

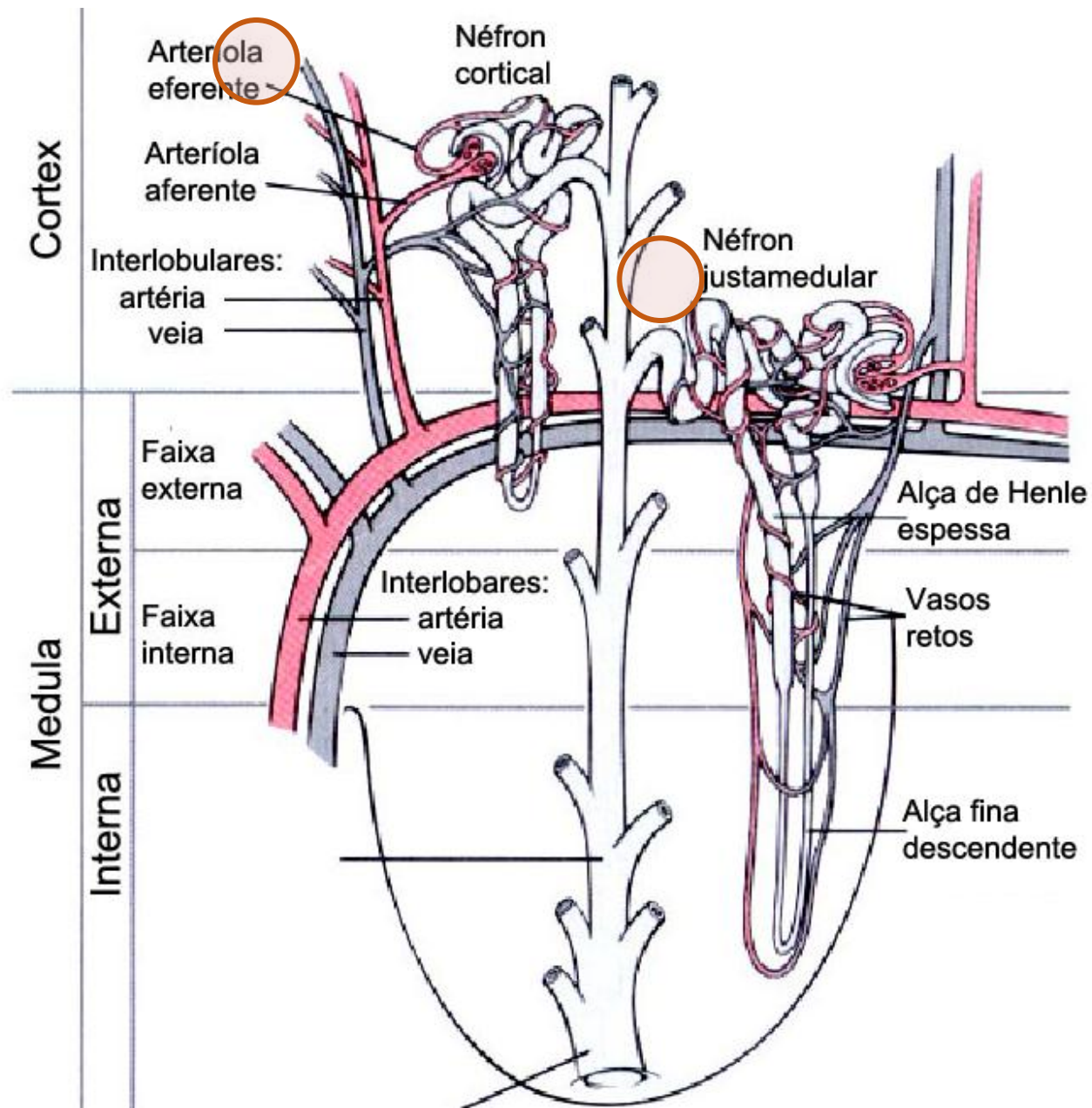
Avaliação laboratorial da função e lesão renal: aspectos fundamentais

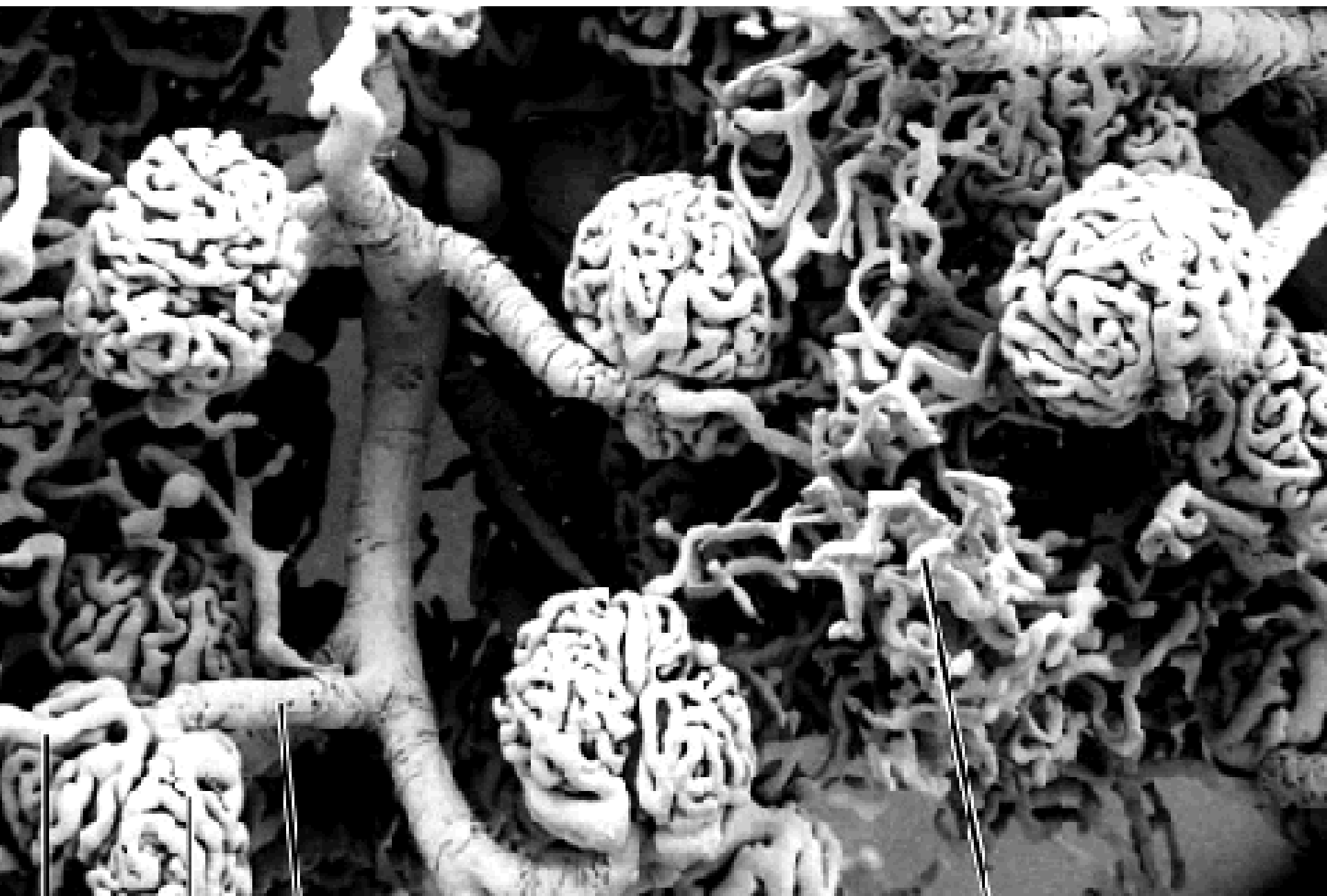
Dr. Marley Gonçalves

- Graduação em Medicina na UFAL.
 - Residência médica em Patologia Clínica no HC/UFG.
 - MBA em gestão pela FGV.
-
- Professor de Patologia Clínica da UFAL (Campus Arapiraca).
 - Médico patologista clínico, responsável técnico, no Laboratório LACNSF.
 - Médico gestor no Laboratório LACNSF.

