

П.Б. Тарасевич, Н.С. Курочкин

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРДИОМИОЦИТОВ
СИНОАТРИАЛЬНОГО И АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОГО УЗЛОВ
ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА**

*Научные руководители: ст. преп. С.И. Белевцева, ассист. Н.А. Заря**

*Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии,
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск
Минское областное патологоанатомическое бюро, аг. Лесной

P.B. Tarasevic, N.S. Kurochkin

**MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF CARDIOMYOCYTES
OF SINOAtrial AND ATRIOVENTRICULAR NODES OF THE HUMAN
HEART CONDUCTION SYSTEM**

*Tutors: senior lecturer S.I. Belevtseva, assistant N.A. Zarya**

*Department of Histology, Cytology and Embryology
Belarusian State Medical University, Minsk
Minsk Regional Pathologoanatomical Bureau, Lesnoy

Резюме. В данной работе приведены и описаны микрофотографии срезов синоатриального и атриовентрикулярного узлов, их структур, рассмотрены морфологические особенности кардиомиоцитов проводящей системы сердца человека. Сделаны измерения диаметров клеток и площадей их ядер, проведен сравнительный анализ.

Ключевые слова: проводящая система, кардиомиоцит, атипичный кардиомиоцит.

Resume. In this paper, microphotographs of slices of sinoatrial and atrioventricular nodes, their structures, and morphological features of cardiomyocytes of the human cardiac conduction system are presented and described. Measurements of cell diameters and areas of their nuclei were made, and comparative analysis was performed.

Keywords: conduction system, cardiomyocyte, atypical cardiomyocyte.

Актуальность. Изучения проводящей системы сердца человека связана с влиянием её нарушений на статистику смертности: согласно ВОЗ лидирующее место среди летальных исходов от неинфекционных заболеваний в развитых и развивающихся странах составляют нарушения сердечно-сосудистой системы (ССС). В РБ доля заболеваний ССС в последние 10 лет включает 740-800 смертей на 100 тыс. человек, что составляет примерно 53,8% от общего количества.

Цель: изучить особенности строения и функции проводящих кардиомиоцитов синоатриального (СА) и атриовентрикулярного (АВ) узлов проводящей системы сердца (ПСС) человека.

Задачи:

1. Ознакомиться с проводящей системой сердца человека и охарактеризовать ее основные элементы (СА, АВ узлы и клетки Пуркинье).
2. Изучить морфофункциональную характеристику кардиомиоцитов СА и АВ узлов.
3. Провести сравнительный анализ проводящих КМЦ СА и АВ узлов, используя статистические методы.

Материалы и методы. Для гистологического исследования в Минском областном патологоанатомическом бюро были взяты фрагменты стенки сердца у двух женщин 30 и 54 лет без патологий в области локализации СА и АВ узлов. Сделаны серии срезов соответствующих узлов сердца с последующей их проводкой и заливкой в парафиновой среде. Полученные с помощью микротомы срезы толщиной 7-8 мкм, окрашенные гематоксилин-эозином, были отсканированы на кафедре патологической анатомии УО «БГМУ». Полученные микрофотографии изучались с использованием контрастного метода при увеличении в $\times 2$, $\times 8$, $\times 20$ и $\times 40$ раз. При выполнении работы выбран метод описательной статистики. Проведены морфометрические исследования в приложении Aperio ImageScore: измерялись диаметры клеток в количестве 100 единиц на узел, большой и малый диаметры ядер в количествах 50 единиц на каждый узел, рассчитаны площади ядер проводящих кардиомиоцитов. С помощью программы Statistica 10 проведены статистические исследования.

Результаты и их обсуждение. Проводящая система человека – это комплекс анатомических образований, состоящих из проводящих (атипичных) кардиомиоцитов, обеспечивающий автоматию сокращений и распространение возбуждения по сердцу [5]. Представлена ПСС тремя типами клеток: Р-клетки (пейсмейкерные), Т-клетки (переходные), волокна Пуркинье [2]. В рассмотренных (АВ и СА) узлах присутствуют первые два типа клеток в разном их соотношении. Строение стенки сердца типичное и обозначено стрелками (Рис. 1, 3): черным – эпикард, желтым – миокард, зеленым – эндокард.

