

SISTEMA CIRCULATORIO

SISTEMA CIRCOLATORIO

CONSTA DI DUE DISTINTI SISTEMI CIRCOLATORI, TUTTAVIA TRA LORO INTEGRATI DAL PUNTO DI VISTA MORFO-FUNZIONALE, NELL' AMBITO DEI QUALI SCORRONO TESSUTI CONNETTIVI «A MATRICE EXTRACELLULARE LIQUIDA»

SISTEMA CIRCOLATORIO SANGUIFERO, in cui vi scorre il SANGUE

SISTEMA CIRCOLATORIO LINFATICO, in cui vi scorre la LINFA

Figura 21.1 Schema della circolazione polmonare e sistemica Il sangue scorre attraverso due circoli separati, il polmonare e il sistemico, spinto dalla pompa cardiaca. Ogni circolo inizia e finisce al cuore e contiene arterie, capillari e vene. Le frecce indicano la direzione del flusso sanguigno all'interno di ogni circolo.

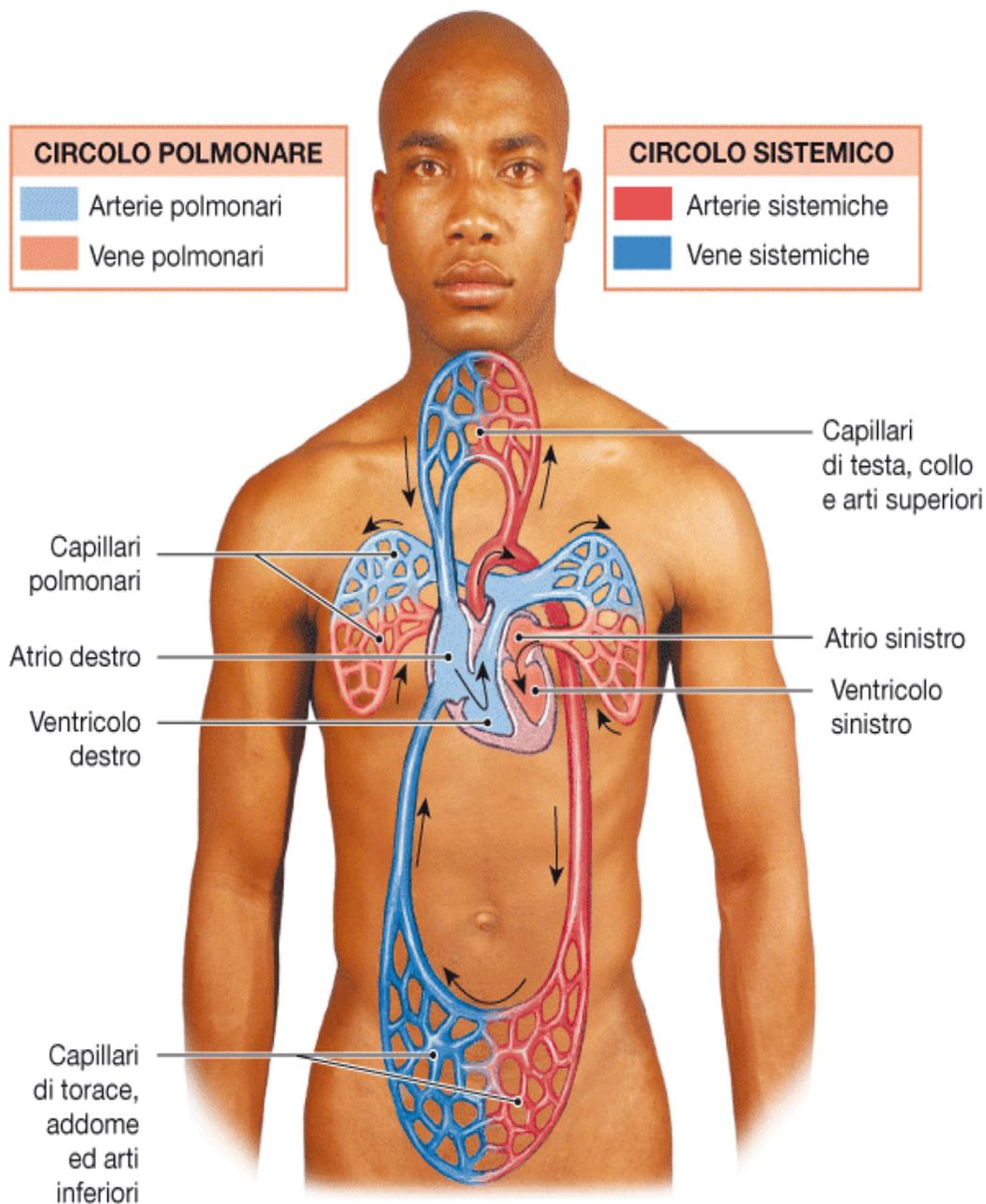
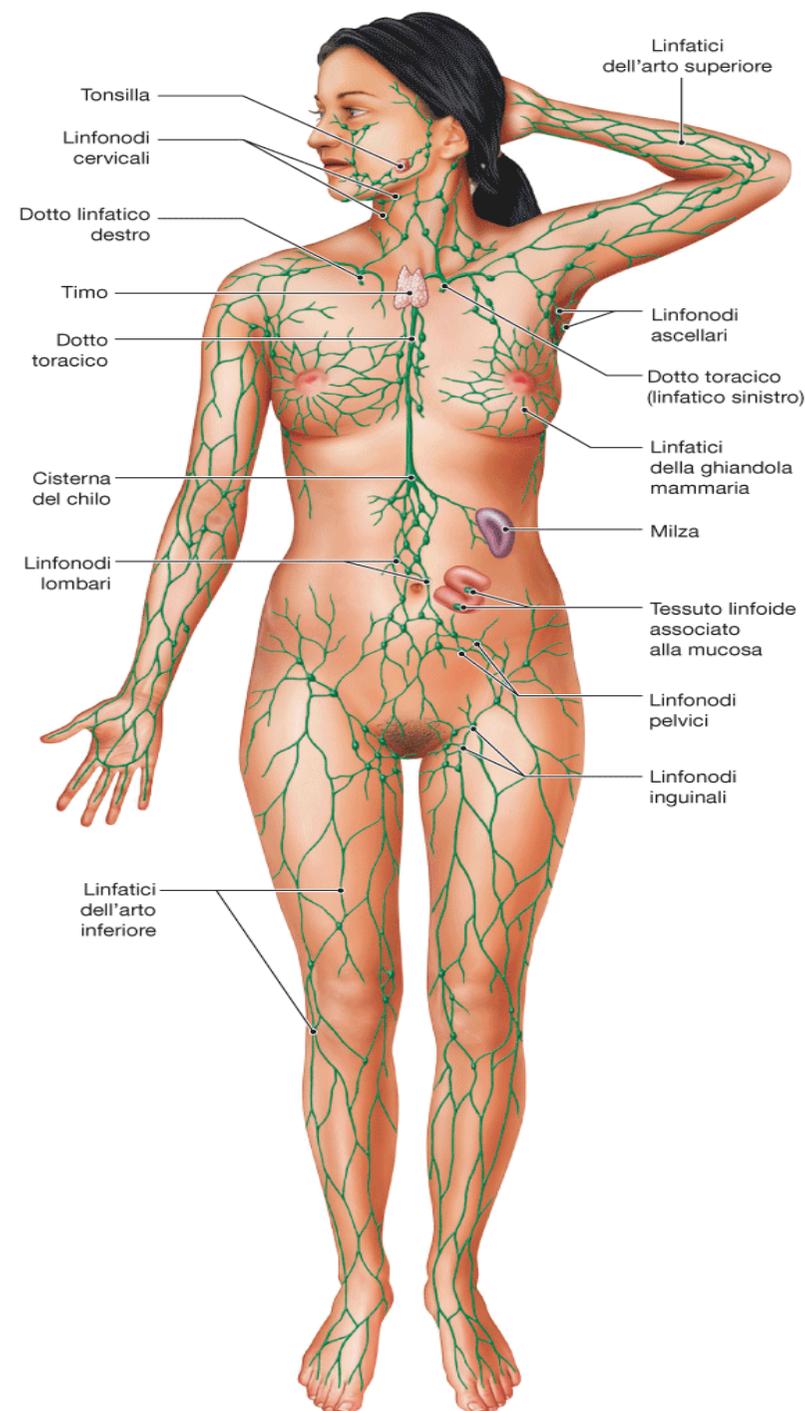


Figura 23.1 Sistema linfatico Organizzazione generale del sistema linfatico: distribuzione dei vasi linfatici, dei linfonodi e degli organi linfoidi.



SISTEMA CIRCOLATORIO SANGUIFERO

- PUO' ESSERE DEFINITO UN SISTEMA IDRAULICO "CHIUSO" PIUTTOSTO SIMILE AD UN IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/RAFFREDDAMENTO
- VI SCORRE IL SANGUE, COMPLESSO TESSUTO CONNETTIVO A MATRICE (ECM) LIQUIDA
- CONSTA DI UNA POMPA PROPULSIVA (CUORE), CHE OPERA ANCHE COME ORGANO RECETTORE DEL SANGUE REFLUO
- DI VASI EFFERENTI DAL CUORE : ARTERIE
- DI VASI AFFERENTI AL CUORE : VENE
- DI MICROCIRCOLI: SITI DI INTERPOSIZIONE TRA LA SEZIONE ARTERIOSA E VENOSA (DI NORMA) DOVE AVVENGONO SCAMBI GASSOSI E SI VERIFICA IL PROCESSO FISIOLOGICO DI TRASUDAZIONE (PASSAGGIO SELETTIVO DI ACQUA E SOLUTI).

TIPI DI VASI PRESENTI NEL SISTEMA CIRCOLATORIO SANGUIFERO

- ARTERIE: conducono il sangue dal CUORE nei vari DISTRETTI CORPOREI, indipendentemente se esse contengono sangue ossigenato o meno
- VENE: conducono il sangue dai vari DISTRETTI CORPOREI al CUORE
- VASI DEI MICROCIRCOLI:
 - CAPILLARI
 - # CONTINUI
 - # FENESTRATI
 - SINUSOIDI

SANGUE

Tessuto CONNETTIVO con ECM Liquida, nell'ambito del quale le Cellule della Serie Rossa (ERITROCITI) sono deputate ad attuare gli SCAMBI GASSOSI Ossigeno vs. Anidride Carbonica, sia nell'ambito dei diversi distretti corporei (fornitura di Ossigeno ed asporto di Anidride Carbonica), sia nello specifico ambito polmonare (prelevare Ossigeno dall'Aria Inspirata ed espellere Anidride Carbonica nell'Aria Espirata).

