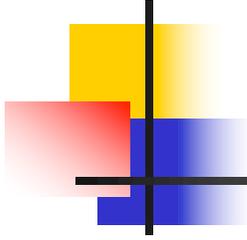


# **Sistema cardiovascular I**

---

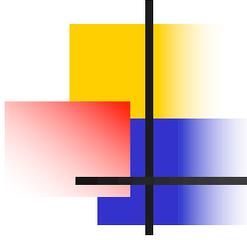
## **Anatomia e Fisiologia Animal II**



# Funções do Sistema Circulatório

---

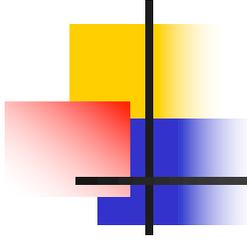
- Transporte:
  - Respiratório:
    - Transporte de  $O_2$  e  $CO_2$ .
  - Nutrientes:
    - Transporte dos produtos da digestão para o fígado e restantes tecidos.
  - Excretório:
    - Transporte dos dejectos metabólicos até aos rins para serem excretados.



# Funções do Sistema Circulatório

---

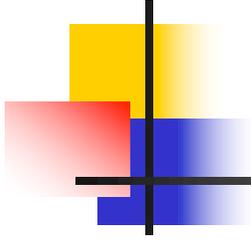
- **Regulação:**
  - **Hormonal:**
    - Transporte das hormonas até aos órgãos alvo para produzirem o seu efeito.
  - **Temperatura:**
    - Desviar o sangue para aquecer ou arrefecer o corpo.
  - **Protecção:**
    - Coagulação sanguínea.
  - **Imunitária:**
    - Leucócitos, citoquinas e complemento actuam contra os agentes patogénicos.



# Funções do Sistema Circulatório

---

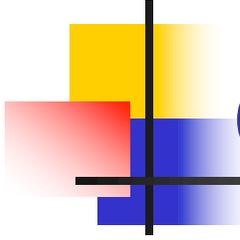
- Sistema Cardiovascular:
  - Coração:
    - Bomba que cria a pressão necessária à passagem do sangue através dos vasos sanguíneos.
  - Vasos sanguíneos:
    - Permitem o fluxo do sangue desde o coração até às células dos tecidos e destas de volta ao coração.
      - Artérias, arteríolas, capilares, vénulas, veias.
- Sistema linfático:
  - Os vasos linfáticos transportam fluido intersticial de volta à circulação
    - Os gânglios linfáticos “limpam” a linfa antes desta entrar na circulação venosa.



# Composição do sangue

---

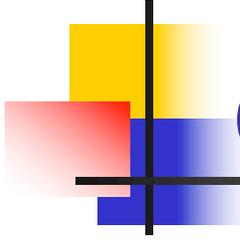
- Plasma:
  - Líquido amarelo-palha.
    - Consiste em H<sub>2</sub>O e solutos dissolvidos.
      - Iões, metabolitos, hormonas, anticorpos.
        - Na<sup>+</sup> é o principal soluto do plasma
- Proteínas plasmáticas:
  - Constituem 7-9% do plasma.
    - Albumina:
      - Representa 60-80% das proteínas plasmáticas.
  - Fornecem a pressão osmótica coloidal necessária para reabsorver a H<sub>2</sub>O do fluido intersticial de volta aos capilares.
    - Mantêm a pressão sanguínea.



# Composição do sangue

---

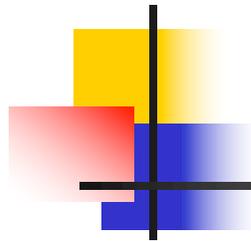
- Proteínas plasmáticas (continuação):
  - Globulinas:
    - $\alpha$  e  $\beta$  globulinas:
      - Transportam lípidos e vitaminas lipossolúveis.
    - $\gamma$  globulinas:
      - Anticorpos que conferem a imunidade passiva.
  - Fibrinogénio:
    - Constitui 4% das proteínas plasmáticas
    - Importante factor de coagulação.
      - Convertido em fibrina durante o processo de coagulação.



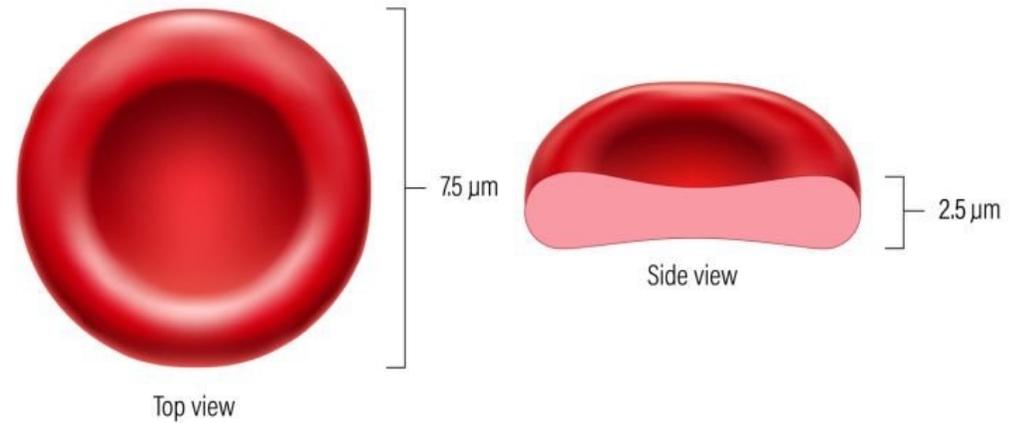
# Composição do sangue

---

- **Sêro:**
  - Fluido que se obtém do sangue coagulado.
    - Não contém fibrinogénio.
- **Volume plasmático :**
  - mecanismos reguladores que mantêm a homeostasia do volume plasmático:
    - Osmoreceptores
    - ADH
    - Sistema renina-angiotensina-aldosterona



# Eritrócitos



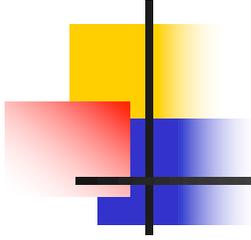
- Discos bicôncavos achatados.
- Proporcionam uma área de superfície aumentada através da qual os gases se podem difundir.
- Não têm núcleo nem mitocôndrias
  - Tempo de semi-vida ~ 120 dias.
- Cada glóbulo vermelho contém ~280 milhões de moléculas de hemoglobina cada uma com 4 cadeias heme (contêm ferro).
- Removidos da circulação por células fagocitárias do fígado, baço e medula óssea