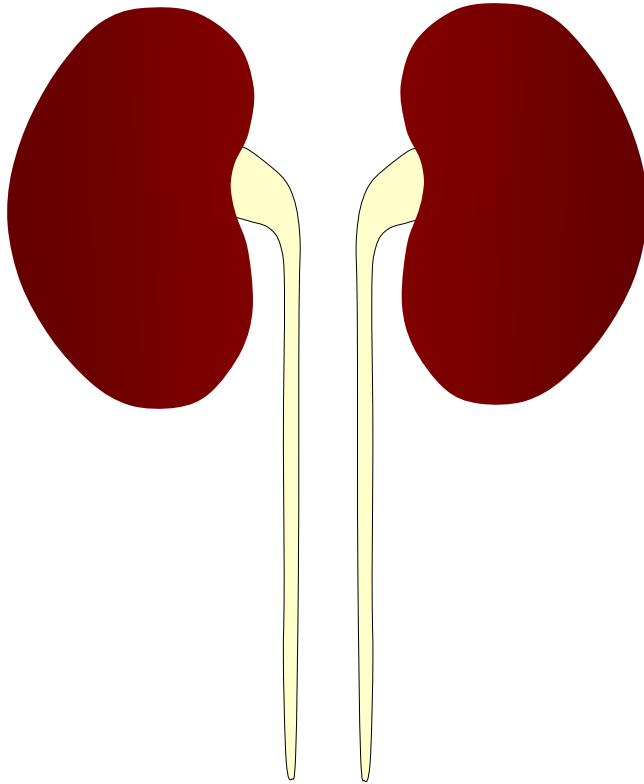
Funções do rim

- ✱ Regulação do balanço de água, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico
- ✱ Excreção dos produtos do metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos: uréia, creatinina, ácido úrico, sulfato e fosfato
- ✱ Produção de hormônios: renina, calcitriol, eritropoetina.

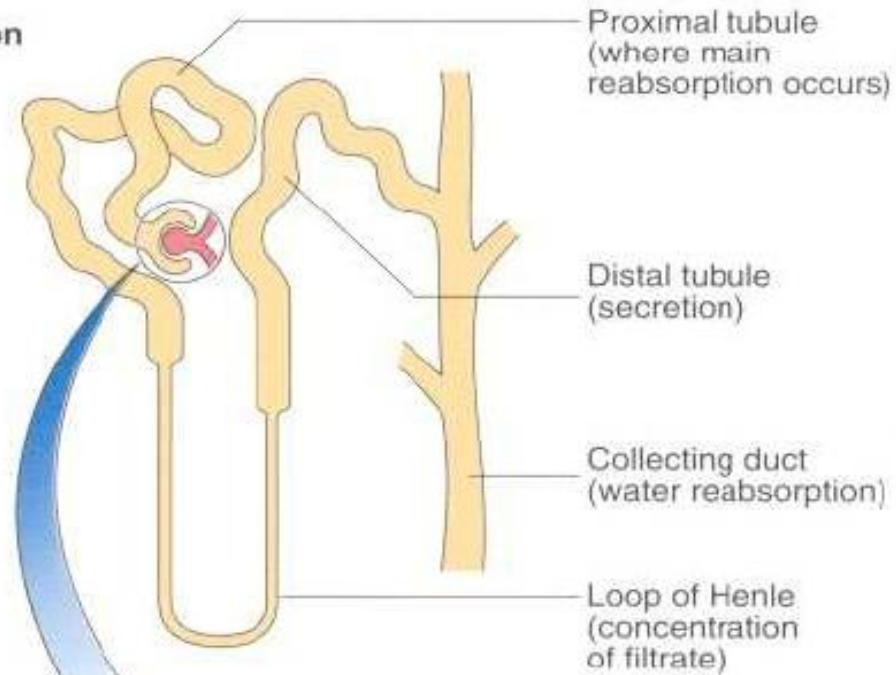




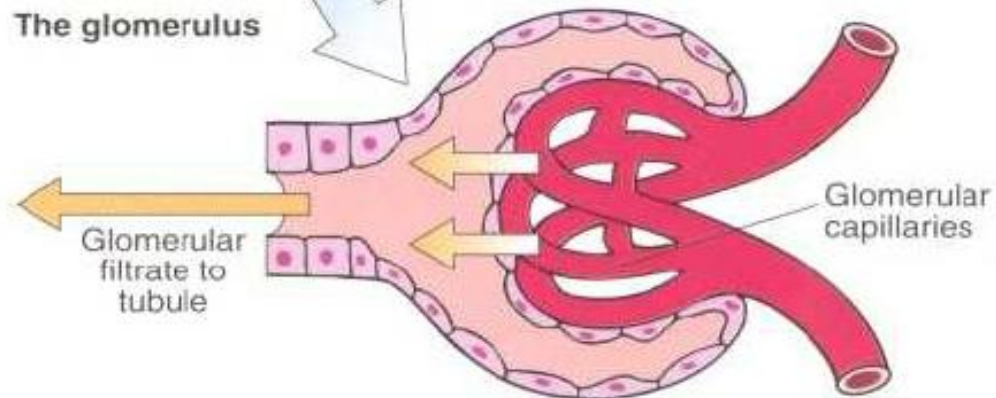
OS RINS FILTRAM ~180 L/DIA



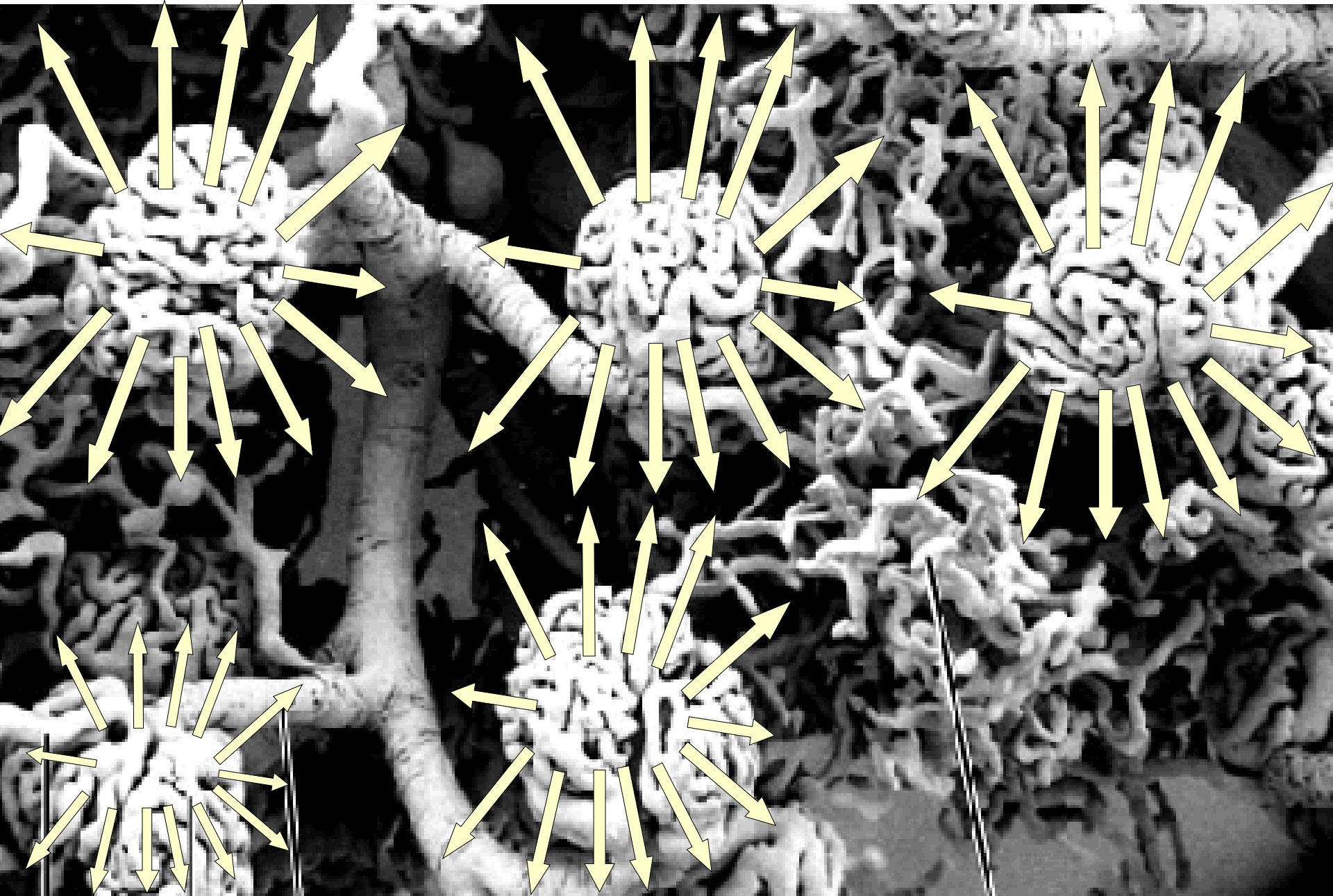
The nephron



The glomerulus



**O RITMO DE FILTRAÇÃO GLOMERULAR É O SOMATÓRIO DA
MICROFILTRAÇÃO DE MILHÕES DE GLOMÉRULOS**



Testes da função glomerular

- ✱ Filtrado glomerular (ultrafiltrado): composição do plasma sem proteínas (140 mL/min).
- ✱ Taxa de filtração glomerular: fluxo sanguíneo renal e pressão normais
- ✱ Queda na FG: destruição dos néfrons ou restrição de suprimento sanguíneo renal, retenção de excretas (uréia e creatinina).

