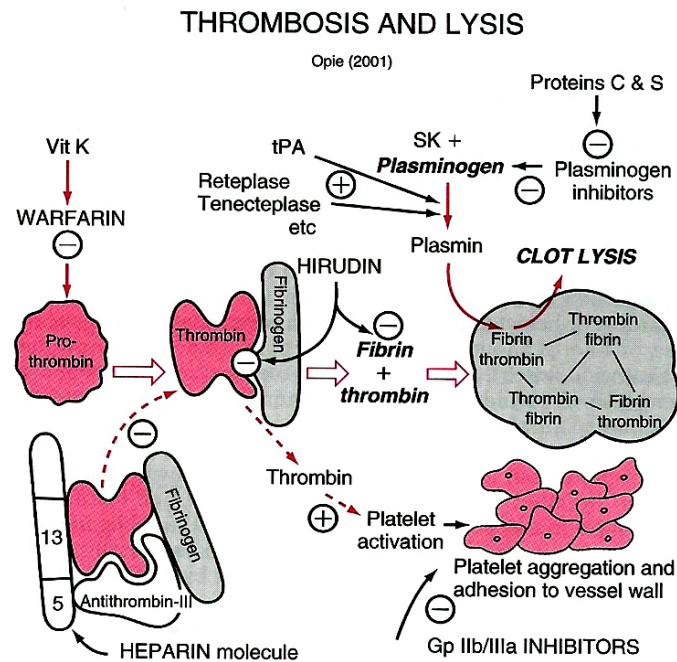


Médicaments anti-thrombotiques



&

Médicaments anti-hémorragiques ¹

Hémostase = arrêt de la perte de sang à partir d'un vaisseau endommagé
(→ vasoconstriction, adhésion et activation PLT et formation de fibrine)

Thrombose = formation d'un caillot en absence de saignement

- **altération du flux sg** (stase veineuse en cas d'immobilisation; fibrillation auriculaire)
→ activation coagulation (>< élimination hépatique des fact. coag activés)
lq mécanisme dépassé → thrombus (rouge (veineux))

- **lésions de l'endothélium (artériel)** (artériosclérose)
→ perte de la barrière anti-thrombogène
→ adhésion PLT (thrombus blanc)

Rappel: endothelium vasculaire normalement non-thrombogénique:
- héparan sulfate à sa surface (= cofacteur anti-thrombine III)
- synthèse de produits anti-thrombotiques: NO, PGI₂, tPA, adénosine

- **hypercoagulabilité** : déficience congénitale (= thrombophilie)
ou acquise (maladies hép., contraceptifs, fin de grossesse)

Embole = rupture du thrombus, déplacement et arrêt dans un vaisseau
→ vital si poumon, cerveau, coeur.

Troubles de la coagulation

Données de prévalence en Belgique

– Maladie de Von Willebrand	1000
– Hémophilie A (facteur VIII)	700
– Hémophilie B (facteur IX)	200
– Conductrices de l'hémophilie	5000 ?
– Autres déficits (VII, XI, V, X)	300
– Patients sous AVK	100.000
– Thrombose veineuse profonde	15.000

3

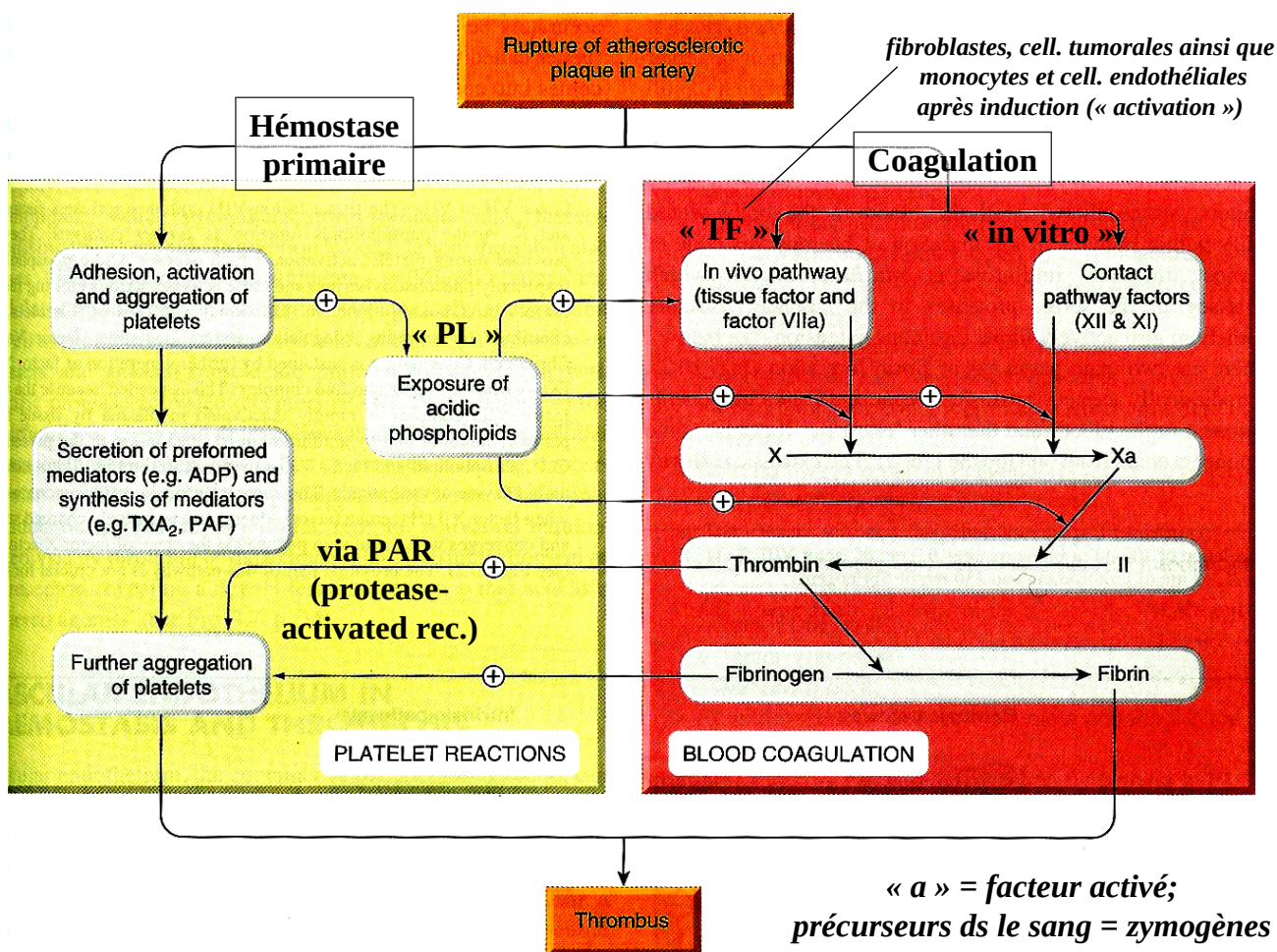
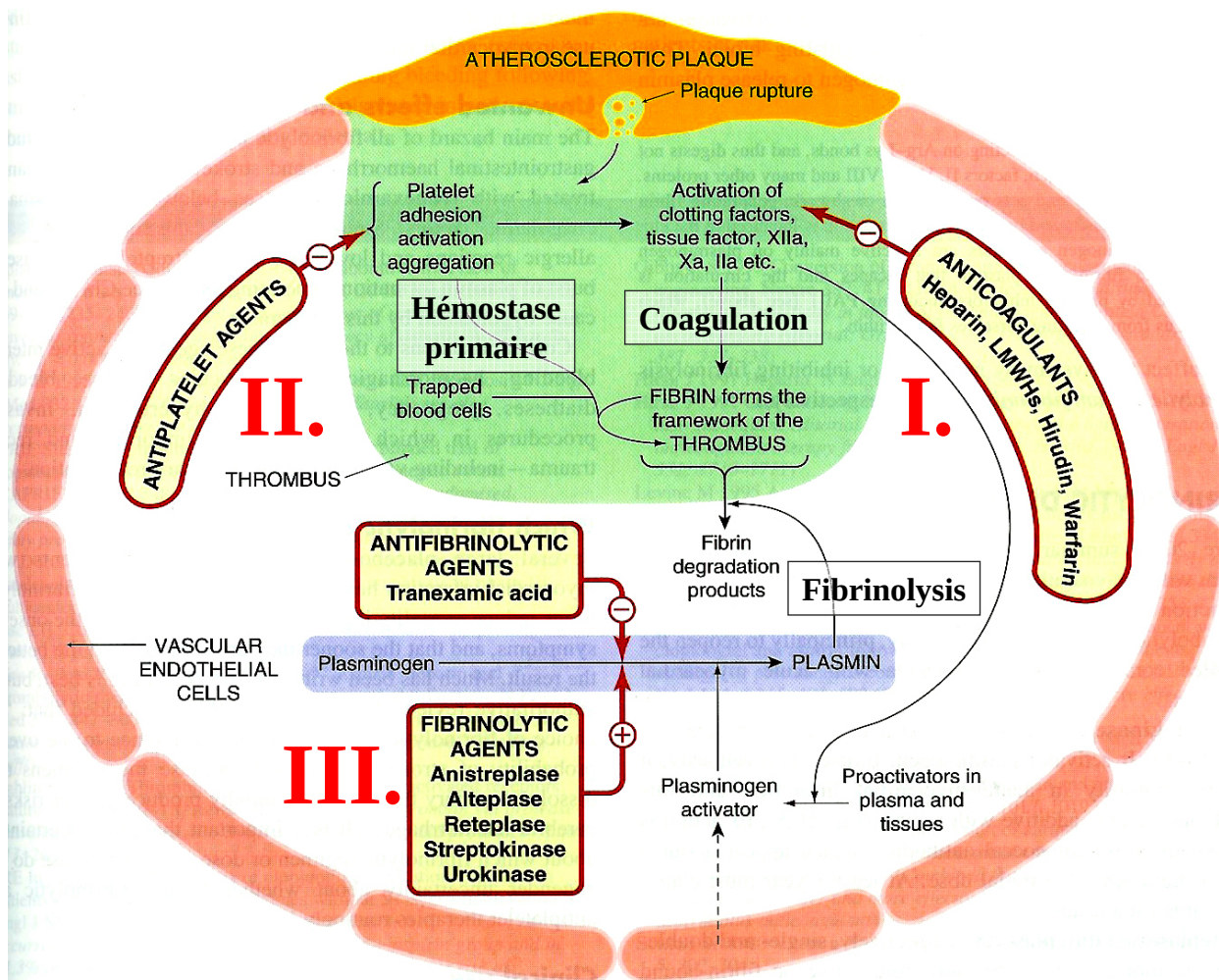
Médicaments anti-thrombotiques:

I. prévention de l'extension du processus thrombotique
par des **anticoagulants**

- d'action directe et rapide: héparines
- d'action indirecte, retardée et prolongée (antagonistes de la Vit. K)

II. **agents anti-plaquettaires ou anti-agrégants**

III. dissolution des thrombi par des **agents fibrinolytiques**



I. Anti-coagulants

- (1) **Héparine** (action rapide et limitée)
- (2) **Antagonistes de la vitamine K** (action prolongée)
- (3) Inhibiteurs spécifiques de la thrombine
- (4) Inhibiteurs spécifique du facteur Xa
- (5) Epoprosténol
- (6) Protéine C

Indications : (Traitement et prévention)

- thrombose veineuse profonde (périopératoire)
- thrombose et embolisation chez les patients avec fibrillation auriculaire
- thrombose sur valves
- circulation extracorporelle (hémodialyse, pontage)
- angine instable

7

(1) Héparines ou Anticoagulants injectables:

Héparines = familles de glycosaminoglycans (mucopolysaccharides)

- présente avec l'histamine dans les granules des cellules mastocytaires
- extraite de poumon de boeuf ou d'intestin de porc

(dosage en unité d'activité plutôt que de masse, déterminé par rapport à un standard international)

- Héparine non-fractionnée
- Héparine de bas poids moléculaire (LMWH)

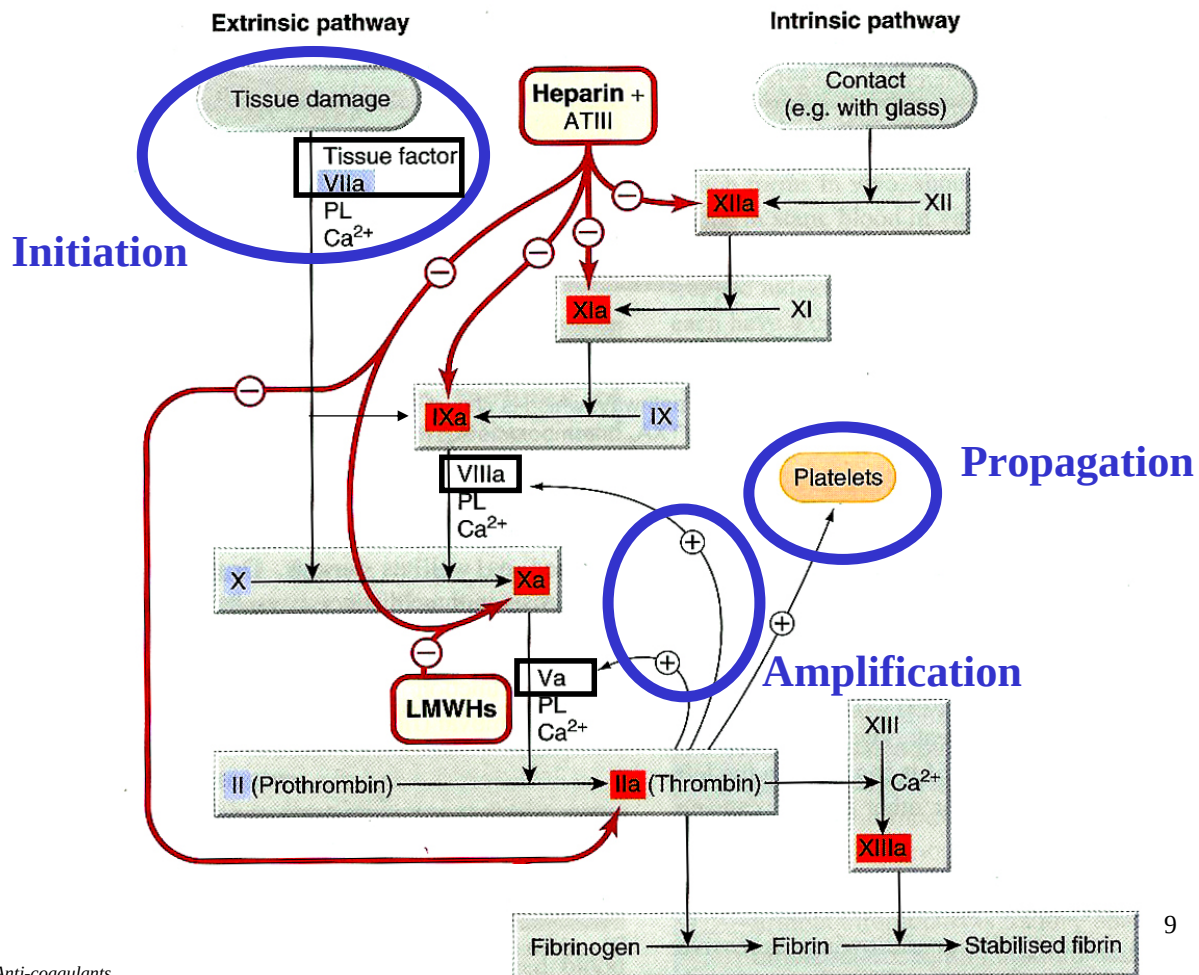
Mode d'action des héparines:

inhibition de la coagulation par activation de l'anti-thrombine III
(accélération d'un facteur 1000 de la neutralisation
de l'activité sérine protéase des fact. coag.)

