

Back to Basis – Hemostáza a koagulopatie

MUDr. Ivo Demel
XXXII. Kongres ČSARIM
18.9.2026

Back to Basis = Back to History

Vývoj konceptu hemostázy

Model	Klíčová myšlenka	Co vysvětlil	Co nevysvětlil
Klasická teorie 1905	Pojmy jako protrombin, fibrinogen, Ca^{2+}	Základní biochemie koagula	Regulaci a lokalizaci

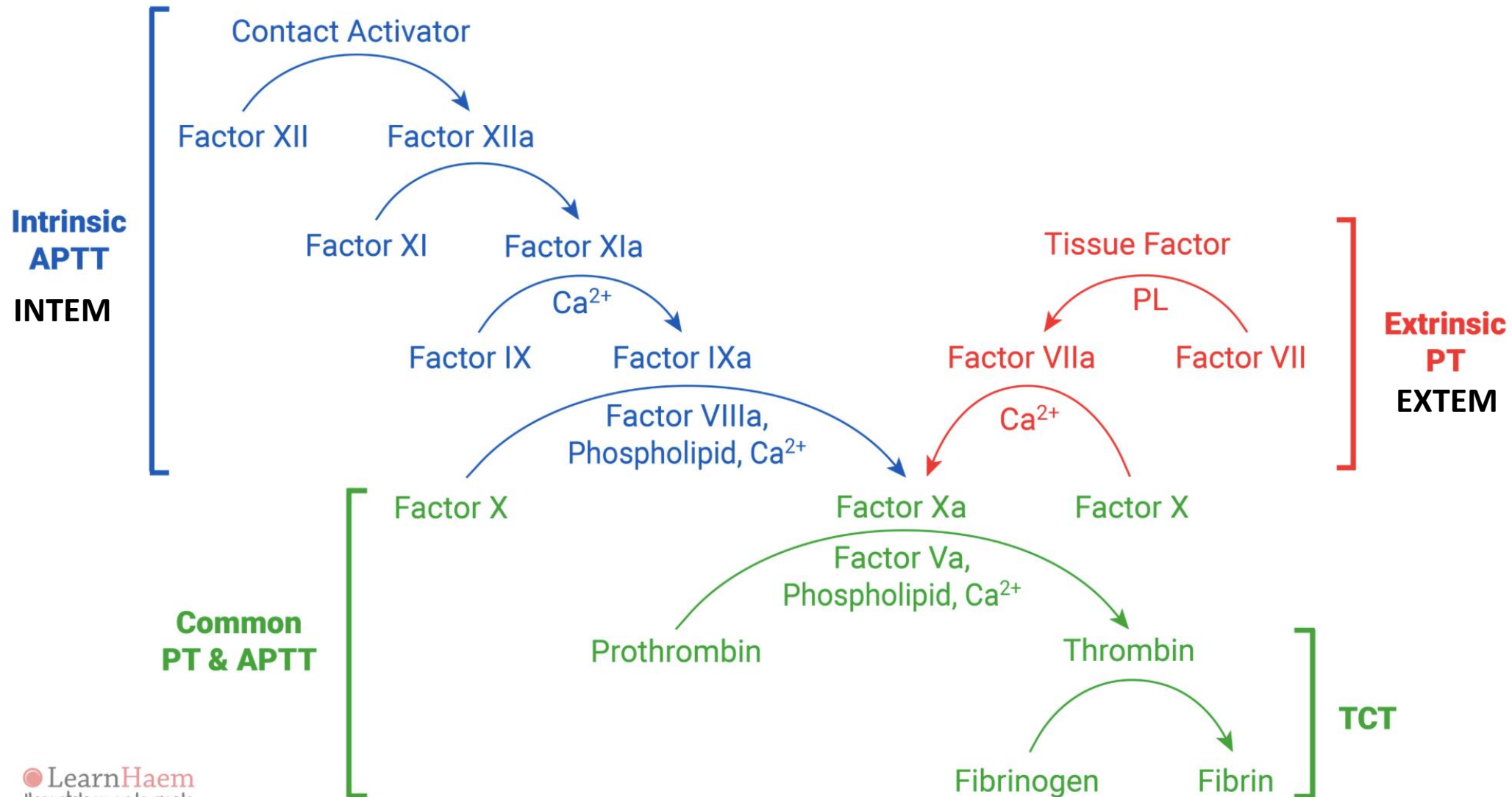
Klasická teorie hemostázy



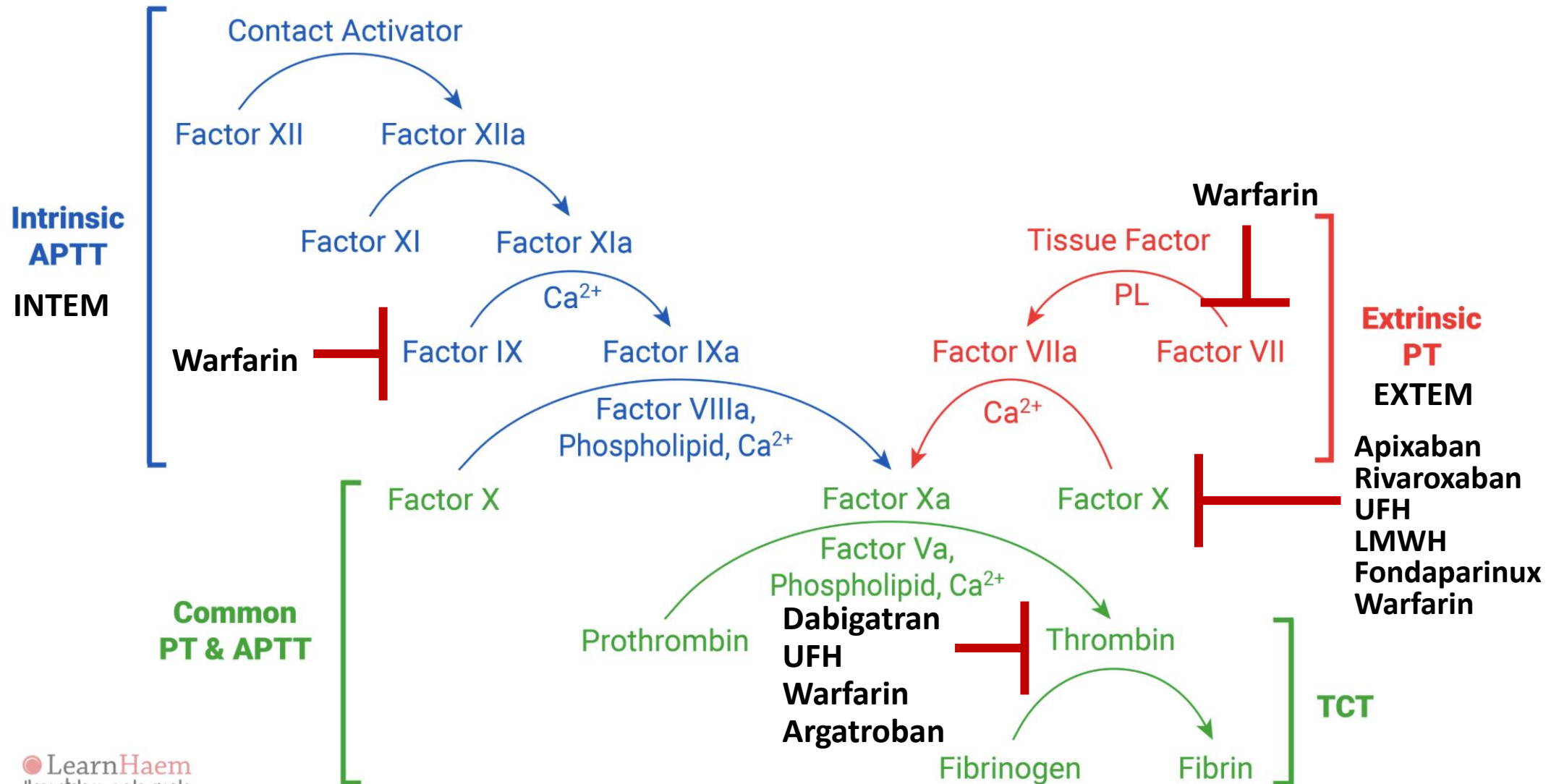
Vývoj konceptu hemostázy

Model	Klíčová myšlenka	Co vysvětlil	Co nevysvětlil
Klasická teorie 1905	Pojmy jako protrombin, fibrinogen, Ca^{2+}	Základní biochemie koagula	Regulaci a lokalizaci
Kaskádový model 1964	Sekvenční aktivace zymogenů	Koagulační časy PT, aPTT ...	Proč deficit fXII nekrvácí

Kaskádový model hemostázy



Kaskádový model hemostázy



aPTT

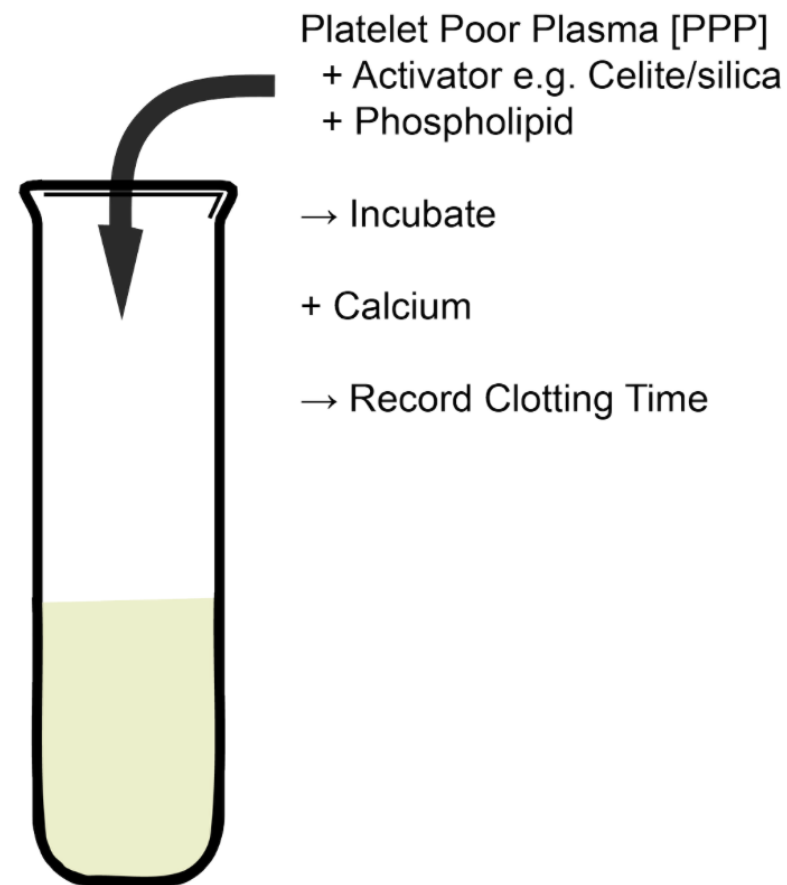
activated = přidání aktivátoru kontaktní fáze

Partial = thromboplastin bez tkáňového faktoru