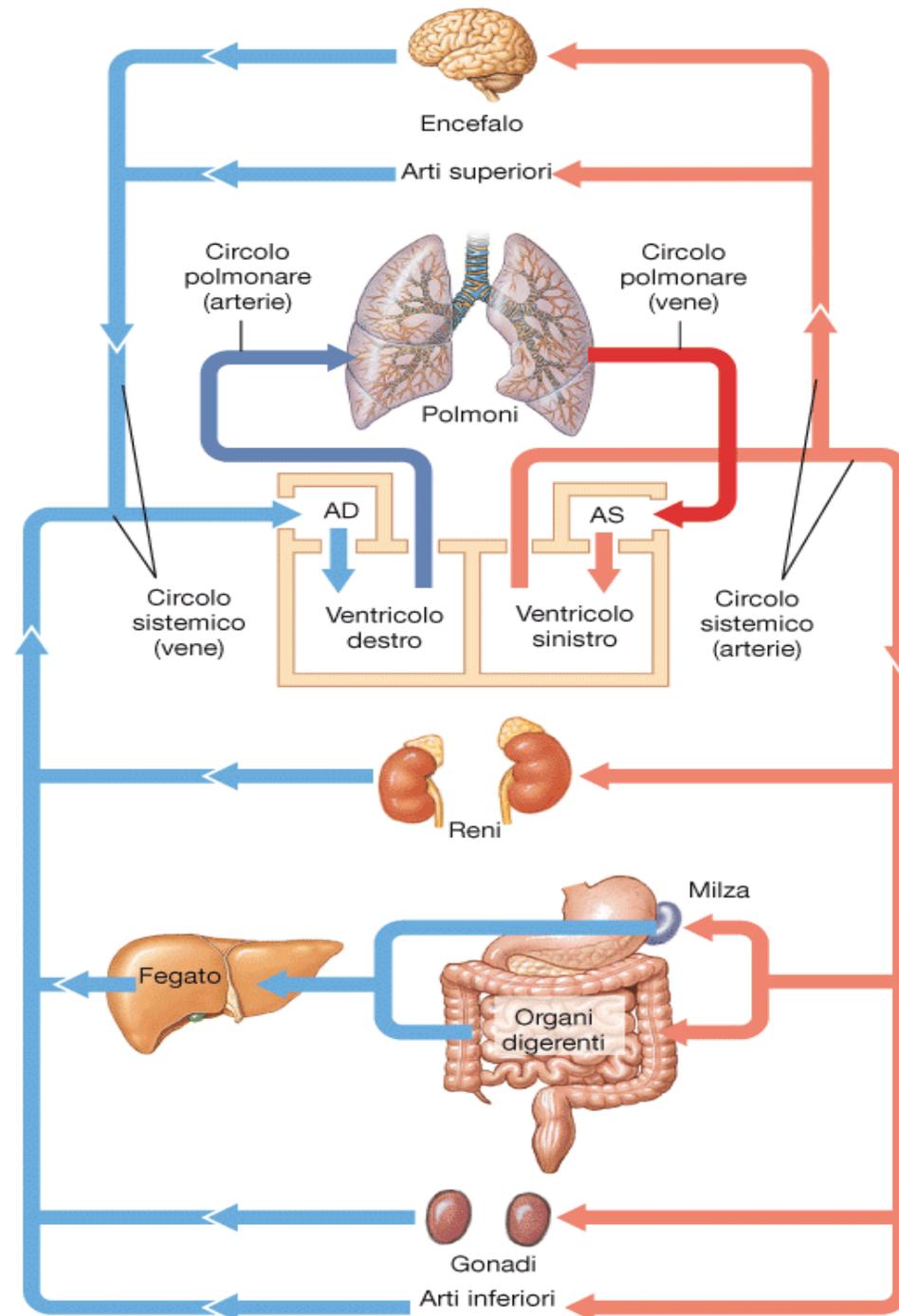
Per tale motivo, sono necessarie 2 distinte sezioni morfofunzionali.

- GRANDE CIRCOLAZIONE o SISTEMICA
- PICCOLA CIRCOLAZIONE o POLMONARE

SEZIONI MORFO-FUNZIONALI DEL SISTEMA CIRCOLATORIO SANGUIFERO

- CIRCOLAZIONE SISTEMICA o GRANDE CIRCOLAZIONE
 - APPORTA OSSIGENO e METABOLITI AI VARI DISTRETTI CORPOREI
 - NE ASPORTA ANIDRIDE CARBONICA e CATABOLITI
- CIRCOLAZIONE POLMONARE o PICCOLA CIRCOLAZIONE
 - VEICOLA IL SANGUE AI POLMONI PER LA SUA OSSIGENAZIONE

Figura 22.7 Schema generale del circolo sistemico



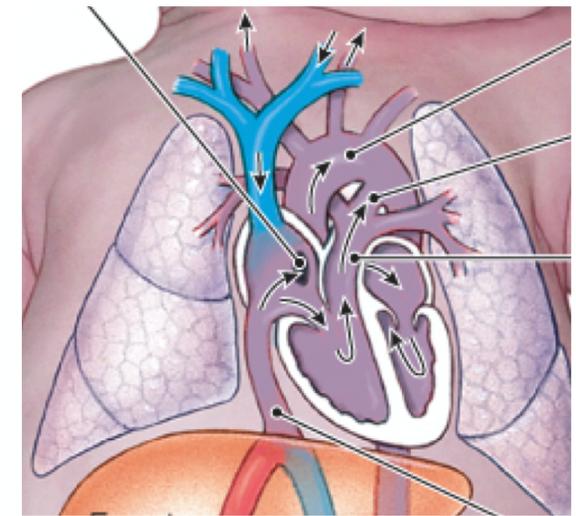
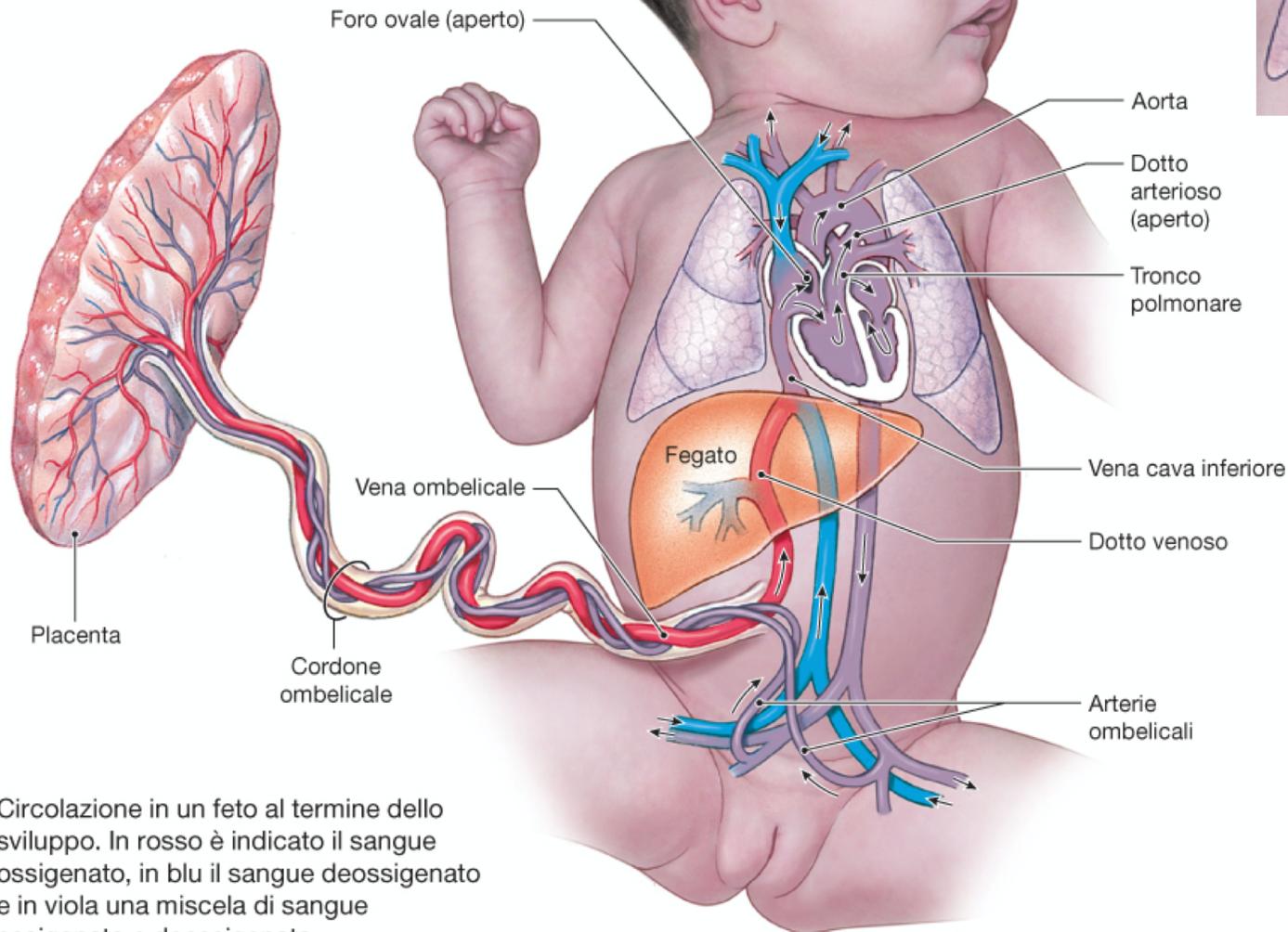
CENNI ALLA CIRCOLAZIONE FETALE

Il Feto, essendo immerso nel Liquido Amniotico, non può utilizzare i polmoni, pertanto l' Ossigenazione del Sangue avviene nella PLACENTA.

