

Základní renální funkce

ZÁKLADNÍ RENÁLNÍ FUNKCE

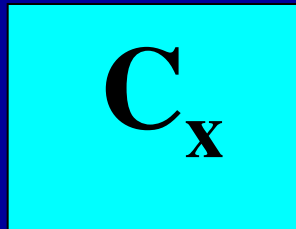
- 1. Glomerulární filtrace**
- 2. Tubulární resopce**
- 3. Tubulární sekrece**
- 4. 4 Průtok krve (plasmy)**

CLEARANCE

Clearance (očista)

je virtuální (zdánlivé) množství plasmy,
které se zcela (100%ně) očistí od určité látky

Označuje se



**index „x“ specifikuje
o jakou látku se jedná**

K výpočtu clearance musíme užít další informace:

P_x = plasmatická koncentrace dané látky (obvykle mmol/l)

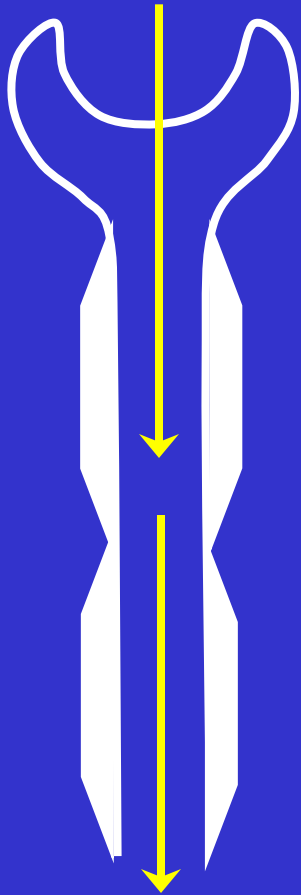
V = objem moči za zvolenou časovou jednotku

U_x = koncentrace měřené látky v moči

Předpokládáme (jedná se o vodné roztoky), že určité množství látky „X“, které bylo v plasmě, se přesunulo do moči. Množství této látky v plasmě je rovno součinu koncentrace a objemu plasmy a v moči je rovno součinu koncentrace a objemu moči.

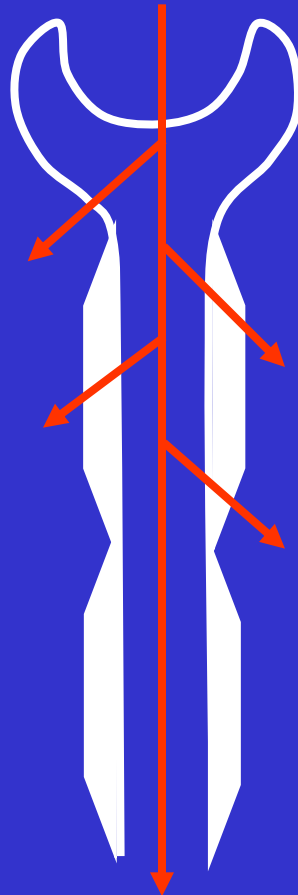
$$\text{Neboli: } P_x \times C_x = U_x \times V$$