Heme



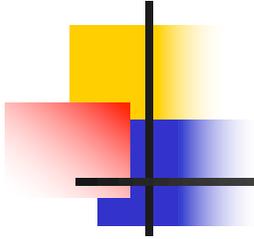
Hemoglobin



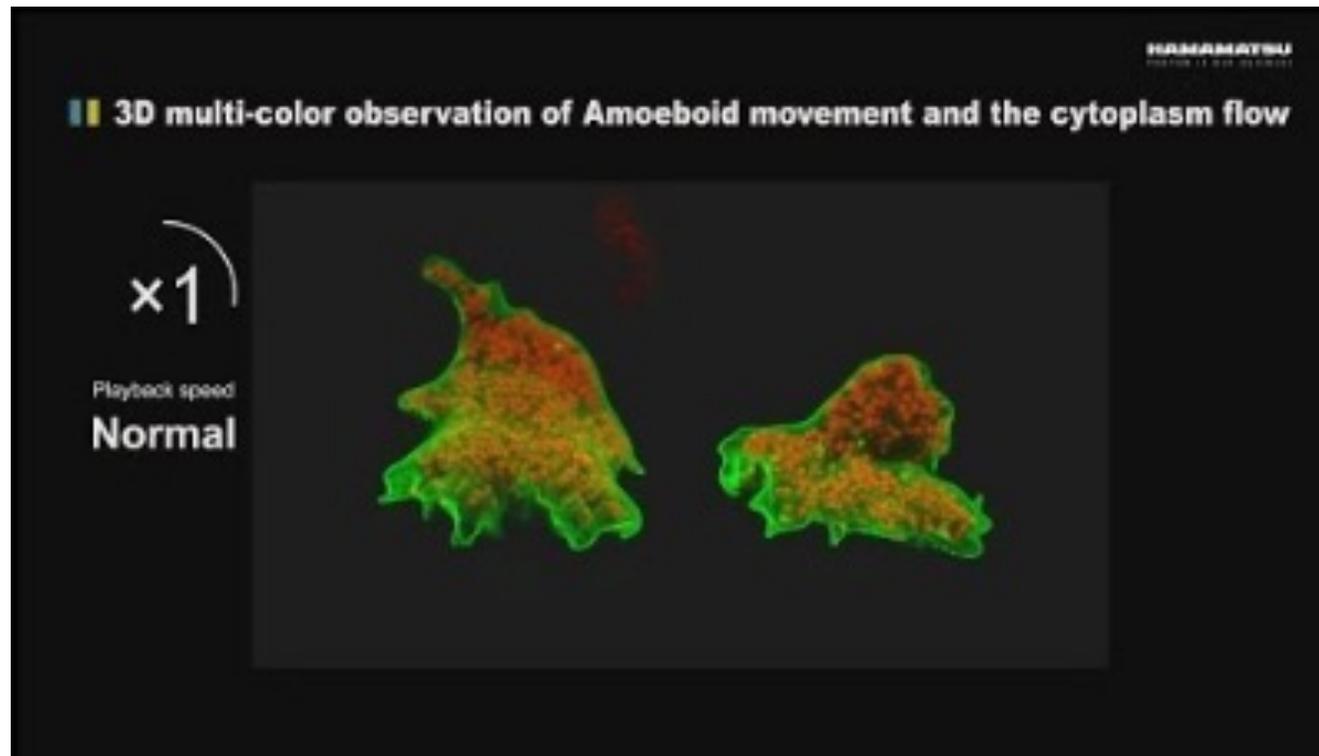
# Leucócitos



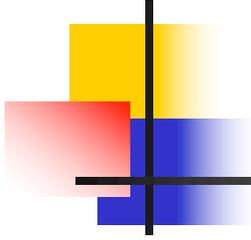
- Contêm núcleo e mitocôndrias.
- Deslocam-se de forma amebóide.
  - Conseguem atravessar as paredes dos capilares (diapedése).
- São referidos pelas suas propriedades citoquímicas
  - Leucócitos granulares: Basófilos, neutrófilos, eosinófilos
    - Papel na desintoxicação das substâncias estranhas e na defesa contra as infecções.
  - Leucócitos agranulares: Linfócitos e monócitos



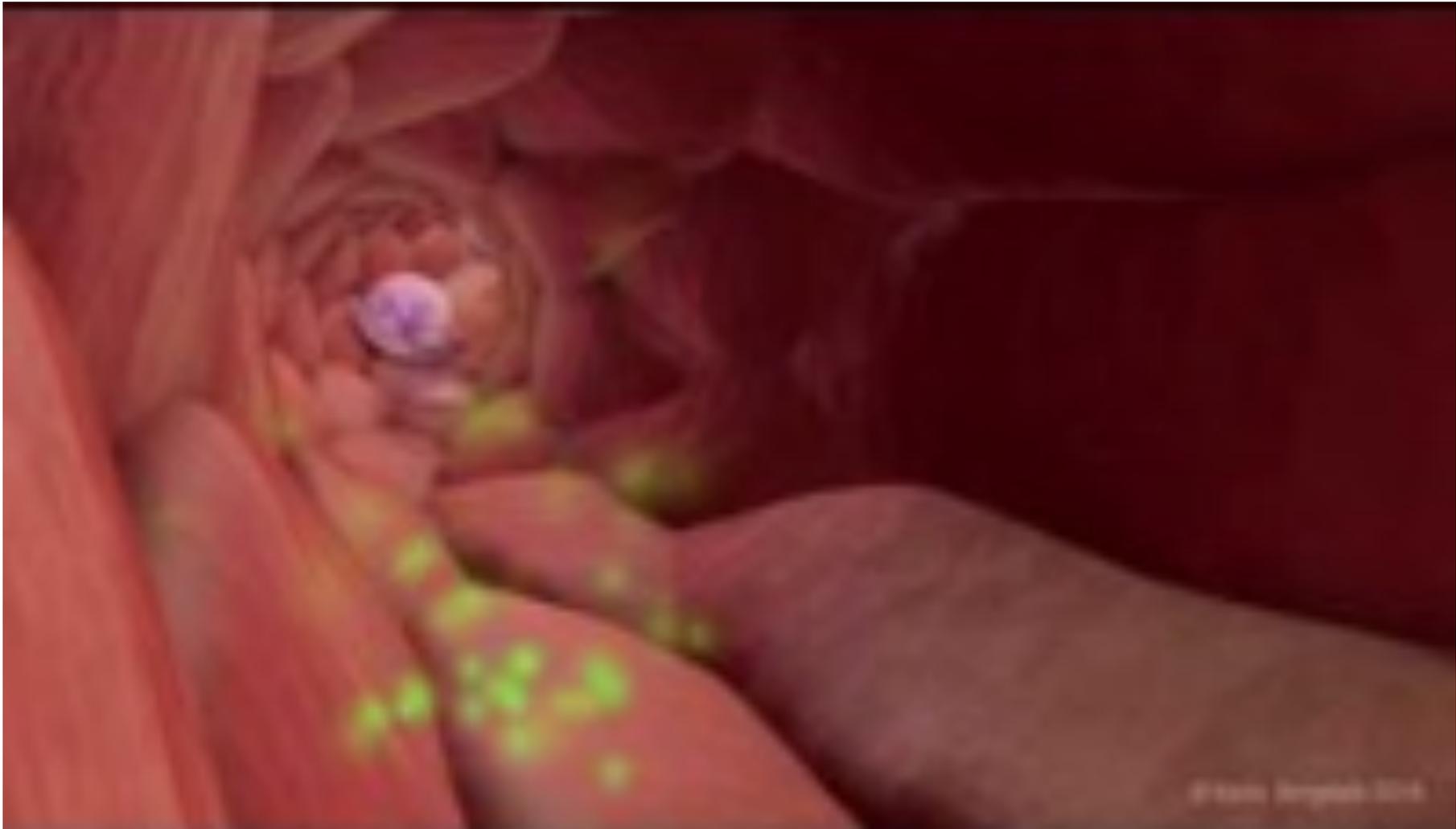
# Movimento amebóide



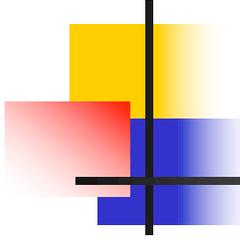
[https://youtu.be/t2Me\\_z3x74A?si=KX5vSJMxbHfaaNF6](https://youtu.be/t2Me_z3x74A?si=KX5vSJMxbHfaaNF6)



