4. GAIA: Arnas-Sistema

Arnas sistema arnas bide eta birikengatik osatuta dago. Birikak <3 L-ko bolumena dute baina gas-trukerako azalera ≈75 m2-koa da: milaka bilioi zelulari O2 nahikoa helarazteko beharrezkoa. Airea, odola bezala, fluido bat da, beraz lege berdinak beteko ditu. Aire presioaren arabera mugituko da odola bezala, presio gradiente bat egongo da airea mugiarazteko. Hemen ere ponpa muskular bat dago, birika, eta horretarako garrantzitsua da toraxeko egitura muskular eskeletikoa.

Oso garrantzitsua da hezetasuna mantentzea, deshidratazioa ekiditea. Elkartruke-azalera fina eta hezea behar da (gasak disoluziora pasatu) deshidrataziotik babesteko arnas-epitelioa gorputzean barneratua.

Horrek arazoa sortu: nola helarazi atmosferako airea barne-barrunbe horretara? Punpa muskular bat behar da presio-gradienteak sortzeko (toraxeko egitura muskulueskeletikoa

Arnas-sistemaren 4 funtzioak:

- Atmosferaren eta odolaren arteko gas trukea burutu
- Gorputzeko pH-aren erregulazio homeostatikoa (CO2 iraizketa moldatuz)
- Inhalatutako patogeno eta sustantzia narritagarriengandik babestu
- Bokalizazioa (ahots-kordak)

Biriketan ura eta beroa galdu: konpentsazio homeostatikoa behar da.

Atmosferaren eta biriken arteko gas-fluxuak fluidoen legeak betetzen ditu:

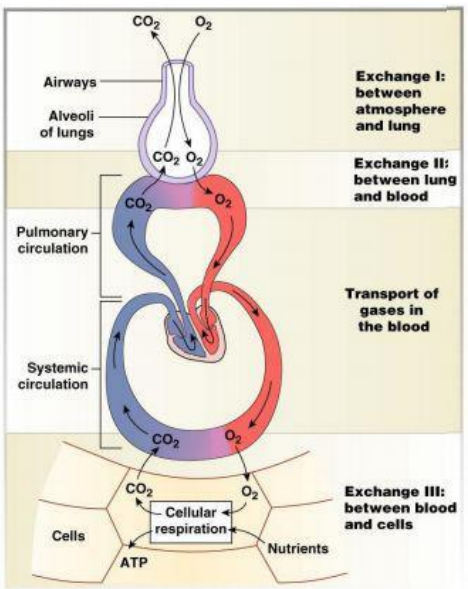
1. Fluxua gradiente baten arabera eman: presio altuko puntutik presio baxukora
2. Gradientea punpa batek sortu (muskularra)
3. Aire-fluxuaren aurkako erresistentzia hodien diametroaren araberakoa da

Arnas-sistemaren deskribapena

Kanpo-arnasketa: gasen mugimendua atmosferaren eta gorputzeko zelulen artean (vs arnasketa zelularra). Oxigenoaren barneratze totalerako 4 prozesu daude edo pausu daude:

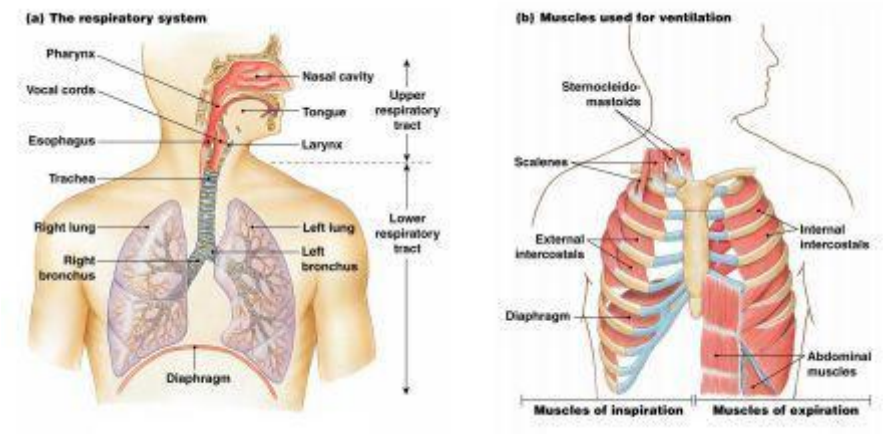
1. Oxigenoaren sarrera
2. Elkartrukea birika eta odolen artean
3. Oxigenoaren garraioa organismo osoan zehar
4. Elkartrukea odola eta ehunetako zelulen artean

Arnas sisteman honez gain zirkulazioak garrantzi handia du. Beraz, kanpo arnasketa ondo gertatzeko eta gasen elkartrukea ondo emateko arnas sistema eta sistema kardiobaskularra beharrezkoak dira.



Arnas-sistema osatzen duten egiturak:

1. Aire-bideak: adarkatzen dihoaz eta paraleloki odol hodi sistema bat egongo da adarkatuz joango dena ere, azkeneko muturreraino. Gas elkartrukea gertatzeko arnas bideen adarkaduretan zehar sistema kardiobaskularra ere adarkatuz joango da.
2. Albeoloak: adarkaduren azken parteak dira.
3. Toraxeko eta abdomeneko hezur eta muskuluak: garrantzitsuena diafragma izango da.



Trakea bi bronkio nagusitan banatzen da, bakoitza eskuin edo ezkerreko biriketara joango direlarik. Bronkioak brionkio lobularretan banatuko dira, eskubikoak 3 izango ditu eta ezkerrekoak 2. Hauek adarkadura desberdinak jasango dituzte, bronkioloetara eta azkenik kanal albeolarretara pasatuko dira.

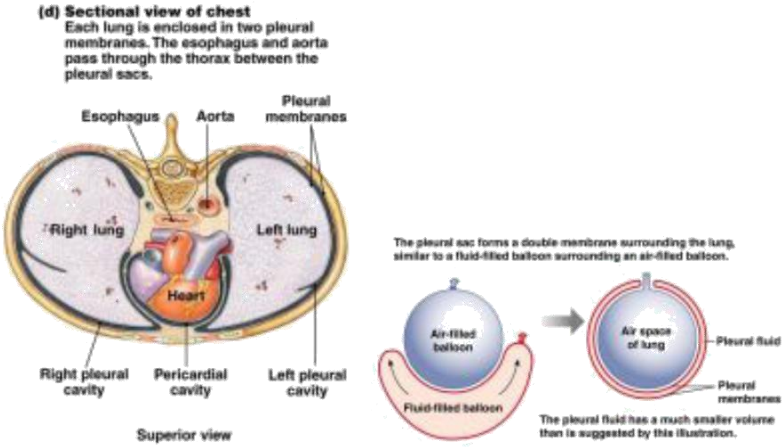
Hezur eta muskulu torazikoak eta pleura

Lehendabizi saihetsak ditugu, birikak babestu eta muskuluentzat anklaje moduan funtzionatzen dutenak. Toraxa bizkar muineko hezurrek, saihetsek eta asoziatutako muskuluek osatzen dute. Kutxa torazikoaren oina diafragmak osatzen du: muskulu eskeletiko luze eta zapala. Diafragma muskulu eskeletiko fin batez osatuta dago.

