

# THE KIDNEY



# Почечное кровообращение и его регуляция

# Общие сведения



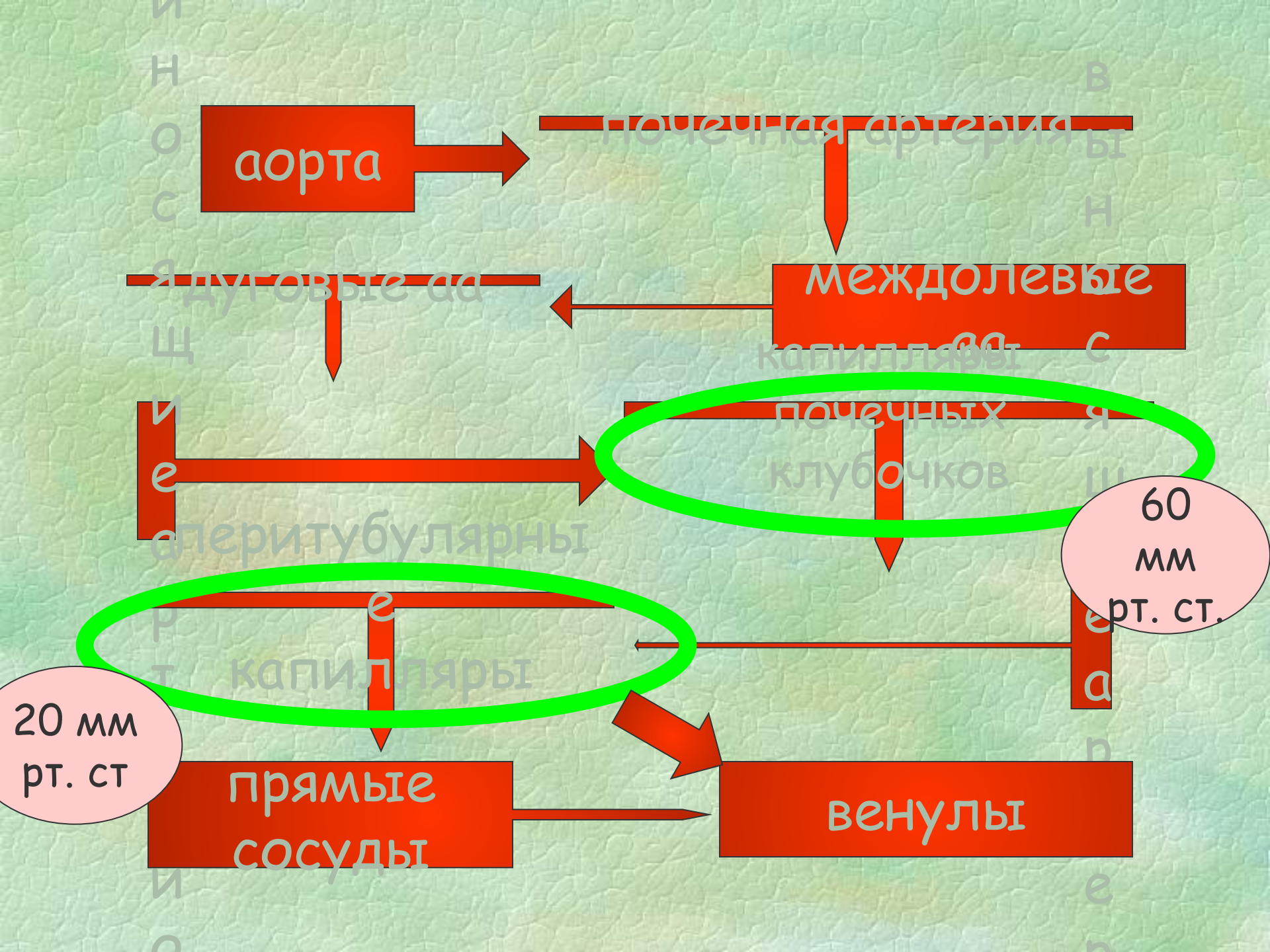
- Масса обеих почек - 300 г = 0,4 % массы тела
- Скорость кровотока = 1,2 л/мин = 25 % общего сердечного выброса
- Основное уравнение для расчета

