

УДК 611.231-072.1

doi: 10.21685/2072-3032-2023-4-17

Варианты морфологии и расположения карины бифуркации трахеи: данные бронхоскопии

М. Л. Штейнер

Самарская городская больница № 4, Самара, Россия
Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия
iishte@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Исследование посвящено изучению вариантов морфологии и расположения карины бифуркации трахеи, а также изучению отдельных вопросов их клинического значения. *Материалы и методы.* Проанализированы результаты 21792 первичные бронхоскопии (100,00 %) за период с 2006 по 2022 г. Изучались морфологические варианты кия бифуркации трахеи и варианты его положения. Для оценки клинической значимости варианта расположения карины изучалась возможность его взаимосвязи с локализацией инородных тел в правом или левом отделах трахеобронхиального дерева, а также с таким осложнением интубации трахеи, как интубация правого главного бронха. Для этого использовался критерий независимости хи-квадрат. *Результаты.* В большинстве случаев выявлен мембранозный вариант карины – 13313 наблюдений (61,090 %); второе место занимает хрящевой вариант – 7128 наблюдений (32,710 %); смешанный вариант карины обнаружен в 1351 наблюдении (6,200 %). Наиболее часто киль бифуркации имел левое парамедианное положение – в 11837 случаях (54,318 %); срединное положение выявлено в 8975 случаях (41,185 %); правое парамедианное положение отмечено в 980 наблюдениях (4,497 %). Зависимости аспирации инородного тела в правую или левую бронхиальную систему от положения кия бифуркации трахеи не выявлено. Выявленная взаимосвязь левого парамедианного положения кия бифуркации трахеи с интубацией правого главного бронха (как осложнения интубации трахеи) имеет статистически значимый характер. *Выводы.* Наиболее частым морфологическим вариантом строения кия бифуркации трахеи является мембранозный, а наиболее частым положением кия – левое парамедианное. При наличии интубации правого главного бронха увеличение удельного веса левого парамедианного положения в генеральной совокупности является статистически значимым. Связи между локализацией инородных тел трахеобронхиального дерева и вариантов положения кия бифуркации трахеи выявлено не было. Информацию о положении кия бифуркации трахеи надо отражать в протоколе эндоскопического исследования.

Ключевые слова: карина бифуркации трахеи, хрящевой вариант, мембранозный вариант, срединное положение, парамедианное положение

Для цитирования: Штейнер М. Л. Варианты морфологии и расположения карины бифуркации трахеи: данные бронхоскопии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2023. № 4 С. 169–177. doi: 10.21685/2072-3032-2023-4-17

Carina of trachea morphology and location variants: bronchoscopy data

M.L. Shteyner

Samara City Hospital № 4, Samara, Russia
Samara State Medical University, Samara, Russia
iishte@yandex.ru

Abstract. *Background.* The study is devoted to the carina of trachea morphology and location variants and the specific aspects of their clinical significance. *Materials and methods.* The results of 21792 primary bronchoscopies (100.00%) from 2006 to 2022 were analyzed. Carina of trachea morphology and location variants were studied. The potential relationship with the foreign bodies' localization in the tracheobronchial tree as well as the intubation of the right main bronchus was evaluated to assess the clinical significance of the location variants. For this, the chi-square independence test was used. *Results.* In most cases, a membranous variant of the carina was detected – 13313 observations (61.090%); the second place is occupied by the cartilaginous variant – 7128 observations (32.710%); the mixed variant of the carina was found in 1351 observations (6.200%). Most often, carina had the left paramedian position - 11837 observations (54.318%); the median position was found in 8975 observations (41.185%); the right paramedian position was noted in 980 cases (4.497%). The dependence between foreign body location in the tracheobronchial tree and the carina position was not revealed. The identified relationship between the carina location and intubation of the right main bronchus (as a tracheal intubation complication) is statistically significant. *Conclusions.* The most frequent morphological carina structure variant is the membranous one, and the most frequent position of the carina is the left paramedian. Information about the carina location should be reflected in the protocol of endoscopy.

Keywords: karina tracheal bifurcation, cartilaginous variant, membranous variant, middle position, paramedian position

For citation: Shteyner M.L. Carina of trachea morphology and location variants: bronchoscopy data. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences.* 2023;(4):169–177. (In Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2023-4-17

Введение

В эндоскопической эндобронхиальной пропеедевтике большое внимание уделяется области бифуркации трахеи. Эта область является одним из ведущих анатомических ориентиров в процессе визуального эндобронхиального обследования; там сосредоточена самая мощная рефлексогенная зона в нижних дыхательных путях и вторая по мощности рефлексогенная зона (первая находится в области голосовых складок) [1–5].