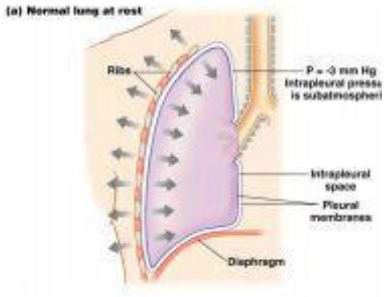
Kanpoko eta barneko saihetsarteko muskuluek 12 saihets-bikoteak lotzen dituzte. Esternokleidomastoideoak eta eskalenoak buru eta lepoarekin lotzen dituzte eta hauek arnasketan lagundu dezakete. Normalean ez dute parte hartzen baina “respiración forzada” ematen denean bai. Lehenengo 7 saihets-bikoteak esternoiarekin daude lotuta.

Toraxaren barnean likidoz betetako 3 zaku daude: zaku perikardiala eta 2 zaku pleural birikak inguratzen.

Zaku pleural edo pleura bakoitzak bi geruza ditu: saihets-pleurak kutxa torazikoa estaltzen du eta birika-pleurak birika; ehun konektiboz daude osatuta. Tartean, aire gabe, fluido pleurala dago: film oso mehea (guztira 25 ml bi biriketan). Azken emaitza:



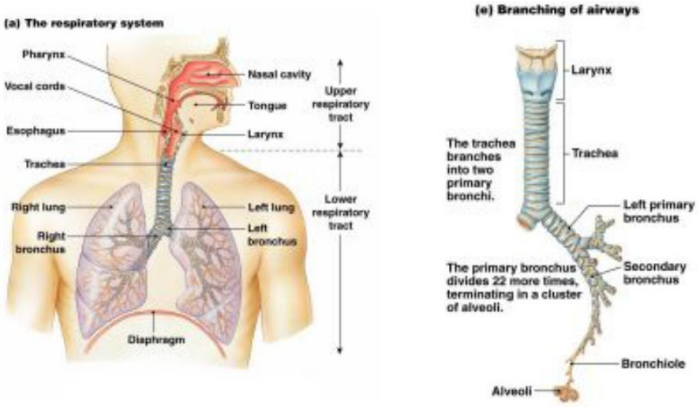
Fluido pleuralaren funtzioak:



- Azalera heze eta labaingarria sortu pleuraren bi mintzak bata bestearen gainean mugitu ahal izateko birikak mugitzen direnean. Babesa, birikak hezurren kontra jotzea ekiditen du.

- Birikak estuki atxikitu kutxa torazikora, fluidoaren kohesioari esker. Horrela, atsedenaldian ere birikak toraxari lotuta mantendu, egoera erdi-betean. Presio negatiboa eragiten du, arnasketarako garrantzitsua izango dena birikak ez kolapsatzeko.

Aire-bideak



	Name	Division	Diameter (mm)	How many?	Cross-sectional area (cm^2)
Conducting system	Trachea	0	15–22	1	2.5
	Primary bronchi	1	10–15	2	↓
	Smaller bronchi	2	1–10	4	↓
		3		↓	
		4		↓	
		5		↓	
		6–11		1×10^4	↓
	Bronchioles	1–23	0.5–1	2×10^4 ↓ 8×10^7	100 ↓ 5×10^3
Exchange surface	Alveoli	24	0.3	$3–6 \times 10^8$	$>1 \times 10^6$

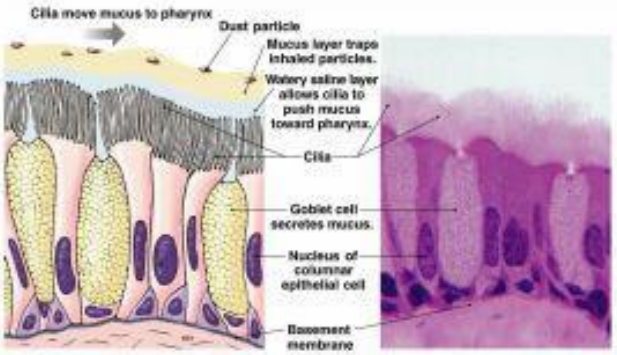
Arnasgoran, goiko arnas-sistemako aire-bideen funtzioa ez da soilik airea uzten pasatzea, baita airea albeoloetara sartzeko prestatu:

- Airea gorputzeko Tª-ra egokitu: 37°C
- Ur-lurrina gehitu hezetasuna %100ra eramanez
- Kanpoko materialak iragazi

- Babes funtzioa. Mukosa eta mukiak jariatzen ditutzen zelulak. Hauek ez dute zikinkeria biriketan sartzen uzten.

Hezetzea eta berotzea askoz ere eraginkorragoa da airea sudurretik hartzean!

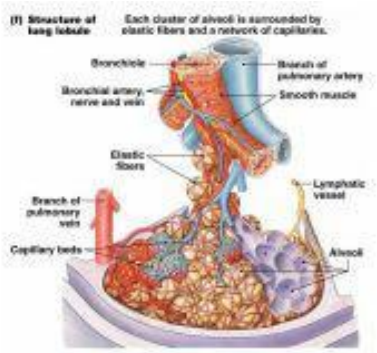
Airearen iragazketa trakea eta bronkioetan gertatu. Bertan epitelio ziliatua, mukia eta gatz-disoluzioa jariatzen dituena. Mukiak >2 µm-ko partikulak bahitu. Zilioak baldin badituzte airea garbi mantenduko dute eta muskulu leuna badago (NS sinpatiko eta parasinpatikoak inerbatzen du biriketan) estimuluaren arabera diametroa zabaldu edo txikituko da. Nerbio sistema parasinpatikoa atsedenean aktibatzen da eta sinpatikoa borroka momentuan. Parasinpatikoak uzkurdura eragingo du eta sinpatikoak zabaldu, aire gehiago sartu eta aktibitate hori mantentzeko, aire beharra konpentsatzeko.

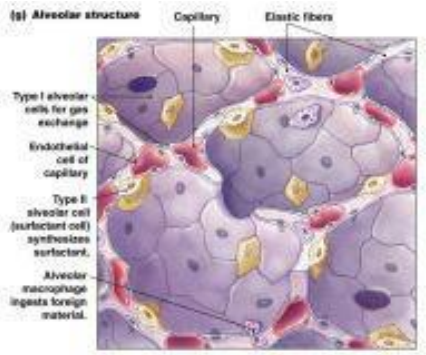


Ciliated epithelium of the trachea

Zelula kaliziformeek (goblet cells) mukia jariatzen dute. Mukian antigorputzak ere egoten dira. Epitelioko zilioek etengabe bultzatu mukia gorantza, faringerantz. Bertan egotzi edo irentsi.