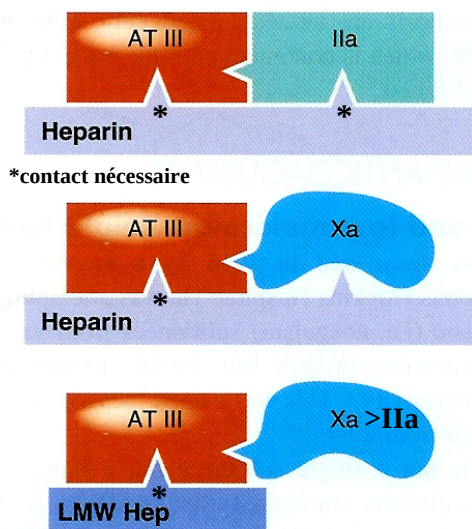
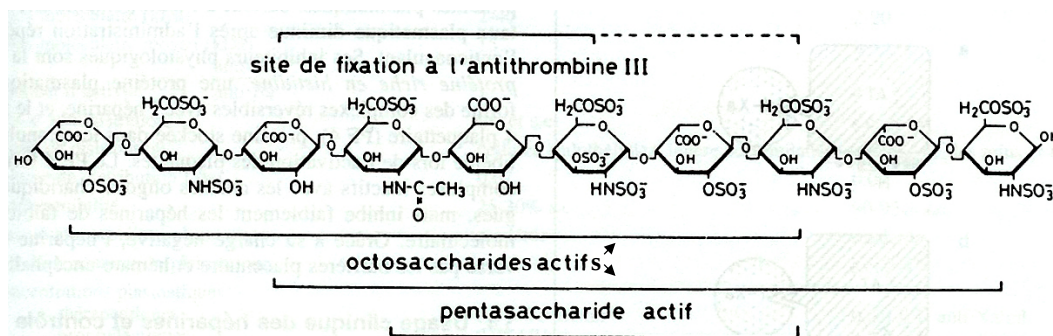


*glycoprotéine circulante, principal inhibiteur de la coagulation
nécessaire pour réguler l'hémostase physiologique
(en + de l'action anti-thrombogène de l'endothélium)*

8



I. Anti-coagulants



Héparine non-fractionnée:

- pds moyen 15 kDa (entre 4 et 40 kDa)
- liaison ATIII niv. octosacch 1-8 et 3-10
- activité anti-IIa, anti-Xa, ...
- effets sur les PLT (thrombocytopenie)

Héparine de bas poids moléculaire:

- <18 résidus sacch.(5kDa)
- faible activité anti-thrombine
- forte activité anti-Xa

Pentasaccharide ou anti-Xa

- anti-Xa spécifique (1.7 kDa)

Pharmacocinétique :

	Héparines non fractionnées	Héparines de faible poids moléculaire
Poids moléculaire (kDa)	2-40	2-20
Poids moléculaire moyen (kDa)	15	6
Quotient d'activité anti-Xa anti-IIa	1	4
Voie d'administration	i.v. et s.c.	s.c. et i.v.
Tissus de distribution	cellules endothéliales, légère accumulation dans le foie, les reins et la rate	
Volume de distribution L/kg	0.07	0.07
Biodisponibilité	25-30% s.c.	90-95% s.c.
Liaison aux protéines plasmatiques	modérée	modérée
Pics de concentration plasmatique	s.c. 2-3 h	s.c. 3-4 h
Concentrations plasmatiques:		
- thérapeutiques	0.2 à 0.3 UI/ml	0.6-1.0 U anti-Xa/ml
- prophylactiques	0.05 UI/ml	0.2-0.3 U anti-Xa/ml
- hémorragiques	> 1 UI/ml	?
Biotransformation	mal connue; légère dégradation dans le foie (héparinase) et les reins	
Métabolites et excrétion	faible excrétion d'urohéparines inactives dans l'urine après l'administration de fortes doses	
1/2 vie d'élimination (phase β):		
- doses thérapeutiques	90 min	3-5 h (act. anti-Xa)
- doses prophylactiques	60 min	30-60 min (act. anti-IIa)
	3x/jour s.c.	1x/jour s.c.

mais !! posologie = fct (affection + patient)

Effets secondaires :

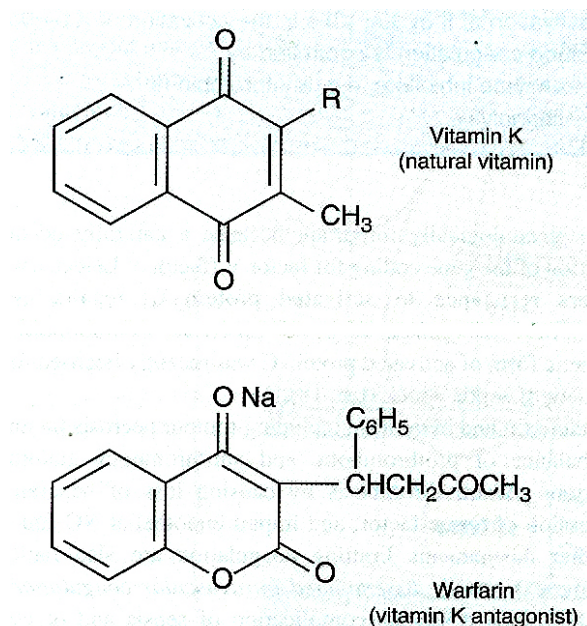
- **Hémorragie** (arrêt du traitement + éventuellement protamine ... en proportion)
- **Thrombose et thrombocytopénie** (Ac anti-héparine précipitant avec plaquettes fixées à l'héparine): rare mais sérieux (moins fréquent avec LMWH)
- Ostéoporose, hypoaldostéronisme (hyperkaliémie), hypersensibilité

11
I. Anti-coagulants

(2) Anti-coagulants oraux ou Antagonistes de la Vitamine K

Mode d'action:

inhibition compétitive de la vit. K



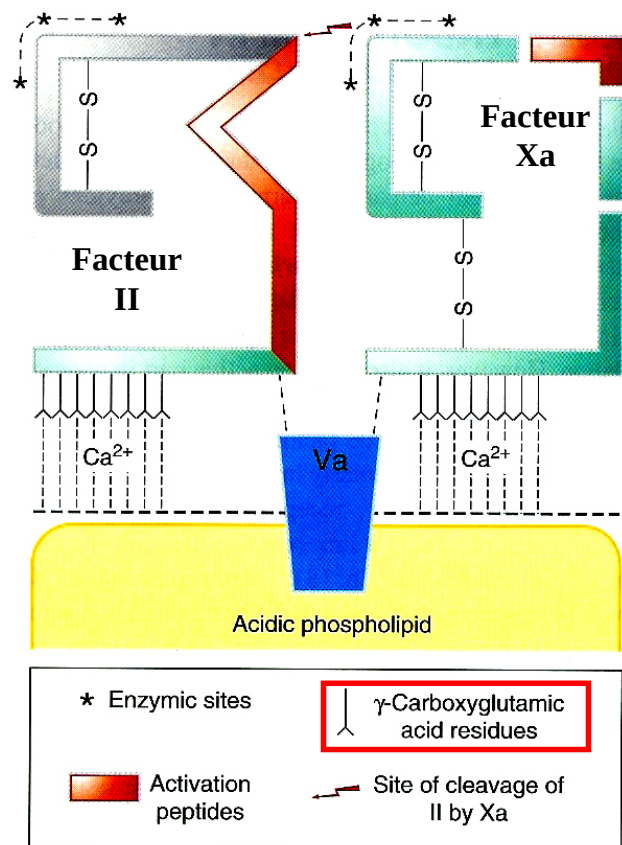
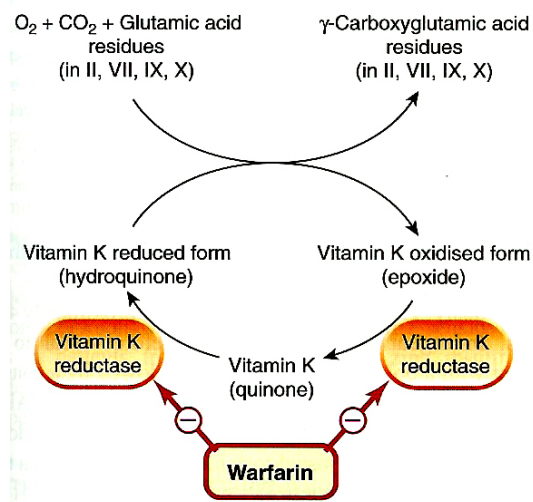
Vit. K (liposoluble)

