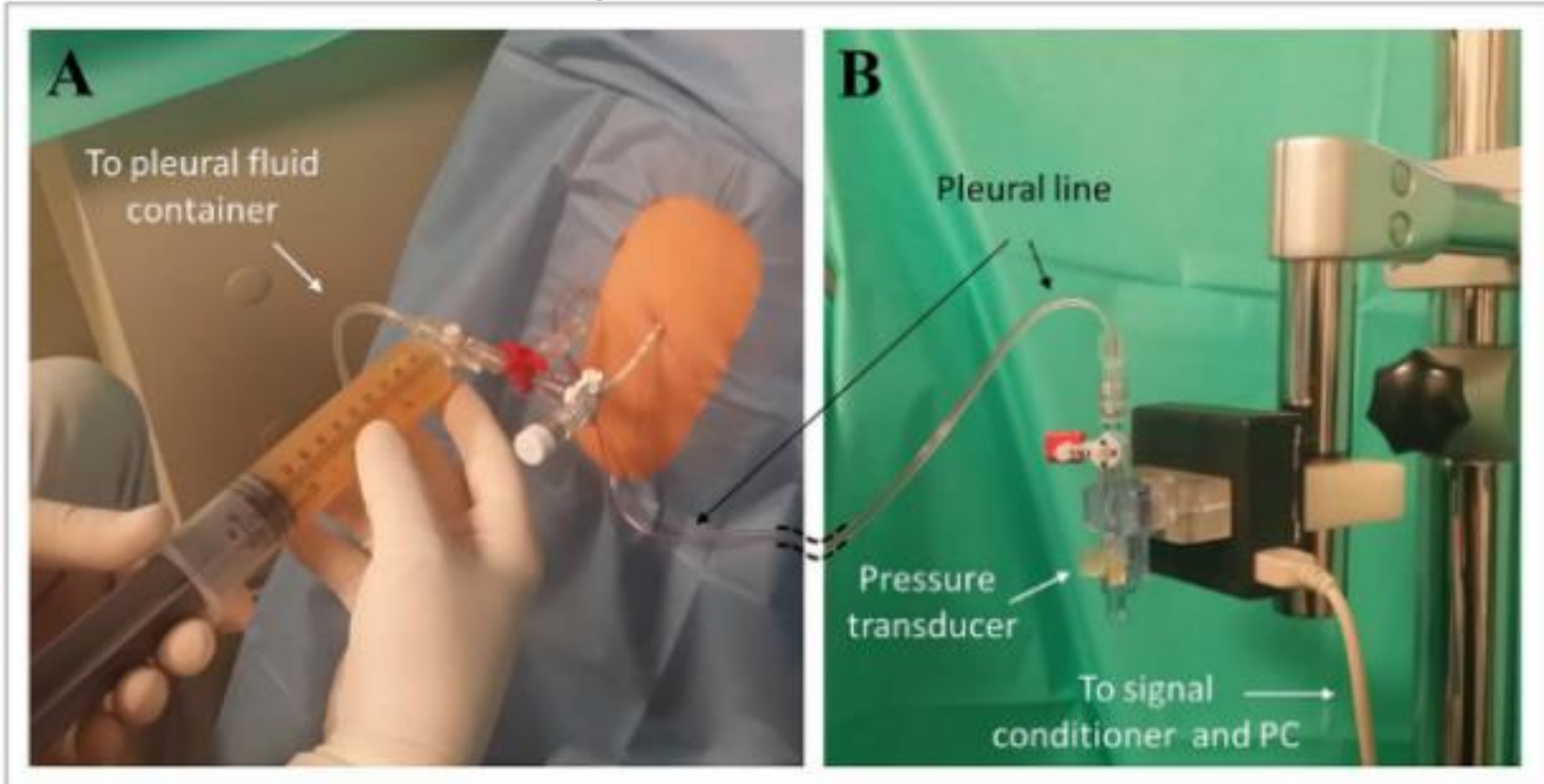
Plevral basınç ölçüm tekniği

- İkinci teknik plevral intraketin ucunun invaziv ölçüm yapabilen bir monitörün kanalına bağlanmasıyla olur
- Monitöre bağlantıda hemodinamik transdüserler kullanılabilir
- Bu monitörlerin negatif basınç ölçüm kalibrasyonlarının yapılmış olması gerekir



Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

Plevral basınç ölçüm tekniği



Plevral Aralıkta Basınç Değişimi

- Plevral basıncın ilk girişte, akciğerler fonksiyonel rezidüel kapasitedeyken $-5\text{cmH}_2\text{O}$ ' dan daha negatif olması tuzak akciğer kararı verdirebilir
- Tuzak akciğer hakkında fikir verebilecek bir başka ölçüm elastans tayinidir
- Elastans, boşaltılan sıvı miktarı ile basınç değişiklikleri arasındaki ilişkidir
- Plevral elastans= Başlangıç basınç değeri- (Son basınç değeri/Boşaltılan sıvı miktarı)
- Plevral elastans >25 olan hastalar genellikle malign plevral sıvıya ya da tuzak akciğere sahiptir

Kaynaklar:

Ulubay, G., Küpeli,E. , Metintaş, M. (2017) Solunum Fizyolojisi ve Fizyopatolojisi, İstanbul Tıp Kitabevleri

Şahin,E. (2018) Her Yönüyle Plevra Hastalıkları

Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği, Plevra Hastalıkları

Göğüs Hastalıkları Uzmanları için Plevra Hastalıkları Tanı ve Tedavi Rehberi, Bilimsel Tıp Yayınevi

Florida State University College of Medicine(2012) Pleural Space: Part 3 of 3- Pleural Effusions



Teşekkürler