кровотока через орган

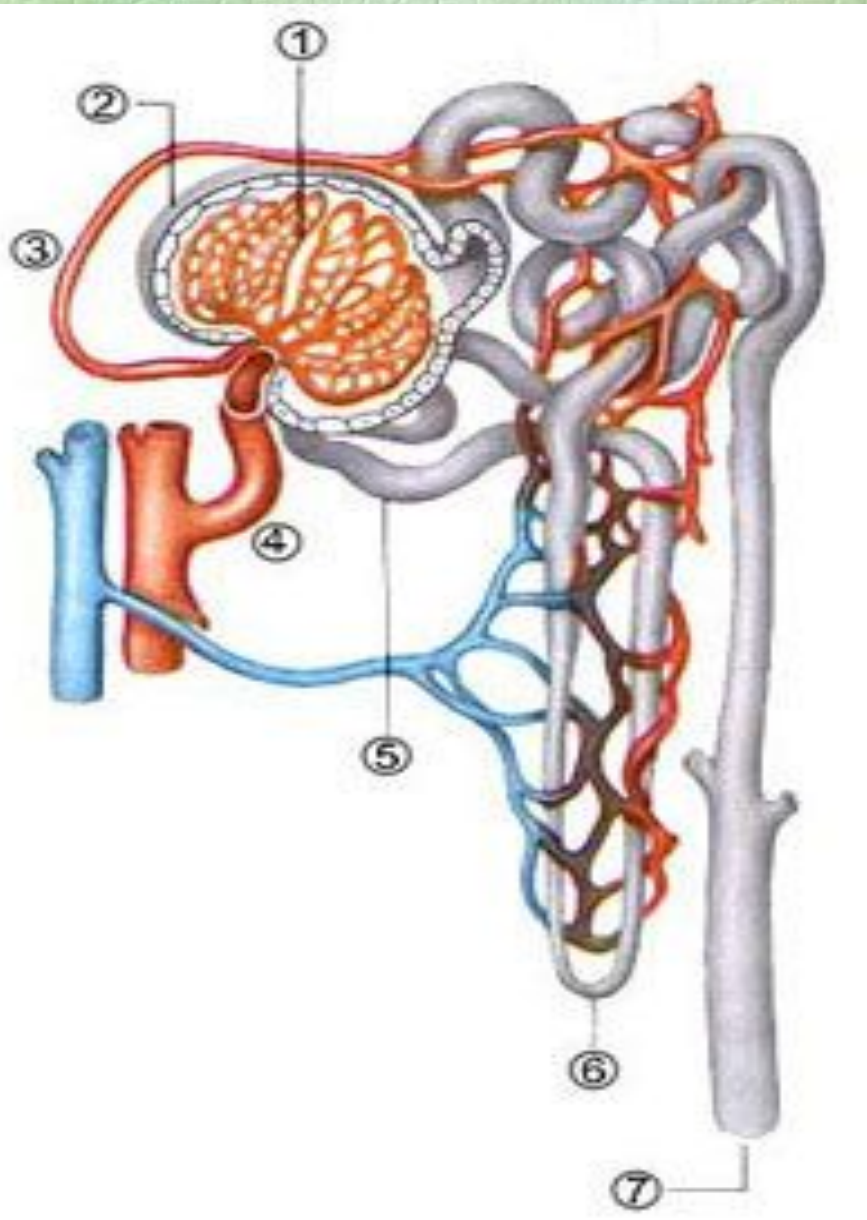
$$V_{\text{кровотока}} = dP/R$$

*dP* - разница между средним АД и венозным давлением в данном органе;

*R* - общее сосудистое сопротивление



# Строение и кровоснабжение нефрона



1 - Клубочек

2 - Капсула.

3 - А.еfferens.