Thromboplastin = (tkáňový faktor) + fosfolipidy

Time = měření času od přidání Ca^{2+} do vytvoření fibrinového koagula

Activated Partial Thromboplastin Time [APTT]



PT

Prothrombin = předpokládalo, že rozhodující funkcí testu je schopnost plazmy vytvořit trombin z protrombinu

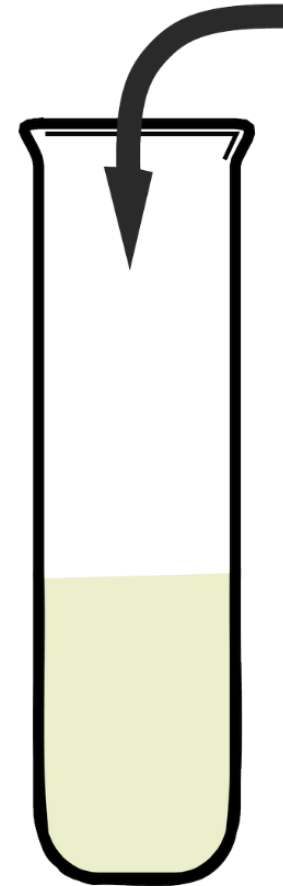
Prothrombin Time [PT]

Platelet Poor Plasma [PPP]
+ Tissue Factor [TF]
+ Phospholipid

→ Incubate at 37°C

+ Calcium

→ Record Clotting Time



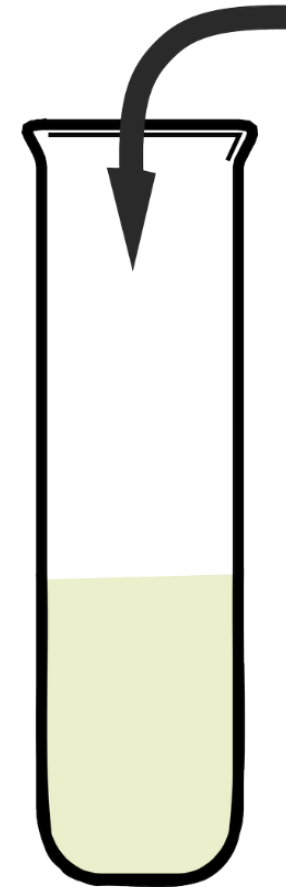
PT

Prothrombin = předpokládalo, že rozhodující funkcí testu je schopnost plazmy vytvořit trombin z protrombinu

PT ≠ INR („Quick“)

$$INR = \left(\frac{PT_{pacienta}}{MNPT} \right)^{ISI}$$

Prothrombin Time [PT]



Platelet Poor Plasma [PPP]
+ Tissue Factor [TF]
+ Phospholipid

→ Incubate at 37°C

+ Calcium

→ Record Clotting Time

Co nám říkají PT a aPTT?



aPTT: faktory XII, XI, IX, VIII
PT: faktory VII, X, V, II

Co nám říkají PT a aPTT?