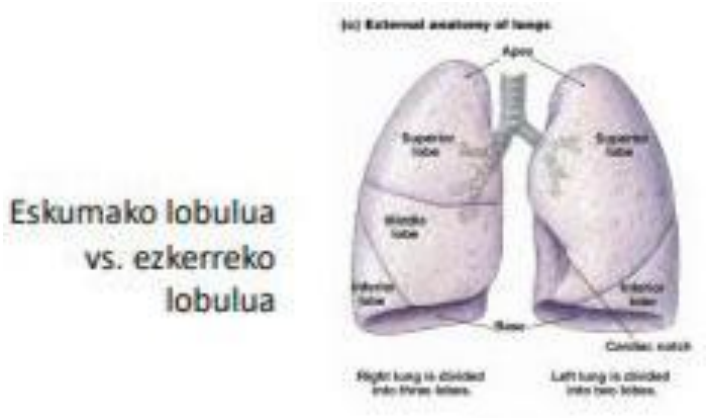
Albeoloak





Gasen elkartrukea ematen den lekua da. Forma semiesferikoa eta inbaginazioak dituzte, azalera handitzeko. Bronkioloen amaieran agertzen dira taldekatuta: birikaren gehiengoa osatzen dute. Albeoloa epitelio-geruza bakar batek sortzen du, bi motatako zelula dituena:

- I motako zelula albeolarrak (I. motako neumozitoak): gainazal albeolarraren %95a hartzen dute. Oso meheak dira, gas difusioa errazten dutelarik. Bere xafla basala eta kapilareen endotelioarena fusionatuta daude.
- II motako zelula albeolarrak (II. motako neumozitoak): txikiagoak eta lodiagoak dira. Kantitate baxuagoan agertzen dira baina garrantzitsuak dira hemen sortzen direlako sulfaktanteak. Gehiegizko ura xurgatzen dute lumenetik.
- Muskulurik ez: birika ezin da uzkurtu! Beraz, uzkurtzen direnak inguruko muskuluak dira
- Zelula albeolarren artean zuntz elastikoak daude
- Albeolo-kapilareak estuki asoziatuta: albeoloen arteko espazioaren %80-90 hartu kapilareek!
- Zelula-arteko likidoa eskasa da



Gasen legeak: oinarrizko kontzeptuak

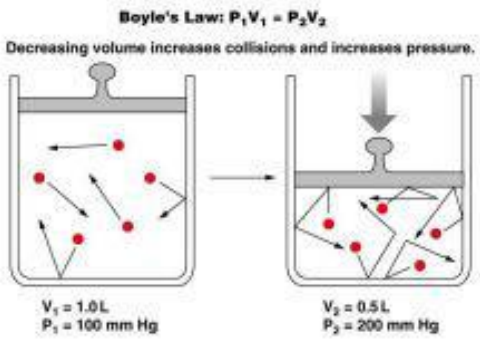
Presio partziala: Airea gasen nahastea da. Dalton-en legea: gasen nahaste baten presioa gas bakoitzaren presio partzialen batura da. Arnas-fisiologian airearen presioaz gain P_{O2} eta P_{CO2} ere interesatzen zaizkigu.

$$P_{gas} = P_{atm} \times \%gas$$

Gasen fluxua. Gasak presio altuko puntuetatik presio baxukoetara mugitzen dira. Gasen nahasteetan fluxu edo difusio hori gas bakoitzari aplikatzen zaio, gasaren presio partzialaren arabera. Gasen fluxua erresistentziak mugatuta egongo da, non gehien eragingo duena erradioa izango den.

$$F \propto \Delta P / R$$

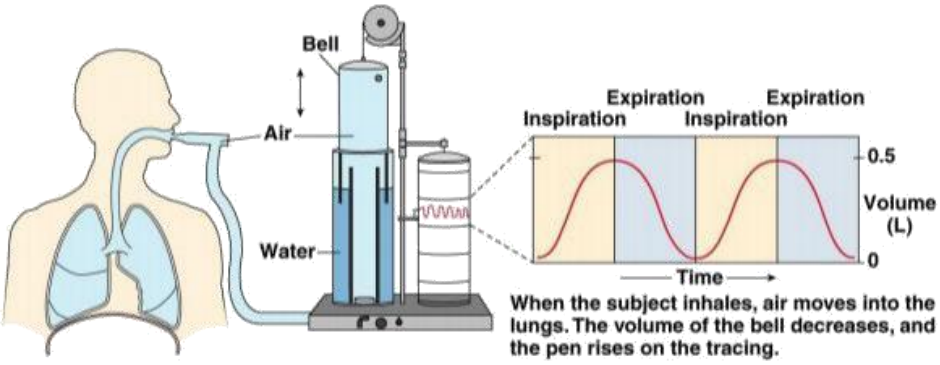
Boyle-ren legea. Gas batek edukiontzi baten egiten duen presioa = gas molekulek hormen kontra eta euren artean dituzten talkak. Edukiontzia txikituz gero talkak ugariagoak dira presioa handitu. Boyle-en legea:



Aireztapena

Aireztapena arnasketaren lehenengo pausua da: aire-trukea albeoloen eta atmosferaren artean. Arnas-ziklo baten bi pausu ematen dira arnasgora eta arnasbehera. Ziklo bakoitza bukatzen denean atseden puntura iristen gara, 3. fase bat moduan hartu daiteke.

Biriken funtzioa egokia den jakiteko mugitzen duten aire-bolumena neurtzen da atsedenaldian eta esfortzu maximoan. Horretarako espirometroa erabiltzen da.



Biriken bolumena 4 bolumenetan bana daiteke:

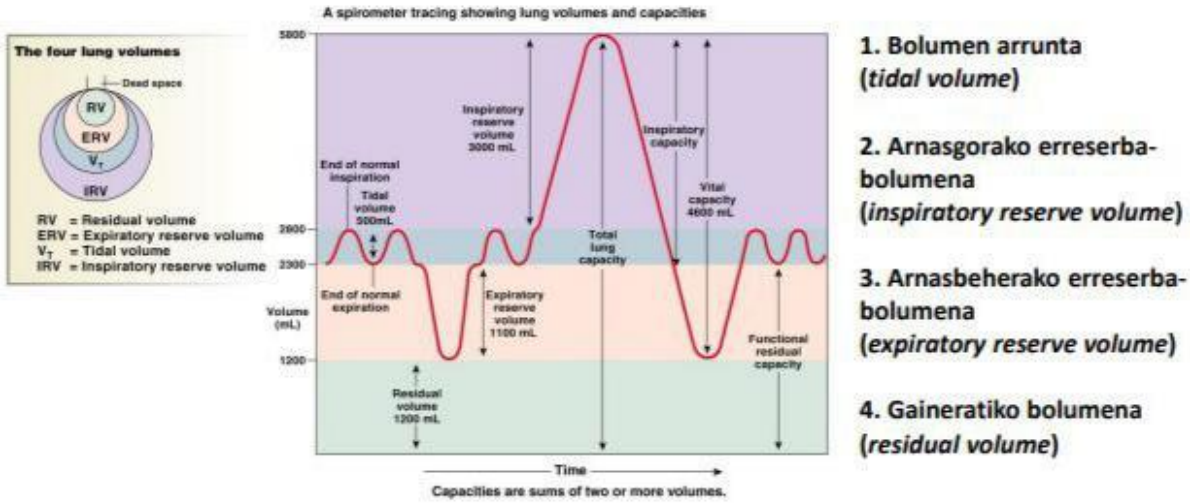
1. Bolumen arrunta: arnasketa normal batean hartu eta botatzen den bolumena

2. Arnasgorako erreserba-bolumen: gehienez hartu daitekeen bolumen

3. Arnasbeherako erreserba-bolumen: muskuluek berez ez dute arnasketan parte hartzen baina normalen botatzen dugunaz gain, ahal bezain beste botatzeko muskuluak uzkurtuko dira.

