

# Тема: Регуляция кровообращения

**Цель: Сформировать у студентов представление о механизмах регуляции сердечной деятельности**



## План:

1. Уровни и механизмы регуляции сердечной деятельности.
2. Влияние блуждающего и симпатического нервов на работу сердца.
3. Центробежные нервы сердца по Павлову.
4. Рефлекторная регуляция сердечной деятельности.
5. Гуморальная регуляция сердечной деятельности.
6. Единство нервно-гуморальной регуляции сердечной деятельности.

# Уровни регуляции сердечной деятельности.



1. Внутриклеточные и межклеточные взаимодействия
2. Внутрисердечные: гетерометрический, гомеометрический, гидродинамический механизмы и внутрисердечные периферические рефлекссы
3. Внесердечные механизмы регуляции: нервная, рефлекторная и гуморальная

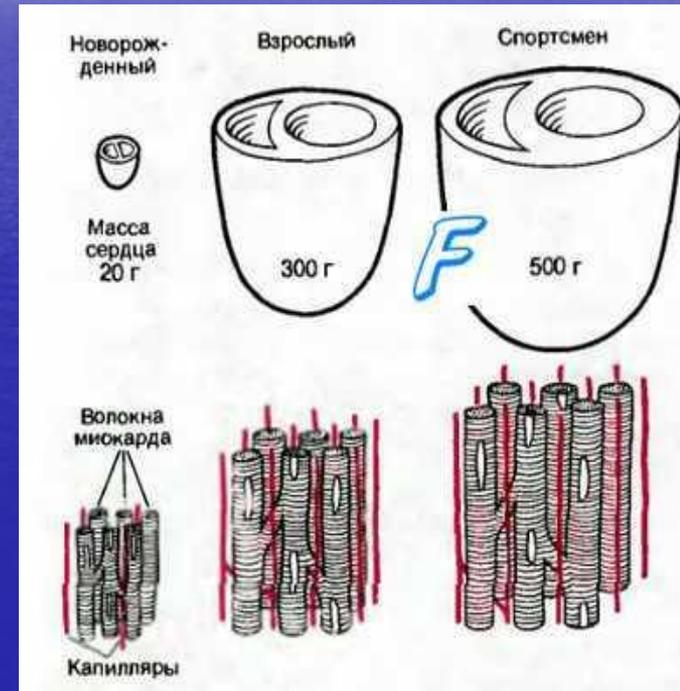
# Внутриклеточные и межклеточные механизмы регуляции осуществляются за счет:



- изменения синтеза белков;
- изменения мембранной проницаемости;
- за счет нексусов (вставочных дисков):

## Функции нексусов

- транспортная;
- опорная;
- проведение возбуждения;
- осуществление креаторных связей