FILTRACE



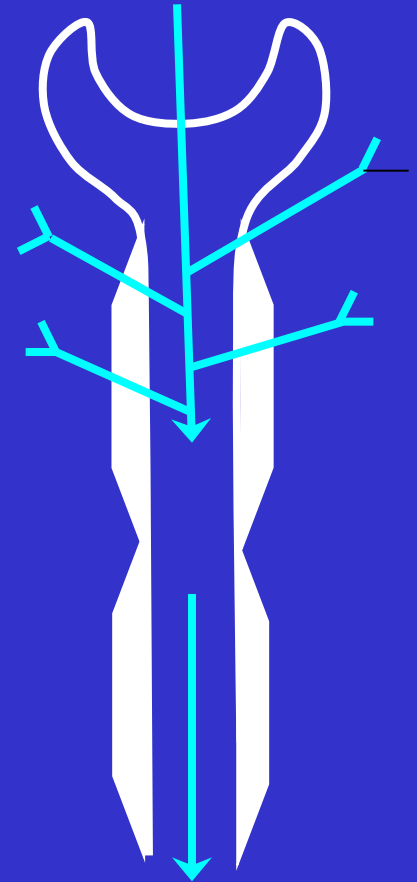
$$GF.P_x = U_x . V$$

RESORPCE



$$GF . P_x > U . V$$

EXKRECE



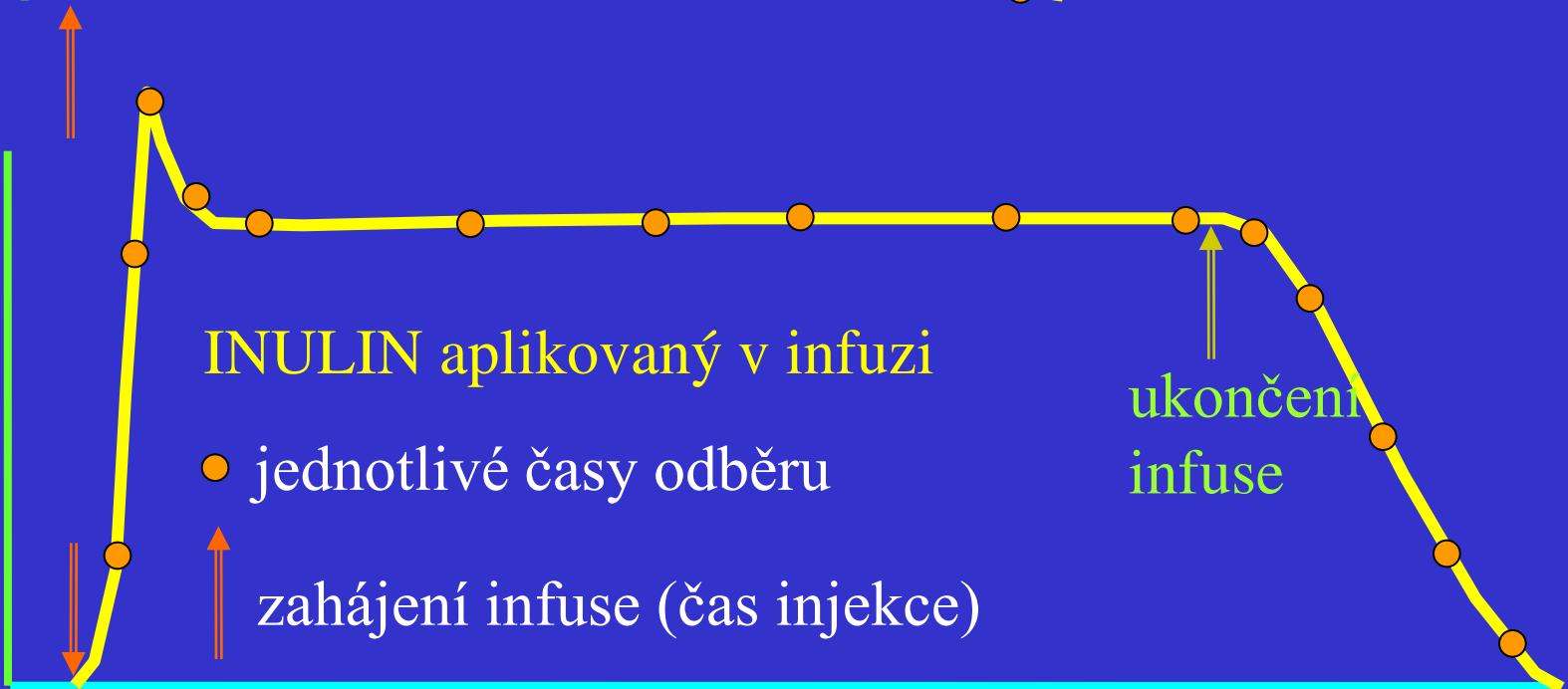
$$GF . P_x < U_x . V$$

Znalost veličiny C umožňuje výpočet elementárních renálních funkcí.

Pokud chceme zjistit velikost GF, pak musíme užít látky, která splňuje tyto podmínky:

- 1) Její koncentrace v plasmě a GF je totožná
- 2) Látka sama intenzitu procesu GF neovlivňuje
- 3) Látka není toxická
- 4) Látka nepodléhá procesům tubulární sekrece nebo tubulární resorpce. Do nefronu vstupuje jen GF
- 5) Plasmatická koncentrace této látky je konstantní
- 6) Přesnou hodnotu poskytuje INULIN
polyfruktozid,
pro orientační měření se užívá endogenní kreatinin.