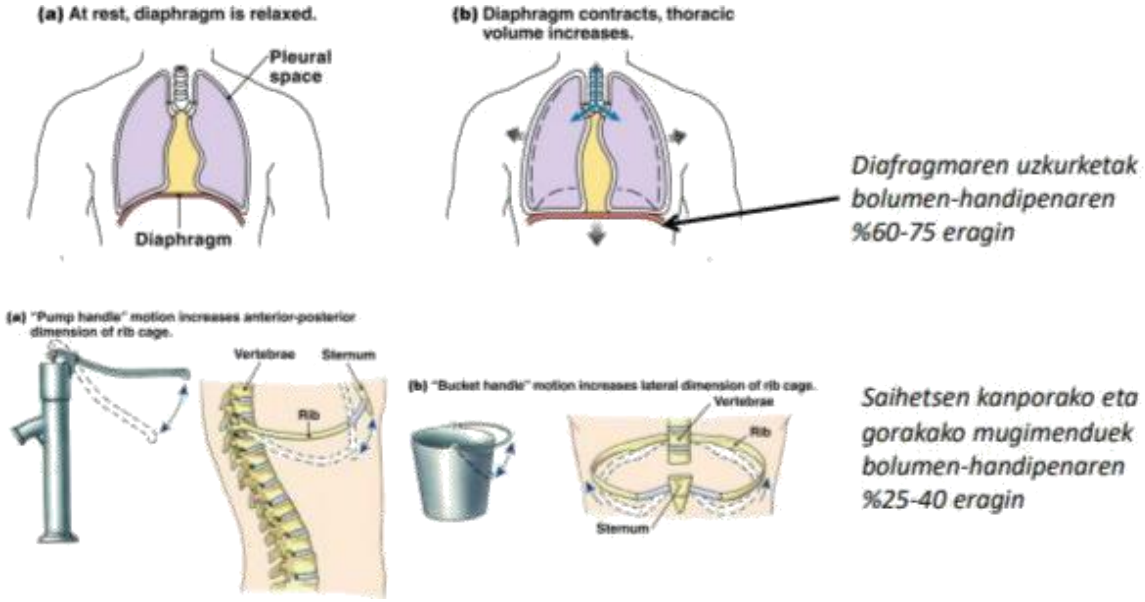
4. Gaineratiko bolumen: gure biriketan beti airea dago, bestela kolapsatu egingo litzateke. Berez, nahiz eta ahal dugun beste aire bota, beti geratuko da zerbait biriketan edo arnas sisteman. Hori izango da gaineratiko bolumena.

Bolumen hauei baturei kapazitate deritze: bizi-kapazitatea (vital capacity), 1+2+3. Birika-kapazitate osoa, 1+2+3+4. Arnasgora-kapazitatea, 1+2; arnasbehera-kapazitatea, 1+3. Gaineratiko kapazitate funtzionala, 3+4.



Arnasgora

Arnasgora biriketara aire sartzen denean ematen da. Airea albeoloetara heltzeko presio baxuagoa egon behar da birika barruan. Presio baxu hau muskuluek eraginda dago, prozesu aktiboa, eta garrantzitsuena diafragma izango da, kanpo saihets arteko muskuluek ere parte hartuko dutelarik. Boyle-en legea: V↑ → P↓. Arnasgoran beraz kutxa torazikoaren bolumena handitzen da (muskulu eskeletikoak!):



Presioa beti atmosferikoarekiko erlatibizatzen da, beraz Patm 0 bezala hartzen da. Hortaz, presio negatiboa badago biriketan presio atmosferikoa baino presio baxuagoa dagoela izango da eta presio positiboa badago presio atmosferikoa baino altuagoa dela esango da. Presioak oso baxuak izaten dira beraz mmHg erabili beharrean cmH_2O erabiltzen da (1 cmH_2O = 0,74 mmHg).

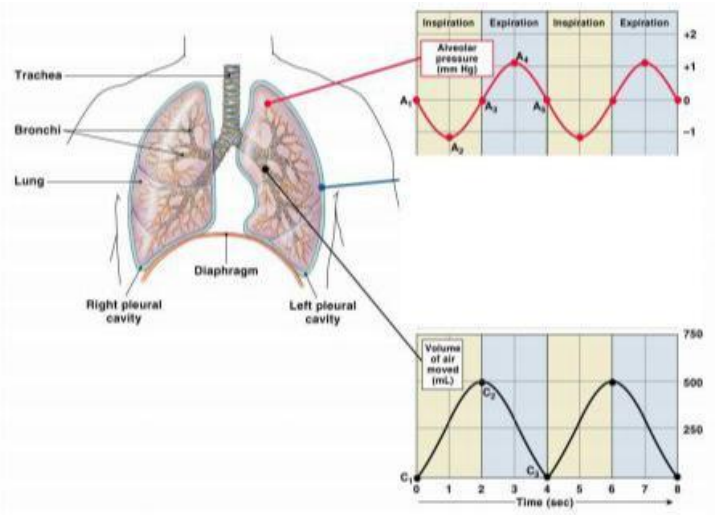
Atsedenean pleurak -5 cm H_2O presioa izango du eta presioa albeoloetan 0 izango da (ez dago ez aire sarrera ez aire kanporaketa). Kasu honetan biriken zeharreko presioa 5 izango da. Inspirazioa ematen denean diafragma jaitsi egiten da, uzkurtuz, toraxa zabaltzen da eta bolumena handitzean presioa txikitu egingo da. Honek presio pleurala negatiboagoa bilakatzea eragingo du, -8 esaterako. Albeoloetan ere presioa negatiboagoa bihurtuko da, hemen ere bolumena handitu

delako. Presioa beraz, negatiboa bilakatuko da, -1 esaterako. Honek aire sarrera eragingo du, presio horiek berdindu arte; helburua beti oreka da. Beraz biriketan zeharreko presioa 7 inguru izango da. Arnasgora amaitzen denean albeoloen presioa berriz 0 da eta hortaz aire sarrera etengo da. Presio pleuralak negatiboa izaten jarraituko du baina albeolarra 0 da. Arnasbeheran dena hasiko da bere ohiko egoerara itzultzen, hortaz, espazioa txikitu egingo da eta oso puztuta dagoen albeoloa bere egoera normalera itzuliko da (ez da muskuluaren bezalako uzkurdura, ez dauka muskulurik eta ez da uzkurtzen baina kontzeptua antzerakoa da). Albeoloetan dagoen presioa handitu egingo da, bolumen gutxitze horrekiko eta hortaz presioa positibotu egingo da, aire kanporaketa eraginez. Honela atsedenera iritsiko gara, non presio atmosmerikoa (P_{atm}) eta albeoloetako presioa berdinak diren.

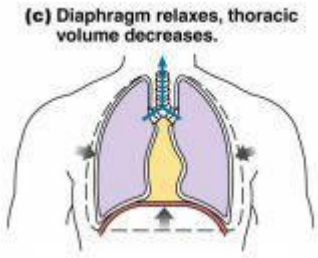
Biriken arteko presioa positiboa izanik, birikak ez dira inoiz kolapsatuko, nahiz eta presioak asko aldatu. Birika ez da inoiz kolapsatuko albeoloen indarra beti egongo delako kanporantz eragiten.

