

LOGGE PLEUROPOLMONARI

La cavità toracica è divisa in tre spazi:

- **mediastino** situato al centro
- **loggia pleuro-polmonare** di destra
- **loggia pleuro-polmonare** di sinistra

Le logge pleuro-polmonari ospitano i **polmoni** e le **pleure** e sono due spazi che tra loro non comunicano. I polmoni tra di loro comunicano perché le vie aeree sono in comunicazione, infatti quando la trachea si dirama non c'è nulla che separi i due rami. Invece le logge sono due spazi isolati e questo ha lo scopo di contenere i fenomeni infettivi e/o infiammatori. Ad esempio, se è presente un processo a destra che può migrare a sinistra, esso può progredire molto rapidamente e con facilità. La separazione permette di avere una gestione più efficace dei meccanismi difensivi. In casi come lo pneumotorace, in verità, questo meccanismo di difesa viene meno.

1.PLEURE

Le **pleure** sono formate da mesotelio, cellule appiattite che secernono e riassorbono costantemente il **liquido pleurico** in un processo osmotico continuo (10-20mL). La funzione delle pleure consiste nel ridurre l'attrito: ad ogni atto respiratorio (12-16 al minuto, quindi uno ogni 5-6 secondi) i polmoni sono chiamati a sfregare contro superfici ossee e muscolari; questo provocherebbe usura e quindi infiammazione. Anche la fascia endotoracica favorisce lo scorrimento, ma non è sufficiente. La pleura è divisa in un **foglietto viscerale** (adeso al parenchima polmonare seguendo l'andamento dei solchi dell'organo. Essa compare come una specie di traslucenza sulla superficie polmonare, senza essere del tutto evidente.) e in un **foglietto parietale** (adeso alla fascia toracica interna). I due foglietti sono indipendenti ma sono uno in continuità con l'altro, a ridosso dell'ilo polmonare e tra di loro si forma una cavità virtuale chiamata **cavità pleurica**.

1.1.PLEURA VISCERALE

È a diretto contatto con il parenchima e lo segue in tutta la sua morfologia, sprofondandosi nelle scissure polmonari. Quando arriva all'ilo del polmone (la regione attraverso cui entrano ed escono via aeree, vasi e nervi), la pleura si riflette su se stessa formando con continuità la pleura parietale.

1.2.PLEURA PARIETALE

Si trova esternamente alla pleura viscerale e a diretto contatto con le strutture attorno alla loggia pleuro-polmonare. La pleura parietale prende il nome a seconda delle porzioni del polmone. Inferiormente abbiamo la **pleura diaframmatica** (in contatto con la cupola diaframmatica), medialmente la **pleura mediastinica** (con il mediastino, sopra e sotto l'ilo), lateralmente la **pleura costale** (con la parete toracica), superiormente la **cupola pleurica**, con l'apice a 2,5 cm dalla clavicola, rinforzata dalla membrana sovrapleurica, due legamenti che si agganciano al processo trasverso di T1 e a quello di C7.

Si viene così a creare una *cavità virtuale* racchiusa tra le due pleure. È virtuale perché riempita di un film di liquido che viene costantemente gestito e che ha una pressione negativa compresa tra -2 e -8 mmHg a seconda della fase respiratoria con una media di -5 mmHg

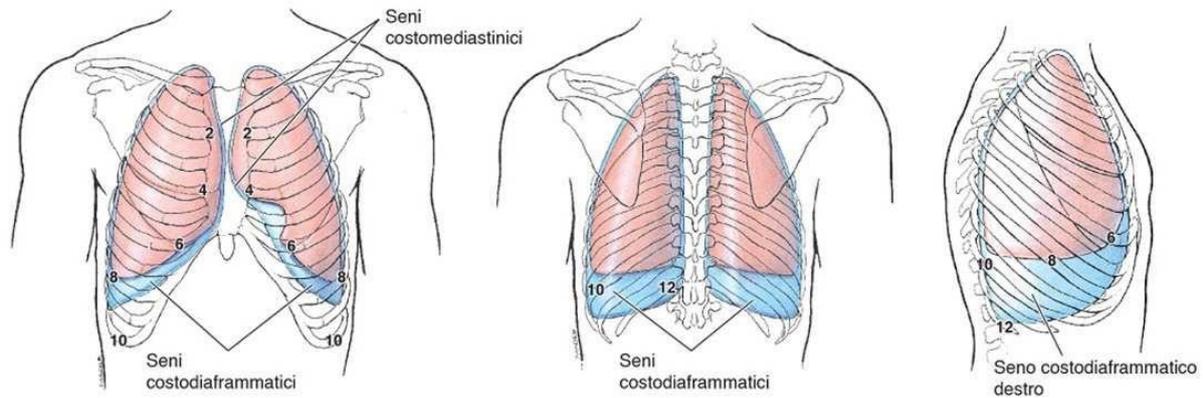
La gabbia ha delle forze elastiche dovute alla componente cartilaginea e muscolo-tendinea, quindi la posizione a riposo è frutto di un equilibrio di forze: una tende a farla aprire (le coste tendono ad espandersi, perché in tensione come un arco), l'altra a farla implodere (il polmone tende a collassare). Però in ogni caso mantiene sempre la sua posizione di equilibrio grazie al cavo pleurico, chiuso e vuoto, che mantiene una pressione negativa.

È proprio la pressione negativa ad impedire che la parte osteomuscolare si espanda, ma nel frattempo contrasta la tendenza del polmone ad accartocciarsi su se stesso, "tirandolo" verso l'esterno. Esempi di questo equilibrio sono l'inspirazione forzata (l'espirazione non richiede energia) e il massaggio cardiaco (il torace torna alla posizione di riposo).