Rozdíl mezi endogenním kreatininem a Inulinem spočívá v tom, že hladina **kreatininu** je v čase poměrně stálá, zatímco – pokud má být měření přesné – je nezbytné aby plasmatická hladina **INULINU** byla uměle udržována na definované úrovni (například pomocí infuze).



Užitím INULINU může infusí P_{in} dosáhnout hodnoty 0.25 mg/1ml plasmy; v moči je koncentrace $U_{in} = 29$ mg/1ml moči, a za minutu vyloučené množství moči je $V = 1.1$ ml/min.

Užitím uvedených čísel dostáváme C_{in} , která činí

$$C_{in} = \frac{U_{in} \times V}{P_{in}} = \frac{29 \times 1.1}{0.25} = 128 \text{ ml/min}$$

Což za hodinu činí $128 \times 60 = 7680$ ml a tudíž za den činí tato hodnota $7680 \times 24 = 184\,320$ ml, neboli cca **180 litrů.**

Průměrné množství moči u zdravého člověka při obvyklém pitném režimu činí 1.5 litru/den. Porovnáním denní GF a denního množství moči je zřejmé, že více než 99% GF se vrátí zpět do organismu.



Mechanismem tubulární resorpce je opracována např. glukosa, která bezbarierově proniká do dutiny Bowmanova pouzdra (v GF je stejná koncentrace jako plasmě).

Zejména v proximálním tubulu existuje systém, který mechanismem sodíko-glukosového symportu slouží ke zpětnému vstřebání glukozy zpět do krve.

Kapacita tohoto systému se označuje transportní maximum pro glukozu; u mužů činí 375 mg/minutu a u žen 300 mg/min.

Při minutové GF = 125 ml a $P_{\text{glu}} = 5$ mmol/litr je příkon glukozy 112mg/min do GF. Tedy velmi hluboko pod kapacitou TM_g . Proto se glukosa za fyziologických okolností neobjevuje v moči.

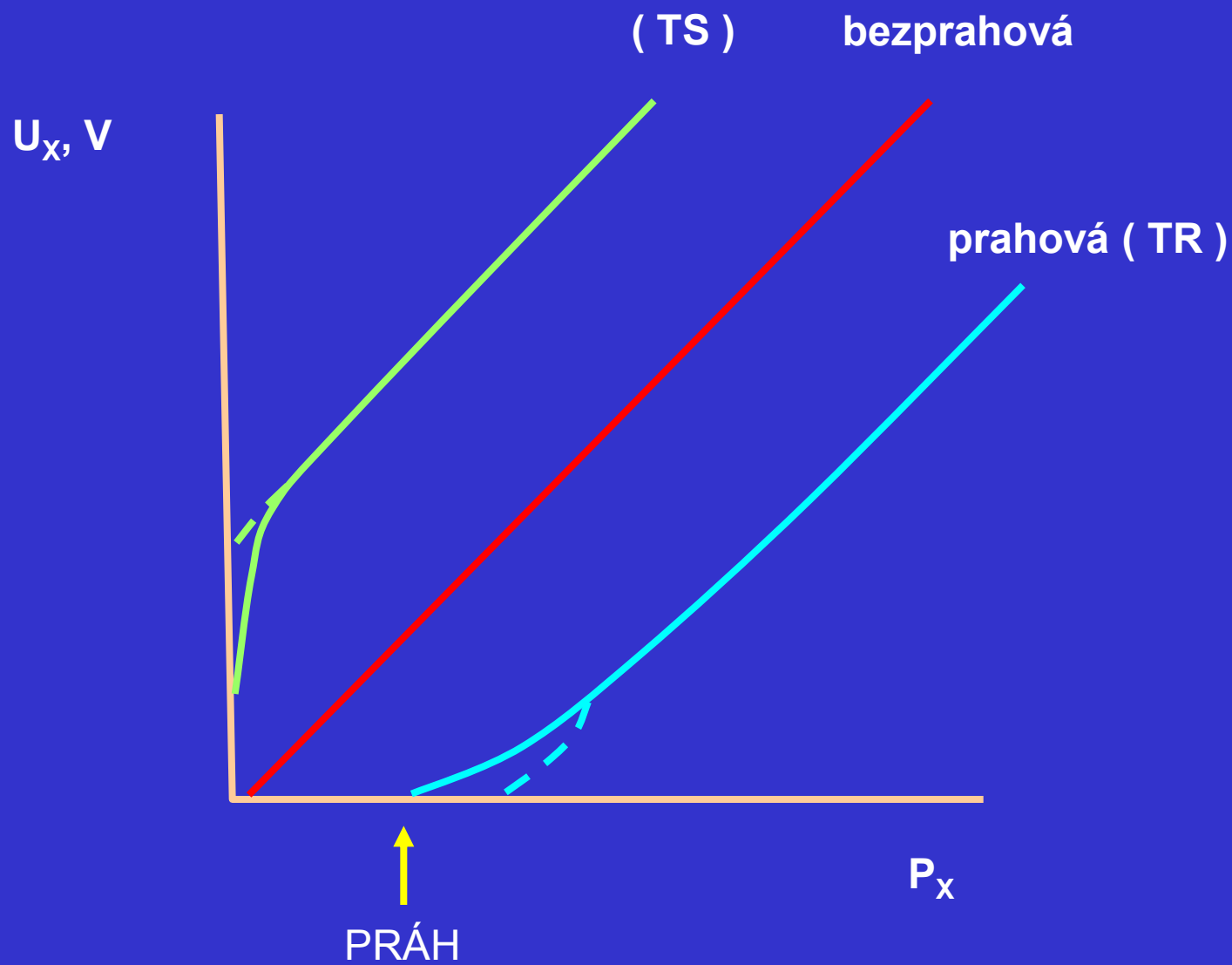
Při jaké plasmatické koncentraci glukosy dochází ke glykosurii ?