4 - А.afferens

5 - Проксимальный  
извитой каналец

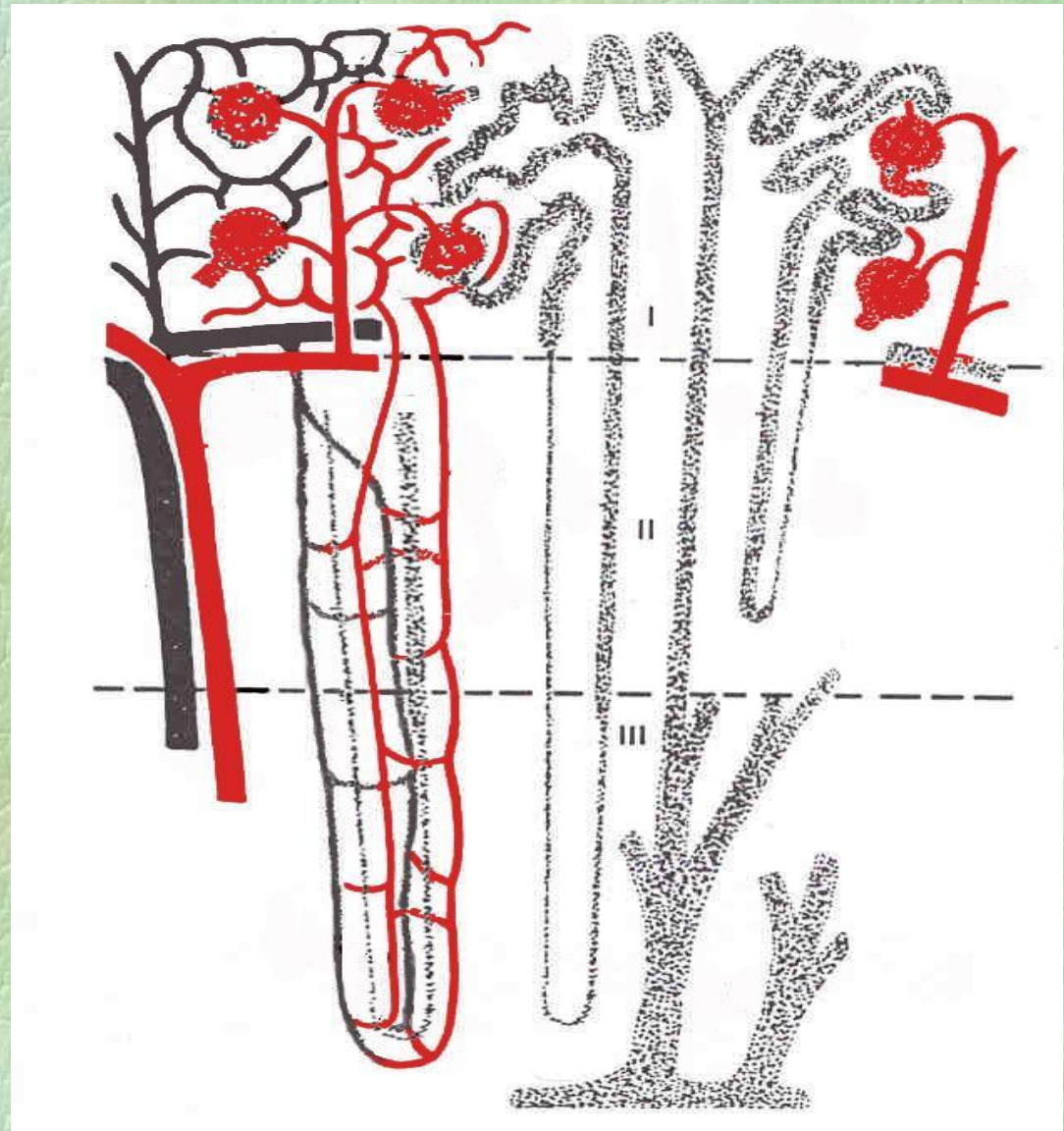
6 - Петля Генле

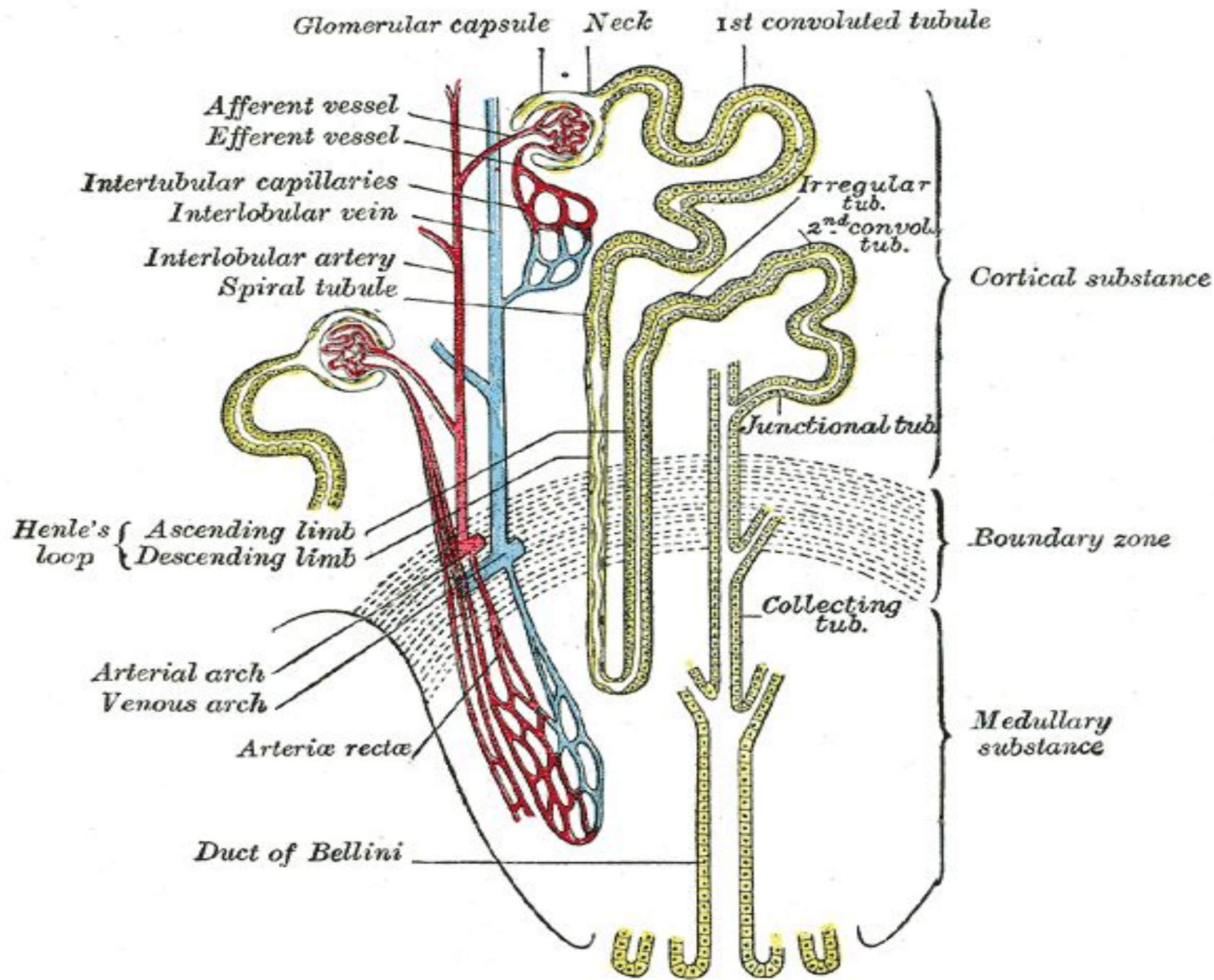
7 - Собирательная трубка.