Il polmone non riempie completamente le cavità pleuriche. Si creano zone in cui c'è differenza tra la posizione della pleura parietale rispetto a quella viscerale. Queste porzioni vengono definite seni, e consistono in riserve funzionali: sono zone occupate solo da pleura parietale dove il polmone può infilarsi, espandersi, dando luogo a un ampliamento dell'organo e della respirazione. I seni sono tre: due minori (**seno costomediastinico**, anteromedialmente, e il **costovertebrale**, posteriormente, parallelo alla colonna) e uno maggiore (**seno costodiaframmatico**, che occupa la regione della cupola diaframmatica, appoggiato al diaframma). La pleura è un organo molto fragile, facilmente frangibile.

La posizione del polmone all'interno delle logge non è completa, ma deborda. L'apice, rivestito dalla cupola pleurica, sporge sopra la clavicola di circa 2,5 cm, quindi esce dall'imbocco superiore ed è protetto solo dai muscoli sopraclavicolari: sternocleidomastoideo, trapezio, sternioideo, sternotiroideo. L'apice del polmone è in rapporto con il ganglio stellato.

Questa zona può essere facilmente danneggiata, e da qui può prendere il via lo **pneumotorace**.



3.LINEE DI RIFLESSIONE DELLE PLEURE

La pleura parietale non appoggia direttamente sulle coste, sulla muscolatura e sul diaframma, ma poggia sulla fascia endotoracica (lo strato connettivale più interno che media questo rapporto). La fascia endotoracica assume dei nomi diversi. Quando si passa da una faccia di pleura parietale ad un'altra, ci sono le **linee di riflessione** che sono le linee di “comunicazione” tra le varie porzioni della pleura parietale.

Ci sono 3 linee di riflessione:

- sternale: passaggio da costale a mediastinica, anteriormente
- vertebrale: da costale a mediastinica, posteriormente
- costale: da costale a diaframmatica.

Riguardano quindi la parte laterale, mediale, inferiore della pleura parietale. Partendo dall'apice del polmone, le **linee costomediastiniche (o sternali)** di destra e di sinistra, che segnano il passaggio costo-mediastinico anteriormente, si portano in basso e medialmente. All'altezza della 2° costa (quindi dell'angolo di Louis), si uniscono e discendono verticalmente sul piano mediano al centro dello sterno fino all'altezza della 4° cartilagine costale. A questo punto le due linee destra e sinistra divergono. Quella di destra continua in modo rettilineo verso il basso fino all'altezza della 6° cartilagine costale (che corrisponde al margine inferiore del corpo dello sterno). La linea di riflessione costomediastinica sinistra, invece, a partire dalla 4° cartilagine costale piega obliquamente in basso e verso sinistra per andare a trovarsi all'altezza della 6° cartilagine costale a circa 3 cm dal margine sinistro del corpo dello sterno. Le due linee torneranno ad essere alla stessa altezza in corrispondenza della linea emiclaveare all'altezza dell'8° costa dove prosegue come **linea costale** procedendo lateralmente e posteriormente. Questa dunque lungo la linea emi-claveare si trova all'8° costa, lungo la linea ascellare media si trova alla 10° costa e all'altezza del collo costale si trova alla 12° costa e vertebra. Infine, la **linea vertebrale**, che si trova posteriormente, non

doendo seguire il cuore o l'arcata costale si trova in posizione para-vertebrale dove si trovano i processi trasversi da T1 a T12.

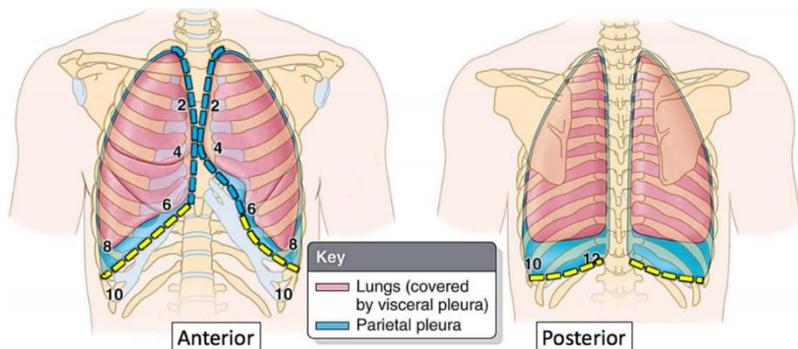
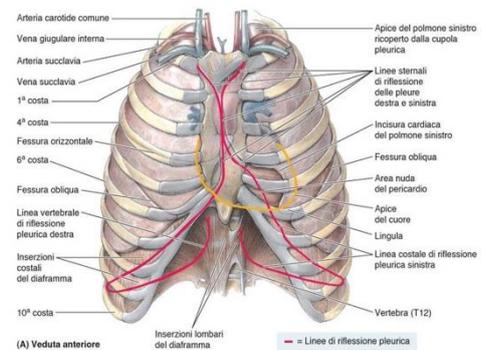
Il polmone invece non si comporta così: è caratterizzato da una linea che si trova di circa due spazi intercostali più in alto. Se la pleura è a livello dell'8°, il polmone sarà a livello della 6°.

La parte posteriore del polmone è più idonea per l'auscultazione, inoltre nella regione compresa tra decima e dodicesima costa si può avvertire la manifestazione dei rumori respiratori.

Inoltre, la porzione di pleura che supera la prima costa (la cupola pleurica) ha un piccolo rinforzo legamentoso (ispessimento della fascia endotoracica) che prende contatto con C7. Viene talvolta descritto come **legamento sospensorio dell'apice polmonare**.