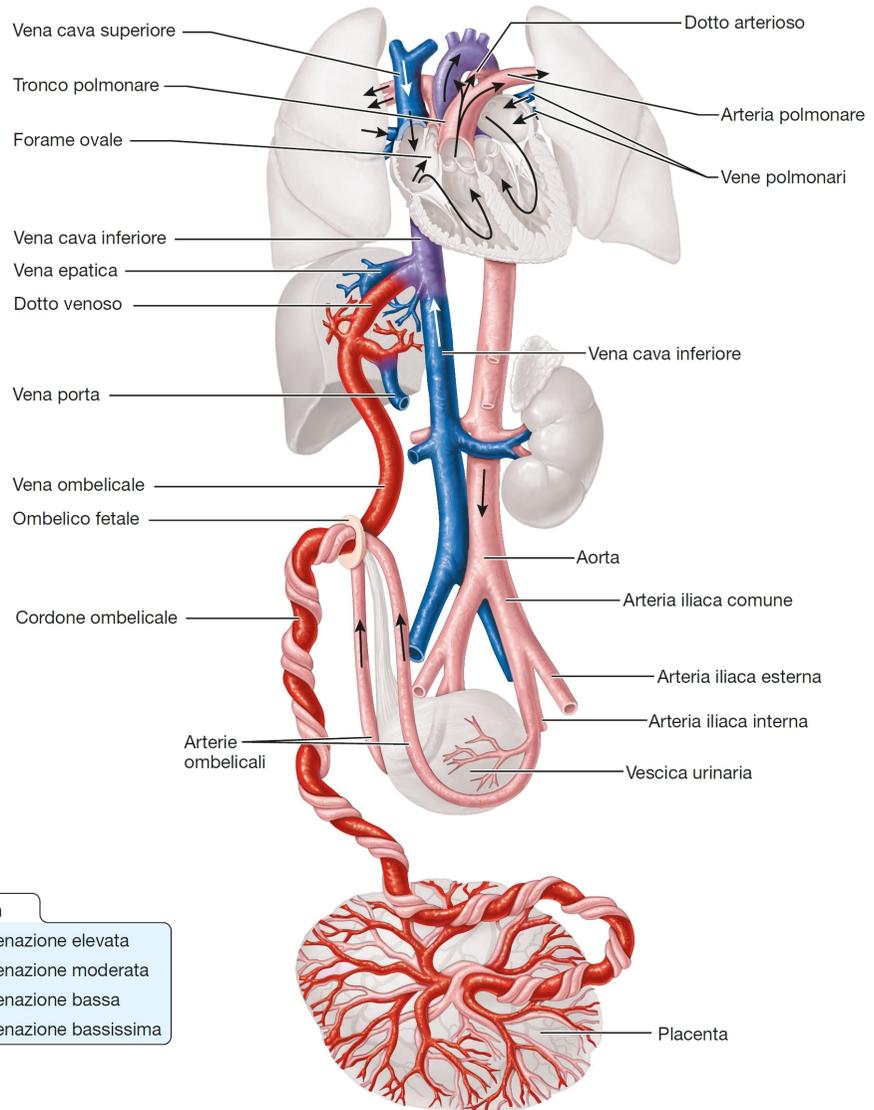
Il Sangue Fetale vi giunge attraverso le 2 ARTERIE OMBELICALI che decorrono nel Cordone Ombelicale. Dalla Placenta, il Sangue rientra nel Feto tramite l' UNICA VENA OMBELICALE, che, mediante un sistema di raccordo vascolare a livello del Fegato (Dotto Venoso di Aranzio), lo riversa nella Vena Cava Inferiore del Circolo Sistemico.

A livello del cuore, il sangue (parzialmente ossigenato), non impegna il circolo polmonare, ma passa direttamente dall' atrio destro a quello sinistro tramite il FORO OVALE, come pure dall' Arco Aortico all' Arteria Polmonare tramite il Dotto Arterioso di Botallo.

Figura 22.23 Modificazioni della circolazione fetale alla nascita



a Circolazione in un feto al termine dello sviluppo. In rosso è indicato il sangue ossigenato, in blu il sangue deossigenato e in viola una miscela di sangue ossigenato e deossigenato.



- Legenda**
- Ossigenazione elevata
 - Ossigenazione moderata
 - Ossigenazione bassa
 - Ossigenazione bassissima

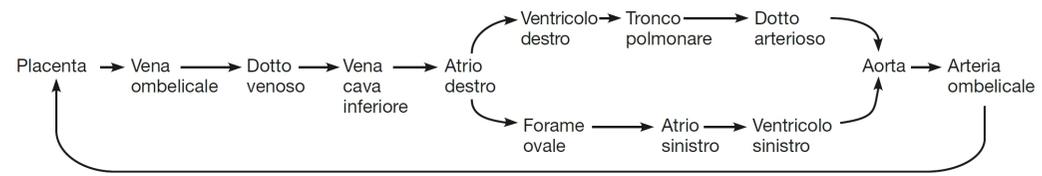
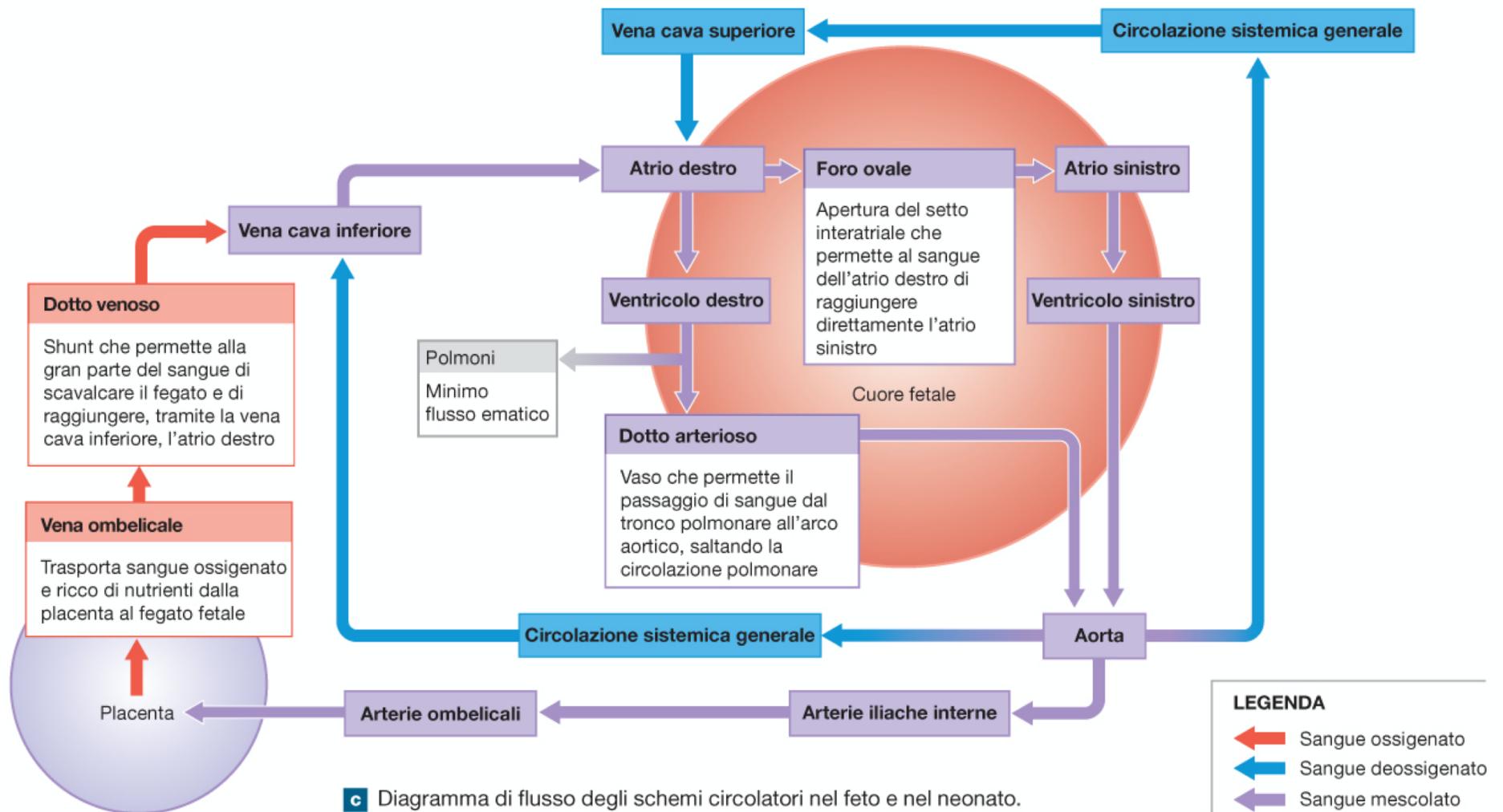
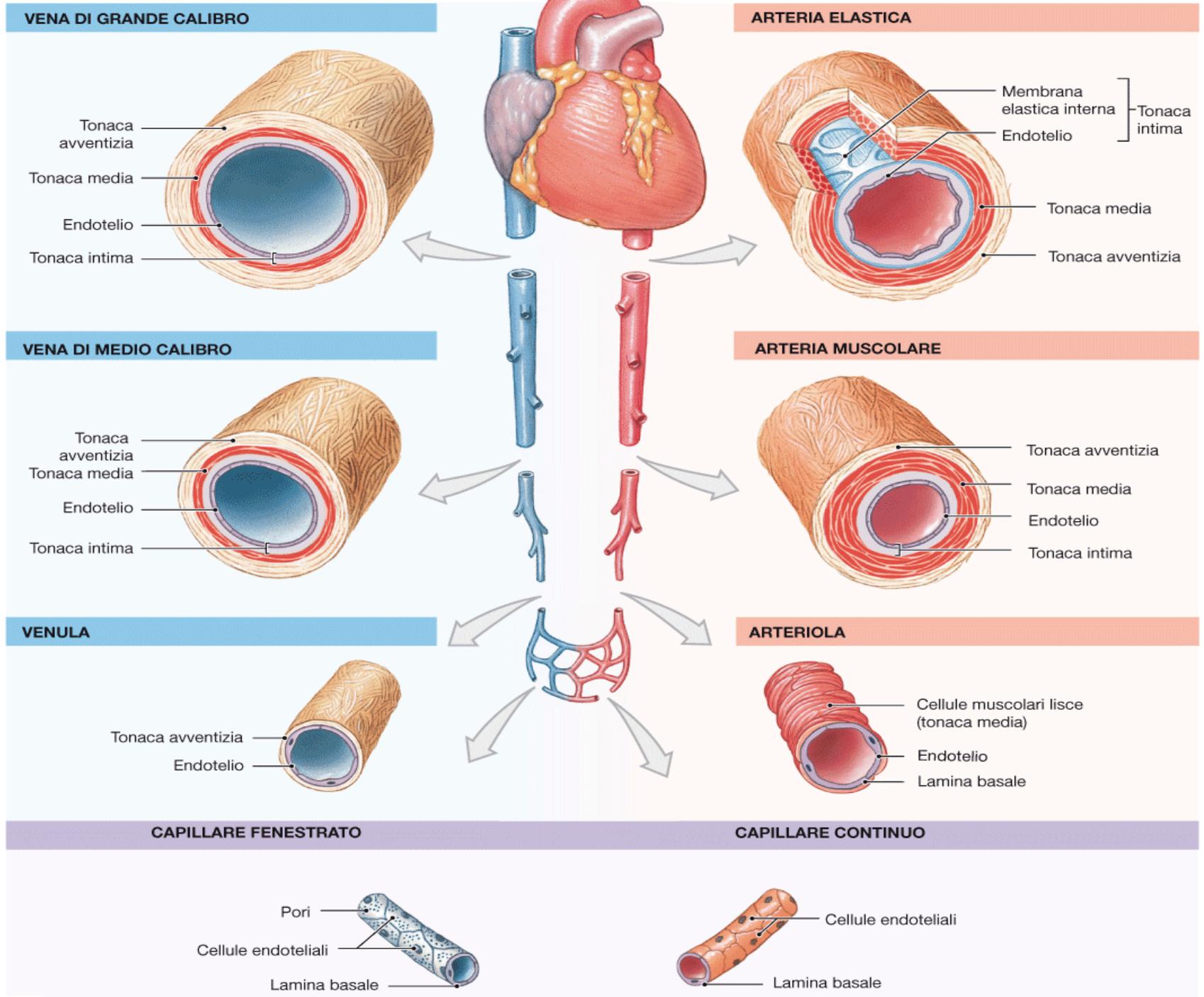


Figura 11.24 Schema della circolazione fetale.



c Diagramma di flusso degli schemi circolatori nel feto e nel neonato.