# Diapedése (extravasação)



<https://youtu.be/B9Qi7we0Ynk?si=jbCvRTDr4zAgdBqn>



# Plaquetas

---



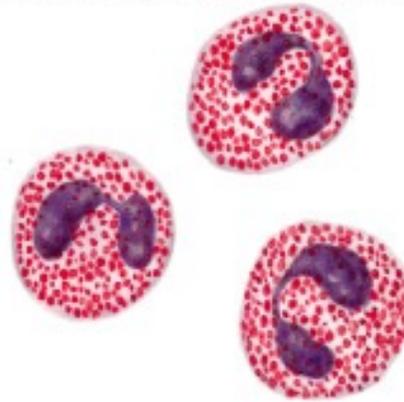
- São os mais pequenos elementos figurados.
  - São fragmentos de megacariócitos.
  - Desprovidos de núcleo.
- Capazes de movimento amebóide. [https://youtu.be/t2Me\\_z3x74A](https://youtu.be/t2Me_z3x74A)
- Importantes na coagulação sanguínea:
  - Constituem a maior parte da massa do coágulo.
  - Libertam serotonina promovendo a vasoconstrição e reduzindo o fluxo de sangue na área.
- Secretam factores de crescimento:
  - Ajudam a manter a integridade da parede dos vasos sanguíneos.
- Sobrevivem 5-9 dias.

# Células sanguíneas e plaquetas

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Neutrophils**



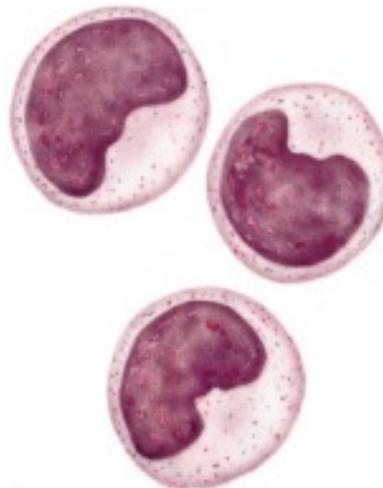
**Eosinophils**



**Basophils**



**Lymphocytes**



**Monocytes**

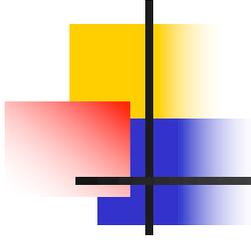


**Platelets**



**Erythrocytes**

Lew



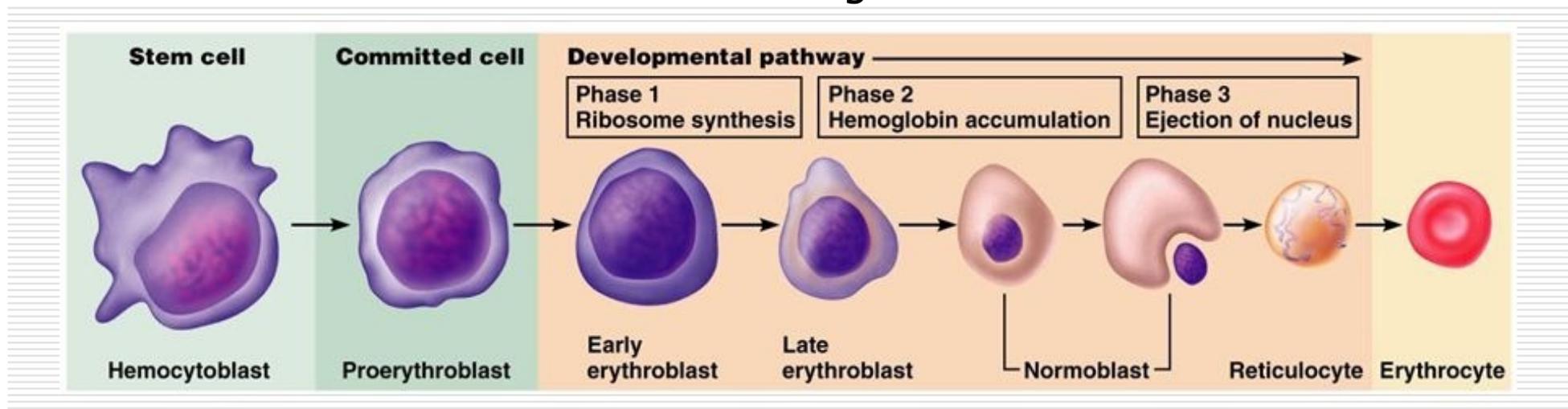
# Hematopoíese

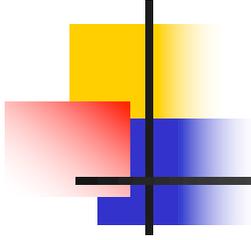
---

- Células estaminais indiferenciadas vão gradualmente se diferenciando até formarem células hematopoiéticas as quais originam as células sanguíneas.
- Ocorre no tecido mielóide (medula óssea) e nos tecidos linfóides.
- 2 tipos de hematopoíese:
  - Eritropoiése:
    - Formação de glóbulos vermelhos
  - Leucopoiése:
    - Formação de glóbulos brancos

# Eritropoiése

- Processo activo.
  - São continuamente produzidos milhões de glóbulos vermelhos.
- Regulado pela hormona eritropoietina.
  - Liga-se a receptores nas células que dão origem aos eritroblastos
  - Eritroblastos transformam-se em normoblastos
  - Normoblastos perdem o núcleo e tornam-se reticulócitos
  - Reticulócitos transformam-se em glóbulos vermelhos maduros

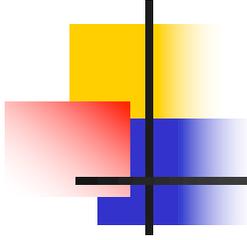




# Eritropoiése

---

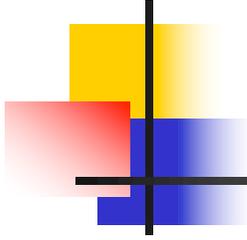
- Os glóbulos vermelhos velhos são destruídos no baço e na medula óssea
  - O ferro é reciclado de volta aos tecidos mielóides para ser re-utilizado na produção de hemoglobina.
- Processo requer ferro, vitamina B<sub>12</sub> e ácido fólico.



# Leucopoiése

---

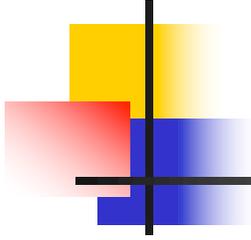
- As citoquinas estimulam a produção de glóbulos brancos de várias formas e em diferentes estadios do processo.
- Factor de crescimento multipotente (MGF-1) , interleuquina-1 e interleuquina-3:
  - Estimulam o desenvolvimento de diferentes tipos de glóbulos brancos.
- *Granulocyte-colony stimulating factor* (G-CSF):
  - Estimula o desenvolvimento dos neutrófilos.
- *Granulocyte-monocyte colony stimulating factor* (GM-CSF):
  - Estimula o desenvolvimento dos monócitos e dos eosinófilos.