Inferiormente all'ilo polmonare, la linea di riflessione della pleura, forma una doppia pagina (una pagina anteriore e una posteriore che scendendo formano una sorta di grembiule) che prende il nome di **legamento polmonare**. Il legamento polmonare non è un legamento vero e proprio. Ha una lunghezza di 7-8 cm e arriva fino quasi al margine fra la faccia diaframmatica e mediastinica del polmone, non ha un significato funzionale di per sé, se non quello di creare una sorta di divisione tra l'area cardiaca e l'area dell'esofago.

La fascia endotoracica, inferiormente, quando riveste il diaframma, cambia nome e si chiama frenico-pleurico.



POLMONI

I polmoni sono organi parenchimatosi, pari, a forma di cono, disposti all'interno della cavità toracica nelle rispettive logge pleuropolmonari. Essi sono separati dal mediastino (porzione centrale-mediale della cavità toracica, compresa tra la colonna vertebrale posteriormente e lo sterno anteriormente). I polmoni sono entrambi caratterizzati da:

- un **apice**: l'apice sporge al di sopra della gabbia toracica per circa 2,5 cm e si rapporta medialmente con vena e arteria brachiocefalica di destra (impari) e posterolateralmente con

il muscolo scaleno medio, che si inserisce sulla prima costa. Dall'apice partono 3 legamenti: uno anteriore, uno medio e uno posteriore, che lo uniscono alla colonna vertebrale, in particolare alla 7° vertebra cervicale, contribuendo a mantenere in situ il polmone stesso. L'apice non è proprio a punta, ma presenta una forma conica smussa ed è collocato in posizione leggermente più mediale rispetto alla metà della clavicola, ovvero tra il terzo mediale e il terzo intermedio della clavicola.

- una **base**: la base del polmone ricalca, invece, la cupola diaframmatica e ha quindi un andamento concavo, che si modella sull'andamento del diaframma stesso.
- 3 facce: **faccia costale** sulla quale si possono vedere le impronte delle stesse coste sul parenchima polmonare e **faccia mediastinica** che è rivolta verso il cuore e risulta improntata da esso e dalle strutture mediastiniche. **Faccia diaframmatica** posta inferiormente e concava, in rapporto con il diaframma mediante interposizione della pleura. Queste facce vengono unite tra di loro dai margini.
- 3 margini (posteriore, inferiore, anteriore): **margine posteriore o vertebrale** che arriva fino alla testa della costa. **Margine inferiore o costo-diaframmatico** che si insinua nel seno costo-diaframmatico ad angolo acuto. **Margine anteriore o mediastinico/strenocostale** che è più rettilineo sulla parte destra e coincide quasi con la pleura, mentre a sinistra ha un'indentatura molto ampia. Anche se in misura diversa, bisogna ricordare che il margine mediastinico è molto netto e va a ricoprire sia a destra, in misura maggiore, che a sinistra, in misura minore, il cuore. Il cuore, come già detto, è quindi ricoperto dai polmoni e dalle pleure.

Il polmone di destra si differenzia da quello di sinistra per varie caratteristiche. Quello di destra, per esempio, pesa circa 680 grammi, mentre quello di sinistra ne pesa all'incirca 600, quindi quasi 100 grammi in meno.

Bisogna tener conto, però, che il peso può dipendere da vari fattori come ad esempio: il sesso (peso e dimensioni sono maggiori nell'uomo e minori nella donna) , il livello di attività fisica e dalla costituzione.

L'unità funzionale del polmone è l'**alveolo**. Alla nascita se ne contano all'incirca 20 milioni, poi durante infanzia e sviluppo gli alveoli crescono notevolmente di numero, fino a raggiungere i 300 milioni.

La superficie complessiva interna del polmone varia tra i 70 e i 100 m² : una superficie molto ampia e a contatto con l'esterno, elemento che fa sì che il polmone sia uno degli organi più esposti a infezioni e patologie, in particolare a quelle di tipo professionale. I polmoni possiedono varie **funzioni**, sia **respiratorie** che **non respiratorie**.

Funzioni respiratorie:

- **Respirazione:** sono gli organi deputati principalmente agli scambi gassosi tra aria e sangue, svolgono dunque la funzione di ventilazione (espirazione e inspirazione) scambiando ossigeno, fondamentale per la respirazione cellulare, e anidride carbonica.
- **Moderare il pH:** nei processi di ventilazione, durante le fasi di inspirazione ed espirazione varia il pH a livello del sangue. Compito dei polmoni è quello di controllare il pH sanguigno, riducendo o aumentando la ventilazione infatti si possono influenzare gli scambi di CO₂ e conseguentemente il pH del sangue.

Funzioni non respiratorie:

- **Difesa:** sono in grado di facilitare l'interazione delle sostanze esogene con le cellule deputate alla difesa innata associata alla mucosa, BALT. Tra queste principalmente linfociti risiedenti nella mucosa ma soprattutto **macrofagi alveolari**. A testimonianza della loro presenza e funzione, si possono notare i fenomeni di **antracosi polmonare fisiologica** che si verificano in seguito all'accumulo di sostanze esogene da parte di queste cellule. Sostanze con cui noi veniamo a contatto durante tutta la vita, come ad esempio lo smog delle città o altri inquinanti atmosferici. Le cellule accumulano queste sostanze e si depositano poi nei tessuti polmonari interstiziali, conferendo il tipico aspetto non più rosato del parenchima, con spot neri. Nei neonati invece, il parenchima risulta essere del tutto roseo.
- **Attività endocrina:** a livello polmonare è secreto un enzima, chiamato enzima di conversione dell'angiotensina (ACE). Questo enzima è deputato alla conversione dell'angiotensina I (blando vaso-costrittore) in angiotensina II (potente vaso-costrittore).