Komplement

NETóza

Antitrombin

Trombocyty

Protein C a S

aPTT: faktory XII, XI, IX, VIII
PT: faktory VII, X, V, II

Fibrinolýza

Smykové tření

Thrombin
burst

Endotel

TFPI

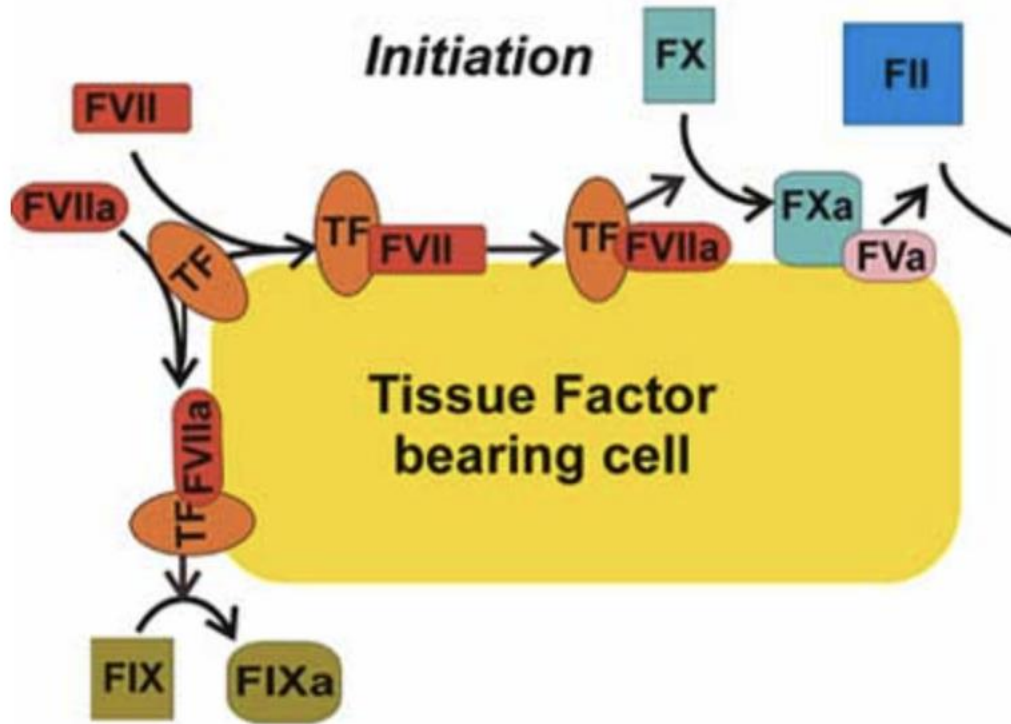
Buněčné
elementy

Zpětnovazebné
mechanismy

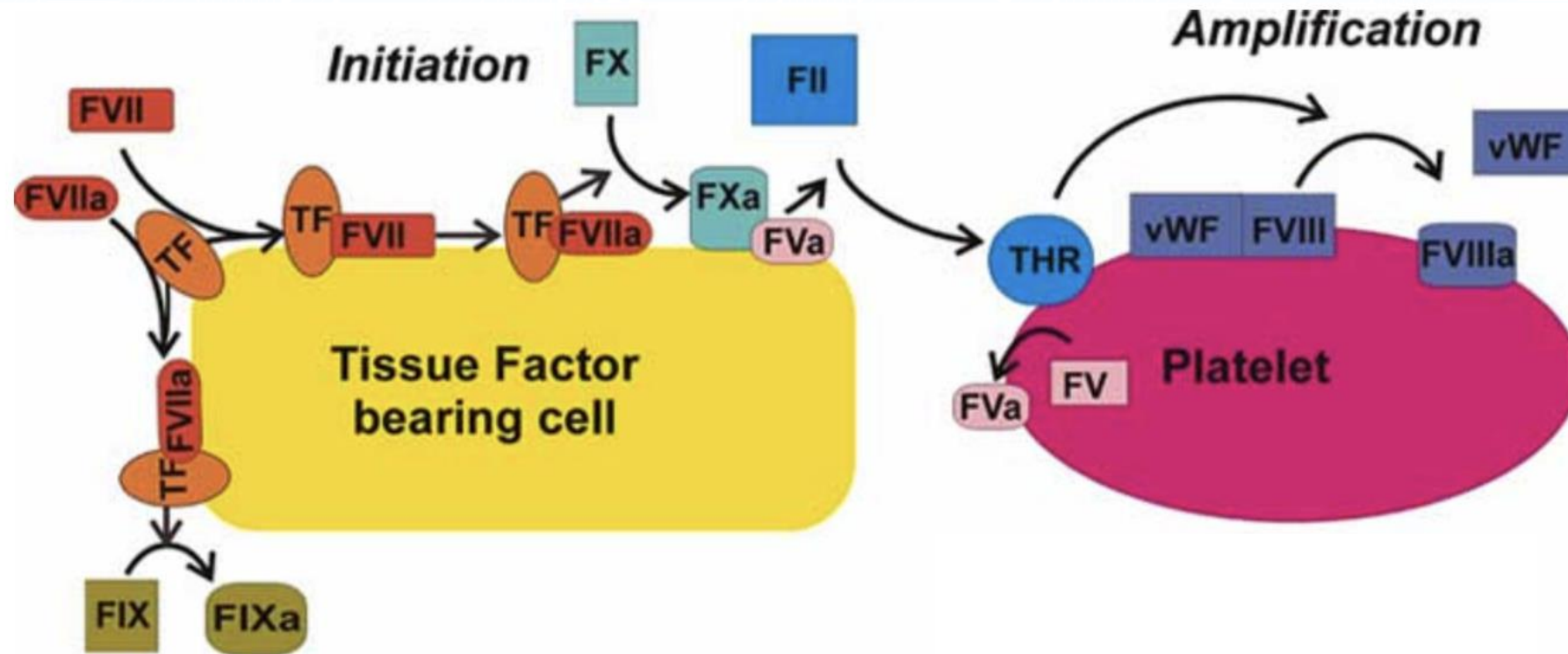
Vývoj konceptu hemostázy

Model	Klíčová myšlenka	Co vysvětlil	Co nevysvětlil
Klasická teorie 1905	Pojmy jako protrombin, fibrinogen, Ca^{2+}	Základní biochemie koagula	Regulaci a lokalizaci
Kaskádový model 1964	Sekvenční aktivace zymogenů	Koagulační časy PT, aPTT ...	Proč deficit fXII nekrvácí
Buněčný model 2001	Děj se odehrává a je řízen buněčnými povrchy	Role trombocytů a trombinu	Role leukocytů a imunity

