

# Il sistema linfatico

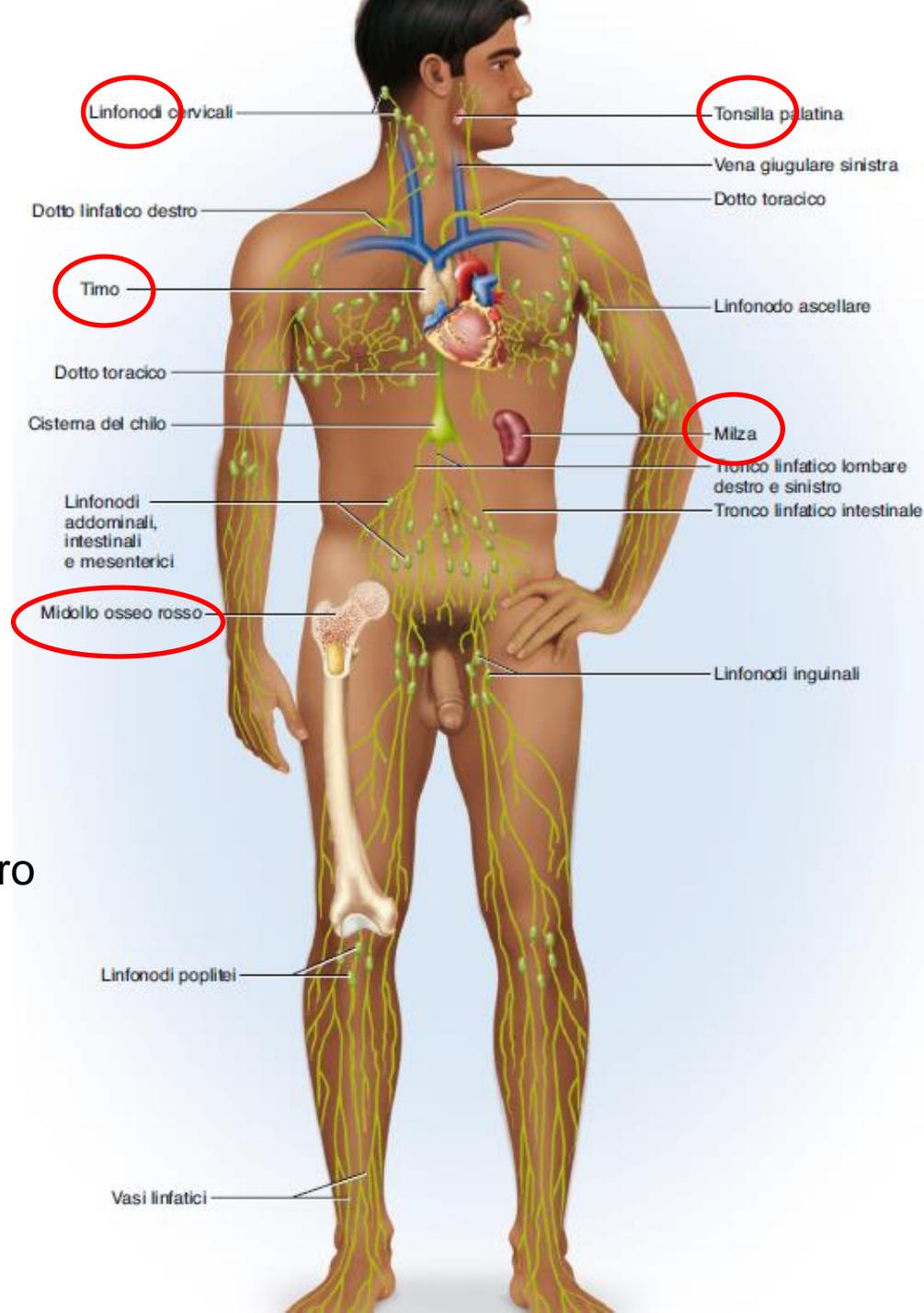
COMPOSTO DA:

Fluido in movimento che proviene dal sangue-plasma (LINFIA)

Rete di VASI linfatici

ORGANI linfatici (formazioni anatomiche entro cui i **linfociti** si differenziano e si moltiplicano per arrivare a esplicare le loro funzioni difensive specifiche)

Linfociti e Cellule Fagocitarie



# Funzioni principali del sistema linfatico

- 1) Mantenimento dell'equilibrio dei liquidi nell'ambiente interno (circolazione linfatica)
- 2) Funzione immunitaria: produzione, mantenimento e distribuzione dei linfociti (organi linfatici)
- 3) Assorbimento di acidi grassi e conseguente trasporto di grasso e chilo verso il sistema circolatorio

# NB

Le cellule del sistema immunitario sono normalmente presenti :

- nel sangue e nella linfa come cellule circolanti,
- negli organi linfoidei come strutture anatomicamente organizzate, e,
- in tutti i tessuti corporei come cellule isolate.

L'organizzazione anatomica di queste cellule e la loro **capacità di circolare** tra sangue, linfa e organi sono di cruciale importanza per la generazione di una risposta immunitaria

# 1) Circolazione linfatica

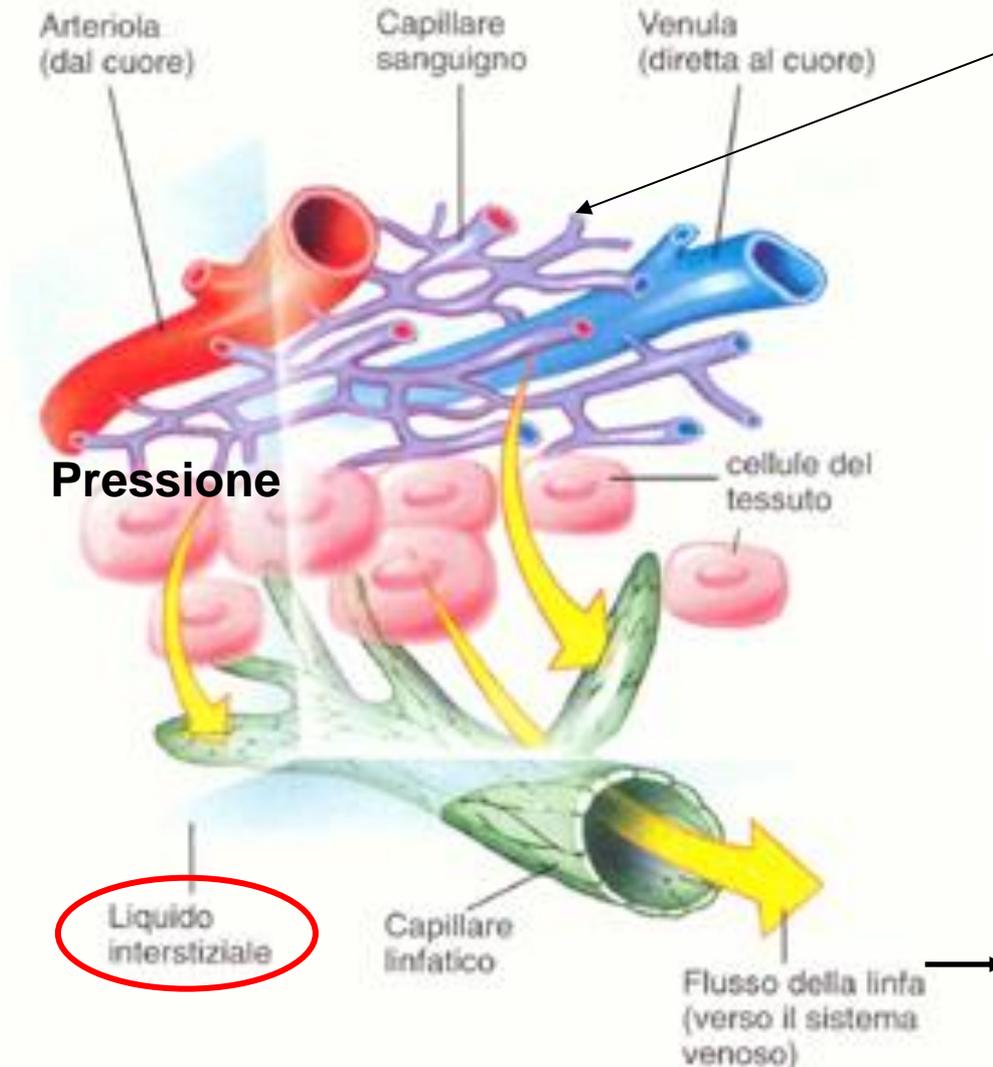
Il **plasma** che scorre nei capillari filtra negli spazi interstiziali

