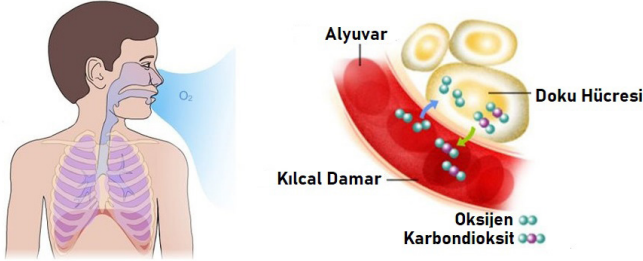


SOLUNUM SİSTEMİ (Gaz Alış Verişi)

Homeostazi, yani iç ortamın normal durumunun korunması geniş ölçüde iki organ tarafından sağlanır.

Bunlardan birincisi akciğerler diğeri böbreklerdir. Akciğerler, iç ortamın oksijen karbondioksit ve pH düzeyini ayarlar.



İnsanda alveoller ile akciğer kılcalındaki kan arasında gerçekleşen gaz değişimine **dış solunum**, doku hücreleri ile doku kılcalı içindeki kan arasındaki gaz değişimine **iç solunum** adı verilir.

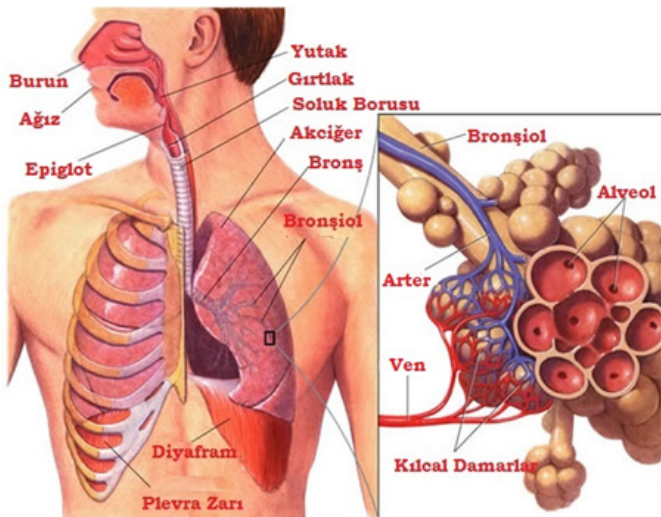
İnsanda solunum sisteminin temel fonksiyonları şunlardır.

- Akciğerlerde hava ile kan arasındaki gaz alışverişini sağlamak.
- Solunum yüzeyini su kaybından, sıcaklık değişimlerinden ve diğer çevresel faktörlerden korumak.
- Solunum sistemini ve diğer dokuları patojen girişinden korumak
- Sesin oluşumunu sağlamak
- Kokunun alınmasına yardımcı olmak.

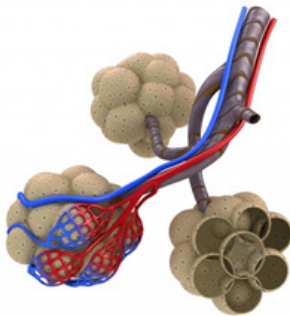
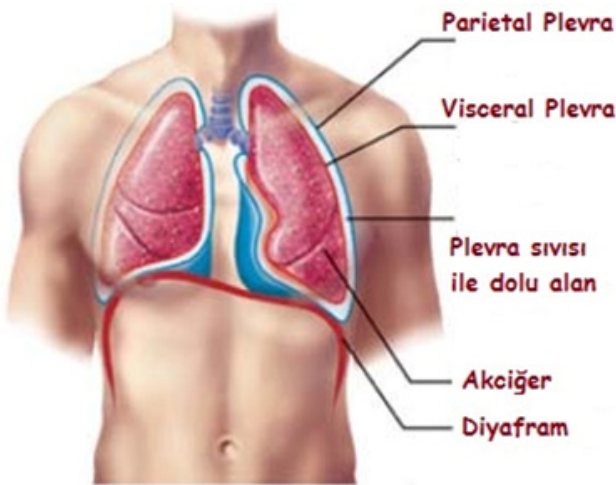
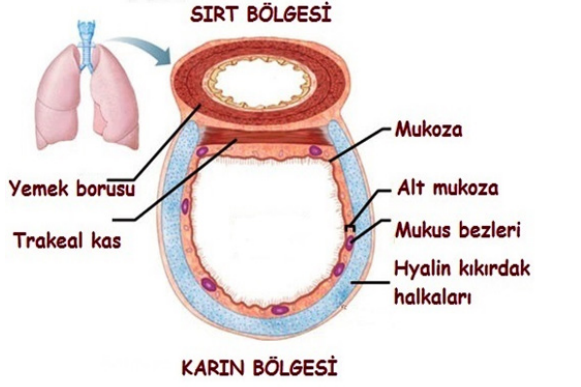
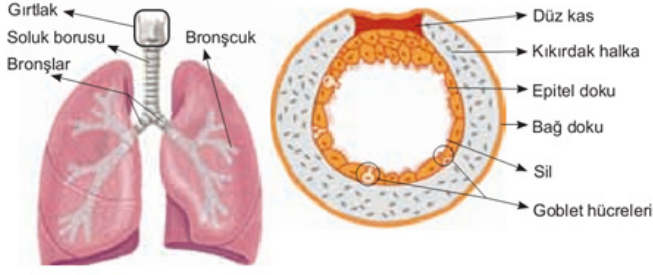
İnsanda solunum sistemi;

