

# GABBIA TORACICA

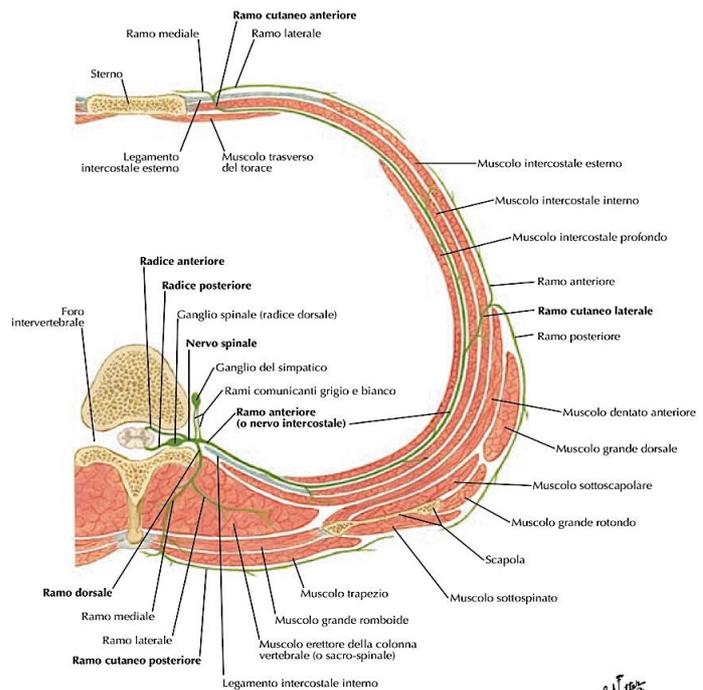
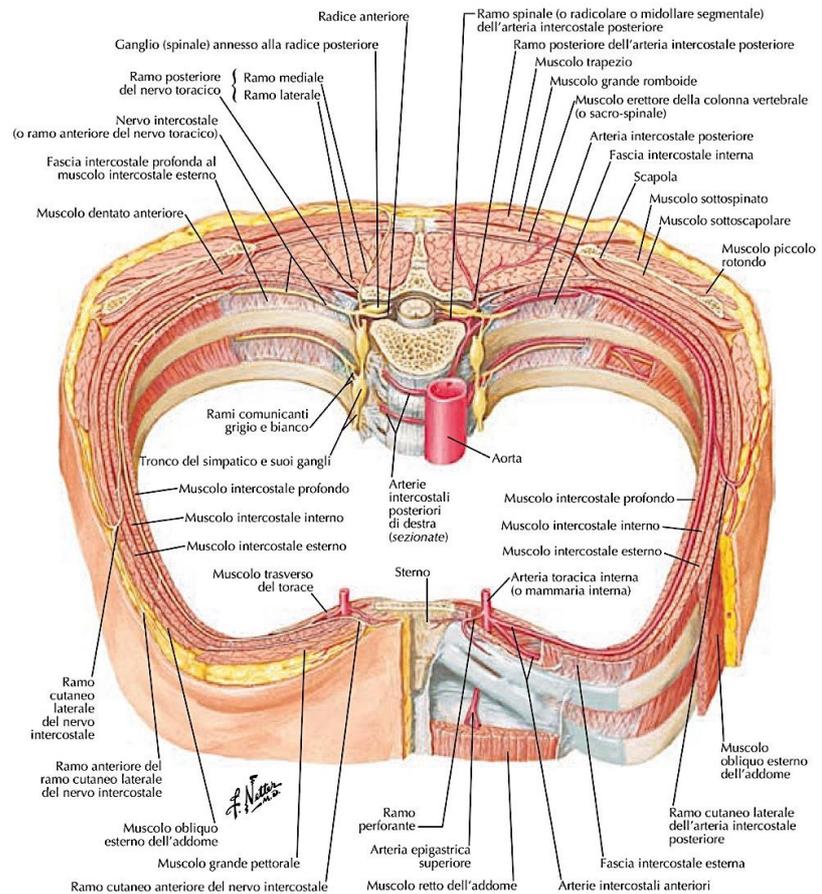
## 1. MUSCOLI DELLA PARETE TORACICA

Dividiamo la muscolatura della parete toracica in muscoli veri o intrinseci (intercostali, sottocostali, trasverso del torace, elevatore delle coste) e in muscoli estrinseci, che a loro volta si distinguono in toracoappendicolari, spinoappendicolare, spinocostali e diaframma.

### 1.1. MUSCOLI INTRINSECI

Abbiamo un triplo strato di muscolatura intercostale, innervata dai nervi intercostali 1-11. Sono 11 coppie e colmano gli spazi intercostali.

- **Muscoli intercostali esterni:** si estendono dal margine inferiore di una costa e si fissano al margine superiore della costa sottostante. Hanno un **andamento antero-inferiormente**, ovvero si portano in avanti andando verso il basso per raggiungere la costa sottostante. Nella porzione posteriore originano in prossimità della colonna vertebrale chiudendo quindi lo



*Nota: nella regione toracica inferiore il ramo laterale del ramo dorsale è più lungo, motore e cutaneo; il ramo mediale è più breve e solo motore.*

spazio intercostale posteriormente. Anteriormente, invece, i muscoli intercostali esterni non arrivano fino allo sterno ma si fermano all'altezza delle cartilagini delle articolazioni costocondrali, da qui in avanti questo strato non è più muscolare ma membranoso e prende il nome di **membrana intercostale esterna**, che si può considerare come proseguimento del muscolo intercostale esterno. Visto l'andamento delle fibre muscolari, che risulta essere parallelo all'andamento della costa, la funzione di questi muscoli è quella di permettere l'atto di **inspirazione**