Gli ACE inibitori vengono infatti prescritti ai pazienti al fine di ridurre la pressione arteriosa ciò avviene grazie all'inibizione della conversione di angiotensina I in angiotensina II. Tali farmaci dunque causano una riduzione della pressione arteriosa, un calo dei toni vascolari polmonari e una diminuzione di aldosterone dalla corteccia surrenale.

1.SUDDIVISIONE LOBARE DEL POLMONE

La prima delle macrosuddivisioni del polmone è la suddivisione in **lobi**, in particolare:

il polmone di destra si suddivide in **3 lobi**:

- **lobo superiore,**
- **lobo intermedio**
- **lobo inferiore)**

mentre il polmone di sinistra si suddivide in **2 lobi**:

- **lobo superiore**
- **lobo inferiore**

Questa suddivisione risulta importante perché coincide con la suddivisione dei bronchi primari, che sono 3 nel polmone di destra e 2 in quello di sinistra, più piccolo. Quindi il bronco destro che arriva all'ilo del polmone destro si divide in 3 bronchi primari, mentre il bronco sinistro si divide in 2 bronchi primari. Inoltre questa suddivisione ha un correlato anatomico-funzionale, poiché ogni lobo è dotato di vascolarizzazione, innervazione, e funzionalità respiratoria indipendente.

Riusciamo a cogliere esternamente la suddivisione in lobi, grazie alle **scissure**, ovvero degli approfondimenti del parenchima presenti sulla superficie esterna.

Nel polmone sinistro è presente la **scissura obliqua** che separa il lobo superiore dal lobo inferiore. Nel polmone destro, invece, oltre alla **scissura obliqua**, che è quella principale, è presente la **scissura orizzontale**. Le scissure originano e terminano **nell'ilo polmonare**. Origina dall'ilo, poi si porta posteriormente e in alto sulla faccia mediastinica, fino a raggiungere il margine vertebrale, arrivata a questo punto, all'altezza della seconda costa (da immaginare, perché è sull'altra faccia), scende obliquamente e soprattutto nella parte più declive, prende un andamento quasi verticale. Non raggiunge il margine anteriore ma prima di esso risale poi lungo la faccia inferiore del polmone e sulla faccia mediastinica fino a tornare all'ilo. Solo sul polmone destro troviamo una seconda scissura, la scissura orizzontale, che, all'altezza della spina della scapola costa, si stacca quasi in orizzontale, con un andamento simile a quello della 4 costa e si porta anteriormente per arrivare anch'essa a livello dell'ilo.

I lobi a loro volta sono separati in **segmenti**, i quali sono le massime divisioni dei lobi, hanno aspetto piramidale e soprattutto hanno autonomia nella vascolarizzazione e nell'innervazione. Questo è comodo nella pratica clinica in quanto in seguito a patologie o infezioni è possibile eseguire delle lobectomie o segmentectomie con cui localizzare il danno vascolare e rimuovere il lobo polmonare in cui è presente il danno.

Il polmone destro è suddiviso in **10 segmenti**:

- 3 segmenti nel lobo superiore (apicale, posteriore, anteriore)
- 2 segmenti nel lobo medio (mediale e laterale)
- 5 segmenti nel lobo inferiore (1 ben distinto che è il segmento superiore, gli altri 4 insieme formano la faccia diaframmatica del polmone. Tutti avranno nella loro dicitura il termine basale e saranno distinti in base alla posizione in: basale posteriore, basale mediale, basale anteriore, basale laterale).

Il polmone sinistro, invece, è suddiviso in 8-10 segmenti (è più corretto dire **9 segmenti**):

- 4/5 segmenti nel lobo superiore: segmento apicale (unico e ampio segmento chiamato anche apicale e posteriore. Poi segmento anteriore, superiore, inferiore)
- 5 segmenti nel lobo inferiore: superiore e poi quelli basali: basale antero-mediale, basale posteriore, basale laterale

2.ILO POLMONARE

Con il termine **ilo**, ci riferiamo alla zona di l'ingresso e di uscita della arteria (che a questo livello comincia già a dividersi nei 3 tronchi principali, che corrispondono ai lobi) e delle 2 vene polmonari, posizionato tra T4,T5,T6.

In particolare in questa regione, vi è un'alta densità di linfonodi bronco-polmonari (o intrapolmonari, in quanto sono gli ultimi della fitta rete di linfonodi che si trovano all'interno del polmone).

C'è una certa costanza nelle strutture che entrano ed escono dal polmone: vene e arterie polmonari, arterie bronchiali, bronchi, sistema linfatico, innervazione di tipo viscerale (con una componente parasimpatica e simpatica).

Tra l'ilo destro e l'ilo sinistro, però, possiamo notare sia analogie, che differenze:

- Analogie:
 - ✓ la vena polmonare superiore destra e sinistra, è quella posizionata più anteriormente
 - ✓ il bronco primario occupa sempre la porzione posteriore
 - ✓ la vena polmonare inferiore di destra o di sinistra occupa la posizione più caudale.
- Differenze: **l'arteria polmonare cambia posizione.** Nell'ilo sinistro occupa la porzione più apicale, mentre nell'ilo di destra si trova in una posizione intermedia tra la vena polmonare destra superiore e il broncostipite destro formando la struttura BAV dall'alto al basso: bronco, arteria, vena.

Altra particolarità riguarda le **arterie bronchiali**. Il polmone ha una ricca vascolarizzazione legata alla necessità di ossigenazione, ma è anche un organo che ha bisogno di un nutrimento proprio, che gli viene fornito dall'arteria bronchiale.

Essa, come detto, è un'altra particolarità diversa tra lato destro e lato sinistro. Infatti, un'ulteriore costante differenza nei polmoni è la presenza di 2 arterie bronchiali di sinistra, mentre solo una di destra.