# Coagulação sanguínea

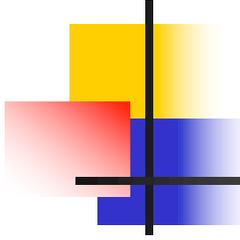
---

- **Função das plaquetas:**
  - As plaquetas são normalmente repelidas para longe das células endoteliais pela prostaciclina (prostaglandina).
    - Evita a coagulação em vasos íntegros.
- **O dano da parede endotelial:**
  - Expõem ao sangue os tecidos subendoteliais.



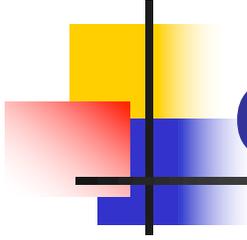
# Coagulação sanguínea (continuação)

- Reacção plaquetária:
  - As células endoteliais secretam factor de von Willebrand que promove a adesão das plaquetas ao colagénio.
  - Quando as plaquetas aderem ao colagénio, libertam os grânulos secretórios plaquetários:
    - contêm ADP, serotonina e tromboxano  $A_2$ .
      - Serotonina e o tromboxano  $A_2$  estimulam a vasoconstricção.
      - ADP e o tromboxano  $A_2$  tornam as outras plaquetas mais aderentes.
        - Plaquetas aderem ao colagénio.
        - Estimulam a reacção de libertação plaquetária.
    - Produzem um rolhão plaquetário.
      - Reforçado pela activação dos factores de coagulação plasmáticos.



# Coagulação sanguínea (continuação)

- O rolhão plaquetário é reforçado por fibrina.
- Reacção de coagulação:
  - Contracção da massa plaquetária forma um rolhão mais compacto.
  - Ocorre a conversão do fibrinogénio em fibrina.
- Conversão do fibrinogénio em fibrina:
  - Via Intrínseca:
    - Iniciada pela exposição do sangue a uma superfície carregada negativamente (colagénio).
      - É activado o factor XII (protease), o qual por sua vez activa uma cascata factores de coagulação.
    - $\text{Ca}^{2+}$  e fosfolípidos convertem a protrombina em trombina.
      - Trombina converte fibrinogénio em fibrina.
        - Produzem uma teia de polímeros insolúveis de fibrina.



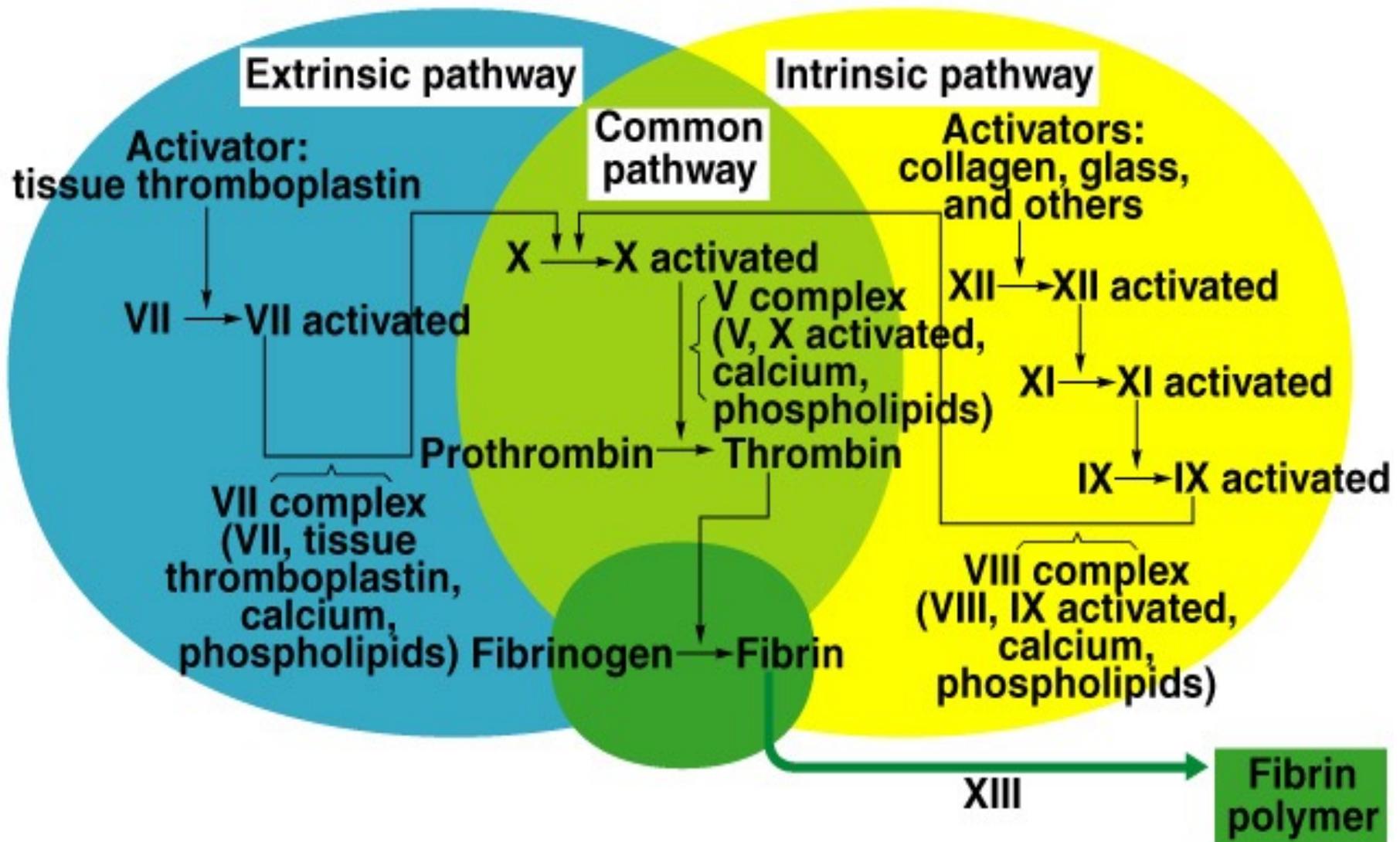
# Coagulação sanguínea (continuação)

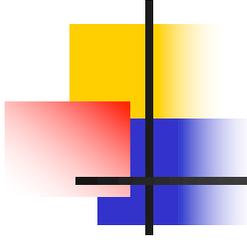
---

- Via extrínseca:
  - A tromboplastina não está presente no sangue, daí a designação extrínseca.
  - Tecido danificado liberta tromboplastina.
    - A tromboplastina inicia a formação de fibrina.

# Coagulação sanguínea (continuação)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

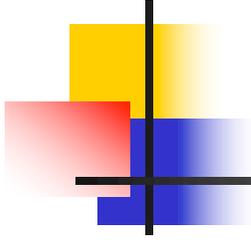




# Dissolução dos coágulos

---

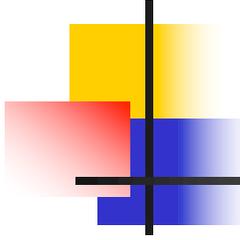
- O factor XII activado converte uma molécula inactiva na sua forma activa (calicreína).
  - calicreína converte o plasminogénio em plasmina.
- Plasmina é uma enzima que digere a fibrina.
  - Promove a dissolução do coágulo.
- Anticoagulantes:
  - Heparina:
    - Activa a antitrombina III.
  - Cumarínicos:
    - Inibem a activação celular da vitamina K.