# Схема сосудистой системы почки

*I корковый слой*  
*II наружное мозговое в-во*  
*III внутреннее мозговое в-во*

Физиология сердечно-сосудистой системы.  
Морман

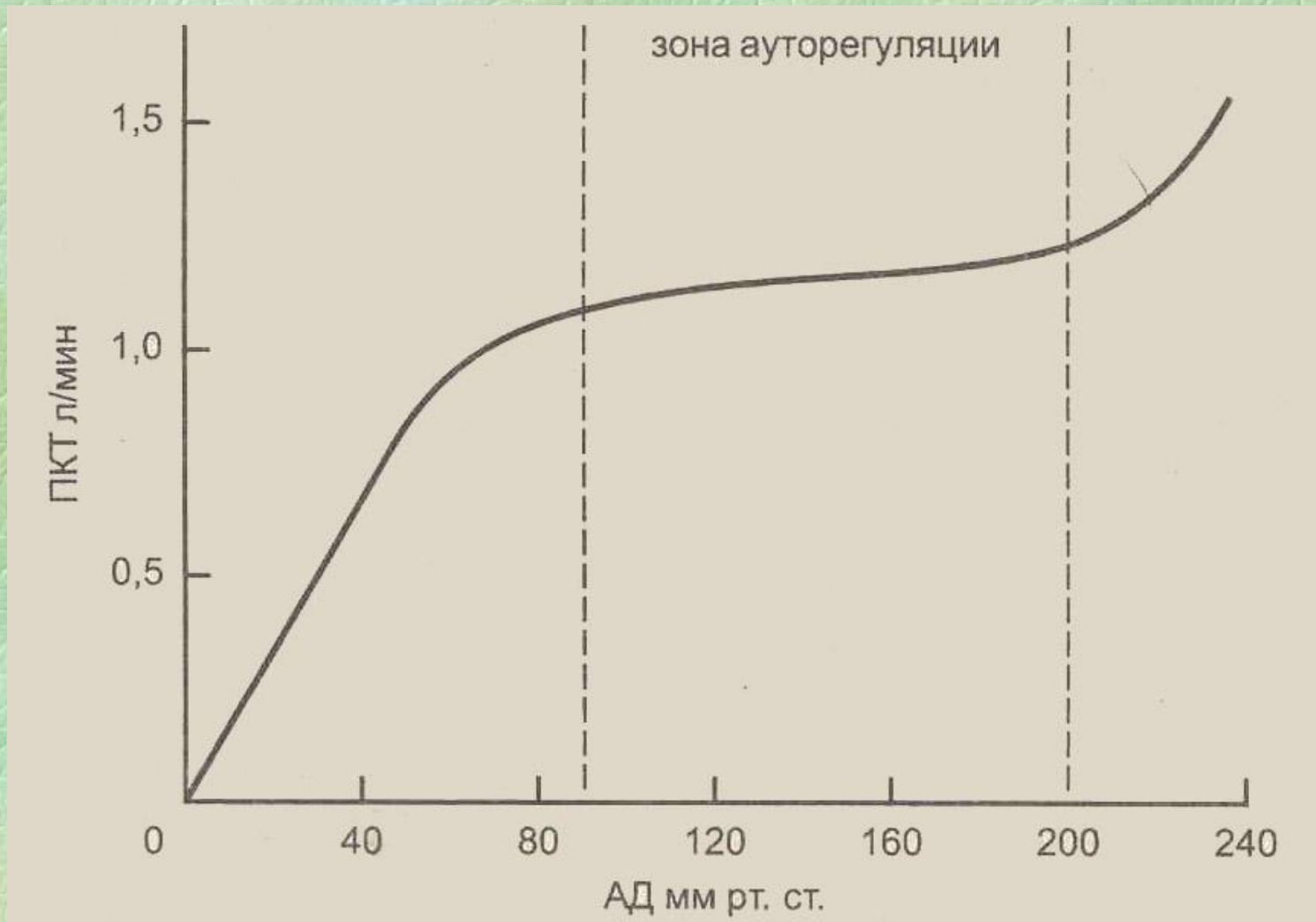




# Распределение почечного кровотока (ПКТ)

	Процент веса почки	Процент кровотока	Объем крови, мл/г ткани	Скорость кровотока, мл/г·мин
Корковое вещество	70	92	0,2	5,3
Наружная зона мозгового вещества	20	7	0,2	1,4
Сосочек	10	1	0,2	0,4

# Ауторегуляция ПКТ





# Саморегуляция ПКТ



миогенный  
механизм

клубочково-  
канальцевая  
обратная  
связь

↑ артериальное давление в почке

↑ клубочково-капиллярного гидростатического давления

↑ скорость клубочковой фильтрации

↑ скорость движения жидкости через проксимальный каналец и петлю Генле

↑ скорость движения жидкости в зоне macula densa

↑ концентрация Na и Cl в зоне macula densa

↑ реабсорбция Na и Cl в зоне macula densa

↑ продукция вазоконстриктора в ЮГА и его действие на гладкую мускулатуру афферентных артериол

↑ сужение афферентной артериолы

↑ ПКТ

аденозин

ИН

(-)

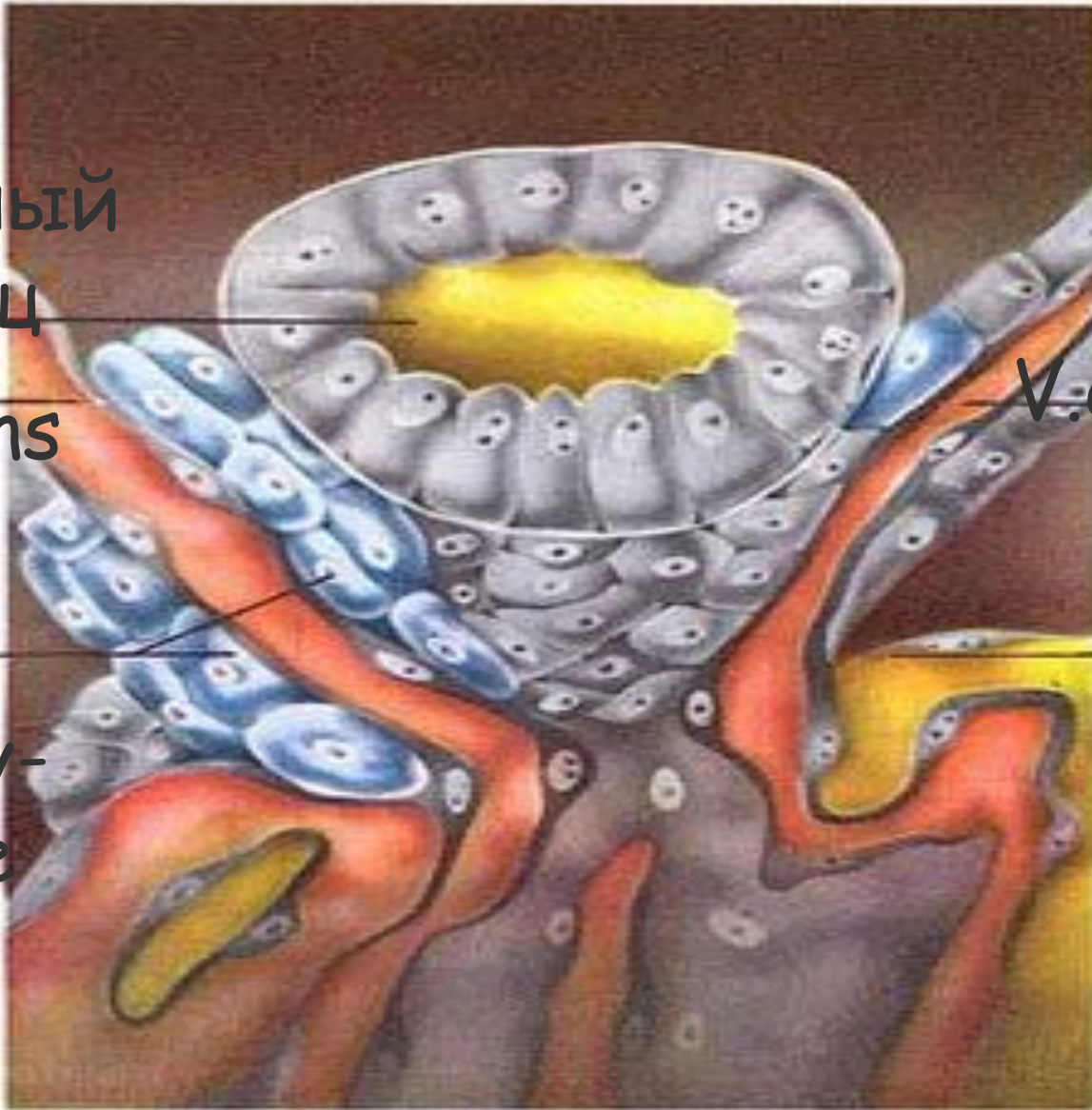
(-)