Arnasgoran zehar presioa albeolarra aldatzen doa eta aire-sarrera bat dago:

Lehenengo grafikoan presio albeolarra eta bigarrenean bolumen aldaketa adierazten da. Pleuraren grafikan aldiz, lehenik beheranzko joera egongo litzateke, ondoren puntu berdinera iristeko.

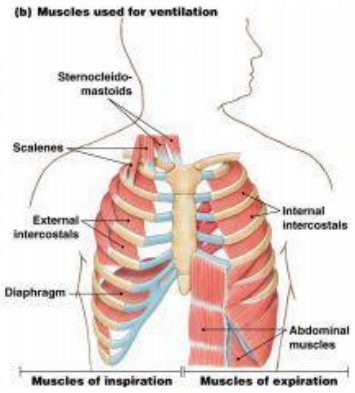


Arnasbera



Prozesu pasibo bat da, non printzipioz muskuluek ez duten parte hartuko, soilik behartutako arnasbeheran. Arnasgoraren muskuluetan neurona motoreek estimulazioa gelditu → muskuluak erlaxatu. Zuntz elastikoei esker kutxa torazikoa eta birikak erlaxatu → V↓ → P↑ → airea irten. Arnasbehera pasiboa da hau. Arnasbeheraren amaierarako P albeolarra eta P atmosferikoa orekatu egin dira.

Irudian atsedenaldiko arnasketa adierazten da. Ariketa fisikoan edo derrigortutako arnasketa sakonean balore guztiak proportzionalki handitu eta arnasbehera aktiboa pizten da: arnasbeherako muskuluak uzkurtu (barruko saihetsarteko muskuluak, muskulu abdominalak).



Aireztapenean eragiten duten faktoreak

1. Etsipena: birikak luzatzeko duen ahalmena (distentsibilitatea). Etsipen altuko birikekin indar gutxiago egin behar dute arnasgorako muskuluek. Honen arabera, bolmenaren geroz eta hadiago izan, presioa negatiboago izango da.

2. Elastantzia: luzatu ondoren bere formara bueltatzeko birikak duen ahalmena. Elastantzia altuko birikekin arnasbehera pasiboa bizkorragoa da eta arnasbehera aktiboan indar gutxiago egin behar dute arnasbeherako muskuluek.

3. Aire-bideen erresistentzia. Odolarekin bezala: (zenbat eta erradio txikiagoa erresistentzia handiagoa). Trakea eta bronkioak egitura zurrunak dira (hezurra, kartilago), baina bronkioloen erradioa aldakorra da. Faktore ezberdinek bronkokonstrikzioa eta bronkodilatazioa eragin: NSA-k, hormona batzuek eta bereziki parakrinoek. Adb.:

a) Arnasbeheran botatako CO_2 -ak bronkodilatazioa eragin

b) Mastozitoek jariatutako histaminak bronkokonstrikzioa eragin

Fluxuari dagokionez, arnas-bide estu edo txikietan fluxua laminarra da eta aldiz, albeolo eta bronkioetan turbulentoa.

Birika-emaria

Aireztapenaren eraginkortasuna neurtzeko balio du: minutu baten mugitutako aire-bolumena.

Birika-emaria = Aireztapenaren maiztasuna x Aireztapenaren bolumena

Egoera normaletan:

Birika-emaria = 12 aireztapen/min x 500 ml/aireztapen = 6 L/min

Hala ere, bolumen guzti hori ez da albeoloetara heltzen, parte bat aire-bideetan gelditzen da. Atsedenaldian %70 heltzen da albeoloetara:

Birika-emaria = 6 L/min Aireztapen albeolarra = 4,2 L/min

Aireztapenaren maiztasuna edo bolumena aldatuz aireztapena aldatu!

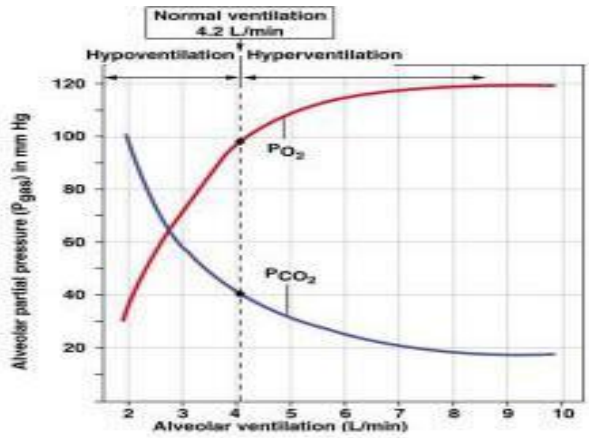
Aireztapen-maiztasunaren eta bolumenaren arabera zenbait aireztapen eredu defini daitezke. Aireztapenaren maiztasuna edo sakontasuna handitzea metabolismo aktiboago bati lotuta dago.

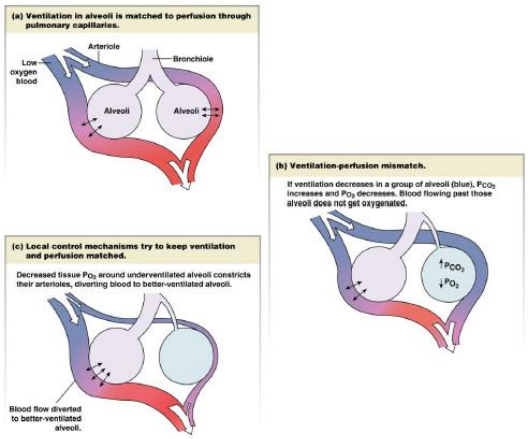
- Hiperaireztapenak ez dio erantzuten metabolismoan gertatutako zerbaiti, baizik eta estres edo ikarari lotuta egon daiteke.
- Hipobentilazioan aldiz, aireztapena gutxituta egon daiteke bronkokonstrikzioa dela eta.
- Tachypnea, maiztasuna handitzen da baina sakontasun edo bolumena ez da handitzen. Hau gertatzen da neumoniarekin esaterako.
- Disnea.
- Apnea, ez denean aireztapenik jasotzen.
- Derrame neurala

TABLE 17-5 Types and Patterns of Ventilation

NAME	DESCRIPTION	EXAMPLES
Eupnea	Normal quiet breathing	
Hyperpnea	Increased respiratory rate and/or volume in response to increased metabolism	Exercise
Hyperventilation	Increased respiratory rate and/or volume without increased metabolism	Emotional hyperventilation; blowing up a balloon
Hypoventilation	Decreased alveolar ventilation	Shallow breathing; asthma; restrictive lung disease
Tachypnea	Rapid breathing; usually increased respiratory rate with decreased depth	Panting
Dyspnea	Difficulty breathing (a subjective feeling sometimes described as "air hunger")	Various pathologies or hard exercise
Apnea	Cessation of breathing	Voluntary breath-holding; depression of CNS control centers

Aireztapen albeolarrak albeoloetan dagoen gas-konposaketa aldaraz dezake. Izan ere, aireztapen albeolarra desberdina izango da, birikak ez dira inoiz kolapsatzen, airea botatzerakoan ez dira husten.





Aireztapena eta odol-fluxu albeolarra

Odol albeolarraren fluxua nahikoa izan behar da hartu beharreko O_2 guztia eraman ahal izateko. Erregulazio-mekanismo lokalen bidez aireztapenaren maiztasuna eta odol-fluxua egokitu egiten dira: O_2edo CO_2 bezalako parakrinoen bidez arteriolen eta bronkioloen diametroa erregulatzen da.Aire bide txikietan fluxu laminarra dago, baina bronkioloetan batez ere korapilatsua.