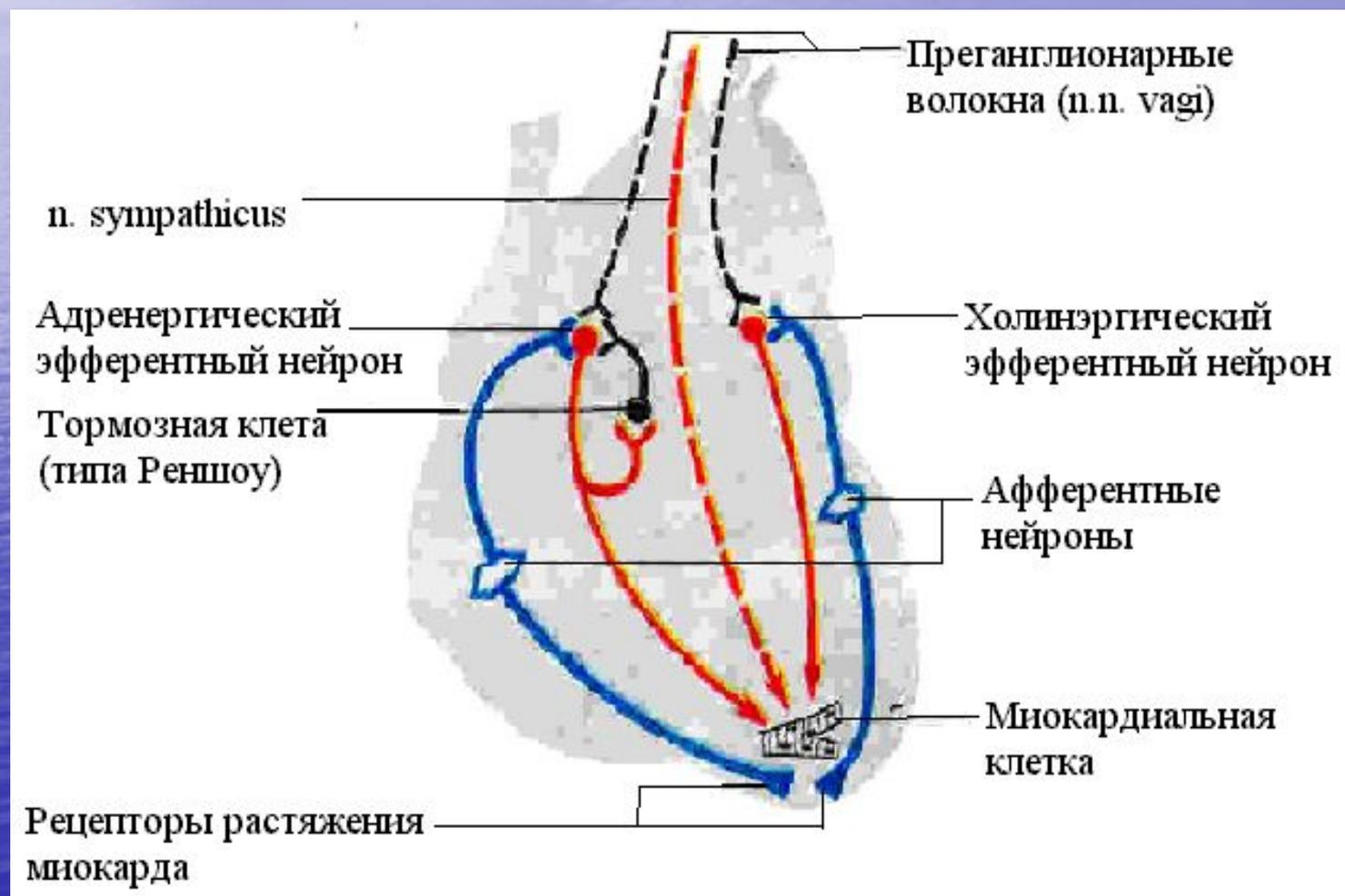


# **Внутрисердечные механизмы регуляции:**



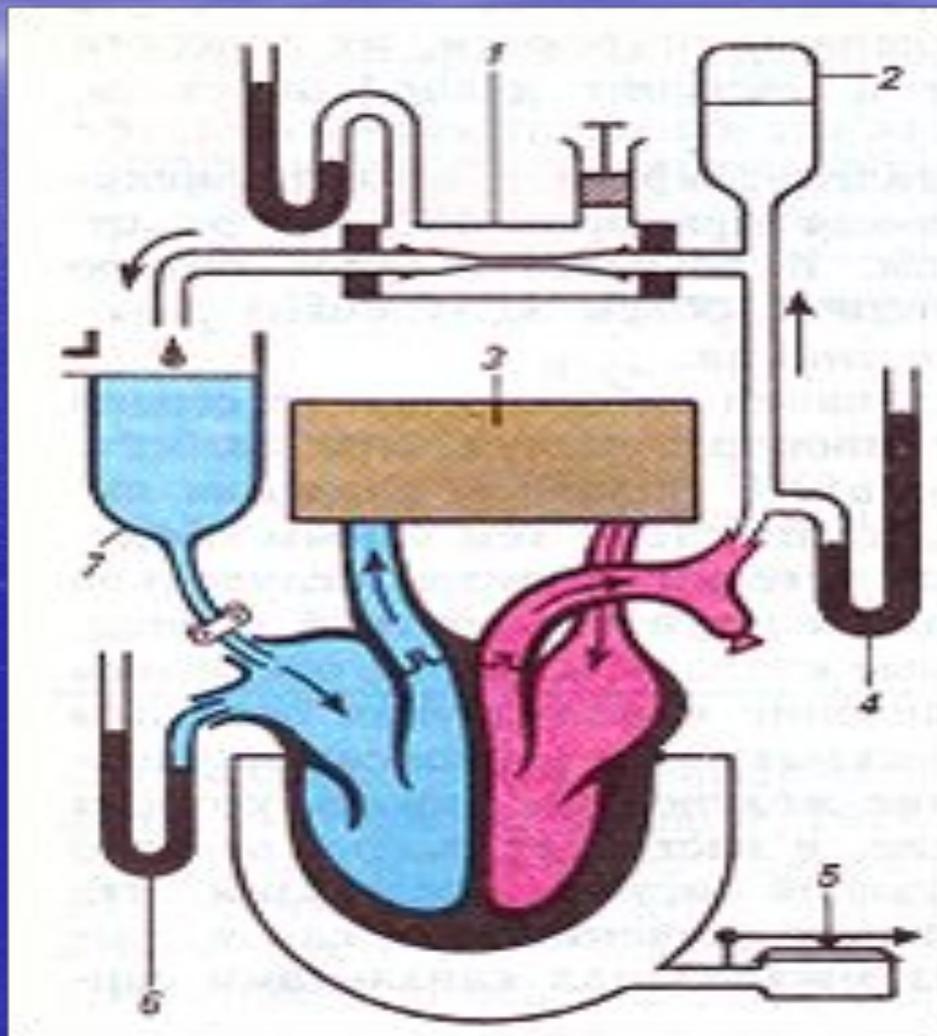
- 1. Периферические рефлексы.**
- 2. Гетерометрические механизмы.**
- 3. Гомеометрические механизмы.**
- 4. Гидродинамическая ауторегуляция.**

# Внутрисердечные периферические рефлексы, дуга которых замыкается не в ЦНС, а в интрамуральных ганглиях миокарда.



# Гетерометрический механизм регуляции сердечной деятельности:

Сила сокращения сердца зависит от исходной длины мышечного волокна во время диастолы (закон Франка - Старлинга).



# Гомеометрический механизм регуляции:



Сила сердечного сокращения может изменяться без изменения длины мышечного волокна (эффект Анрепа).

# Гидродинамическая саморегуляция

(Шидловский А.П.):

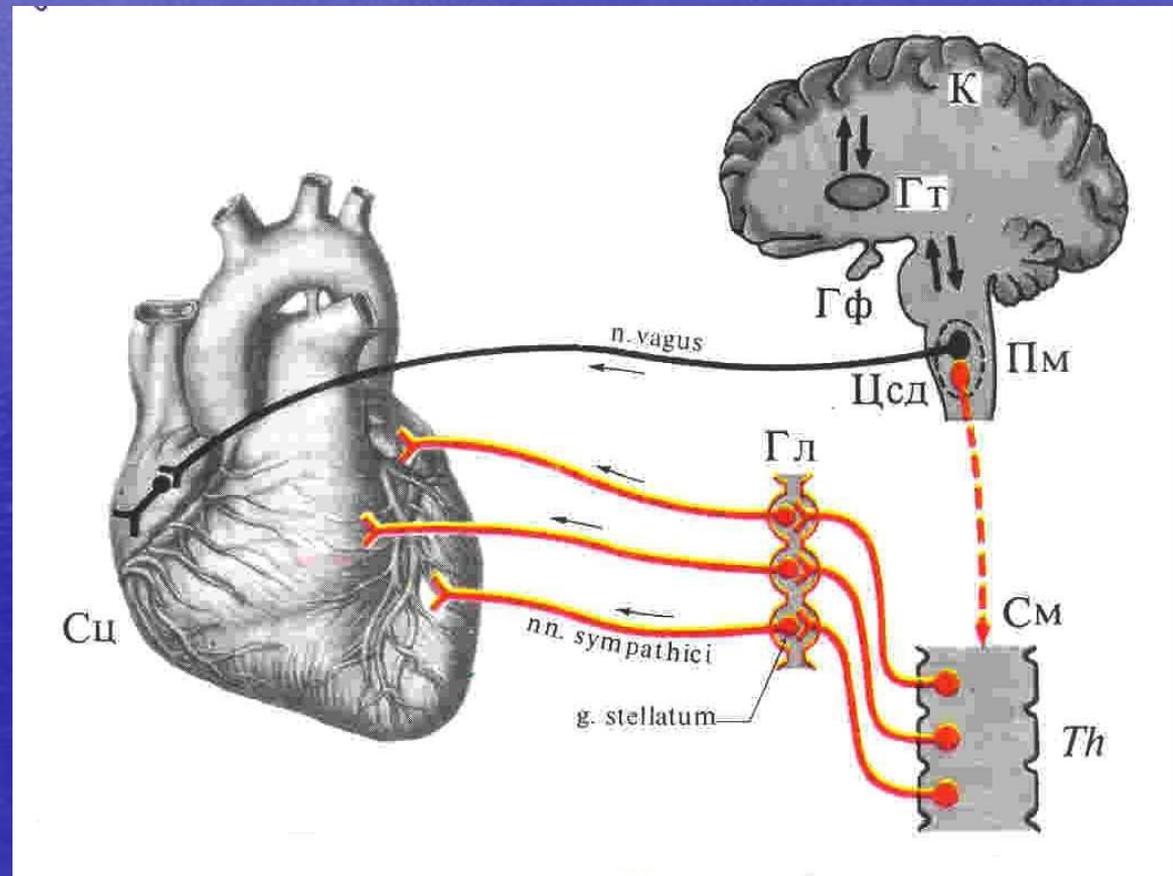
согласованная деятельность правого  
и левого сердца.