# Строение юкстагломерулярного аппарата почек

дистальный  
каналец

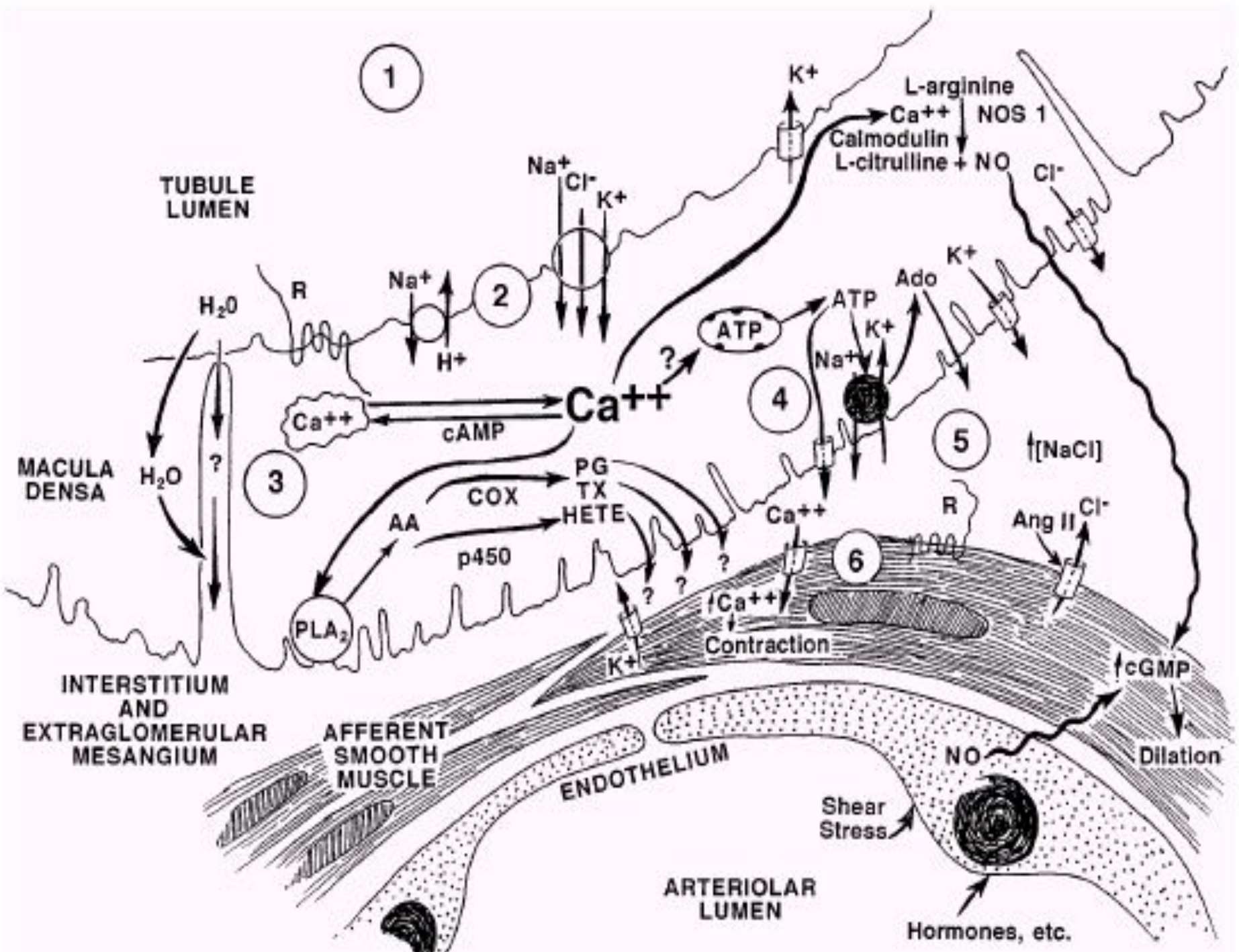
V.afferens

юкста-  
гломеру-  
лярные  
клетки



V.efferens

Боуме-  
нова  
капсула



1

TUBULE LUMEN

MACULA Densa

INTERSTITIUM AND EXTRAGLOMERULAR MESANGIUM

Afferent SMOOTH MUSCLE

ENDOTHELIUM

ARTERIOLAR LUMEN

Shear Stress

Hormones, etc.

L-arginine

Ca<sup>++</sup>

NOS 1

Calmodulin

L-citrulline

NO

ATP

Ado

Na<sup>+</sup>

K<sup>+</sup>

Ca<sup>++</sup>

cAMP

Ca<sup>++</sup>

PG TX

COX

PLA<sub>2</sub>

AA

p450

HETE

Ca<sup>++</sup>

Contraction

[NaCl]

Ang II

Cl<sup>-</sup>

cGMP

Dilation

3

4

5

6

2

R

H<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>O

Na<sup>+</sup>

Cl<sup>-</sup>

K<sup>+</sup>

Na<sup>+</sup>

H<sup>+</sup>

K<sup>+</sup>

Cl<sup>-</sup>

K<sup>+</sup>

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

?