- ✓ K₁ (plantes)
- ✓ K₂ (bactéries intestinales)
- ✓ K₃ (synthèse chimique)

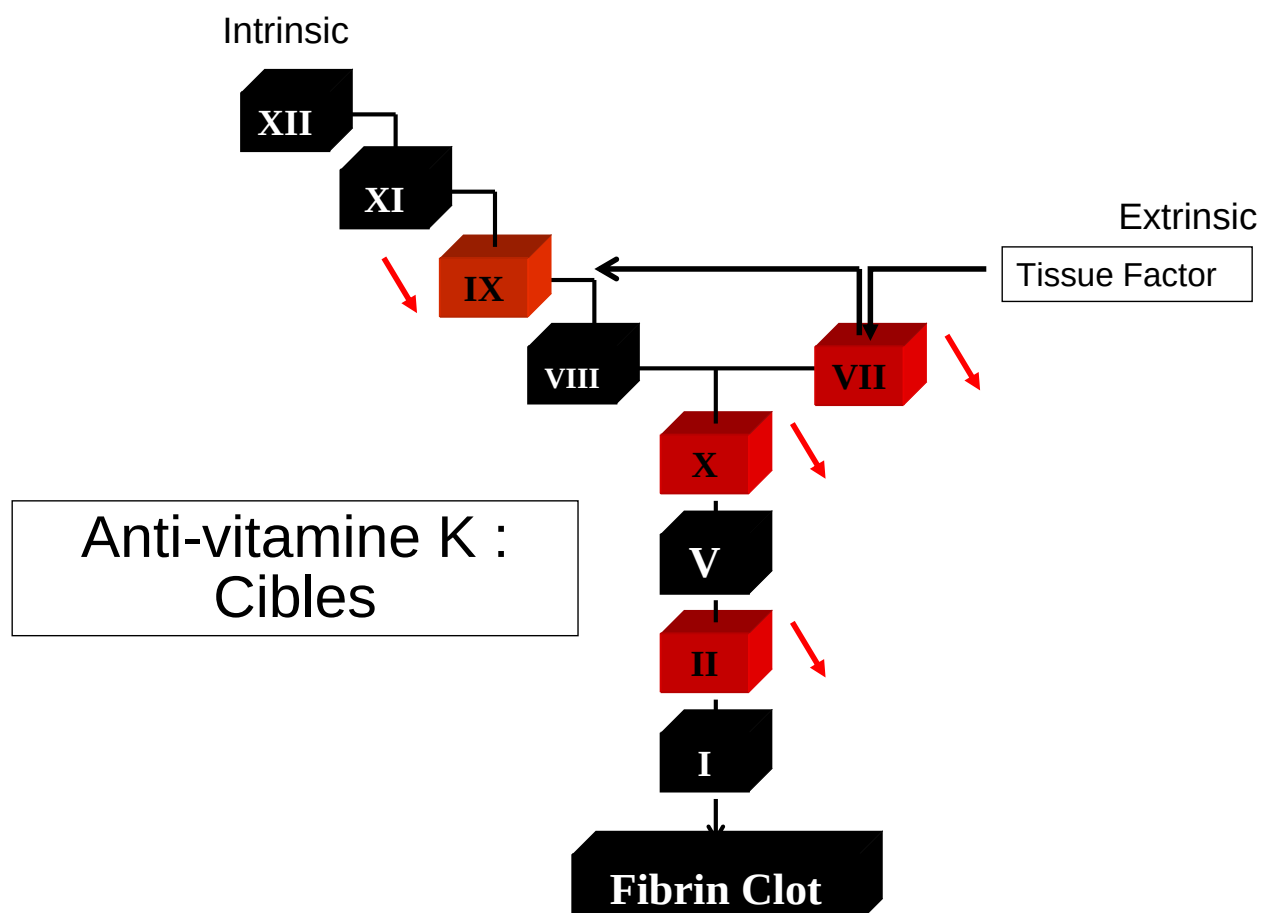
essentielle pour la formation des facteurs II, VII, IX et X (= glycoprotéines avec plusieurs résidus γ-carboxyglutamiques)

12

La vit. K active dans le foie la fixation des groupements carboxyles sur les résidus glutamiques des facteurs II, VII, IX et X.



I. Anti-coagulants



I. Anti-coagulants

Pharmacocinétique:

- absorption à partir du tractus GI → per os
- fortement lié à l'albumine
- délai nécessaire pour développer les effets
 - tps nécessaire à la dégradation des Gla:
demi-vies: VII (6h) < IX < X < II (60h)
 - pour une dose unique → min. 12-16h, max. 48h, durée 4-5 jours
- métabolisation hépatique
- traverse la barrière placentaire:
tératogène et risque hémorragique intracrânien du bébé à la naissance
- posologie: « ni trop, ni trop peu » → ajustement individuel (valeur INR) !!!

Effets secondaires: **hémorragie** (colon, cerveau),
nécrose hémorragique de la peau en début de traitement et chute de cheveux

Contre-indication: grossesse, hypersensibilité, insuff. hépatique sévère

Prudence si: risques hémorragiques (ulcères, varices)

15

!! Potentialisation des effets des anti-coagulants oraux !!

- maladies hépatiques et métabolisme actif tq fièvre: interférence avec synthèse des facteurs de coag. (plus rapidement dégradés)
- **médicaments qui inhibent le métabolisme hépatique:**
cimétidine, chloramphénicol, amiodarone, ...
- médicaments anti-plaquettaires
AINS
- médicaments qui déplacent la warfarine de sa liaison à l'albumine
AINS, hydrate de chloral
- médicaments qui inhibent la réduction de la vit. K
céphalosporine
- **médicaments qui diminuent la disponibilité de la vit. K**
antibiotiques à large spectre détruisant la vit. K₂ produite par la flore intestinale

16

!! Diminution des effets des anti-coagulants oraux !!

- grossesse (car augmentation de la synthèse des fact. coag.)
- hypothyroïdisme (car dégradation réduite des fact. coag.)
- médicaments:
 - Vitamine K !!
 - inducteurs hépatiques cyt.P450 (rifampicine),
 - inhibition de l'absorption intestinale (colestyramine, anti-acides)
- consommation de légumes verts riches en vit. K₁

17

I. Anti-coagulants

Autres Anticoagulants ((1) Héparines; (2) Antag. Vit. K))

(3) Inhibiteurs spécifiques de la thrombine (indép. de ATIII)

Refludan [**lépirudine**]; en cas de thrombopénie induite par l'héparine associée à une thrombo-embolie; administration orale

(4) Inhibiteurs spécifique du facteur Xa

Arixtra [**fondaparinux**]; Prévention de la thrombose veineuse profonde et de l'embolie pulmonaire en cas de chirurgie orthopédique majeure. Administration sous-cutanée mais demi-vie = 17-20h → 1 prise/jour

(5) Epoprosténol

Flolan [époprosténol]; prostaglandine naturelle, alternative à l'héparine, en cas de risque hémorragique accru dans la dialyse rénale; aussi en cas d'hypertension pulmonaire.