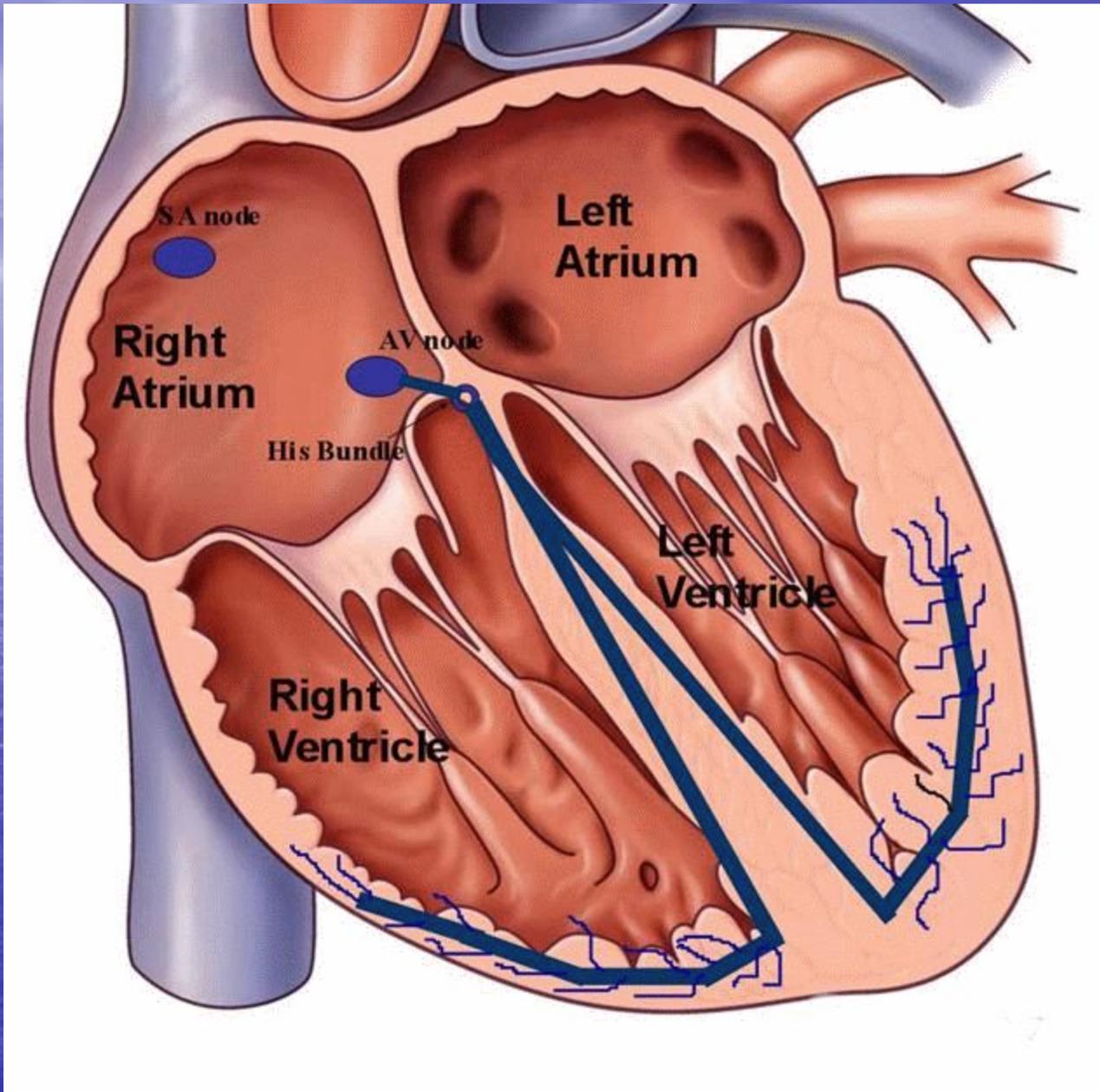


# Внесердечные механизмы регуляции.

## 1. Нервная регуляция сердечной деятельности

осуществляются симпатической и парасимпатической нервной системой.





Влияние блуждающего нерва на сердце изучено братьями Вебер в 1845 году, ими установлено 5 эффектов:

- отрицательный инотропный;
- отрицательный хронотропный;
- отрицательный дромотропный;
- отрицательный батмотропный;
- отрицательный тонотропный.

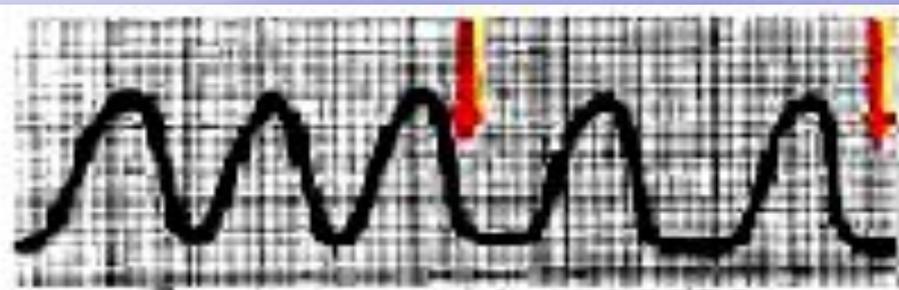


При длительном раздражении блуждающего нерва наблюдается эффект ускользания сердца из под влияния блуждающего нерва.

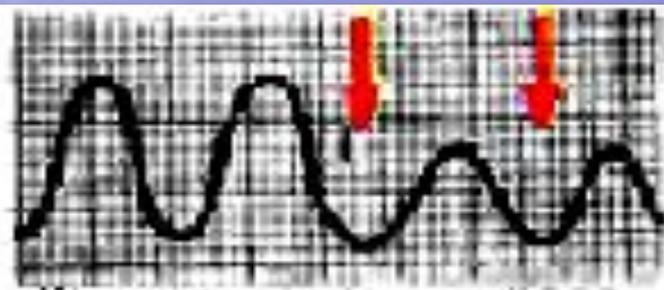
**Влияние симпатических нервов было изучено Ционом в 1867 году, обнаружены те же эффекты, но противоположенные по знаку.**

- положительный инотропный;**
- положительный хронотропный;**
- положительный дромотропный;**
- положительный батмотропный;**
- положительный тонотропный.**

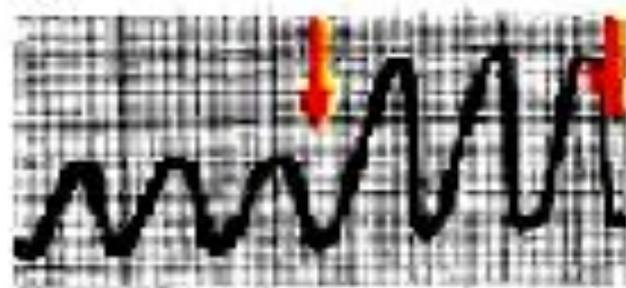
В 1887 году И.П.Павлов отпрепарировал отдельные веточки блуждающего и симпатического нервов, раздражал их, обнаружил монотипные эффекты.