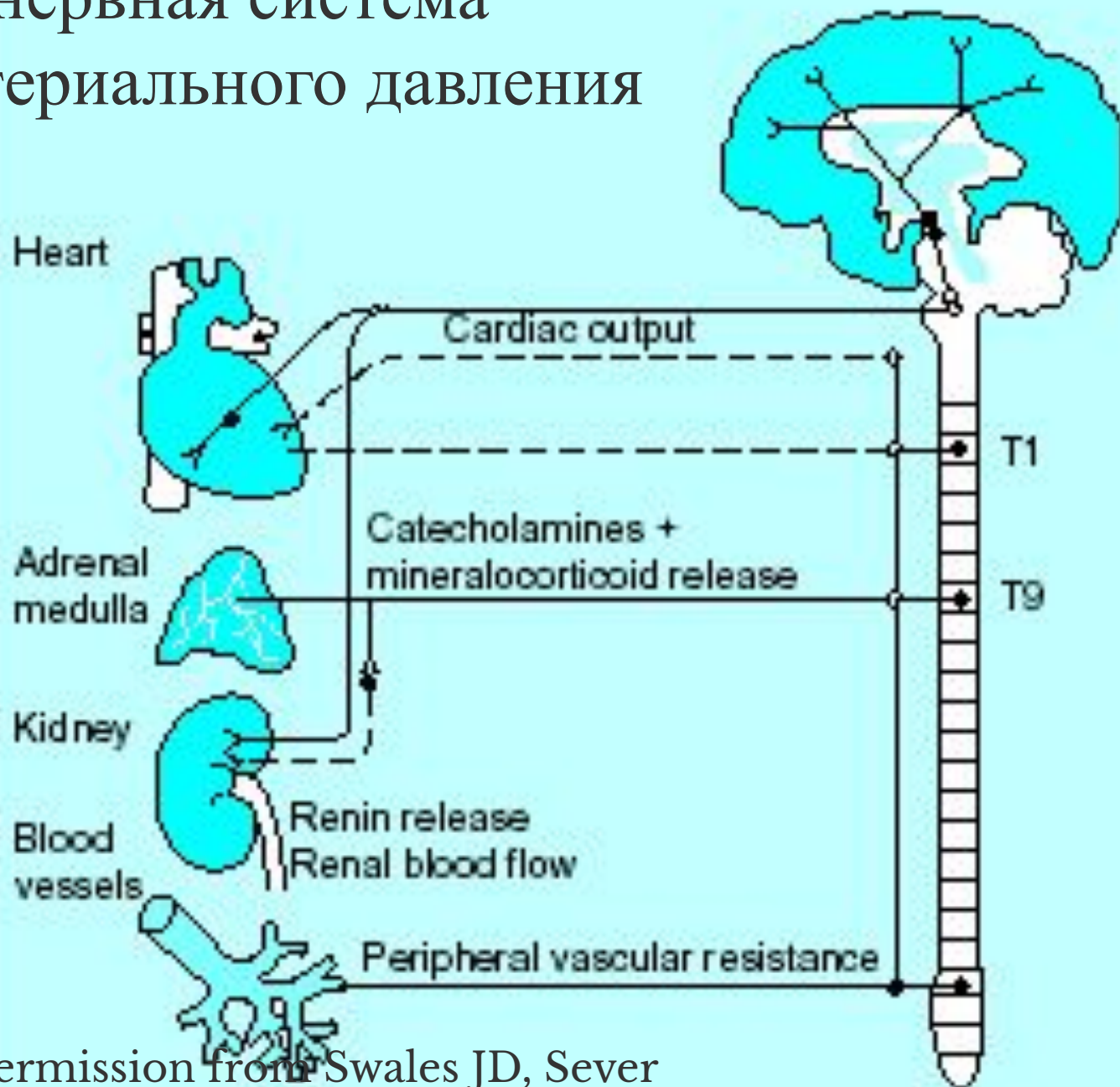
?

?

?

# Автономная нервная система

## Контроль артериального давления



Reproduced with permission from Swales JD, Sever PS, Plart WS.

кровотечение

↓ артериальное кровяное давление

рефлексы каротидного  
синуса и дуги аорты

↑ активность симпатических нервов почки

↑ спазм афферентных и  
эфферентных артериол

↓ ПКТ и ↓ СКФ

↓ экскреция Na и H<sub>2</sub>O

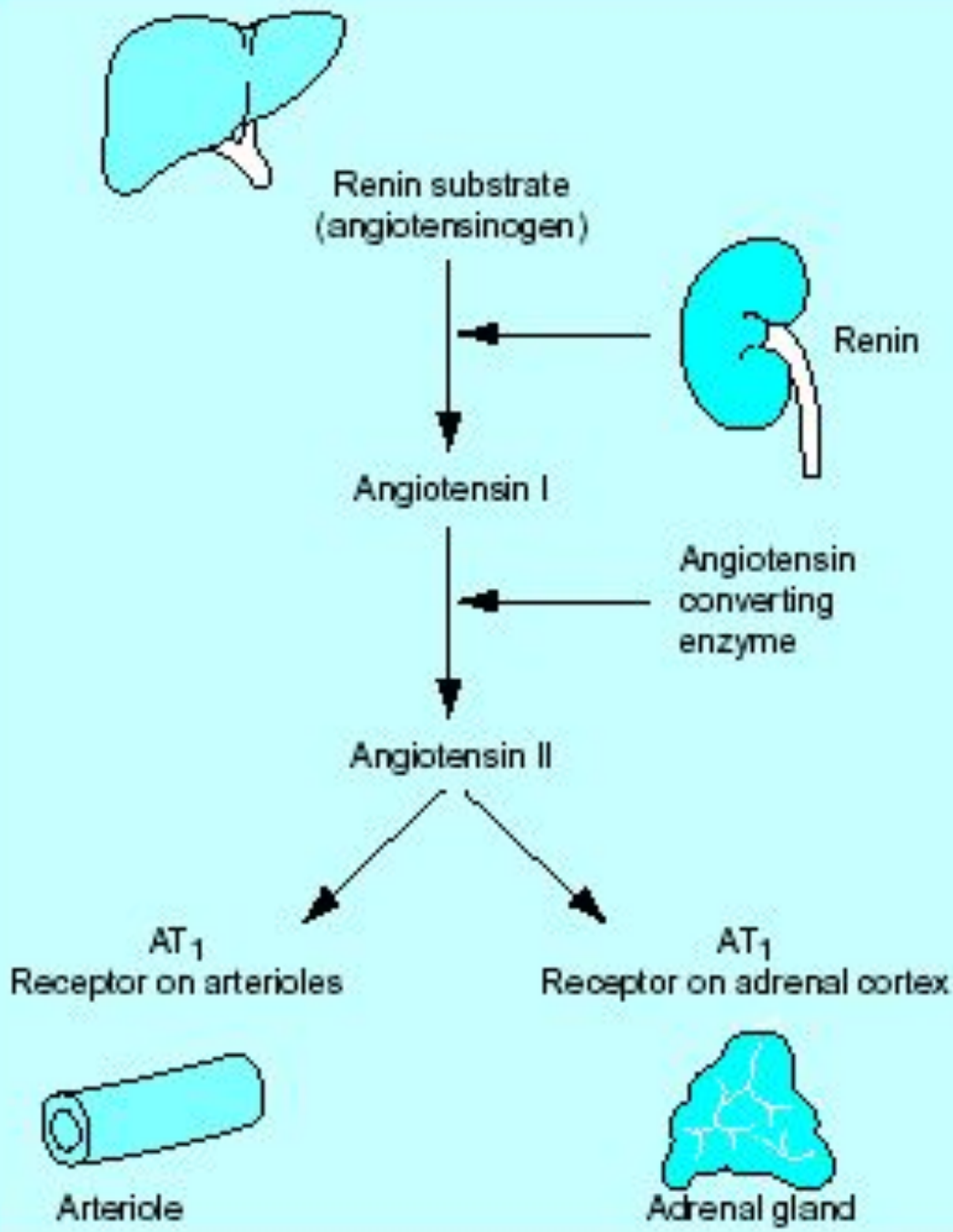
барорецепторы в  
венах и  
полостях сердца

```
graph TD; A[барорецепторы в венах и полостях сердца] --> B[↑ активность симпатических нервов почки]; C[хеморецепторы (гипоксия; ↓ рН плазмы)] --> B; D[высшие мозговые центры (интенсивная физическая нагрузка; эмоциональный стресс)] --> B;
```