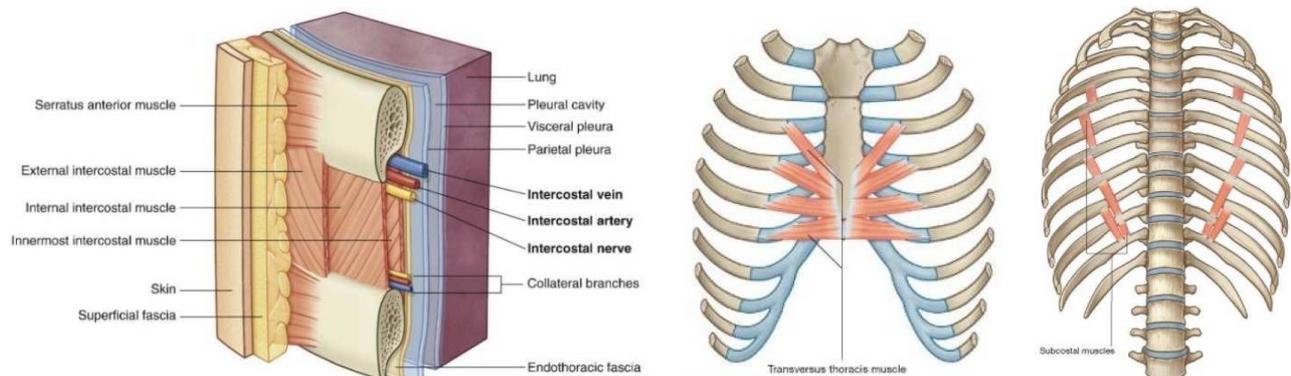
- **Muscoli intercostali interni:** si trovano più internamente, ma non rivestono completamente la parete toracica. Originano dall'angolo della costa e si dirigono anteriormente fino allo sterno, lasciando quindi una regione più debole posteriormente che vede solo la presenza dei muscoli intercostali esterni. Anche in questo caso è presente dunque una componente membranosa, che si intende come completamento dello stesso muscolo fino al rachide, denominata **membrana intercostale interna**. L'andamento delle fibre risulta essere ortogonale rispetto a quelle dei rispettivi intercostali esterni (infero-posteriormente). Per tale motivo la funzione degli intercostali interni è **espiratoria**. L'andamento ortogonale delle fibre risulta essere ulteriormente utile per rafforzare la parete toracica stessa.
- **Muscoli intercostali intimi o profondi:** sono i muscoli più incompleti di tutti perché originano in prossimità dell'angolo della costa, fino all'articolazione costo-condrale. Hanno lo stesso andamento dei muscoli intercostali interni, posizionandosi su un piano più profondo rispetto a quest'ultimi, e condividono con essi la funzione **espiratoria**.
- **Muscoli sottocostali:** sono sullo stesso piano degli intimi intercostali. Originano in prossimità dell'angolo della costa e si estendono dalla superficie interna di essa portandosi più medialmente a quella inferiore (o alla seconda più in basso). Non sono un gruppo muscolare continuo, ma sono più rappresentati nella porzione inferiore della gabbia toracica. Visto il loro andamento ortogonale a quello della costa possiedono una funzione **espiratoria** poiché abbassano le coste.
- **Muscolo trasverso del torace:** si trovano nella superficie profonda della parete toracica anteriore e sullo stesso piano degli intimi. Originano posteriormente al processo xifoideo e alla parte terminale del corpo dello sterno per portarsi supero-lateralmente ad inserirsi ai bordi inferiori delle cartilagini costali delle coste da II a VI. Nell'addome si continuano con il trasverso dell'addome. Anch'essi tendono ad abbassare le coste con funzione **espiratoria**.
- **Muscoli elevatori delle coste:** I muscoli elevatori delle coste (**inspiratori**, strato profondo del dorso) originano dall'apice dei processi trasversi da C7 a T11 e si portano alla costa sottostante (tra tubercolo e angolo).

I muscoli intercostali esterni sono rivestiti esternamente dalla **fascia toracica** (porzione della fascia profonda chiamata così perché siamo in regione toracica; sormontata a sua volta dalla **fascia superficiale**, ovvero il tessuto adiposo sottocutaneo); gli intercostali interni, i sottocostali e il trasverso del torace sono rivestiti internamente dalla fascia toracica interna (endotoracica) che li separa dalla pleura parietale. La fascia toracica interna è in continuità, dentro la cavità addominale, con la **fascia toracolombare** posteriormente e con la **fascia transversalis** anteriormente.

## 1.2.MUSCOLI ESTRINSECI

Tra i muscoli estrinseci si riconoscono diversi gruppi: **toracoappendicolari**, **spinoappendicolari**, **spinocostali** e il muscolo **diaframma**. I toracoappendicolari e spinoappendicolari sono chiamati così poiché collegano lo scheletro assiale (gabbia toracica o rachide) allo scheletro appendicolare (arto superiore o arto inferiore). Tra i muscoli **toracoappendicolari** si annoverano:

- **Muscolo grande pettorale:** Il grande pettorale costituisce un piano dove appoggia la ghiandola mammaria, (struttura che prende il nome di letto della ghiandola mammaria). Questi muscoli compiono principalmente movimenti associati agli arti superiori, ma a volte possono intervenire in caso di respirazione forzata (**inspiratorio**). Il muscolo grande pettorale origina dal terzo mediale della clavicola, dallo sterno e ha un terzo capo d'inserzione mediale che è l'obliquo esterno. Si può dire che ha 3 inserzioni medial: clavicolare, sternale e addominale. Questi tre andranno a formare un tendine piuttosto grande (5 cm) che si inserzionerà sulla cresta laterale dell'omero.
- **Muscolo piccolo pettorale:** muscolo più piccolo che si colloca sotto il muscolo grande pettorale. Origina dalla II, III, IV e a volte V costa, a seconda della variabilità anatomica, e si inserziona a livello del processo coracoideo della scapola. La sua funzione è principalmente legata ai movimenti della scapola, ma in parte partecipa anche alla respirazione (**inspiratorio**).
- **Muscolo dentato anteriore:** prende origine dalla superficie laterale delle prime 8 coste (a volte fino alla 10°) e ha una quantità d'inserzioni molto elevate (digitazioni), che seguendo le



curvature della gabbia toracica si portano posteriormente sul margine mediale della scapola. Funge da muscolo **inspiratorio**.

- **Muscolo succlavio:** origina dalla prima costa, e si inserisce a livello della faccia inferiore della clavicola. Funge da muscolo **inspiratorio**.