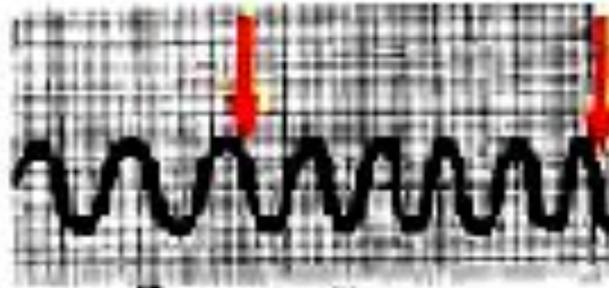
Раздражение правого блуждающего нерва



Раздражение левого блуждающего нерва



Раздражение усиливающего нерва



Раздражение ускоряющего нерва

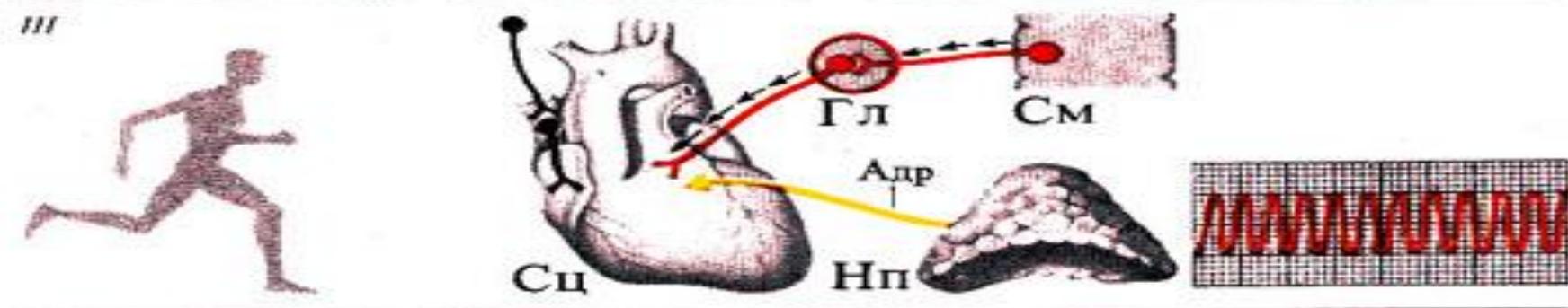
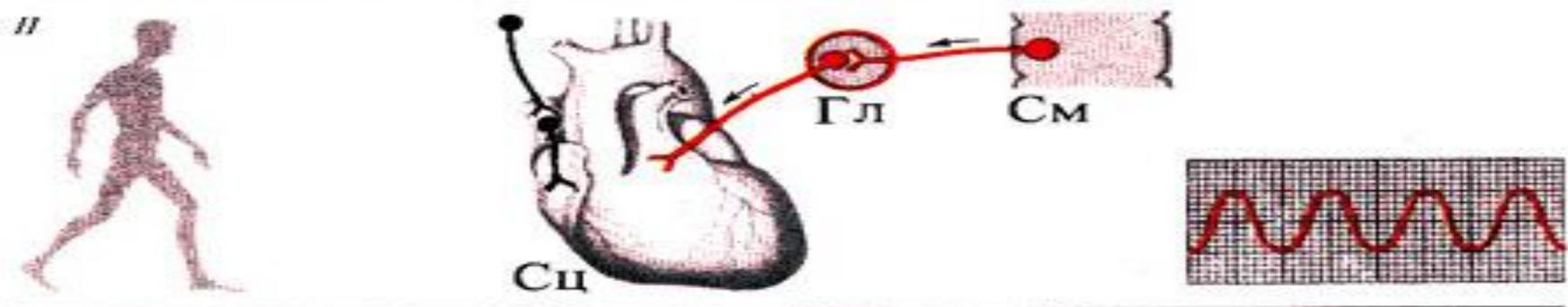
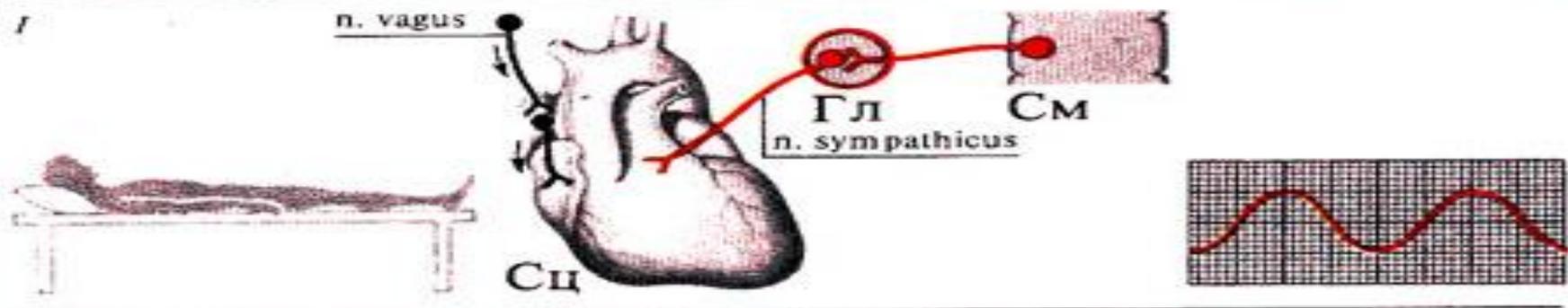
# Рефлекторная регуляция сердечной деятельности