- ☼ Burun
- ☼ Yutak (= farinks)
- ☼ Gırtlak (= larinks)
- ☼ Soluk borusu (= trake)
- ☼ Bronşlar ve
- ☼ Akciğerlerden

oluşur.



Burun	• Dış ortamla vücut arasında hava alışverişini sağlar. • Burun boşluğunu döşeyen mukozada bulunan hücrelerin salgıladığı mukus, hem toz partiküllerinin tutulmasını sağlar, hem de koku duyusunun oluşabilmesi için kimyasal maddelerin çözünmesini sağlar. • Burun iç yüzeyinde toplardamarlar yüzeye çok yakın geçtiğinden burun yoluyla alınan hava kan dolaşımının sağladığı sıcaklıkla ısıtılır ve solunuma elverişli hale getirilir.
Yutak	• Yutak; solunum ve sindirim sistemini birbirinden ayıran bölümdür. • Yutağa östaki boruları, soluk ve yemek borusu bağlanır. • Bademcikler de yutağa yerleşmişlerdir.
Gırtlak	• Gırtlak, alınan nefesin solunum yoluna gönderildiği yerdir. Kıkırdaktan yapılmıştır. • Gırtlak kapağı (epiglottis) yutkunma sırasında soluk borusunu kapatarak lokmaların yemek borusuna geçmesini sağlar. • Gırtlakın bir diğer önemli görevi ise sahip olduğu ses telleri ile ses oluşumunu sağlamaktır. • Larenjitte gırtlak enfeksiyona uğradığı için sese de sorunlar görülür.
Soluk Borusu	• Soluk borusu yaklaşık 2,5 cm genişliğinde ve 11 cm kadar uzunluktadır. • Soluk borusunun iç katına mukoza denir ve yüzeyi çok katlı titretili prizmatik epitel hücreleriyle kaplıdır. • Bu hücrelerin arasında mukus üreten salgı hücreleri mevcuttur. • Mukoza tabakasının altında araları bağ dokuyla doldurulmuş yaklaşık 20 adet yarım şeklide kıkırdak halka içeren kıkırdak tabakası bulunur. • Kıkırdak halkaların yarım şeklide olması soluk borusunun, arkasına yerleşmiş olan yemek borusuna baskı yapmasını önler.
Bronş ve Bronşçuklar	• Soluk borusu, 5. göğüs omuru hizasında 2 ye ayrılarak bronşları oluşturur. • Bu bronşlardan sağ akciğere gideni daha geniş çaplı ve dik, sol akciğere gideni daha dar çaplı ve yataydır. Bu sebeple soluk borusuna kaçan cisimler daha çok sağ bronşa geçer. • Bronşlarda kıkırdak tabakası 360 derece kesintisiz olarak devam eder. • Kıkırdak halkalar ve mukus üreten bezler bronşlarda devam etmesine rağmen bronşçuklarda devam etmez. • Bronşçuklar düz kas yapısındadır.
Akciğerler	• Akciğerler, göğüs boşluğunu dolduran koni şeklinde süngerimsi yapıda esnek iki büyük organdır. • Her bir akciğer plevra denilen bir zarla çevrelenmiştir. • Plevra zarı çift tabakalı olup, arasında ihtiva ettiği sıvı ile soluk alıp verme esnasında akciğerlerin rahat hareketini sağlar. • Epitel ve gevşek bağ dokudan oluşmuştur.