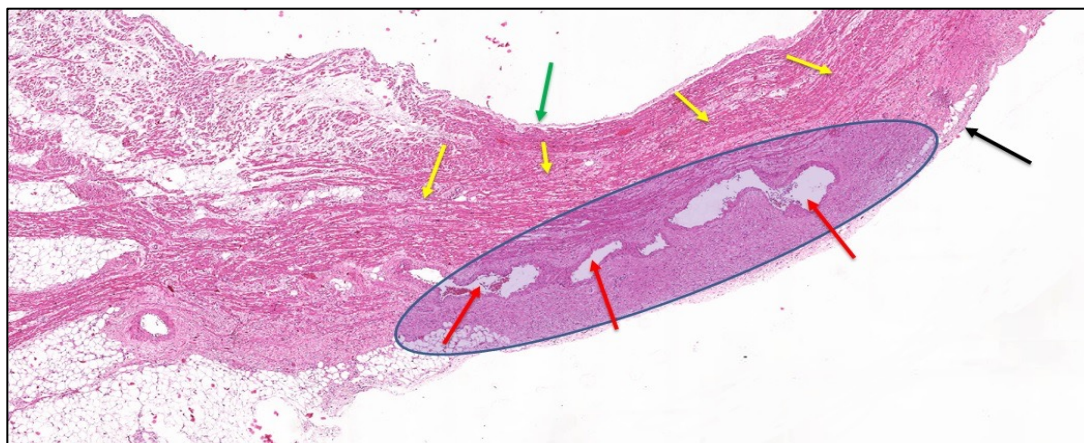


Рис. 1 – СА-узел, увеличение 0,8х

СА-узел – это образование эллиптической (яйцевидной) формы (синяя область Рис. 1), расположенное под эндокардом в месте соединения верхней полой вены и правого предсердия. Одним из главных ориентиров этого узла на гистологическом препарате служит одноименная артерия – артерия СА-узла (красная стрелка Рис. 1) [3]. Еще одним критерием служит более бледная окраска, нежели у миокарда. СА-узел состоит преимущественно из Р-клеток (обозначены зеленой стрелкой Рис. 2), однако по периферии могут встречаться Т-клетки. Клетки-пейсмейкеры имеют веретенообразную форму, беспорядочно и обильно расположены в строме.

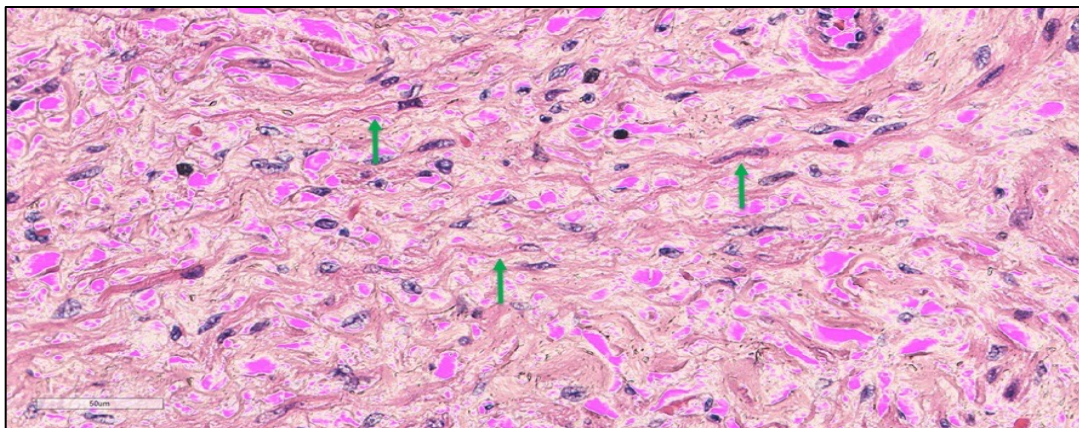


Рис. 2 – P-клетки СА-узла, увеличение 40х

Миофибриллы их немногочисленны, в клетке строгой ориентации не имеют, поперечнополосатой исчерченности не наблюдается. Окраска клеток бледная эозинофильная, что особенно выражено при применении контраста.

АВ-узел – образование яйцевидной формы (синяя область Рис. 3). Анатомическими ориентирами его служит прикрепление септальной створки (фиолетовая стрелка Рис. 3) у входа в коронарный синус сзади и межжелудочковой перегородки спереди [3]. На гистологическом срезе также имеет свою артерию (красная стрелка Рис. 3) и окрашен более базофильно.

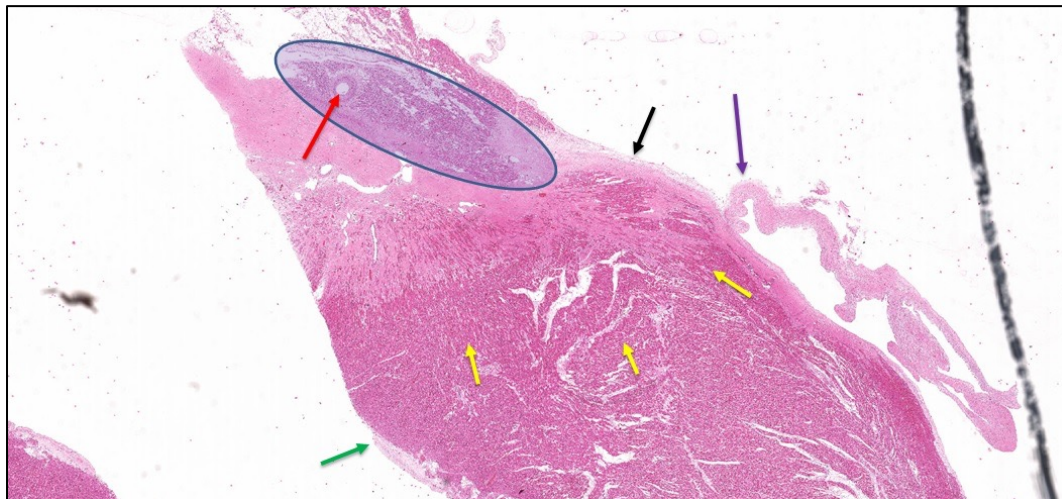


Рис. 3 – АВ-узел, увеличение 0,8х

Состоит АВ-узел в основном из Т-клеток (скопления обозначены зеленой стрелкой Рис. 4). Форма их веретеновидная, имеют строгое расположение в виде сетчатой структуры, в которой определяются анастомозы между клетками. Часто наблюдается поперечнополосатая исчерченность, свидетельствующая о наличии миофибрилл. Окраска бледная эозинофильная.

