

## АНАТОМИЯ ГИПОМУСКУЛЯРНЫХ И БЕЗМЫШЕЧНЫХ УЧАСТКОВ В ЗОНЕ УСТЬЯ ЛЕВОГО УШКА СЕРДЦА

А.А. ГАПОНОВ, А.А. ЯКИМОВ

*Уральский государственный медицинский университет,  
ул. Репина, д.3, г. Екатеринбург, 620028, Россия, e-mail: gagaponov@gmail.com*

**Аннотация. Цель исследования:** дать топографическую и структурную характеристику гипомускулярным и безмышечным участкам стенки левого предсердия, расположенным в пределах зоны устья его ушка. **Материалы и методы исследования.** Исследовано 65 фиксированных в формалине условно-нормальных анатомических препаратов сердца взрослого человека. Для описания гипомускулярных и безмышечных участков, которые были видны в проходящем свете как просвечивающие зоны, к околоушковой зоне применили принцип условного циферблата и разделили её на 4 сектора. **Результаты и их обсуждение.** В зависимости от количества секторов, занятых просвечивающими зонами, выделили односекторные, двухсекторные, трёхсекторные и четырёхсекторные типы анатомии околоушковой зоны. Преобладали трёхсекторный (53,1%) и двухсекторный (35,9%) типы. При трёхсекторном типе просвечивающие зоны в 79,1% случаев находились в правом, левом и нижнем секторах. При двухсекторном типе просвечивающие зоны чаще встречались в левом и нижнем либо в левом и правом секторах. Независимо от типа в 92% сердец просвечивающие зоны имелись слева от устья ушка. В 70,2% в просвечивающих зонах были видны крупные, толстые пучки, формировавшие на внутренней поверхности этих участков валики, направленные преимущественно вертикально и похожие на гребенчатые мышцы. Второй вариант, при котором пучки были слабо выраженными, плоскими, а рельеф эндокарда над ними был гладким, встречался в 29,8% случаев. **Заключение.** Безмышечные и гипомускулярные участки, прозрачные или полупрозрачные в проходящем свете, характерны для передней стенки левого предсердия вблизи устья ушка. По отношению к устью ушка эти участки могут располагаться с любой стороны, но чаще всего слева. Левосторонние и расположенные на 1 часе условного циферблата просвечивающие зоны лежат на потенциальных линиях абляции, что позволяет рассматривать их как зоны особого операционного риска.

**Ключевые слова:** анатомия человека, сердце, предсердия, миокард.

## ANATOMY OF HYPOMUSCULAR AND NON-MUSCULAR SITES IN THE AREA OF THE LEFT EAR OF THE HEART

A.A. GAPONOV, A.A. YAKIMOV

*Ural State Medical University, Repin Str., 3, Yekaterinburg, 620028, Russia,  
e-mail: gagaponov@gmail.com*

**Abstract. The research purpose** is to give a topographic and structural characteristic of the poor-muscular and muscleless areas of the left atrial wall adjacent to the atrial appendage orifice. **Materials and methods.** In transmitted light, we studied the poor-muscular and muscleless translucent areas in 65 formaldehyde-fixed normal specimens of adult human heart. In order to classify, we divided the periappendage zone into four sectors according the principle of a conventional dial. **Results.** We identified one-sector, two-sector, three-sector, and four-sector types of periappendage zone. Three-sector (53.1%) and two-sector (35.9%) types were common. In three-sector type, translucent zones in 79.1% occupied the right, left and lower sectors. In two-sector type, translucent zones predominated in the left and lower or in the left and right sectors. In any type, 92% of hearts showed translucent zones at the left of the atrial appendage orifice. In 70.2% of translucent areas, we described thick muscular bundles which appeared to be as prominent ridges in the inner atrial surface, ran downward along blood flow and seemed to be pectinate muscles. In another specimens (29.8%), the bundles were weak, flat, and the endocardial relief was smooth. **Conclusions.** Poor-muscular and muscleless areas, clear or semitransparent in transmitted light, are common for anterior wall of the left atrium adjacent to the atrial appendage orifice. The areas can be located on either side, predominantly on the left. Left-sided zones and those located at 1 o'clock lie on potential ablation lines, which allows us to consider them as zones of particular surgical risk.