U muže je glukosové TM = 375 mg/min. Při plasmatické koncentraci glukosy 5 mmol/litr a normální GF=125 ml, činí příkon glukosy 112.5 mg/min.

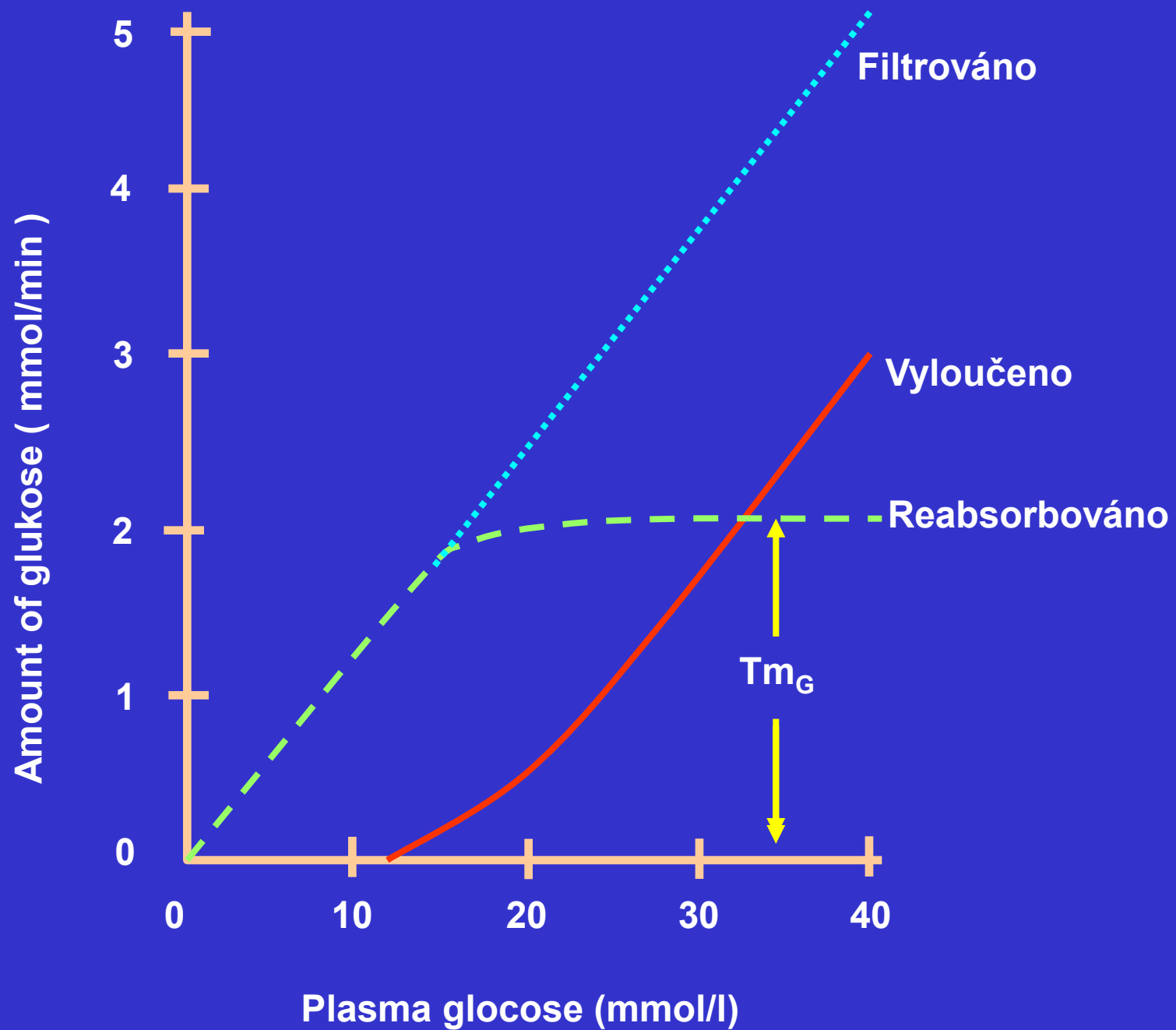
$$375 : 112.5 = 3.3;$$
$$3.3 \times 5 = 16.5$$