Tra i muscoli **spinocostali** elenchiamo:

- **Muscolo dentato posteriore superiore:** si inserisce a livello dei processi spinosi tra C7 e T3 e su parte del legamento nucale, si porta inferiormente e lateralmente per inserirsi sulle coste dalla seconda alla quarta nella regione compresa tra il tubercolo e l'angolo della costa. Funzione **inspiratoria** perché solleva le coste.
- **Muscolo dentato posteriore inferiore:** origina dai processi spinosi da T11 a L2 portandosi superolateralmente sulle ultime quattro coste. Funzione **espiratoria** poiché abbassa le ultime coste.

Tra i muscoli **spinoappendicolari** troviamo:

- **Muscolo Trapezio: (inspiratorio)** origina dalla linea nucale superiore, dal legamento nucale, dai processi spinosi fino a T12, per inserirsi sulla clavicola (terzo laterale), sulla spina della scapola, sull'acromion.
- **Muscolo Grande Dorsale:** origina dai processi spinosi da T7 al sacro, dalla cresta iliaca, dalle ultime due coste e si porta al solco intertubercolare (bicipitale) dell'omero (cresta mediale dell'omero). Funge da muscolo **espiratorio**.

Il **muscolo Diaframma** risulta essere il principale muscolo respiratorio utilizzato ad ogni atto per mobilitare quello che viene chiamato volume corrente della respirazione corrispondente a 500ml. Tale muscolo verrà analizzato nel dettaglio più avanti.

### **1.3.MUSCOLI RESPIRATORI EXTRATORACICI**

Ci sono anche muscoli che invece appartengono alla parete antero-laterale dell'addome ma prendono inserzione sulla gabbia toracica. Sono tutti espiratori:

- **Muscolo Trasverso dell'addome:** si inserisce sul margine interno delle coste e si colloca nella regione antero-laterale dell'addome tra la 7° alla 12° costa. Rappresenta il piano muscolare più profondo della parete antero-laterale dell'addome. Si inserisce posteriormente a livello della colonna vertebrale e inferiormente a livello della cresta iliaca e legamento inguinale. È un muscolo accessorio della respirazione per **l'espirazione forzata**.
- **Muscolo Retto dell'addome:** è il più superficiale. Origina dalle ultime coste, dallo sterno e si porterà interiormente sul pube. Sono fibre molto lunghe inframezzate da piccoli tendini intermedi, detti **iscrizioni tendinee**, per ridurre la dimensione delle fibre, fatto che aumenta

il tono del muscolo e la sua funzione di contenimento di parete. Spesso i tendini non sono simmetrici.

- **Muscolo Obliquo esterno ed interno:** fanno entrambi parte della parete antero-laterale dell'addome. Si posizionano su un piano più superficiale rispetto al muscolo trasverso dell'addome. Entrambi i muscoli originano dalla superficie esterna della gabbia toracica. Il muscolo obliquo esterno si interdigita rispettivamente con l'intercostale esterno a livello della 7°-12° costa, mentre l'obliquo interno con l'intercostale interno a livello della 10°-12° costa.
- **Muscolo Quadrato dei Lombi:** costituisce la parete addominale posteriore e abbassa la 12° costa.

Infine, troviamo altri muscoli che fanno parte del collo. Sono entrambi muscoli accessori responsabili dell'inspirazione:

- **Sternocleidomastoideo:** muscolo che origina dal **processo mastoideo** e si inserisce con due capi anteriormente, uno sternale e l'altro clavicolare (estremità mediale della clavicola). Interviene come muscolo accessorio della respirazione (**inspiratorio**).
- **Muscoli Scaleni (Anteriore, Medio, Posteriore):** muscoli che appartengono allo strato profondo (prevertebrale) del collo con funzione di elevare le coste.
  - ✓ **Scaleno Anteriore:** origina dai processi trasversi di C2-C6 e si inserisce a livello della prima costa;
  - ✓ **Scaleno Medio:** origina dai processi trasversi di C2-C7 e si inserisce sulla prima costa dorsalmente al solco dell'arteria succlavia.
  - ✓ **Scaleno Posteriore:** origina dai processi trasversi di C5-C7 e si inserisce sulla superficie esterna della 2° costa.

Anch'essi rivestono il ruolo di muscoli accessori della respirazione (**inspiratori**).

La gabbia toracica è una sorta di "piramide" che non si conclude con l'imbocco superiore della gabbia, essa infatti è unita al collo dalla presenza di questi tre muscoli scaleni. Essi quindi entrano in gioco nella inspirazione forzata elevando le prime coste, così come entrano in gioco nella espirazione forzata i muscoli intercostali. L'inspirazione tranquilla invece è compito del diaframma.

Di conseguenza: **Sternocleidomastoideo**, **Trapezio** e muscoli **Scaleni** sono quelli che vengono usati frequentemente dal paziente **dispnoico**, perché permettono una forza aggiuntiva per elevare le coste e permettere la respirazione. Caratteristica di questo paziente è infatti quella di appoggiare le mani per ottenere fissità del cingolo scapolare e usare questi muscoli per facilitare l'espansione della gabbia toracica.

## 2.MOVIMENTI DELLA GABBIA TORACICA

I diametri che si modificano durante la respirazione sono:

- **Verticale.** Modificato dalla cupola diaframmatica che si alza e abbassa.
- **Trasverso.** Aumenta grazie all'articolazione costo-trasversaria, sollevata dai muscoli intercostali esterni. Il movimento viene chiamato a **manico del secchio**. Le coste si allargano facendo perno sull'articolazione e si dirigono lateralmente.
- **Antero-posteriore.** Le coste vengono spinte in avanti, grazie alla sincondrosi della prima costa con il manubrio, che rimane fissa e fa da fulcro per lo sterno che si muove, con massima escursione nella sua porzione inferiore. Si realizza grazie alla contrazione degli intercostali ed è chiamato movimento del **manico della pompa dell'acqua**.

Pertanto, una costa si muove sia lateralmente che anteriormente. Per meglio specificare, si deve ricordare l'andamento delle faccette articolari delle vertebre toraciche (parallele al piano frontale) per giustificare i movimenti di lateralità rotatoria che caratterizzano questa porzione di colonna. Cioè ponendo il corpo della vertebra come il perno centrale, si vede che queste faccette articolari sono caratterizzate dalla possibilità di svolgere una **rotazione a semicerchio** che vale a tutti i livelli della colonna. Infatti, se ci si fa caso il movimento di rotazione del dorso è più rappresentato nella parte toracica.