**Keywords:** human anatomy, heart, atria, myocardium

**Введение.** Стенка левого предсердия (ЛП) по традиционным представлениям состоит из двух слоёв миокарда. В то же время в литературе имеются данные о конкретных мышечных пучках левого и пра-

вого предсердий [5, 8, 10]. В ряде работ [4, 7, 12] установили, что толщина разных стенок ЛП неодинакова, но эти исследователи не ставили перед собой задачу выявить различия в толщине между различными отделами передней стенки ЛП. В передней стенке предсердий описан тонкий безмышечный участок, который получил название надклапанной пластинки (*McAlpine W.A.*, 1975, цит. по [1]). Безмышечные и гипомускулярные участки обнаружены в нижних участках передних стенок обоих предсердий в местах примыкания этих участков к межпредсердной перегородке [3], что согласуется с данными [1]. В литературе есть сообщения о безмышечных участках в ушках [2, 3], но нет информации о том, существуют ли такие участки в стенке ЛП, ограниченной устьями левых лёгочных вен, *ушка левого предсердия* (УЛП) и левым предсердно-желудочковым отверстием. Участок стенки между левой нижней лёгочной веной и этим отверстием называют перешейком левого предсердия [4] или, чаще, митральным перешейком [9, 12], участок стенки от устья УЛП до левого предсердно-желудочкового отверстия в зарубежной литературе известен как перешеек УЛП (*left atrial appendage isthmus*) [9]. Знание анатомических особенностей этих участков крайне важно в интервенционной кардиологии и кардиохирургии, например, при эндоваскулярных внутривидеоскопических манипуляциях и митральной аннулопластике. Известно, что от 2,5 до 5% операций по клипированию и установке окклюдеров в устье ушка осложняются перфорацией стенки ЛП и гемоперикардом. Данные о распределении пучков миокарда необходимы при планировании ритм-конвертирующих операций типа «Лабиринт III» и применении различных видов радиочастотной абляции со стороны эндокардиальной поверхности. В то же время анатомии человека как фундаментальной медико-биологической науке необходимы сведения о строении стенок камер сердца для понимания закономерностей и особенностей их структурной организации.

**Цель исследования** – дать топографическую и структурную характеристику гипомускулярным и безмышечным участкам стенки ЛП в пределах зоны устья УЛП.

**Материалы и методы исследования.** Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (протокол № 8 от 20 ноября 2020 года). Препараты были получены от людей зрелого, пожилого и старческого возраста. Дизайн исследования – поперечное обсервационное.

**Критерии включения:** 1) смерть от «несердечного» заболевания, 2) типичное левостороннее положение сердца, 3) внешне обычно сформированное сердце, 4) масса сердца 250-420 г.

**Критерии ограничения:** 1) пороки сердца, 2) операции на сердце, 3) морфологические признаки осложнений ишемической болезни сердца.



Рис. 1. Зона устья ушка левого предсердия

Препараты ( $n=65$ ) фиксировали погружением в 10% раствор формалина так, чтобы ЛП было полностью заполнено фиксирующим раствором. Для изучения гипомускулярных зон срезали крышу ЛП вместе с лёгочными венами. Зону вокруг устья УЛП рассматривали в затемнённом помещении в проходящем свете со стороны межпредсердной перегородки, источник света (световод эндоскопической трубки RZ-405-DEISY-uro-PAL) располагали снаружи от ЛП в 2-3 см от изучаемой зоны. Обращали внимание на количество, локализацию и структуру гипомускулярных и безмышечных участков, которые были видны в проходящем свете как *просвечивающие зоны* (ПЗ), для описания локализации этих зон примени-

