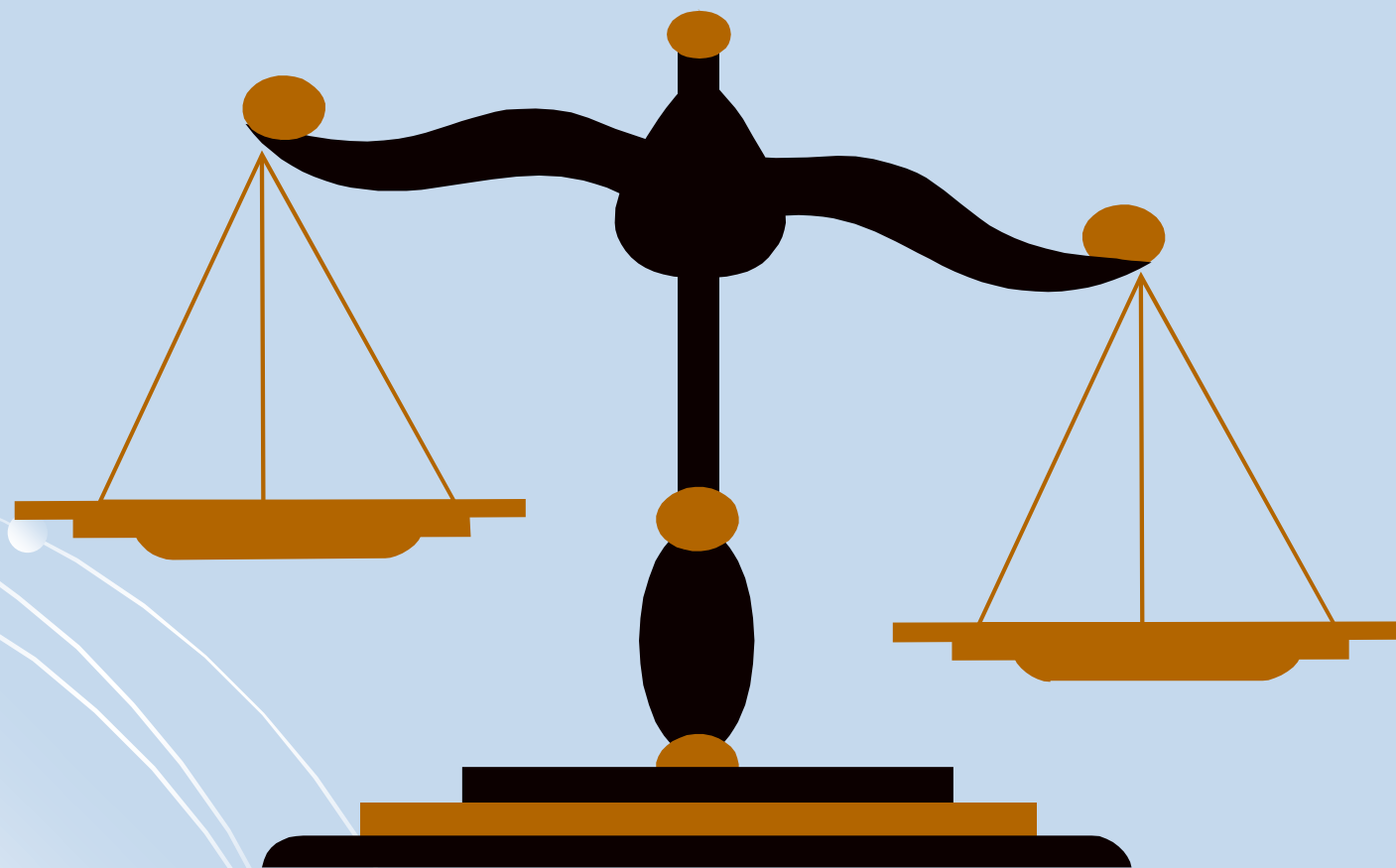


Principy vyšetření hemostázy, preanalýza



Trombóza - Hemostáza - Krvácení



Fyziologie krevního srážení

- Základní homeostatický mechanismus
- Spolupůsobení různých systémů včetně regulačních zpětných vazeb
 - ↘ Cévní stěny
 - ↘ Trombocytů
 - ↘ Plazmatické koagulační faktory
 - ↘ Plazmatické inhibitory
 - ↘ Systém fibrinolytický

Dělení testů

→ Testy **globální**

- ↘ postihují celý systém (i více)

→ Testy **skupinové** (screening)

- ↘ postihují určitou část koagulačního systému

- ↘ umožňují odlišení poruch vnitřní a vnější cesty a přeměny fibrinogenu

→ Testy **speciální**

- ↘ vyšetřují jednotlivé složky systémů

Dělení testů dle principu

- Koagulační
- Fotometrické
- Imunochemické

- Turbidimetrické (jiné než koagulační, imunochemické)
- Sledování času rozpuštění koagula
- Sledování rozpustnosti koagula
- Jiné