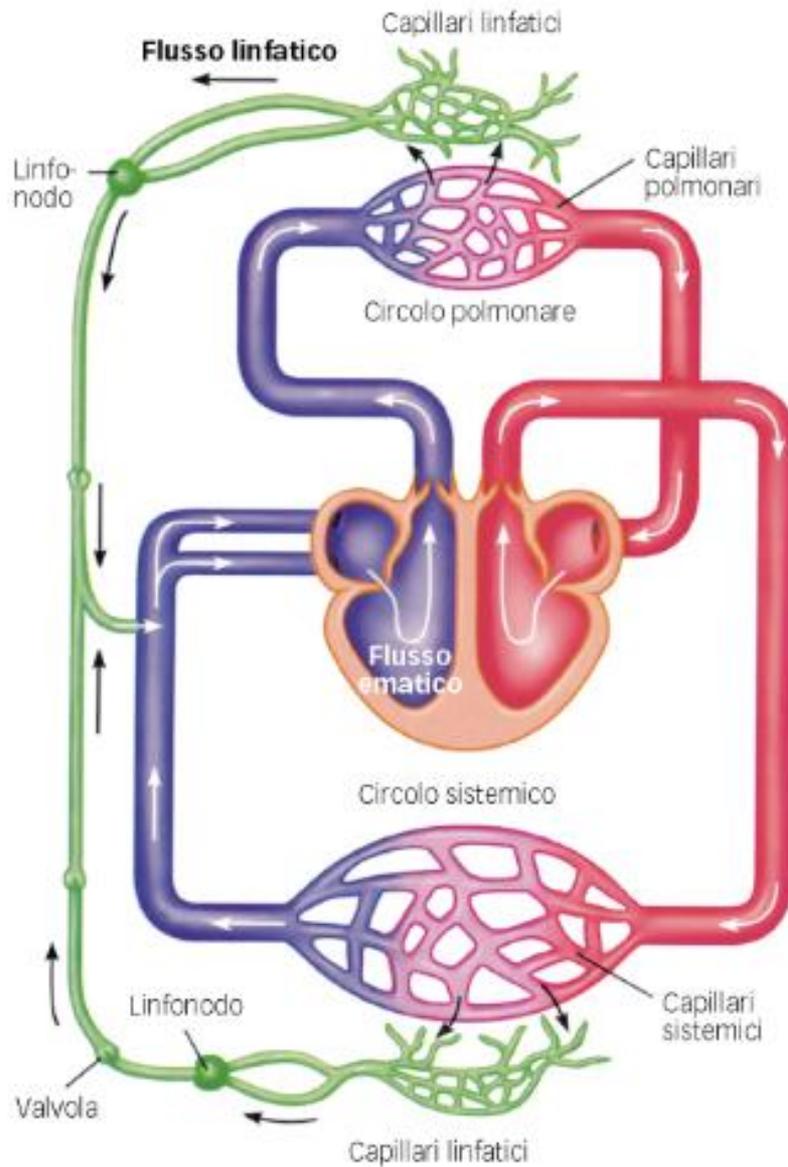
scambio di nutrienti, gas e prodotti di rifiuto

Una parte ristagna e deve essere riassorbita (20%)

↓  
Vasi linfatici = riportano al sangue venoso

Simile al plasma, minor percentuale di proteine





-2 Principali differenze: aperto/chiuso

-Pompa del cuore

-Comunicazioni fra i 2 sistemi

# Rapporti tra sistema linfatico e sistema cardiovascolare

I capillari linfatici originano a fondo cieco tra la rete capillare sanguigna.

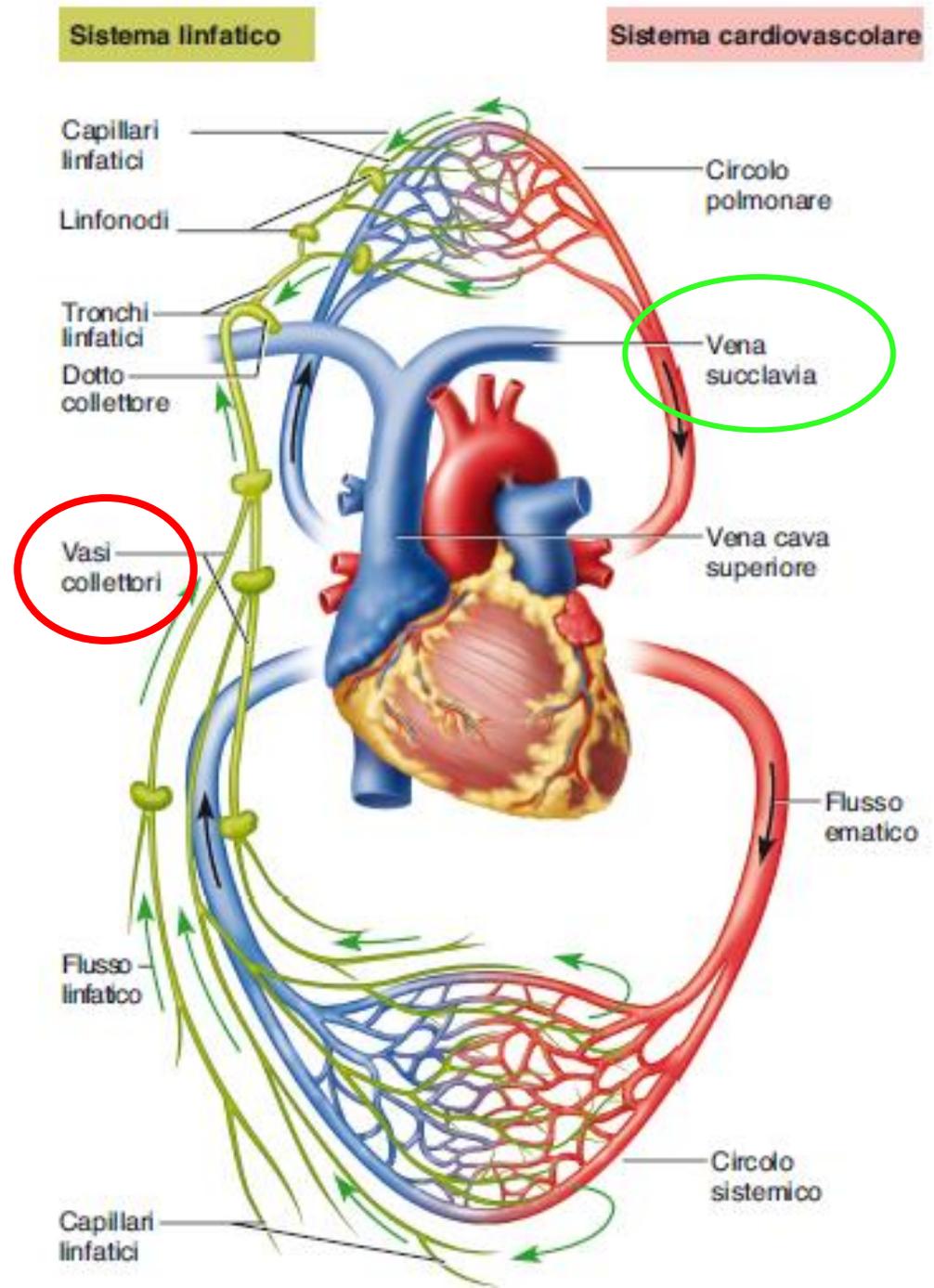
I capillari linfatici confluiscono in vasi di maggior calibro.

La direzione del flusso della linfa è sempre dalla periferia **verso la vena succlavia**.

I vasi linfatici sono interrotti dai linfonodi (filtri).

La linfa filtrata rientra nel circolo venoso.

La max parte del flusso linfatico deriva da fegato e intestino.