Di conseguenza, nella costa esistono due tipi di movimento: quello di **rotazione** e quello di **scorrimento**.

Infatti, nella parte superiore, dalla 1° alla 6° costa, le articolazioni costo-trasversarie sono caratterizzate da una maggiore concavità e quindi favoriscono una maggiore rotazione della costa. Di conseguenza, in questa zona le coste, muovendosi, tendono a modificare soprattutto il diametro antero-posteriore o sagittale con uno spostamento in avanti delle coste e dello sterno, per aumentare il volume della gabbia stessa. Tale movimento prevede una **rotazione** delle coste, generando quello che viene comunemente chiamato **movimento a manico di pompa d'acqua**.

Nella parte inferiore, dalla 7° alla 10°, abbiamo delle superfici articolari più planari in cui il movimento di rotazione è meno agevolato e, quindi, viene sviluppato un movimento di **scorrimento** che fa sì che si modifichi il diametro trasverso. Tale movimento viene anche detto **movimento a manico di secchio**.

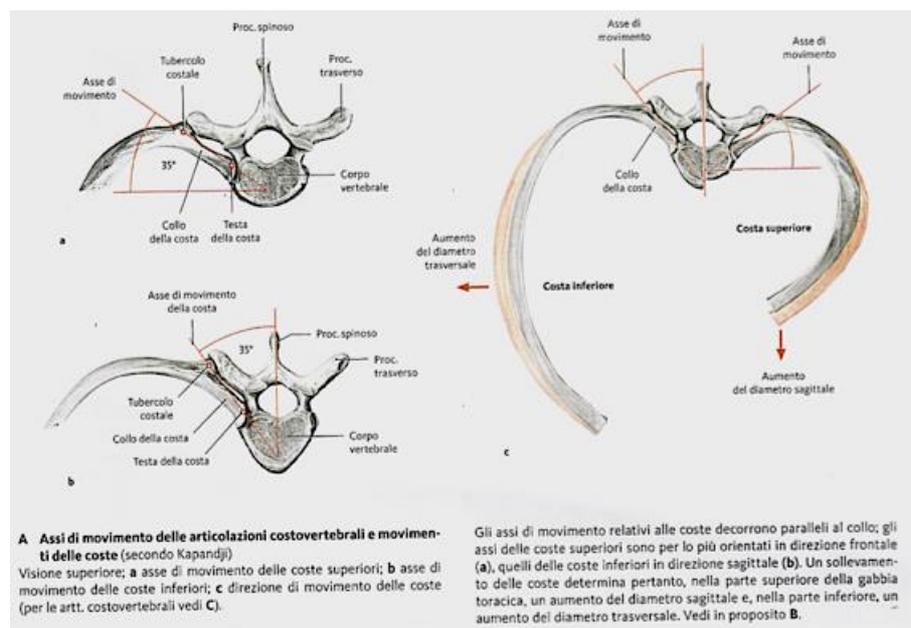
In seguito, verranno a formarsi due angoli, entrambi di circa 35-45°, formati da assi diversi a seconda della costa che stiamo analizzando. Se consideriamo una costa superiore, l'angolo sarà compreso tra l'asse di movimento della costa (asse passante per le articolazioni costo-trasversaria e costo-vertebrale) e il piano frontale passante per il centro del corpo vertebrale; se si tratta, invece, di una costa inferiore, l'angolo sarà compreso tra l'asse di movimento della costa e il piano sagittale che

divide la vertebra medialmente. Questo angolo viene modificato (ridotto) dalla rotazione della costa, in quanto si ha un aumento del diametro antero-posteriore.

Nelle coste superiori l'angolo è più ampio, mentre in quelle inferiori è più stretto, più vicino al piano mediano.

Ripetendo ed esemplificando si può immaginare di appoggiare una mano nella parte alta del torace e una mano nella parte bassa, respirando profondamente si noterà come la parte alta sia molto meno soggetta all'espansione rispetto alla parte bassa. Questo diversa espansione avviene perché le prime coste, dalla seconda alla sesta o settima, tendono a sviluppare un movimento che modifica il diametro

antero-posteriore della gabbia toracica con uno spostamento in avanti delle coste e dello sterno, per aumentare il volume della gabbia stessa. Questo movimento è chiamato **movimento a manico di pompa**. Il fulcro di questo movimento è costituito dall'articolazione sterno-costale della prima costa.



A questo punto, appoggiando una mano sempre nella parte alta e l'altra nella parte infero-laterale della gabbia toracica (durante il processo inspiratorio), notiamo che inferiormente viene modificato il diametro trasverso. Grazie alla struttura anatomica delle articolazioni e all'asse articolare del movimento delle coste più basse, si modifica la parete laterale. Questo movimento è chiamato movimento a **manico del secchio**

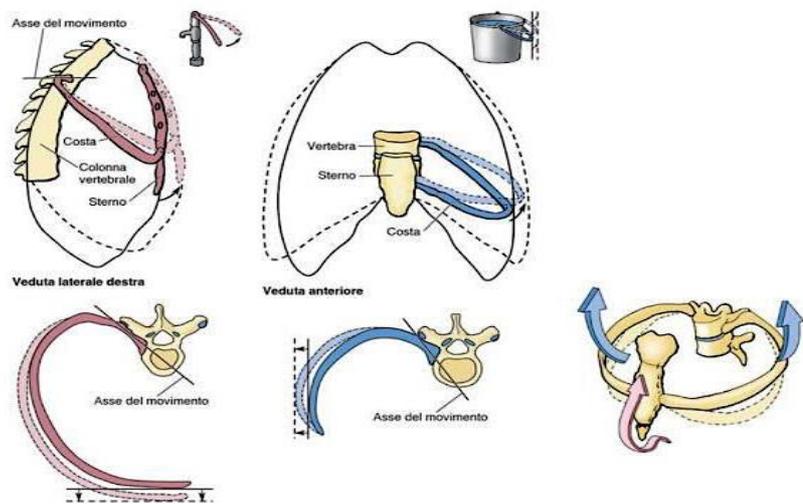
Man mano che saliamo verso la zona più craniale della gabbia toracica, lo spostamento in avanti è accompagnato anche dal movimento di rotazione. Non bisogna pensare che dalla 1° alla 5° costa avvenga solo ed esclusivamente il movimento di rotazione e, nelle restanti coste, quello di scorrimento. Ovviamente, questi due movimenti si convertono l'uno nell'altro armoniosamente e non in maniera netta, lungo tutta la regione della gabbia toracica.