Dělení testů dle principu

→ Koagulační

↘ sledování času srážení (srážlivá plná krev)

- bez přídavku aktivátoru/aktivovaná doba srážení (ACT)
 - manuálně (kývání)
 - POCT (přenosné přístroje point of care)

↘ sledování času vytvoření fibrinového vlákna

- manuálně (háčkování)
- koagulometr (poloautomat, automat)
 - **mechanické**
 - kuličkové (sledování změn pohybu kuličky)
 - háčkové
 - **optické**
 - nefelometrie (sledování rozptylu světla)
 - turbidimetrie (sledování průchodnosti světla)

Dělení testů dle principu

→ Fotometrické

- ↘ sledování změn zbarvení v důsledku štěpení specifického chromogenního substrátu - detekce absorbance (A)
 - end point“ (A)
 - kinetické ($\Delta A/\text{min}$)
- ↘ limitace -hemolytické a ikterické vzorky

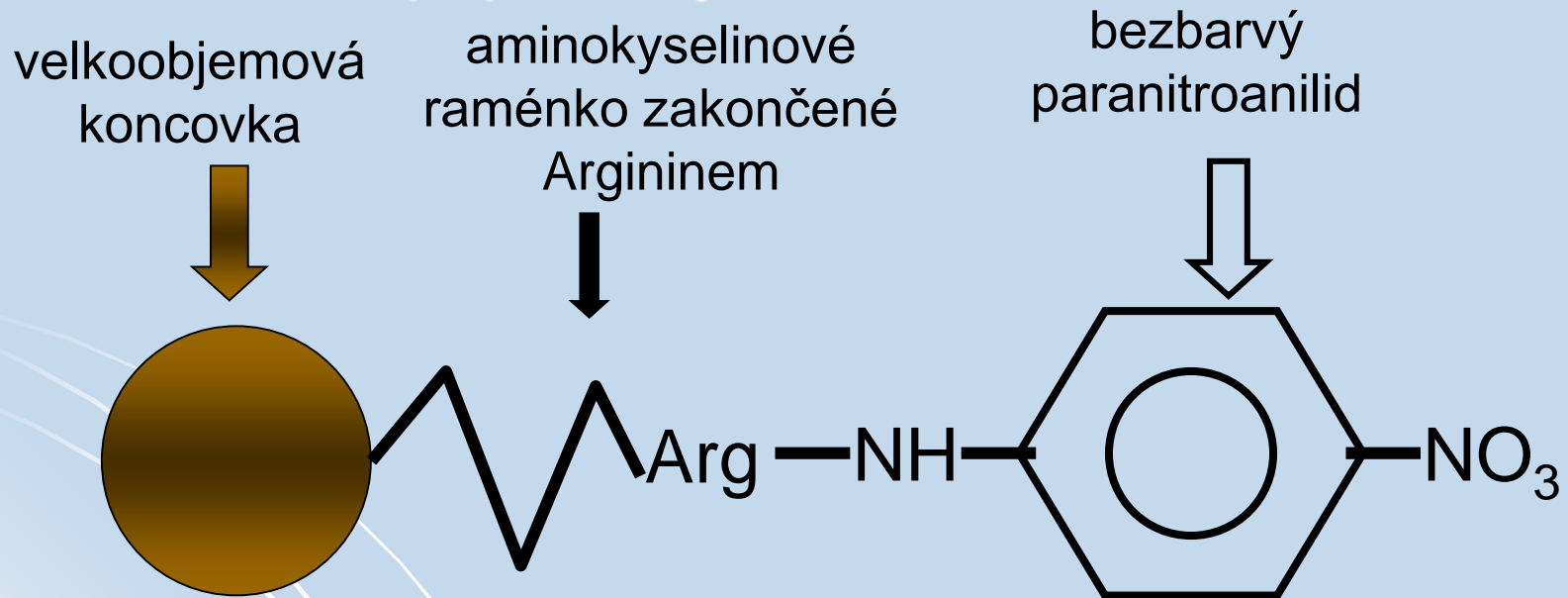
→ Turbidimetrické (jiné než koagulační, imunochemické)

- ↘ sledování změn zakalení
 - detekce změn transmise (propustnosti T)
 - detekce změn absorbance
- ↘ limitace- chylózní vzorky