# Balanço Ácido-Base Sanguíneo

---

- O pH é mantido dentro de limites apertados pelos pulmões e rins.
- O pH normal do sangue varia entre 7.35 e 7.45.
- Parte do  $H^+$  provém do ácido carbónico.
- **$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$**



# Balanço Ácido-Base Sanguíneo

(continuação)

- Tipos de ácidos presentes no organismo:

- Ácidos voláteis:

- Saem de solução e transformam-se em gás.

- Ácido carbónico.

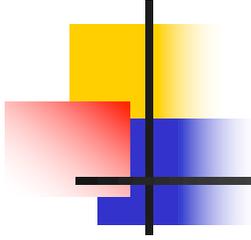


- Ácidos não-voláteis :

- São incapazes de sair de solução.

- Subprodutos do metabolismo aeróbico e anaeróbico.

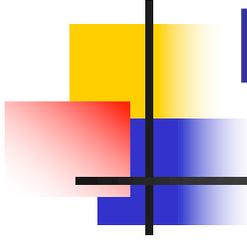
- Ácido sulfúrico e ácido fosfórico.



# Sistemas Tampão

---

- Fornecem ou removem  $H^+$  estabilizando o pH.
- Incluem ácidos fracos capazes de ceder  $H^+$  e bases fracas capazes de absorver  $H^+$ .
- $HCO_3^-$  é o principal tampão do plasma.
- **$H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$**
- Em condições fisiológicas normais o excesso de  $H^+$  é eliminado na urina.



# Desequilíbrios ácido-base

---

- Acidose Respiratória:

- Hipoventilação.
  - Acumulação de  $\text{CO}_2$ .
    - Diminuição do pH.

- Alcalose Respiratória:

- Hiperventilação.
  - Perda excessiva de  $\text{CO}_2$ .
    - Aumento do pH.

- Acidose Metabólica:

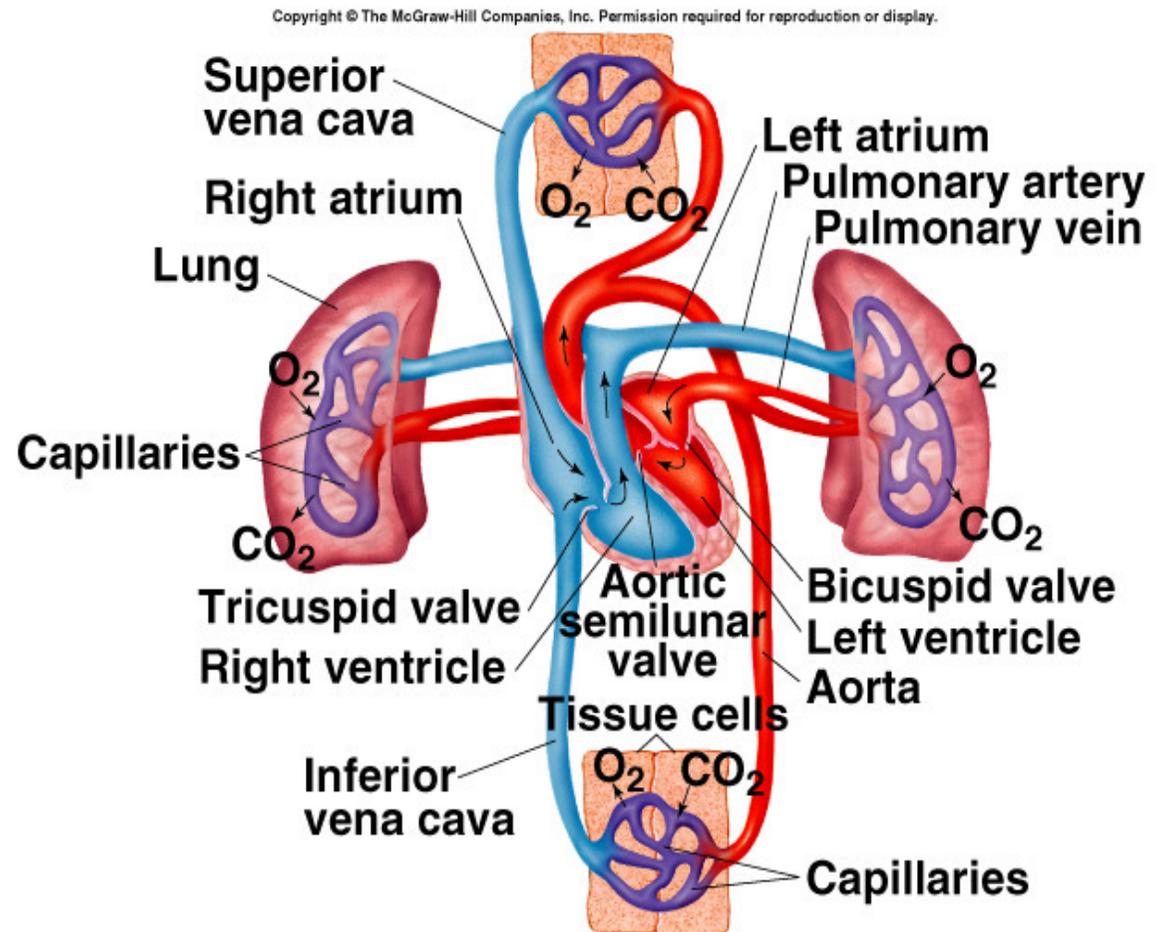
- Ganho de ácido ou perda de  $\text{HCO}_3^-$ .
  - Diminuição do  $\text{HCO}_3^-$  plasmático.
    - Diminuição do pH.

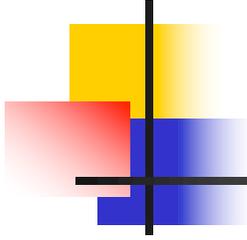
- Alcalose Metabólica:

- Perda de ácido ou ganho de  $\text{HCO}_3^-$ .
  - Aumento do  $\text{HCO}_3^-$  plasmático.
    - Aumento do pH.

# Circulações pulmonar e sistêmica

- **Circulação pulmonar:**
  - Percurso do sangue desde o ventrículo direito, através dos pulmões e de volta ao coração.
- **Circulação sistêmica:**
  - Sangue rico em oxigênio é bombeado para todo o organismo.
- Taxa do fluxo sanguíneo através da circulação sistêmica = taxa do fluxo através da circulação pulmonar.