Gasen legeak: Oinarrizko kontzeptuak II

Gasen difusioa

Gorputzeko gas-elkartrukeek Fick-en legea betetzen dute:

$$\text{Difusio} - \text{tasa} = \frac{\text{Azalera} \cdot \text{presio gradientea (edo kontzentrazio gradintea)} \cdot \text{mintzaren iragazkortasuna}}{\text{mintzaren lodiera}}$$

Kasu honetan:

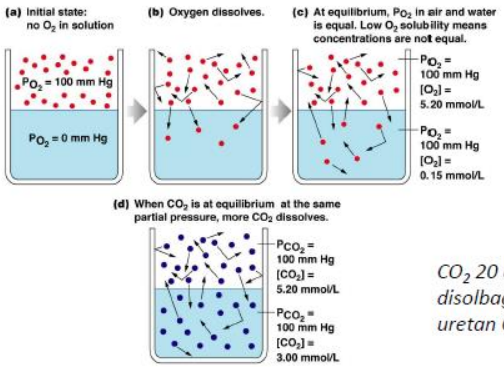
- Mintza gasek zeharkatu beharreko geruza da
- Mintzaren iragazkortasuna konstantea da
- Ez dugu kontzentrazioa erabiltzen baizik eta presio partziala: Horrela likidoak eta gasak konpara daitezke.

Gorputzean mintzaren lodiera eta elkartrukerako azalera optimizatzen dira. Adibidez, eritrozito bakoitzak mintz albeolo kapilarrekin 0.25 segundotan sortzen du kontaktua, gas trukea ahalbidetuz denbora tarte labur horretan.

Disolbagarritasuna

Gasa eta likidoa kontaktuan jartzean gas-molekulak faseen artean mugi daitezke ΔP dagoenean. Mugimendua 3 faktoreren menpekoa da:

- Gasaren presio partzialaren gradientea (ΔP). Gas bakoitzaren disolbagarritasuna ezberdina da; adibidez, CO_2rena O_2rena baino handiagoa da.
- Gasak likidoan duen disolbagarritasuna
- Tenperatura (ugaztunetan kosntantea)



CO_2 20 aldiz disolbagarriagoa uretan O_2 baino!

Disolbagarritasuna altua denean gas-molekula asko pasatzen dira disoluziora ΔP txikietan, eta alderantziz.

Gas-elkartrukeak

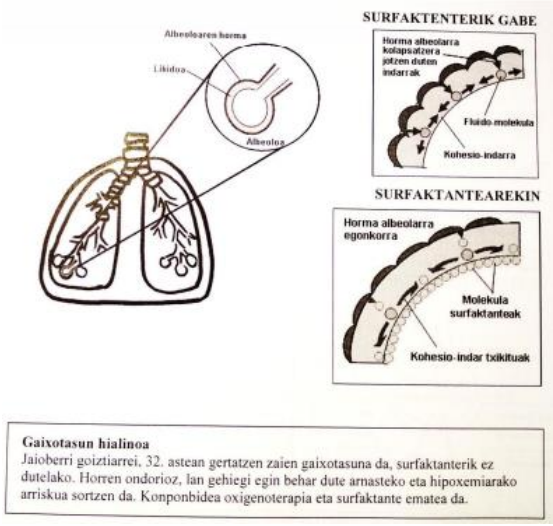
Albeoloetara iritsi den odola, gorputzera pasatu behar da. Hori difusio bidez egiten da. Gasak gradientearen alde pasatu behar dira eta CO_2aren disolbagarritasuna altuagoa da, beraz, errazago pasatuko da.

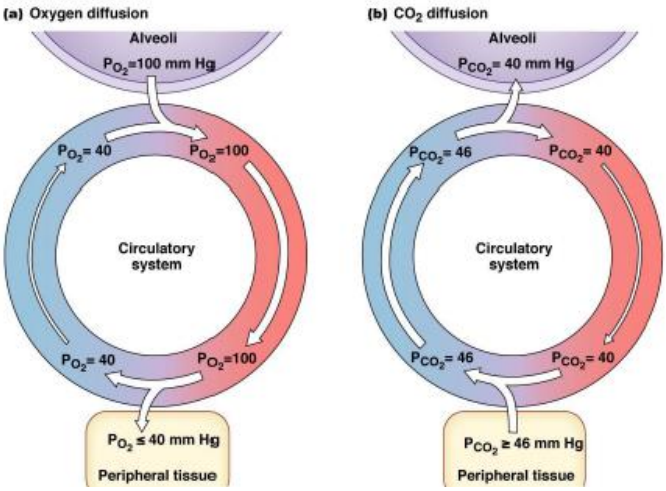
Gainazal tentsioa: likidoek daukaten ezaugarrietako bat da. Ur molekulek erakarpen indar handiagoa daukate haien artean ingurunearekiko baino. Ezaugarria: saiatzen dira bi fase daudenean kontaktuan, gainazalean dauden molekulek indarra egiten dute barrurantz (adhesio indar handiagoa dute likido fasearekin). Hori dela eta, gainazalean dauden molekula kopurua txikitzen dute (tanta forma).

*Gainazal altueneko elementua merkurioa da.

Albeoloetan barne horma likidoz inguratuta dago. Gainazal tentsioa handiagoa izanda, haien joera kolapsatzea da, eta hori ekiditeko 2. motako neumozitoek sulfaktantea ekoizten dute. Sulfaktantea lipoproteina bat da, likido molekulen artean tartekatzean gainazal tentsioa murrizten duena. Horrela ez da kolapsatzen.

* 35. asterako haurrek sulfaktante nahiko dutela suposatzen da. Jaioberri goiztiarrak izateko arriskua dagoenean, arriskua ekiditeko, sulfaktantea injektatzen da, birikak ez kolapsatzeko.





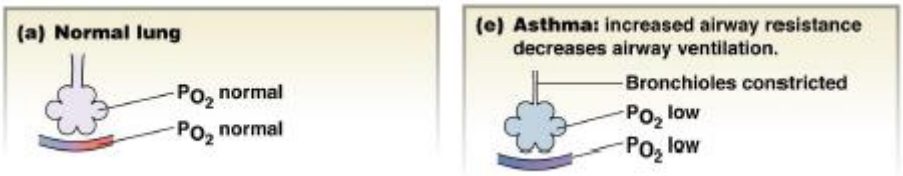
Odol arterialeko PO2 baxuegia izateari hipoxia deritzo. 3 motatako arazoek eragin dezakete:

1. P_{O2} albeolar baxuegia

Albeolo-kapilare arteko ΔP baxuagoa izango da eta O_2 gutxiago pasako da odolera, gradientearen galera. Bi arrazoi posible daude:

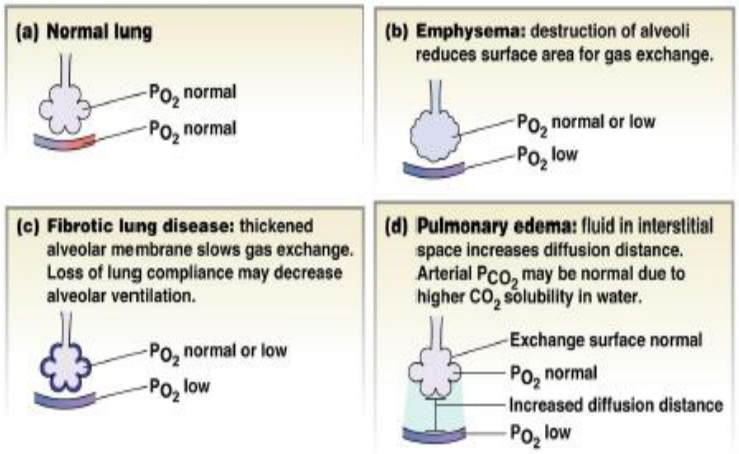
- Arnastutako aireak normalean baino O_2 gutxiago dauka. Arraroa, soilik altuera oso handietan.