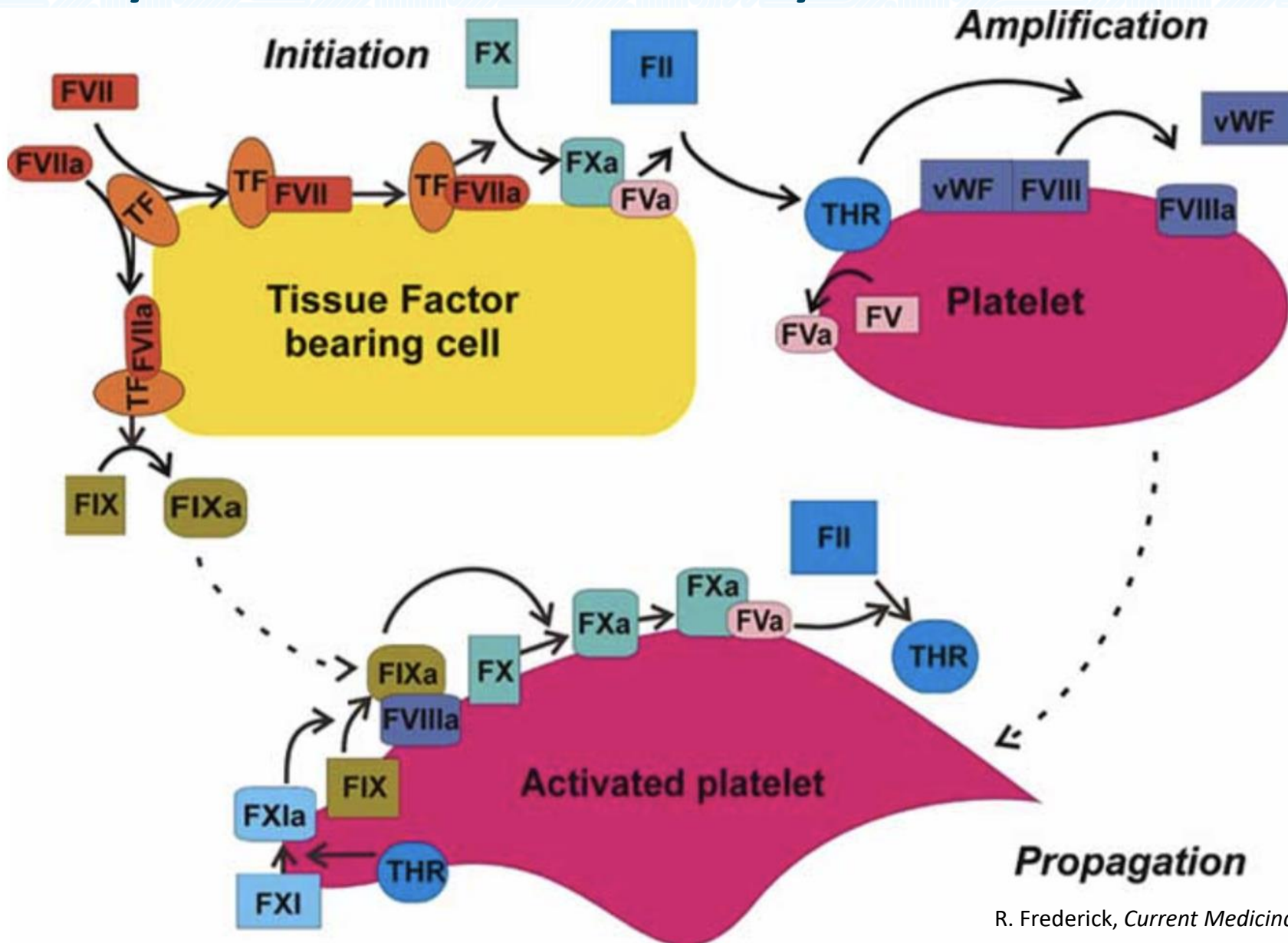
Buněčný model hemostázy

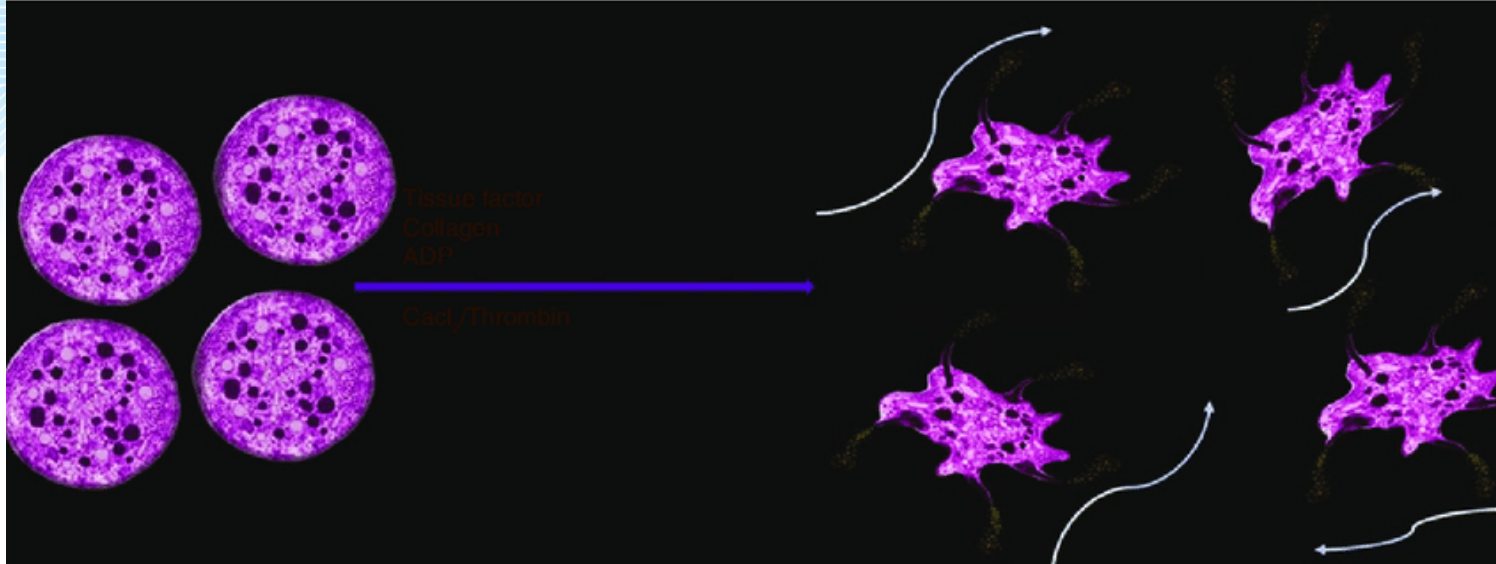


Buněčný model hemostázy



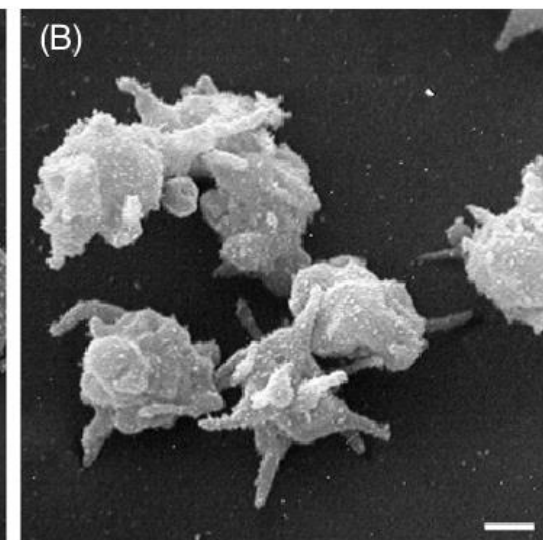
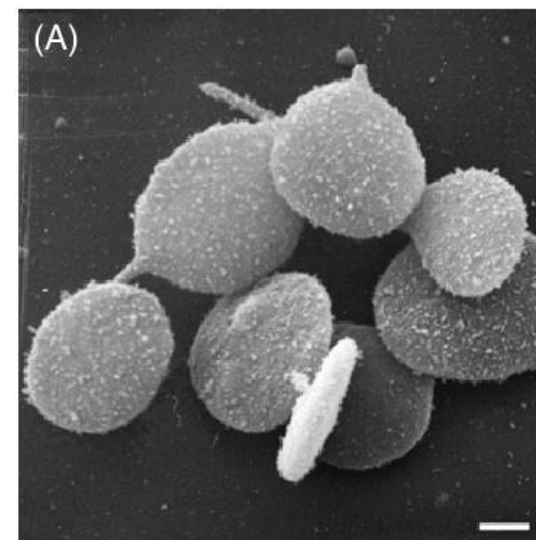
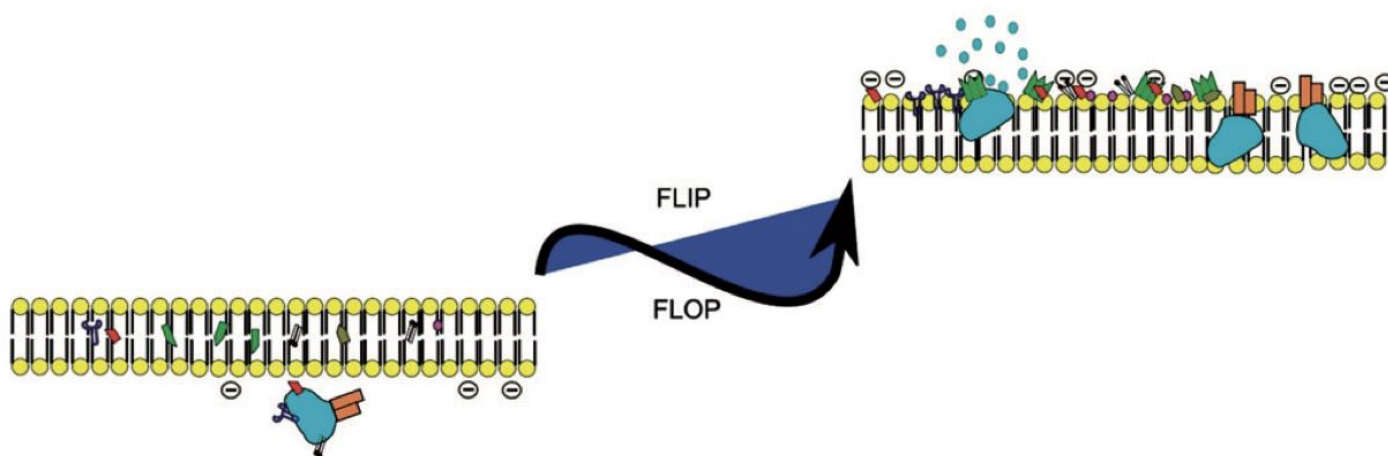
Buněčný model hemostázy





NATIVE PHENOTYPE

ACTIVATED PHENOTYPE



Vývoj konceptu hemostázy

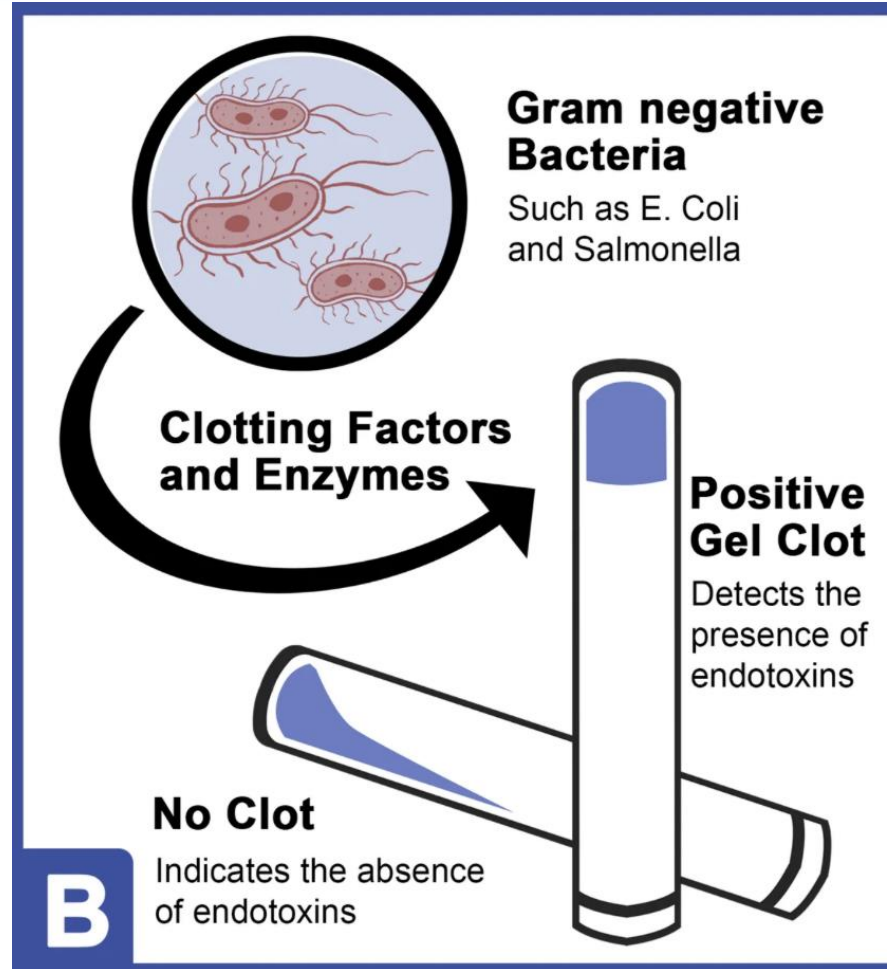
Model	Klíčová myšlenka	Co vysvětlil	Co nevysvětlil
Klasická teorie 1905	Pojmy jako protrombin, fibrinogen, Ca^{2+}	Základní biochemie koagula	Regulaci a lokalizaci
Kaskádový model 1964	Sekvenční aktivace zymogenů	Koagulační časy PT, aPTT ...	Proč deficit fXII nekrvácí
Buněčný model 2001	Děj se odehrává a je řízen buněčnými povrchy	Role trombocytů a trombinu	Role leukocytů a imunity
Imunotrombóza 2013	Trombus je efektor vrozené imunity	Sepse, aHUS, CAR-T ...	Cílená terapie bez krvácení

Ostrorep Americký (*Limulus Polyphemus*)



Živoucí fosílie

Existují již 450 miliónů let



LAL gelová reakce

Vrozená imunita a koagulační systém patří mezi evolučně velmi staré obranné mechanismy. Vyvíjely se společně s postupnou specializací.