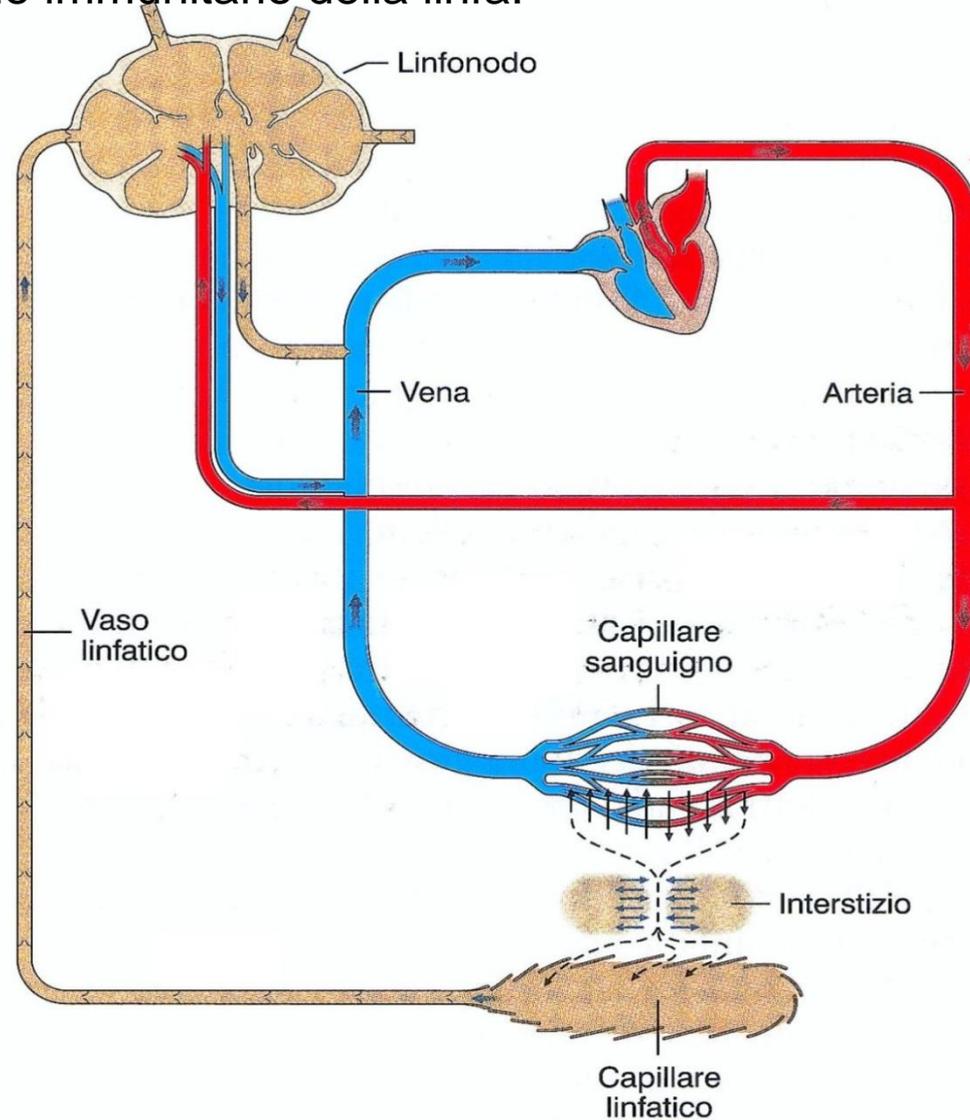


# Linfonodo

## interposto nella circolazione linfatica

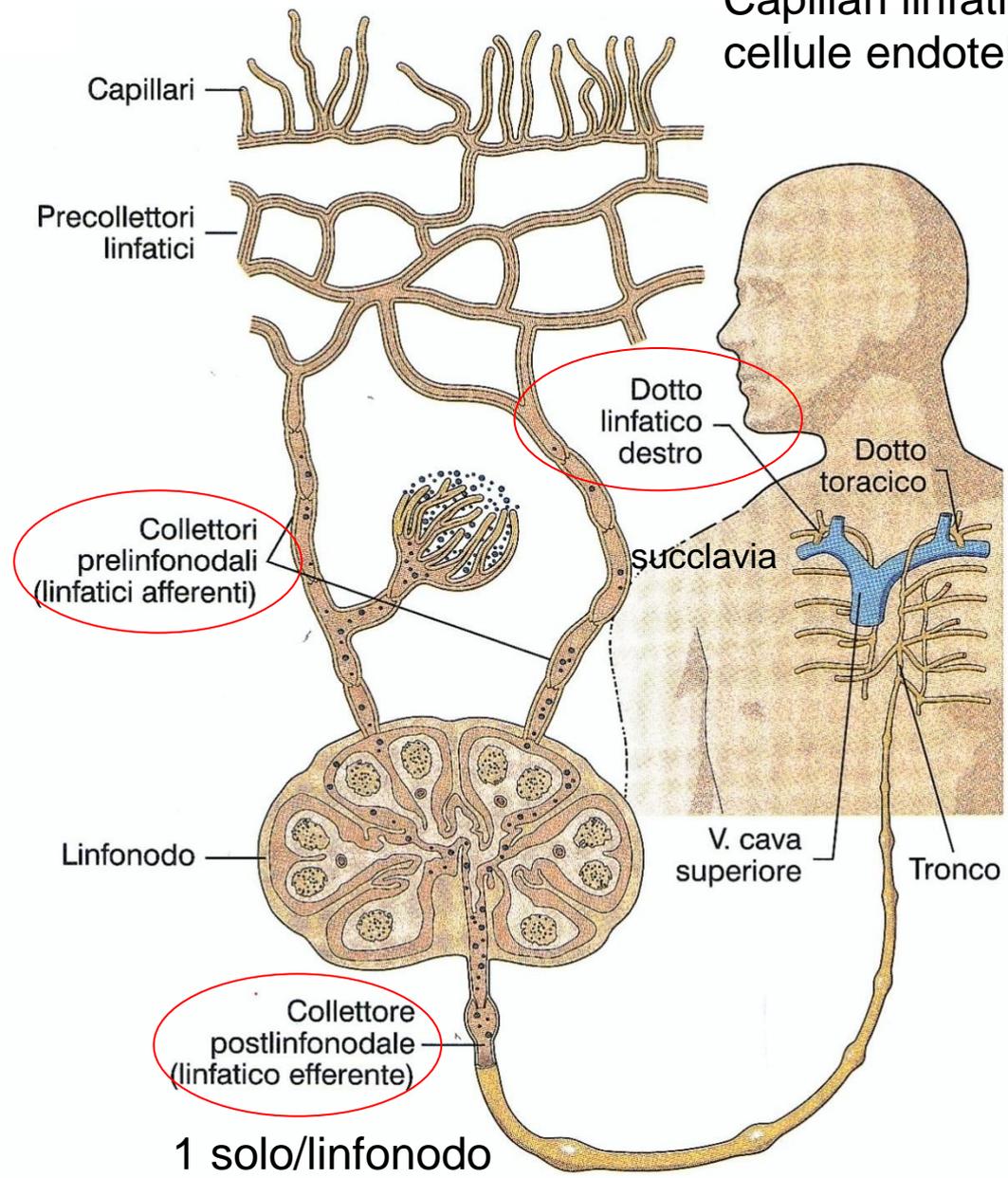
Stazione di filtraggio e di controllo immunitario della linfa.

Sorveglianza immunitaria



# I vasi linfatici

Capillari linfatici: 1 solo strato di cellule endoteliali



- Linfatici vs vene:
- parete + sottili
  - >> n. di valvole
  - fibre elastiche e m. liscio
  - presenza di linfonodi

1 solo/linfonodo

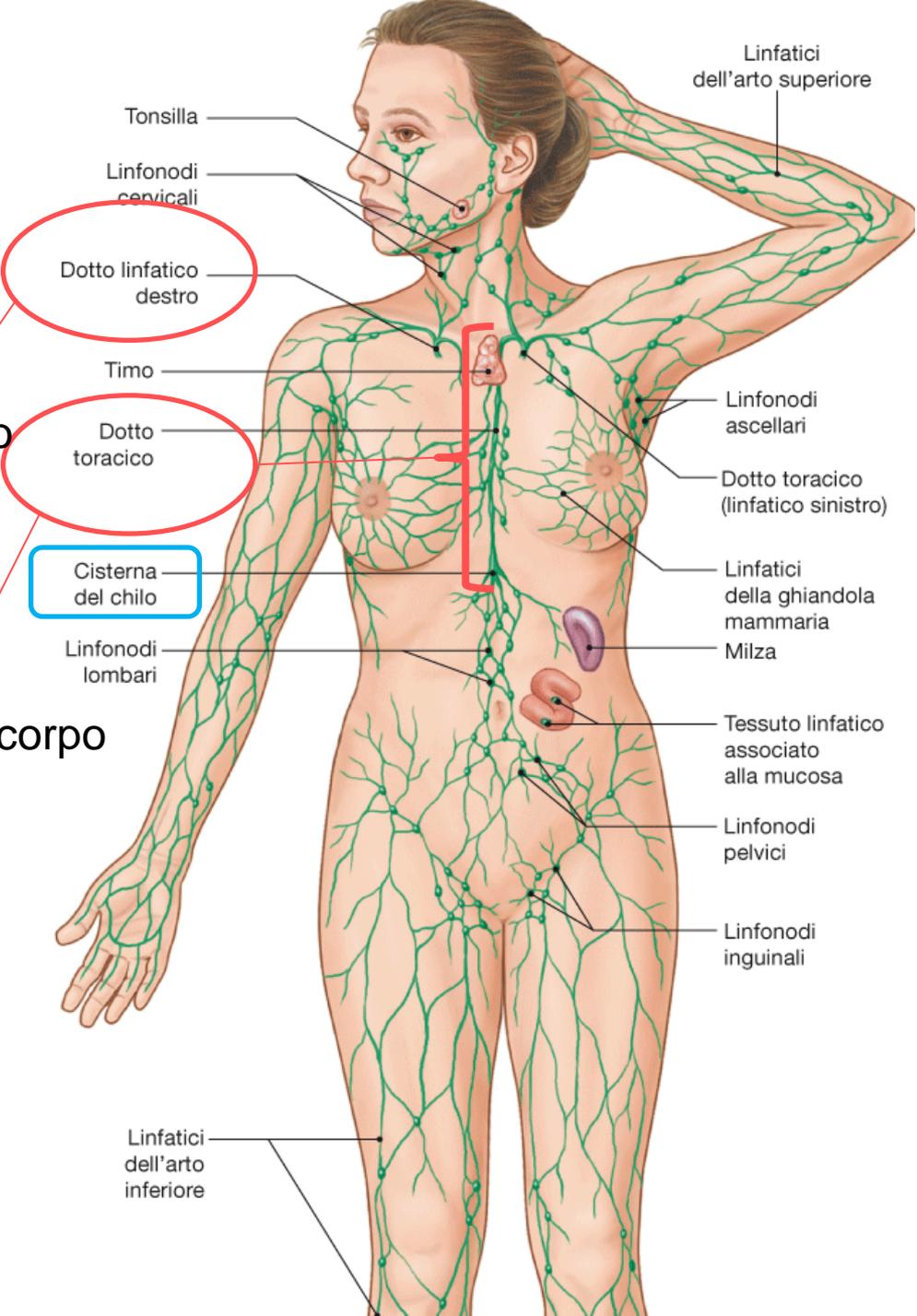
# I vasi linfatici

Superficiali: tessuto sottocutaneo  
sierose  
mucose

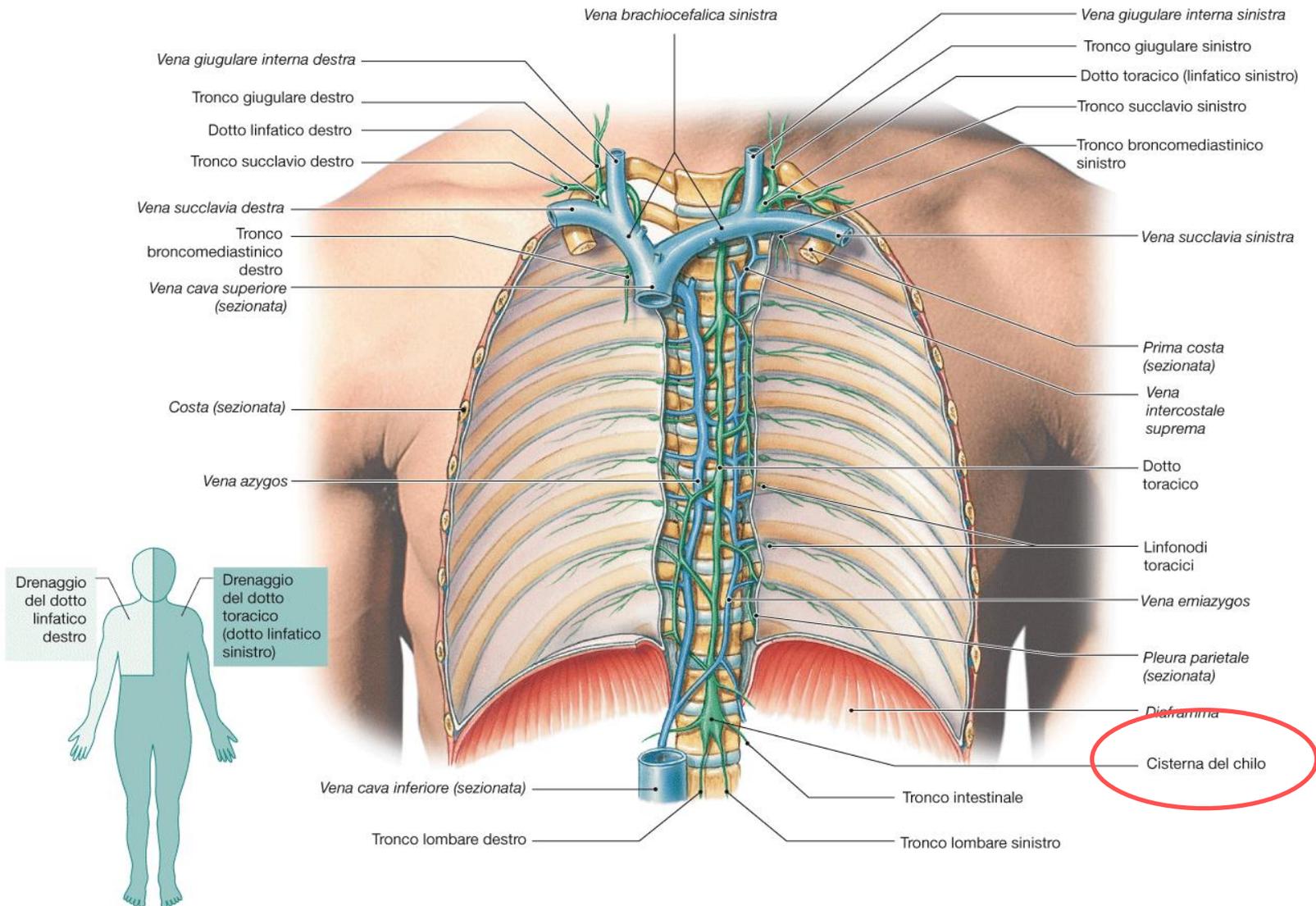
Profondi: muscoli  
organi di collo/arti/tronco  
visceri