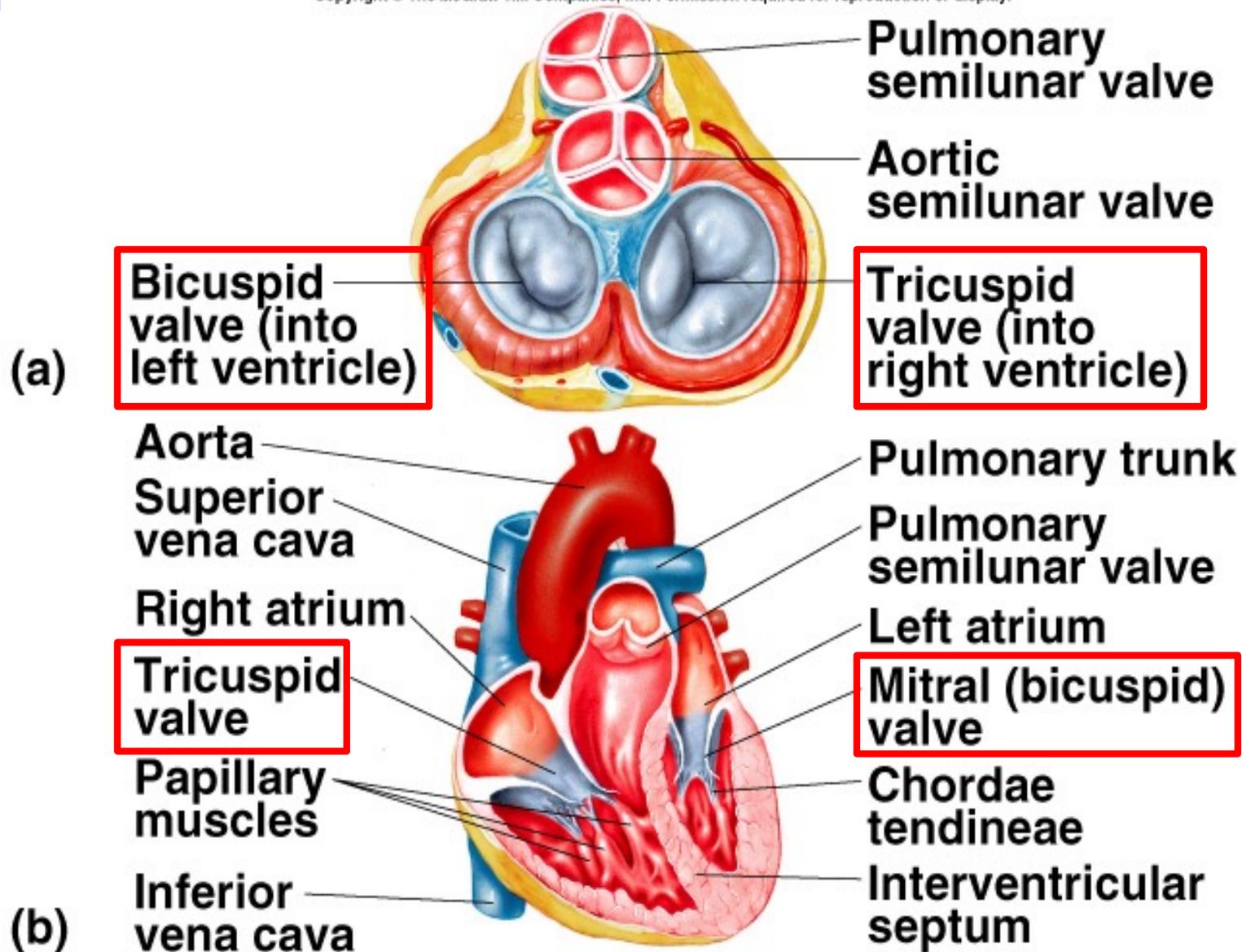
# Válvulas Atrioventriculares e Semilunares

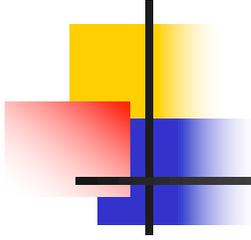
---

- Aurículas e ventrículos estão separados em 2 unidades funcionais pelas válvulas atrioventriculares
  - Válvulas de sentido único.
  - Deixam o sangue passar das aurículas para os ventrículos.
- Na origem da artéria pulmonar e da aorta encontram-se as válvulas semilunares.
  - Válvulas de sentido único.
  - Abrem durante a contracção ventricular.
- A abertura e fecho das válvulas ocorre em resposta a diferenças de pressão.

# Válvulas Atrioventriculares e Semilunares

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

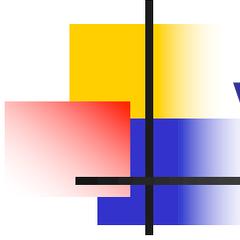




# Circulação Sistémica

---

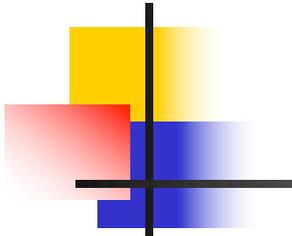
- Tem como função direccionar o fluxo do sangue do coração até aos capilares e de volta ao coração.
  - Artérias.
  - Arteríolas.
  - Capilares.
  - Vénulas.
  - Veias.