хеморецепторы  
(гипоксия; ↓ рН  
плазмы)

↑ активность симпатических нервов почки

высшие мозговые центры  
(интенсивная физическая нагрузка;  
эмоциональный стресс)



Ренин-ангио-  
тензиновая  
система и ее  
влияние  
на артериальное  
давление и  
секрецию  
альдостерона



р  
н  
ы

е  
т  
к  
и

внутрипочечные  
барорецепторы

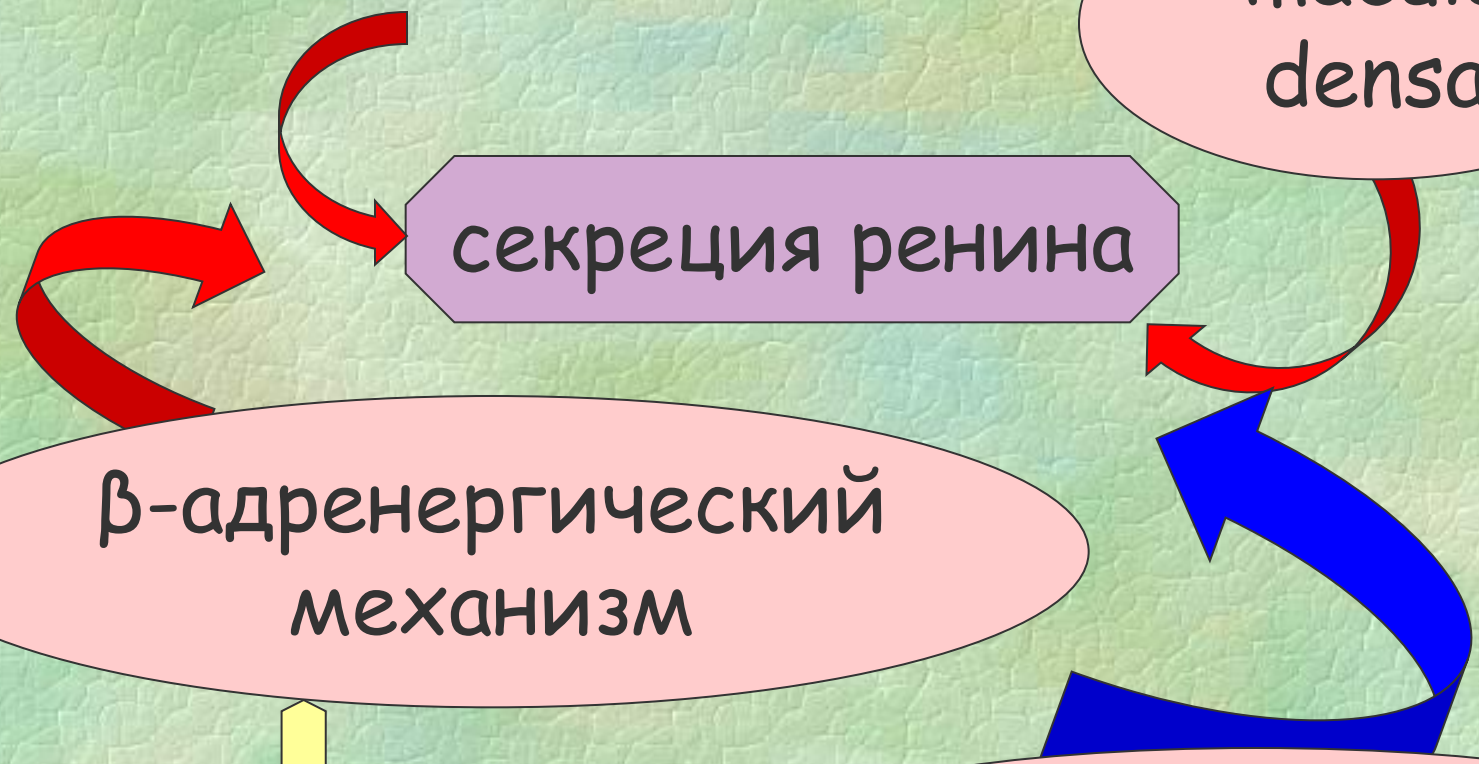
macula  
densa

секреция ренина

$\beta$ -адренергический  
механизм

АНГИОТЕНЗИН  
II

симпатические  
нервы

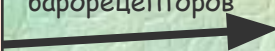


кровотечение



↓ артериальное давление

рефлексы  
внепочечных  
барорецепторов



↑ активность симпатических нервов почки

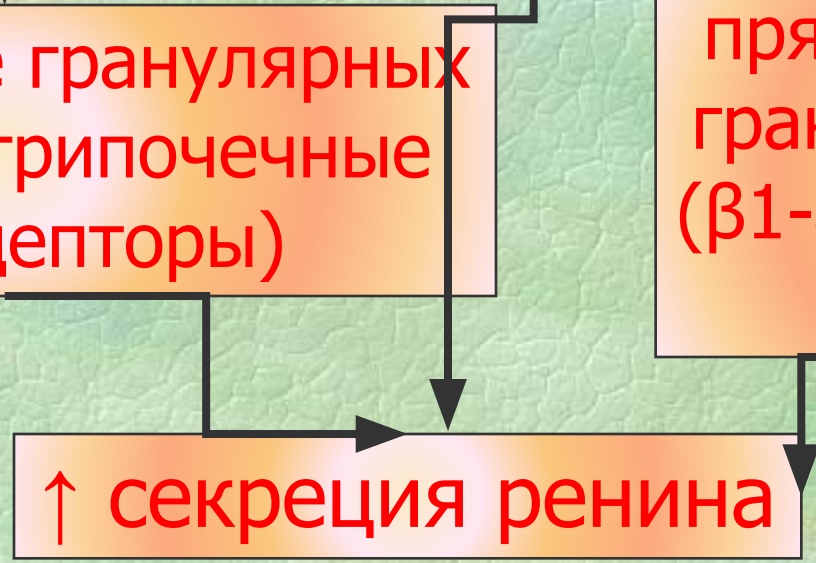
↑ скорость движения жидкости в зоне macula densa