2 grossi vasi collettori:  
**DOTTO LINFATICO DESTRO**  
Raccoglie la linfa della metà destra del corpo  
sup al diaframma  
(riversa nella vena succlavia dx)

**DOTTO TORACICO**  
Raccoglie linfa dal resto del corpo  
Alla base c'è la cisterna del CHILO  
(riversa nella vena succlavia sx)



# Decorso del dotto toracico

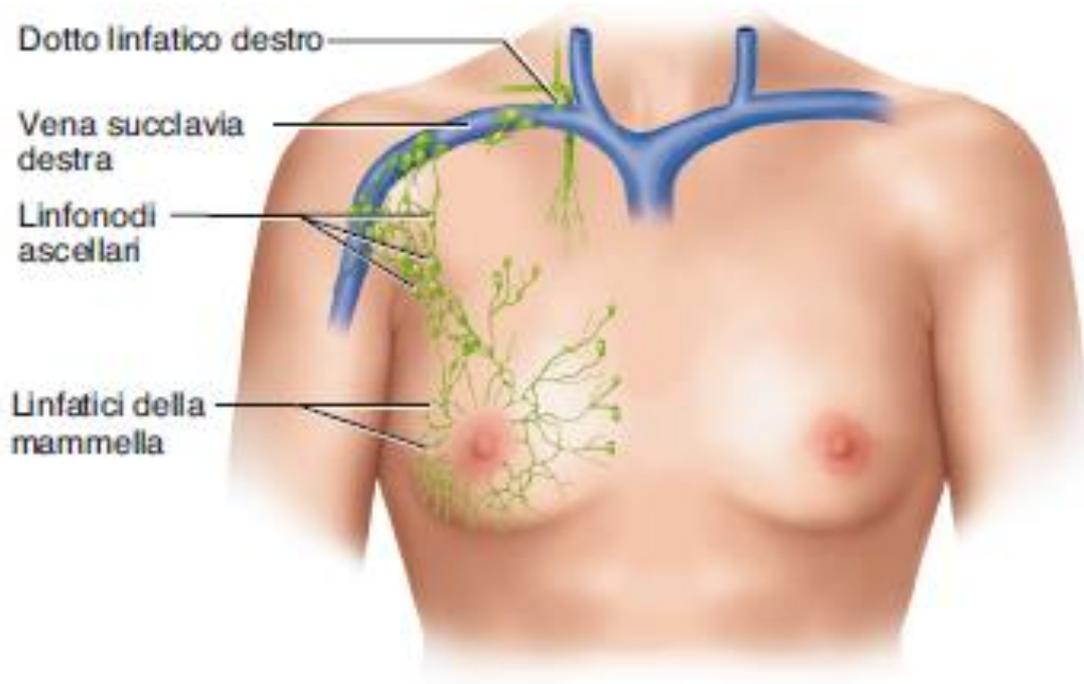


**Figura 23.4** Dotti linfatici e drenaggio linfatico

Sistema collettore di vasi linfatici, linfonodi e principali dotti linfatici collettori, e sua correlazione con le vene brachiocefaliche. Il dotto toracico raccoglie la linfa dalle regioni sottodiaframmatiche e dalla metà sinistra sopradiaframmatica. Il dotto linfatico destro drena la metà destra del corpo al di sopra del diaframma.

# Drenaggio linfatico

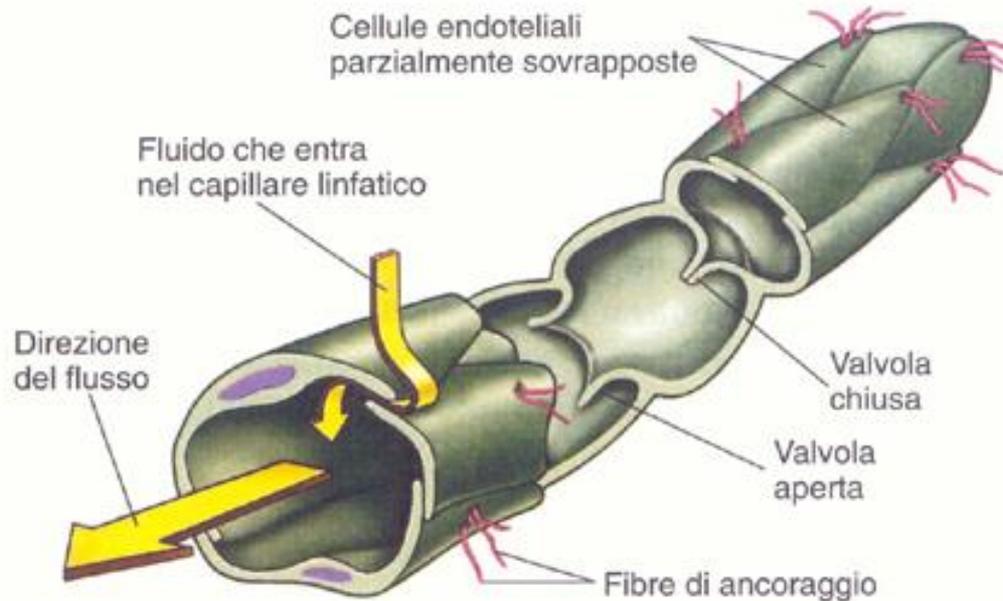
Drenaggio linfatico della regione mammaria e ascellare di destra



Regioni del corpo drenate dal dotto linfatico destro e dal dotto toracico



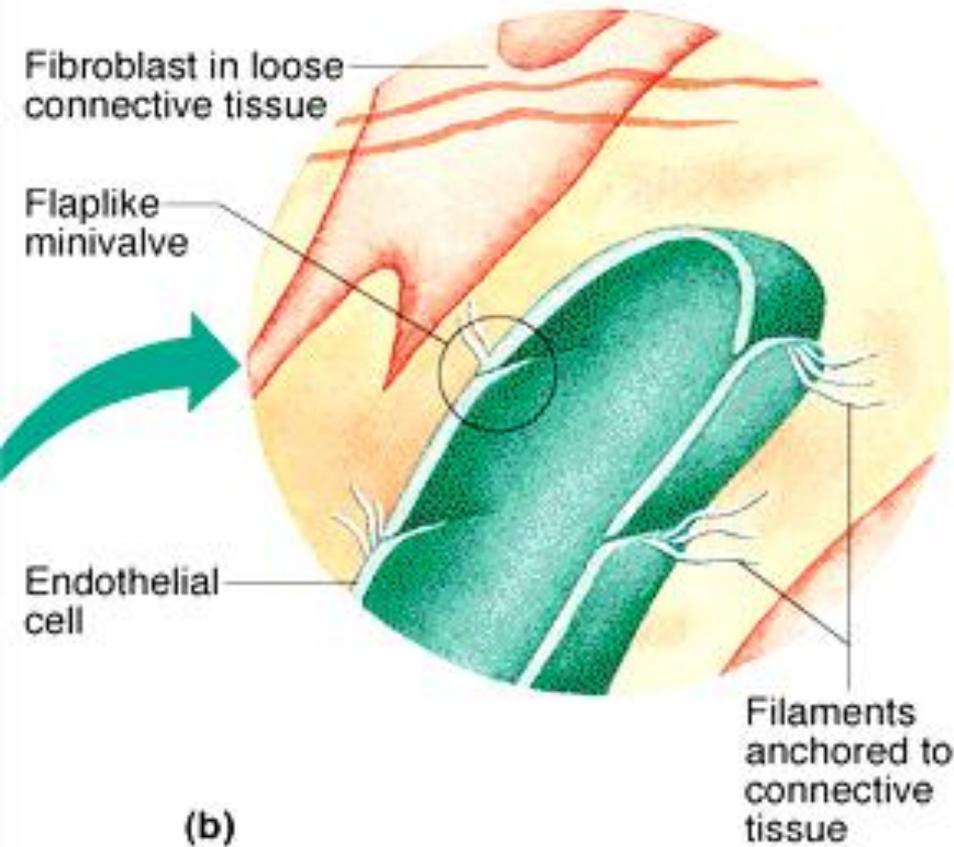
# Capillari linfatici



Invaginazioni della tonaca intima (endotelio), che si proietta nel lume, circondata da fasci di fibre muscolari lisce

