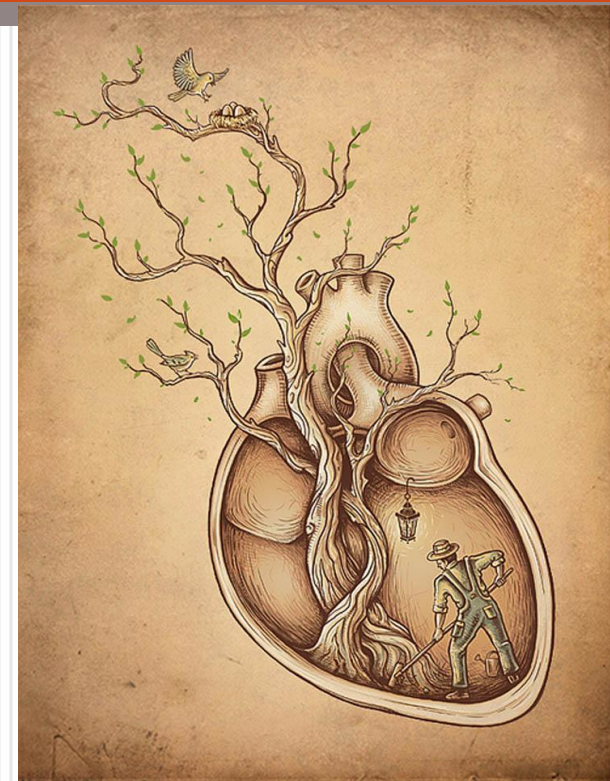


# РЕГУЛЯЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА



# Регуляция деятельности сердца

- Рефлекторная
- Нервная
- Гуморальная



# Рефлекторная регуляция сердца

- Сердце  $\Leftrightarrow$  ЦНС = кардиальные рефлексы.
- Три типа кардиальных рефлексов  
собственные,  
сопряженные,  
неспецифические.



# Рефлекторная регуляция сердца

- **Собственные кардиальные рефлексы** возникают при возбуждении рецепторов, заложенных в сердце и в кровеносных сосудах (механо– и хеморецепторы).

**Механорецепторы** будут реагировать на изменение давления в сосудах, на растяжение, на изменение объема жидкости.

**Хеморецепторы** реагируют на изменение химического состава крови.

- Собственные кардиальные рефлексы саморегулируют величину кровяного давления и работы сердца.



# Рефлекторная регуляция сердца

- Выделяют шесть видов **собственных рефлексов**:

## 1) рефлекс Бейнбриджа

при растяжении правого предсердия импульсы идут к ядрам *n.vagus*, из активность тормозится, что приводит к увеличению частоты сердечных сокращений.

увеличении частоты и силы сокращений сердца, учащении и углублении дыхания после внутривенного введения изотонического раствора хлорида натрия или крови.

Этот рефлекс наблюдается в случаях переполнения кровью венозной системы и увеличения объема притока крови. Рефлекс Бейнбриджа связан с законом Франка-Старлинга;



# Рефлекторная регуляция сердца

- 2) влияния с области каротидных синусов (ампулообразные расширения внутренней сонной артерии в месте бифуркации общей сонной артерии);
- **При повышении давления** увеличивается импульсация от этих рецепторов, в результате по волокнам блуждающих нервов оно передается в сердце  $\Rightarrow$  уменьшение силы и частоты сердечных сокращений.
  - **При понижении давления** наступает преобладающее влияние симпатических нервов  $\Rightarrow$  повышение силы и частоты сердечных сокращений.
  - Значение - обеспечение саморегуляции деятельности сердца.



# Рефлекторная регуляция сердца

3) влияния с области дуги аорты;

Повышение давления  $\Rightarrow$  увеличение импульсации по волокнам блуждающих нервов  $\Rightarrow$  уменьшение силы и частоты сердечных сокращений, и наоборот.

4) влияния с коронарных сосудов;

Повышение давления  $\Rightarrow$  торможение работы сердца.

В этом случае наблюдаются угнетение дыхания, глубины дыхания и изменение газового состава крови.



# Рефлекторная регуляция сердца

- 5) влияния с легочных сосудов - **Рефлекс Парина** - при увеличении кровяного давления в сосудах малого кровяного круга наблюдается торможение сердечной деятельности.
- 6) влияния с рецепторов перикарда - **рефлекс Черниговского** - при растяжении перикарда или возбуждении его хеморецепторов наблюдается торможение сердечной деятельности.