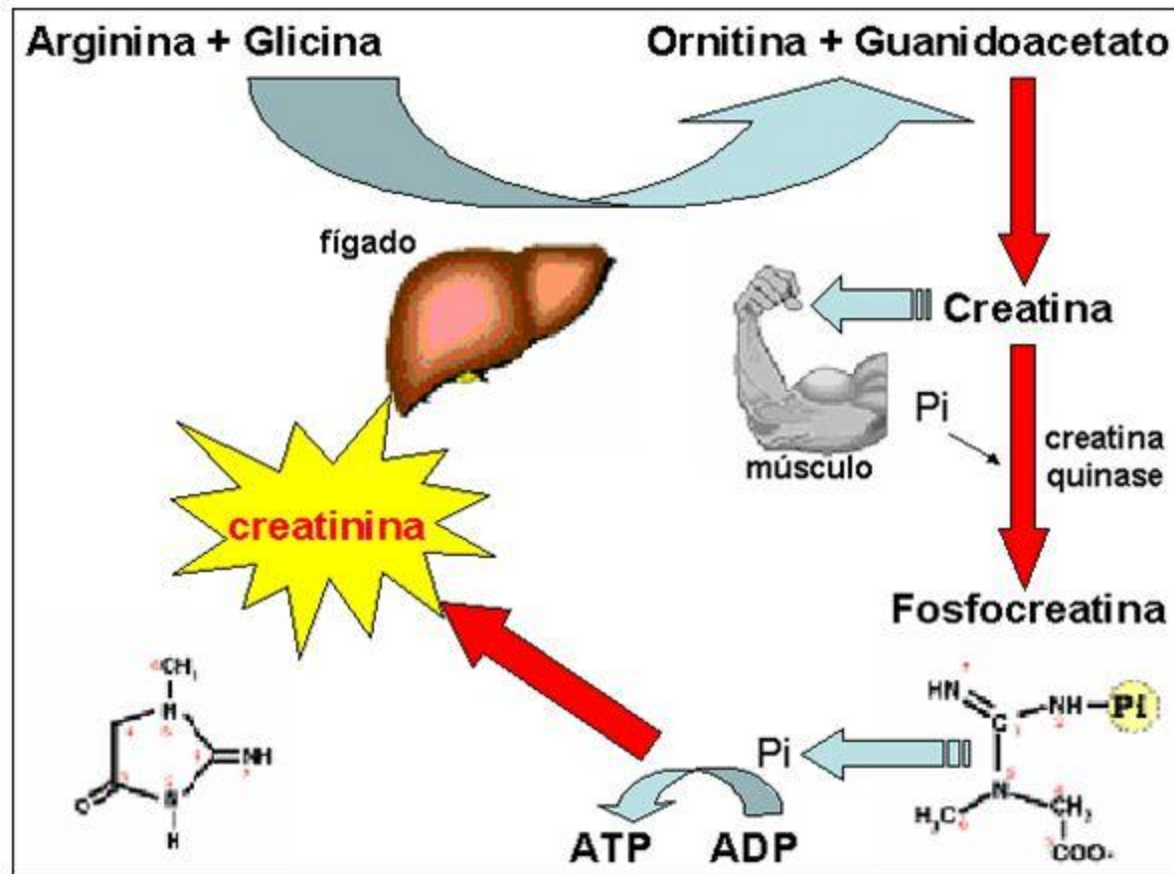
Uréia

- Principal metabólito nitrogenado derivado da degradação de proteínas pelo organismo.
- Excreção → 90% (RIM) + 10% (TGI e PELE)
- 40-70 % se difunde por difusão passiva ao passar pelos túbulos.
- Nas insuficiência renal aguda, apresenta melhor correlação com a TFG do que a creatinina.
- Seus níveis séricos aumentar na presença de hipovolemia.
- Diminuem na presença de doença hepática e deficiência proteica.

Ureia

- A concentração de ureia do soro não é útil como medida da FG. A ingestão de proteínas da dieta e sangramento gastrintestinal podem afetar a concentração de uréia sérica.
- A ureia é reabsorvida pelos túbulos renais e essa reabsorção aumenta com taxas de fluxo de urina baixas.
- A ureia oferece importante informação sobre o grau de catabolismo proteico.

Creatinina



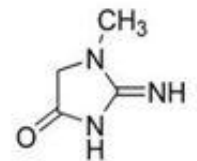
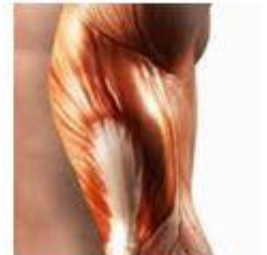
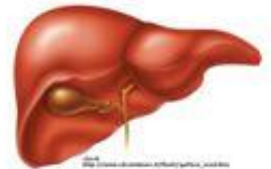
Valores de referência

- ✱ Dosagem de uréia sérica
- ✱ Adultos : 10 a 20 mg/dL (elevado em idosos)
- ✱ Crianças: 5 a 18 mg/dL
- ✱ Diferencia entre azotemia ou uremia pré-renal e renal

Pré-renal: uréia tem maior aumento que a creatinina

Creatinina

- Produto da degradação da fosfocreatina (creatina fosforilada) no músculo.
- Ciclo da creatina:
Proteínas ingeridas na dieta
↓
Produção de creatina fosfato pelo fígado
↓
Consumo da creatina fosfato pelos músculos para geração de energia
↓
Produção de creatinina
↓
Eliminação da creatinina pelos rins.