- originano come vasi a fondo cieco (capillari linfatici, vasi chiliferi nell'intestino)
- Presenti in quasi tutti i tessuti (eccezione di: sistema nervoso centrale\*, cartilagine, osso, midollo osseo, timo, denti)
- Unico strato di cellule endoteliali piatte parzialmente sovrapposte (permettendo l'entrata ma non la fuoriuscita dei liquidi)
- Filamenti di ancoraggio
- Numerose valvole (aspetto varicoso)
- Elevata permeabilità (endotelio fenestrato e m. basale discontinua)

# Minivalvole



Le cellule endoteliali che formano la parete del capillare non sono strettamente unite;

i margini, distaccati, sporgono leggermente come lembi di una valvola, e sono facilmente apribili

**FILAMENTI DI ANCORAGGIO:**

Fibre della matrice extracellulare (mantengono aperte le vie di passaggio quando la P interstiziale aumenta- impedisce lo schiacciamento del capillare)

# Vasi linfatici di conduzione

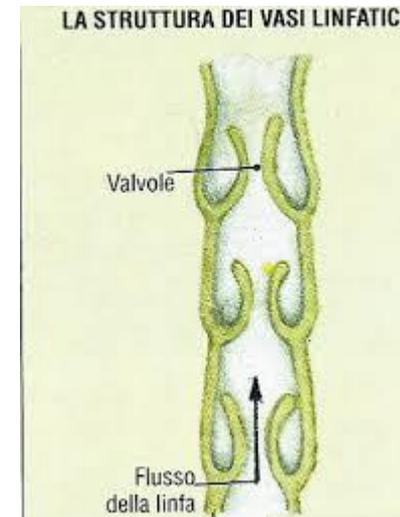
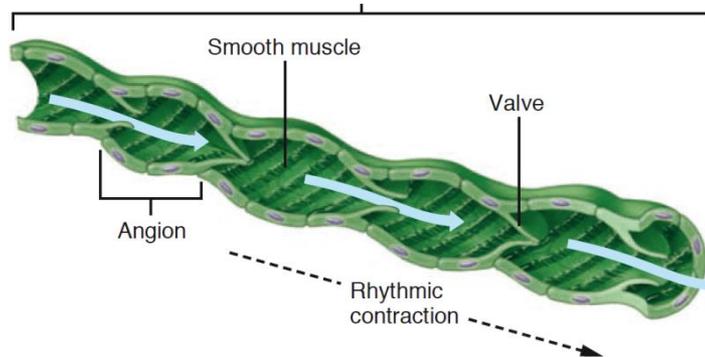
-Membrana basale continua

-Compaiono fibre muscolari lisce e componente connettivale

-Nei linfatici con diametro superiore a 0,2 mm lamine simili alle tonache dei vasi ematici ma meno distinguibili

-Valvole - I linfatici di diametro superiore sono innervati + contrazioni ritmiche delle fibrocellule muscolari della parete

(aspetto a bottone)



# Pompa linfatica

-IMPORTANZA DELLE VALVOLE

-AZIONI LINFOCINETICHE  
(attività che producono il  
movimento o flusso centripeto  
della linfa)

- MOVIMENTI RESPIRATORI
- CONTRAZIONI M. SCHELETRICA
- PULSAZIONI ARTERIE ADIACENTI
- CAMBIAMENTI POSTURALI
- COMPRESSIONE PASSIVA DEI  
TUSSTI MOLLI DEL CORPO

-RISVOLTO PATOLOGICO: LINFEDEMA



## 2) Organi linfatici

centrali (primari):

MIDOLLO OSSEO e TIMO

- i **linfociti** fanno la loro prima comparsa (LINFOPOIESI)
- cellule staminali indifferenziate che poi si differenziano in linfociti maturi
- non c'è incontro con antigene

I linfociti maturi esprimono recettori antigenici e acquisiscono maturità fenotipica e funzionale.

periferici (secondari):

LINFONODI, MILZA

(TONSILLE, TESSUTO LINFATICO ASSOCIATO ALLE MUCOSE)

- i **linfociti**, si moltiplicano e si trasformano in seguito a stimolazione antigenica
- qui si ha risposta immunitaria

La risposta dei linfociti agli antigeni estranei viene iniziata e sviluppata

# Video\_Lymphatic system

<https://www.youtube.com/watch?v=cCPyWFK0IKs>

# Midollo osseo

Dove si trova?

All'interno del tessuto osseo spugnoso:

Epifisi delle ossa lunghe

Corpo delle vertebre

Ossa piatte: coste, sterno, bacino, cranio

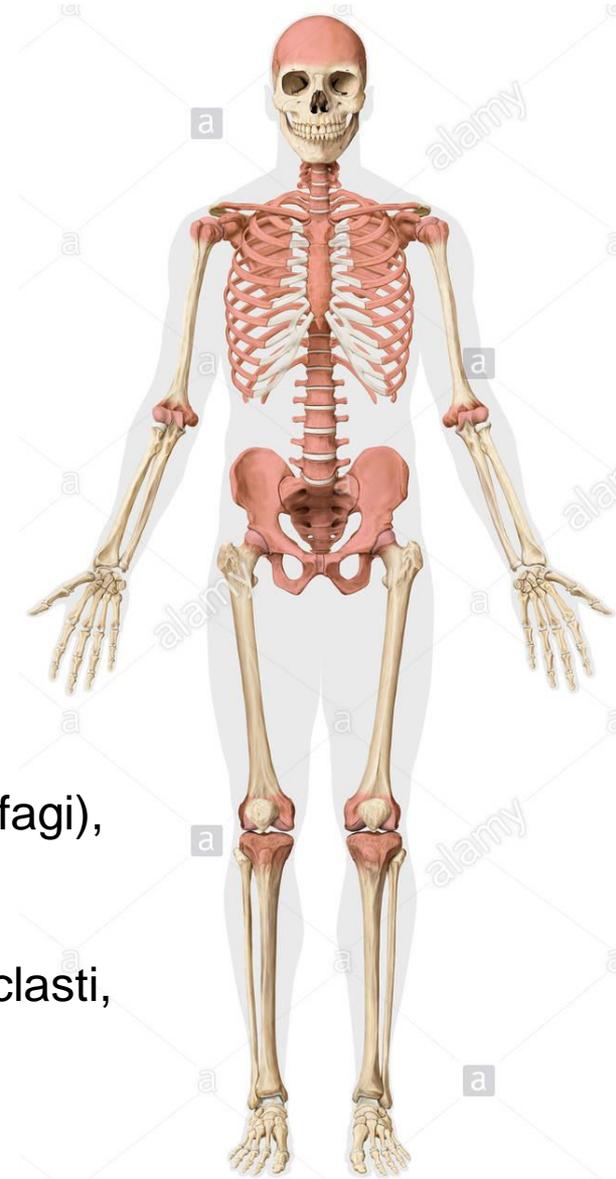
Il midollo osseo rappresenta dal 4 al 6%

del peso corporeo

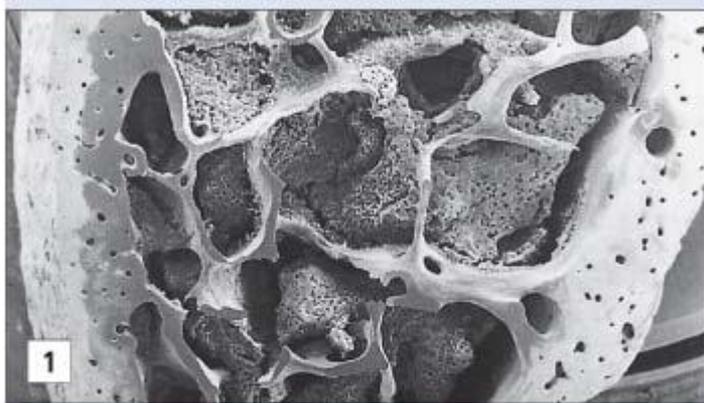
contiene molti tipi cellulari come

cellule stromali  
(fibroblasti, macrofagi),  
cellule endoteliali,  
adipociti,  
osteoblasti, osteoclasti,  
cellule staminali

(diventa midollo osseo giallo –ricco di adipociti–  
col passare dell'età)



# Sede del Midollo osseo



Microfotografia elettronica di midollo osseo.