Göğüs boşluğunun sol kısmına kalp yerleştiği için sol akciğer 2 parçalı sağ akciğer ise 3 parçalıdır. Toplamda 5 parçanın her birine birer bronş gider.

Vücuttaki kanın yaklaşık %9 u akciğerlerde bulunur. Erişkin bir birey dakikada yaklaşık olarak 13- 14 kez soluk alıp verir.

Bronşçuklar akciğer içerisinde alveol denen hava keseleri ile sonlanırlar.

Erişkin bir insanın akciğerlerindeki alveol sayısı yaklaşık 300 milyon olup alveollerle elde edilen solunum yüzeyi yaklaşık 140 metrekaredir.

Alveoller tıpkı kılcal damarlar gibi tek katlı yassı epitelden yani endotelden ibarettir.

Bu sayede alveollerle onları saran kılcal kan damarları arasında ki gaz alış veriş (**difüzyonla**) kolaylıkla gerçekleşir.

Alveolleri oluşturan bir kısım hücreler (kübik salgı hücreleri) üretmiş oldukları **lipoprotein** karakterli maddelerle (surfaktant) yüzey gerilimini düşürürler ve alveol duvarını nemlendirirler.

Bu sayede akciğerler esnek bir yapı kazanır ve soluk alışverişi kolaylaşır.

Buna ilave olarak lipoprotein tabakası kılcal damarlardan alveole geçen su miktarını azaltarak vücudun su dengesinin korunmasında rol oynar.

Alveoller, sahip oldukları makrofajlarla solunum yoluyla alınan mikroorganizmaları da etkisiz hale getirir.

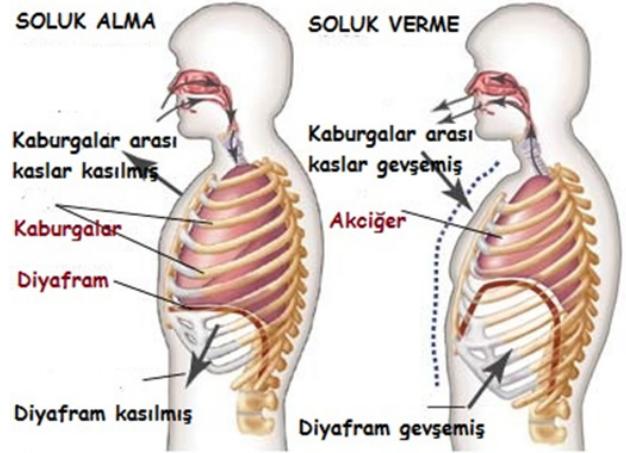
SOLUK ALIŞ VERİŞ MEKANİZMASI

İnsanda soluk alış veriş otonom sinir sistemi tarafından denetlenir ve solunum merkezleri **omurilik soğanı** ve **pons** ta bulunur.

Buradan diyafram ve kaburgalar arası kaslara giden sinirler bu yapıların yaklaşık 4 – 5 saniyede bir ritmik olarak kasılmalarını sağlar.

Soluk alış veriş hızı kandaki CO₂ yoğunluğuna bağlı olarak ayarlanabilir.

İnsanda **diyafram**, göğüs boşluğu ile karın boşluğunu birbirinden ayıran gevşemiş halinde kubbemsi biçimde duran bir kastır.



SOLUK ALMA	SOLUK VERME
Diyafram ve kaburgalar arası kaslar kasılır.	Diyafram ve kaburgalar arası kaslar gevşer.
Diyafram düzleşir.	Diyafram kubbeleşir.
Karın boşluğu hacmi azalır.	Karın boşluğu hacmi artar.
Karın iç basıncı artar.	Karın iç basıncı azalır.
Göğüs kafesi alta ve öne doğru genişler ve hacmi artar.	Göğüs kafesi daralır.
Göğüs boşluğu ve akciğer hacmi artar, iç basıncı düşer.	Göğüs boşluğu hacmi azalır iç basıncı artar.
Hava akciğerlere dolar.	Hava süpürülerek dışarı çıkar.
Aktif bir olaydır. ATP harcar.	Pasif bir olaydır. ATP harcar.

SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

Trake solunumu yapan canlılar hariç diğer hayvanların kanında solunum gazlarını taşımakla görevli **solunum pigmentleri** bulunur.