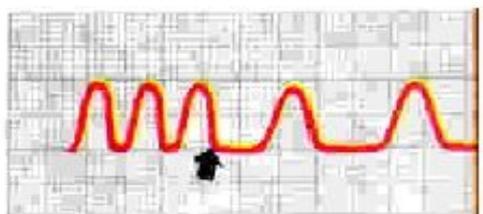
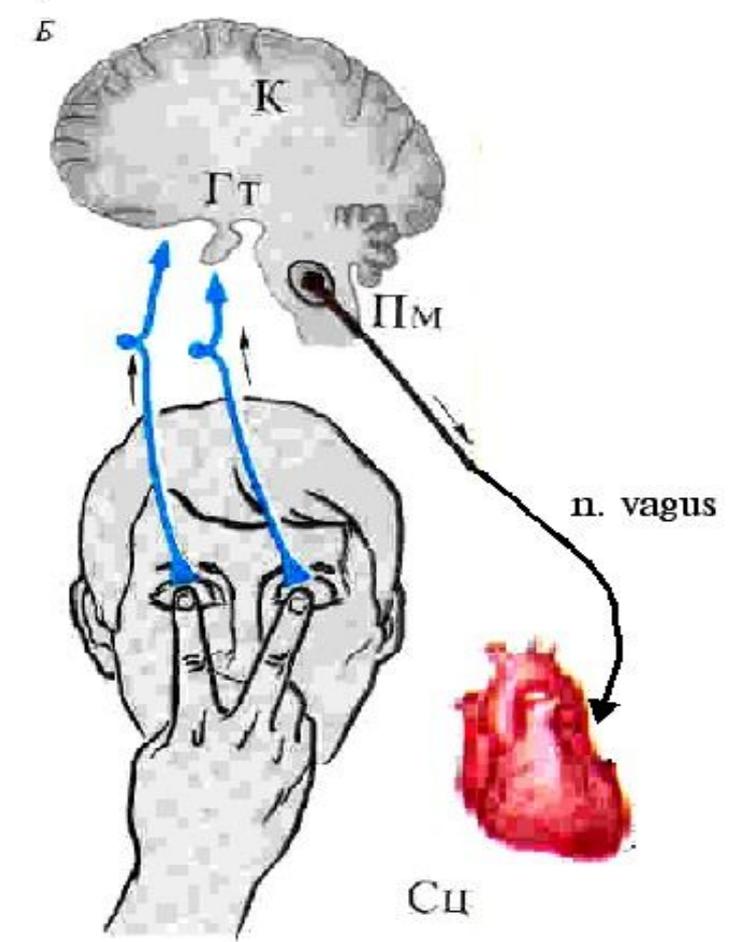
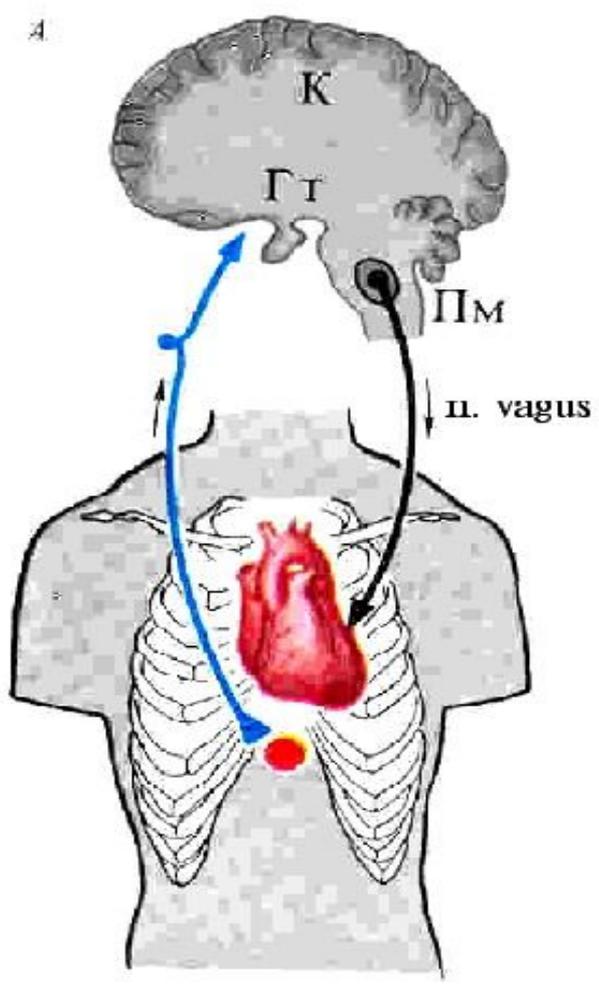


Осуществляется за счет изменения тонуса центров блуждающего и симпатического нервов . Тонус центров поддерживается за счет импульсов с

1. экстрорецепторов,
2. проприорецепторов,
3. интерорецепторов,
4. рефлексогенных зон (аортальная, синокаротидная, легочная, зона Бейинбриджа).