Per quanto riguarda la respirazione invece, possiamo suddividere l'atto respiratorio in **inspirazione** ed **espirazione**, considerando però che esistono sia atti respiratori "tranquilli" (a riposo) sia atti respiratori "forzati". Nella respirazione tranquilla come unico muscolo che lavora troviamo il

diaframma. È un muscolo molto ampio che ha una doppia cupola (una a destra e una a sinistra), la destra è più alta per la presenza del fegato.

Prende inserzione su tutto il perimetro della gabbia toracica e della colonna vertebrale andando a separare la cavità toracica da quella addominale. Durante l'inspirazione le fibre del muscolo si contraggono abbassando le due cupole e aumentando lo spazio all'interno della gabbia toracica permettendo l'espansione polmonare. In tale modo si modifica il diametro verticale del torace. Durante l'atto espiratorio, invece, il diaframma si rilassa e passivamente ritorna alla posizione di riposo facilitando l'uscita dell'aria. L'atto **espiratorio**, dunque, risulta un meccanismo passivo che non prevede il dispendio di energie in una situazione fisiologica.

Nella **respirazione forzata**, invece, i diametri che vengono modificati sono quello **trasverso** (latero-laterale) e quello **antero-posteriore** con i cosiddetti movimenti a **manico di secchio** e movimento a **manico di pompa**, che come detto, dipende dalle diverse articolazioni costo-trasversarie che caratterizzano le



coste a diversi livelli. I muscoli che intervengono qui sono gli intercostali e tutti i muscoli accessori prima menzionati.

## DIAFRAMMA

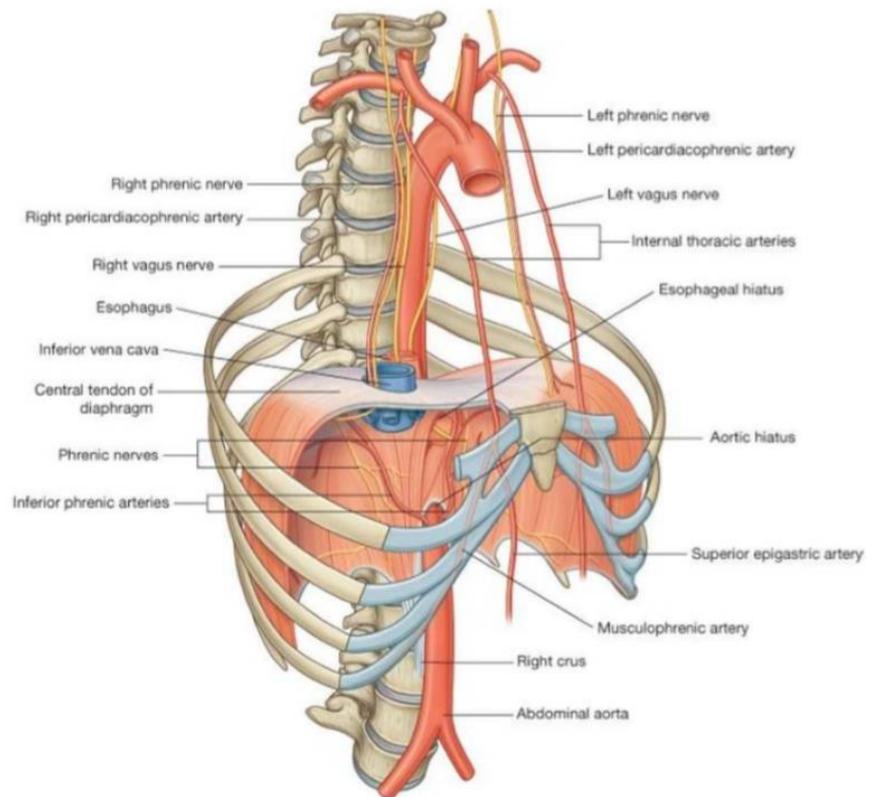
Il diaframma è un muscolo legato alla respirazione. Lo si può considerare suddiviso in 3 parti principali:

- una parte legata alle coste
- una parte legata alla colonna vertebrale
- una piccolissima parte legata al processo xifoideo/sterno

Il diaframma forma una grande cupola, chiamata **cupola diaframmatica**, che si modella su tutti gli organi che stanno al di sotto di esso e si modella anche, ma meno, rispetto agli organi che stanno al di sopra. Infatti, se si fa una sezione frontale la cupola non è pari ma è più alta a destra ed inclinata

verso sinistra. Questa cosa è dovuta alla presenza del fegato sottodiaframmatico e alla presenza del cuore sopradiaframmatica.

Il diaframma si inserisce, oltre che sulla colonna e sul processo xifoideo, sulle ultime 5 coste, con interdigitazioni rispetto al muscolo trasverso dell'addome. Va quindi a tracciare tutta la gabbia toracica e forma una sorta di chiusura o di separazione tra due cavità: la **cavità toracica** e la **cavità addominale**.



## 1. VEDUTA INFERIORE DEL DIAFRAMMA

La periferia del muscolo è muscolare, mentre il centro è formato da strutture fibrose tendinee, quindi non è un organo solamente muscolare ma muscolo-tendineo.

L'inserzione del diaframma è un po' complicata. Posteriormente, presenta due punti di ancoraggio alla colonna vertebrale chiamati **pilastri del diaframma**.

- **Pilastro destro:** più grande e consistente e si inserisce a livello di L2-L4,
- **Pilastro sinistro:** più piccolo e si inserisce a livello di L2-L3

Tali pilastri si fondono con il legamento longitudinale anteriore. L'inserzione tendinea, a partire dal corpo delle vertebre, forma due archi successivi (sia a destra, sia a sinistra). Il primo arco ha origine dal corpo della vertebra e giunge all'apice del processo trasverso di L1, con la funzione di scavalcare il **muscolo grande psoas** (collega la colonna vertebrale al femore per permettere la flessione del tronco). L'ulteriore arco ha origine dall'apice del processo trasverso di L1 e si porta fino alla faccia interna della dodicesima costa.