Solunum pigmentleri

- ☼ kanın gaz taşıma kapasitesini artıran,
- ☼ solunum gazları ile kolaylıkla geri dönüşebilen (tersinir) tepkimelere giren,
- ☼ yapısı protein ve metal iyonlarından

oluşmuş elemanlardır.

Solunum pigmentleri, içerdikleri metal iyonuna göre değişik renklerde olabilir ve alyuvar içerisinde veya plazmada yerleşmiş halde bulunabilirler.

Örneğin hemoglobin omurgalı canlılarda alyuvarlarda, omurgasızlarda ise kan plazmasında bulunur.

Memeliler dışında kalan omurgalı gruplarında olgun alyuvarlar çekirdeklidir.

Hemoglobin insan kanının O_2 taşıma kapasitesini 75 kez artırır. Yani hemoglobin yokluğunda hücrelere yeteri kadar O_2 taşınabilmesi için kan akışının şimdikinden 75 kat daha hızlı olması gerekirdi.

İnsanda 1mm^3 kanda ortalama 4,5 – 5 milyon adet alyuvar, her bir alyuvarda da yaklaşık 280 milyon adet hemoglobin bulunur.

İnsanda solunum denetleme merkezi **omurilik soğani** (medulla oblongata) ve **pons** adlı kısımlarda bulunur.

Bu kısımlar kan ve beyin omurilik sıvısındaki (BOS) Ph değişimlerini algılar ve solunum hızını tayin eder.

Kanda CO_2 seviyesi arttığında su ve CO_2 birleşerek karbonik asit (H_2CO_3) oluşturur ve kanın Ph derecesi düşer. Bu durumda solunum merkezleri uyarılır ve soluk alıp verme hızlanır.

Soluk alıp veriş hızı daha çok kandaki CO_2 yoğunluğuna bağlı olarak tayin edilir.

O_2 miktarının bu olaydaki etkisi çok azdır. Ancak yüksek bölgelerde (düşük O_2 yoğunluğunda) yaşayan insanlarda solunum hızı yükselir.

Ayrıca bu insanlarda hücrelerin ihtiyaç duyduğu oksijeni sağlayabilmek için vücuttaki alyuvar sayısı da normalden fazladır.

Vücudun yüksek rakımlardaki düşük oksijen seviyesine bağlı olarak kendini ayarlaması günler süren bir süreçtir.

Bu süreç içerisinde vücuttaki alyuvar sayısı artırılarak hücrelere gereken oksijenin gönderilmesine çalışılır.

Sporcular kandaki alyuvar sayısını ve buna bağlı olarak hücrelere taşınan oksijen seviyesini artırabilmek için çalışmalarında kendilerine düşük oksijen yoğunluğu sağlayan (yüksek rakım etkisi oluşturan) maskeler kullanabilirler.

1 atmosfer basınçta (760 mmHg), havanın %21'i oksijen olduğundan oksijenin kısmi basıncı ($760 \times 0,21$) yaklaşık olarak 160 mmHg'dır. Solunan havada yine karbondioksitin kısmi basıncı ise 45 mmHg'dır. Atmosfere verilen havada ise Oksijenin kısmi basıncı 120, Karbondioksit kısmi basıncı ise 27 mmHg'dır.

OKSİJEN TAŞINMASI

İnsanda alveollerden kılcallara geçen oksijenin

- ☼ %98'i alyuvarların içerisindeki hemoglobinle,
- ☼ %2'si ise plazmada çözünmüş halde

taşınır.

Hemoglobin her birine Fe^{+2} iyonları bağlanmış 4 hem proteininden ibaret olup oksijenle tersinir tepkimelere girebilir.

Hemoglobinin oksijenle birleşip ayrılması ortamın CO_2 yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleşir.

Ortamın CO_2 yoğunluğu yüksek ise hemoglobin oksijeni serbest bırakır.

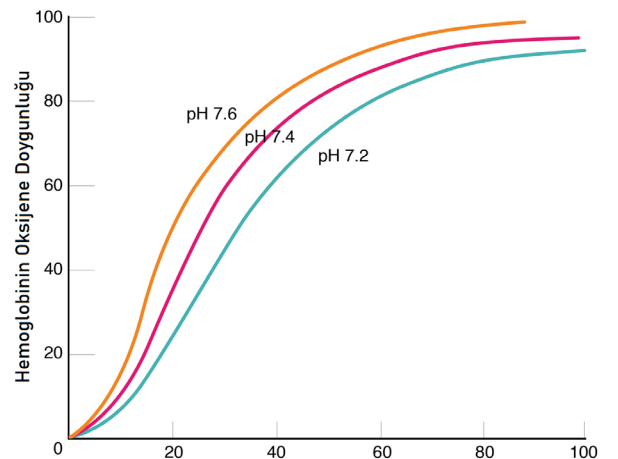
Akciğer alveolleri gibi yüksek O_2 yoğunluğuna sahip noktalarda kandaki hemoglobin oksijene bağlanarak oksihemoglobine dönüşür. (HbO_2)