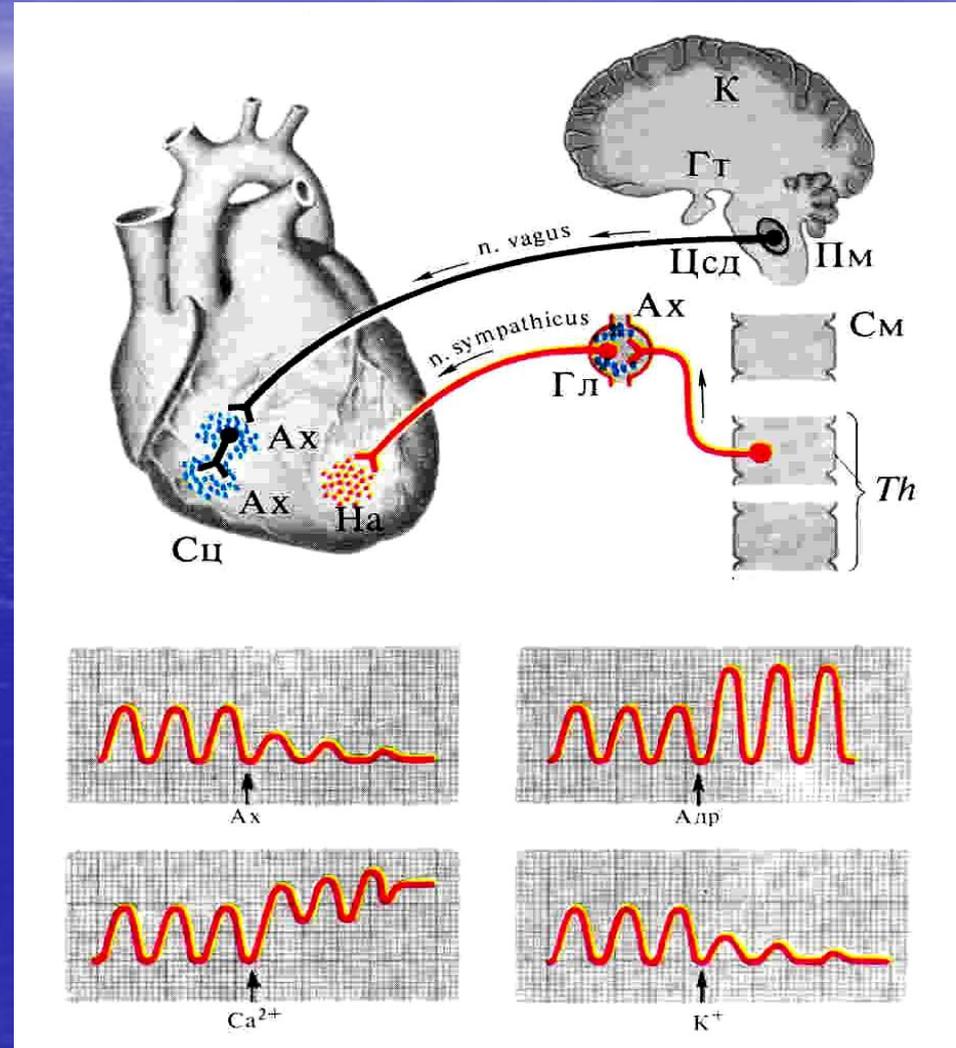
# Работа сердца



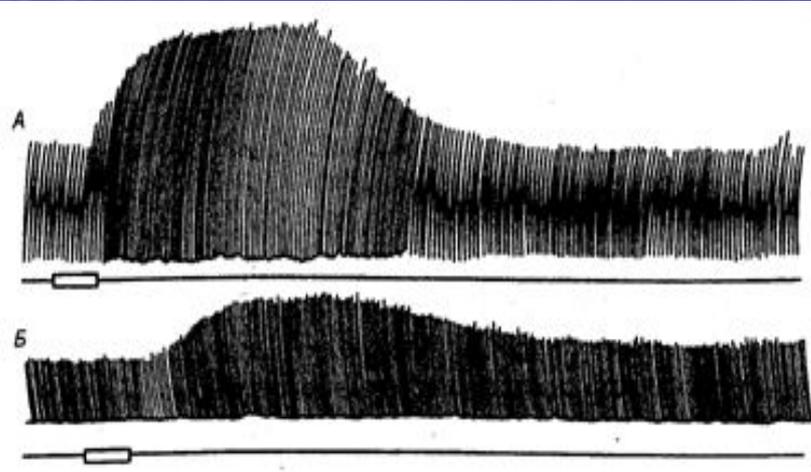
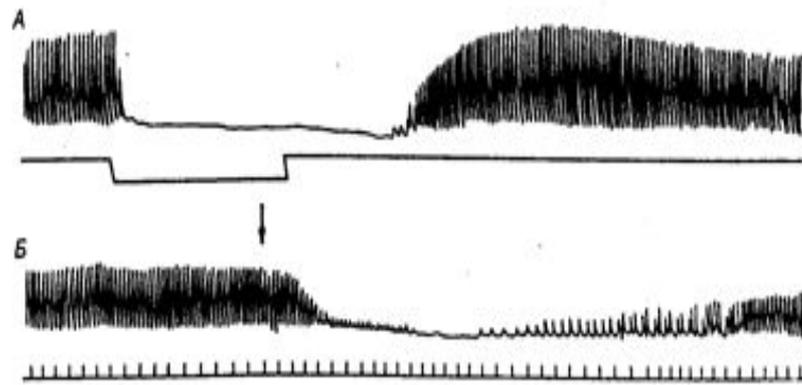
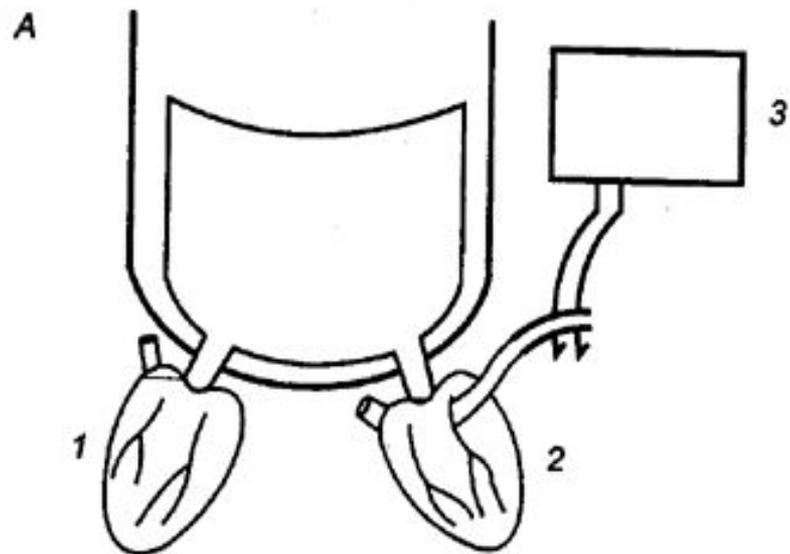


# 3. Гуморальная регуляция сердечной деятельности

- осуществляется за счет веществ, циркулирующих в крови (медиаторов, ионов, гормонов, БАВ).



# Единство нервно-гуморальной регуляции доказал О.Леви в 1921 году.



**Химические вещества,  
циркулирующие в крови,  
оказывают влияние на  
тонус центра блуждающего  
нерва, что доказано  
в опыте Гейманса.**

**Таким образом, сердце  
представляет собой  
саморегулирующуюся систему.  
Механизм саморегуляции и  
осуществляется на клеточном,  
органном и на уровне целостного  
организма.**

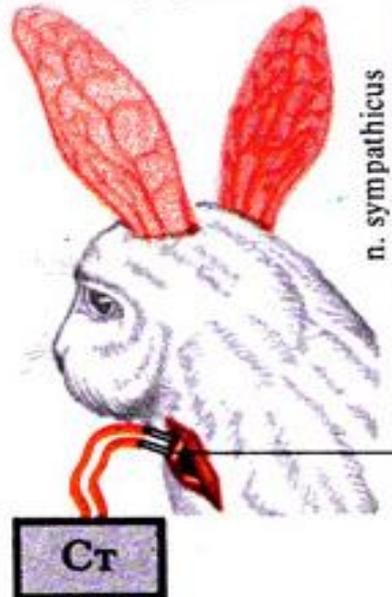
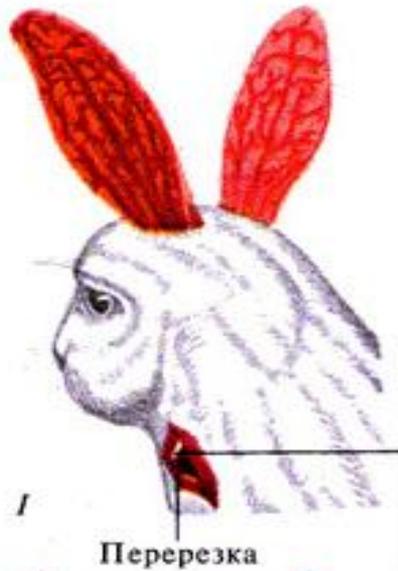
# **Тонус сосудов и его регуляция**

**Тонус – это напряжение гладкой мускулатуры стенки сосудов. Просвет сосуда зависит от его тонуса. При повышении тонуса сосуды суживаются и давление в них повышается.**

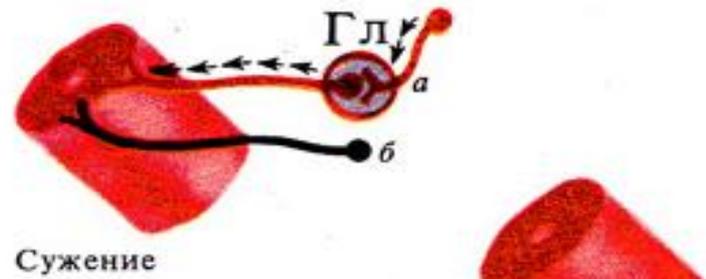
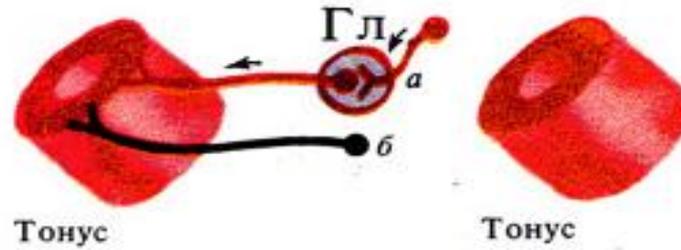
**Тонус сосудов регулируется нервно-рефлекторным и гуморальным путем.**

# Нервная регуляция

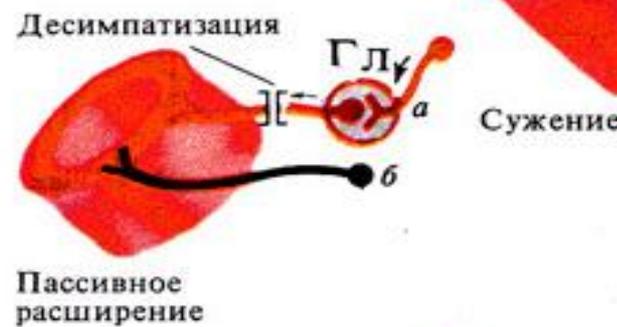
1. Симпатическая (вазоконстрикторы).
2. Парасимпатическая  
(вазодилататоры: *lingualis*, *pelvicus*,  
*chorda tympani*).
3. Сосудодвигательный центр.