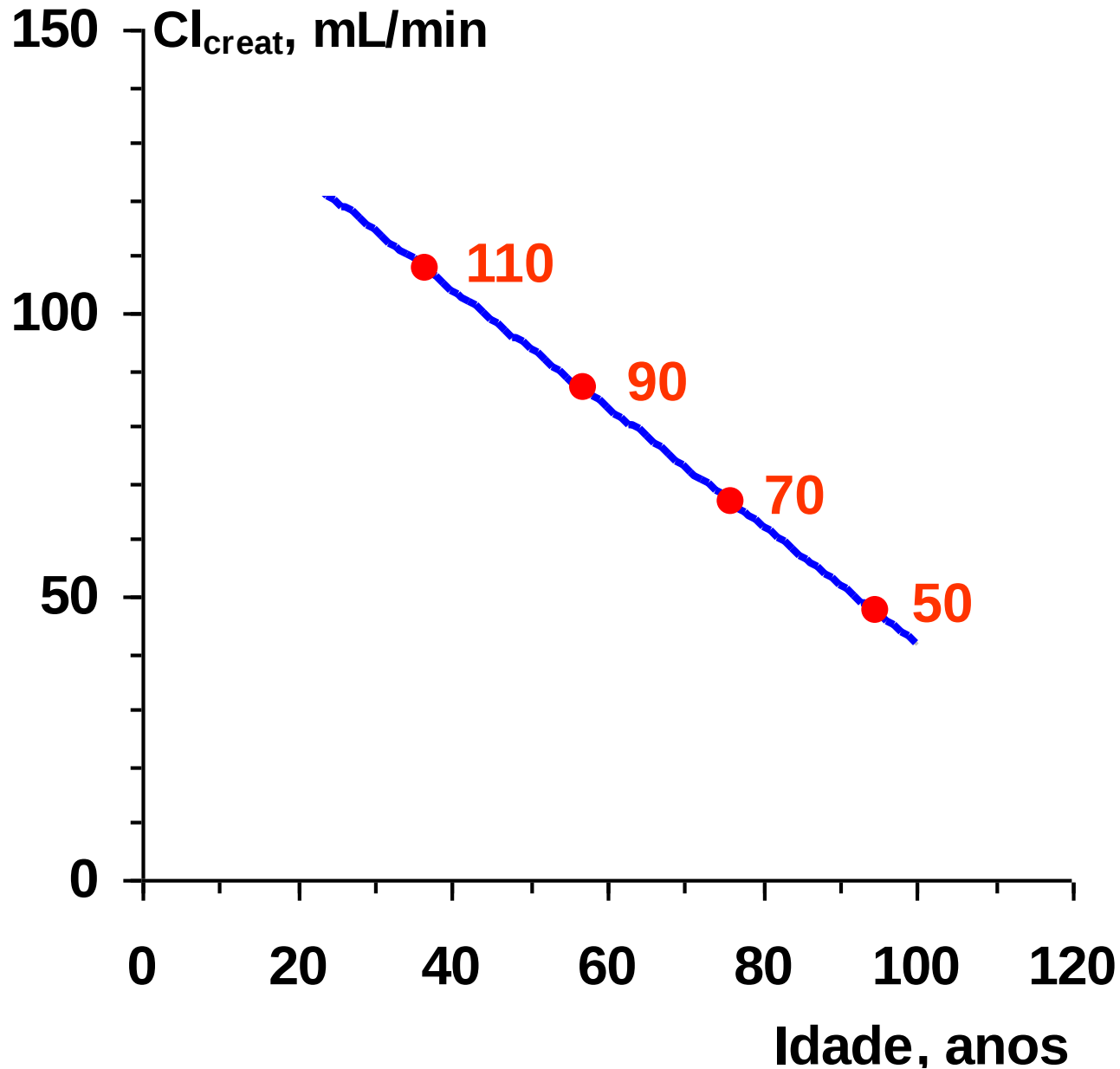
Creatinina

- A capacidade dos rins de filtrar o plasma nos glomérulos pode ser avaliada medindo-se a depuração de creatinina, que se aproxima da taxa de filtração glomerular.
- A concentração de creatinina no soro é um índice insensível da função renal, porque ela pode elevar-se só quando a FG tenha caído para 50% do normal. Quando encontra-se creatinina sérica anormal, as mudanças na concentração refletem mudanças na FG.

Creatinina

- O valor da creatinina sérica está relacionado à produção endógena, e esta é proporcional à massa muscular, à dieta e ao ritmo de filtração glomerular.
- Valores de referência:
 - Crianças até 12 anos: 0,2 a 0,6 mg/mL
 - Mulheres: 0,5 a 1,1 mg/mL
 - Homens: 0,6 a 1,3 mg/mL

EFEITO DA IDADE SOBRE O Cl_{creat}



**ESTIMANDO O RFG A PARTIR
DA CREATININA PLASMÁTICA**

ESTIMATIVA DO RFG PELA FÓRMULA DE COCKCROFT-GAULT:

$$\text{RFG} = \frac{(140 - \text{idade}) \cdot \text{Peso}}{72 \cdot S_{\text{creat}}} \quad (\times 0,85 \text{ se } \text{♀})$$

(em mL/min)

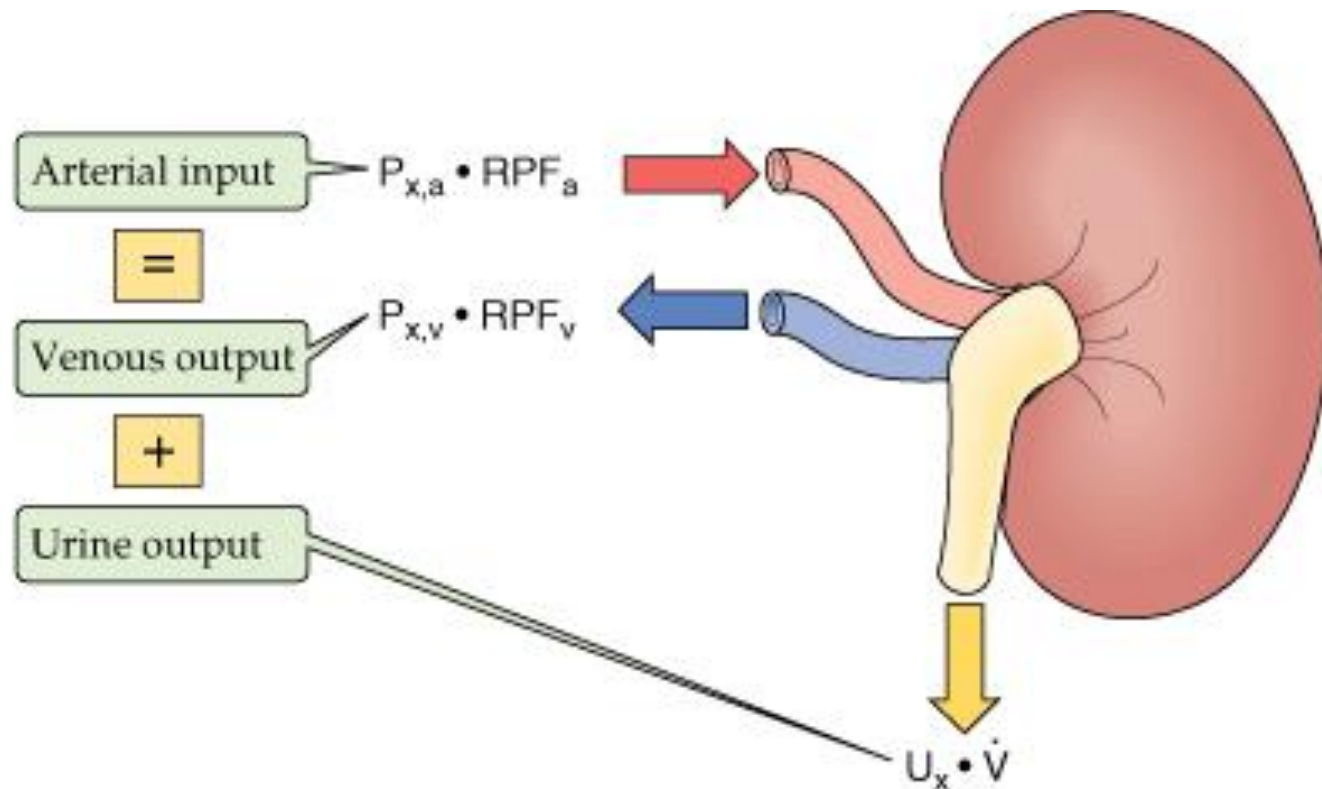
Idade	Peso	S_{creat}	Sexo	C_{creat}
20	80	1,3	M	103

Idade	Peso	S_{creat}	Sexo	C_{creat}
20	50	1,3	F	54

Clearance ou Depuração Plasmática

- A depuração de uma substância é definida como a quantidade de sangue ou plasma completamente liberada desta substância, por unidade de tempo, através da filtração renal.
- O teste de depuração da creatinina é realizado com medição da creatinina ou outra substância em uma amostra de urina colhida em um tempo estabelecido e também em uma amostra de sangue colhida no período de colheita da amostra de urina.

Clearance ou Depuração Plasmática



C_x = volume de plasma depurado da substância x em
unidade de tempo = ml/min

- **C_x** = relação entre a quantidade de x excretada na urina e a concentração de x no plasma.