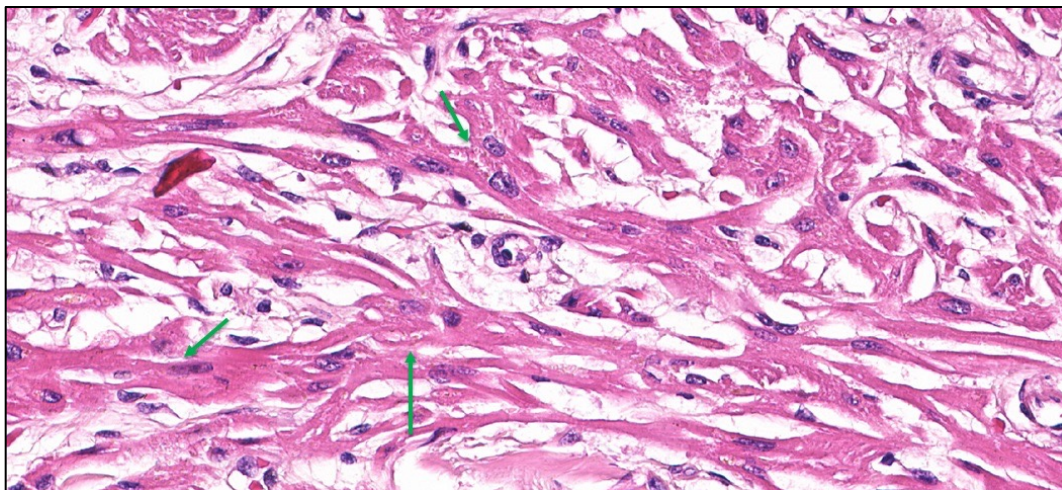


Рис. 4 – Т-клетки АВ-узла, увеличение 40х

Для сравнения размеров клеток представлены следующие показатели: диаметры клеток СА- и АВ-узлов, площади ядер СА- и АВ-узлов, полученные путем произведения малого и большого диаметров клеток этих узлов. Результаты представлены в Табл. 1 (синий цвет – 1-й случай (женщина 30 лет), красный цвет – 2-й случай (женщина 54 года)).

Табл. 1. Сравнительная характеристика Р- и Т-клеток ПСС

Показатель (средняя величина), мкм	СА-узел, 30 лет	АВ-узел, 30 лет	СА-узел, 54 года	АВ-узел, 54 года
Диаметр клетки	8,328	11,659	8,559	10,971
Большой диаметр ядра	10,64	11,695	10,926	12,887
Малый диаметр ядра	5,694	7,57	6,652	7,277
Площадь ядра	60,694	95,472	72,853	94,159

Выводы:

1. Строение узлов ПСС соответствует литературным данным: в СА-узле преобладают клетки-пейсмейкеры, в АВ-узле преобладают переходные кардиомиоциты.

2. Проводящие КМЦ СА и АВ узлов имеют следующие общие черты на гистологическом препарате: веретеновидная форма, бледное окрашивание (преимущественно гематоксилином), расположение рядом с артерией (артериями) характерного узла. Различия: наличие миофибрилл (больше в Т-клетках), расположение миофибрилл (беспорядочное в Р-клетках, организованное в Т-клетках), размеры клеток и их ядер.

3. Имеются статистически значимые различия в морфометрии структур: диаметр КМЦ СА-узла меньше диаметра КМЦ АВ-узла в 1,4 раз (1-й случай) и 1,28

раз (2-й случай); площадь ядер КМЦ СА узла меньше площади АВ-узла в 1,57 раз (1-й случай) и 1,29 (2-й случай).

Литература

1. Anthony L. Mescher Junqueira's Basic Histology Text and Atlas. - 15 изд. - Bloomington, Indiana: McGraw-Hill Education, 2018. - 573 с.
2. Телоциты в синоатриальном узле человека / Любовь Б.М., Андрей Н.Г., Петр В.К., Юлия, С.К. // Журнал клеточной и молекулярной медицины. – 2018 – С. 521-532.
3. Проводящая система // e-heart.org URL: https://www.e-heart.org/Pages/01_Cardiac_Structure/01_Cardiac_Structure_CS_001.htm (дата обращения: 11.03.2025).
4. Pathology of the Cardiac Conduction System // Thoracic Key URL: <https://thoracickey.com/pathology-of-the-cardiac-conduction-system/> (дата обращения: 11.03.2025).
5. Проводящая система сердца // Википедия URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%86%D0%B0 (дата обращения: 11.03.2025).