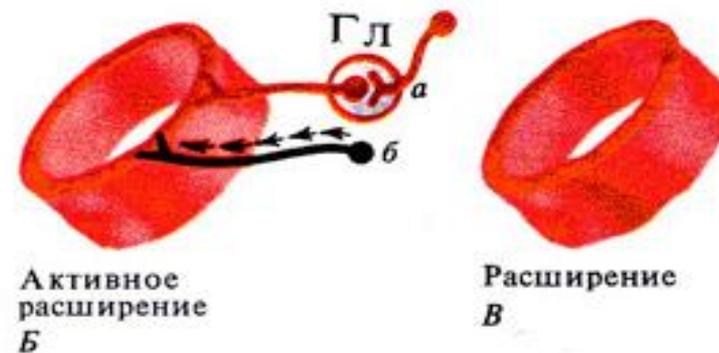
II  
A



Норадреналин  
Ангиотензин  
Вазопрессин  
и др.



Сужение



СО<sub>2</sub>  
Молочная  
кислота  
Гистамин  
Брадикинин  
и др.

В

# Рефлекторная регуляция

1. Собственные рефлексy.
2. Сопряженные рефлексy.

**Собственные рефлексy** – это рефлексy с сосудистых рефлексогенных зон:

1. Аортальная.
2. Синокаротидная.
3. Сердечная (зона Бейнбриджа).
4. Легочная (зона Парина).

**Сопряженные рефлексy** – это рефлексy с внесосудистых рецепторов.

# Гуморальная регуляция

## Вазоконстрикторы:

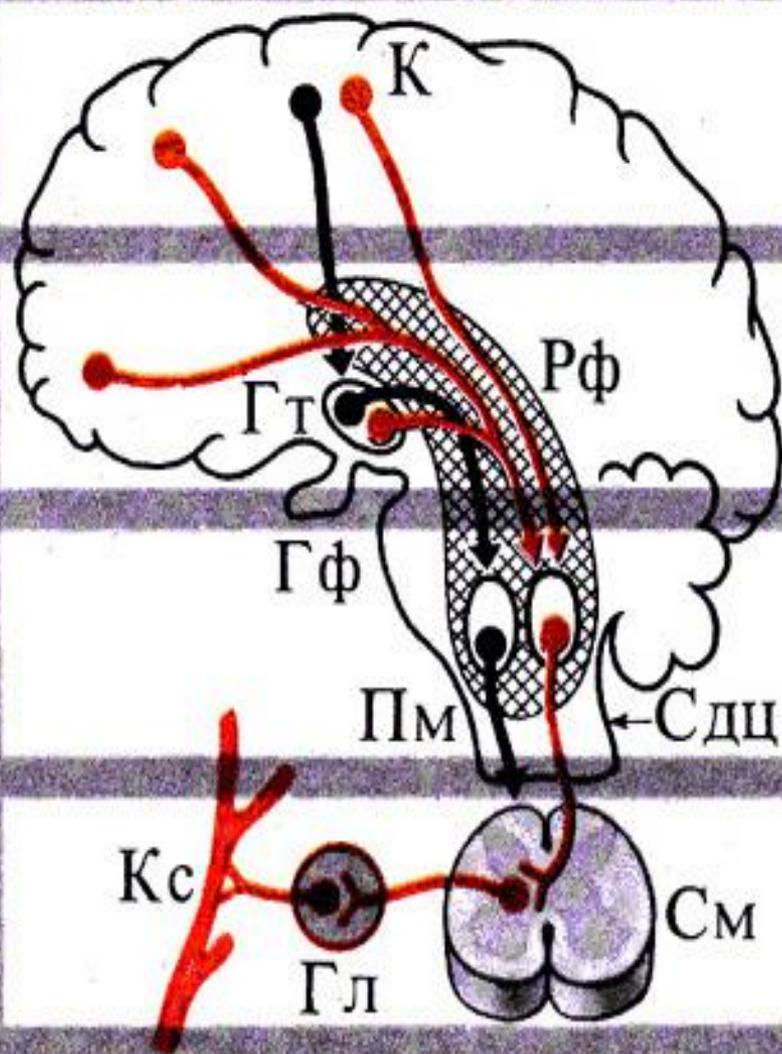
1. Адреналин, норадреналин.
2. Вазопрессин.
3. Серотонин.
4. Ренин-ангиотензиновая система.

## Вазодилататоры:

1. Гистамин.
2. Ацетилхолин.
3. Медуллин (почки).
4. Простагландины.
5. Брадикинины.
6. Продукты обмена ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}^+$ , АТФ, АДФ, АМФ, молочная кислота,  $\text{K}^+$ ).



# Сосудодвигательный центр



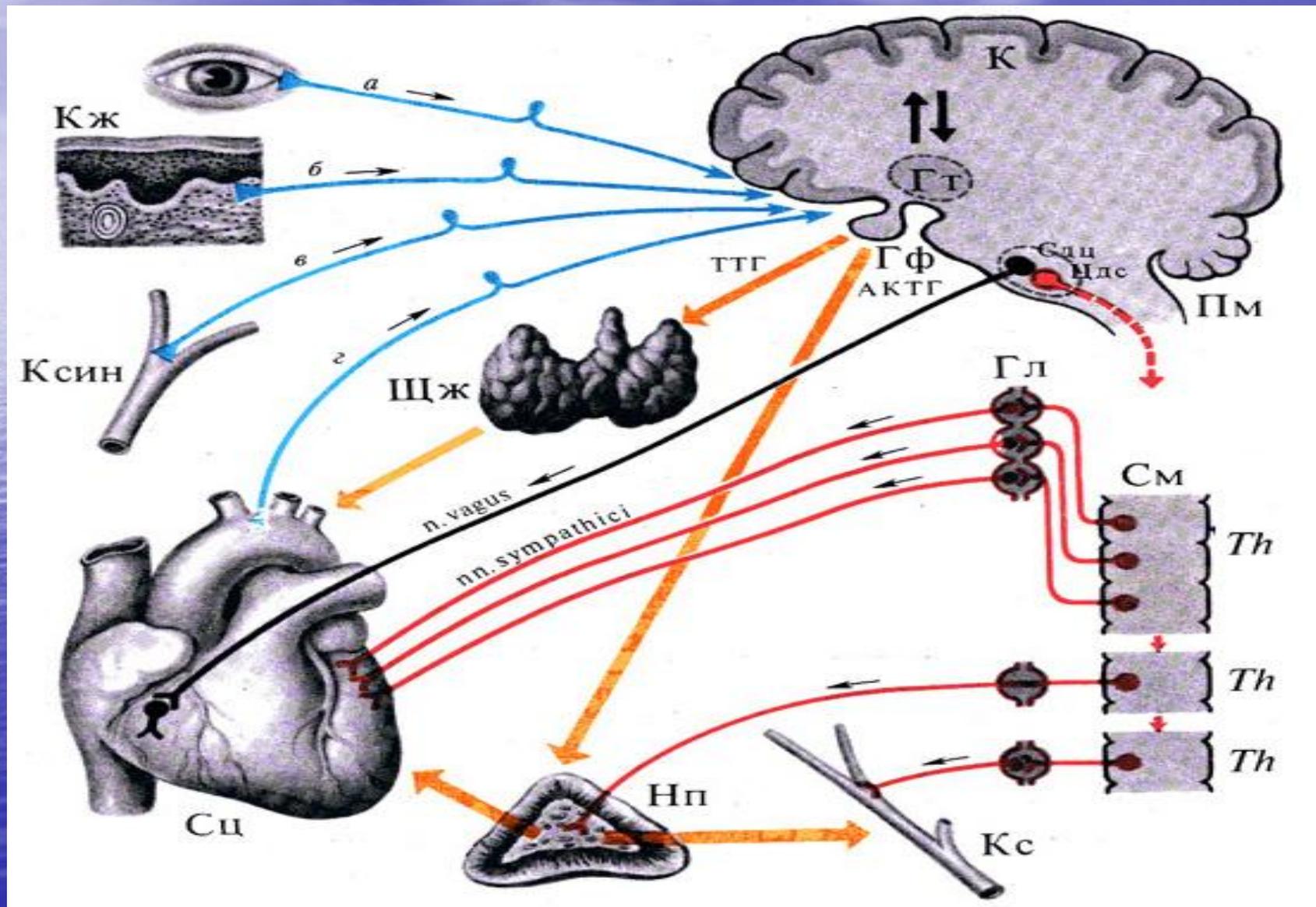
Корковое представительство  
сосудодвигательного центра