# Рефлекторная регуляция сердца

**Сопряженные кардиальные рефлексы:** рефлекторные влияния от рецепторов, которые непосредственно не связаны с деятельностью сердца. Например, это рецепторы внутренних органов, глазного яблока, температурные и болевые рецепторы кожи и др.

- Рефлексы с интерорецепторов внутренних органов - в основном желудочнокишечного тракта. **Рефлекс Гольца** - при раздражении желудочно-кишечного тракта - тормозится сердечная деятельность (висцеро-висцеративный рефлекс).



# Рефлекторная регуляция сердца

- Рефлексы с экстероцепторов (в основном с кожи).  
При раздражении болевых рецепторов, холодовых рецепторов, слизистых оболочек резкими запахами - активируется симпатическая нервная система, наблюдается тахикардия.
- Их значение - обеспечение приспособления работы сердца при изменяющихся условиях внешней и внутренней среды и подготовка ССС к предстоящей перегрузке.

# Рефлекторная регуляция сердца

- **Неспецифические рефлексы** в норме отсутствуют, но их можно наблюдать в процессе эксперимента.
- Таким образом, рефлекторные влияния обеспечивают регуляцию сердечной деятельности в соответствии с потребностями организма.



# Нервная регуляция сердца

Значение:

- Нервная система оказывает пусковое и корректирующее влияние на работу сердца, обеспечивая приспособление к потребностям организма.
- Нервная система регулирует интенсивность обменных процессов.



# Нервная регуляция сердца

Сердце иннервируется:

- собственными волокнами – интракардиальные
- волокнами ЦНС – экстракардиальные механизмы.



# Нервная регуляция сердца

**Собственная нервная регуляция** сердца осуществляется метасимпатической нервной системой, которая обладает полным набором функциональных элементов, необходимых для самостоятельной рефлекторной деятельности:

- сенсорными клетками,
- интегрирующим аппаратом межнейронных связей,
- двигательными нейронами.



# Нервная регуляция сердца

- Метасимпатическая нервная система сердца осуществляет местные сердечные рефлексy, которые регулируют уровень сердечной деятельности в соответствии с потребностями организма.
- Эти рефлексy обеспечивают стабильность наполнения кровью артериальной системы.



# Нервная регуляция сердца

**Экстракардиальная регуляция** осуществляется через эфферентные ветви блуждающего и симпатического нервов.

- Блуждающие нервы замедляют ЧСС, снижают возбудимость, проводимость и сократимость сердца (ацетилхолин).

Центры блуждающих нервов находятся в продолговатом мозге, а их вторые нейроны – в нервных узлах сердца.

- симпатические – ускоряют и усиливают (норадреналин).

Нейроны симпатических нервов расположены в верхних сегментах грудного отдела спинного мозга.

Также на деятельность ССС оказывают влияние импульсы от рецепторов легких, кишечника, кожи, эмоциональная обстановка.





# Нервная регуляция сердца

- Центры ядер, иннервирующих сердце, находятся в состоянии постоянного умеренного возбуждения, поэтому к сердцу поступают нервные импульсы.
- Тонус симпатического и парасимпатического отделов неодинаков: у взрослого человека преобладает тонус блуждающих нервов.
- Он поддерживается за счет импульсов, поступающих из ЦНС от рецепторов, заложенных в сосудистой системе:
  - 1) в области каротидного синуса;
  - 2) в области дуги аорты;
  - 3) в области коронарных сосудов.



# Нервная регуляция сердца

- Блуждающие и симпатические нервы являются антагонистами и оказывают на работу сердца пять видов влияния:
  - 1) хронотропное (частота);
  - 2) батмотропное (возбуждение);
  - 3) дромотропное (проводимость);
  - 4) инотропное (сила);
  - 5) тонотропное (тонус миокарда).
- Парасимпатические нервы оказывают отрицательное влияние по всем пяти направлениям, а симпатические — наоборот.



# Гуморальная регуляция сердца

- Факторы гуморальной регуляции делят на две группы:
  - 1) вещества системного действия;
  - 2) вещества местного действия.



# Гуморальная регуляция сердца

- К веществам системного действия относят электролиты и гормоны.

## Электролиты:

- ионы Са оказывают выраженное влияние на работу сердца (положительный инотропный эффект). При избытке Са может произойти остановка сердца в момент систолы, так как нет полного расслабления.
- ионы Na способны оказывать умеренное стимулирующее влияние на деятельность сердца. При повышении их концентрации наблюдается положительный батмотропный и дромотропный эффект.
- ионы К в больших концентрациях оказывают тормозное влияние на работу сердца вследствие гиперполяризации. Небольшое повышение содержания К стимулирует коронарный кровоток.
- при увеличении уровня К по сравнению с Са наступает снижение работы сердца, и наоборот.