Chromogeny

→ Chromogenní substrát

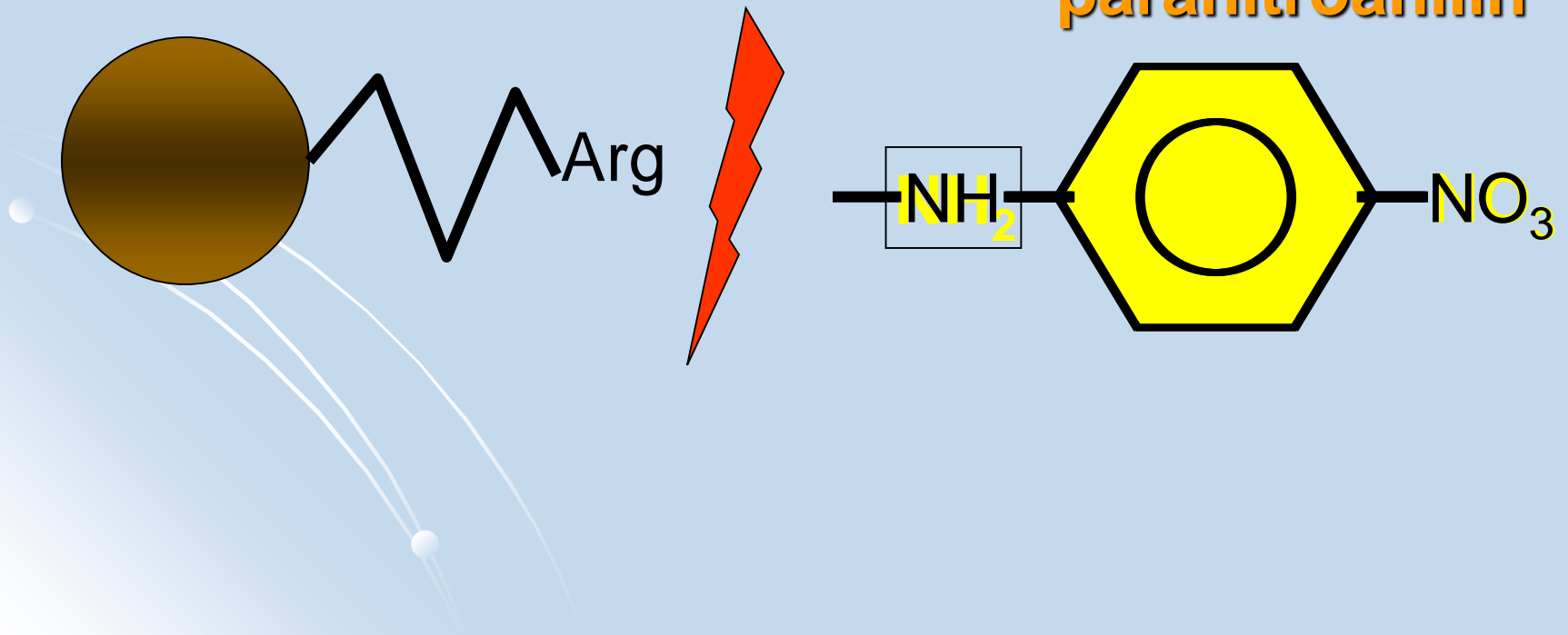
↘ uměle připravený



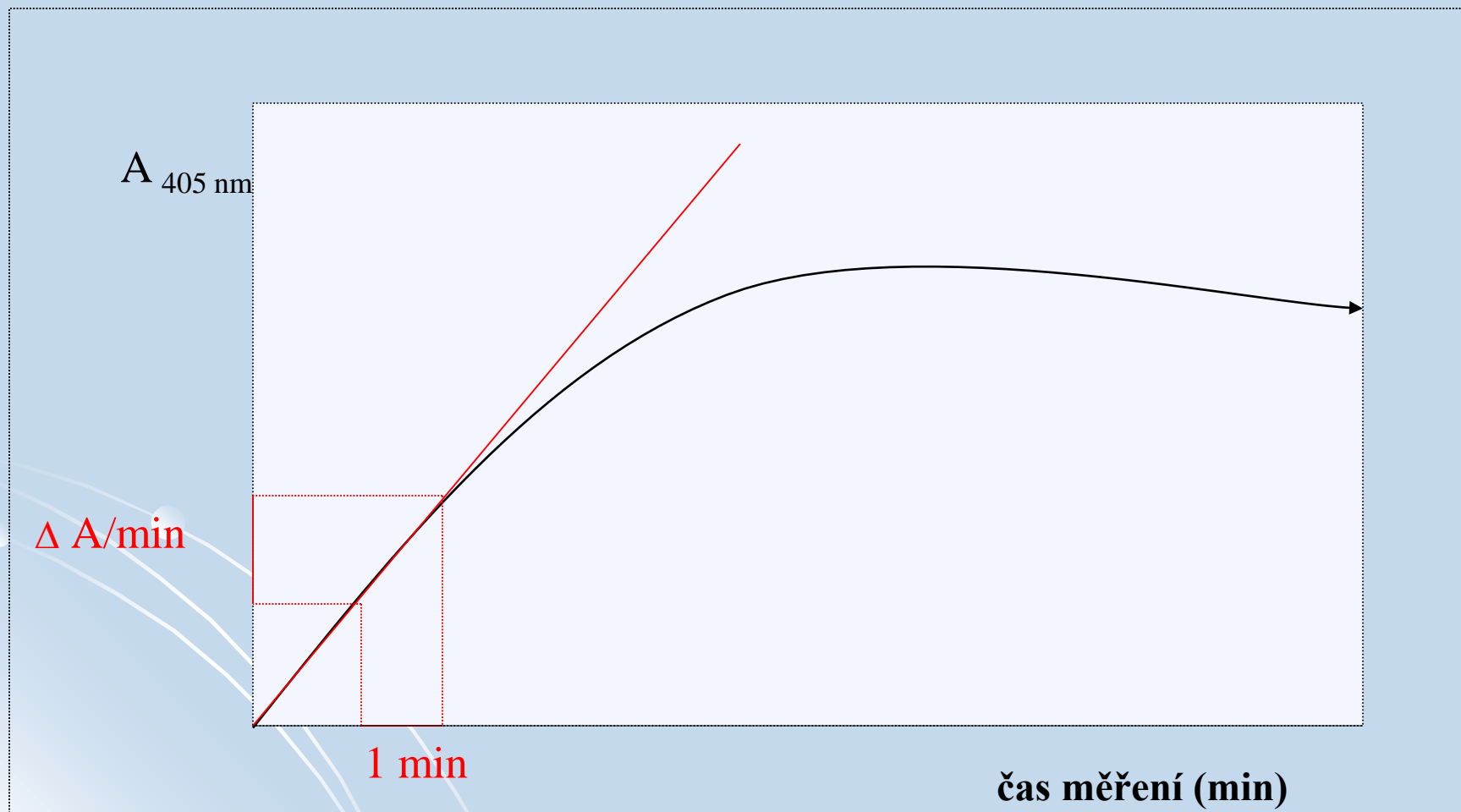
Chromogeny

→ Princip

- enzymy štěpí substrát – vzniká žluté zbarvení
- měříme při 405 nm