- Sendo:

- **U_x** = concentração de x na urina
- **V** = fluxo urinário
- **P_x** = concentração de x no plasma

- **$C_x = \frac{U_x V}{P_x} = \frac{\text{mg/ml ml/min}}{\text{mg/ml}} = \text{ml/min}$**

Ritmo de Filtração Glomerular

Endógeno:

- Clearance de creatinina
- Cistatina C

Exógeno:

- Inulina
- Iohexol

Valores do Clearance:

1) Substância x não é filtrada no rim (não reabsorvida nem secretada)

- $C_x = 0$

Exemplo: maioria das proteínas

Depuração plasmática da Creatinina

CREATININA



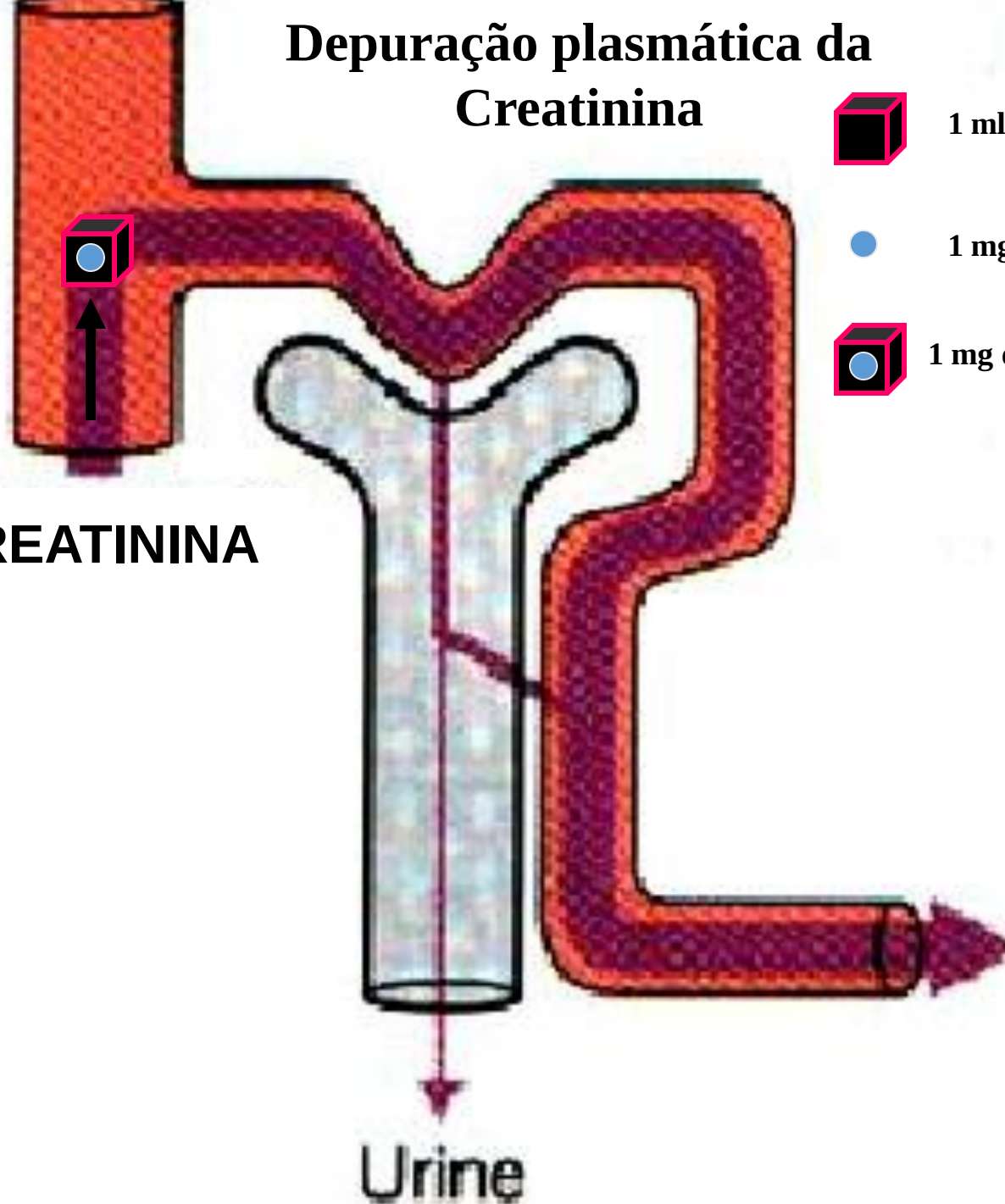
1 ml de plasma



1 mg de Creatinina



1 mg de Inulina/1 ml de plasma



Depuração plasmática da Creatinina

CREATININA



1 ml de plasma

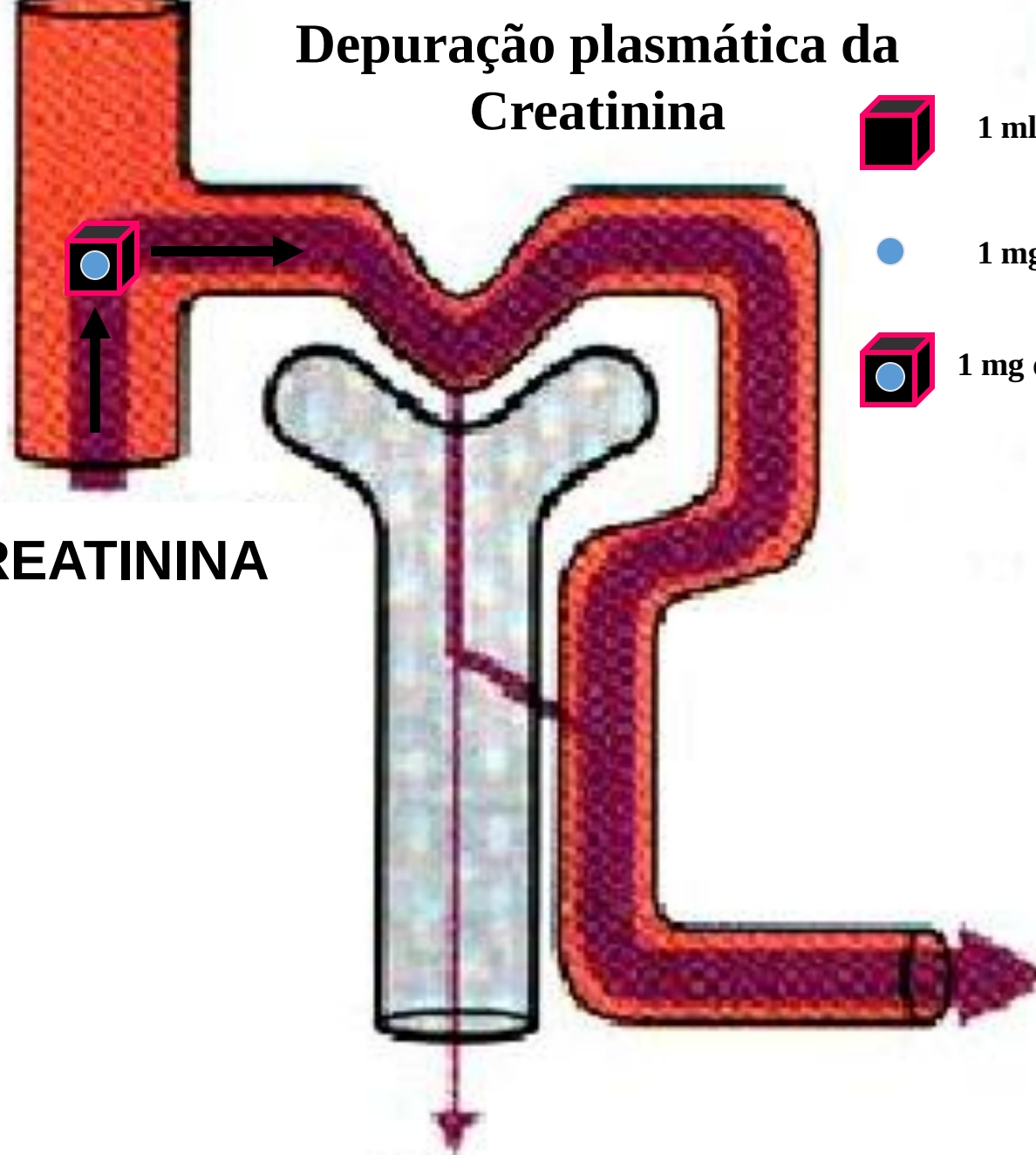


1 mg de Creatinina



1 mg de creatinina/1 ml
de plasma

Urine



Depuração plasmática da Creatinina