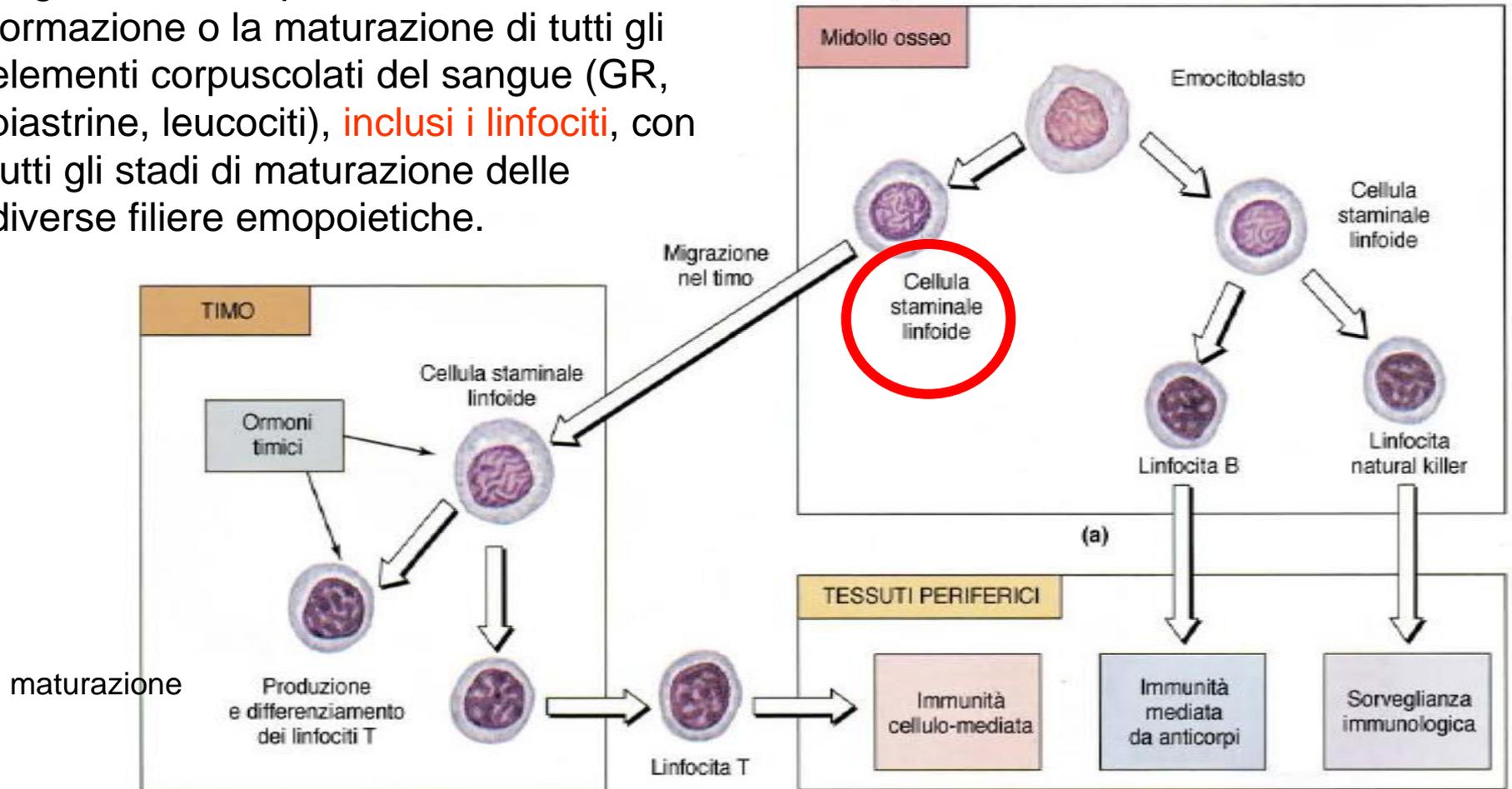
La linfopoiesi avviene nelle cavità dell'osso spugnoso tra le trabecole ossee.

# Midollo osseo (rosso)

## EMATOPOIESI

Sviluppo di differenti linee di cellule ematiche a partire da un singolo precursore

Organo linfatico primario in cui si ha la formazione o la maturazione di tutti gli elementi corpuscolati del sangue (GR, piastrine, leucociti), **inclusi i linfociti**, con tutti gli stadi di maturazione delle diverse filiere emopoietiche.

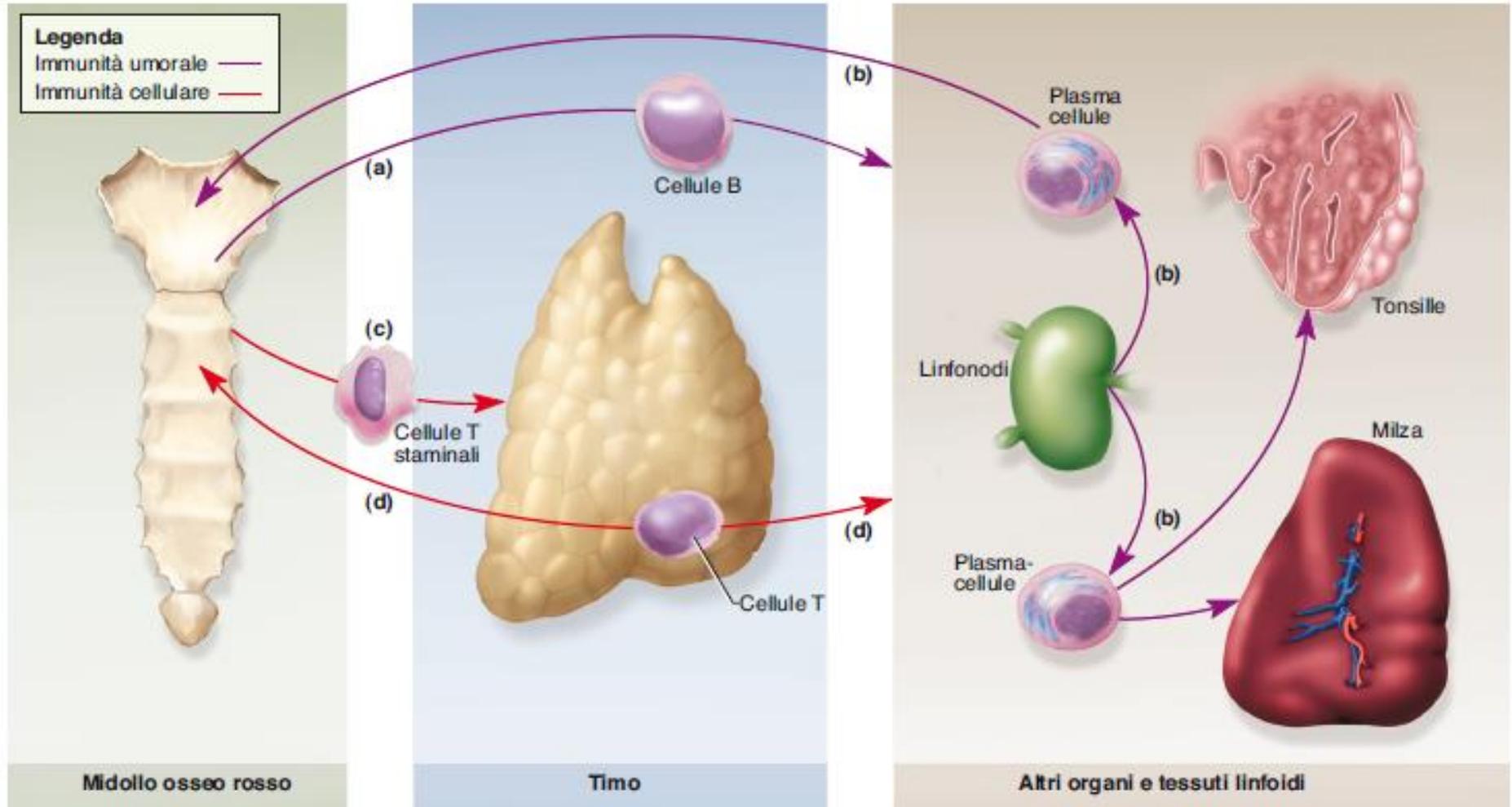


# Cellule coinvolte nella risposta immunitaria

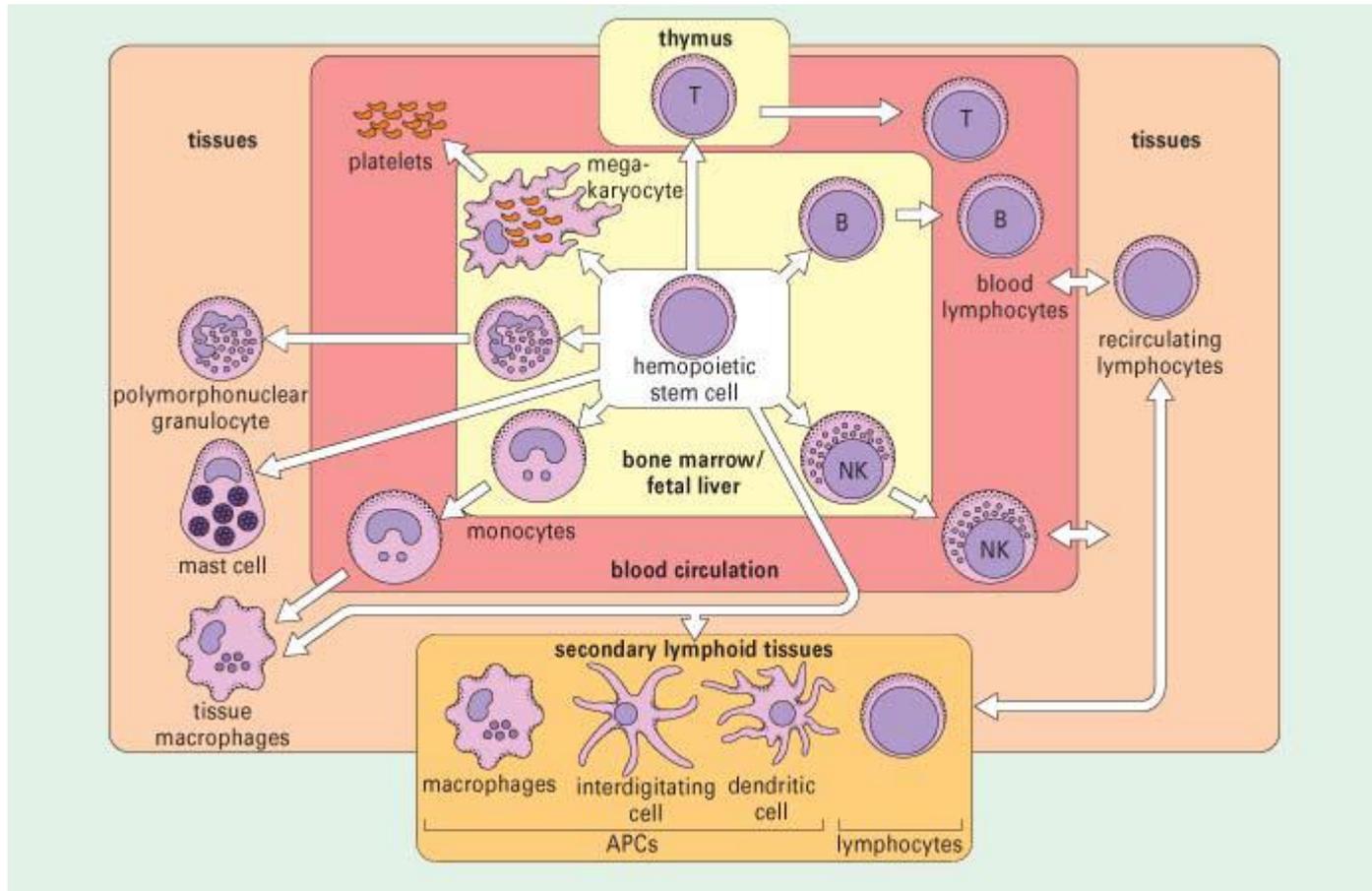
- **Linfociti B:** responsabili della risposta umorale => plasmacellule (producono e secernono anticorpi specifici)
- **Linfociti T:** responsabili della immunità cellulare (aggrediscono i patogeni; rigetto nei trapianti)
- **Cellule NK:** uccidono cellule trasformate da tumori o virus, batteri, parassiti e funghi.
- **Cellule APC** (*antigen presenting cells*): fagocitano, processano e presentano gli antigeni (macrofagi, cellule dendritiche)