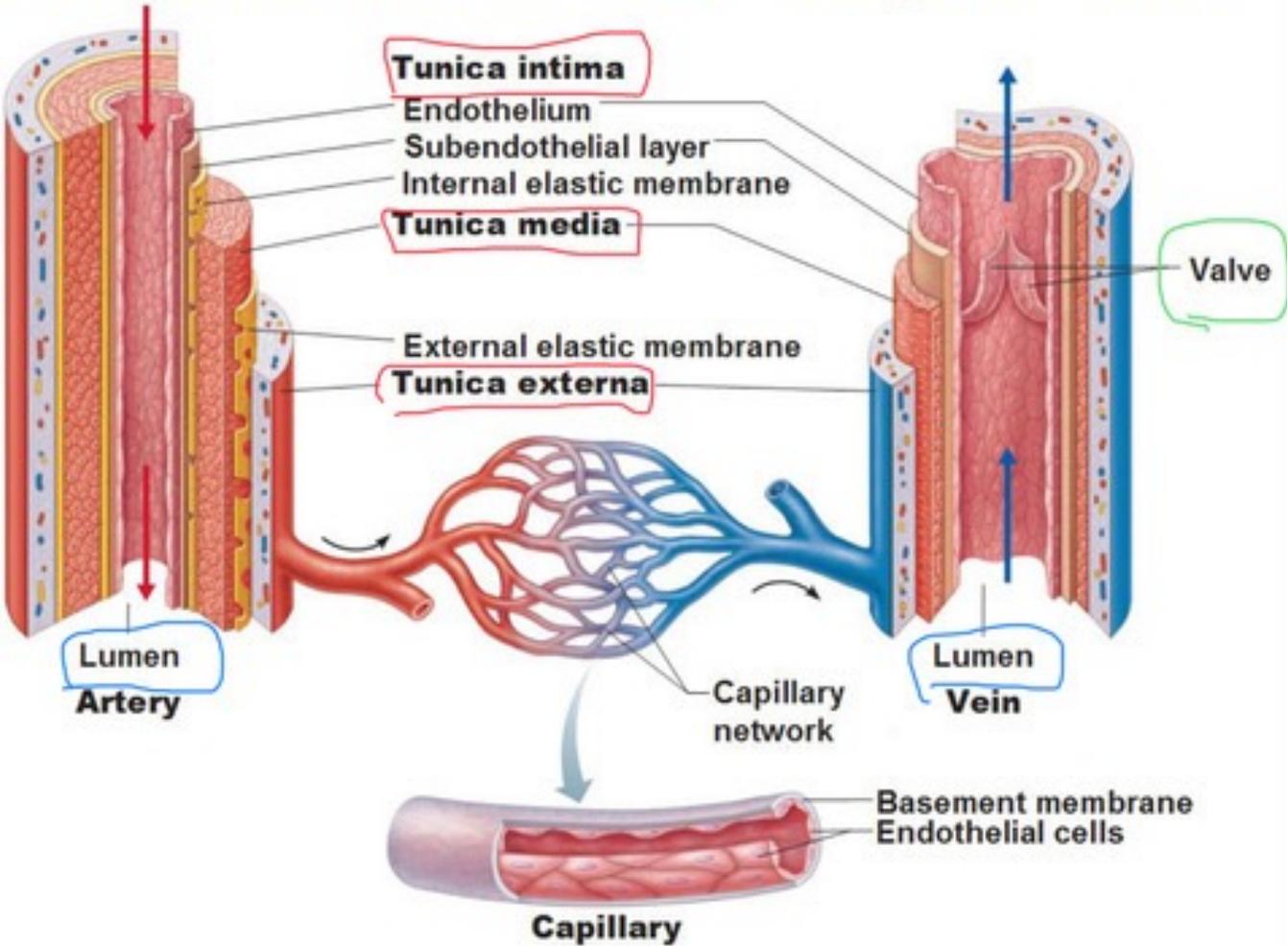
# Vasos Sanguíneos

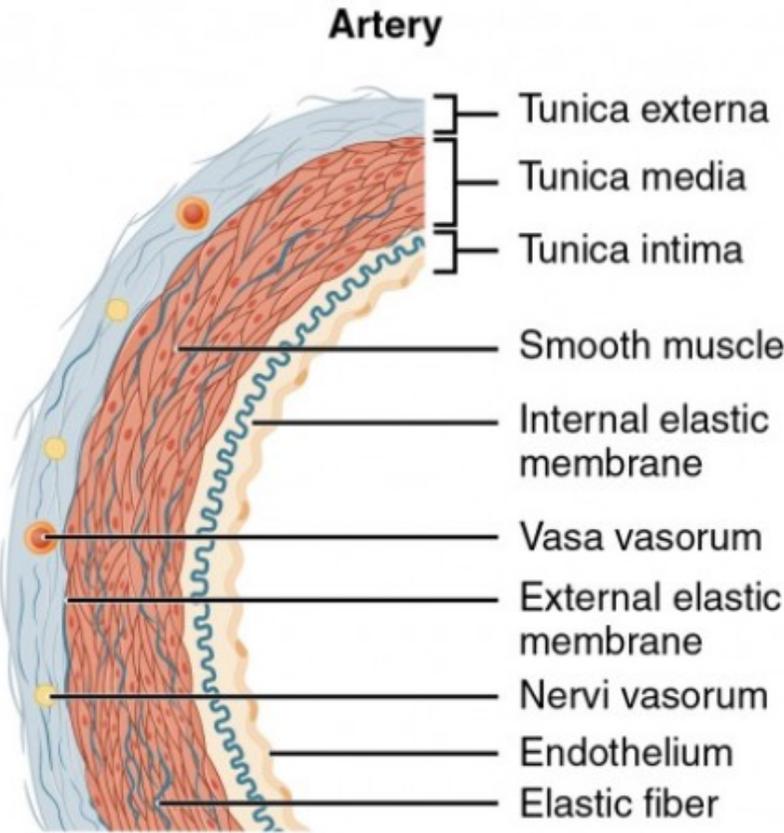
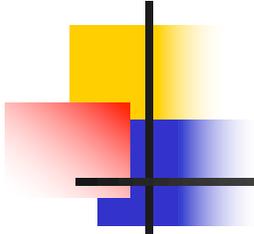
---

- Têm a parede dividida em 3 túnicas:
  - Túnica externa:
    - Adventícia, composta por tecido conjuntivo.
  - Túnica média:
    - Camada intermédia composta por músculo liso.
  - Túnica interna:
    - Endotélio simples na parte mais interior.
    - Membrana basal.
    - Camada de elastina.

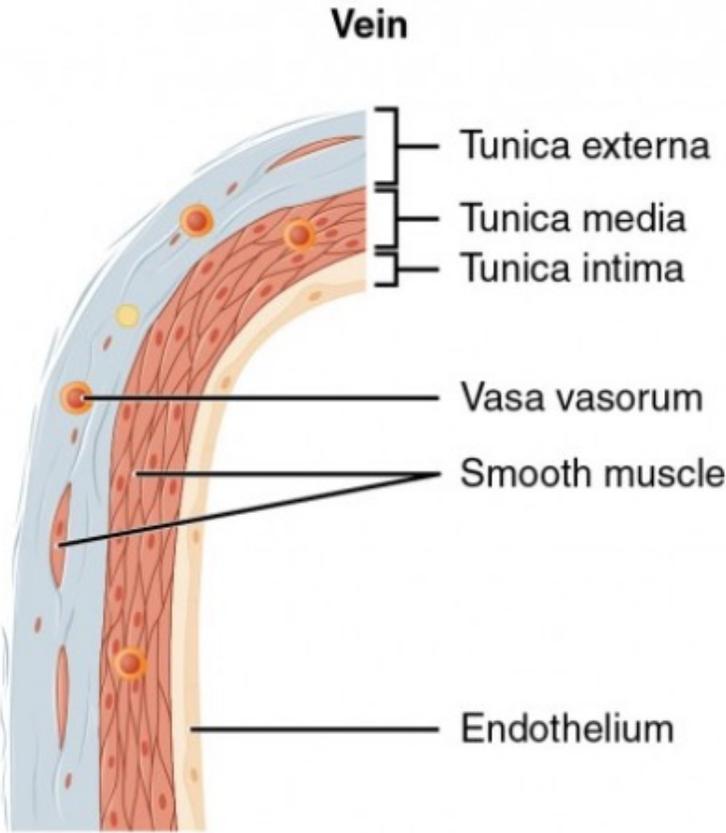


# Structure of Blood Vessels – 3 Layers “Tunics”

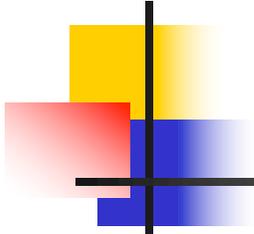




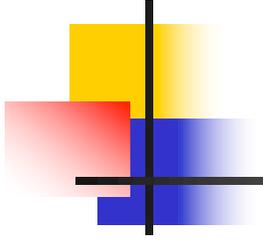
(a)



(b)

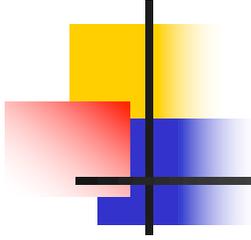


(c)



# Vasos Sanguíneos (continuação)

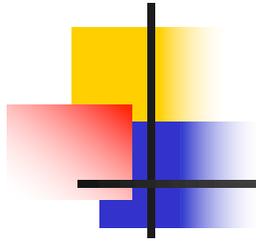
- **Artérias Elásticas :**
  - Numerosas camadas de fibras de elastina por entre o músculo liso.
    - Expandem quando aumenta a pressão sanguínea.
      - Actuam como um elástico quando os ventrículos relaxam.
- **Artérias Musculares :**
  - São menos elásticas e apresentam uma camada de músculo liso mais espessa.
  - O seu diâmetro não se altera muito em função da pressão sanguínea.
- **Arteriolas:**
  - Apresentam a maior % músculo liso.
    - Forçam uma quebra acentuada da pressão sanguínea.
      - Apresentam maior resistência ao fluxo sanguíneo.