Sia nell'ilo di destra, che nell'ilo di sinistra l'arteria bronchiale può originare dall'aorta toracica, o come variante dall'arteria intercostale del 3° spazio. Esse, inoltre, a livello dell'ilo si trovano nella posizione più arretrata, e situate a ridosso dei bronchi principali in quanto usano l'albero bronchiale come supporto per raggiungere e vascolarizzare l'organo.

Da sottolineare come queste arterie bronchiali siano le principali arterie deputate al trofismo dell'organo. Il sangue che circola nell'arteria polmonare, e poi nelle vene polmonari, perfonde il polmone solo per garantire l'ossigenazione del sangue. Dunque, vi è una vascolarizzazione per il sostentamento del parenchima polmonare stesso data dalle **arterie bronchiali**, e una vascolarizzazione funzionale all'ossigenazione del sangue associata alle arterie polmonari.

3.IMPRONTE POLMONARI

Il polmone è un organo molle ed è quindi cedevole nei confronti degli organi vicini, che lasciano delle impronte sulle facce polmonari.

Considerata la regione mediastinica e ragionando in termini di mediastino superiore, posto al di sopra dell'arteria polmonare, e mediastino inferiore situato al di sotto dell'arteria polmonare, si possono vedere chiaramente le impronte localizzate a livello del polmone sinistro.

Per distinguere, e descrivere le impronte, si traccia e si segue un percorso che parte dal piano anteriore e termina nel piano posteriore.

Nel caso del **polmone sinistro** si distinguono chiaramente i seguenti solchi:

- Solco per il cuore (impronta cardiaca) che risulta essere quella più grande visto il rapporto del polmone con il cuore stesso
- Solco per il timo
- Solco per la 1° costa
- Solco per la vena anonima/tronco brachiocefalico di sinistra (dato dall'unione della vena succlavia di sinistra con la vena giugulare di sinistra)
- Solco per l'arteria succlavia
- Solco per la trachea ed esofago
- Solco per l'aorta

Trachea ed esofago si orientano verso il piano inferiore ma non riescono a lasciare un vero e proprio solco, caratterizzato da dei margini definiti, in quanto a questo livello emerge molto l'impronta ampia data dall'arco dell'aorta nel mediastino superiore e dall'aorta discendente nel mediastino inferiore. Inferiormente poi, si nota meglio l'impronta esofagea, dovuta dal fatto che l'aorta scalza il rapporto mediale che l'esofago mantiene con la colonna vertebrale, e lo lateralizza a sinistra, generando quindi un rapporto più stretto con la faccia mediastinica del polmone stesso.

Nel **polmone destro** si notano di nuovo strutture analoghe e paragonabili a quelle riconosciute nel polmone di sinistra, anche qui distinte prendendo in riferimento il mediastino superiore ed il mediastino inferiore:

- Solco per il cuore
- Solco del timo
- Solco per la vena cava superiore: la **vena cava superiore** nasce, a livello della prima costa, dall' unione delle due vene brachiocefaliche: quella di sinistra ha un andamento piuttosto obliquo, taglia il piano mediano e possiede una lunghezza notevole rispetto alla vena di destra, brevissima, che è quasi in asse con la vena cava superiore e lascia la sua impronta al di sopra della vena cava sulla faccia mediastinica del polmone di destra.
- Solco per la vena Azygos: essa genera un arco sopra l'ilo del polmone. Essa risale dal mediastino inferiore ed è tributaria della vena cava superiore. Condivide in parte il proprio solco con quello dell'esofago situato più anteriormente.
- Solco per la prima costa
- Solco per la vena anonima (o tronco brachiocefalico) di destra
- Solco per l'arteria succlavia a livello dell'apice
- Solco per esofago e trachea

Vi è anche una piccola impronta lasciata dalla **vena cava inferiore**, solo a destra, non molto evidente a causa del suo breve tratto compiuto dopo aver attraversato il diaframma. Infatti, tale vena, passa attraverso lo iato della vena cava inferiore del diaframma ed è lunga solo 0,5cm nel comparto toracico prima di aggettarsi nell'atrio di destra.

VIE AEREE

Durante la respirazione l'aria può entrare sia dal naso che dalla bocca, entrambe cavità dello splancnocranio, segue la faringe che comunica sia con la cavità orale (orofaringe) che con quella nasale (rinofaringe). Dalla faringe l'aria passa nella laringe e nell'ordine: trachea, albero bronchiale, per poi arrivare agli acini, in cui è situata la rete capillare della circolazione funzionale del polmone. Il naso ha un epitelio pseudostratificato cigliato, con il compito di filtrare le polveri e gli agenti estranei, quindi è più sicuro il passaggio dell'aria attraverso la cavità nasale, rispetto a quella orale. L'aria a seconda del suo passaggio, segue la direzione rino-faringea (naso-faringe) o oro-faringea (bocca-faringe), continua con la direzione laringe-faringe, infatti inferiormente la faringe prosegue con l'esofago (direzione che prende il cibo), anteriormente invece comunica con la laringe (direzione che prende l'aria). Caratteristica fondamentale delle vie aeree è la composizione e

il passaggio da cartilagine a muscolatura liscia, quest'ultima favorisce gli scambi gassosi per il suo breve spessore, passaggio sfavorito se il mezzo è cartilagineo.