Koagulační systém byl na začátku čistě obranný mechanismus proti mikrobiálním patogenům.

Proto nadměrná aktivita koagulačního systému při sepsi není porucha systému, ale deregulace jeho původní funkce.

Role trombocytů v imunitním systému

Rozpoznávací

Destiček je v krvi 40x víc než leukocytů.

Skrze TLR rozpoznávají PAMPs a DAMPs.

Často buňky prvního kontaktu s patogenem.

Sekreční

Po aktivaci uvolňují ze skladovacích granul antibakteriální látky, chemokiny, a rozpustný CD154, který je důležitý pro aktivaci humorální a cytotoxické složky adaptivní imunity.

Adhezivní

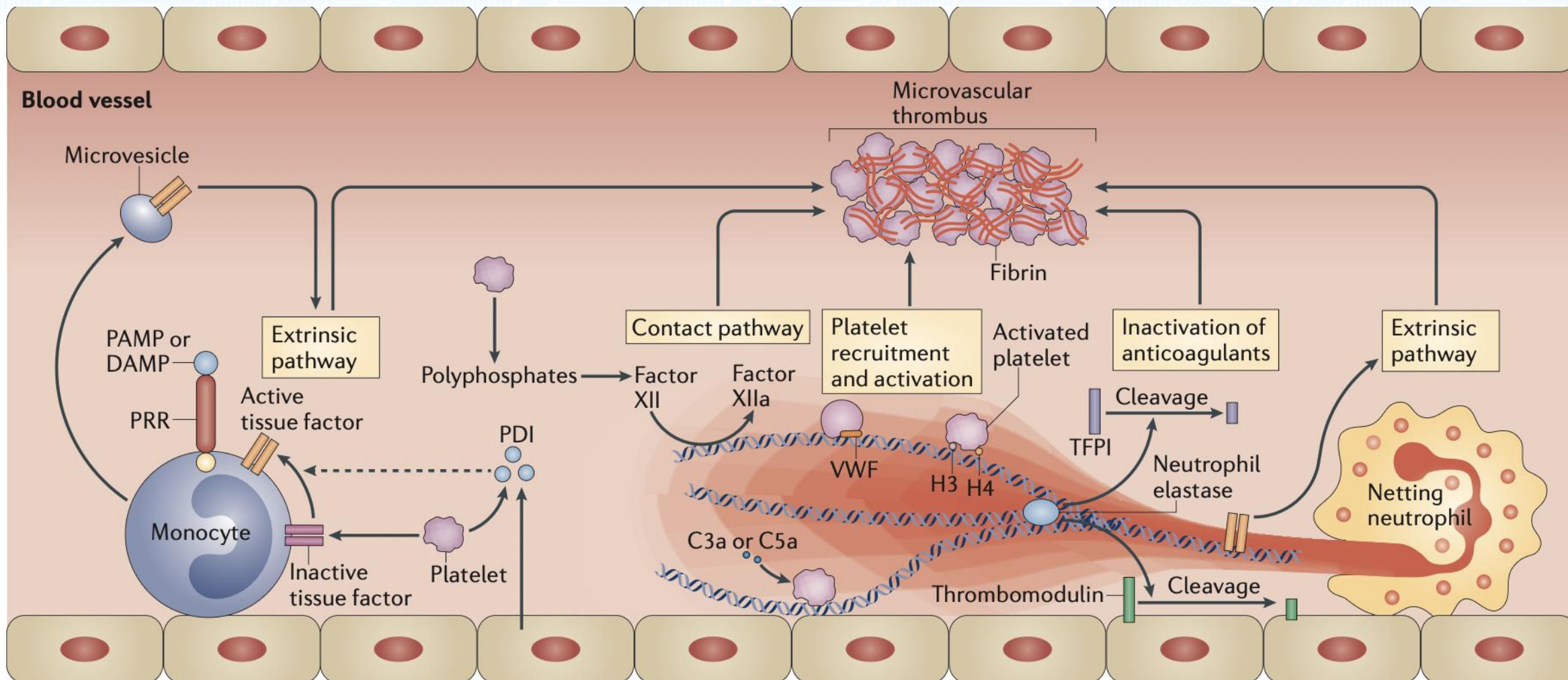
Přes P-selektin a receptor GPIIb/IIIa se váže na endotel a neutrofily, čímž dochází k jejich přímé vazbě.

