

А. Н. Ганеева

АНАТОМИЯ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Л.А. Давыдова

Кафедра нормальной анатомии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A. N. Ganeeva

ANATOMY OF THE CONDUCTION SYSTEM OF THE HEART

Tutor: professor L. A. Davydova

Normal Anatomy Department,

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В работе рассмотрено морфологическое строение проводящей системы сердца (ПСС) в условиях егонормального функционирования, а также некоторые особенности, лежащие в основе нарушения ритма сердца.

Ключевые слова: проводящая система сердца, синусно-предсердный узел, предсердно-желудочковый узел, пучок Гиса, волокна Пуркинье.

Resume. The article presents the main features of the morphology and normal functioning of the cardiac conduction system, the features underlying the heart rhythm disturbance.

Key words: cardiac conduction system, sinus node, atrioventricular node, bundle of His, Purkinje Fibres.

Актуальность. Проводящей системе сердца принадлежит центральная роль в регуляции его сокращения, нарушения которого приводят к развитию аритмий, вплоть до состояний, опасных для жизни. Знания об особенностях ее строения и функционирования позволяют правильно определить патогенез при нарушении ритма сокращения сердца.

Цель: изучить основные особенности морфологии проводящей системы сердца (ПСС) и механизмов, лежащих в основе ее функционирования, путем анализа отечественной и зарубежной научной литературы, статей и других публикаций.

Задачи:

1. Изучить нормальное строение основных элементов ПСС;
2. Определить механизм их взаимодействия между собой;
3. Изучить морфологические особенности ПСС, лежащие в основе нарушения ритма сердца.

Материал и методы. Изучение и анализ отечественной и зарубежной научной литературы, статей и других публикаций.

Результаты и их обсуждение. Сердце является уникальным органом, способным к самопроизвольному сокращению – автоматии. Это обеспечивается благодаря проводящей системе, представленной атипичными кардиомиоцитами, которые способны к образованию и проведению импульсов. Основными элементами ПСС являются: синусно-предсердный узел, предсердно-желудочковый узел, пучок Гиса, отходящие от пучка левая и правая ножки, субэндокардиальная сеть волокон Пуркинье.

Синусно-предсердный узел (СПУ, СП-узел, синоатриальный, синусный, синоаурикулярный, узел Киса-Фляка) расположен в пограничной борозде: у места впадения верхней полой вены в правое предсердие. По своей форме напоминает эллипс или полумесяц. Длина узла приблизительно 10-15 мм, высота 5 мм, толщина 1,5 мм[1].

Синусно-предсердный узел состоит из трех частей: передней, располагающейся субэпикардially, задней, постепенно переходящей в мускулатуру пограничного гребня в направлении нижней полой вены, центральной, называемой «компактной зоной», которая является доминирующим пейсмекерным местом (рисунок 1).

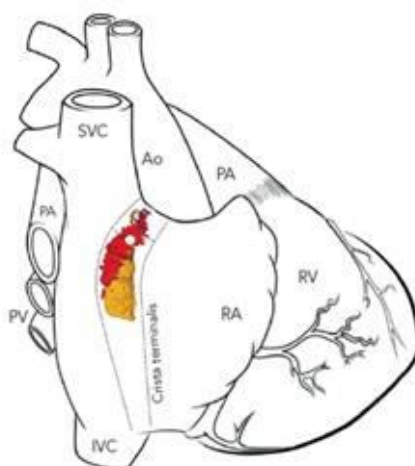


Рис. 1 – Синусно-предсердный узел

Структурной и функциональной основой СП-узла являются узловые Р-клетки (от англ. *pace* - бледные, т.к. не имеют миофибрилл; мелкие, располагаются центрально), истинные пейсмекерные клетки (более крупные, располагаются на периферии, с большим числом миофибрилл), переходные Т-клетки (относятся к потенциальным пейсмекерным клеткам) (рисунок 2).



Рис. 2 – Клетки СПУ

Клетки СПУ являются водителями ритма 1-го порядка, поскольку именно в этом узле возникает первоначальное возбуждение, которое распространяется далее

по проводящим путям, что обеспечивает синусовый ритм сердечной деятельности. Частота генерации импульсов составляет 60-80 уд./мин.