ли принцип «условного циферблата». Центр «циферблата» совпадал с центром устья УЛП, 6 часов находились на точке устья, наиболее близкой к левому предсердно-желудочковому отверстию, 9 часов - на точке устья, которая занимала крайнее левое положение. В целях исследования вышеуказанную зону разделили на четыре условных сектора: правый сектор от 1 часа до 5 часов, нижний сектор от 5 до 7 часов, левый сектор от 7 до 10 часов и верхний сектор от 10 до 1 часа (рис. 1). Статистическую обработку результатов выполняли в программе *Statistica 13.0 (StatSoft Inc, USA)*. Статистическую значимость различия долей оценивали двусторонним *t*-тестом (в программной опции «Базовая статистика»). Для оценки вероятности нахождения ПЗ в четырёх предложенных секторах вычисляли непараметрический критерий согласия  $\chi$ -квадрат Пирсона, различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Гипомускулярные и безмышечные участки вокруг устья УЛП имелись в 98,5% случаев (64 из 65 препаратов). Общее количество ПЗ на 64 препаратах составило 153. В зависимости от того, в каком количестве секторов имелись ПЗ, препараты были разделены на следующие типы: односекторные, двухсекторные, трёхсекторные и четырёхсекторные. На 34 препаратах (53,1%) был отмечен трёхсекторный тип анатомии околоушковой зоны, на 23 препаратах (35,9%) был выявлен двухсекторный тип, пять препаратов относились к четырёхсекторным и три к односекторным. Положение ПЗ одновременно в каждом секторе было достаточно разнообразно, поэтому в пределах каждого типа были выделены наиболее предпочтительные варианты положения ПЗ (рис. 2). При трёхсекторном типе, преобладавшем среди изученных препаратов, наиболее часто ПЗ находились в правом, левом и нижнем секторах (27 из 34; 79,4%). Остальные варианты при данном типе встречались не более чем в 4% случаев. Среди препаратов, на которых ПЗ занимали два сектора, практически с одинаковой частотой были отмечены два варианта. При одном варианте ПЗ находились как в левом, так и в нижнем секторах (11 из 23), при другом – в левом и правом секторах (10 из 23). В единичных случаях были отмечены варианты, когда на одном и том же препарате ПЗ встречались в нижнем и правом секторах, а также в верхнем и нижнем секторах. При изучении препаратов односекторного типа ПЗ находилась в левом, правом либо нижнем секторе, причём все эти варианты были единичными. При сопоставлении по частоте встречаемости было выявлено, что ПЗ в 92% случаев ( $n=60$ ) локализовались в левом секторе, что значимо превышало частоту других локализаций ( $\chi^2=87,34$ ,  $p < 0,05$ ). В 75% случаев (48 из 64) ПЗ находились в правом секторе, с той же частотой имелись в нижнем секторе. Реже всего ПЗ были отмечены в верхнем секторе (18%,  $n=12$ ).