CREATININA



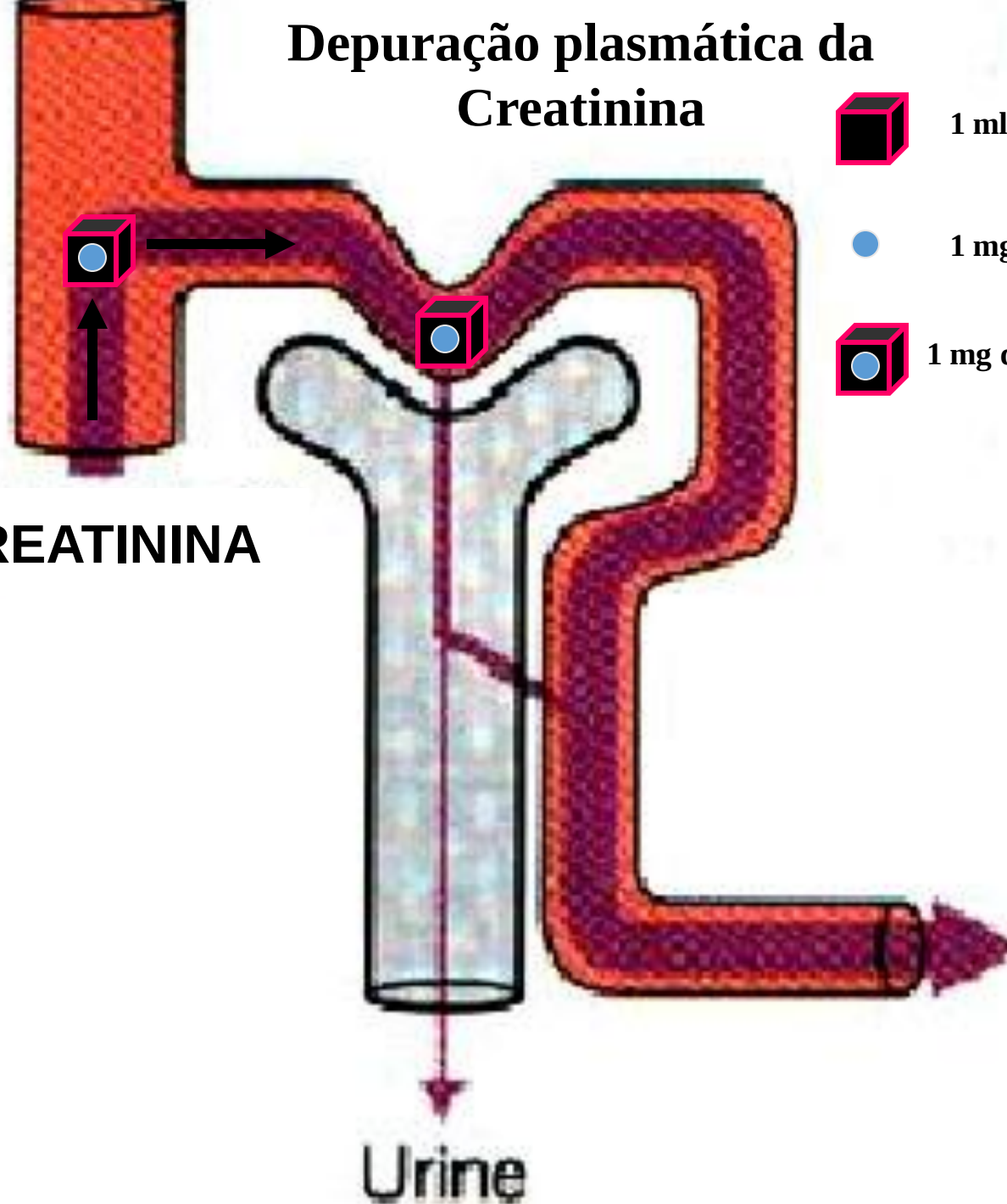
1 ml de plasma



1 mg de Creatinina



1 mg de Creatinina/1 ml de plasma



Depuração plasmática da

cREATININA

1 ml de plasma

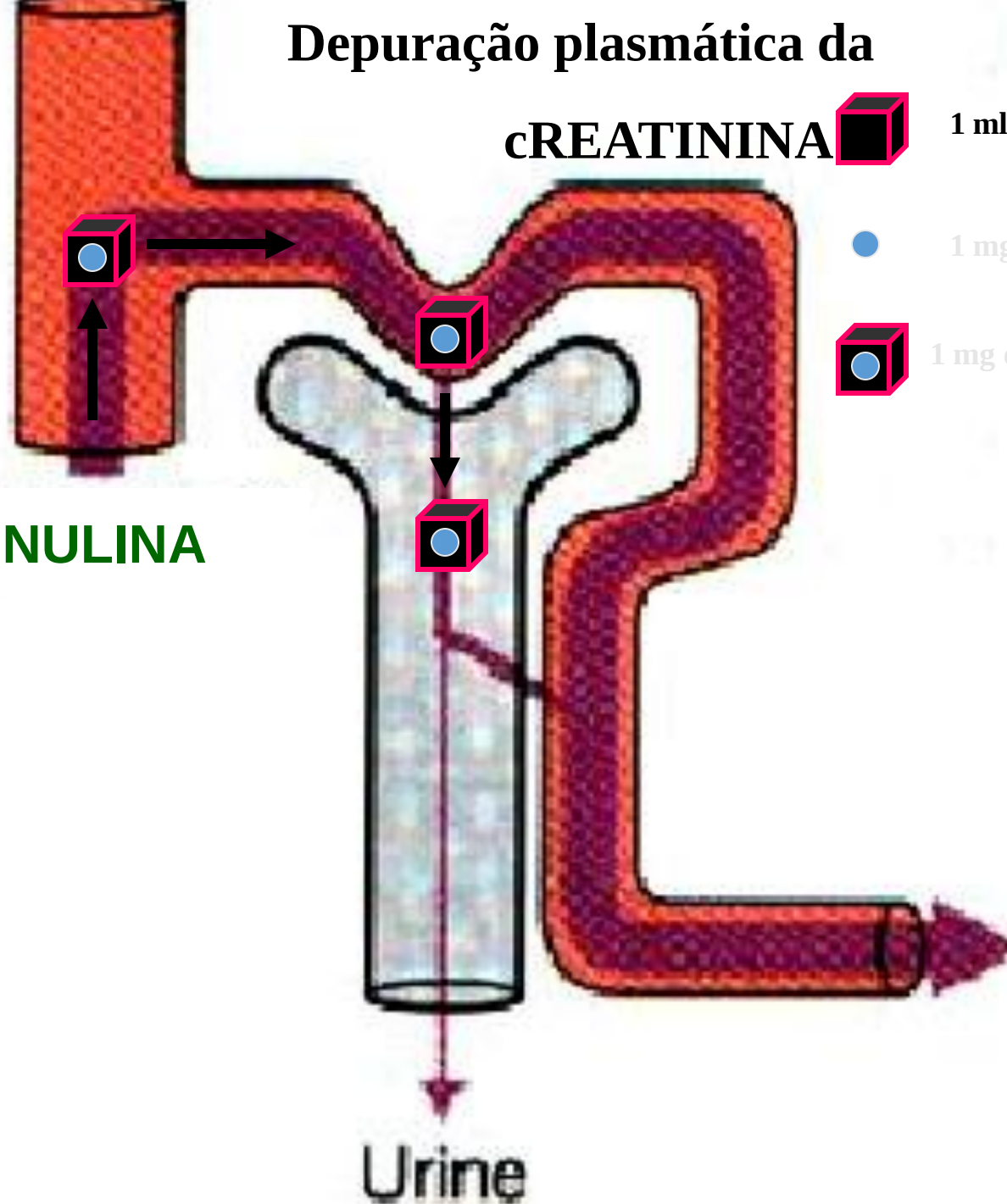


1 mg de Creatinina



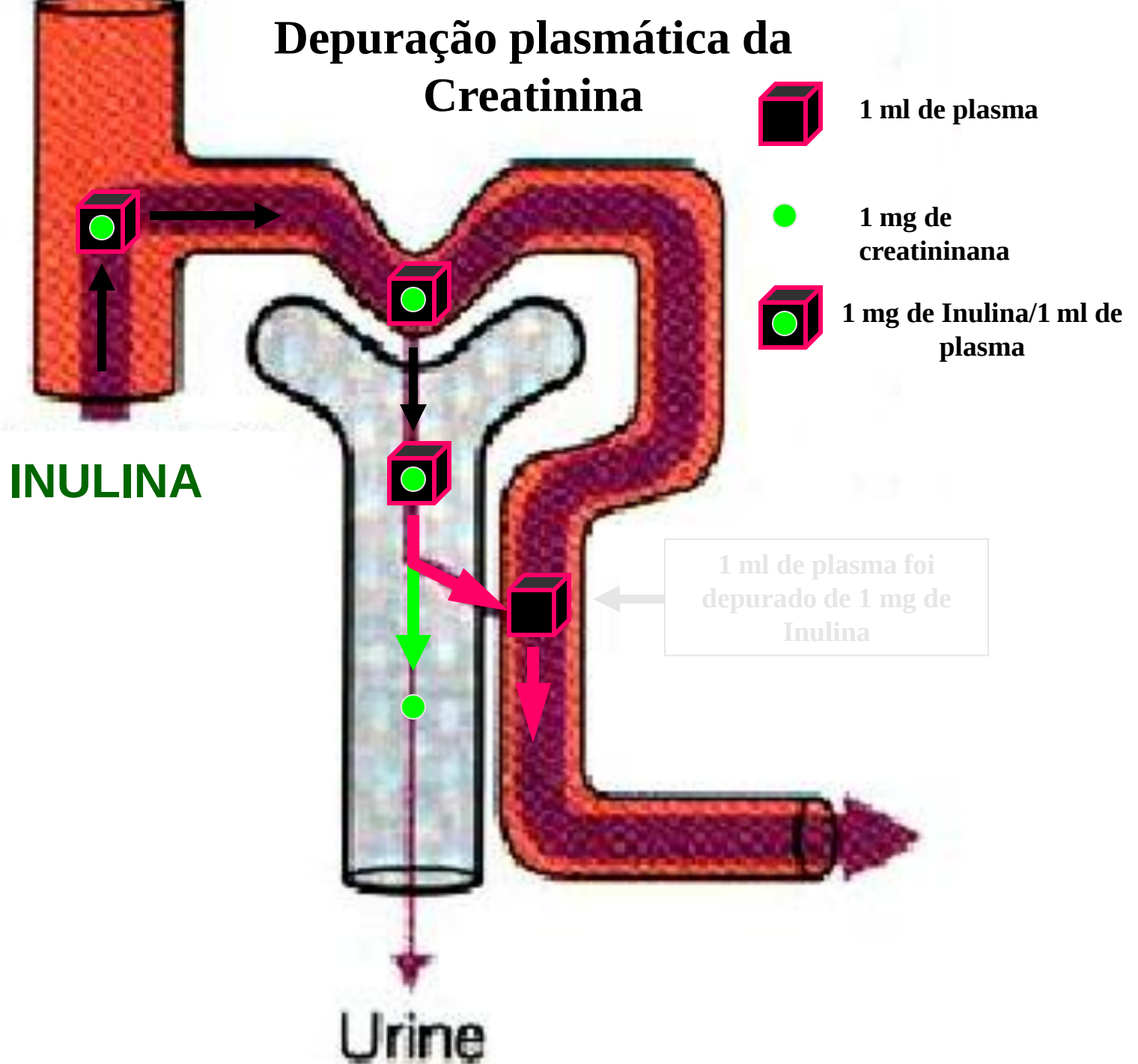
1 mg de Inulina/1 ml de plasma

INULINA

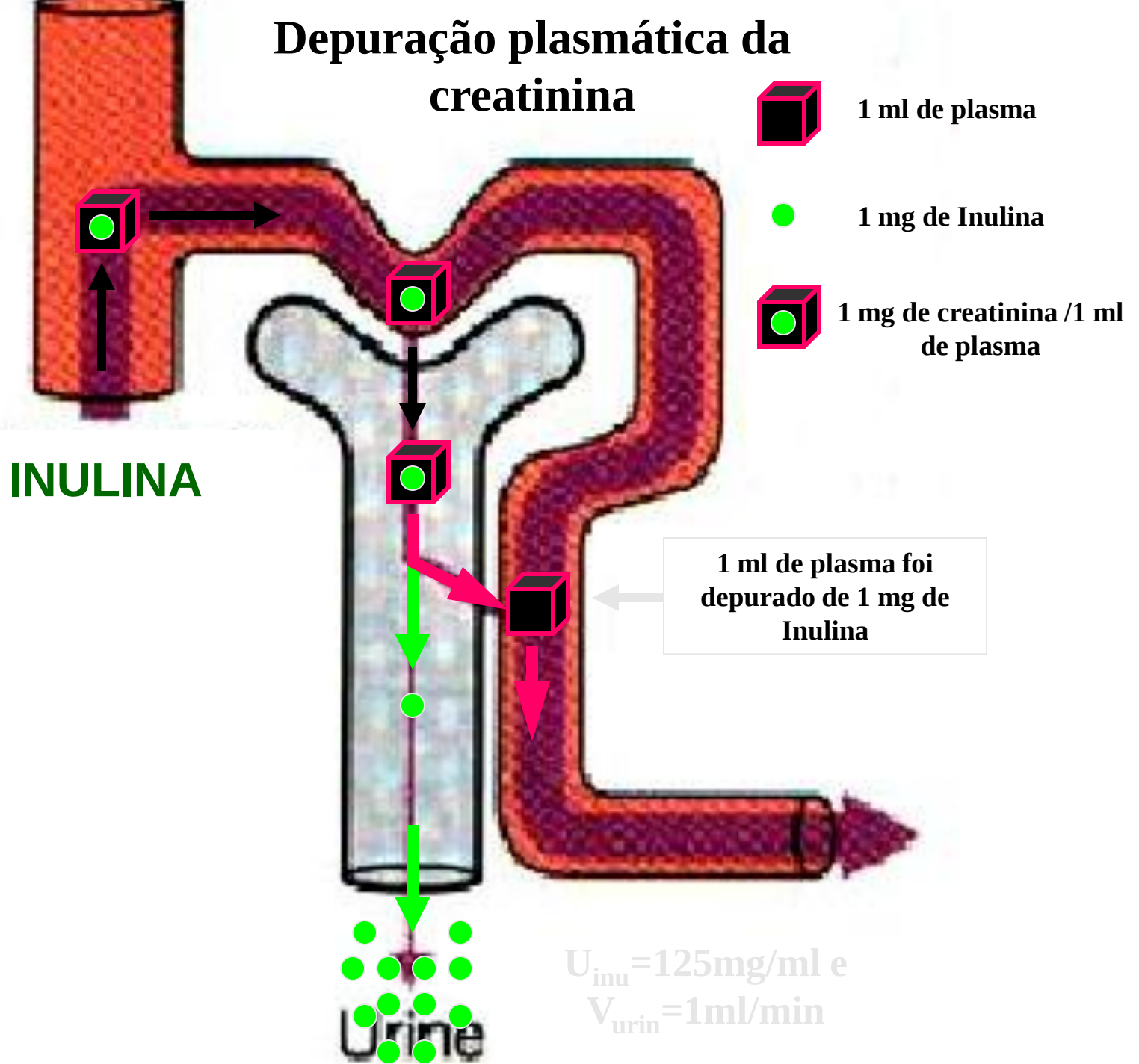


Urine

Depuração plasmática da Creatinina



Depuração plasmática da creatinina



Depuração plasmática da Creatinina



1 ml de plasma



1 mg de creatinina



1 mg de creatinina/1 ml de plasma

CREATININA

$$C_{inul} = \frac{U_{inul}}{P_{inul}} \times V$$

$$C_{inul} = \frac{125\text{mg/ml} \times 1\text{ml/min}}{1\text{mg/ml}}$$

$$C_{inul} = 125 \text{ ml/min}$$

1 ml de plasma foi
depurado de 1 mg de
Inulina

$U_{inu} = 125\text{mg/ml}$ e
 $V_{urin} = 1\text{ml/min}$

Urine

Creatinina

- Substância exógena
- Metabólito do músculo esquelético
- Secretada no túbulo renal

$$C_{\text{creatinina}} = \text{RFG (em clínica)}$$

Depuração da Creatinina

Calcular a depuração:

$$\text{Mililitros de plasma depurados por minuto} = \frac{U \text{ mg/dL} \times \text{Volume 24 h (mL)}}{S \text{ mg/dL} \times 1440 \text{ minutos}}$$

onde

- U = creatinina na urina (mg/dL)
- S = creatinina no soro (mg/dL)
- Volume 24 h = volume urinário de 24 horas

Exemplo:

- Creatinina na urina: 62 mg/dL
- Creatinina no soro: 1,37 mg/dL
- Volume de 24 horas: 1872 mL

$$62 \text{ mg/dL} \times 1872 \text{ mL}$$

- Depuração da creatinina = $\frac{62 \text{ mg/dL} \times 1872 \text{ mL}}{1,37 \text{ mg/dL} \times 1440 \text{ minutos}} = 58,8 \text{ mL/minuto}$