Se noi andiamo a ricostruire la presenza di queste arcate, vediamo, nel margine inferiore di ciascuna di esse, dei legamenti:

- **Legamento arcuato mediano:** si dispone fra il pilastro destro e il pilastro sinistro.

- **Legamento arcuato mediale:** fra corpo della vertebra L2 e il processo trasverso di L1, scavalcando il muscolo grande psoas.
- **Legamento arcuato laterale:** scavalca il muscolo quadrato dei lombi.

Il **grande psoas** e il **quadrato dei lombi** formano assieme la parete posteriore dell'addome.

Da notare la presenza del nervo grande splancnico (anteriore e craniale), piccolo splancnico (intermedio) e minimo splancnico (arretrato e caudale).

Un altro aspetto che possiamo evidenziare riguarda il **trigono lombo-costale**, teso fra la costa e la vertebra lombare, delimitato posteriormente dal legamento arcuato laterale. È una regione dove la muscolatura viene sostituita da tessuto fibroso e si verifica una condizione di asimmetria: a destra il trigono, durante l'embriogenesi, viene colmato dalla muscolatura, invece a sinistra la muscolatura non sostituisce la parte fibrosa. Essendo il diaframma una struttura data dalla saldatura di più parti, può succedere che il trigono non si saldi tra la zona laterale sinistra e quella centrale: ciò causa un'ernia diaframmatica congenita. Questa patologia può essere di due tipi:

- **completa** in cui manca la struttura fibrosa,
- oppure si verifica una situazione in cui è presente un *locus minoris resistentiae*, un punto che è più sottile e meno robusto, in cui si forma l'ernia.

Quindi sono presenti tre porzioni del diaframma: una vertebrale-lombare che si inserisce sulle vertebre lombari e sul processo trasverso di L1, un'altra porzione costale, dove il diaframma si inserisce sulle ultime coste (dodicesima, undicesima e decima), inter-digitandosi col muscolo trasverso dell'addome. Quest'ultimo muscolo è il più interno della parete antero-laterale dell'addome. Questo muscolo fa parte della triade muscolare che viene utilizzata per l'inspirazione forzata, formata da: muscolo trasverso dell'addome, obliquo esterno e obliquo interno.

La cupola diaframmatica è saldamente legata alla gabbia toracica, lungo tutto il perimetro dello stretto inferiore della gabbia.

L'ultima è la **porzione sternale** del diaframma: la sua inserzione sternale non è completa. Qui si trovano dei fascetti muscolari intervallati da fibre tendinee di tessuto fibroso. Si formano anche qui dei **trigoni**, detti **sternocostali**, che sono irregolari (all'interno vi passano **arteria e vena mammaria interna** per diventare epigastriche superiori). Essi forniscono una zona agevole per raggiungere il cuore dalla porzione inferiore: è più facile trapassare il diaframma in questo punto (e.g. pericardiocentesi). Anche qui, dunque, si viene a formare un *locus minoris resistentiae*. L'ernia che si può formare viene denominata **ernia del Morgagni**.

## 1.1.RAPPORTI DEL DIAFRAMMA

**Inferiormente** il diaframma è in rapporto per una vasta parte col fegato (che appare modellato al muscolo, infatti segue la linea della cupola diaframmatica), col fondo dello stomaco (nella metà sinistra) e ancora più lateralmente con la milza. Ci sono poi i reni che risalgono al di sopra della costa e entrano in rapporto col diaframma. Infine, davanti alla colonna vertebrale, sempre in relazione col diaframma, si trova la regione della testa del pancreas.

## **2.VEDUTA SUPERIORE DEL DIAFRAMMA**

Nella visione superiore del diaframma, la cupola sembra quasi tutta tendinea.

I rapporti superiori del diaframma si concentrano nella regione tendinea, cioè la porzione centrale (il **centro tendineo del diaframma**) che è costituita a sua volta da tre porzioni o **foglie/fogliole tenindee**:

- **fogliola media** (centrale) su cui riposa il cuore con interposizione del pericardio
- **fogliola sinistra** su cui riposa il polmone sinistro tramite l'interposizione della pleura parietale
- **fogliola destra** su cui riposa il polmone destro sempre con l'interposizione della pleura

### **2.1.RAPPORTI DEL DIAFRAMMA**

**Superiormente** il diaframma è in rapporto lateralmente con i polmoni (con interposizione della pleura parietale) e medialmente col cuore (con interposizione del pericardio).

## **3.STRUTTURE CHE ATTRAVERSANO IL DIAFRAMMA**

Nel diaframma ci sono degli orifizi importanti, principalmente sono tre, ma ci sono poi altri orifizi che permettono il passaggio a strutture secondarie per il raggiungimento della cavità addominale:

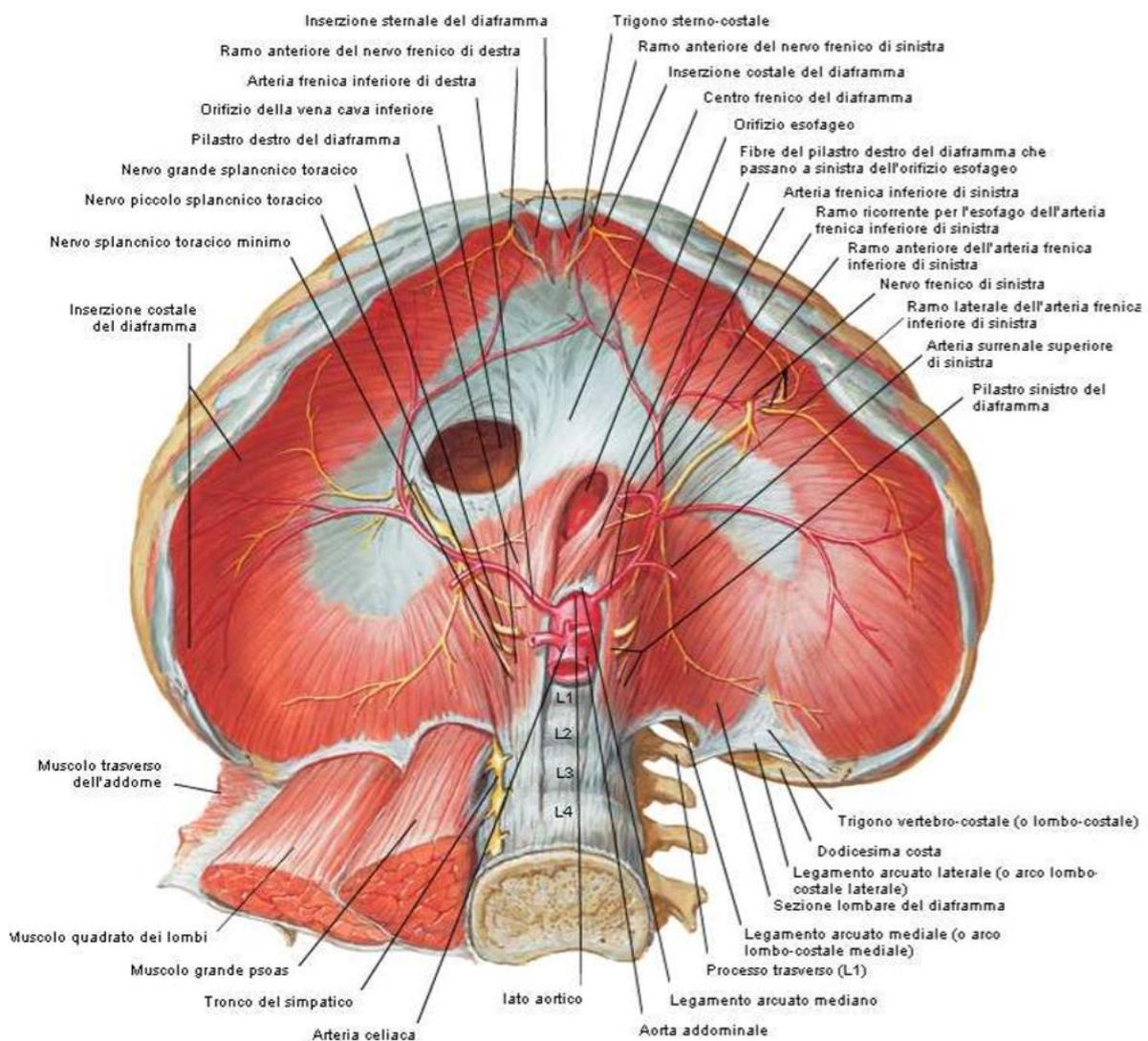
- **Orifizio della vena cava inferiore (VCI):** esso spicca sugli altri per le dimensioni e si trova al confine tra la fogliola centrale e la fogliola destra del centro tendineo del diaframma. Permette il passaggio della vena cava inferiore, che dopo circa mezzo centimetro sfocia nell'atrio destro del cuore. Questo orifizio si trova più in alto degli altri, a livello della **vertebra T9**. Durante la contrazione, il diaframma modifica il suo livello soprattutto lateralmente, modificando il diametro longitudinale del torace. La cupola diaframmatica vede il livello della parte centrale non muscolare quasi invariato: è solo la parte laterale della cupola che si modifica e che scende a livelli inferiori, comprimendo i visceri addominali. I visceri fanno da fulcro al movimento del diaframma, il quale nella parte centrale sta relativamente fisso e nella parte laterale si modifica in modo più importante. Ciò permette di non costringere

il cuore a subire ad ogni atto respiratorio delle escursioni verso l'alto o verso il basso (facciamo circa tra i 12-16 atti respiratori al minuto, il cuore sarebbe quindi costretto ad un "sali-scendi" ogni 4 secondi circa). Solo la periferia della cupola modifica il suo assetto, nelle zone dove sono presenti i seni costodiaframmatici, che sono le zone di riserva funzionale dei polmoni. Quindi questo orifizio durante la contrazione del diaframma si allarga, favorendo il ritorno venoso del sangue al cuore: questo fenomeno si somma alla perdita di pressione toracica, causata dall'aumento di volume del torace. Durante l'inspirazione si forma quindi una depressione toracica, la quale, sommata alla pressione maggiore della testa e dell'addome, favorisce una sorta di "risucchio" del sangue verso il cuore, utile nel ritorno venoso.

- **Orifizio o iato Esofageo:** questo orifizio si trova a livello della **vertebra T10** ed è interamente muscolare: è presente una sorta di "fionda" muscolare, perché le fibre che partono dal pilastro destro avvolgono questo orifizio e ritornano indietro al punto di partenza, sempre nel pilastro: si forma una sorta di anello che circonda l'esofago. Ad ogni atto respiratorio l'esofago quindi risulta "sofferente": da un lato c'è una perdita di pressione nel torace e anche nell'esofago si verifica il "risucchio", dall'altro l'esofago è collegato con lo stomaco e quindi con i visceri addominali che vengono compressi. I visceri durante l'inspirazione sono compressi e cercano una via di uscita, quindi ogni spazio viene sfruttato. Questi due elementi (perdita di pressione toracica e compressione dei visceri) favoriscono la risalita dell'esofago verso la gabbia toracica: ciò potrebbe causare un'ernia dello iato esofageo (**ernia iatale**). Però l'orifizio esofageo, formato da una componente muscolare, si oppone con forza al fenomeno, perché stringe l'esofago e lo trattiene dallo spostamento. Questo orifizio tende dunque a ridursi. Con esso vi è il passaggio del **nervo vago di sinistra e destra**.
- **Orifizio o iato aortico:** attraverso questo orifizio, che si trova a livello della **vertebra T12**, passa l'aorta che da toracica diventa addominale. Se questo orifizio si restringesse, l'evento non sarebbe favorevole, perché il sangue arterioso deve dirigersi in direzione cranio-caudale e il passaggio non deve essere ostacolato. Quindi durante gli atti respiratori l'orifizio rimane invariato, perché è in parte osseo (costituito da corpi vertebrali, dischi e legamento longitudinale anteriore) e in parte tendineo, formato dal legamento arcuato mediano, che non è soggetto a modifiche e rimane sempre della stessa misura. Attraverso questo orifizio passano anche il **dotto toracico** (origina dalla **cisterna del chilo** a livello di L1-L2 dopo aver raccolto la linfa proveniente dal comparto addominale e si dirige a destra del corpo vertebrale, tra aorta e azygos), **la vena azygos e l'emiazzygos** (che sono la continuazione delle **vene lombari ascendenti** in alcuni casi possono entrare tramite un orifizio proprio che perfora il pilastro destro o sinistro).