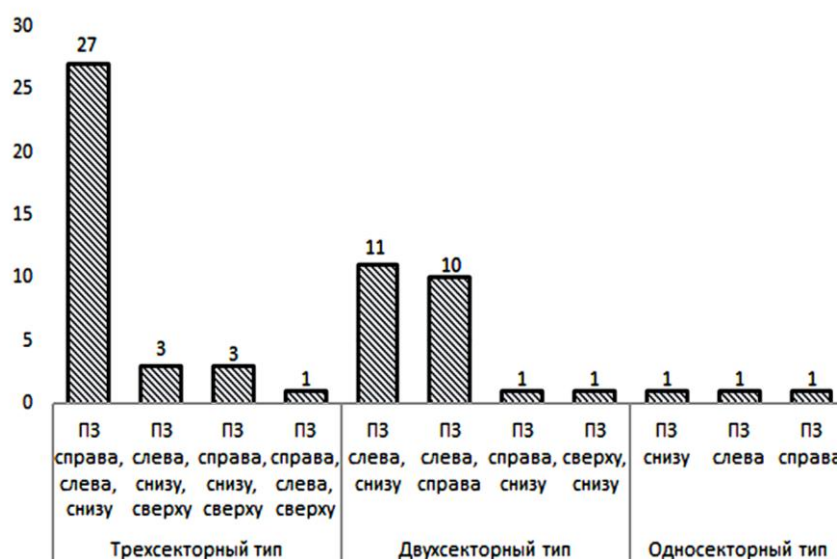


Рис. 2. Типы и варианты положения просвечивающих зон

В ходе исследования околоушковой зоны было обращено внимание на то, что одни ПЗ пропускали свет равномерно (39%, 60 из 153 ПЗ), другие – неравномерно (61%, 93 из 153) ( $n = 93$  из 153; 61%). При сравнении долей двусторонним *t*-тестом уровень значимости был близок к 0,05 ( $p=0,0078$ ). Неравномерная прозрачность некоторых ПЗ была обусловлена пучками, которые проникали в эти участки из соседнего миокарда и в проходящем свете были видны как полоски затемнения. На этапе осмотра стенок ЛП в смешанном (падающем и проходящем) свете было отмечено, что выраженность указанных пучков в ряде случаев отражалась на внутреннем рельефе стенки изучаемой зоны. Среди ПЗ, содержащих пучки, в зависимости от внутреннего рельефа были выделены два варианта строения. Первый вариант (70,2%; 33 из 47) характеризовался тем, что крупные, толстые пучки ПЗ формировали на внутренней поверхности

этих участков валики, напоминая гребенчатые мышцы ушек сердца. Направление валиков было преимущественно вертикальным, что совпадало с направлением кровотока из ЛП в левый желудочек. Второй вариант, при котором пучки были слабо выраженными, плоскими, а рельеф эндокарда над ними был гладким, встречался реже (29,8%; 14 из 47; различия долей значимы при  $p < 0,001$ ). Такие ПЗ преимущественно локализовались в левом секторе (80% от всех участков данного вида). На 13 ПЗ в проходящем свете отмечали рассеянную исчерченность, свойственную для волокон миокардиальных пучков. В большинстве случаев (61%, 93 из 153) участки напоминали точку или пятно без чётких границ и чаще всего встречались в правом и нижнем секторах (81% от всех участков данного вида). При этом, в правом секторе данный вид ПЗ в 75% случаев (27 из 36) располагался в районе 1 часа условного циферблата.

Настоящим исследованием установлено, что передняя стенка ЛП, окружающая устье УЛП, почти всегда имеет ПЗ, причём эти ПЗ различаются по выраженности пучков миокарда. В обзорах [8, 12] и фундаментальных монографиях [1] отсутствуют сведения о ПЗ околоушковой зоны. На наш взгляд, это объясняется тем, что стенка ЛП как объект анатомических исследований стала привлекать к себе внимание лишь недавно в связи с развитием интервенционной кардиологии. Кроме того, метод просвечивания для изучения этой стенки, насколько нам известно, не применяли. *Y. Cho et al.* (2012) в пределах митрального перешейка выделили три потенциальные линии абляции, сравнили морфометрические характеристики стенок ЛП в проекции этих линий у пациентов с пароксизмальной фибрилляцией предсердий и без неё и, в частности, показали различия толщины миокарда в пределах каждой линии [6]. Однако секционная часть исследования была выполнена лишь на 10 препаратах, что ставит под сомнение достоверность выводов этой части работы. *A.E. Becker* (2004), изучавший на макроанатомических срезах область митрального перешейка, которая в нашей терминологии соответствует левому сектору, в 5 случаях из 20 выявил безмышечные участки протяжённостью от 2,2 мм до 5,1 мм и подтвердил их существование гистологически [4]. *J.A. Cabrera et al.* (2008) морфометрическим методом изучили левый латеральный гребень ЛП, расположенный в пределах митрального перешейка, но не обратили внимание на близкие к нему ПЗ в левом секторе [5]. Между тем, по нашим данным, ПЗ достаточно часто находятся между этим гребнем и устьем УЛП. Согласно полученным результатам, в 75% случаев ПЗ находилась в нижнем секторе. *M.K. Holda et al.* (2018) на 200 анатомических срезах изучили этот участок и установили, что его толщина уменьшалась от  $2,4 \pm 0,7$  мм сразу под устьем УЛП до  $1,8 \pm 0,6$  мм тотчас над митральным отверстием [9]. К сожалению, авторы не изучили гистотопографию этой зоны и не уточнили вклад разных тканей в формирование этих значений. Кроме того, средняя масса сердца в работе [9] составила  $434 \pm 95$  г, что не позволяет считать результаты, полученные на таком материале, анатомическими референсными значениями. В недавней работе *J.J. Silbiger* и *R. Bazaz* (2020) методом препарирования показано существование маленького безмышечного участка в бифуркации переднего межпредсердного пучка (пучка Бахмана) [11], что согласуется с нашими данными. Настоящим исследованием установлено, что эта небольшая ПЗ на 1 часе «условного циферблата» была одним из мест типичной локализации ПЗ. Она всегда была ограничена правым краем УЛП и разветвлениями пучка Бахмана и часто находилась на «передне-медиальной линии» абляции, проходившей от правой верхней лёгочной вены до 10 ч. условного циферблата митрального клапана [6].

**Заключение.** Существование безмышечных и гипомускулярных участков, прозрачных или полупрозрачных в проходящем свете, можно считать характерным для передней стенки левого предсердия, примыкающей к устью ушка. По внешнему строению эти участки можно разделить на содержащие гребенчатые мышцы и не содержащие их. По отношению к устью ушка левого предсердия эти участки могут располагаться с любой стороны, чаще всего – слева. Безмышечные и гипомускулярные участки данной локализации, а также расположенные на 1 часе условного циферблата, лежат на потенциальных линиях абляции, что позволяет рассматривать их как зоны особого операционного риска.

### Литература

1. Бокерия Л.А., Беришвили И.И. Хирургическая анатомия сердца. Т.1. Нормальное сердце и физиология кровообращения. М.: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006.
2. Филиппова Е.С. Гистотопография ушек сердца плода человека на 15-28 неделе развития // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2011. № 3. С. 51–54.
3. Якимов А.А., Дмитриева Е.Г., Федосеев П.В. Архитектоника миокарда предсердий взрослого человека: предварительное сообщение. Международная научно-практическая конференция “Бородинские чтения”, посв. 90-летию акад. РАН Ю.И. Бородина, 22 марта 2019. Новосибирск: НПЦ НГМУ, 2019. С. 379–384.
4. Becker A.E. Left atrial isthmus: Anatomic aspects relevant for linear catheter ablation procedures in humans // J Cardiovasc Electrophysiol. 2004. Vol. 15, №7. P. 809–812. DOI: 10.1046/j.1540-8167.2004.03651.x.
5. Cabrera J.A., Ho S.Y., Climent V., Sánchez-Quintana D. The architecture of the left lateral atrial wall: a particular anatomic region with implications for ablation of atrial fibrillation // Eur Heart J. 2008. Vol. 29, №3. P. 356–362. DOI: 10.1093/eurheartj/ehm606.
6. Cho Y., Lee W., Park E.-A., Oh I.-Y., Choi E.-K., Seo J.-W., Oh S. The anatomical characteristics of three different endocardial lines in the left atrium: evaluation by computed tomography prior to mitral isthmus block attempt // Europace. 2012. Vol. 14. №8. P. 1104–1111. DOI:10.1093/europace/eus051.

7. Hall B., Jeevanantham V., Simon R., Filippone J., Vorobiof G., Daubert J. Variation in left atrial transmural wall thickness at sites commonly targeted for ablation of atrial fibrillation // *J Interv Card Electrophysiol.* 2006. Vol. 17, №2. P. 127–132. DOI: 10.1007/s10840-006-9052-2.

8. Ho S.Y., Sánchez Quintana D. The importance of atrial structure and fibers // *Clin Anat.* 2009. Vol. 22, №1. P. 52–63. DOI:10.1002/ca.20634.

9. Hołda M.K., Hołda J., Strona M., Koziej M., Klimek-Piotrowska W. Blood vessels and myocardial thickness within the left atrial appendage isthmus line // *Clin Anat.* 2018. Vol. 31, №7. P. 1024–1030. DOI: 10.1002/ca.23242.

10. Kozłowski D., Kamiński R., Piwko G., Gawrysiak M., Owerczuk A., Piszczatowska G., Budrejko S., Kozłowska M., Duda B., Grzybiak M. Preliminary study of external interatrial muscle fascicles // *Folia Morphol (Warsz).* 2002. Vol. 61, №2. P. 97–101.

11. Silbiger J.J., Bazaz R. The anatomic substrate of mitral annular contraction // *Int. J. Cardiol.* 2020. Vol. 306, №4. P. 158–161. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.11.129.

12. Whiteman S., Saker E., Courant V., Salandy S., Gielecki J., Zurada A., Loukas M. An anatomical review of the left atrium // *Translational Research in Anatomy.* 2019. Vol. 17. P. 100052. DOI: 10.1016/j.tria.2019.100052.

### References

1. Bokeriya LA, Berishvili II. Hirurgicheskaja anatomija serdca. T.1. Normal'noe serdce i fiziologija krovoobrashhenija [Surgical anatomy of the heart. Vol. 1. Normal heart and physiology of haemodynamics]. Moscow: Bakulev Scientific Centre of Cardiovascular Surgery; 2006. Russian.

2. Filippova ES. Gistotopografija ushek serdca ploda cheloveka na 15-28 nedele razvitiya [The hystotopography of the atrial appendages in fetuses at 15-28 weeks of gestation] *Journal of Ural Medical Academic Science.* 2011; 3 (36):51-4. Russian.

3. Iakimov AA, Dmitrieva EG, Fedoseev PV. Arhitektonika miokarda predserdij vzroslogo cheloveka: predvaritel'noe soobshhenie [Architecture of the atrial myocardium in human adults: preliminary report] *Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Borodinskie chtenija"*, posv. 90-letiju akad. RAN Ju.I. Borodina, 22 Marta 2019. Novosibirsk: NGMU; 2019. Russian.

4. Becker AE. Left atrial isthmus: Anatomic aspects relevant for linear catheter ablation procedures in humans. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2004; 15(7):809-12. DOI: 10.1046/j.1540-8167.2004.03651.x.

5. Cabrera JA, Ho SY, Climent V, Sánchez-Quintana D. The architecture of the left lateral atrial wall: a particular anatomic region with implications for ablation of atrial fibrillation. *Eur Heart J.* 2008; 29(3):356-62. DOI: 10.1093/eurheartj/ehm606.

6. Cho Y, Lee W, Park E-A, Oh I-Y, Choi E-K, Seo J-W, Oh S. The anatomical characteristics of three different endocardial lines in the left atrium: evaluation by computed tomography prior to mitral isthmus block attempt. *Europace.* 2012;14 (8):1104-11. DOI:10.1093/europace/eus051.

7. Hall B, Jeevanantham V, Simon R, Filippone J, Vorobiof G, Daubert J. Variation in left atrial transmural wall thickness at sites commonly targeted for ablation of atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol.* 2006; 17(2):127-32. DOI 10.1007/s10840-006-9052-2.

8. Ho SY, Sánchez-Quintana D. The importance of atrial structure and fibers. *Clin Anat.* 2009; 22(1):52-63. DOI:10.1002/ca.20634.

9. Hołda MK, Hołda J, Strona M, Koziej M, Klimek-Piotrowska W. Blood vessels and myocardial thickness within the left atrial appendage isthmus line. *Clin Anat.* 2018;31(7):1024-30. DOI: 10.1002/ca.23242.

10. Kozłowski D., Kamiński R., Piwko G., Gawrysiak M., Owerczuk A., Piszczatowska G, Budrejko S, Kozłowska M, Duda B, Grzybiak M. Preliminary study of external interatrial muscle fascicles. *Folia Morphol (Warsz).* 2002; 61(2):97-101.

11. Silbiger JJ, Bazaz R. The anatomic substrate of mitral annular contraction. *Int J Cardiol.* 2020; 306(4):158-61. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.11.129.

12. Whiteman S, Saker E, Courant V, Salandy S, Gielecki J, Zurada A, Loukas M. An anatomical review of the left atrium. *Translational Research in Anatomy.* 2019; 17:100052. DOI: 10.1016/j.tria.2019.100052.

### Библиографическая ссылка:

Гапонов А.А., Якимов А.А. Анатомия гипомускулярных и безмышечных участков в зоне устья левого ушка сердца // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №4. Публикация 3-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-3.pdf> (дата обращения: 21.07.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-3\*

### Bibliographic reference:

Gaponov AA, Yakimov AA. Anatomija gipomuskuljarnyh i bezmyshechnyh uchastkov v zone ust'ja levogo ushka serdca [Anatomy of hypomuscular and non-muscular sites in the area of the left ear of the heart]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2021 [cited 2021 July 21];4 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-3

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/e2021-4.pdf>