# Organi linfocitari primari

# Organi linfocitari secondari



# Origine delle cellule del sistema immune

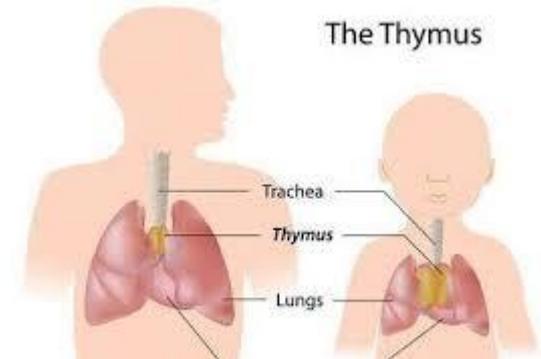
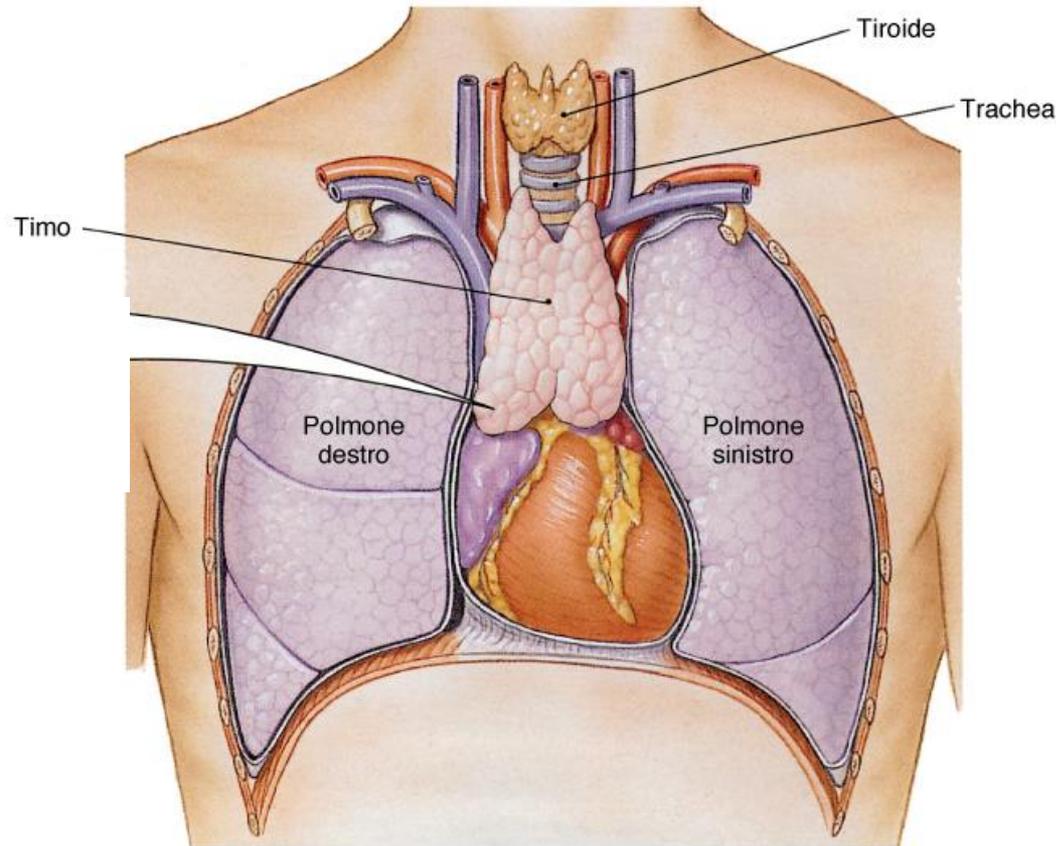


# TIMO

Parte antero-superiore del mediastino

Davanti al cuore e alla trachea, dietro allo sterno

Si estende dal margine inferiore della tiroide fino alla 4° cartilagine costale



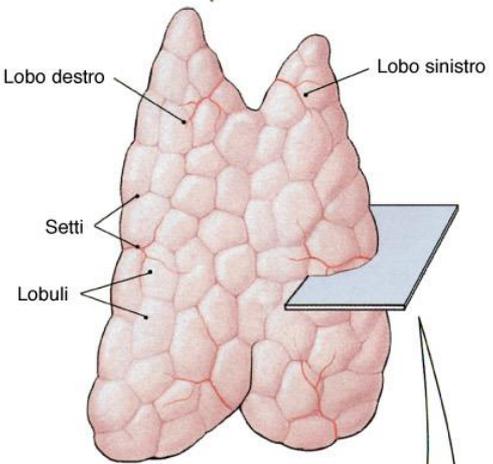
Max sviluppo nel bambino di due anni

35-45 gr (pubertà)

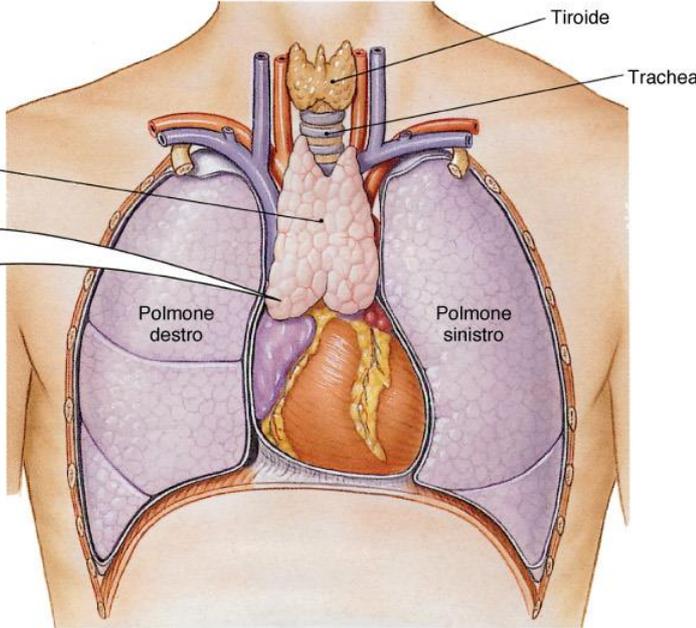
10 gr adulto

# Macro e micro anatomia del timo

2 lobi  
 Molti lobuli  
 Capsula + setti  
 (no ilo)

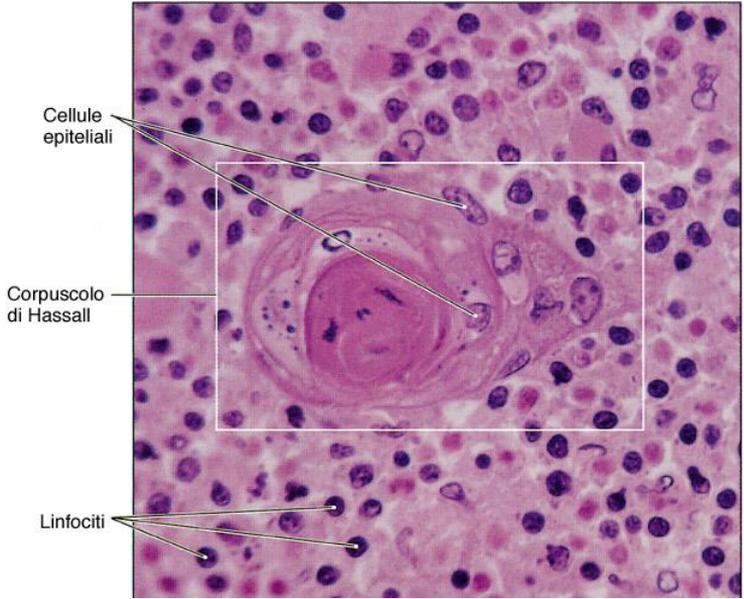
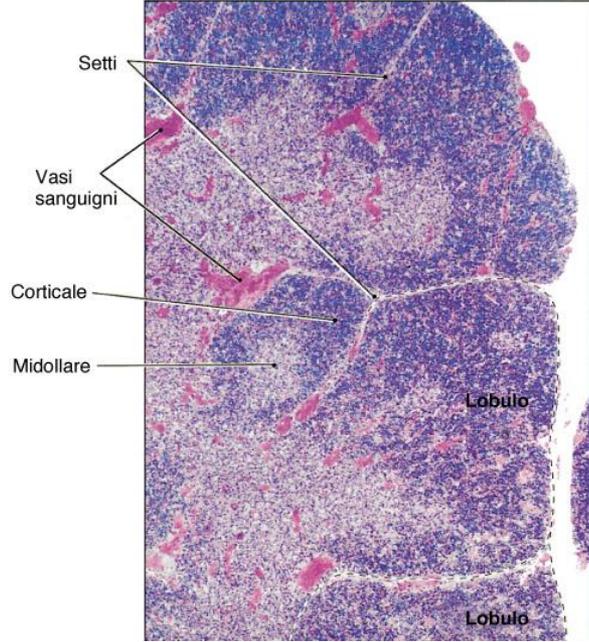


(a) Timo



(b) Posizione del timo nella cavità toracica

Corticale  
 Midollare  
 Corpuscolo di Hassal



# Principali tipi cellulari presenti nel timo:

**Parenchima** { **LINFOCITI T (popolazione dominante, timociti)**  
**MACROFAGI**

**Stroma** — **CELLULE EPITELIALI (reticolari o stellate)**

**Corticale e Midollare: linfociti (timociti) intercalati in una rete cellulare di sostegno costituita da cellule epiteliali diverse dal tessuto connettivo di supporto degli altri organi linfoidi**

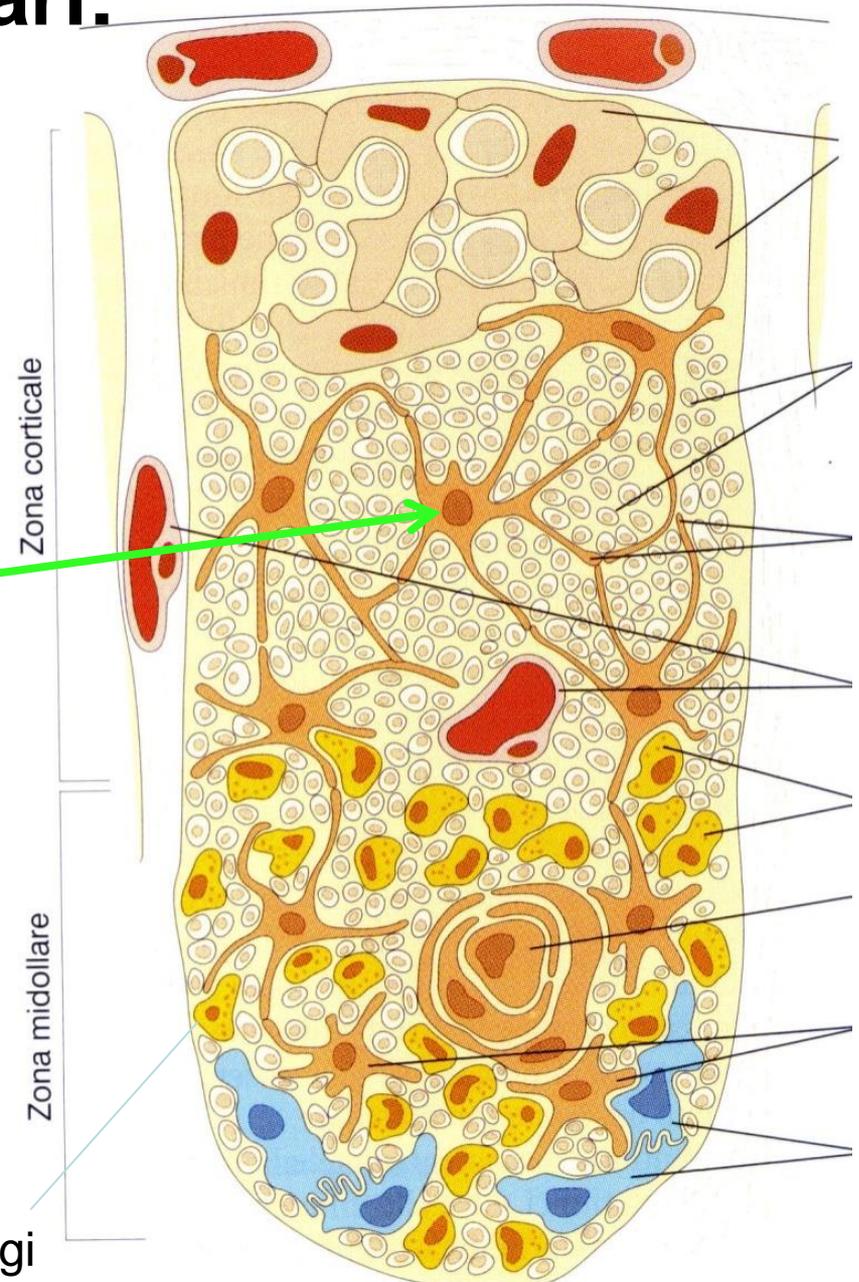
# Cellule epiteliali reticolari:

- grandi di forma irregolare, nucleo voluminoso e maggiore estensione del citoplasma, numerosi nella midollare

- SUPPORTO per i linfociti, sia strutturale che funzionale (ormoni per maturazione dei linfociti – **nurse cells** nella corticale)

- circondando i capillari e i linfociti, concorrono a formare la **BARRIERA EMATO TIMICA**

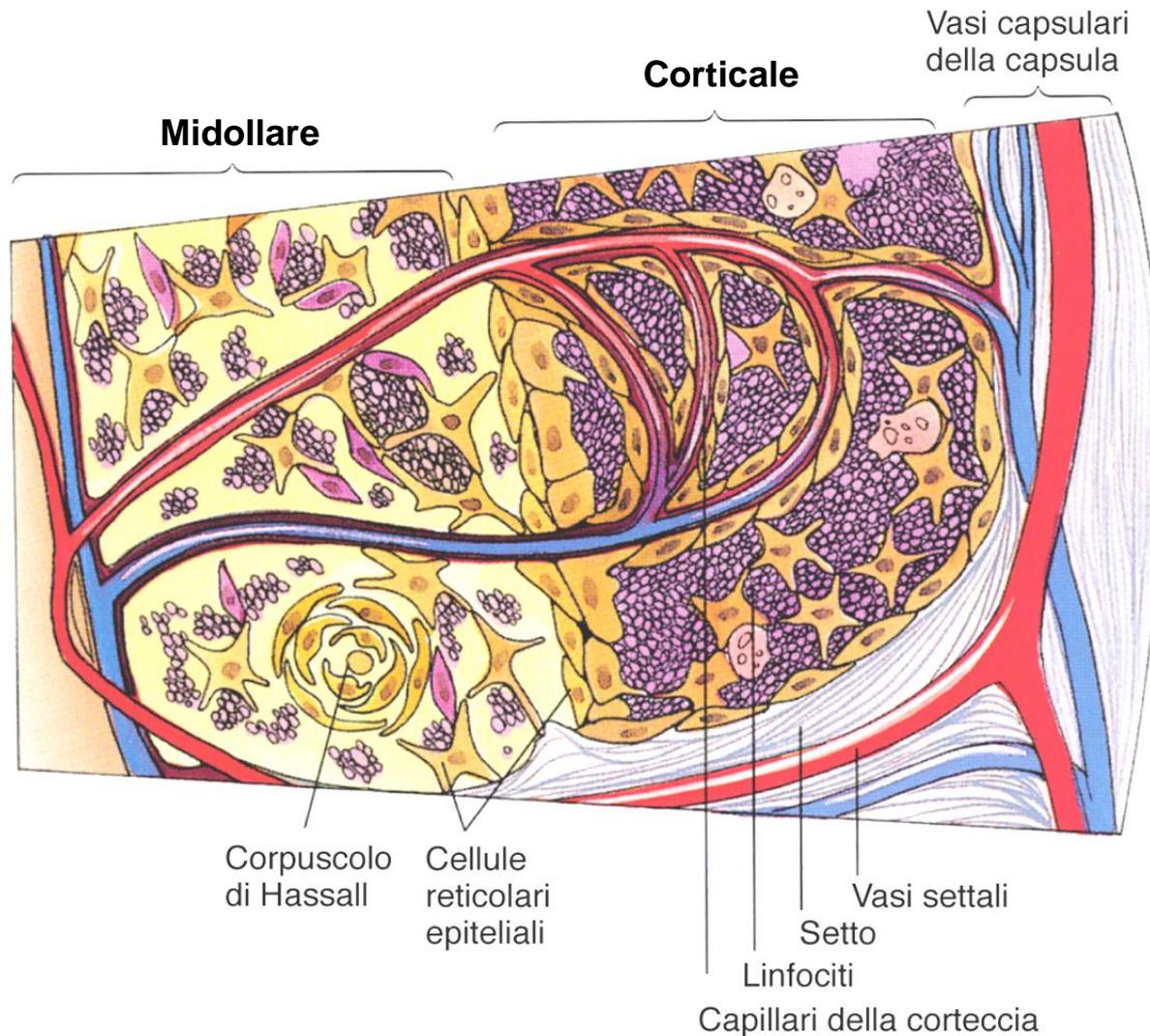
- **Corpuscoli di Hassal** (cellule reticolari morte disposte concentricamente –funzione poco chiara; prob rilascio di citochine-)



Macrofagi

# Barriera emato-timica

Lungo i capillari (CORTECCIA) del timo le cellule epiteliali si dispongono in più strati formando una barriera continua che isola i linfociti da eventuali contaminanti che possono raggiungere il timo per via ematica.



A livello della giunzione cortico-midollare i linfociti T maturi possono entrare nella circolazione sanguigna.

# LINFOCITI T

Sono presenti sia nella corticale che nella midollare, ma sono più numerosi nella corticale. La loro taglia è variabile (5-10 um).

Nella corticale i linfociti T immaturi arrivati dal midollo osseo si moltiplicano e diventano immunocompetenti, poi migrano verso la midollare e lasciano l'organo per via ematica

# MACROFAGI

Meno numerosi rispetto agli altri tipi cellulari

Sono presenti sia nella corticale che nella midollare, specialmente attorno ai vasi

Si distinguono difficilmente dalle cellule reticolari (morfologicamente).

# FUNZIONI del TIMO

## Sede del differenziamento (maturazione) dei linfociti T

- I linfociti immaturi si moltiplicano nella corticale. Man mano che procede la loro maturazione\* si spostano in profondità ed entrano nella midollare come cellule immunocompetenti.
- Parecchi di questi linfociti lasciano poi il timo e raggiungono col sangue la milza, i linfonodi e altri tessuti linfatici
- **Secrezione di ormoni** = CELLULE EPITELIALI Nurse cells (TIMOSINA, TIMOPOIETINA, TIMULINA E FATTORE TIMICO UMORALE) che promuovono il differenziamento delle cellule T.

\*Selezione (positiva e negativa) dei timociti: self/not-self