Figura 22.2 Struttura istologica dei vasi sanguigni



TONACHE DEI VASI SANGUIFERI

- A PARTIRE DAL LUME:
- TONACA INTIMA
(CON ENDOTELIO, STRATO SOTTOENDOTELIALE ed eventuale LAMINA ELASTICA INTERNA)

- TONACA MEDIA
(TESSUTO CONNETTIVO DI VARIO TIPO E/O MUSCOLARE LISCIO)

- TONACA AVVENTIZIA
(Tessuto Connettivo Propriamente Detto)

Nei Vasi di calibro piu' Cospicuo, i VASA VASORUM Dell' Avventizia permettono l' irrorazione Specifica della parete del vaso stesso

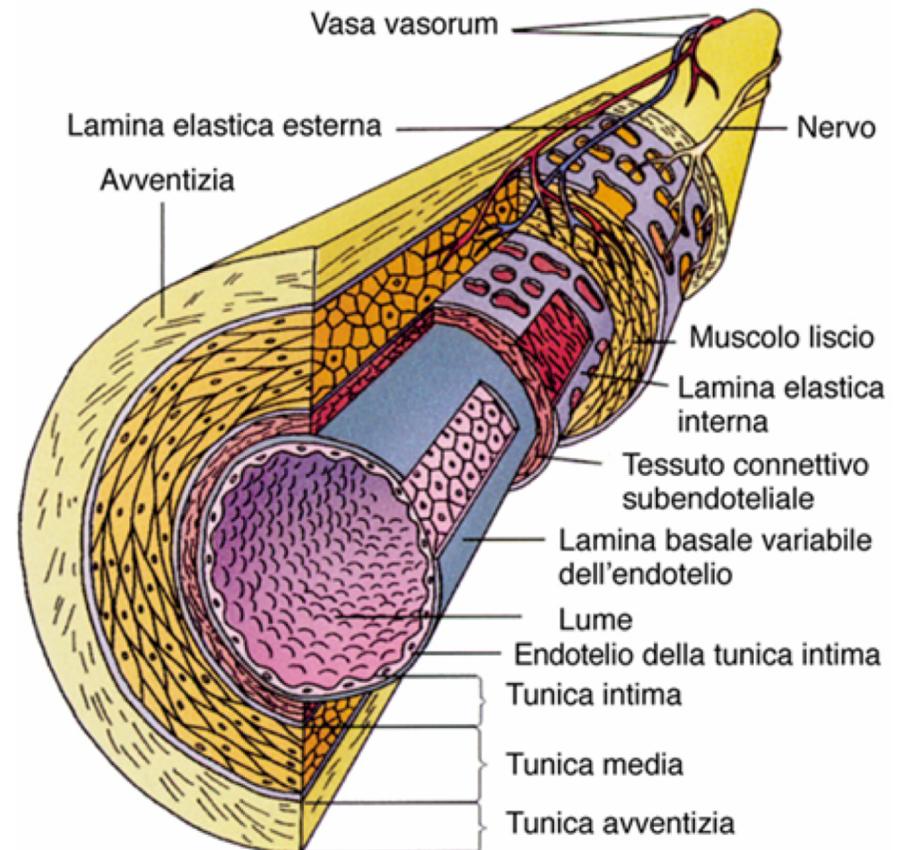
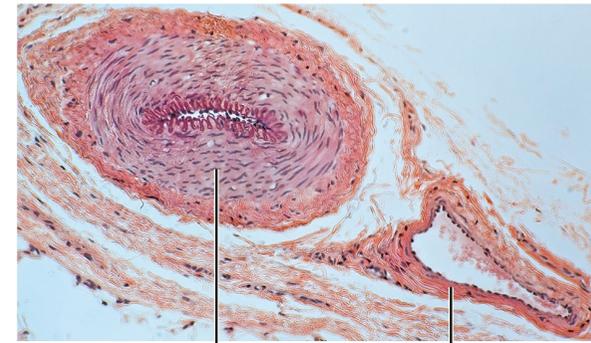
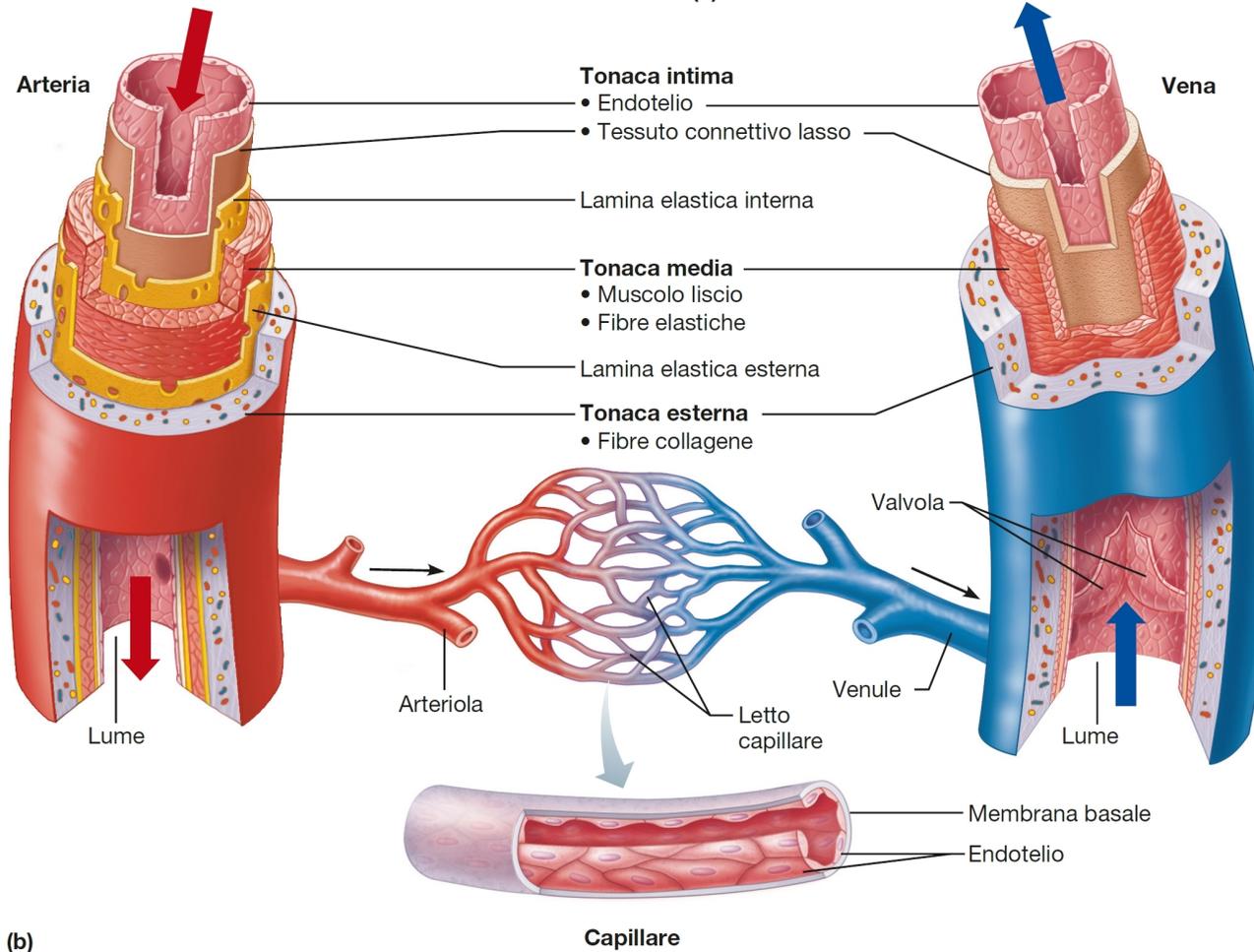


Figura 11.10 Struttura dei vasi sanguigni. (a) Fotografia al microscopio ottico di un'arteria di tipo muscolare e della vena corrispondente in sezione trasversale (85×). (b) La parete delle arterie e delle vene è composta da tre tonache: la tonaca intima (endotelio che poggia su una membrana basale), la tonaca media (muscolo liscio e fibre elastiche) e la tonaca esterna (soprattutto fibre collagene). I capillari, interposti nella circolazione tra arterie e vene, sono formati soltanto dalla tonaca intima. Va notato che la tonaca media è spessa nelle arterie e relativamente sottile nelle vene.



(a) Arteria Vena



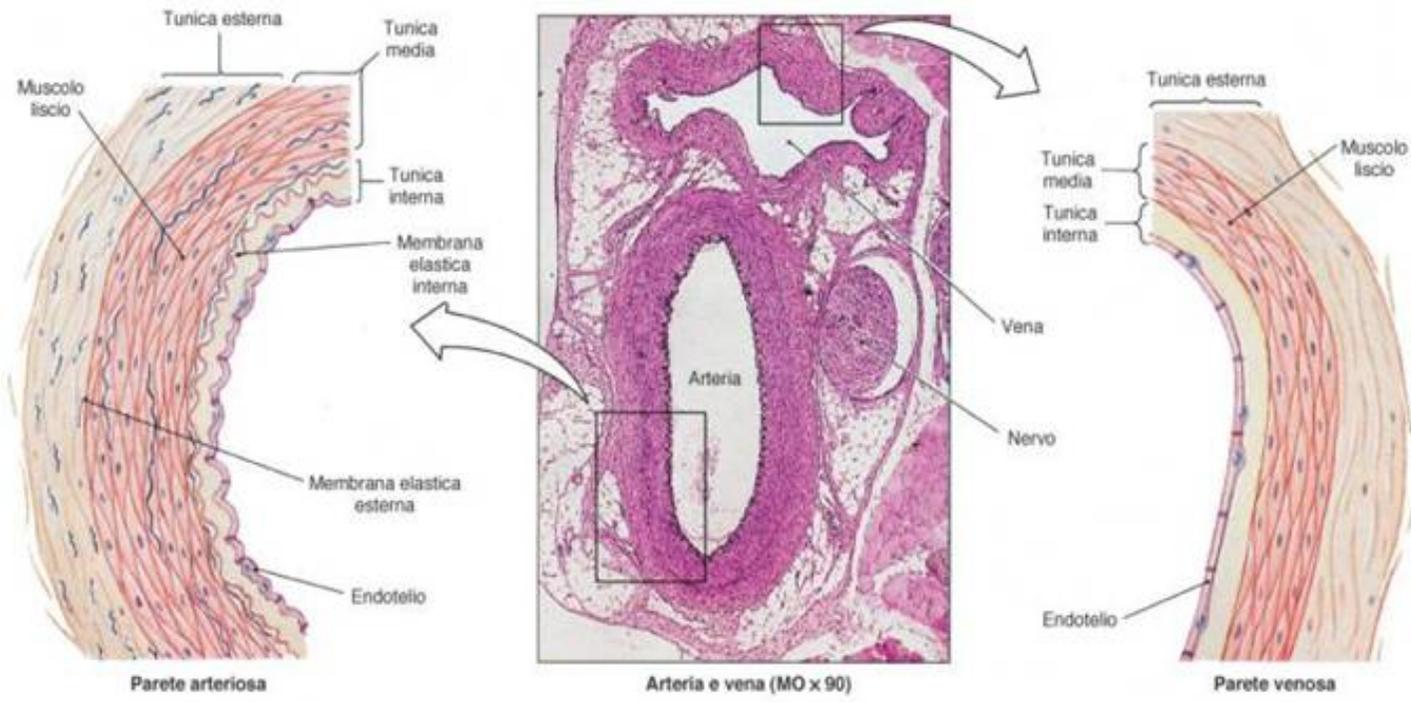
(b)