Efektorová

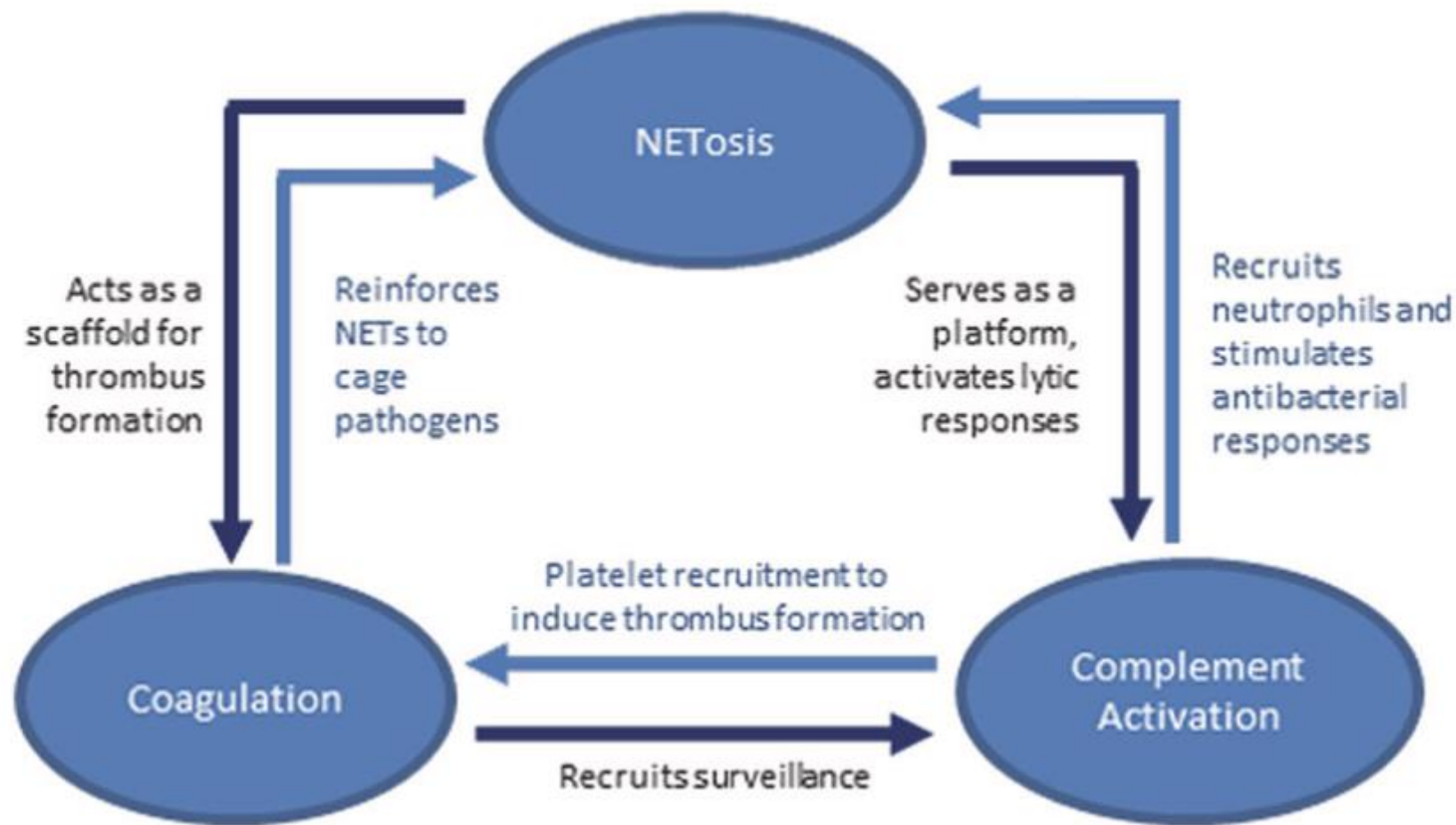
V poslední fázi přímo účinkuje baktericidními látkami, agregací fyzicky sequestruje patogen, a spouští proces NETózy.

Trombocyt není jen hemostatická buňka, ale sentinel, který rozhoduje o imunitní odpovědi.