# Гуморальная регуляция сердца

## Гормоны:

- Гормон адреналин увеличивает силу и частоту сердечных сокращений, улучшает коронарный кровоток и повышает обменные процессы в миокарде.
- Тироксин (гормон щитовидной железы) усиливает работу сердца, стимулирует обменные процессы, повышает чувствительность миокарда к адреналину.
- Минералокортикоиды (альдостерон) стимулируют реабсорбцию Na и выведение K из организма.
- Глюкагон повышает уровень глюкозы в крови за счет расщепления гликогена, приводя к положительному инотропному эффекту.
- Половые гормоны в отношении к деятельности сердца являются синергистами и усиливают работу сердца.



# Гуморальная регуляция сердца

**Вещества местного действия** (медиаторы) действуют там, где вырабатываются.

- ацетилхолин оказывает пять видов отрицательного влияния на деятельность сердца, а норадреналин – наоборот.
- тканевые гормоны (кинины) – вещества, обладающие высокой биологической активностью, но они быстро разрушаются, поэтому и оказывают местное действие. К ним относятся брадикинин, калидин, умеренно стимулирующие сосуды. Однако при высоких концентрациях могут вызвать снижение работы сердца.
- Простагландины в зависимости от вида и концентрации способны оказывать различные влияния.

Таким образом, гуморальная регуляция обеспечивает более длительное приспособление деятельности сердца к потребностям организма.



# Регуляция деятельности сердца

- Внутрисердечная:

Внутриклеточная

Межклеточная

Внутрисердечная рефлекторная

- Внесердечная:

Экстракардиальная нервная

Гуморальная



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

- Внутриклеточные механизмы
- Межклеточные механизмы
- Внутрисердечные периферические рефлексy





# Внутрисердечные регуляторные механизмы

## Внутриклеточная регуляция:

- В каждой клетке сердца (миоците) действуют механизмы регуляции синтеза белков. Скорость синтеза каждого из белков регулируется собственным ауторегуляторным механизмом, поддерживающим уровень воспроизводства данного белка в соответствии с интенсивностью его расходования.
- При увеличении нагрузки на сердце синтез сократительных белков миокарда усиливается. Появляется так называемая рабочая (физиологическая) гипертрофия миокарда, наблюдающаяся у спортсменов.



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

- Внутриклеточные механизмы регуляции обеспечивают изменение интенсивности деятельности миокарда в соответствии с количеством притекающей к сердцу крови.
- Этот механизм получил название «закон сердца» (закон Франка—Старлинга): сила сокращения сердца (миокарда) пропорциональна степени его кровенаполнения в диастолу (степени растяжения), т. е. исходной длине его мышечных волокон.



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

- Более сильное растяжение миокарда в момент диастолы соответствует усиленному притоку крови к сердцу: чем больше растянута каждая клетка миокарда во время диастолы, тем больше она сможет укоротиться во время систолы  $\Rightarrow$  сердце перекачивает в артериальную систему то количество крови, которое притекает к нему из вен.
- Такой тип миогенной регуляции сократимости миокарда называется **гетерометрической** (т. е. зависит от переменной величины — исходной длины волокон миокарда).



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

- **Гомеометрическая** регуляция - изменение силы сокращений при неменяющейся исходной длине волокон миокарда.
- Если стимулировать полоску миокарда при равном растяжении с все увеличивающейся частотой, то можно наблюдать увеличение силы каждого последующего сокращения («лестница» Боудича).
- В качестве теста на гомеометрическую регуляцию используют также пробу Анрепа — резкое увеличение сопротивления выбросу крови из левого желудочка в аорту.



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

## Регуляция межклеточных взаимодействий.

- Нарушение межклеточных взаимодействий приводит к асинхронному возбуждению клеток миокарда и появлению сердечных аритмий.



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

- Внутрисердечные периферические рефлексy — это более высокий уровень внутриорганной регуляции деятельности сердца.
- В сердце возникают так называемые периферические рефлексy, дуга которых замыкается не в ЦНС, а в интрамуральных ганглиях миокарда.



# Внутрисердечные регуляторные механизмы

- В естественных условиях внутрисердечная нервная система не является автономной.
- Это низшее звено иерархии нервных механизмов, регулирующих деятельность сердца.
- Следующим, более высоким звеном этой иерархии являются сигналы, поступающие по блуждающим и симпатическим нервам, осуществляющие процессы экстракардиальной нервной регуляции сердца.



Благодарю за внимание!