ARTERIE

I vasi arteriosi (EFFERENTI dal CUORE) possono essere suddivisi in base alle caratteristiche dimensionali e della loro Tunaca Media:

- **ARTERIE DI GROSSO CALIBRO o ELASTICHE**
- **ARTERIE DI MEDIO CALIBRO o MUSCOLARI**
- **ARTERIE DI PICCOLO CALIBRO e/o ARTERIOLE**

ARTERIA vs. VENA



ARTERIE DI GROSSO CALIBRO o ELASTICHE

- Sono rappresentate dall' AORTA e dal TRONCO ARTERIOSO POLMONARE.
- La TONACA INTIMA di Endotelio poggia su una TONACA MEDIA ricca di FIBRE ELASTICHE e scarse Fibrocellule Muscolari Lisce.
- La presenza di abbondanti Fibre Elastiche nella Tonaca Media giustifica la proprietà funzionale dei suddetti vasi di potersi adattare ad un'elevata pressione nella Sistole Ventricolare del Cuore, accumulare così energia potenziale nel Tessuto Elastico e «spenderla» come energia propulsiva per far progredire il sangue.

ARTERIE DI MEDIO CALIBRO o MUSCOLARI

MOLTE ARTERIE SONO RAPPRESENTATE DA QUESTA TIPOLOGIA (ES: SUCCLAVIA, CAROTIDE, CELIACA, MESENTERICHE, RENALI E MOLTE ANCORA)

LA LORO TONACA MEDIA È RICCA DI FIBROCELLULE MUSCOLARI LISCE, DEPUTATE, CON LA LORO CONTRAZIONE, A FAR PROGREDIRE IL SANGUE VERSO I DIVERSI DISTRETTI CORPOREI, IN CONSIDERAZIONE DEL CALO PRESSORIO MAN MANO CHE CI SI ALLONTANA DAL CUORE

ARTERIE DI PICCOLO CALIBRO e/o ARTERIOLE

Presentano un diametro MINORE di 2.5 mm.

Profondamente all' Endotelio, allo Strato Sottoendoteliale ed alla Lamina Elastica Interna si nota la presenza di alcuni strati di FIBROCELLULE MUSCOLARI LISCE (non una vera e propria tonaca media), che, con la loro contrazione (controllata dal Sistema Nervoso Autonomo Ortosimpatico), modulano l' afflusso di sangue nei microcircoli, svolgendo in tal modo un ruolo peculiare nel controllo della pressione sanguigna (concetti di Pressione Arteriosa Massima e Minima che verranno chiariti in Fisiologia).

VERE

A differenza delle Arterie, nelle VERE non si possono distinguere nettamente le varie tonache, essendo molto meno evidenti, se non addirittura assenti, le Lamine Elastiche Interna ed Esterna.

A PARTIRE DAI MICROCIRCOLI, SI POSSONO COMUNQUE DESCRIVERE:

- **VERE DI PICCOLO CALIBRO o VENULE:** raccolgono il sangue refluo dai Microcircoli.
- **VERE DI TIPO RECETTIVO**
- **VERE DI TIPO PROPULSIVO.**

QUESTE DUE ULTIME TIPOLOGIE TENGONO CONTO SIA DEL CALO PRESSORIO NEL RITORNO VENOSO, SIA DELLA NORMALE STAZIONE ERETTA DEL CORPO UMANO.

VENE DI TIPO RECETTIVO

Sono rappresentate dalle vene che drenano il sangue dai distretti corporei SOPRADIAFRAMMATICI del corpo, situati pertanto SUPERIORMENTE al Cuore (che poggia sul Centro Frenico del Diaframma).

Il sangue, pertanto, può in un certo senso «sfruttare» la gravità per favorire il suo ritorno venoso al cuore.

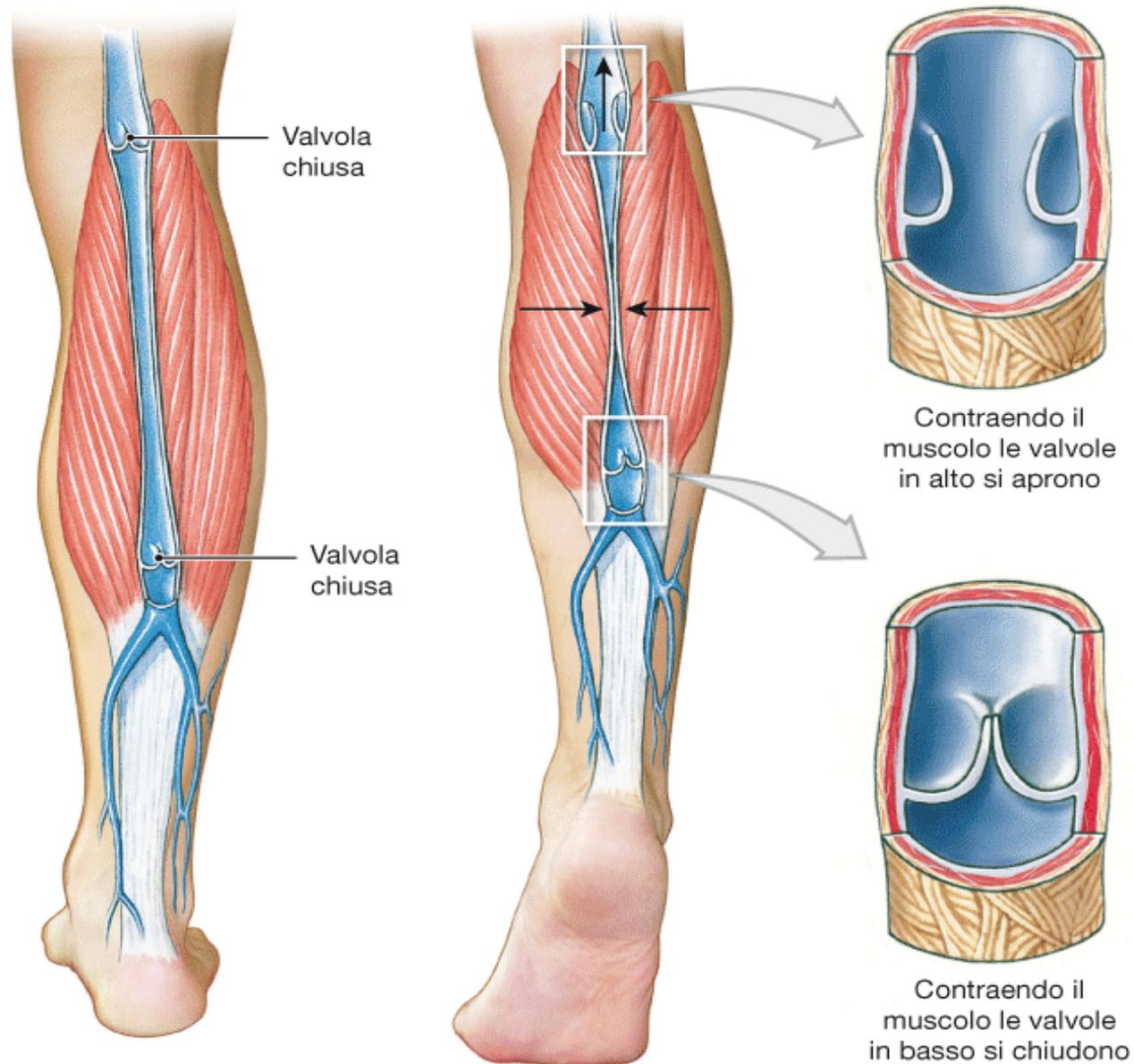
VENE DI TIPO PROPULSIVO

PER IL RITORNO VENOSO DEL SANGUE DAI DISTRETTI CORPOREI SOTTODIAFRAMMATICI, IL FLUSSO DEL SANGUE DEVE «VINCERE» LA GRAVITÀ, PERTANTO LA LORO TONACA MEDIA / AVVENTIZIA PRESENTA UN COSPICUO CONTINGENTE DI FIBROCELLULE MUSCOLARI LISCE CHE, CON LA LORO CONTRAZIONE, FAVORISCONO IL PROCEDERE DEL SANGUE VERSO IL CUORE.