(6) Protéine C (actif sur facteurs V et VIII)

Ceprothin [protéine C (humaine)] : inhibition de la coagulation dans certains troubles graves de l'hémostase liés à un déficit congénital en celle-ci.

Xigris [drotrecogine alfa (activée)] : variante de la protéine C activée humaine, obtenue par la technologie recombinante: traitement du sepsis grave chez l'adulte.

18

I. Anti-coagulants

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

(1) Aspirine (AAS)

80-160 mg par jour (prévention)

300 mg (phase aiguë)

(2) Thiénopyridine

Plavix [clopidogrel]

Ticlid + génériques [ticlopidine]

(3) Dipyridamole

Persantine + génériques

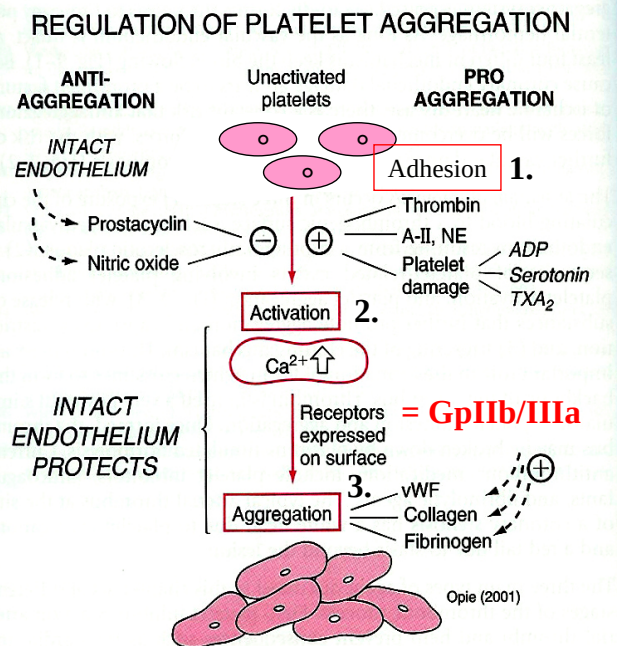
[dipyridamole]

(4) Antagonistes des récepteurs de la glycoprotéine IIb/IIIa

Reopro [abciximab]

Integrilin [eptifibatide]; pas en Belg.

Aggrastat [tirofiban]



II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

1. Adhesion:

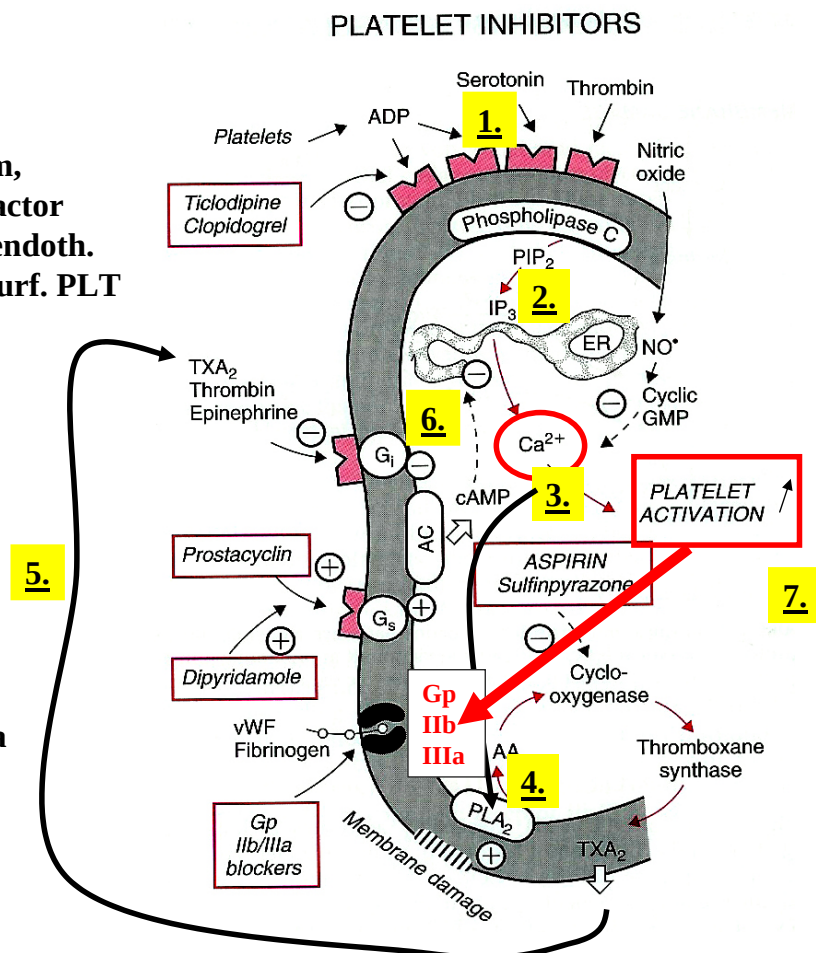
si altération de l'endothélium, liaison via von Willebrand factor entre macromolécules sous-endoth. et glycoprotéine Gp Ib à la surf. PLT

2. Activation (ci-contre):

cascades auto-entraînantes et redondantes

3. Agrégation:

activation par de nombreux agonistes conduisant à l'expression de la GpIIb/IIIa à la surf. PLT
→ liaison au fibrinogène assurant une trame pour agrég. PLT



II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

(1) Aspirine:

= inhibiteur COX-1:

- \ TXA2 pro-agrégant (PLT)
pas de récupération avant 7-10 jours (pas de néosynthèse dans les plaquettes qui sont sans noyaux!)
- \ PGI2 anti-agrégant (endothélium)
 - possibilité de synthèse de nouvelles enzymes
 - métabolisme hépatique de l'aspirine réduisant la dose efficace par rapport aux PLT exposées à l'aspirine dès la veine porte)

... d'où la justification d'une faible dose administrée de façon intermittente

21

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

(2) Thiénopyridines :

= inhibiteurs de la liaison de l'ADP à son récepteur PLT

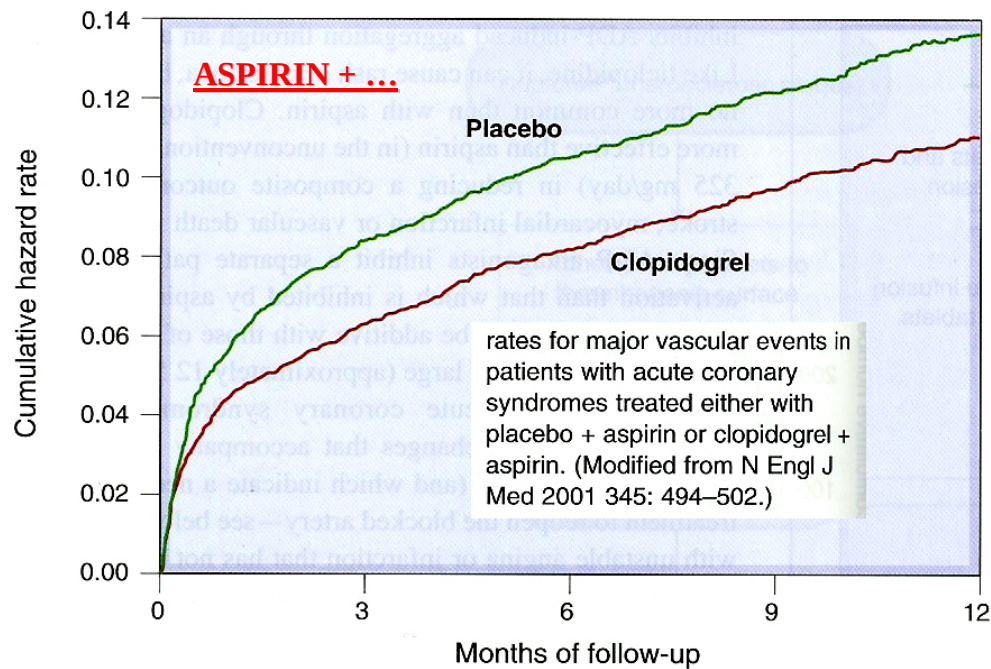
Clopidogrel /Ticlopidine

- actifs comme métabolites
- autre cible que l'aspirine → effets additifs (démonstré pour Clopidogrel)
- effets 2° : toxicité hématologique, neutropénie (sévère pour Ticlo → limitation dans la durée du traitement); purpura, rash, diarrhée, hémorragies

Indications

- Clopidogrel: prévention des affections thrombo-emboliques (chez les patients pour lesquels l'aspirine est contre-indiquée ou n'est pas supportée, ou chez lesquels un accident thrombo-embolique est survenu sous aspirine)
- Ticlopidine: angioplastie coronaire ou périphérique, hémodialyse.

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants



23

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

(3) Dipyridamole:

Hypothèse: inhibiteur de la captation de l'adénosine par les GR
 → élévation conc. plasmatique → activ. Ad. Cycl. PLT
 → effet inhibiteur sur l'activation Ca^{2+} -dép. PLT

Indications :

- prévention secondaire cérébro-vasculaire
- ESPS-2 trial: - réduction de 15% du risque d'AVC/mort
 - ! seule démonstration d'un effet additif
 aspirine + dipyridamole

Effets indésirables :

- Troubles gastro-intestinaux.
- Céphalées.
- Hypotension.

24

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

(4) Antagonistes des récepteurs de la glycoprotéine IIb/IIIa

- **Reopro** [abciximab] = anticorps monoclonal (fragment Fab) dirigé contre le réc. GPIIb/IIIa

- **Integrilin** [eptifibatide]
- **Aggrastat** [tirofiban]

= peptides cycliques
ou peptido-mimétiques
Cfr séquence RGD
commune aux ligands
du réc. GPIIb/IIIa

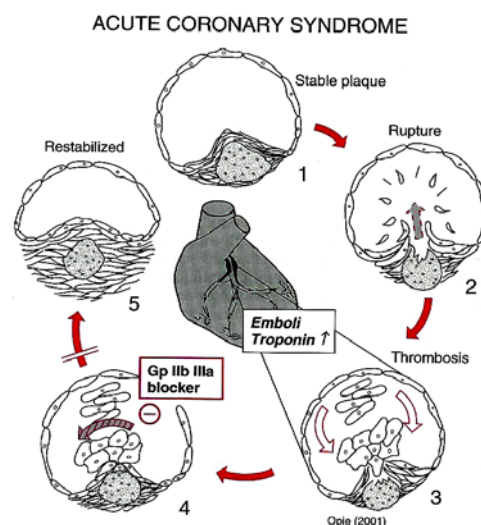


FIGURE 9-6 Proposed role of platelets and Gp IIb/IIIa inhibitors in acute coronary syndromes. The sequence starts with rupture of the plaque, thrombosis, platelet activation and aggregation (Fig. 9-2), followed by eventual restitution of the vascular endothelium, and a larger plaque. Note that there is no complete coronary occlusion as would be the case in acute myocardial infarction. Hypothetically, microembolization down the coronaries leads to release of troponin, the marker for high risk (Fig. 10-1).

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

TABLE 9-1 Glycoprotein IIb/IIIa Receptor Antagonists: Key Pharmacologic Properties

Compound and Indications	Supporting Trials	Pharmacokinetics	Doses (All with Aspirin and Heparin)*	Special Points	Side Effects and Contraindications
Abciximab Percutaneous inter- ventions (PCI)	CAPTURE EPIC EPILOG EPISTENT	Monoclonal antibody. High affinity to platelet recep- tor (low K _D); 67% bound to receptor; plasma t _{1/2} 10-30 min; remains platelet- bound in circulation up to 15 days with some residual activity.	0.25 mg/kg bolus 10-60 min before PCI, then 0.125 µg/min up to max of 10 µg over 12 h, up to 24 h if ACS with planned PCI.	Keep vials cold (not frozen); filter bolus injection before use; use in-line filter for infusion; discard vial after use.	Bleeding: most contraindications relate to risk of bleed- ing. Extra care at puncture sites. Thrombocytopenia (<100,000/µl) in 4.5% with standard dose heparin vs. 2.1% in placebo + heparin. Caution: Platelet count before starting, 2-4 h after bolus and 24 h before discharge of patient. Hypersensitivity: rare
Eptifibatide Percutaneous inter- ventions (PCI) Non-ST-elevation acute coronary syndromes (ACS)	IMPACT-II PURSUIT ESPRIT†	Cyclic heptapeptide. Lower receptor affinity than others; plasma t _{1/2} 2-3 h; re- nal clearance 50%.	180 µg/kg bolus, then 2 µg/kg/ min up to 72 h; reduce dose to 0.5 µg/kg/min at time of PCI, then for 20-24 h post- PCI; if no prior ACS but PCI, 180 µg/kg bolus, then 0.5 µg/kg/min; repeat bolus after 10 min.†	Store vials at 2°-8° C, but can keep at room temperature up to 2 months.	Bleeding: as above. Renal disease: Contraindicated if serum creatinine >4 mg/dl. If serum creatinine 2-4 mg/dl, reduce dose to 135 µg/kg bolus, then 0.5 µg/kg/min. No excess thrombocytopenia is claimed in package insert, but real risk probably similar to other agents (see text).
Tirofiban Non-ST-elevation acute coronary syndromes (ACS)	PRISM PRISM-Plus RESTORE	Peptidomimetic nonpeptide. Intermediate affinity for recep- tor, closer to abciximab; hence 35% unbound in cir- culation; renal (65%) and fecal (25%) clearance.	Two-stage infusion: 0.4 µg/kg/ min for 30 min, then 0.1 µg/kg/min up to 48 h.	Store vials at room tem- perature, 25° C or 77° F protected from light (easiest to store).	Bleeding: as above. Renal disease: ↓ dose if creatinine clearance <30 ml/min. Thrombocytopenia: 1.5% vs 0.6% heparin alone. Order platelet count before (contraindicated if count <150,000/µl) and 6 h after initial dose, then daily; stop if platelets <90,000/µl.

Indications:

- Angioplastie coronarienne (abciximab).
- Angor instable résistant au traitement conventionnel (abciximab, eptifibatide et tirofiban).
- Infarctus du myocarde sans onde Q (eptifibatide et tirofiban).

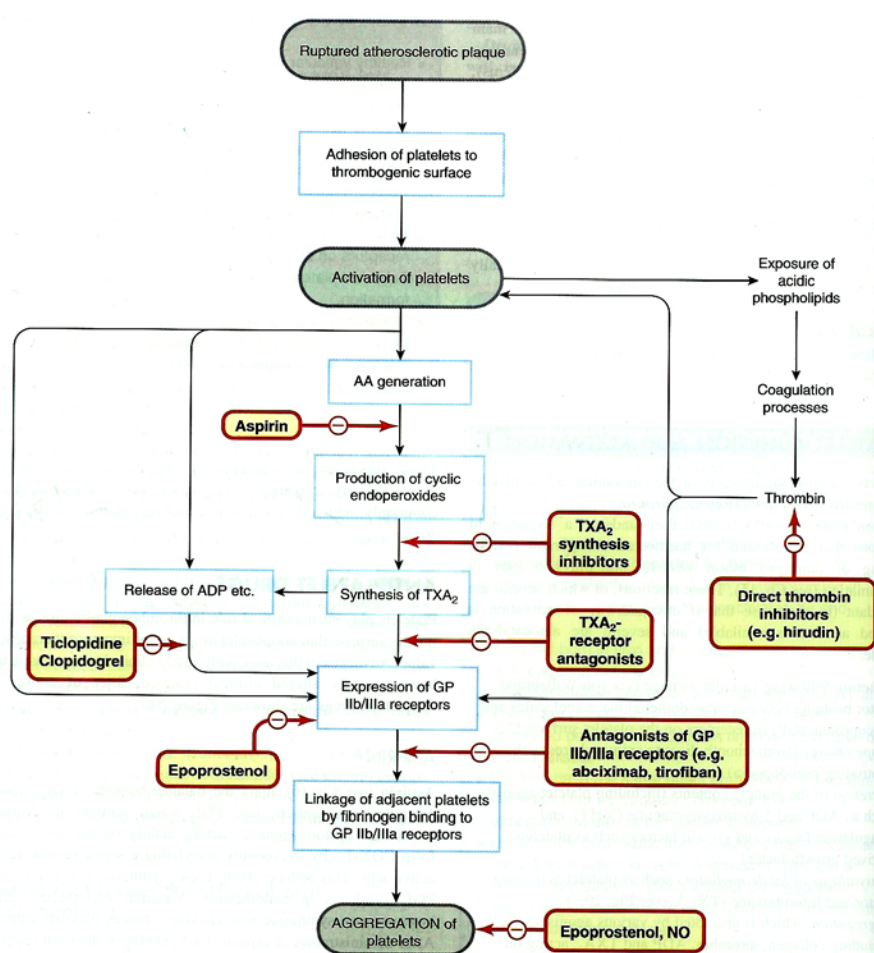
Toujours en association avec l'acide acétylsalicylique et l'héparine.