Предсердно-желудочковый узел (ПЖУ, ПЖ-узел, атриовентрикулярный узел (АВУ), узел Ашоффа-Тавара) расположен в предсердной части атриовентрикулярной мышечной перегородке, отделенной от миокарда желудочков фиброзным кольцом. В поперечном сечении представляет собой вытянутый полуовал с поверхностно расположенным переходным слоем и компактным слоем по окружности. Ширина его - 4 мм, длина - 6 мм, толщина - 1,5 мм[1].

В АВУ разделяют несколько функциональных зон: зону переходных клеток, компактный ПЖ-узел, пенетрирующую часть ПЖ-узла, ветвящуюся часть ПЖ-узла.

Первые две зоны являются предсердной частью узла, которая располагается в основании межпредсердной перегородки, а две другие – в желудочковой.

Компактный узел состоит из следующих видов клеток:

- AN-клетки (atrium-nodus) располагаются по периферии;
- N-клетки (nodus) — в центре;
- NH-клетки (nodus-His) — на границе с пенетрирующей частью пучка Гиса; здесь наиболее активны пейсмекерные клетки (рисунок 3) [2].

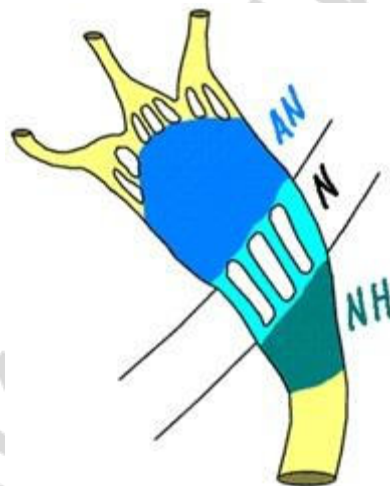


Рис. 3 – Строение ПЖУ

Главную функциональную значимость несет зона AN, где происходит физиологическая задержка импульса, поступающего от СПУ. Это необходимо для заполнения желудочков кровью после сокращения предсердий[3].

Основной функцией ПЖУ является защита миокарда от сверхчастых импульсов, которые могут возникать в суправентрикулярных структурах сердца. Частота генерации импульсов составляет 40-60 уд./мин.

СП-узел и ПЖ-узел сообщаются между собой посредством переднего, среднего и заднего трактов. Передний тракт состоит из двух ветвей, одна из которых направляется к левому предсердию (пучок Бахмана), другая переходит в верхнюю часть ПЖ соединения по задней части межпредсердной перегородки. Средний тракт (пучок Венкебаха) располагается на задней части межпредсердной перегородки. Задний межузловой тракт (пучок Тореля) является самым длинным. Он начинается от СПУ, проходит над коронарным синусом и сливается с нижней частью ПЖ

соединения. Скорость передачи импульса по проводящей системе предсердий в два раза больше, чем по мышечной ткани.

Продолжением АВ соединения является пучок Гиса. Морфологически это незаметно, поскольку нет разграничения в переходе от компактного узла. Длина пучка Гиса - 15-20 мм, ширина - 1-4 мм. Пенетрирующая часть узла (10 мм) проходит через центральное фиброзное тело (заключена в фиброзную ткань) в МЖП вблизи от обоих атриовентрикулярных колец.

Далее пучок идет по верхнему краю мышечной части МЖП, образуя ветвящийся сегмент в виде правой и левой ножек. Сзади ветвящаяся часть пучка Гиса ограничивает фиброзное кольцо трехстворчатого клапана, а спереди - окончание отхождения левой ножки пучка Гиса.

Правая ножка пучка Гиса отходит вперед и вниз к внутренним слоям правой половины МЖП и правого желудочка. Продолжением пучка Гиса является левая ножка. Она достигает субэндокардиальных отделов левой половины МЖП и левого желудочка и разделяется на 2 или 3 главные ветви: переднюю – идет к основанию передней сосочковой мышцы; заднюю - подходит к задней сосочковой мышце.

Существуют дополнительные пучки проведения (ДПП) импульсов от СП-узла, не проходящие через ПЖ-узел. Скорость распространения по ДПП значительно выше, чем по ПЖ соединению, что создает предпосылки для ранней активизации той зоны, где заканчивается добавочный путь. Наличие ДПП создает анатомическую основу синдрома преждевременного возбуждения желудочков (Вольфа-Паркинсона-Уайта).