Kinetické měření



Dělení testů dle principu

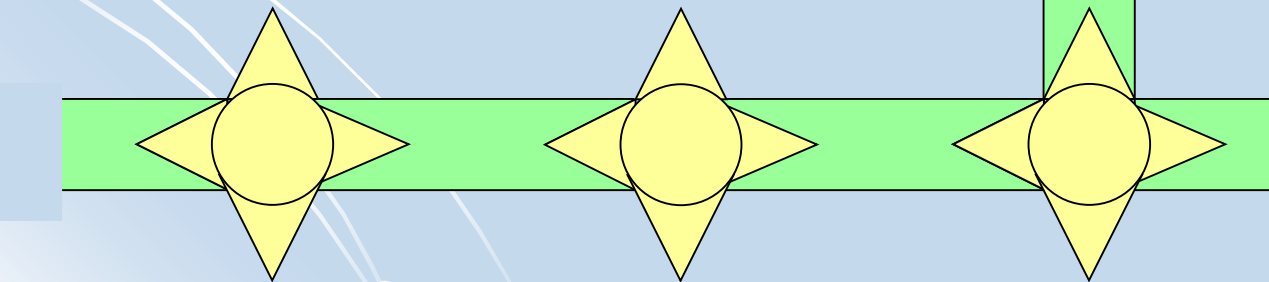
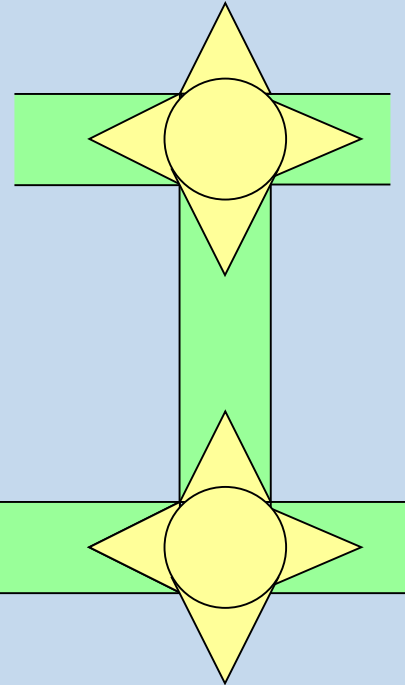
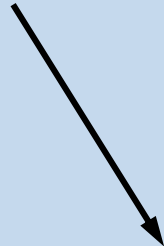
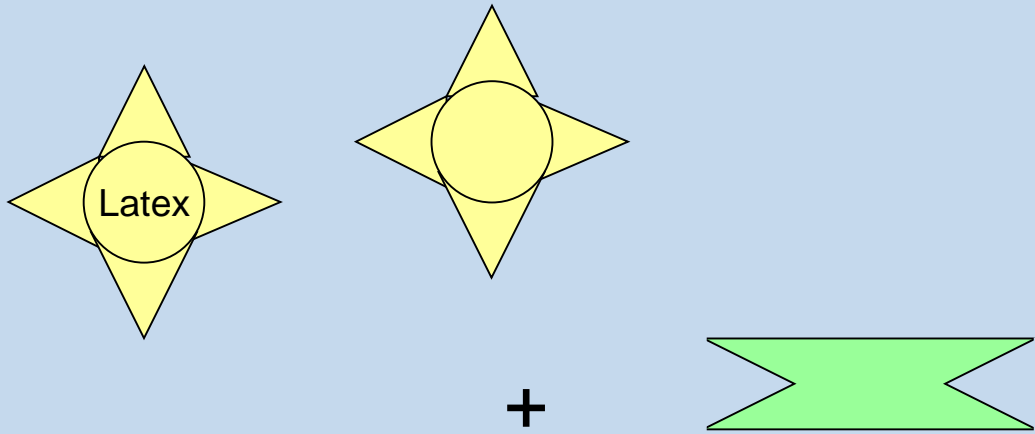
→ Imunochemické