Transportní maximum pro glukosu by teoreticky bylo nasyceno při plasmatické hladině $P_{\text{glu}} = 16.5 \text{ mmol.l}^{-1}$, ve skutečnosti se glykosurie objevuje při plasmatických koncentracích 10 – 12 mmol.l⁻¹ glukosy.

Koncentrace glukosy v plasmě, kdy glukosa začíná pronikat do definitivní moči se označuje „renální práh“ pro glukosu.



**U žen je renální práh pro glukosu nižší, neboť
TM má hodnotu 300mg/min.**



Transportní maximum tubulární resorpce pro glukosu (Tm_G)

Tm_G ♂ 375 mg/min.

Tm_G ♀ 300 mg /min.

M_r glukosy = 180 = 180

1 mmol glukosy = 180 mg/l neboli 18mg/100ml

GF činí 125/min.

neboli při 1 mmol koncentraci činí nabídka : $18 \cdot 1,25 = 22.5\text{mg/ min.}$

**HLEDÁNME TAKOVOU P_G , KDY JE TRANSPORTNÍ
MAXIMUM NASYCENO**

$$\text{♂} \frac{375}{22,5} = 16,6 \text{ mmol/l}$$

$$\text{♀} \frac{300}{22,5} = 13,3 \text{ mmol/l}$$

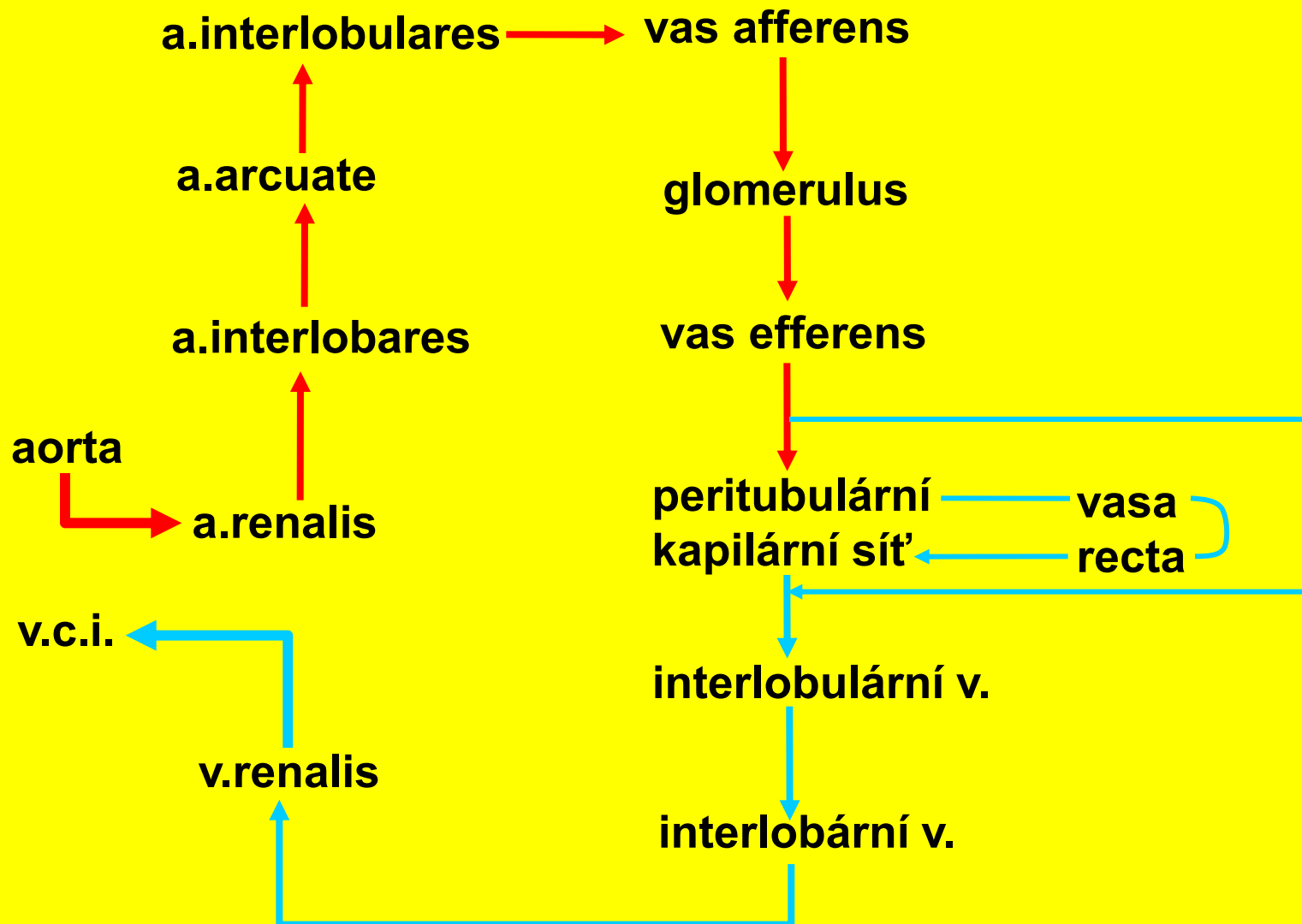
TUBULÁRNÍ SEKRECE

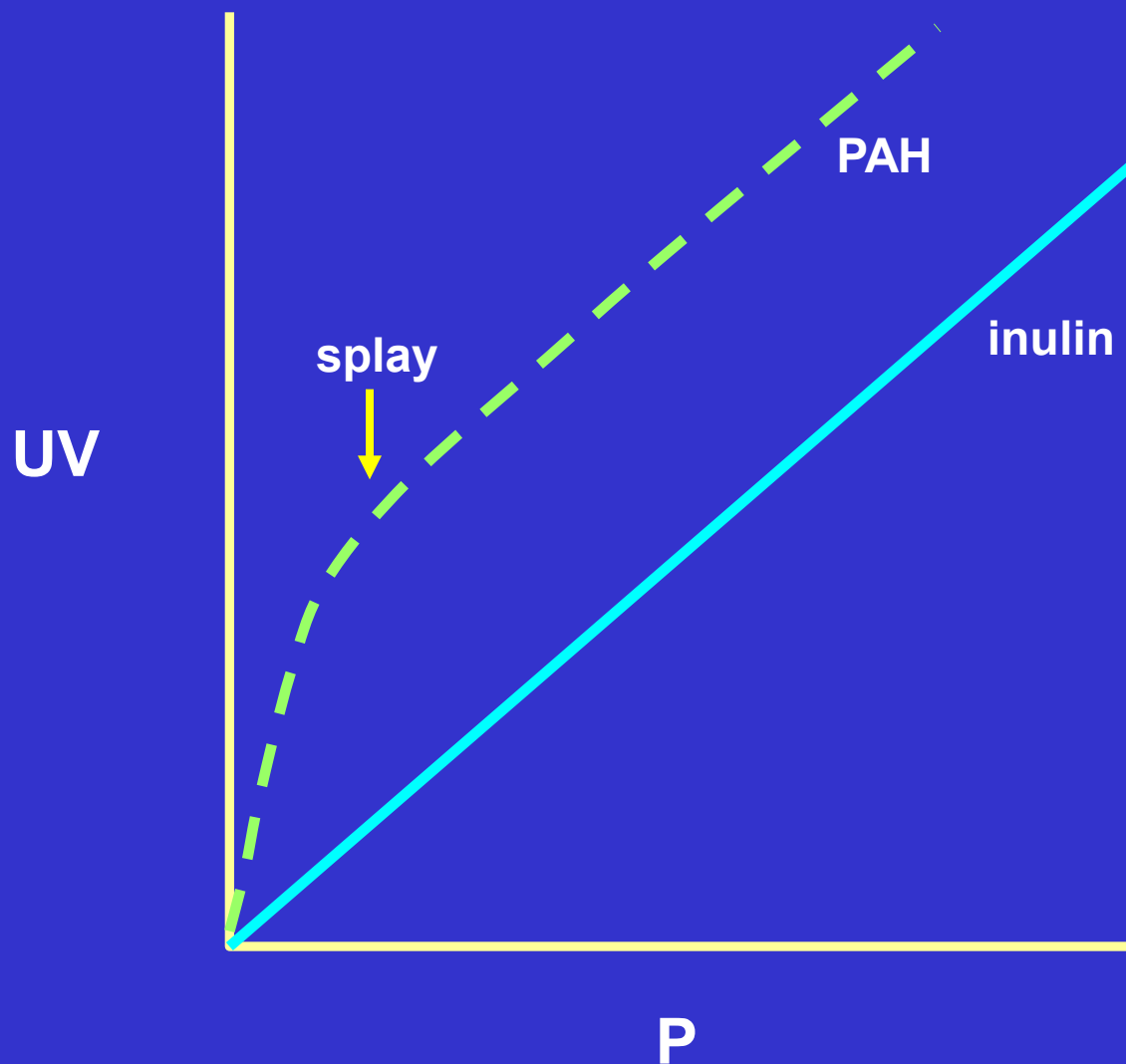
Dobrým příkladem je renální hospodaření kyselinou para-aminohippurovou (PAH).