Percorso dell'aria in inspirazione:

- **Naso:** conviene respirare con il naso perché abbiamo meccanismi di difesa più marcati rispetto al cavo orale. Dal punto di vista espiratorio tuttavia non c'è molta differenza. Sotto sforzo a livello del cavo orale c'è più spazio e meno resistenza, quindi conviene respirare con la bocca per far entrare più aria.
- **Rinofaringe:** porzione superiore della faringe che comunica con il naso.
- **Orofaringe:** porzione della faringe che comunica con il cavo orale. Rinofaringe e orofaringe sono cavità comunicanti tranne in deglutizione quando il palato molle, elevandosi, va a separarle (nei neonati questo meccanismo non è ancora maturo. Allo stesso modo nel soggetto anziano aumentando la possibilità di polmoniti *ab ingestis*).
- **Laringofaringe:** prosegue inferiormente con l'esofago, mentre anteriormente comunica con la laringe vera e propria. Ciò significa che in questa posizione per un breve tratto le vie aeree e le vie digestive sono in comunicazione. Successivamente la via alimentare si sposta dietro proseguendo con l'esofago, mentre quella respiratoria si colloca anteriormente con la trachea.
- **Trachea:** la trachea inizia a livello di C6 dove è presente la cartilagine cricoidea (o cricoide) che segna il passaggio da laringe a trachea, tubo cilindrico di 10-11 cm che si espande da C6 a T4. Questa si biforca poi nei due bronchi principali a livello di T5. La trachea ha un'impalcatura di tipo cartilagineo ad anelli a forma di C in modo da non collassare durante la fase di ventilazione. Essa non è chiusa posteriormente poiché è presente l'esofago (generalmente collassato, che si espande quando passa il cibo). Se l'anello fosse completo, ogni volta che il cibo passerebbe, si creerebbe attrito.

Nella trachea è poi osservabile lungo la sua parete posteriore una struttura fibro-muscolare. Infatti, gli anelli sono rivestiti da una guaina di tessuto connettivo e lungo le sue pareti sono presenti nervi, vasi linfatici e piccole arterie. La trachea, presenta all'altezza di T4 una zona detta **carena** (poiché ricorda il fondo di una barca), punto di diramazione dei bronchi primari sinistro e destro.

- **Bronchi principali:** dalla trachea, all'altezza di T5 partono i due bronchi principali (broncospinti o broncoceppi) con andamento medio-laterale. I **bronchi primari** destro e sinistro, presentano una diversa struttura e conformazione. Il destro ha andamento più verticale ed ha più bronchioli perché vi sono più lobi ma è più corto (2 cm contro i 5 cm del sinistro). il sinistro si trova in posizione più laterale e presenta un andamento obliquo (forma con l'asse della trachea un angolo di circa 40-50 gradi), posizione giustificata dal fatto che

deve dare spazio al cuore. Viene poi esplicita la condizione in cui un corpo ingerito ‘va di traverso’. Di traverso vuol dire che un corpo attraversa la trachea e raggiunge il bronco principale destro (ciò accade con maggior probabilità rispetto a quello sinistro, causa l’andamento verticale del destro). Anche i bronchi primari presentano una struttura cartilaginea.

Il bronco di sinistra è in contatto con diverse strutture:

- si trova inferiormente all’arco dell’aorta
 - anteriormente all’aorta discendente toracica e all’esofago
 - posteriormente all’aorta ascendente.
- **Bronchi secondari (o lobari)**, costituiti ancora da cartilagine, che corrispondono al numero dei lobi.
 - Successivamente vi sono i **bronchi terziari (o segmentari)**. Questi bronchi generano a loro volta generano circa 5 diramazioni per ciascun segmento. Il calibro delle strutture man mano che si scende nelle vie aeree tende a diminuire, poiché lo spessore deve essere minimo per consentire gli scambi gassosi, perciò la cartilagine tende a diminuire per far posto a una più sottile muscolatura liscia. Gli anelli cartilaginei così diventano delle placche a livello delle diramazioni, dove sono presenti turbolenze, che le moderano durante gli scambi gassosi. I bronchi segmentari sono 10 a destra e 8-10 a sinistra.
 - **Bronchi sottosegmentari (grandi e piccoli)**. Essi modificano pian piano la loro parete perdendo sempre più struttura cartilaginea e acquistando sempre più quella muscolare. Generano circa 15 ramificazioni.
 - Man mano che passiamo di generazione in generazione la presenza di cartilagine si fa sempre più rarefatta fino ai **bronchioli**, quando scompare la cartilagine e persiste solo muscolatura liscia e fibre elastiche. Sulla parete terminale dei bronchioli si sviluppano i **lobuli polmonari**, composti a loro volta da: **bronchioli terminali** (che a sua volta hanno 2-5 diramazioni da cui originano i bronchioli respiratori), **bronchioli respiratori** e **alveoli**. I bronchioli respiratori e gli alveoli formano a loro volta una componente più piccola del lobulo chiamata **acino polmonare** in cui avviene lo scambio gassoso e permette di aumentare la superficie di contatto sangue/aria. Di conseguenza non tutte le vie respiratorie partecipano allo scambio dei gas. Esse infatti si dividono in:
 - **Vie aeree di conduzione**: fino ai bronchioli terminali. Queste saranno quelle che in anatomia/fisiologia chiamiamo “spazio morto anatomico”, poiché ricco di aria ossigenata, ma incapace di scambiare gas e ossigenare il sangue.

- Dai **bronchioli respiratori** passiamo alla componente respiratoria con gli alveoli e gli acini polmonari. La parete muscolare si organizza in **sacchi di alveoli** (in numero da 3-8 per ogni bronchiolo respiratorio) con funzione di aumentare il più possibile la superficie di contatto.
- **Acini:** troviamo la rete capillare della circolazione funzionale del polmone. Abbiamo le arterie polmonari che portano sangue povero di ossigeno, capillarizzano intorno agli acini e poi abbiamo le 4 vene polmonari che tornano all'atrio sinistro. L'altro organo che ha una vascolarizzazione trofica e funzionale è il cuore.
- **Alveoli:** parte terminale dell'albero respiratorio. Sono in numero di circa 200-300 milioni nell'adulto (superficie di 70-100mq). Negli alveoli vi sono dei pori (detti pori di Kohn) che attraversano i setti alveolari, consentono maggior scambio di gas, bilanciano le pressioni alveolari, e dotati di diverse dimensioni.