↘ sledování reakce antigenu s protilátkou

- aglutinace
- LIA
- ELISA
- EID

Aglutinační metody

- sledování aglutinace viditelných částic s navázanou protilátkou proti vyšetřovanému antigenu
- odečítání makroskopicky
 - pozitivní(+, ++, +++)/negativní
 - semikvantitativní metody (udaná mez detekce)
- metody
 - latexaglutinační (např. FDP, D-Di)
 - hemaglutinační (např. FM)



Příklad vyšetření D-Dimerů

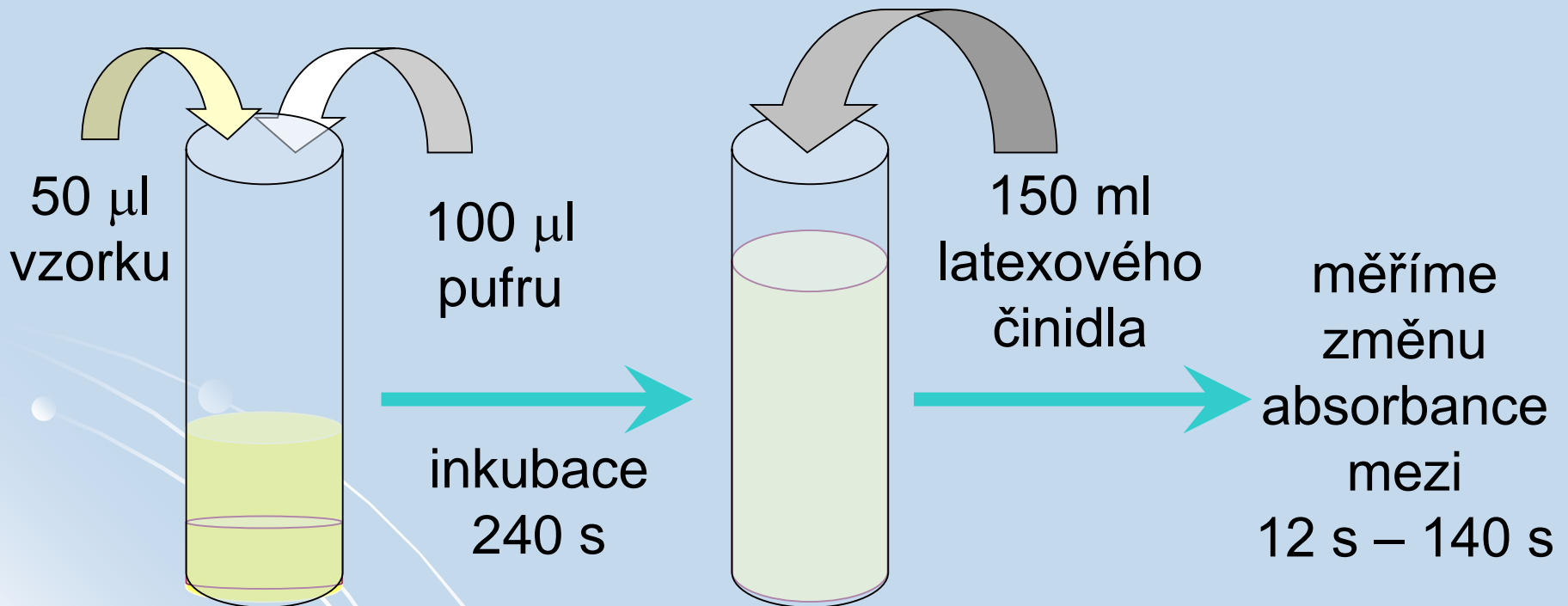
Mez detekce = 0,5 mg/l	neředěný vzorek	vzorek ředěný 1:6	výsledek
aglutinace	-	-	< 0,5 mg/l
aglutinace	+	-	> 0,5 mg/l a < 3,0 mg/l
aglutinace	+	+	> 3,0 mg/l

Liquid immunoassay - LIA metody

- Sledování aglutinace mikrolatexových částic s navázanou protilátkou proti vyšetřovanému antigenu
- Odečítání optickým systémem koagulometru
 - Změna zakalení ($\Delta A/\text{min}$)
- Kvantitativní metody (např. D-Di, vWF:Ag...)
- Limitace
 - Chylozita vzorku
 - Hookův jev (vysycení protilátky antigenem)