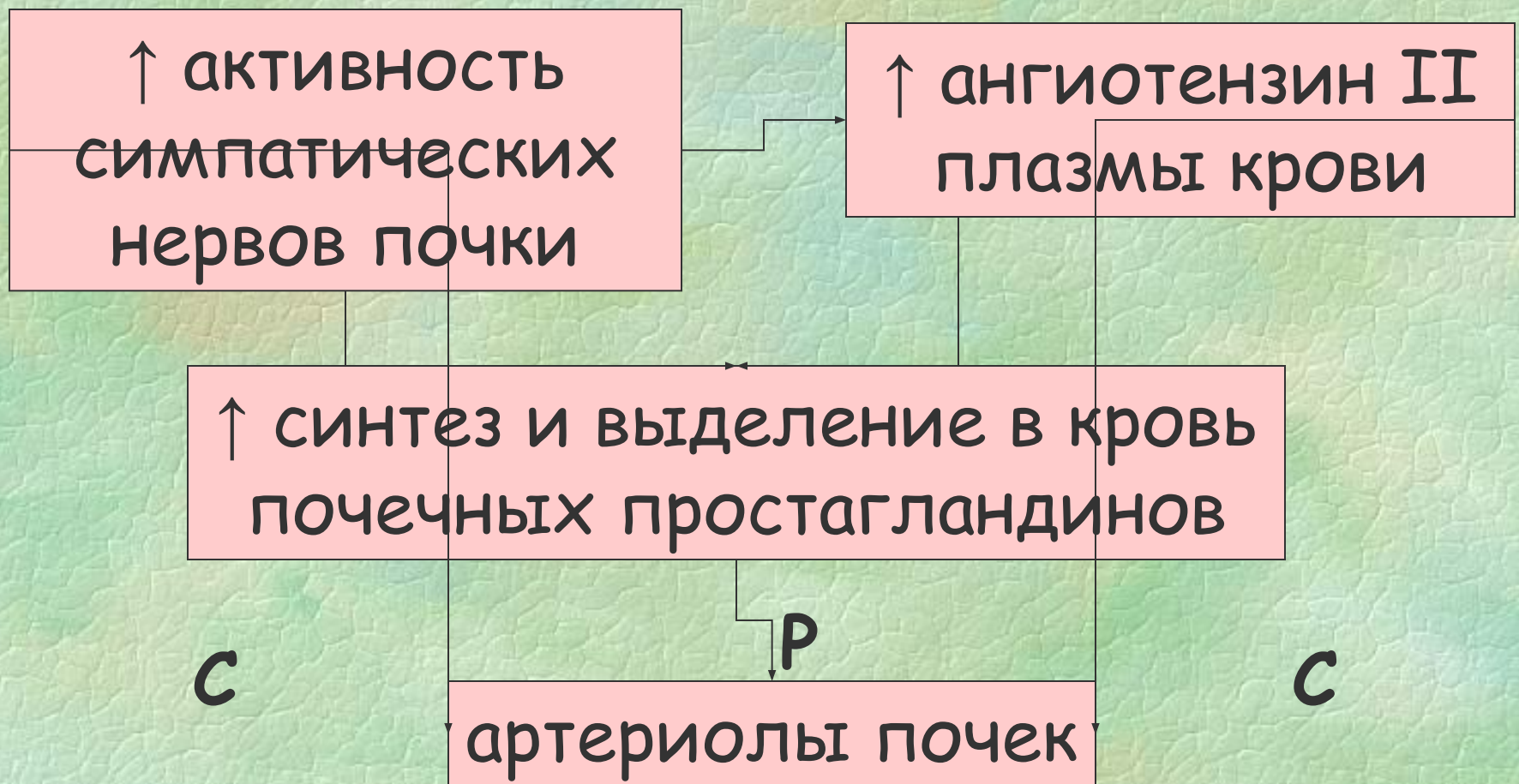
↓ растяжение гранулярных клеток (внутрипочечные барорецепторы)

прямая стимуляция гранулярных клеток (β1-адренергические рецепторы)

↑ секреция ренина



# Простагландины ( $PGE_2$ и $PGI_1$ ) как вазодилататоры



## Вазоконстрикторы

- норадреналин и адреналин (НТ, Г)
- ангиотензин II (Г, ПА)
- АДГ (Г) (только при высокой концентрации)
- аденозин (ПА)
- тромбоксан  $A_2$  (ПА) (при патологии)
- лейкотриены (ПА) (при патологии)
- эндотелин (ПА) (при патологии)

НТ - нейротрансмиттер; Г - гормон; ПА - паракринный агент

## Вазодилататоры

- $\text{PGE}_2$  и  $\text{PGI}_1$  (простациклин) (ПА)
- Предсердный натрийуретический фактор (Г) (дилатация афферентной артериолы, но сужение эфферентной)
- NO (ПА)
- Допамин (НТ) (в экскреции натрия)
- Брадикин (ПА)

НТ - нейротрансмиттер; Г - гормон; ПА - паракринный агент

# Резюме

- *2 «чудесные сети» капилляров*
- *интенсивность и неравномерность распределения кровотока*
  - *в мозговом веществе - vasa recta*
- *система регуляции*
  - *саморегуляция*
  - *симпатическая иннервация*
  - *система ренин-ангиотензин*
  - *другие химические мессенджеры*

# Библиография

- § Вандер А. Физиология почек
- § Navar L. G. Integrating multiple paracrine regulators of renal microvascular dynamics
- § Schnermann, J., and J. Briggs. The juxtaglomerular apparatus.
- § Robert M. Carey, Zhi-Qin Wang, Helmy M. Siragy. Role of the Angiotensin Type 2 Receptor in the Regulation of Blood Pressure and Renal Function
- § Tahir Hussain, Mustafa F. Lokhandwala Renal Dopamine Receptor Function in Hypertension
- § Stein JH Regulation of the renal circulation