Одним из таких пучков является пучок Паладино-Кента, представляющий собой видоизмененную миокардиальную ткань. Размеры пучка: от 1 до 8 мм. Пучок перекидывается через предсердно-желудочковую борозду и внедряется в миокард желудочка.

Пучок Джеймса — мышечное образование, происходящее из задних отделов межпредсердной перегородки и шунтирующее АВ узел. Внедряется в специализированную проводящую систему на уровне дистального отдела АВ узла или проксимального отдела пучка Гиса. О наличии данного тракта свидетельствует укороченный сегмент PQ на электрокардиограмме.

Пучок Махайма — видоизмененный миокард, содержащий проводящую ткань. Соединяет верхнюю часть пучка Гиса с желудочками.

Тракт Брешенмаше - атриофасцикулярный тракт, связывающий правое предсердие с общим стволом пучка Гиса. Встречается редко.

Электрическую работу сердца (образование и проведение импульсов) возможно, зарегистрировать благодаря электрокардиографии, по результату проведения которой на полученной электрокардиограмме можно оценить возбудимость сердца.

Элементы ЭКГ:

- Зубец Р – переход возбуждения с синусно-предсердного узла на миокард предсердий;
- Интервал PQ – предсердно-желудочковое проведение, т. е. время распространения возбуждения по предсердиям, ПЖ-узлу, пучку Гиса и его разветвлениям;

- Комплекс QRS – возбуждение миокарда желудочков (систола сердца);
- Зубец S – распространение возбуждения на базальные отделы межжелудочковой перегородки, правого и левого желудочков;
- Сегмент S-T – оба желудочка полностью охвачены возбуждением;
- Зубец T - реполяризация миокарда желудочков;
- Сегмент TP – диастола сердца.

Несмотря на то, что сердце обладает способностью к самостоятельному сокращению, его деятельность контролируется со стороны ЦНС.

Парасимпатическая иннервация представлена блуждающими нервами – правым и левым. Волокна от правого блуждающего нерва иннервируют преимущественно СП-узел и, в меньшей степени, миокард правого предсердия. Волокна левого блуждающего нерва участвуют в иннервации ПЖ-узла. Таким образом, правый блуждающий нерв влияет на частоту сердечных сокращений, а левый – на ПЖ-проводимость.

Симпатическая иннервация сердца осуществляется от центров, расположенных в боковых рогах трех верхних грудных сегментов спинного мозга. Симпатические волокна распределены равномерно: иннервируют передние и задние отделы желудочков.

Синусно-предсердный узел кровоснабжается одноименной артерией, которая в 61% случаев отходит от правой коронарной артерии, в оставшихся 39% - от левой. Артерия СУ является непропорционально большой, проходит в его центре вдоль продольной оси.

Предсердно-желудочковый узел также кровоснабжается одноименной артерией, отходящей в 83% случаев от правой венечной артерии, в 7% -от левой и в 10% - от обеих артерий. Пучок Гиса кровоснабжается ветвью от правой коронарной артерии или от передней нисходящей коронарной артерии[2].

Выводы:

1 Нормальный сердечный ритм обеспечивается правильным и последовательным прохождением импульса по основным структурам проводящей системы сердца.

2 Нарушение ритма свидетельствует о повреждении одного из элементов данной системы и развития дополнительных источников образования и проведения нервных импульсов.

Литература

1. Проводящая система сердца у детей: структурные особенности и роль в формировании нарушений ритма сердца / Т.К. Кручина, Е.С. Васичкина, Д.Ф. Егоров, Б.А. Татарский. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2011. – №6. – с. 30-36.
2. Яковлев, В. Б. Диагностика и лечение нарушений ритма сердца // Медицинский справочник [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lmed.in/info/arhiv>.
3. Miyazaki, H. Anatomy and Physiology of the Atrioventricular Node: What Do We Know Today? // Cardiac Arrhythmias from Basic Mechanism to State-of-the-Art Management, Ambrose S. Kibos, Bradley P. Knight, Vidal Essebag, Steven B. Fishberger, Mark Slevin, Ion C. Țintoiu. – p.5-18.