Effets indésirables :

- Hémorragies et thrombopénie.
- Rares réactions d'hypersensibilité.

27

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants



28

II. Anti-plaquettaires ou Anti-agrégants

III. Agents fibrinolytiques ou thrombolytiques:

(1) Actilyse [altéplase]
(activateur tissulaire
recombinant du plasminogène,
rt-PA)

(2) Actosolv + générique[urokinase]

(3) Metalyse [ténecteplase]
(activateur tissulaire
modifié du plasminogène,
TNK-tPA)

(4) Rapilysin [rétéplase]

(5) Streptase [streptokinase]

REPERFUSION STRATEGIES

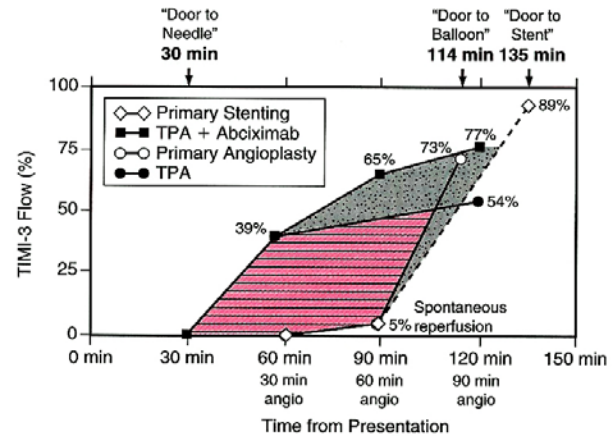


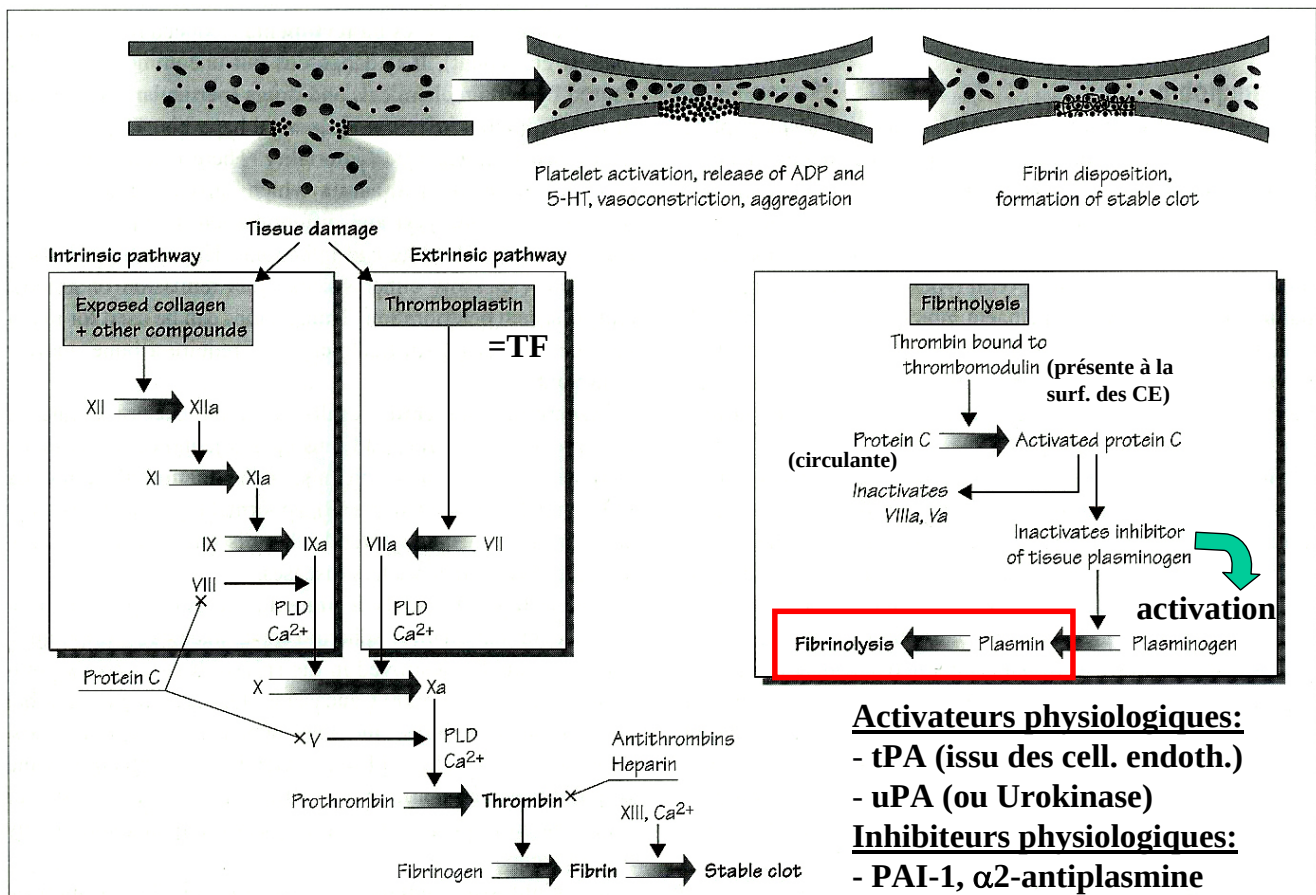
FIGURE 9-8 Comparative reperfusion strategies. Full reperfusion (TIMI grade 3 flow rates) with fibrinolytic therapy using aspirin plus heparin plus tPA (alteplase), aspirin plus heparin plus tPA plus the Gp IIb/IIIa blocker abciximab, primary angioplasty, and primary stenting. The striped area shows the potential advantage of contemporary fibrinolytic therapy, which has an optimum "door-to-needle" time of 30 minutes, compared with a "door-to-balloon" time of 114 minutes for angioplasty and 135 minutes for stenting. The shaded area shows the potential advantage of alteplase plus abciximab. (Reproduced with permission from White HD. Future of reperfusion therapy for acute myocardial infarction. Lancet 1999; 354:695-697. Copyright by The Lancet Ltd.)