LIA testy

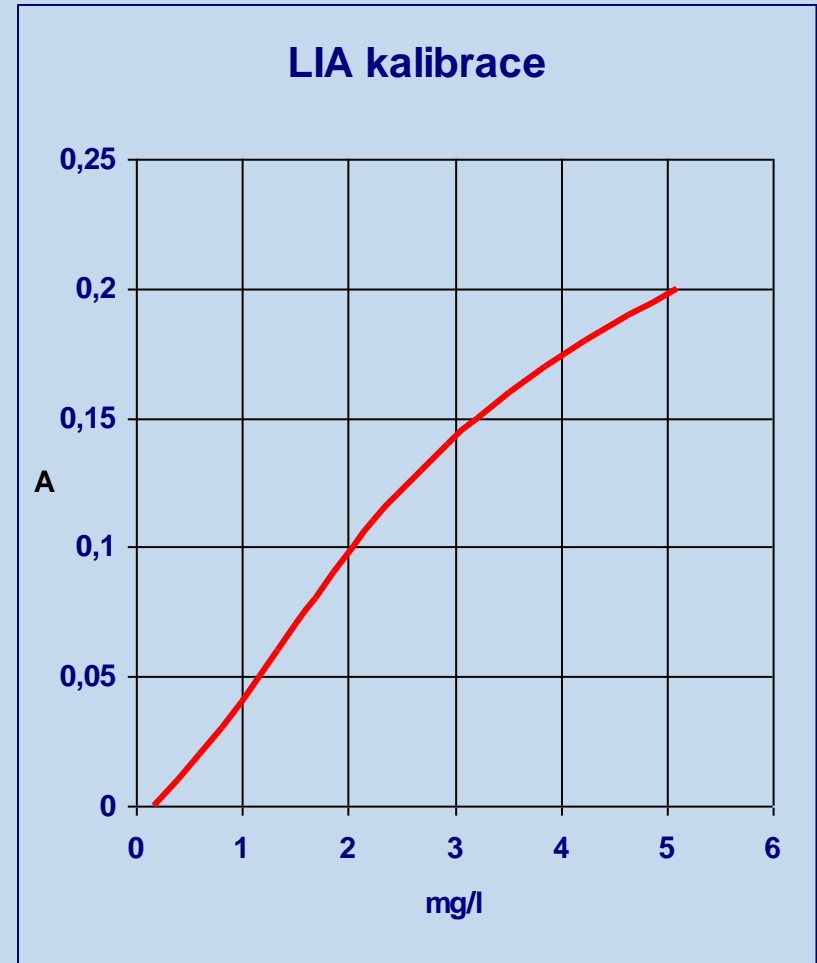
→ Provedení (STA© Liatest© D-Dimer)



LIA testy

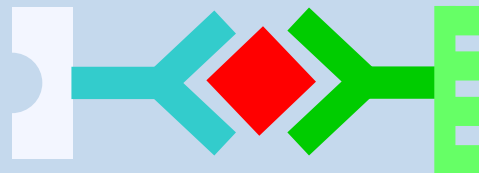
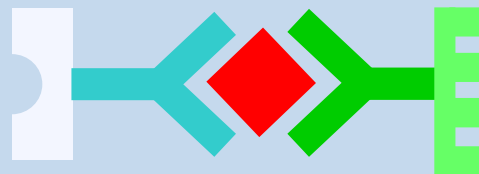
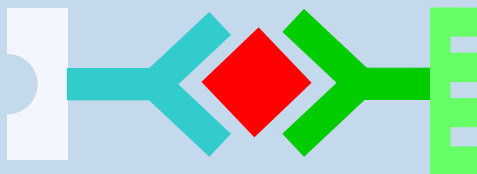
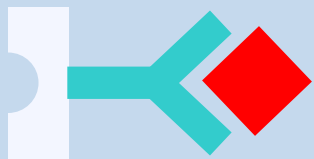
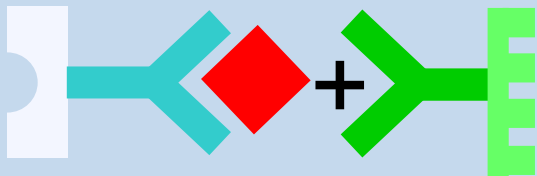
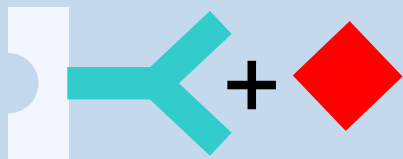
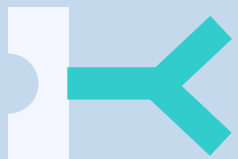
→ Kalibrace