# Vasos Sanguíneos (continuação)

---

- O grosso do volume sanguíneo está contido no sistema venoso.
  - Vénulas:
    - Resultam da união dos capilares.
      - Muito porosas.
  - Veias:
    - Contêm pouco músculo liso ou elastina.
      - Vasos com elevada capacitância (reservatórios de sangue).
    - Contêm válvulas de sentido único que asseguram o fluxo do sangue de volta ao coração.
- Bombeamento do sangue pela contracção dos músculos esqueléticos e do diafragma.
  - Auxilia o retorno do sangue venoso ao coração.



# Capilares

---

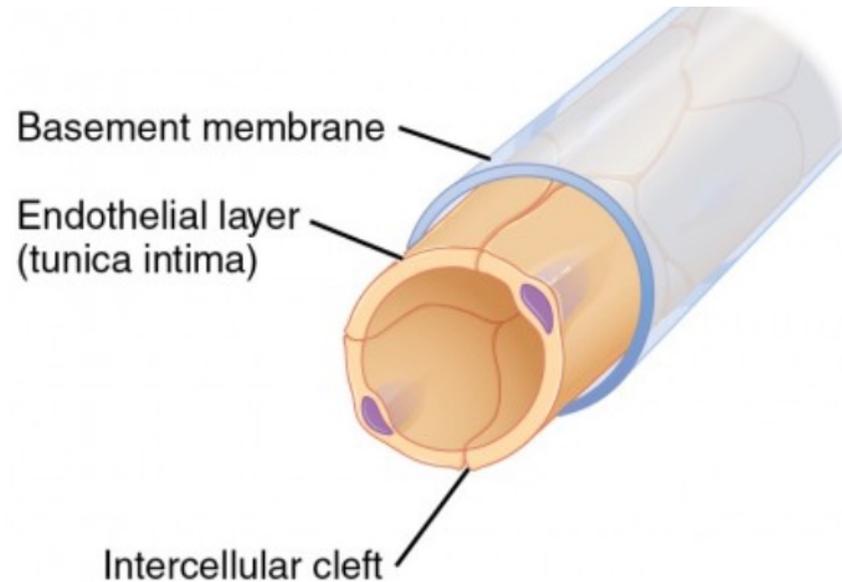
- Vasos mais pequenos.
  - Têm a espessura de apenas uma célula endotelial.
    - Proporcionam o acesso directo às células.
      - Possibilitam as trocas de nutrientes e dejectos metabólicos.

# Tipos de Capilares

- **Contínuos:**
  - Células endoteliais adjacentes encontram-se firmemente ligadas entre si.

Canais intercelulares permitem a passagem de moléculas (com exceção das proteínas) entre o sangue dos capilares e o fluido intersticial.

- Músculo, pulmões, e tecido adiposo.

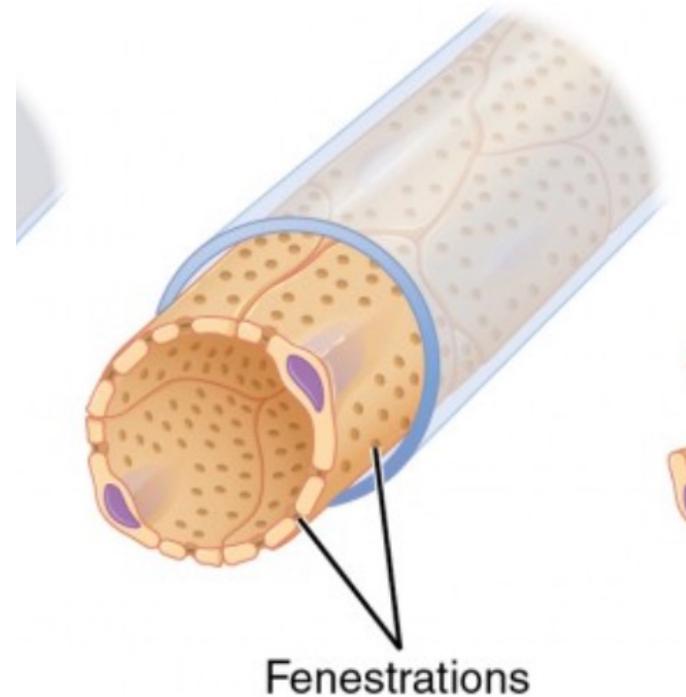


# Tipos de Capilares

- **Fenestrados:**

- Apresentam  
largos poros  
nas células endoteliais.

Têm grande  
permeabilidade.



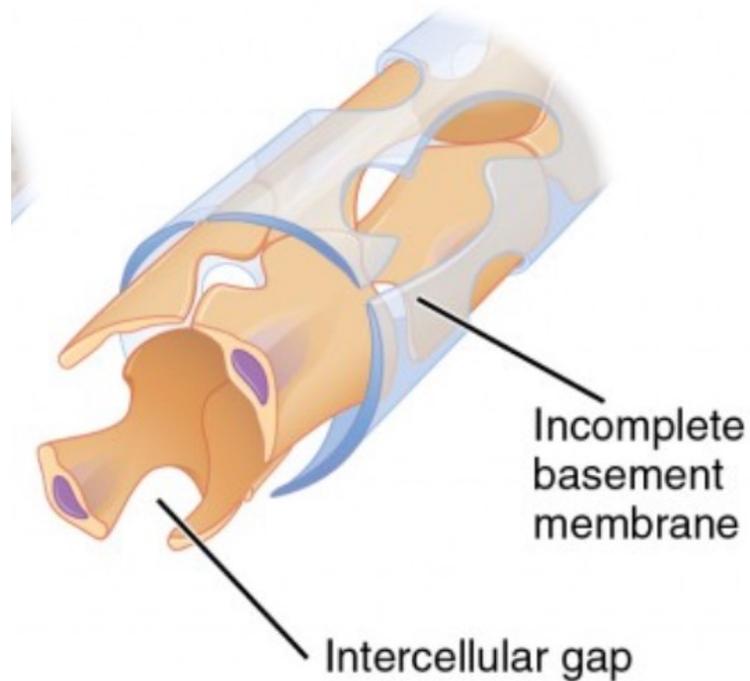
- Rins, glândulas endócrinas e intestinos.

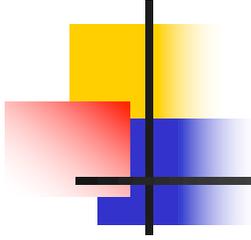
# Tipos de Capilares

## ■ **Discontínuos (sinusóides):**

- Capilares grandes, totalmente permeáveis.

- Fígado, baço e medula óssea.





# Sistema Linfático

---

- 3 funções básicas :
  - Transporta o fluido intersticial de volta à corrente sanguínea.
  - Transporta os lípidos absorvidos no intestino delgado para o sangue.
  - Participa nas defesas imunológicas contra os agentes patogénicos.

# Sistema Linfático (continuação)

- Capilares linfáticos :
  - Túbulos sem saída que formam vastas redes nos espaços intercelulares.
- Linfa:
  - Fluido que entra nos capilares linfáticos.
    - É transportada dos capilares linfáticos para os ductos linfáticos e destes para os gânglios linfáticos.
  - O gânglios linfáticos filtram a linfa antes desta retornar às veias.