1.CELLULARITA' DELLE VIE AEREE

Nelle prime vie aeree abbiamo un **epitelio cilindrico ciliato** (dotato di ciglia), **mucosecernente**. Nelle vie respiratorie ci sono delle cellule mucosecernenti particolari (cellule di CLARA). Hanno il compito di produrre un secreto proteico che va a regolare la fluidità del muco. Man mano che arriviamo agli acini ci poniamo il problema di rendere la parete il più sottile possibile per favorire gli scambi.

Arrivando agli alveoli, abbiamo i **pneumociti di tipo I** e i **pneumociti di tipo II**: essi sono i costituenti dell'epitelio respiratorio distale.

I pneumociti di tipo I sono "piastrelle sottili" che hanno il compito di ridurre lo spessore della parete. Nonostante rappresentino il 90% della superficie, sono solo il 10% della cellularità. Come tutte le cellule pavimentose non hanno una grande vocazione metabolico-funzionale. Stanno solo lì a ridurre e modulare il calibro. I pneumociti di tipo II rappresentano il 90 % della cellularità e il 10% della superficie. Sono cuboidi e hanno il compito di produrre e assorbire.

I pneumociti di tipo II possono:

- **Dividersi:** dopo lo scambio polmonare i pneumociti di tipo I muoiono e quelli di tipo II si dividono e differenziano in tipo I andando a ripristinare l'epitelio.
- **Produrre il surfactante,** il liquido che va a modulare la tensione a livello degli alveoli in modo da non fare sforzo quando respiriamo: i neonati prematuri non hanno ancora prodotto il surfactante. Si possono dare farmaci alla madre (corticosteroidi) che facilitano la produzione di surfactante anche a livello del feto.

La controparte dello scambio sono i **capillari**, che hanno un calibro di 6-7 micron. L'eritrocita è grande 7-8 micron. Poiché questi sono in grado di modificare la propria forma, si impilano l'uno dietro l'altro e rallentano il flusso ematico facilitando lo scambio. Dal momento che tutti gli epiteli devono contare su una matrice fibroproteica (la membrana basale), un altro accorgimento polmonare è quello di fondere le membrane basali dell'epitelio capillare e alveolare. Lo spessore della superficie di scambio è di 0.2 micron. In più l'endotelio capillare presenta dei fori che permettono ancora di più di avvicinare le controparti dello scambio.

Il **surfactante** è prodotto dagli pneumociti di tipo II ed è riciclato dagli stessi e fagocitato dai **macrofagi**. A livello alveolare non compongono la parete ma li troviamo perché dobbiamo fagocitare il surfactante in modo da non raggiungere livelli troppo alti per non aumentare lo spessore della superficie. Il surfactante contiene fosfolipidi e serve a modulare la tensione superficiale: se noi abbiamo molti alveoli, essi non avranno le stesse dimensioni. Quelli piccoli oppongono una maggiore resistenza in inspirazione e tendono a collassare in espirazione (Legge di Laplace). Il surfactante ci permette di bilanciare le pressioni perché lo spessore del surfactante è lo stesso in tutti gli alveoli a prescindere dalle loro dimensioni. A seconda dell'espansione, il surfactante si va a ridistribuire. Ciò significa che in un alveolo molto grande che si espande poco, il suo spessore di surfactante diminuisce di poco. Un alveolo piccolo invece si espande molto di più, fino a bilanciare la pressione con quella degli altri. Quindi magari lo spessore di surfactante è minore ma la pressione in ogni alveolo è la stessa in virtù della distribuzione dello stesso. In caso contrario, l'alveolo piccolo sottoposto ad una pressione maggiore tenderebbe a rompersi.

Infine, diversi fattori vanno ad influire sugli scambi gassosi a livello polmonare:

- **Pneumociti I.** Hanno uno spessore molto sottile, che varia da 0,02 a 0,5 μm .
- **Lamina basale** (0,05-0,1 μm). Lamina di fibre extracellulari (collagene) che serve da supporto all'epitelio che lei stessa produce. La presenza di due lamine basali (una dell'epitelio e una dell'endotelio) sarebbe controproducente, perché aumenterebbe lo spessore che il gas dovrebbe oltrepassare. Pertanto, le due lamine sono fuse insieme.
- **Endotelio.** Fenestrato, ovvero ricco di interruzioni che favoriscono il passaggio dei gas.
- **Capillari** (6 μm). I globuli rossi sono più grandi del diametro, quindi sono costretti a modificare la loro forma da rotondeggiante incavata a cilindrica e procedono in fila indiana. Si riduce quindi la distanza che deve essere attraversata dai gas, essendo essi schiacciati contro l'endotelio. Inoltre, la velocità è molto rallentata.

RUMORI RESPIRATORI

La regione in cui si ausculta il polmone è compresa tra l'arcata inferiore delle ultime coste e la spina della scapola, oppure tra margine mediale della scapola e laterale della colonna.

Ci sono zone che danno suoni ottusi posteriormente (nelle aree ossee delle scapole, colonna, milza, reni, fegato) e anteriormente (fegato, cuore, ossa e muscoli). Il timpanismo invece è riscontrabile nello stomaco.