Bylo zjištěno, že je netoxická, a v ledvinách není metabolizována.

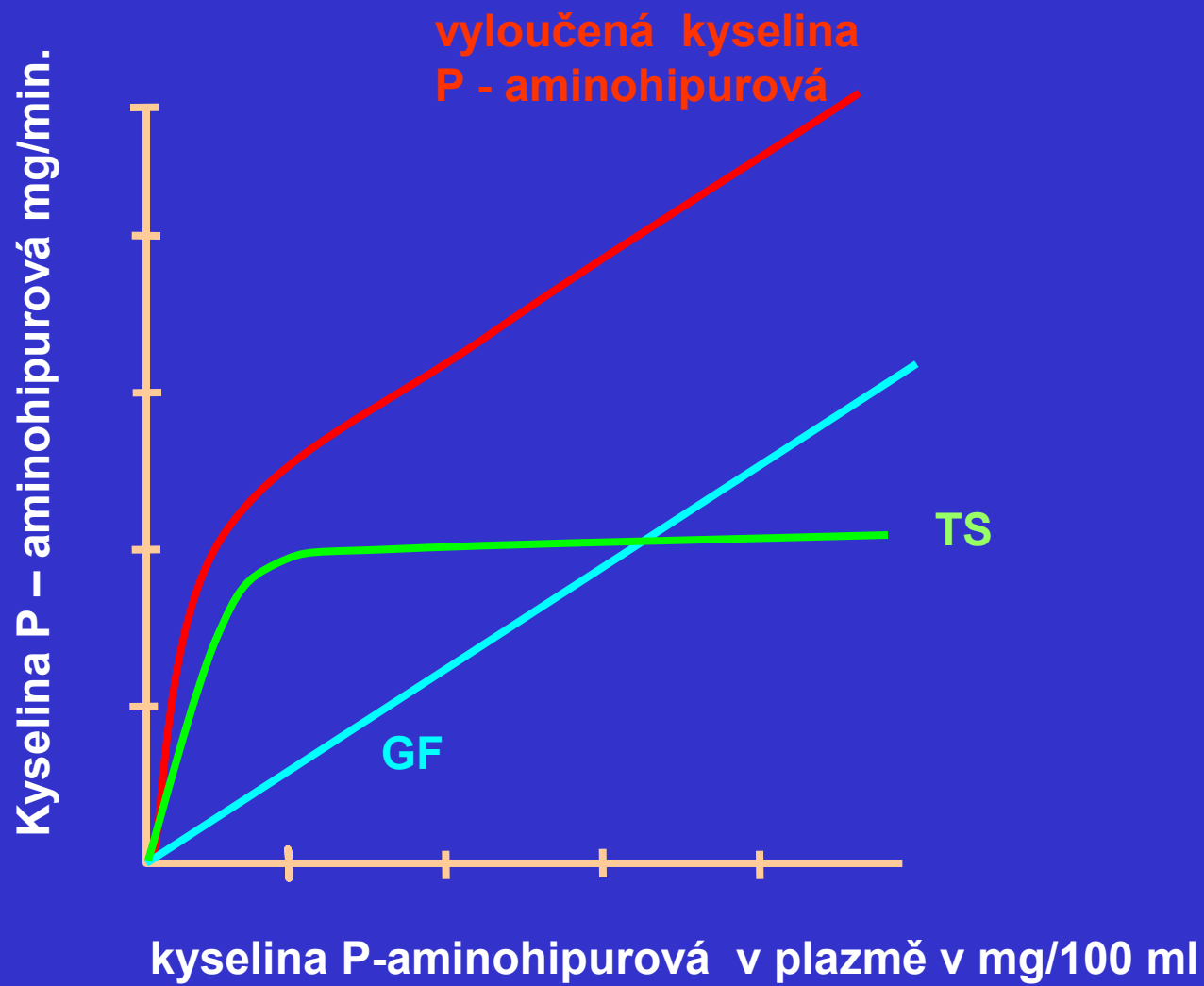
Pokud je podána PAH v nízké koncentraci, cca 1 mg/100 ml plasmy, při $GF=120$ ml/min, je za 1 minutu procesem GF odfiltrováno 1.2 mg PAH.