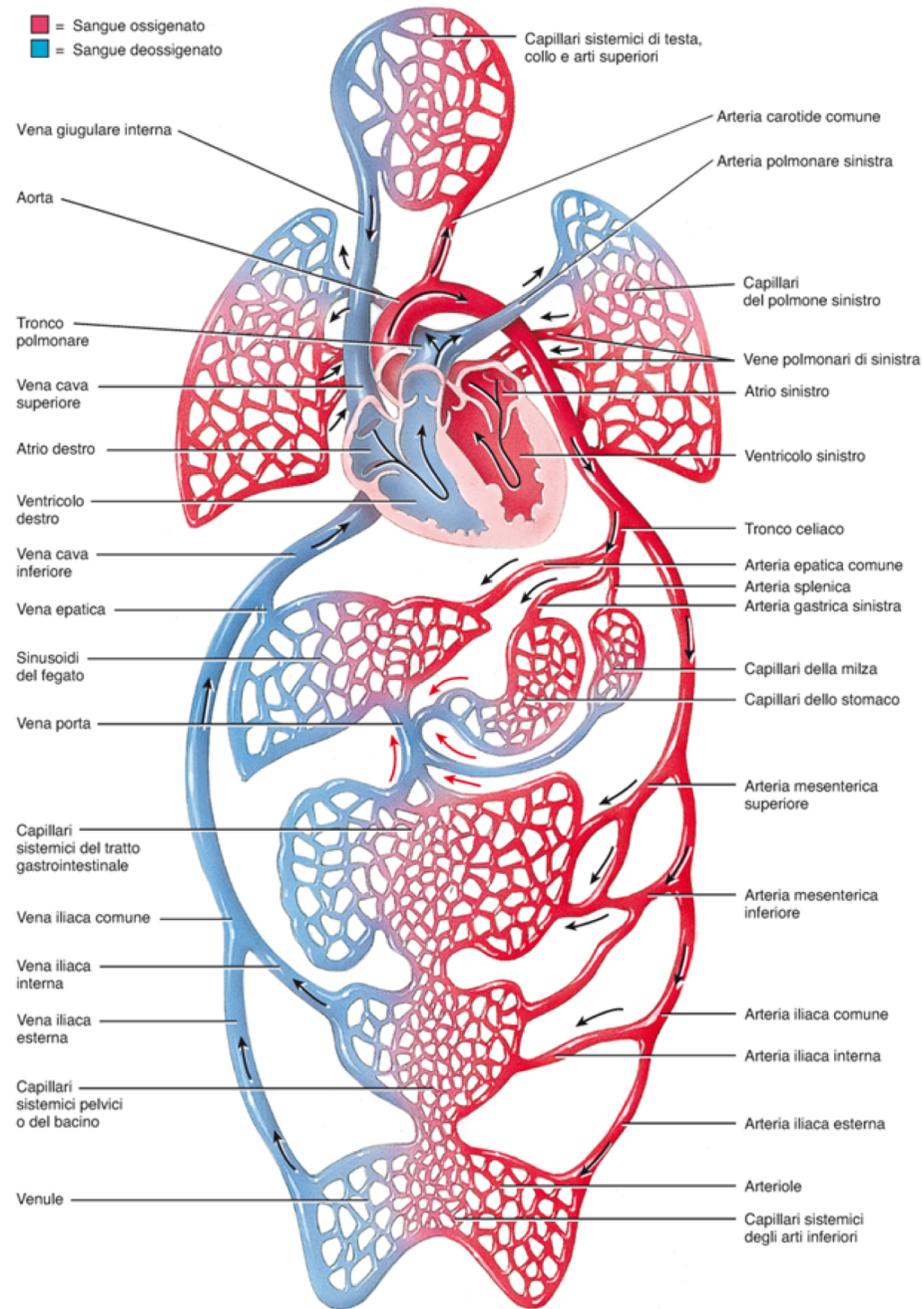
ALL' INTERNO DEL LUME SONO POI PRESENTI DELLE VALVOLE A NIDO DI RONDINE, CHE SI CHIUDONO AL PASSAGGIO DEL SANGUE, IMPEDENDONE, IN CONDIZIONI NORMALI, IL REFLUSSO VERSO I DISTRETTI INFERIORI.

LA LORO AZIONE È ULTERIORMENTE COADIUVATA DALLE CONTRAZIONI DEI MUSCOLI STRIATI SCHELETRICI DEL DISTRETTO ANATOMICO DI COMPETENZA.

Figura 22.5 **Funzione delle valvole nel sistema venoso** Le valvole presenti nella parete delle vene di medio calibro prevengono il reflusso ematico. La compressione venosa determinata dalla contrazione dei muscoli scheletrici adiacenti crea una pressione (indicata dalle frecce) che favorisce il mantenimento del flusso venoso. Variazioni della postura e la pompa toracoaddominale forniscono un ulteriore sistema di controllo del ritorno venoso.



MICROCIRCOLI SANGUIFERI



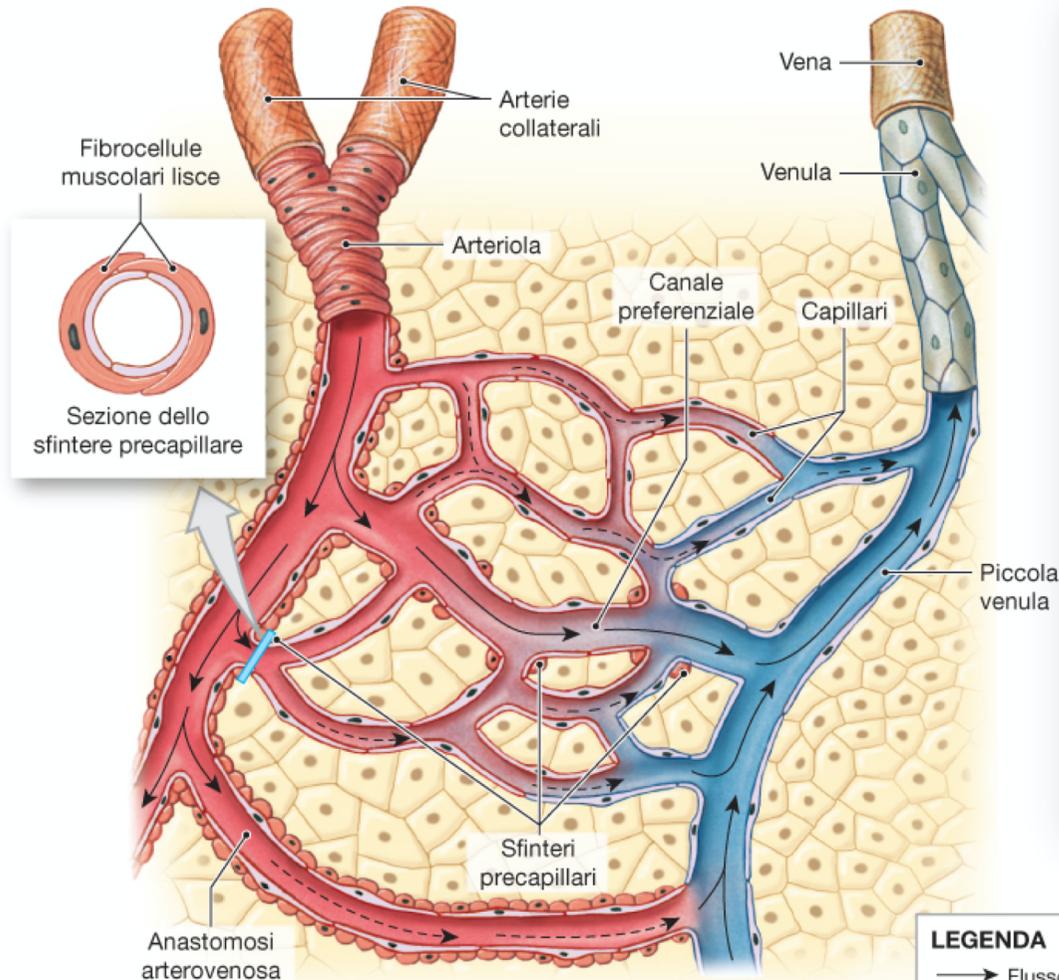
MICROCIRCOLI. SANGUIFERI

SONO DISTRETTI VASCOLARI DI INTERPOSIZIONE, DI NORMA (CON ALCUNE ECCEZIONI), TRA UN CIRCOLO ARTERIOSO ED UN CIRCOLO VENOSO, SIA DELLA CIRCOLAZIONE SISTEMICA, SIA DELLA CIRCOLAZIONE POLMONARE.

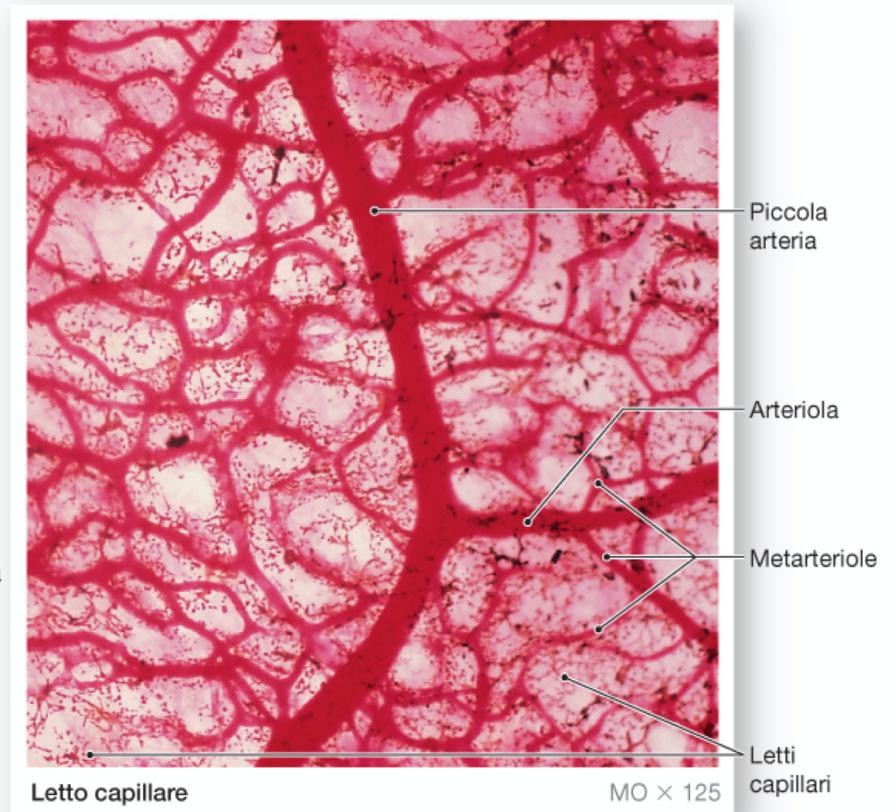
I VASI DEI MICROCIRCOLI SONO:

- **CAPILLARI (CALIBRO 7 MICRONS) SUDDIVISI:
CAPILLARI CONTINUI
CAPILLARI FENESTRATI**
- **SINUSOIDI (CALIBRO 20 MICRONS), LOCALIZZATI IN ORGANI DOVE AVVENGONO SCAMBI DI STRUTTURE DI RILEVANTI DIMENSIONI (NON SOLO MOLECOLE, MA ANCHE CELLULE, COME NEL MIDOLLO OSSEO)**

Figura 22.3 Organizzazione di un letto capillare



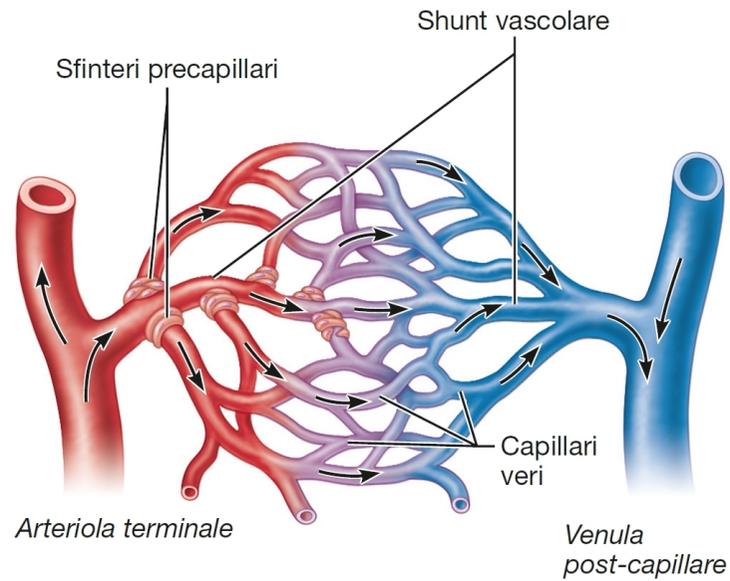
a Caratteristiche generali di un letto capillare. La distribuzione del flusso ematico cambia continuamente in risposta alle modificazioni regionali della domanda di ossigeno da parte dei tessuti.