Role vrožené imunity

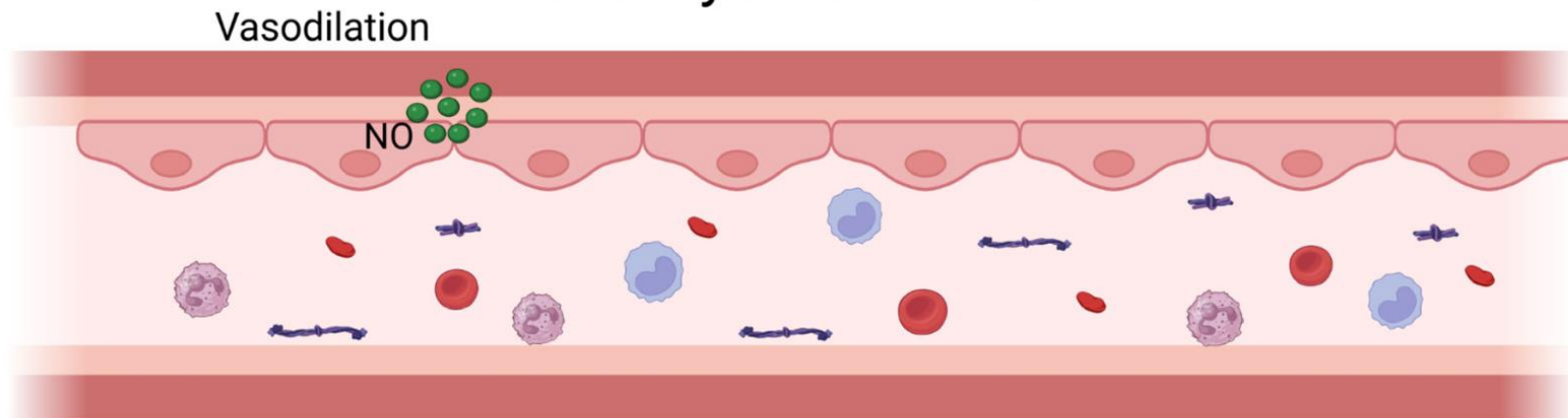


Komplement

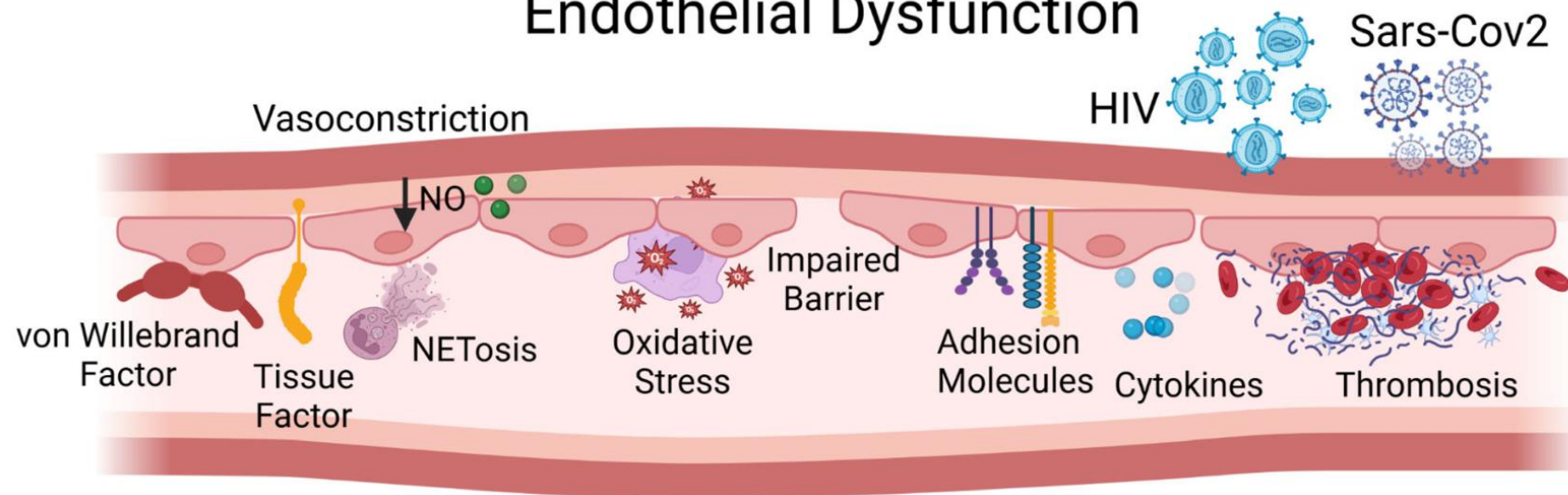


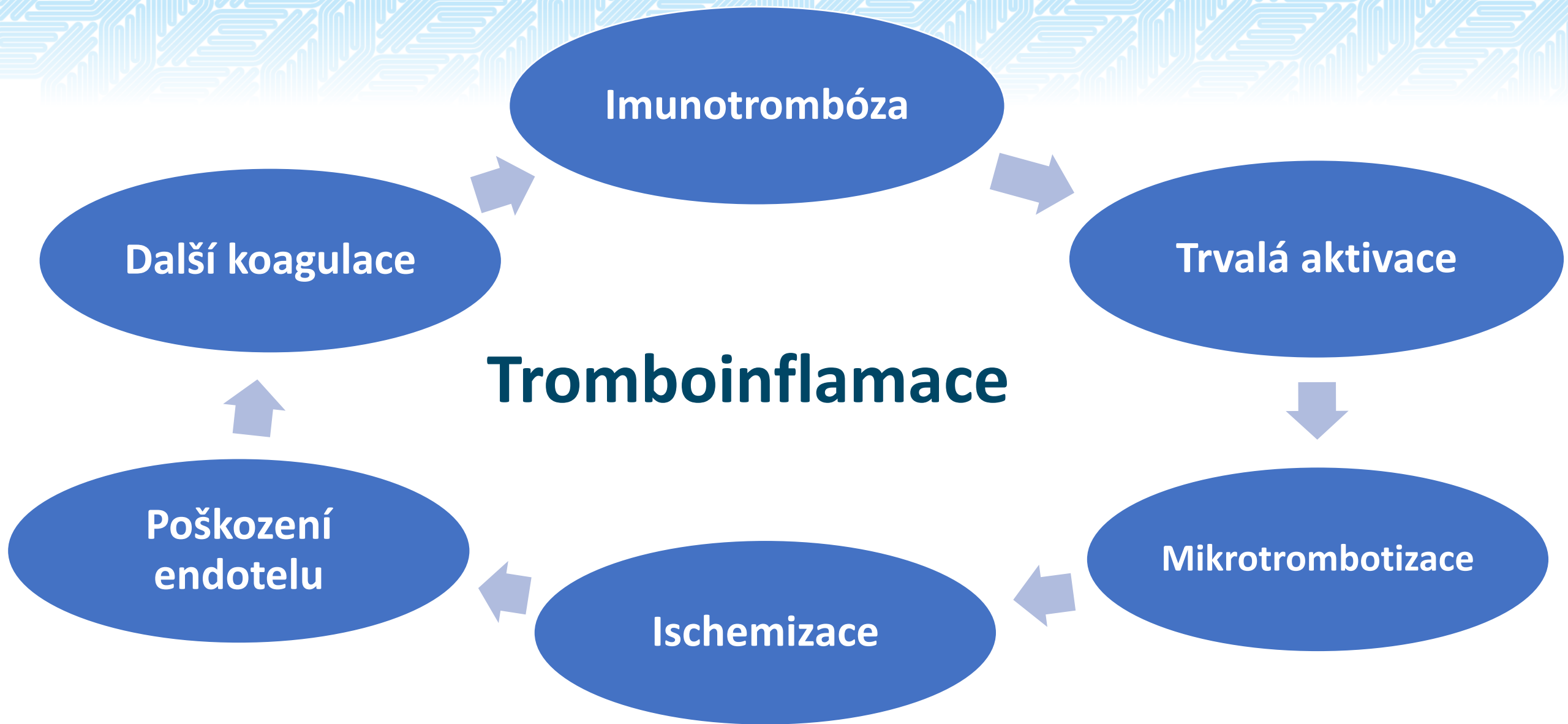
Endotel

Healthy Endothelium



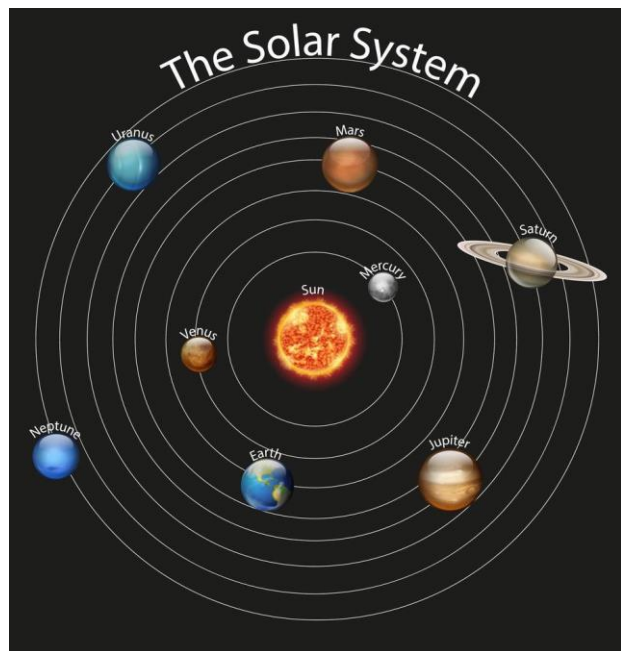
Endothelial Dysfunction



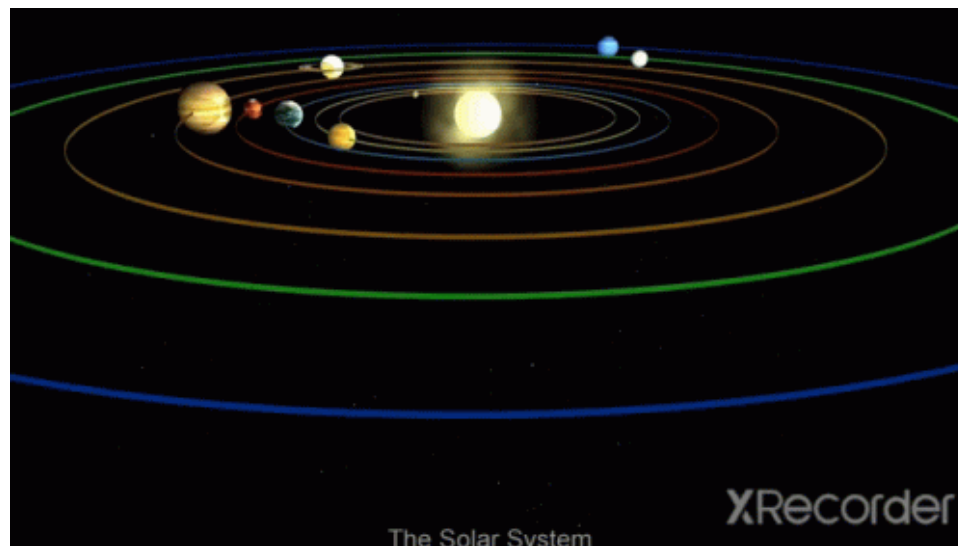


Koagulace stále jako cesta do neznáma

Kaskádový 2D



Buněčný 3D



Imunotrombóza 4D