- Aireztapen albeolarra ez da egokia: **hipobentilazioa**. Aire fresko gutxiegi heltzen da arnasgoran eta P_{CO2}↑, P_{O2}↓. Arrazoi ezberdinak: NSZ deprimitzen duten sustantziak hartzea (alkohola…) edo aire-bideek erresistentzia altuegia jartzea (asma).

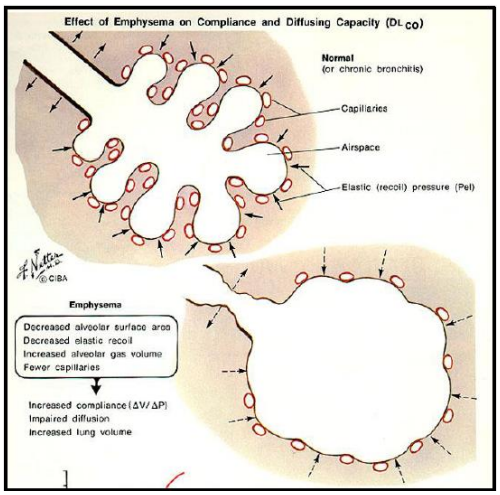


2. Albeolo-kapilare elkartrukearen alterazioak

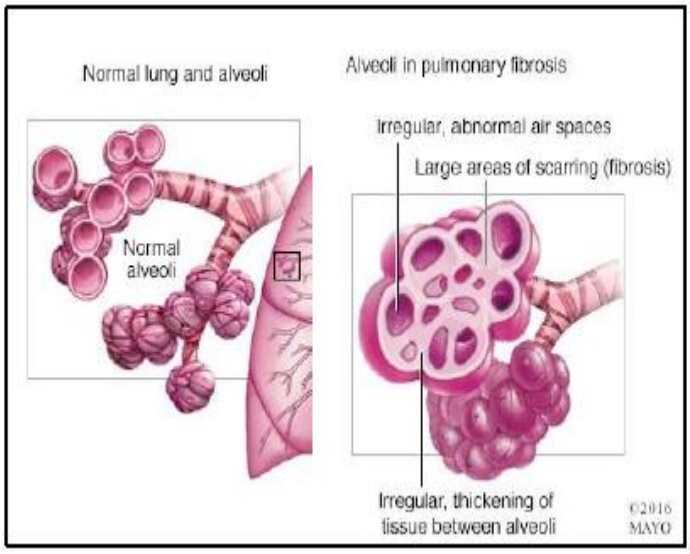
Mintz albeolarraren alterazioek gasen difusio normala zailtzea. Alterazio patologiko ezberdinak:



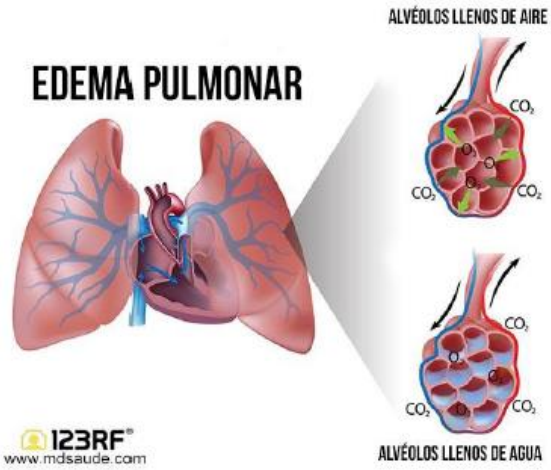
- Gas-trukerako eskuragarri dagoen albeoloen azalera murriztea; hau da, inbaginazioak desagertzea (adb. enfisema)



- Mintz albeolarraren lodiera handitzea (adb. Fibrosia). Fibrosiarekin paretak loditzen dira eta ondorioz, gasek alde batetik bestera pasatzeko zailtasunak dituzte eta ez da hainbeste oxigeno helduko odolera. Hau da, zuntz elastikoak zurruntzen dira eta gasen trukea ekiditen da.



- Albeoloaren lumenaren eta kapilarearen arteko distantzia handitzea (adb. birikaedema). Odol hodietatik kanpo likido akumulazioa dago, balore fiosologikoetatik gora. Espazio estrabas-kularretan ematen da hau: likido inters-tiziala edo albeolo barruko espazioan. Beraz, odol sistematik kanpo egiten den likido akumulazioan datza, zeinen ondorioz albeolo eta odol hodiaren arteko distantziaren ingoera dagoen.



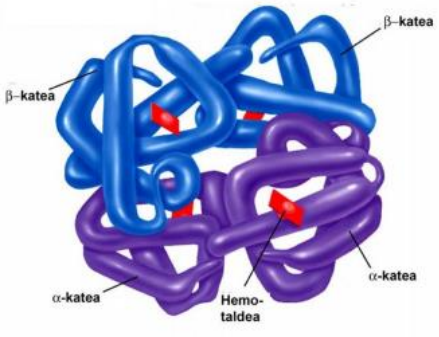
Gehinetan gertatzen dena da albeoloak urez betetzen direla eta ondorioz gas trukea ekiditen dela.

Gasen garraioa odolean

Oxigenoa bi modutan garraiatzen da organismoan zehar: plasman disolbatuta (%2) eta hemoglobinati lotuta (%98) ($Hb+O_2 \rightleftarrows HbO_2$).

Oxigenoaren presio partziala igotzen denean albeoloetan erreakzioa eskuinerantz desplazatzen da. Aldiz, ehunetan honen presio partziala murrizten denean, erreakzioa ezkerrerantz bideratuko da.

Hemoglobinak globina izeneko lau kate polipeptidiko ditu. Globina bakoitzak hemo talde bat dauka (Fe molekula batekin), oxigeno bat lotuko duena. Hemoglobina bakoitzean dauden 4 burdin molekulek 4 O_2 lotuko dituzte gehienez.



Hemoglobina eta oxigenoaren arteko disoziazio kurba: Sigmoideo forma hartzen du kurbak. Badago puntu bat non zenbat eta O_2 gehiago egon gehiago lotuko da hemoglobinari. Baina kontzentrazio zehatz batetik gora ez saturatua egongo da.