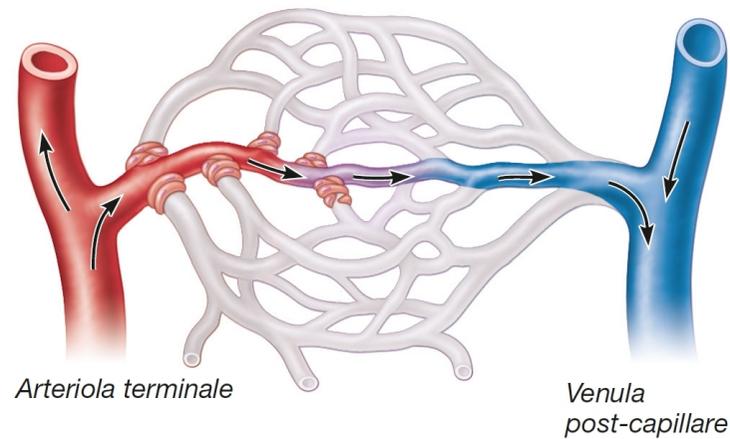
b Micrografia di un letto capillare nel mesentere umano.

LEGENDA

- > Flusso sanguigno continuo
- - -> Flusso sanguigno variabile



(a) Sfinteri aperti: il sangue scorre attraverso i capillari

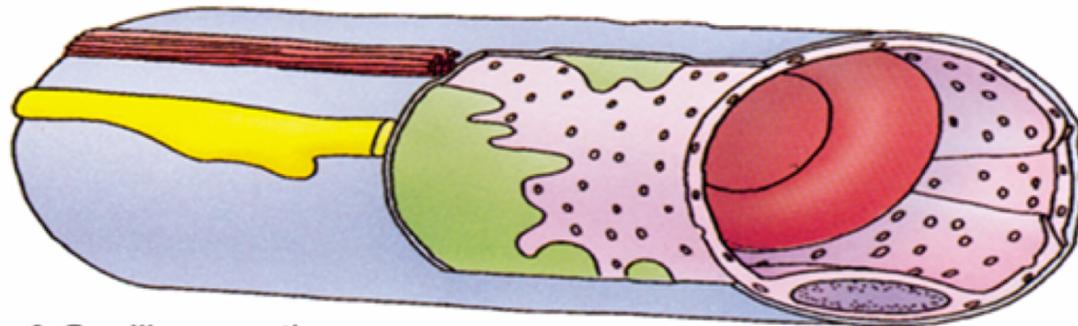


(b) Sfinteri chiusi: il sangue scorre attraverso uno shunt vascolare

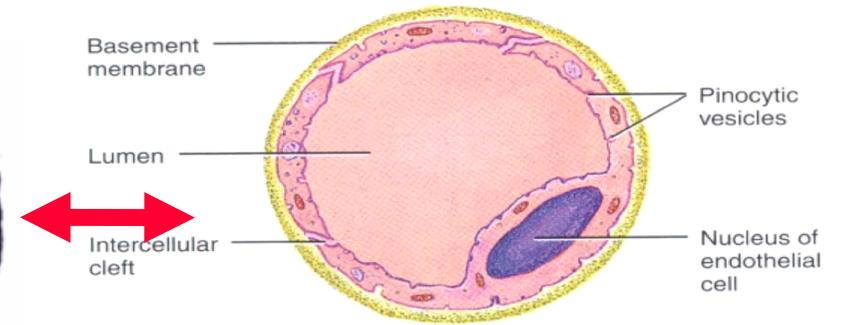
Figura 11.12 Anatomia di un letto capillare. Lo shunt vascolare aggira i capillari veri quando gli sfinteri precapillari, che regolano l'ingresso del sangue nei capillari veri, sono contratti.

CAPILLARI e SINUSOIDI

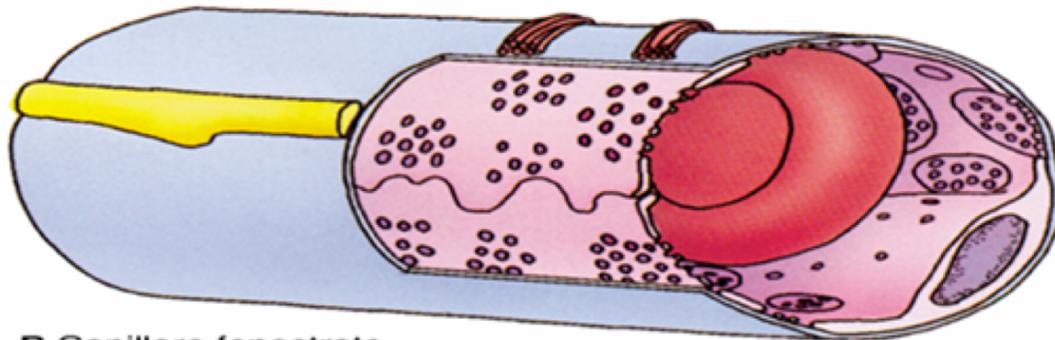
Capillaries are microscopic blood vessels that connect arterioles and venules.



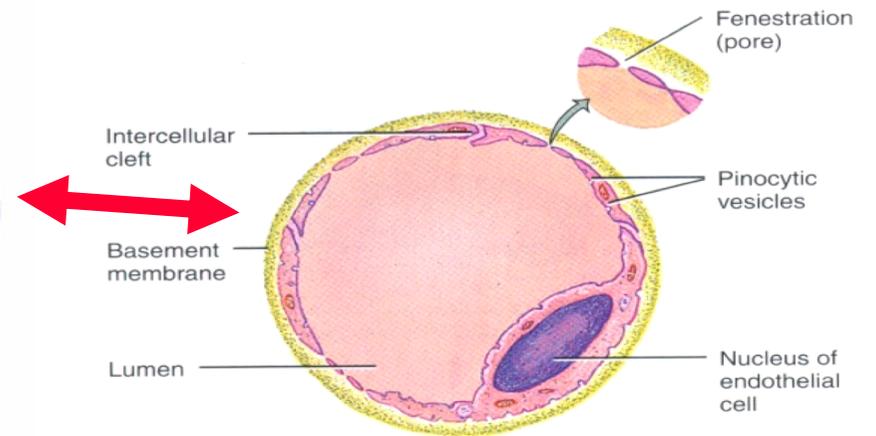
A Capillare continuo



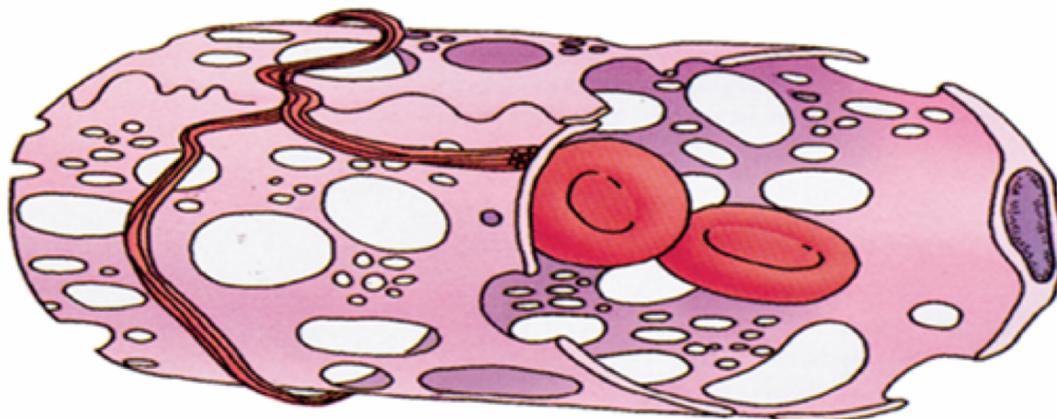
(a) Continuous capillary formed by endothelial cells



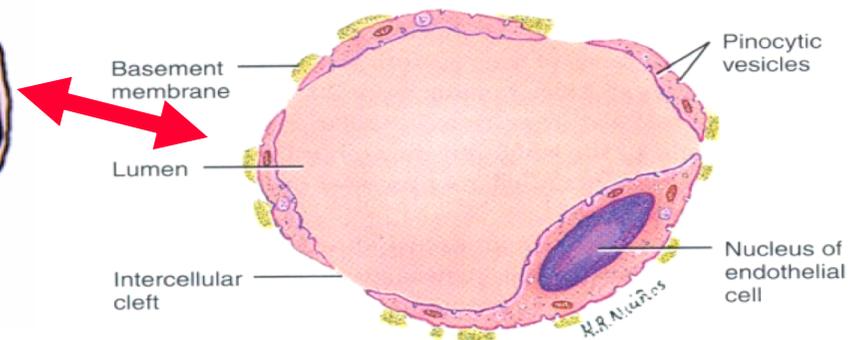
B Capillare fenestrato



(b) Fenestrated capillary



C Capillare sinusoidale (discontinuo)



(c) Sinusoid

CAPILLARI SANGUIFERI

Il loro LUME è limitato da Cellule Endoteliali.

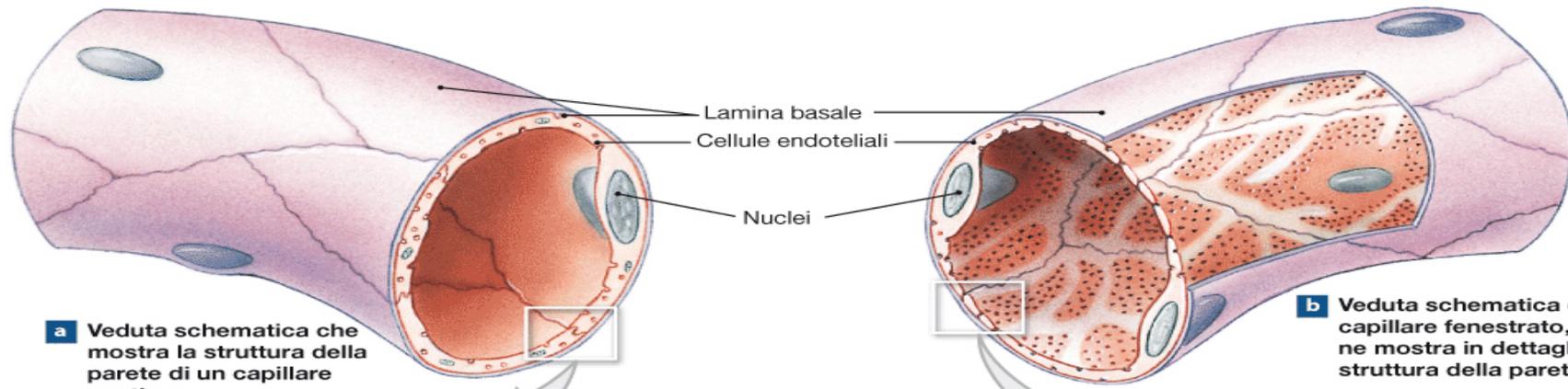
Esternamente all'Endotelio sono presenti i PERICITI (Cellule con proprietà Contrattili e Fagocitarie).