Nezbytné je porovnávat koncentraci PAH v arteria renalis a ve venae renales. S ohledem na nízkou plasmatickou koncentraci (1 mg/100 ml), byla přehlédnuta drobná chyba a ve venozní krvi opouštějící ledviny, byla nalezena 0 koncentrace PAH.





Vztah mezi plasmatickou hladinou (P) a vylučování (UV) PAH a inulinu.



PAH je vylučována 1) GF
2) TS

Při reálném měření byly užity následující hodnoty:

$$P_{\text{PAH}} = 0.02 \text{ mg/ml}$$

$$U_{\text{PAH}} = 14 \text{ mg/ml moči}$$

$$V = 0.9 \text{ ml moči/minutu}$$

$$\frac{U_{\text{PAH}} \times V}{P_{\text{PAH}}} = \frac{14 \times 0.9}{0.02} = 630 \text{ ml/min}$$

Hodnota 630 ml/min byla považována za průtok plasmy ledvinami.

Přesnější měření ukázala, že cca 10% PAH není vyloučeno do moči. Toto množství přestupuje do venozního systému ledvin.

Skutečná clearance PAH je proto

$$630 : 0.9 = 700 \text{ ml/min}$$

Pokud chceme vypočítat skutečný průtok krve ledvinami, Musíme výsledek opravit o hematokrit.

$$\begin{array}{l} 700 \text{ ml} \dots\dots 55\% \\ x \text{ ml} \dots\dots 100\% \end{array}$$

$$X = 700 : 0.55 = 1273 \text{ ml/min}$$

Vzniká praktická otázka, kolik % z protékající krve nebo plasmy je určeno procesu GF.

Nejjednodušší přístup je ten, že zjišťujeme podíl clearance inulinu na clearance PAH.

$$C_{in}/C_{PAH} \times 100 = 128/700 \times 100 = 18.2 \%$$

Tato hodnota (cca 16 – 20%) se označuje filtrační frakce, čili GF představuje asi 20% plasmy, která proteče ledvinami.

FILTRAČNÍ FRAKCE (FF)

$$FF = \frac{GF}{\text{průtok plazmy}}$$

$$GF \simeq C_{in}$$

$$\text{průtok plazmy} \simeq C_{PAH}$$

$$C_{in} = 128 \text{ ml/min}$$

$$C_{PAH} = 643 \text{ ml/min}$$

$$FF = \frac{C_{in}}{C_{PAH}}$$

$$FF = \frac{128}{643}, \quad \boxed{FF = 0,2}$$

neboli 20%

Základní renální funkce:

