

© Коллектив авторов, 2018
УДК 611.127

Д. А. Старчик¹, М. В. Диденко², Г. С. Пасенов², С. В. Айсаева², В. А. Иванов¹,
Г. Г. Хубулава²

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЯ И МЕЖПРЕДСЕРДНОГО ПУЧКА: КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

¹ Кафедра клинической анатомии и оперативной хирургии им. проф. М. Г. Привеса (зав. — проф. А. Л. Акопов), ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава РФ;

² Первая кафедра и клиника хирургии усовершенствования врачей им. П. А. Куприянова (зав. — проф. Г. Г. Хубулава), Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Цель — изучить морфометрические характеристики правого предсердия (ПП) и межпредсердного пучка (МПП) сердца у взрослых людей с учетом установки эндокардиальных электродов.

Материал и методы. С помощью кардиометрических методов, коррозионных и пластинационных техник были исследованы 84 препарата сердца, полученные на вскрытии от мужчин и женщин зрелого и пожилого возраста, умерших от несердечной патологии.

Результаты. Толщина МПП составила в среднем $5,1 \pm 0,7$ мм, а ширина — $15,3 \pm 3,1$ мм. Верхненижний размер ПП составил $49,3 \pm 2,6$ мм, поперечный — $40,6 \pm 2,5$ мм. Расстояние от латерального края устья верхней полой вены (ВПВ) до верхушки ушка ПП ($58,8 \pm 4,7$ мм) было больше расстояния от устья ВПВ до области МПП ($25,1 \pm 2,8$ мм). Расстояние от МПП до компактной части предсердно-желудочкового узла (ПЖУ) в среднем было на 17,9 мм меньше, чем расстояние от ушка ПП до ПЖУ.

Выводы. При стимуляции сердца из области МПП электрический импульс достигнет ПЖУ быстрее, чем из правого ушка, а имплантация предсердного электрода в область МПП с анатомо-электрофизиологической точки зрения является более предпочтительной. Доказано, что для позиционирования электрода в область МПП требуется стилет с кривизной меньшего диаметра.

Ключевые слова: правое предсердие, межпредсердный пучок, морфометрические параметры, электрокардиостимуляция

Разработка новых методов лечения в интервенционной аритмологии требует более подробного изучения морфологических особенностей правого предсердия, так как уточненные данные о строении и топографии расположенных в нем структур проводящей системы сердца имеют решающее значение для успешного хирургического лечения нарушений ритма [9]. До настоящего времени остается открытым вопрос о наиболее оптимальном месте имплантации электрода в правое предсердие (ПП) для постоянной электрокардиостимуляции. При традиционном методе имплантации электрод проводится через верхнюю полую вену (ВПВ) и устанавливается в область ушка ПП [1], что увеличивает время возбуждения желудочков [10] и повышает риск развития хронической фибрилляции предсердий [11]. Более физиологичным способом считается предложенный недавно метод стимуляции миокарда из области перехода межпредсердного пучка

(МПП) [6, 7]. Однако для успешного позиционирования электрода в область МПП необходимо более точное представление о его анатомических характеристиках и топографии [2]. В изученной литературе эти данные представлены недостаточно полно, а некоторые сведения имеют противоречивый характер [3, 5].

Целью настоящего исследования явилось выявление морфометрических особенностей ПП и МПП применительно к разным техникам имплантации электрода для проведения предсердной электрокардиостимуляции.

Материал и методы. Проведено исследование сердца ($n=84$) 48 мужчин и 36 женщин зрелого и пожилого возраста, умерших в городских больницах Санкт-Петербурга от причин, не связанных с заболеваниями и ранениями сердца и переданных для исследования на кафедру клинической анатомии и оперативной хирургии им. проф. М. Г. Привеса ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова (заключение этического комитета ПСПбГМУ № 35 от 05.09.2016 г.). В качестве

Сведения об авторах:

Старчик Дмитрий Анатольевич (e-mail: starchik@mail.ru), Иванов Виталий Александрович (e-mail: vit70iv@mail.ru), кафедра клинической анатомии и оперативной хирургии им. проф. М. Г. Привеса, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава РФ, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6–8

Диденко Максим Викторович (e-mail: MaxDidenko@gmail.com), Пасенов Гиппократ Сергеевич (e-mail: vrach1986@gmail.com), Айсаева Светлана Витальевна (e-mail: natarovalana@gmail.com), Хубулава Геннадий Григорьевич (e-mail: ggh07@rambler.ru), Первая кафедра и клиника хирургии (усовершенствования врачей), ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, 6

методов исследования использовали морфометрию общих размеров предсердия и его структур на фиксированных препаратах, на срезах сердца, изготовленных методом эпоксидной пластикации, а также на силиконовых слепках камер сердца, полученных коррозионным методом [4]. Измерения проводили методом макро- и микроскопии с использованием бинокулярного стереомикроскопа МБС-2 (Госсоюззавод, СССР), налобной стереоскопической лупы и миллиметровой линейки, а также в программе U-Tools. Размеры предсердия определяли в самых широких его участках.

Диаметры сосудов (D , мм) вычисляли по измеренной линейкой длине окружности сегмента сосуда, рассеченного в продольном направлении и развернутом на плоскости, по формуле:

$$D=L/\pi, \quad (1)$$

где L — длина окружности сосуда (мм); π — константа 3,1415.

Объем ПП вычисляли по формуле объема вытянутого эллипсоида:

$$V_{\text{П}} = 1/6 \pi A \times B \times C, \quad (2)$$

где π — константа 3,1415; A — поперечный размер предсердия (см); B — верхне-нижний размер (см); C — переднезадний размер (см).

Дополнительно определяли расстояния от устья верхней полой вены (ВПВ) до вершины ушка ПП и до МПП, расстояние от области МПП до вершины треугольника предсердно-желудочкового узла (ПЖУ), расстояние от вершины ушка ПП до вершины треугольника ПЖУ, расстояние от передневерхнего края овальной ямки (ОЯ) до области МПП. Выполняли статистическую оценку всех морфометрических параметров на предмет соответствия эмпирического закона распределения количественных переменных теоретическому закону нормального распределения по критерию Шапиро—Уилка. Для описания количественных переменных в работе использованы среднее арифметическое значение и стандартное отклонение случайной величины. Оценку статистической значимости различий между средними значениями проводили с использованием t -критерия Стьюдента (при нормальном

распределении признаков в выборке) и критерия Манна — Уитни (если признаки не подчинялись закону нормального распределения). Нулевую статистическую гипотезу отвергали при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования. В зависимости от рельефа эндокарда и толщины миокарда в ПП выделены четыре зоны внутренней поверхности стенки сердца: 1) зона синуса полых вен, в которой отмечены слабовыраженный рельеф эндокарда и относительно толстый миокардиальный слой; 2) зона центральной части предсердия с наличием длинных гребенчатых мышц, радиально расходящихся от венечного синуса, между которыми в отдельных участках отмечено отсутствие миокарда; 3) зона правого ушка с большим количеством мелких трабекул, формирующих густую сеть, и небольшим миокардиальным слоем; 4) выходной отдел ПП, где наблюдается гладкая внутренняя поверхность эндокарда, а слой миокарда равномерно распределен и достигает максимальной толщины (рис. 1, а).

Основные параметры ПП и изученных структур представлены в *таблице*. По результатам кардиометрии объем ПП у мужчин был в 1,19 раза больше такового у женщин ($p < 0,05$), что обусловлено большими линейными размерами этой камеры у представителей мужского пола. При этом толщина передней, задней и правой стенок предсердия, а также верхней стенки в области синуса полых вен не имела существенных половых различий.

МПП представляет собой широкий тяж предсердных миокардиальных волокон, переходя-

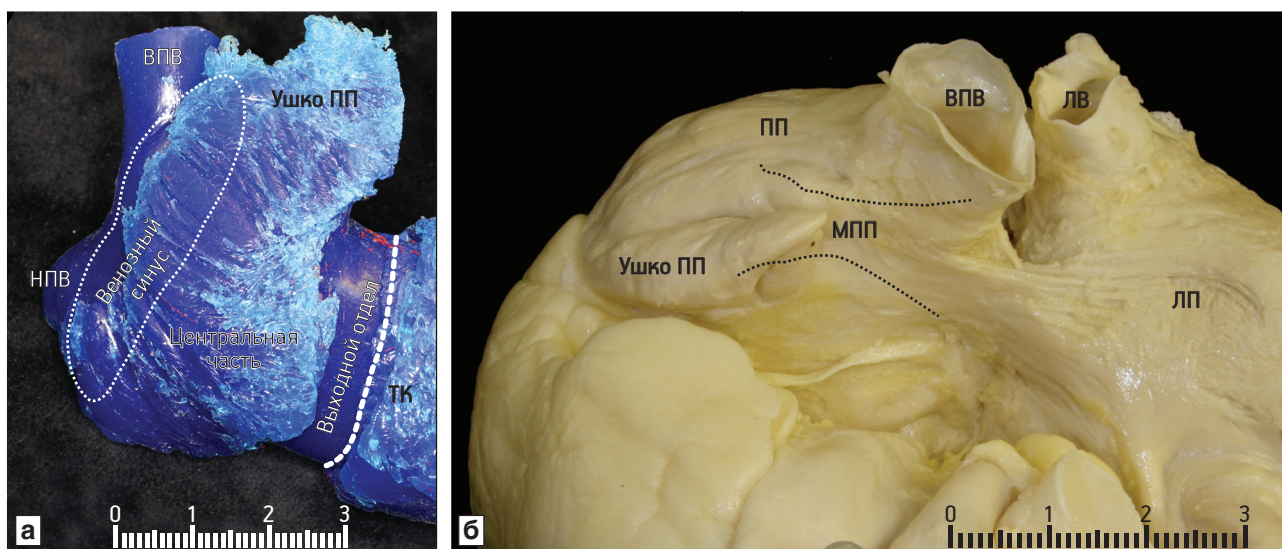


Рис. 1. Препараты сердца мужчины.

а — силиконовая отливка правого предсердия мужчины 68 лет; б — межпредсердный пучок на фиксированном формалином препарате сердца мужчины 72 лет. ВПВ — верхняя полая вена; НПВ — нижняя полая вена; ПП — правое предсердие; ЛП — левое предсердие; МПП — межпредсердный пучок; ТК — трехстворчатый клапан; ЛВ — легочная вена

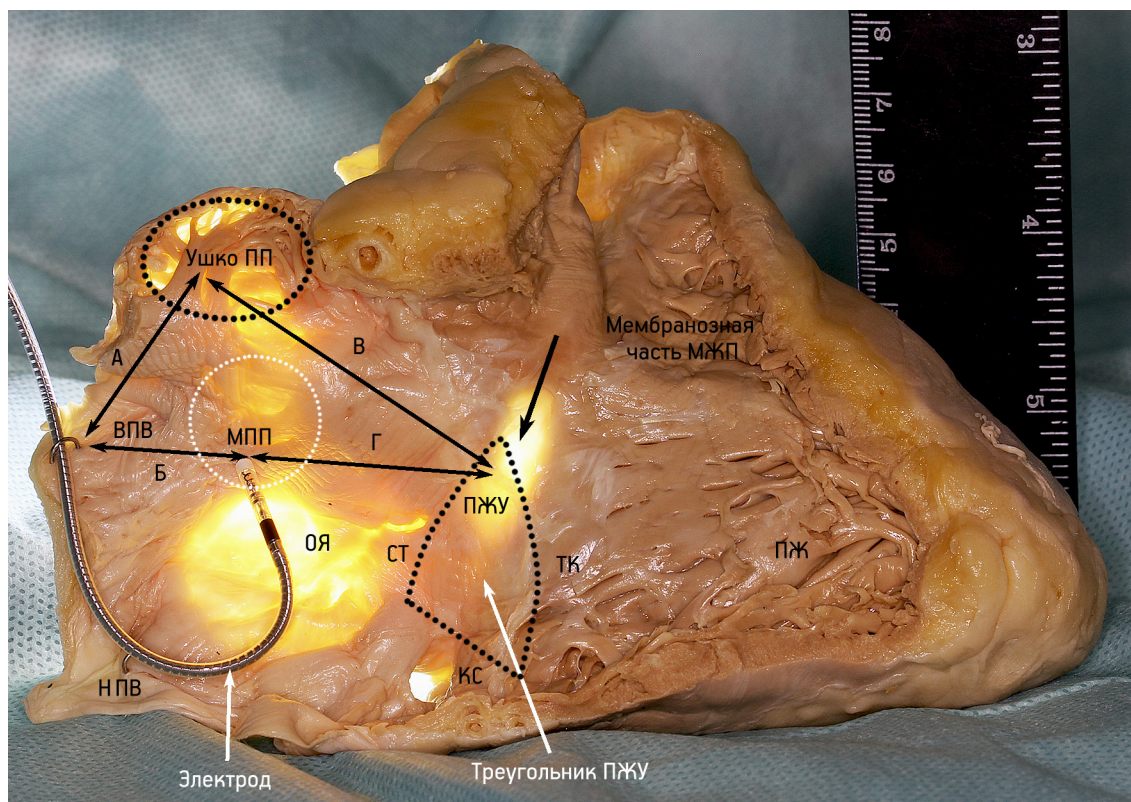


Рис. 2. Правое предсердие и правый желудочек сердца мужчины 65 лет. Имплантация электрода в область межпредсердного пучка.

ВПВ — верхняя полая вена; НПВ — нижняя полая вена; Ушко ПП — ушко правого предсердия; МПП — межпредсердный пучок; ОЯ — овальная ямка; МЖП — межжелудочковая перегородка; ПЖУ — предсердно-желудочковый узел; СТ — сухожилие треугольника предсердно-желудочкового узла; КС — коронарный синус; ТК — трехстворчатый клапан (удален); ПЖ — правый желудочек; А — расстояние от устья ВПВ до места имплантации электрода в правое ушко; Б — расстояние от устья ВПВ до места имплантации электрода в область МПП; В — расстояние от ушка ПП до ПЖУ; Г — расстояние от МПП до ПЖУ. Препарат, фиксированный формалином

щих с ПП на левое предсердие в передневерхней части МПП, впереди и выше ОЯ, в непосредственной близости к ВПВ (см. рис. 1, б). Толщина МПП (переднезадний размер) составила $5,1 \pm 0,7$ мм у мужчин и $4,6 \pm 0,8$ мм у женщин; ширина пучка (верхненижний размер) была $15,3 \pm 2,5$ мм у мужчин и $13,1 \pm 2,7$ мм у женщин. На всех исследованных препаратах сердца МПП формировался из миокардиальных волокон, исходящих от трех областей: от пограничного гребня, от передней стенки ПП и от МПП.

Расстояние от ушка ПП до компактной части ПЖУ на вершине его треугольника (отрезок В) было больше расстояния от МПП до вершины треугольника ПЖУ (отрезок Г) в 1,61 раза у мужчин и в 1,47 раза у женщин (рис. 2, см. таблицу).

Размеры ОЯ значительно варьировали, о чем свидетельствовали высокие значения коэффициента вариации этих параметров. В 24% случаев (20 сердец) ОЯ имела сглаженные края, что затрудняло измерение ее диаметров и определение расстояния до МПП.

Обсуждение полученных данных. Исходя из рельефа эндокарда и толщины передней, задней, верхней и правой стенок ПП, с учетом того факта, что проведение электрического импульса осуществляется только по миокарду [12], можно предположить, что в зонах синуса полых вен и выходной части ПП, где мышечный слой расположен равномерно и имеет наибольшую толщину, возбуждение распространяется диффузно. Вне синуса, на передней, задней и правой стенках ПП и правого ушка мышечный слой формирует гребенчатые мышцы, которые играют роль магистральных пучков для проведения электрических импульсов до ПЖУ. Эти мышцы обособлены друг от друга хорошо видимыми на просвет небольшими участками стенки сердца, где миокард истончен или отсутствует. Полученные нами данные согласуются с результатами S. Y. Но и соавт. [9], объяснявшими с морфологических позиций разную проводимость ПП в различных его участках. С учетом выделенных четырех зон внутренней поверхности ПП можно предположить, что имплантация электрода будет затруднена в зоне синуса полых вен и выходном отделе,

где эндокард имеет гладкий рельеф, а в центральной части и правом ушке имеются благоприятные морфологические предпосылки для установки кардиостимулирующего электрода.

По данным кардиометрии, расстояние от электрода, установленного в область МПП, до ПЖУ меньше, чем расстояние от электрода, имплантированного традиционным способом в верхушку ушка ПП, до ПЖУ. Поскольку во время кардиостимуляции электрический импульс распространяется от точки имплантации электрода по стенке предсердия с одинаковой скоростью [8], то можно предположить, что электрический импульс из области МПП будет достигать ПЖУ быстрее, чем из ушка ПП. Можно предположить, что при установке электрода в МПП в области МП время предсердно-желудочкового проведения импульса сократится, что будет снижать вероятность немотивированной электрокардиостимуляции желудочков. Кроме того, область МП располагается на пути нормального физиологического распространения электрического импульса от ПП к левому, что может способствовать более оптимальному возбуждению обоих предсердий [10, 12].

По нашим данным, расстояние от правого края устья ВПВ до верхушки ушка ПП в 2,34 раза больше, чем расстояние от устья ВПВ до МПП ($p < 0,05$). Следовательно, при позиционировании электрода через ВПВ в область МПП необходимо использовать стилет меньшей длины и с кривизной меньшего диаметра, чем для имплантации в ушко ПП.

Из анализа полученных данных следует, что по морфометрическим параметрам имплантация электрода в область МПП является более предпочтительной, чем традиционная установка в область ушка ПП. Полученные данные должны учитываться кардиохирургами-аритмологами

Морфометрические характеристики правого предсердия ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)

№	Параметр	Мужчины	Женщины
1	Поперечный размер ПП, мм	60±5	55±5
2	Верхненижний размер ПП, мм	46±4	41±4
3	Переднезадний размер ПП, мм	56±5	49±4
4	Объем ПП, мл	75±8	63±6
5	Длина правого ушка снаружи, мм	17±4	16±40
6	Ширина длинной оси отверстия правого ушка, мм	17,2±2,0	15,8±1,8
7	Ширина короткой оси отверстия правого ушка, мм	9,2±1,5*	8,60±0,10*
8	Объем правого ушка, мл	5,7±0,7	4,6±0,6
9	Толщина верхней стенки ПП, мм	3,7±0,8	3,5±0,7
10	Толщина передней стенки ПП, мм	3,6±0,9*	3,4±0,8*
11	Толщина задней стенки ПП, мм	3,2±0,7	2,7±0,5
12	Толщина правой стенки ПП, мм	3,2±0,6	2,9±0,6
13	Переднезадний диаметр ОЯ, мм	15,3±2,9	13,5±2,7
14	Верхненижний диаметр ОЯ, мм	19±4	16±4
15	Площадь овальной ямки, см ²	8,3±1,9	7,1±1,7
16	Толщина межпредсердной перегородки, мм	6,3±1,2	5,3±1,0
17	Диаметр верхней полой вены, мм	18,7±2,3*	17,8±2,2*
18	Диаметр нижней полой вены, мм	28±3	23,6±2,5
19	Переднезадний размер ПБ, мм	5,1±0,7	4,6±0,7
20	Верхненижний размер ПБ, мм	15,3±2,5	13,1±2,5
21	Диаметр венечного синуса, мм	10,2±1,4	8,9±1,2
22	Расстояние от ВПВ до верхушки ушка ПП, мм	59±5	51±4
23	Расстояние от ВПВ до МПП, мм	25,1± 2,8	23±3
24	Расстояние от МПП до вершины треугольника предсердно-желудочкового узла, мм	41±5	37±4
25	Расстояние от верхушки ушка ПП до вершины треугольника предсердно-желудочкового узла, мм	58,5±2,8	54,7±2,7
26	Расстояние от верхнепереднего края ОЯ до МПП, мм	16,6±2,3	15,5±2,3

Примечание. ПП — правое предсердие; МПП — межпредсердный пучок; ОЯ — овальная ямка; ВПВ — верхняя полая вена; * — разница величин незначима.

при проведении предсердной электрокардиостимуляции, а также сердечно-сосудистыми хирургами при проведении операций на сердце.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: Д. А. С., М. В. Д., Г. Г. Х.

Сбор и обработка материала: Д. А. С., М. В. Д., Г. С. П., С. В. А., В. А. И., Г. Г. Х.

Статистическая обработка данных: Д. А. С., Г. С. П.

Анализ и интерпретация данных: Д. А. С., М. В. Д., Г. Г. Х.

Написание текста: Д. А. С., М. В. Д., Г. Г. Х., С. В. А.

Авторы сообщают об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диденко М.В. Имплантация электрокардиостимулятора. Техника операции (краткое руководство). СПб.: Роза мира,

- 2006 [Didenko M.V. Implantation of the pacemaker. Operation technique (short guide). St. Petersburg: Rosa Mira, 2006. In Russ.].
2. Евтушенко А.В. Типовые и половые особенности эхокардиометрических параметров правого предсердия сердца человека // Журн. анат. и гистопатол. 2012. Т. 1, № 1. С. 84–86 [Yevtushenko A.V. Somatic and sexual peculiarities of echocardiographic parameters of the right atrium of the human heart // Zhurnal anatomii i gistopatologii. 2012. Vol. 1. № 1. P. 84–86. In Russ.].
 3. Пархоменко Ю.Г., Чукбар А.В., Тишкевич О.А. Особенности строения и топография синусно-предсердного узла проводящей системы сердца человека // Российские морфологические ведомости. 2000. № 1–2. С. 69–73 [Parkhomenko Yu.G., Chukbar A.V., Tishkevich O.A. Features of the structure and topography of the sinus-atrial node of the conduction system of the human heart // Rossiiskie morfologicheskie vedomosti. 2000. № 1–2. P. 69–73. In Russ.].
 4. Старчик Д.А. Морфологические и конституциональные особенности сердца с учетом антропометрического статуса и физического развития женщин зрелого и пожилого возраста: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2017 [Starchik D.A. Morphological and constitutional characteristics of the heart with a reference to anthropometric status and physical development of mature and elderly women. Abstr. Thesis Doctor of medical sciences. Moscow: 2017. In Russ.].
 5. Чукбар А.В. Различия в строении проводящей системы сердца человека и их прикладное значение: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1983 [Chukbar A.V. Differences in the structure of the conducting system of the human heart and their application value: Abstr. Thesis of Candidate of medical sciences. Moscow, 1983. In Russ.].
 6. Bachmann G., The Inter-Auricular time interval // Am. J. Physiol. 1916. Vol. 41, № 3. P. 309–320.
 7. Bailin S.J., Adler S., Giudici M. Prevention of chronic atrial fibrillation by pacing in the region of Bachmann's bundle: results of a multicenter randomized trial // J. Cardiovasc. Electrophysiol. 2001. Vol. 12, № 8. P. 912–917.
 8. Harrild D. A computer model of normal conduction in the human atria // Circ. Res. 2000. Vol. 87, № 7. P. 25–36.
 9. Ho S.Y., Anderson R.H., Sanchez-Quintana D.N. Atrial structure and fibres: morphologic bases of atrial conduction // Cardiovasc. Res. 2002. Vol. 54, № 2, P. 325–336.
 10. Markides V., Schilling R.J., Ho S.Y. et al. Characterization of left atrial activation in the intact human heart // Circulation. 2003. Vol. 107, № 5. P. 733–739.
 11. Platonov P.G. P-Wave morphology: underlying mechanisms and clinical implications // Ann. Noninvasive Electrocardiol. 2012. Vol. 17, № 3. P. 161–169.
 12. Prakash A., Delfaut P., Kroll R.B. et al. Regional right and left atrial activation patterns during single- and dual-site atrial pacing in patients with atrial fibrillation // The Am. J. Cardiol. 1998. Vol. 82, № 10. P. 1197–1204.

Поступила в редакцию 11.04.2017
Получена после доработки 06.10.2017

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RIGHT ATRIUM AND INTERATRIAL BUNDLE: CLINICAL SIGNIFICANCE

D. A. Starchik¹, M. V. Didenko², G. S. Pasenov², S. V. Aisayeva², V. A. Ivanov¹, G. G. Khubulava²

Objective — to study the morphometric characteristics of the right atrium (RA) and the interatrial (Bachmann) bundle (IAB) of the of the human heart in adults, with the purpose of installation of endocardial electrodes.

Material and methods. Heart samples from 84 males and females of mature and old age who died from noncardiac pathology were obtained at autopsy and were examined using cardiometric methods, corrosion casting and plastination techniques.

Results. Average IAB thickness was 5.1 ± 0.7 mm, and average width — 15.3 ± 3.1 mm.

RA inferior-superior size was equal to 49.3 ± 2.6 mm, transversal size — to 40.6 ± 2.5 mm.

The distance from the lateral margin of the ostium of the superior vena cava (SVC) to the top of the RA appendage (58.8 ± 4.7 mm) was larger than the distance from SVC ostium to the IAB region (25.1 ± 2.8 mm). The distance from the IAB to the compact part of the atrioventricular node (AVN) was, on the average, 17.9 mm shorter than the distance from the RA appendage to the AVN.

Conclusion. During cardiac stimulation from IAB region, electric impulse will reach AVN quicker than that from the RA appendage, while implantation of an atrial lead into the IAB region is preferable from anatomical and electrophysiological points. It is shown that for positioning of a lead into IAB region, the stylet with a curvature of smaller diameter is required.

Key words: *right atrium, interatrial (Bachmann) bundle, morphometric parameters, cardiac pacing*

¹ Department of Clinical Anatomy, I. P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, 6–8, L'va Tolstogo St., St. Petersburg, 197022; ² First Department and Clinic of Surgery, S. M. Kirov Military Medical Academy, 6, Akad. Lebedeva St., St. Petersburg 194044