Центры гипоталамуса  
Передний гипоталамус (депрессорные зоны)    Задний гипоталамус (прессорные зоны)

Бульбарные центры  
(сосудорасширяющий)    (сосудосуживающий)

Центры спинного мозга (боковые рога)

# Регуляция кровообращения



# Микроциркуляция

Основные регуляторные компоненты микроциркуляции.

1. Эндотелийзависимый
2. Эндотелийнезависимый (миогенный)
3. Нейрогенный

Согласно современным представлениям, **эндотелий** представляет собой активный, самый большой в организме по площади **эндокринный орган**

**Эндотелий** выполняет, в том числе и в микрососудах, три основные функции

1. Высвобождает вазоактивные агенты, которые влияют на тонус гладкой мускулатуры сосудов.

**Вазодилататоры** - оксид азота (NO), простаглицлин PGI<sub>2</sub>, эндотелийзависимый фактор гиперполяризации EDHF, брадикинин.

**Вазоконстрикторы** - эндотелин-1, простаглицлины PGG<sub>2</sub>, ангиотензин 2, тромбоксан A<sub>2</sub>.

2. Участвует в регуляции роста гладкомышечных клеток, путем синтеза эпидермального фактора роста и гепаринподобных факторов роста.

3. Защищает гладкомышечные клетки от сосудосуживающих (вазоконстрикторных) влияний

## **Эндотелийнезависимый (миогенный) компонент.**

Сосуды обладают базальным (миогенным) тонусом за счет автоматии гладкомышечных клеток (под автоматией понимают способность развивать и поддерживать сократительную активность за счет собственных внутренних биохимических процессов).

Кардинальной особенностью микроциркуляторного русла является минимальный базальный тонус, практически его отсутствие.

Гладкомышечные элементы представлены только в артериолах, в собирательных венулах есть рассеянные гладкие миоциты, а капилляры не имеют их совсем, поэтому только артериолы обладают механизмом активного сокращения - миогенной ауторегуляцией кровотока.

Сокращение артериол в определенной степени защищает капилляры от гемодинамических перегрузок и препятствует нарушению транскапиллярного обмена жидкостью.

## Нейрогенный компонент.

Имеет также ограниченное влияние на микроциркуляцию - **капилляры не**

**иннервируются**, большинство мезартериол также лишено иннервации.

Эфферентная иннервация в **артериолах** представлена

1. симпатическими вазоконстрикторам и, терминали которых выделяют **норадреналин**, действующий **на альфа-1 рецепторы** гладкомышечных клеток
2. симпатическими вазодилататорами, терминали которых выделяют **адреналин**, действующий **на бета-2 рецепторы**.

**Регуляция микроциркуляции имеет существенные отличия от системного кровотока, обусловленные наличием нефункционирующих капилляров и сфинктеров.**

**В покое функционирует не более 25% капилляров, остальные "выключены из микроциркуляции".**

**Капилляры "включаются и выключаются" поочередно в зависимости от состояния распределительных сосудов - мезартериол.**

**Самой удачной моделью, описывающей кровотоки в микроциркуляторном русле, является модель крана.**

**Если кран, т.е. приносящий сосуд расширен и открыт прекапиллярный сфинктер, то во всей перфузируемой (кровообращаемой) данным сосудом области повысится артериальное давление и улучшится кровоснабжение.**

**Сужение (спазм) распределительного сосуда приводит к ухудшению кровенаполнения капиллярной сети и изменению числа функционирующих капилляров и падению в них давления.**

**Прекапиллярный сфинктер не знает промежуточного положения: каждый отдельный сфинктер в определенный момент времени или полностью открыт или закрыт, в течение минуты сфинктер несколько раз открывается-закрывается, причем общее число открытых сфинктеров и суммарный период открытия пропорционален метаболическим потребностям кожи.**

# Система микроциркуляции

представляет собой систему автоматического регулирования, в которой местные регуляторные механизмы преобладают над центральными нейроэндокринными, а гуморальная регуляция преобладает над рефлекторными влияниями.

# Литература

- 1. Агаджанян Н.А. Основы физиологии человека. – М.: изд-во РУДН, 2001. – 409 с
- 2. Атлас по нормальной физиологии / Под ред. Н.А.Агаджаняна. - М.: Высшая школа, 1986.
- 3. Нормальная физиология: Курс физиологии функциональных систем / Под ред. К.В.Судакова. – М.: Медицинское информационное агентство, 1999. – 718 с.
- 4. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии / Под ред. К.В.Судакова, А.В.Котова. – М., 2002.
- 5. Судаков К.В. Курс лекций. М.: Медицина, 2000. – 784 с.
- 6. Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Медицина, 2003. – 656 с.
- 7. Ноздрачев А.Д., Орлов Р.С. Нормальная физиология: учебник + СД-диск. – М., 2006. – 696 с.
- 8. Физиология сердца: Учебное пособие / Под ред. Акад. РАМН Б.И.Ткаченко. – СПб: «Специальная литература», 1998. - 128 с.
- 9. Частная физиология (Метод.указания для студентов) под. ред. Соколова А. Д. Алматы 2007
- **Дополнительная:**
- 1.Гальперин С.И. Физиологические особенности детей. М. 1965г
- 2.Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. М.1985г
- 3.Хрипкова А.Г., Антропова М.В. Возрастная физиология и школьная гигиена,1990г
- 4. Колесинская Р.Д, Соколов А.Д. Возрастные особенности физиологических систем растущего организма. Алматы. 2007

# Контрольные вопросы:

- 1. Уровни регуляции сердечной деятельности
- 2. Влияние блуждающего и симпатического нервов на работу сердца и сосудов.
- 3. Нервно-рефлекторная и гуморальная регуляция сердечной деятельности и тонуса сосудов.