- Sigmoidní
- Křivka 3. řádu
- Minimálně 5 bodů
- Platí pro celou šarži




ELISA metody

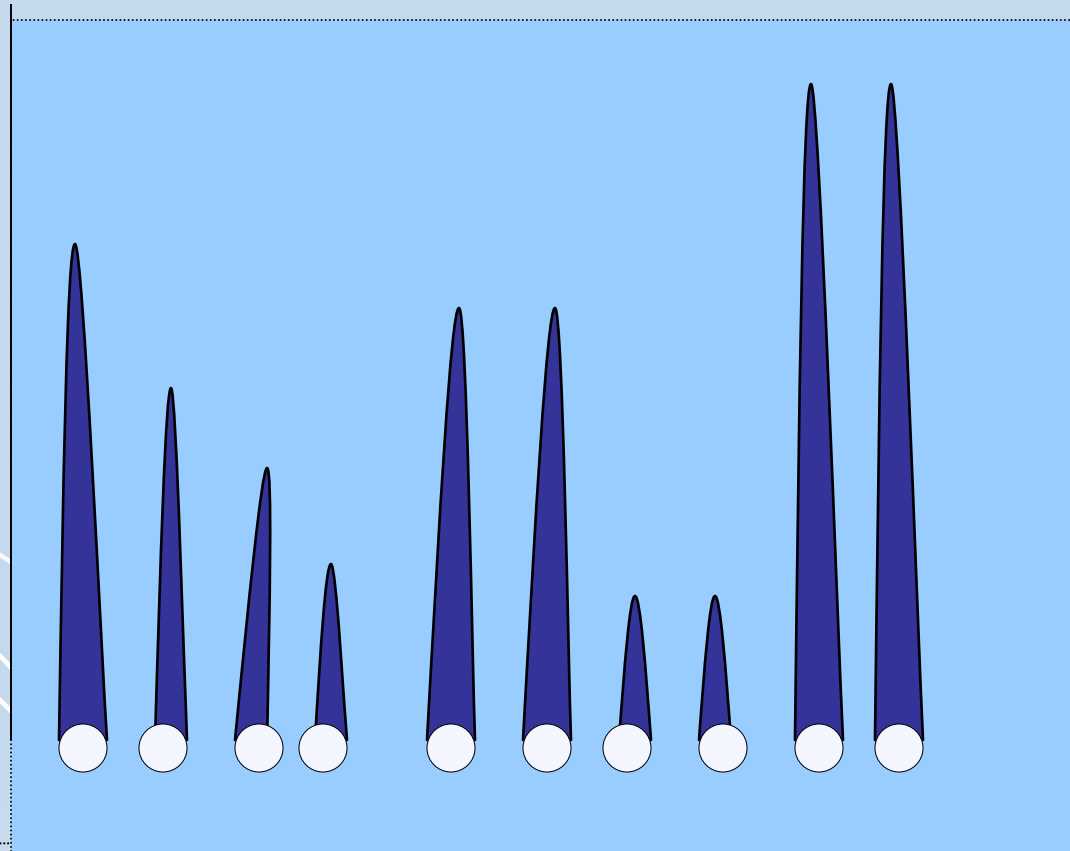
- Stanovení antigenu (Ag) pomocí protilátky (Ab) značené enzymem (AbE) - kvantitativní
 - ↘ inkubace vzorku v mikrotitračních jamkách s navázanou Ab proti vyš. Ag - vazba Ag na Ab
 - ↘ odsátí vzorku + promytí
 - ↘ inkubace AbE v jamkách - vazba na Ag
 - ↘ odsátí AbE a promytí
 - ↘ detekce enzymatické aktivity komplexu Ab-Ag - AbE po přidavku chromogenního substrátu (A)
 - přímá úměra: enzym. aktivita x množství Ag



Elektroimunodifúze - EID metody

- vyšetřovaný antigen reaguje s protilátkou přítomnou v agarózovém gelu při elektroforéze za vzniku precipitačního píku
 - délka píku je přímo úměrná koncentraci antigenu
 - kvantitativní metoda
- 

Princip EID



kalibrace

vzorky pacientů

Vyšetření plazmatických proteinů

→ Vyšetření funkční aktivity

- ↘ koagulační metody
- ↘ fotometrické metody

→ Vyšetření antigenu

- ↘ imunochemické metody
- ↘ umožňují odlišení defektů
 - kvalitativních
 - kvantitativních

Správnost laboratorních výsledků


→ Faktory

- ↘ objektivní
- ↘ subjektivní


→ Faktory

- ↘ preanalytické
- ↘ analytické
- ↘ postanalytické

Preanalytické faktory

- Příprava pacienta
 - Odběr vzorku
 - Transport vzorku
 - Zpracování vzorku
 - Skladování vzorku
- 

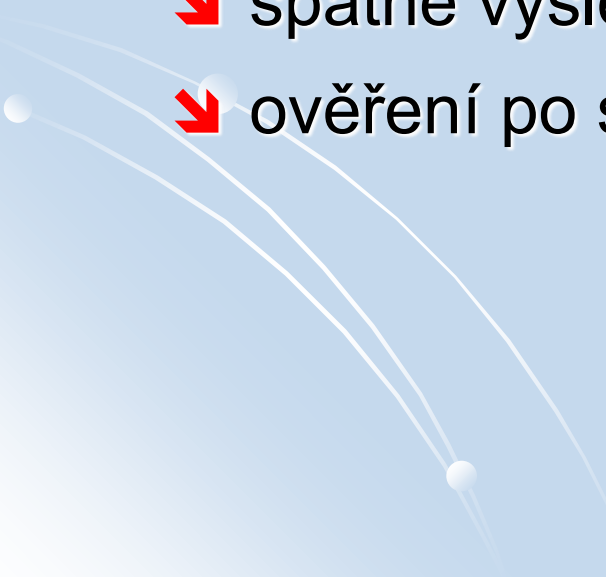
Příprava pacienta

- Odběr na lačno nebo po lehké snídani bez tuků
 - Dostatečný příjem tekutin
 - Uvedení času odběru
 - Uvedení léčby
 - Uvedení komplikace při odběru
- 