Oksihemoglobin, yapısına bağladığı oksijeni, doku kılcallarına kadar götürür. Buralarda O_2 yoğunluğu düşük olduğu için O_2 serbest bırakılır. Serbest kalan O_2 difüzyonla doku hücrelerine geçer.

Hemoglobinin O_2 ile taşınır tepkimeye girme yeteneği vücut sıcaklığı yükseldikçe artar. Bu sayede egzersiz esnasında vücudun ihtiyaç duyduğu O_2 sağlanmış olur.

Hemoglobin CO ile oksijene nazaran daha kolay ve kolay kopmayan bağlar kurar. Bu da kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürür. (Sigara içenlerde, soba zehirlenmelerinde)

ALVEOL KILCALI	DOKU KILCALI
Oksijen alveol boşluğundan alveol kılcalına difüzyonla geçer.	Dokulardaki yüksek CO_2 yoğunluğu, hemoglobinin oksijene ilgisini azaltır.
Oksijenin % 2 lik kısmı plazmada çözünmüş olarak taşınır.	Oksihemoglobinin yapısındaki oksijen molekülleri hemoglobin tarafından serbest bırakılır. (Hb ve O_2)
% 98 oranındaki oksijen alyuvarlar içine girer ve hemoglobine bağlanarak oksihemoglobini oluşturur. (HbO_2)	Alyuvardan serbest bırakılan O_2 ve plazmada çözünmüş olanlar birlikte doku kılcalından doku sıvısına difüzyonla geçer.



Bohr Kayması

KARBONDİOKSİT TAŞINMASI

Dokularda oksijenin solunum faaliyetlerinde kullanılmasıyla oluşan CO_2 , difüzyonla doku kılcallarına geçer.

Karbendioksitin suda çözünürlüğü oksijenden fazla olduğu için karbendioksitin %7'si kan plazmasında çözünmüş olarak taşınır.

Karbendioksitin %23'lük kısmı ise alyuvarlardaki hemoglobine bağlanarak karbominohemoglobin oluşturur. (HbCO_2)

Doku hücrelerinden kana geçen CO_2 'in %70'lik kısmı ise bikarbonat iyonları (HCO_3^-) şeklinde taşınır.

Bu taşınmada öncelikli olarak CO_2 , alyuvarlara girer ve burada su ile birleşerek karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturur. Bu reaksiyon **karbonik anhidraz** enzimi tarafından katalizlenir.

Karbonik asit kararsız bir yapıda olduğu için iyonlaşır. Ortaya H^+ ve HCO_3^- (bikarbonat) iyonları çıkar. H^+ iyonlarının kan pH'ını aşırı derecede düşürmemesi için içerisinde hemoglobinle birleştirilir. HCO_3^- ise alyuvarlardan çıkarak plazmada toplanır.

DOKU KILCALLARI	ALVEOL KILCALLARI
Doku hücrelerinin solunumu sonucu oluşan CO_2 , doku sıvısından difüzyonla kılcal damar içine geçer.	Bikarbonat iyonları (HCO_3^-) plazmadan alyuvar içerisine girer.
Kana geçen CO_2 moleküllerinin % 7 lik kısmı plazmada çözünmüş halde taşınır.	H^+ iyonları hemoglobinden ayrılır. $\text{HbH}^+ \rightarrow \text{Hb} + \text{H}^+$
CO_2 moleküllerinin % 93 lük kısmı alyuvarlar içerisine girer.	Hemoglobinden ayrılan H^+ ve plazmadan alyuvara geçen HCO_3^- iyonları birleşerek karbonik asidi oluşturur. $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
CO_2 moleküllerinin % 23 lük kısmı hemoglobine bağlanarak karbominohemoglobin şekline dönüşür. $\text{Hb} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HbCO}_2$	Karbonik asit, alyuvardaki karbonik anhidraz (KA) enzimi tarafından CO_2 ve H_2O ya ayrıştırılır.
CO_2 moleküllerinin % 70 lik kısmı alyuvar içinde H_2O reaksiyona girerek karbonik asidi oluşturur. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ Bu reaksiyon Karbonik Anhidraz (KA) enzimi tarafından katalizlenir.	Karbominohemoglobin şeklinde taşınan CO_2 hemoglobinden ayrılır ve serbest hale gelir. $\text{HbCO}_2 \rightarrow \text{Hb} + \text{CO}_2$
Karbonik asit kararsız yapıda olduğundan H^+ ve HCO_3^- iyonlarına ayrışır. $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	Alyuvardan çıkan CO_2 molekülleri, plazmada çözünmüş CO_2 molekülleri ile birlikte kılcal damardan alveole geçer.
H^+ iyonları hemoglobine bağlanır. $\text{Hb} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HbH}^+$	Soluk verme ile CO_2 dışarı atılır.
Bikarbonat iyonları (HCO_3^-) plazmaya geçer ve burada taşınır.	

SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIKLARI ve SAĞLIĞI

Solunum sistemi rahatsızlıkları genel olarak solunum yollarındaki daralma, bozulma, tıkanma ya da enfeksiyon gibi sebepler neticesinde ortaya çıkar.

KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı)

KOAH, nefes darlığı ile karakterize olan amfizem ve kronik bronşit durumlarının tanımlanmasında kullanılan ilerleyici bir akciğer hastalığıdır.

Amfizemde özellikle uzun süre sigara içilmesi, hava kirliliği yüksek olan şehirlerde yaşanması, aşırı tozlu ortamlarda bulunulması (madencilik, marangozluk, fırın işçiliği, çiftçilik faaliyetleri) gibi durumlar hava yollarının koruyucu mekanizmasının bozulmasına yol açarlar.

Solunum epitelindeki siller zarar gördüğünden mukus atılamaz, alveoller normal esnekliklerini kaybeder ve bazen yırtılırlar.

Bronşit ise bronş duvarlarının iltihaplanması durumudur.

Erkeklerde daha yaygın görülen bronşitin temel sebepleri de amfizemle benzerlik gösterir. Kış aylarında öksürükle kendini gösteren kronik bronşit yıllar boyu devam edebilir ve tedavi edilmez ise ölümcül olabilir.

Astım

Bronşçuklarda meydana gelen kronik yangı süreci ile düz kasların arasının mukusla dolması ve kas tabakasının kontrolsüz kasılması ile ortaya çıkan solunum yolu darlığıdır. Alerjik astımda polenler, ev akarları, bazı besinler, mantar sporları, soğuk hava, sigara dumanı gibi faktörler atak başlatabilir.

Zatürre (Akciğer iltihabı)

Akciğer alveollerinin enfeksiyonu ve iltihaplanması sebebiyle akciğerlerde sıvı ve kan toplanması durumudur.

En yaygın tipi Streptococcus pneumonia tarafından oluşturulan bakteriyel zatürredir. Yaşlılık, bağışıklığı baskılayan ilaçların kullanımı, sigara içimi ya da AIDS gibi bağışıklık sistemini zayıflatan hastalık durumlarında zatürre gelişme ihtimali yüksektir.

Akciğer kanseri

Genellikle 45 yaşından sonra ortaya çıkan, en önemli tetikleyicisi sigara olan ve çoğu zaman ölümlü sonuçlanan bir hastalıktır. Sigara kullanan bireylerde içmeyenlere nazaran 20 kat daha fazla gözlenir.

Gırtlak kanseri

Genellikle 60 lı yaşlardan sonra, erkeklerde daha fazla gözlenen bir rahatsızlıktır. Uzun süreli sigara ve alkol kullanımı gırtlak kanseri riskini artırmaktadır. Ses kısıklığı, nefes darlığı ve yutkunma esnasında ağrı ve zorlanma gibi belirtileri mevcuttur.

Solunum sisteminin sağlıklı yapısını korumak için;

- ☼ Sigara ve diğer tütün mamulleri kullanılmamalı,
- ☼ Çalışma ortamları ve evler iyi havalandırılmalı,
- ☼ Riskli mesleklerde iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınmalı,
- ☼ Kanserojen maddeler solunmamalı,
- ☼ Bulaşma yolları engellenmeli,
- ☼ Yeterli ve dengeli beslenme ile vücut direnci artırılmalı,
- ☼ Açık havada düzenli egzersiz yapılmalıdır.