Un tempo si faceva dire "33" per percepire la distribuzione lungo le fibre elastiche e muscolari di un'onda sonora che si trasforma in vibrazione a partire dalla laringe (chiamato infatti *fremito vocale tattile*). Avremmo avuto un aumento del fremito vocale tattile nel caso di polmonite alveolare consolidata. Sarebbe stato assente invece nel caso dello pneumotorace, dell'idrotorace, dell'emotorace.

Durante l'auscultazione il medico va a sentire il **murmure vescicolare**, dato dalla distensione, dall'apertura dei sacchi alveolari all'arrivo dell'aria. È dato da due componenti: dal movimento dell'aria che sfrega contro le pareti dell'alveolo e dalla distensione del surfactante.

Abbiamo anche il rumore del passaggio dell'aria attraverso i bronchi (**soffio bronchiale**), che prende il nome di **soffio bronco-vescicolare** spostandosi sempre più in periferia. La regione più interessante da auscultare sono i seni costodiaframmatrici, per verificare se il polmone si espande correttamente.

Nel caso di bronchiti, quindi di ipersecrezione, i rumori tipici sono i **sibili** causati dal restringimento del lume; oppure rumori **raspanti**, in quanto l'aria gratta contro il lume ristretto e le secrezioni. I **ronchi** o **crepitii** sono dovuti alla rottura delle bolle di muco al passaggio dell'aria.

MECCANISMI DI DIFESA DEL POLMONE

I polmoni a causa della loro ampia superficie di contatto con l'ambiente esterno (70-100mq), dovuta all'elevata quantità di alveoli che li caratterizzano, si trovano di fronte un problema non di poco conto, ovvero: possibili agenti esogeni che possono superare la barriera alveolo-capillare (polveri, batteri, virus etc.) Di conseguenza il polmone è dotato di vari meccanismi di difesa:

- **Umidificazione e riscaldamento dell'aria inspirata:** questo non ha niente a che fare, di per se, con le infezioni ma è molto importante perché arrivi aria umidificata e riscaldata negli alveoli, che sono molto fragili e altamente irritabili. L'aria fredda e secca infatti indurrebbe una continua irritazione e infiammazione delle vie aeree con effetto broncocostrittorio. L'aria viene riscaldata e umidificata naturalmente nelle cavità nasali dove sono presenti

delle componenti osse particolari che prendono il nome di **turbinati** perché creano dei turbini che fanno sbattere l'aria sulla mucosa della cavità nasale riscaldandola e umidificandola in modo da non arrivare fredda ai bronchi sottosegmentari e soprattutto a livello dei bronchioli.

- **Flusso ciliare:** tutto ciò che appartiene all'apparato respiratorio è caratterizzato da un epitelio pseudostratificato ciliato e questa presenza, che vedremo anche in tante parti dello splancnocranio, ci dice che queste zone appartengono all'apparato respiratorio (anche i seni paranasali non solo le cavità nasali); questo epitelio è inframezzato da cellule mucipare che hanno lo scopo di produrre continuamente un muco acido, con condroitin-solfati e mucopolisaccaridi acidi. Questo muco ha due funzioni fondamentali:
 - **meccanica:** arrivano delle sostanze inalate (polveri, batteri, virus) e meccanicamente vengono intrappolate in questo muco
 - **antibatterica** (ruolo chimico): come il lisozima della saliva. Ovviamente l'efficacia di tale meccanismo dipende sempre dalla carica batterica. Una eccessiva contaminazione batterica riesce ad evadere anche questo meccanismo chimico di difesa innata.

Il muco viene iperprodotto nel caso di infiammazioni batteriche come bronchiti, ma di per sé non basterebbe, quindi è necessario un sistema che porti via ciò che viene intrappolato, quindi le ciglia, che lo spingono verso l'apparato digerente. Nei fumatori si può sviluppare facilmente il cancro dello stomaco a causa del benzopirene, che deriva dalla combustione del tabacco e viene intrappolato e riversato nelle vie digerenti. L'epitelio respiratorio è assente nell'orofaringe e nelle corde vocali, caratterizzate da un epitelio diverso, pluristratificato pavimentoso/cubico che sa assottigliarsi e inspessirsi. Le sostanze cancerogene che entrano in contatto e si depositano sulle corde vocali hanno la possibilità di permanere più a lungo e di esercitare la loro azione lesiva.

- **BALT** (tessuto linfatico associato ai bronchi):) sono degli aggregati linfatici che si trovano nei bronchi segmentari e sottosegmentari in particolare al confine tra la mucosa e la sottomucosa.
- **Macrofagi:** che si trovano a livello degli alveoli, sono delle cellule specializzate che purtroppo hanno un limite molto forte ossia fagocitano ma non sempre riescono a smaltire (vedi batterio della tubercolosi, fibre di amianto e silice cristallina che creano delle reazioni all'interno del polmone; la tubercolosi è una malattia infiammatoria dovuta a un batterio mentre le altre due si chiamano pneumoconiosi in quanto dovute all'accumulo di queste sostanze irritative che non si riescono ad eliminare instaurando uno stato infiammatorio

cronico). Quindi i macrofagi catturano e bloccano i batteri che sono riusciti a arrivare fin lì, si riempiono di sostanze e possono dar luogo a reazioni di tipo infiammatorio.

- **Anello linfatico del Waldeyer:** è un anello fatto da una serie di stazioni linfatiche che si trovano a protezione sia delle vie aeree che delle vie digerenti. È costituito da tonsille, alcune di tipo pari (e alcune di tipo impari). L'anello linfatico del Waldeyer non è strettamente un sistema di difesa del polmone ma lo possiamo considerare tale dal momento che si trova a far parte delle vie aeree.

Le tonsille sono:

- **Palatine (destra e sinistra)**
- **Tubariche (destra e sinistra)**
- **Faringea/Adenoidea (impari)**
- **Linguale (impari)**