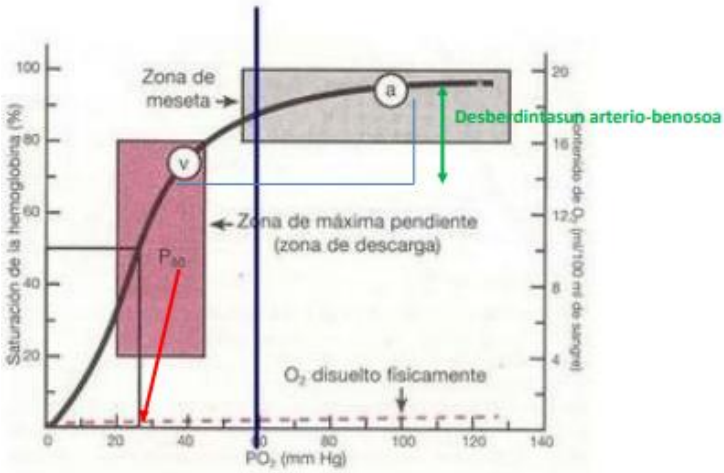


Figura 21-5. Curva de disociación de la hemoglobina. a, arterial; v, venosa; P_{50}, presión parcial de oxígeno necesaria para saturar el 50 % de la hemoglobina con oxígeno.

- P_{50}: zenbat oxigeno behar den hemoglobinaren %50a saturatuta egoteko. Horrek esan nahi du odolean dauzkagun hemoglobina guztiek oxigenoa lotuta deramatela baina ez daude denak %100an saturatuta. Guztiek oxigenoren bat lotuta daramate; hau da, guztietan 2 oxigeno egongo dira lotuta, batzuetan 4 eta beste batzuetan 0 egon beharrean.

Oxigenoa 40-60 mmHg-ra heltzen denean meseta heltzen da. Irudiko A-k bihotzetik ateratzen den arteriak duen oxigenoaren presio partzaialari egiten dio erreferentzia. V-k aldiz, zainetan dagoenari.

Arterietan dagoen presio partziala 100 bada eta zainetakoa 40, esan nahi du, **desberdintasun arterio-benosoa** dela arteriek ehunetan askatu duten oxigeno kantitatearen berdina, hau da, 60.

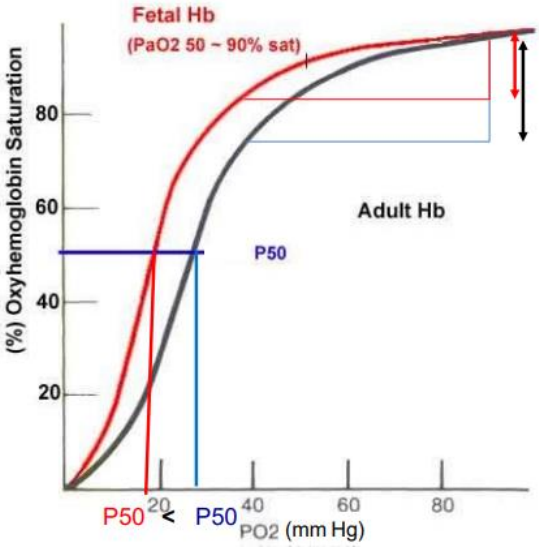
Konbinatuta	Po_2	% Saturazioa
Odol arteriala oxiHb	95-98 mm Hg (19,5 ml/100 ml)	% 97
Odol benosoa desoxiHb	40 mm Hg (15,1 ml/100 ml)	% 75
Desberdintasun arterio-benosoa (4,4 ml/100 ml)		

1 g Hb: 1,34 ml O_2 garraiatu (15 g Hb/100 ml: 20,1 ml O_2 /100 ml)

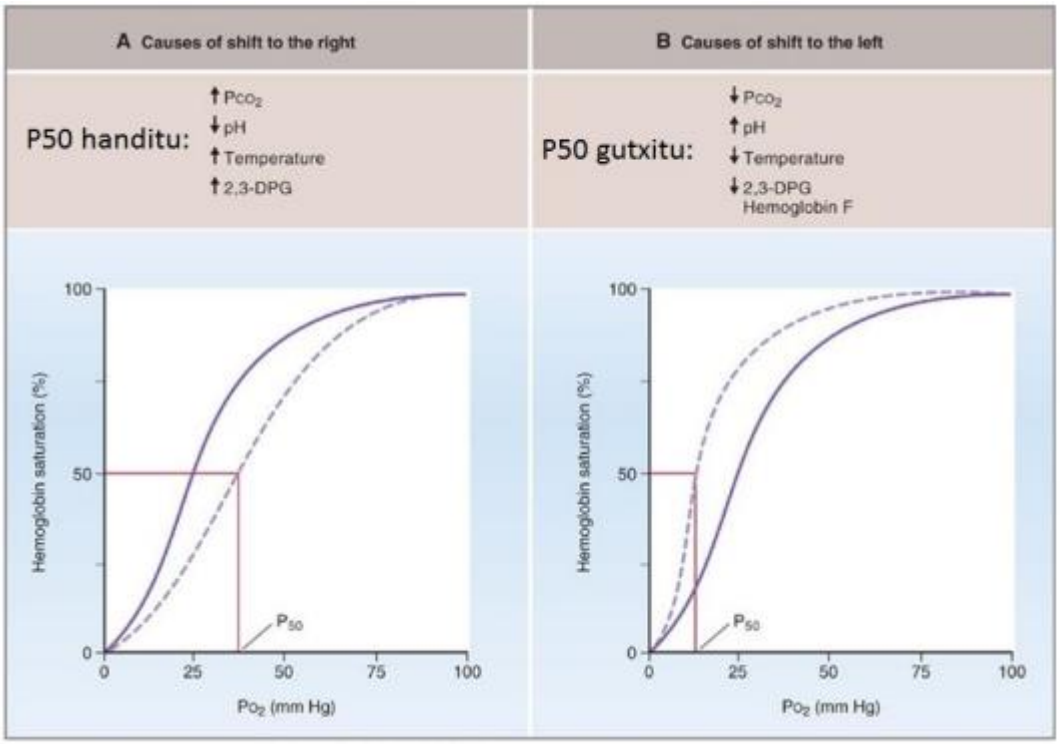
Desberdintasun arterio-benosoa: odolak askatzen duen O_2-bolumena ehunetara iristerakoan.

P_{50}: Hb-en %50 saturatuta daudenean dagoen O_2 presio partziala; hau da, hemoglobinaren oxigenoarekiko afinitatea islatzen du. Hemoglobinaren kurba eskuinerantz zein ezkerrerantz mugitu daiteke. **Eskuinera mugitzen** bada, P_{50}a handitu egiten da. Horrek esan nahi du afinitate jeitsiera dagoela. Beraz, afinitate txikiagoa duela eta oxigenoa askatzeko joera handiagoa izango duela. (Lotzeko eta askatzeko joera alderantziz proportzionalak dira)

Ezkerrera mugitzen bada, aldiz, P_{50}a txikitu egiten da. Horrek esan nahi du afinitate igoera dagoela.



Beraz, afinitate igoera duela eta oxigenoa askatzeko joera txikiagoa izango duela.

Fetalean afinitate handiagoa dago hemoglobinaren konposaketa aldaketa dela eta. Ikus daitekeenez, kurba gorria ezkerrerantz doanean, joera gutxiago du askatzeko. Ondorioz, normalean baino oxigeno gutxiago askatzen da ehunetan.

Bi eredu: kurba eskuinerantz edo eskerrerantz desplazatzen denean. Zein faktorek eragiten dute? Irudia ikusi