*Precisazione: la cisterna del chilo è una struttura a forma di sacca, di circa 1,5/2 cm, posizionata a ridosso dello iato aortico che riceve la linfa da tre grandi tronchi linfatici: tronco linfatico intestinale (che raccoglie la linfa proveniente dai villi intestinali), tronco linfatico lombare di destra (che raccoglie la linfa proveniente dall'arto inferiore destro), tronco linfatico lombare sinistro. Dunque, linfa di arti inferiori, pelvi/perineo e addome viene ivi raccolta per essere poi convogliata nel dotto toracico.*

- **Orifizi minori:** i nervi grande splanchnico (in posizione più anteriore), piccolo splanchnico (intermedia) attraversano a destra e a sinistra i pilastri. Il tronco del simpatico passa appoggiato alla colonna vertebrale dallo stesso pertugio del grande psoas, dietro ai pilastri, insieme al minimo splanchnico (il più posteriore dei tre nervi splanchnici).



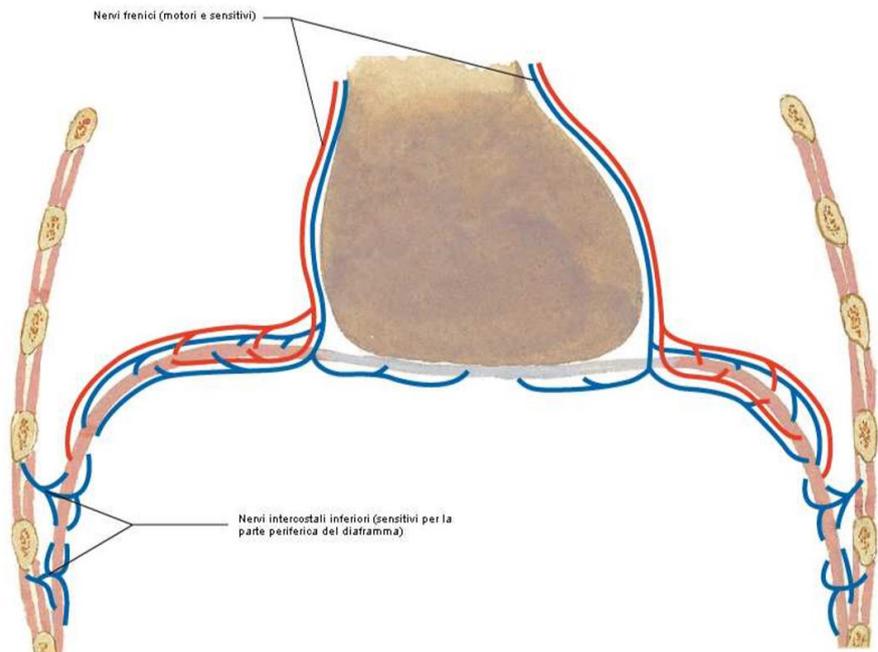
#### 4.VASCOLARIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA

- **ARTERIE:** le arterie che vascolarizzano la superficie superiore del diaframma sono le **arterie pericardiofreniche** e **muscolofreniche** (entrambe rami della toracica interna) e le **arterie**

**freniche superiori** (rami dell'ultimo tratto dell'aorta toracica). Le arterie per la superficie inferiore sono le **arterie freniche inferiori**, primi rami dell'aorta addominale.

- VENE: le vene della superficie superiore sono la **vena pericardiofrenica** e la **vena muscolofrenica** (che drenano nella toracica interna), e, a destra, la **vena frenica superiore**, che drena nella cava inferiore. Le vene della superficie inferiore sono la **vena frenica inferiore di destra**

(che drena nella cava inferiore) e la **vena frenica inferiore di sinistra** (di solito doppia: un ramo passa davanti allo iatus esofageo e sbocca nella cava inferiore; un ramo scende fino alla vena renale).



- VASI LINFATICI: sulla superficie superiore troviamo i linfonodi diaframmatici anteriori e posteriori, che drenano nei parasternali, mediastinici posteriori e frenici. Sulla superficie inferiore, i vasi linfatici drenano ai linfonodi diaframmatici anteriori, frenici, lombari (cavali/aortici).

## 5. INNERVAZIONE DEL DIAFRAMMA

Il nervo deputato all'innervazione del diaframma è il **nervo frenico**, nervo misto (fibre motorie e sensitive), le cui fibre si ramificano sopra il diaframma e alcune penetrano anche a raggiungere la superficie inferiore (quelle che derivano dal frenico destro attraversano il diaframma dallo iato cavale, mentre quelle del frenico sinistro attraverso un orifizio proprio). Sulla superficie inferiore si possono distinguere i rami anteriori di destra e di sinistra che innervano il trigono sterno-costale.

L'innervazione motoria dipende tutta dal nervo frenico, mentre quella sensitiva dipende solo in parte da lui. Sensitivamente infatti si distribuisce alla porzione centrale, alla porzione della cupola, ma NON alle porzioni più laterali e inferiori, di cui si occupano i **nervi intercostali** (10°, 11° e 12°).

### →NOZIONE CLINICA

In condizioni fisiologiche, quando si contrae il diaframma, i visceri addominali vengono compressi verso il basso, e cercano una via di uscita. Il diaframma si contrae in modo omogeneo e ciò implica che i visceri cercano di risalire dalla parte opposta ma trovano l'emidiaframma controlaterale tonico che si sta comprimendo verso il basso. Nel caso avvenisse un **danno/lesione di uno dei due nervi frenici** (e.g compressione esterna, compressione neoplastica o lesione da lama etc), verrebbe a mancare l'innervazione motoria della cupola ipsilaterale alla lesione. In questo caso, dunque, quanto la metà sana si contrae e scende, la metà paralizzata cede e quindi la pressione addominale e i visceri trovano sfogo verso l'alto, sollevando il diaframma. Il diaframma non si oppone, non fa resistenza e non si contrae a causa della condizione patologica. Tale condizione viene chiamata: movimento paradosso del diaframma.

Terapia: ventilazione meccanica invasiva e non invasiva a seconda della gravità.