Odběr vzorku

- Minimální zatažení paže
- Do plastických nebo silikonovaných skleněných zkumavek
- První 2-3 ml nelze použít
- Antikoagulační roztok pro nesrážlivou krev-
citrát sodný v ředění 1:10
- Šetrné promíchání krve s citrátem (5-10x)

Nedostatečné promíchání krve s citrátem

- Nebezpečí aktivace a srážení vzorku
 - Koncentrování citrátu u hladiny
 - ↘ automaty pipetují těsně pod hladinou naředěnou plazmu s nadbytkem citrátu
 - ↘ špatné výsledky
 - ↘ ověření po stažení plazmy a promíchání
- 

Antikoagulancia

→ Citrát sodný

- ↘ 0,109 mol/l (3,2 %) doporučeno
- ↘ 1,129 mol/l (3,8 %)

→ CTAD zkumavky

- ↘ brání aktivaci trombocytů
- ↘ doporučeno pro testy PAI-1, heparin, PF4...

Správný odběr vzorku

Vyřadit vzorky

→ Sražené

→ S chybným objemem krve (rozdíl 10%)

→ Hemolytické, ikterické a chylózní

→ hemolytický a ikterický vzorek

- ovlivňuje výrazně fotometrická stanovení

→ chylózní vzorek

- ovlivňuje výrazně koagulační stanovení na optických koagulometrech a imunochemická stanovení vyhodnocovaná opticky

Správný odběr vzorku

Množství krve

→ Méně

↘ prodloužení koagulačních časů

- APTT citlivé od 90 % objemu
- PT citlivé od 80 % objemu

→ Více

↘ zkrácení koagulačních časů??

Správný odběr vzorku

→ Hematokrit

→ < 30 % nebo >60 % upravit objem citrátu


$$\text{ml citrátu} = \frac{100 - \text{hematokrit}}{595 - \text{hematokrit}} \times \text{ml plné krve}$$

Transport vzorku

- Čas (max 2 hod)
- Teplota (18-25°C)
- Mechanické vlivy (potrubní pošta)



Zpracování vzorku

- Odstranění krevních buněk centrifugací
 - Stažení plazmy
 - Většina testů do 1 - 4 hod po odběru
 - Výjimka EGT, EF (15 - 30 min), heparin, PAI-1, LA, vyšetření fcí trombocytů
- 

Vyšetřovaný materiál

→ Plazma

↘ **plazma bohatá na trombocyty**

- centrifugace 10 minut 150 - 250 g, sedimentace

↘ **plazma chudá na trombocyty**

- centrifugace 15 minut 2500 g

↘ **bezdestičková plazma**

- dvojnásobná centrifugace

→ Plná krev

→ Sérum

Centrifugace

→ Výpočet otáček pro danou centrifugu

→ $g = 1,118 \times 10^{-5} \times r \times N^2$

r = poloměr otáčení v cm, N = otáčky/min

Příklad:

$r = 15$ cm, $2500g$ 3860 otáček/min

Skladování primárních vzorků

→ Laboratorní teplota 18 - 25 °C

→ PT 6 hodin

→ APTT 4 hodiny

→ APTT (léčba heparinem) 1 hodinu

→ Ostatní vyšetření: 4 hod

→ Vyšší teplota ne

→ Uložení v lednici (aktivace FF VII a XII) ne

Zamrazování vzorků

- Plazma chudá na destičky/bezdestičková
- Objem > 500 μ l
- Zkumavka se zátkou
- Správná velikost zkumavky
- Zkumavka naplněná do 3/4
- Rychlé zamrazení (-70 °C, -196 °C)
- Skladování zamrazených vzorků
 - ↘ krátkodobé -20 °C, dlouhodobé: -70 °C

Rozmrazování vzorků

- Při 37 °C min. 5 minut
- Dobře promíchat
- Opakované zamrazení není možné



Analytické faktory

- Dodržování metodických postupů
- Správné pracovní návyky
- Správná funkce a kalibrace přístrojů
- Výběr diagnostických setů a reagensů
- Správná volba kalibračních a kontrolních materiálů
- Správně provedená kalibrace a kontroly kvality

Postanalytické faktory

- Rozmezí fyziologických hodnot
 - Terapeutické rozmezí
 - Vyjadřování výsledků
 - Vyhodnocení výsledků
 - Interpretace výsledků
- 