Molecole LIPOFILE passano per semplice diffusione.

Nei Capillari CONTINUI il passaggio di molecole è limitato all'acqua ed a specie chimiche IDROFILE di piccole dimensioni (ioni e piccole molecole organiche, quale è il Glucosio), eventualmente mediante l'impiego di specifici «carriers».

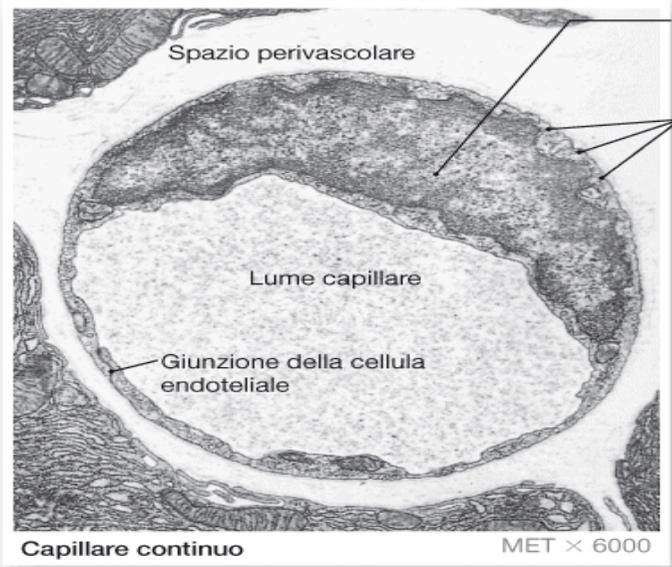
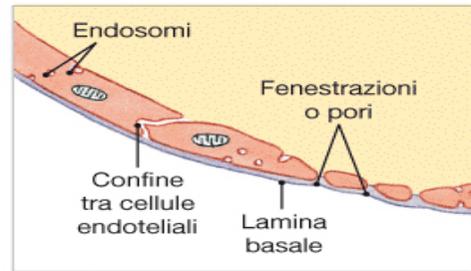
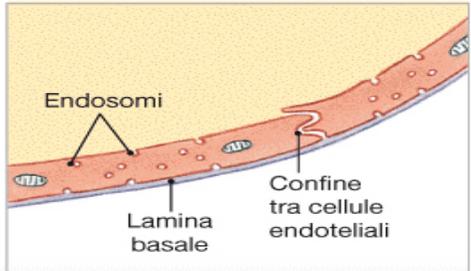
Nei capillari FENESTRATI sono presenti sull'Endotelio aperture che, associate alla Membrana Basale dello stesso, consentono il passaggio di molecole di peso molecolare cospicuo (circa 70 kDa nei capillari del Glomerulo Renale, impegnato nella Ultrafiltrazione del Plasma, per la produzione della PREURINA)

Figura 22.3 Struttura dei capillari

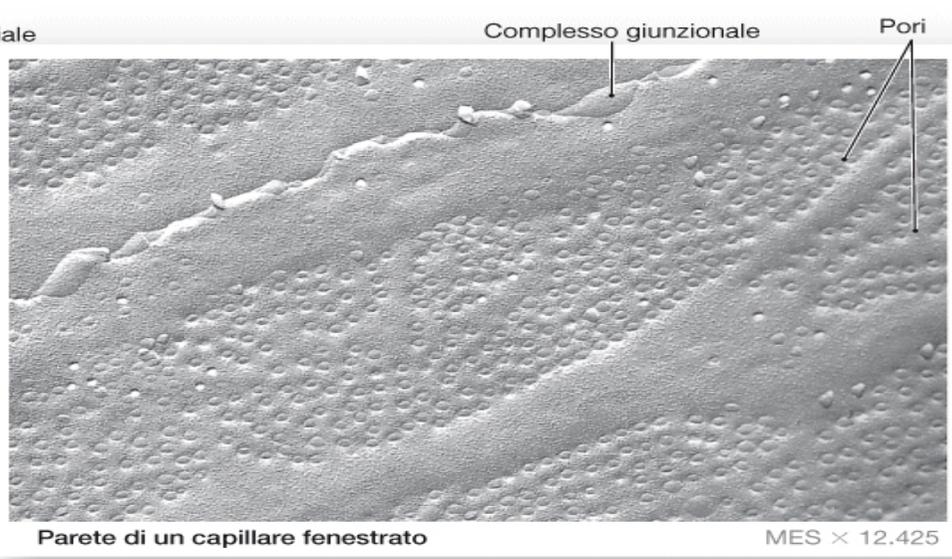


a Veduta schematica che mostra la struttura della parete di un capillare continuo.

b Veduta schematica di un capillare fenestrato, che ne mostra in dettaglio la struttura della parete.



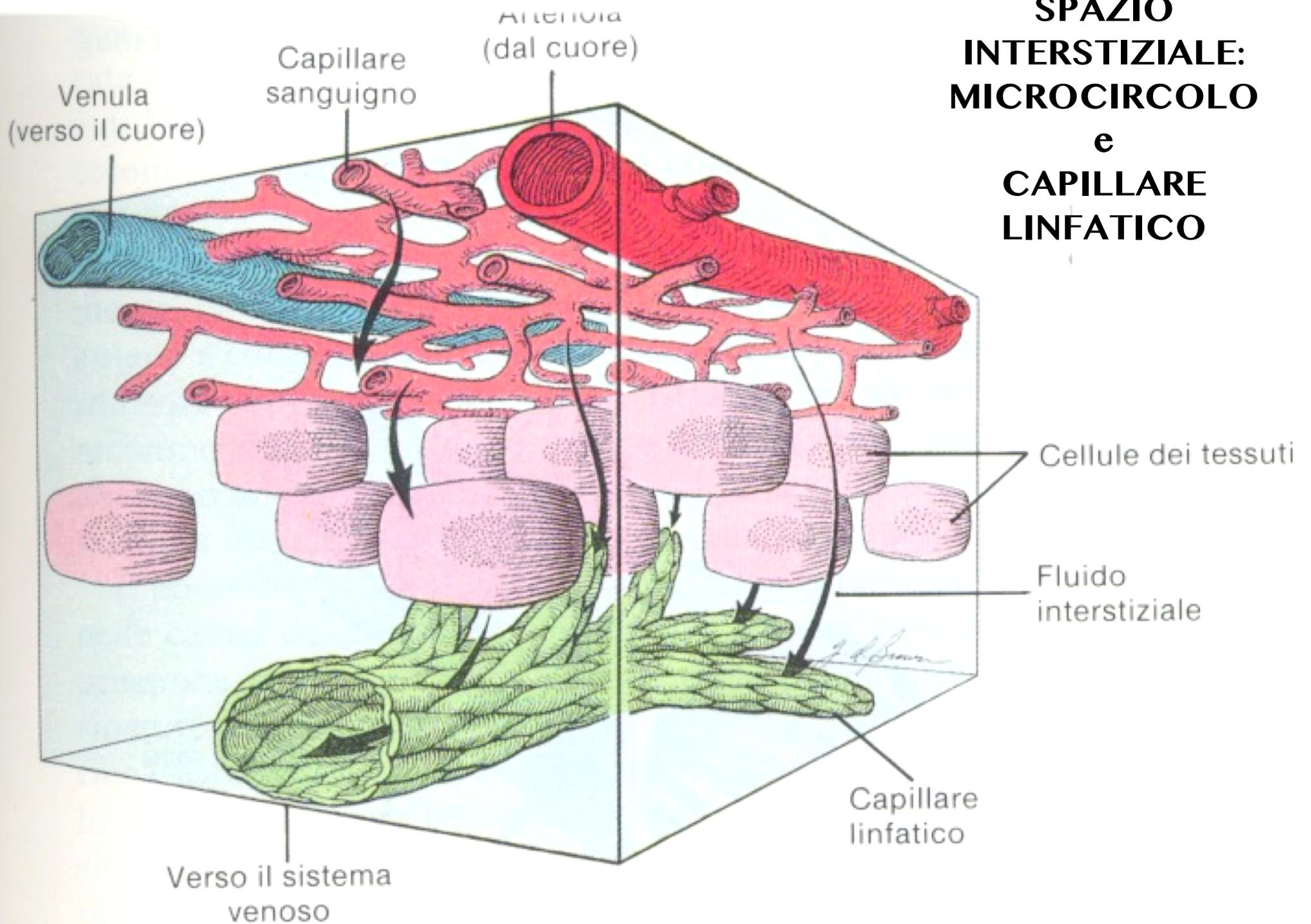
c Sezione trasversale di un capillare continuo osservato al MET. Una singola cellula endoteliale forma un rivestimento completo intorno a questa porzione di capillare



d Parete di un capillare fenestrato osservato al MES. I pori sono interruzioni nel rivestimento endoteliale che permettono il passaggio di grossi volumi di fluidi e soluti

**INTERAZIONI MORFO-FUNZIONALI tra
CIRCOLO SANGUIFERO e LINFATICO a
LIVELLO dei MICROCIRCOLI e
RIASSORBIMENTO del LIQUIDO
INTERSTIZIALE**

**SPAZIO
INTERSTIZIALE:
MICROCIRCOLO
e
CAPILLARE
LINFATICO**



FORMAZIONE e RIASSORBIMENTO del LIQUIDO INTERSTIZIALE

In condizioni NORMALI, viene a formarsi, dal Plasma Sanguigno, il LIQUIDO INTERSTIZIALE, che diffonde nei Tessuti (in particolare nei Connettivi), attraverso meccanismi di Gradiente Pressorio.

Per un normale equilibrio, questo liquido deve essere poi riassorbito nel sangue, per veicolare nello stesso CATABOLITI di rifiuto, che debbano essere eliminati, prevalentemente tramite l'urina o il sudore. In caso di deficiente riassorbimento per varie cause, si vengono a formare gli EDEMI (ossia rigonfiamenti da accumulo di liquido).

Nel RIASSORBIMENTO sono coinvolti:

- Estremo VENULARE del Microcircolo Sanguifero;
- CAPILLARI LINFATICI