« Golden first hour »:

Si traitement,
forte réduction
de la mortalité

29

III. Agents fibrinolytiques ou thrombolytiques:



Activateurs physiologiques:

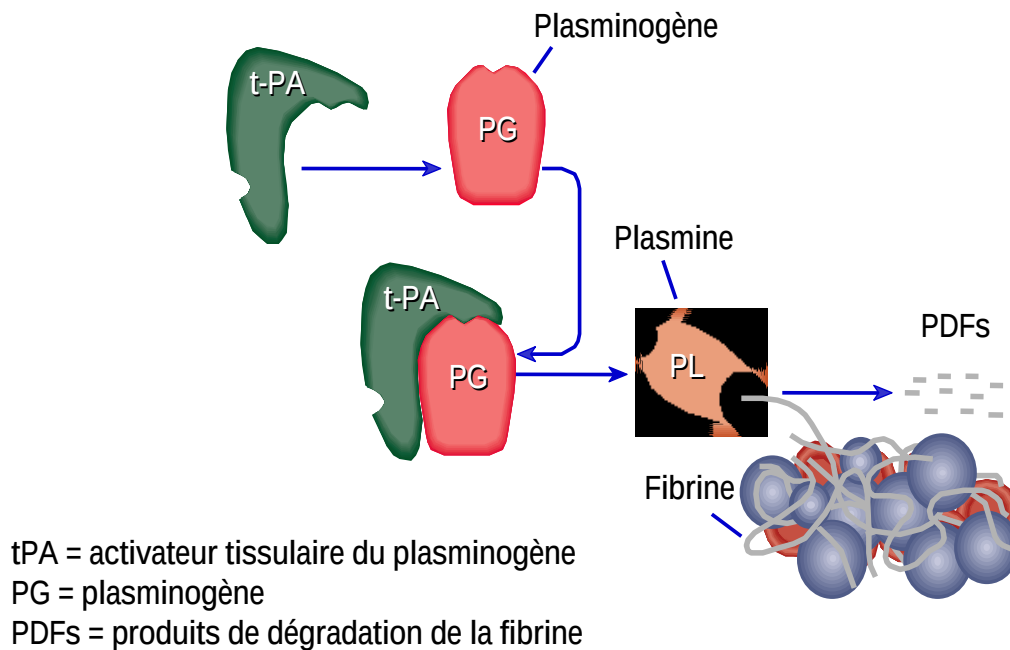
- tPA (issu des cell. endoth.)
- uPA (ou Urokinase)

Inhibiteurs physiologiques:

- PAI-1, $\alpha 2$ -antiplasmine

III. Agents fibrinolytiques ou thrombolytiques:

Fibrinolyse



31

III. Agents fibrinolytiques ou thrombolytiques:

TABLE 9-2 Characteristics of Fibrinolytic Agents

	Streptokinase	Alteplase (tPA)	Reteplase	Tenecteplase
Fibrin selective	No	Yes	Yes	Yes
Plasminogen binding	Indirect	Direct	Direct	Direct
Duration of infusion (min)	60	90	10 + 10	5-10 s
* Half-life (min)	23	<5	13-16	20-24
Fibrinogen breakdown	4+	1-2+	Not known	4-15%
Early heparin	Probably yes	Yes	Yes	Yes
Hypotension	Yes	No	No	No
* Allergic reactions	1-4%	<0.2%	No	<1%
* Approximate cost/dose	\$680/1.5 MU	\$2750/100 mg	\$2750 per kit	\$2640/50 mg vial
TIMI reflow grade 3, 90 min, %	32 ⁸⁷	45*-54 ⁸⁷	60*	= tPA [†] 54-66
TIMI reflow 2-3				
At 90 min, %	53 ¹⁰⁴ -65 ¹⁷²	81 ⁸⁷ -88 ¹⁷⁷	83*	No data
At 2-3 h, %	70 ⁷⁹ -73 ⁸⁷	73 ⁷⁹ -80 (PI)	No data	No data
At 24 h, %	81 ¹⁰⁴ -88 ¹⁷²	78 ¹⁵⁷ -89 (PI)	No data	No data

32

III. Agents fibrinolytiques ou thrombolytiques:

TABLE 9–4 Side Effects of Streptokinase, Alteplase, and Tenecteplase in the GUSTO-I and ASSENT-2 Trials

	Streptokinase (GUSTO) ⁸⁷	Alteplase (GUSTO) ⁸⁷	Alteplase (ASSENT-2) ¹⁴	Tenecteplase (ASSENT-2) ¹⁴
Patient numbers	10,410	10,396	8,461	8,488
Mortality at 30 days	7.4%	6.3% [†]	6.2%	6.2%
Overall stroke	1.40%	1.55%	1.66%	1.78%
Hemorrhagic stroke*	0.54%	0.72% [†]	0.93%	0.94%
Major bleeds	6.3% [†]	5.4%	5.9%	4.7% [†]
Allergic reactions	5.8% [†]	1.6%	0.2% (Ana)	0.1% (Ana)
Hypotension	12.5%	10.1%	16.1%	15.9%

All three agents were used in conjunction with intravenous heparin. In patients with streptokinase and no risk factors, the probability of stroke is 0.3%. In patients with alteplase and three risk factors, the probability is >3%.

*For risk factors, see Simoons et al.¹⁹⁶

[†]Significant difference.

Ana = Anaphylaxis.

III. Agents fibrinolytiques ou thrombolytiques:

Indications des agents fibrinolytiques:

- infarctus aigu du myocarde (dans les 12 heures)
- embolie pulmonaire avec répercussions hémodynamiques graves
- occlusion artérielle périphérique aiguë
(administration intra-artérielle)
- éventuellement, thrombose veineuse profonde étendue

Effets indésirables

- Hémorragie et risques d'AVC associés
- pour la streptokinase: réactions allergiques

Contre-indications:

- chirurgie <10 jours; biopsie <7 j.; injection i.m.<2 j.
- ulcères, anomalie de l'hémostase
- antécédent AVC, hypertension >18/11, âge >70 ans

Médicaments anti-hémorragiques

I. Facteurs de coagulation

- Facteur VII ou proconvertine
- Facteur VIII ou antihémophile A
- Facteur IX ou antihémophile B
- Facteurs de coagulation activés
- Facteur XIII
- Fibrinogène

- ✓ indiqués pour traiter les états hémorragiques liés à leur carence.
- ✓ avec les dérivés du sang, risque de transmission d'infections.

II. Protamine (protéine cationique, origine sperme de saumon)

- ✓ antidote de l'héparine: 10 mg de protamine neutralisent environ 1.000 UI d'héparine
- ✓ neutralisation - nécessitant généralement une seconde injection car durée d'action < hép.
 - incomplète pour les LMWH
- ✓ effets 2°: réactions allergiques, hypotension et bradycardie.

35

Médicaments anti-hémorragiques

III. Vitamine K ou phytoménadione

(Konakion, Vitamon K)

- ✓ Hémorragie ou tendance hémorragique attribuée à un manque de facteurs du complexe prothrombine (II, VII, IX, X), résultant d'une activité vitaminique K insuffisante, par exemple en cas de traitement par des antagonistes de la vitamine K
- ✓ administration prophylactique de vitamine K 1 (phytoménadione) chez le nouveau-né, par voie orale ou intramusculaire, est indiquée pour prévenir des hémorragies. Chez les nouveaux-nés nourris au sein, chez qui la vitamine K1 a été administrée par voie orale à la naissance, une administration ultérieure est recommandée [voir Folia de novembre 2000]. Mais !! L'administration de vitamine K au nouveau-né et particulièrement au prématuré est susceptible de donner lieu à une hyperbilirubinémie et à un ictère nucléaire.

36

Médicaments anti-hémorragiques

IV. Antifibrinolytiques

❑ Acide tranexamique: (Exacyl)

- ✓ indiqué en cas de prostatectomie, d'amygdalectomie, d'extraction dentaire et en cas de ménorragies,
- ✓ Effets 2° gastro-intestinaux. En cas d'hémorragie au niveau des voies urinaires, un thrombus peut se former au niveau de l'uretère ou de la vessie.

❑ Aprotinine: (Trasylol)

- ✓ indiqué lors de choc traumatique ou hémorragique et pour la prévention des hémorragies au cours de certaines interventions chirurgicales
- ✓ Effets 2°: choc anaphylactique possible lors d'une seconde administration