- Depuração corrigida = Depuração sem correção x 1,73/Superfície corporal do paciente

Estimação do RFG pela creatinina plasmática

Fórmula de Cockcroft DW and Gault MH

[140 - Idade (anos)] X Peso (kg)

Creat Plasm (mg/dL) X 72

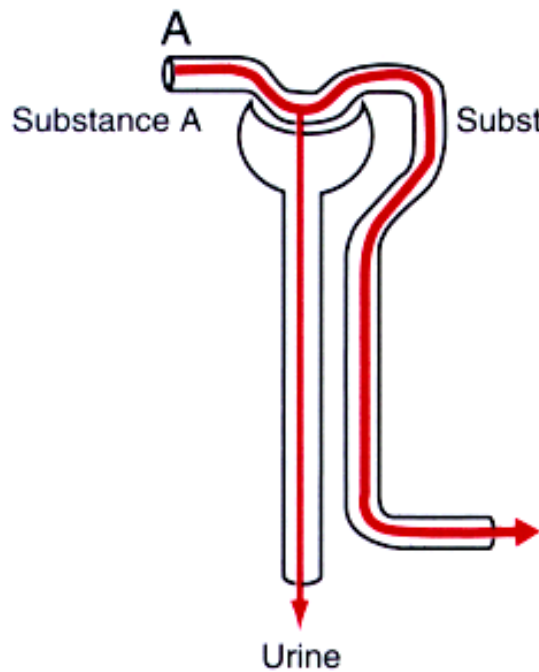
homens: valor multiplicado por 1.00 =

mulheres: valor multiplicado por 0.85 =

Depuração da Creatinina

Valores de referência (mL/minuto/1,73m²)

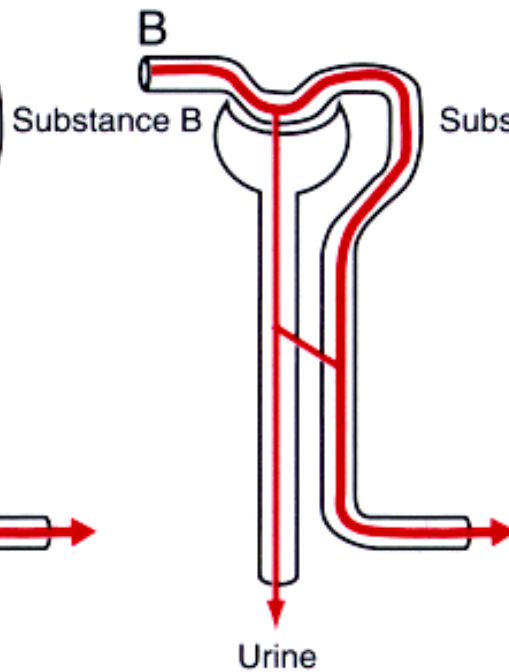
Idade (anos)	Mulheres		Homens	
	Média	Intervalo	Média	Intervalo
20 - 30	107	81 - 134	117	88 -146
30 - 40	102	75 - 128	110	82 - 140
40 - 50	96	69 - 122	104	75 - 133
50 - 60	90	64 - 116	97	68 - 126
60 - 70	84	58 - 110	90	61 - 120
70 - 80	78	52 - 105	84	55 - 113



Filtrada, nem reabsorvida nem secretada.

$$C_x = RFG$$

Inulina

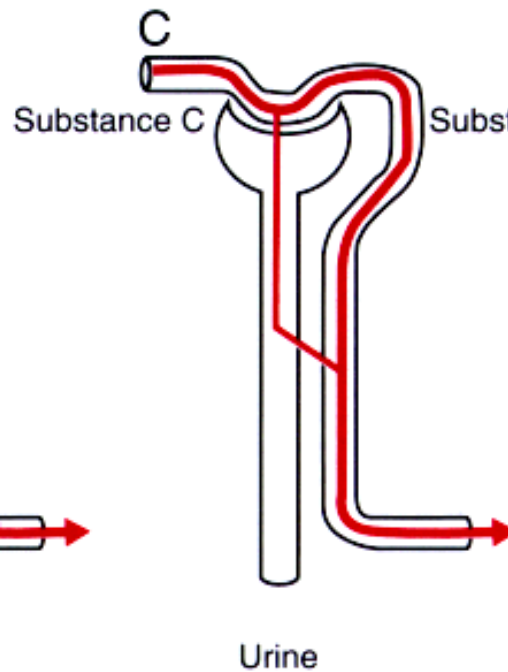


Filtrada e parcialmente reabsorvida.

$$C_x > \text{zero}$$

$$C_x < RFG$$

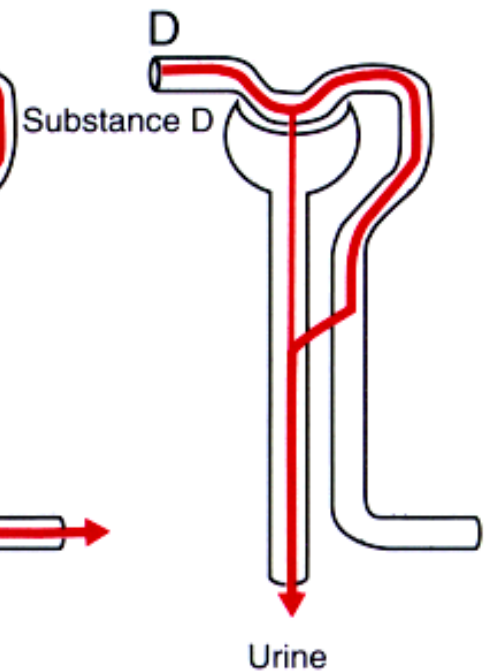
Na⁺



Filtrada e totalmente reabsorvida.

$$C_x = \text{zero}$$

glicose



Filtrada e totalmente secretada.

$$C_x = FPR$$

PAH

Transporte máximo de substâncias que são reabsorvidas

<i>Substância</i>	<i>Transporte Máximo</i>
Glicose	320 mg/min
Fosfato	0,10 mM/min
Sulfato	0,06 mM/min
Aminoácidos	1,5 mM/min
Urato	15 mg/min
Lactato	75 mg/min
Proteína plasmática	30 mg/min

Transporte máximo de substâncias que são ativamente secretadas

<i>Substância</i>	<i>Transporte Máximo</i>
Creatinina	16 mg/min
Ácido para-amino-hipúrico	80 mg/min

Depuração dos solutos mais abundantes

<i>Substância</i>	<i>Intensidade da Depuração (ml/min)</i>
Glicose	0
Sódio	0,9
Cloreto	1,3
Potássio	12,0
Fosfato	25,0
Inulina	125,0
Creatinina	140,0

Obs: a **creatinina** é uma substância endógena com depuração intensa, pois não é reabsorvida e pouco excretada nos túbulos renais, pode ser parâmetro para estimativa da FG.

Cistatina C

- Proteína inibidora da proteinase da cisteína.
- Produzida por um gene expresso em todas as células nucleares.
- Baixo peso molecular, produzido a um ritmo constante.
- Depois de filtrada é completamente reabsorvida e metabolizada, não sendo excretada na urina nem retorna para a corrente sanguínea.
- O custo do exame é alto e raramente é empregado na clínica.

Proteinúria

- Em indivíduos normal, é normal perder até 150 mg/24h de proteínas pela urina.
- Proteínas com peso molecular menor que 60 kDa são livremente filtradas e rapidamente reabsorvidas nos túbulos proximais.
- Condições que aumentam a quantidade de proteínas no filtrado ou reduzem a reabsorção causam proteinúrias.
- Há padrões de proteinúria:
 - a. Padrão glomerular.
 - b. Padrão tubular.
 - c. Padrão de aumento de fluxo.

No sumário de urina, podem ocorrer falso-positivo e falso-negativo.

A avaliação da proteinúria deve ser feita por métodos quantitativos.

Microalbuminúria

- 30 a 300 mg de albumina em urina de 24h.
- Fisiopatologia: disfunção inflamatória → dano endotelial → aumento da permeabilidade endotelial.
- Utilizado para rastreamento da nefropatia diabética anualmente.
- A nefropatia diabética é uma das principais causas de insuficiência renal crônicas.
- Microalbuminúrias transitórias: infecção urinária, febre, insuficiência cardíaca, hiperglicemia, exercícios físicos.

Muito obrigado!

Contato: drmarley@lacnsf.com