Анатомические особенности этой анатомической области в целом хорошо изучены. В классической эндобронхиальной пропеедевтике киль бифуркации трахеи (карина), который расположен у места деления трахеи на правый и левый главные бронхи, рассматривается как один из базовых анатомических ориентиров [2, 3, 6, 7]. В киле бифуркации различают гребень, а также передний и задний треугольники. Слизистая оболочка в области переднего и заднего треугольников интенсивного красного цвета, причем слизистая заднего треугольника выглядит более темной.

Внешний вид гребня киля бифуркации имеет две морфологические формы: хрящевую или мембранозную. Описаны и варианты смешанного строения. В зависимости от морфологической основы гребень карины может быть тонким и заостренным (при мембранозном варианте) или же утолщенным (при хрящевом варианте). Визуально различают киль бифуркации нескольких видов: парусовидный, килевидный и седловидный (S-образный).

Первый имеет вид паруса, достаточно высоко выдающийся в пространство трахеи, истонченный. Считается, что он ассоциирован с астеническим телосложением, морфологически он является мембранозным. Килевидный вариант более короткий и плотный, отражает чаще всего нормостеническое телосложение. Седловидный вариант отличает характерную форму, широкий гребень и исключительно хрящевую основу [2, 3, 6–8].

При этом показано, что попытки привязать варианты строения и морфологию кия бифуркации трахеи к тем или иным конституциональным особенностям не носят характер статистической достоверности [9–11].

Достаточно хорошо описаны патологические процессы в области бифуркации трахеи, которые способны вызвать нарушения проходимости воздухопроводящих путей в целом, так как заинтересованными оказываются главные бронхи. Прежде всего это опухолевые процессы легких и средостения [12, 13]. При этом местоположение гребня трахеальной шпоры меняется в зависимости от объемных изменений долей легких или легких в целом, например при легочных резекциях различного объема или реконструктивных операциях [14, 15]. Вместе с тем практически не изучен вопрос о влиянии анатомических особенностей положения кия бифуркации на возникновение тех или иных клинических ситуаций, что позволяет рассматривать тематику настоящей работы как актуальную.

Целью исследования явилось изучение по итогам эндобронхиального осмотра вариантов морфологии бифуркации трахеи, их соотношения друг с другом, а также вариантов положения кия бифуркации. Кроме того, предпринята попытка найти взаимосвязь между отдельными клиническими ситуациями (в частности, возникающими при ведении реаниматологических пациентов) и вариантами положения кия бифуркации трахей.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное исследование вариантов морфологии и расположения карины бифуркации трахеи по материалам 21792 первичных лечебно-диагностических бронхоскопий (100,000 %), выполненных в эндоскопическом кабинете Самарской городской больницы № 4 за 17-летний период (с 2006 по 2022 г. включительно). При этом в двух пульмонологических отделениях было выполнено 14003 первичные лечебно-диагностические бронхоскопии (64,258 %), в неврологическом отделении – 483 бронхоскопии (2,217 %); в отделении ревматологии – 35 бронхоскопий (0,161 %). 1152 первичные лечебно-диагностические бронхоскопии (5,287 %) были выполнены во время функционирования коронавирусного госпиталя (с 17.05.2020 по 05.06.2022). 6119 первичных лечебно-диагностических бронхоскопий (28,080 %) было сделано в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) (в эти показатели вошли и данные по ОРИТ коронавирусного госпиталя). Из реанимационных пациентов в 1101 (5,053 %) случае бронхоскопия выполнялась у пациентов коронавирусного госпиталя.

Первичные лечебно-диагностические бронхоскопии выполнялись по общепринятым показаниям.

Из исследования исключались случаи центрального рака легкого и лимфомы средостения, при которых была непосредственно заинтересована карина бифуркации трахеи. Кроме того, из исследования были исключены

пациенты с выявленной патологией, которая способствует изменению положения кия бифуркации трахеи (оперированные легкие (лоб- или пульмонэктомии), ателектазы легкого или доли любого генеза (от внутрипросветных опухолей бронхов до инородных тел); объемный процесс в средостении).

Для изучения возможной связи между локализацией аспирированного инородного тела трахеобронхиального дерева (правая или левая бронхиальные системы) и положения карины бифуркации трахеи, а также связи между вариантами положения кия бифуркации и таким осложнением эндотрахеальной интубации, как интубация правого главного бронха, у исследуемого контингента пациентов использовался критерий независимости хи-квадрат [16]. Выбор именно этих двух клинических ситуаций объясняется предположением, что в данном случае положение кия бифуркации трахеи потенциально может влиять на локализацию этих остро развивающихся процессов в конкретной бронхиальной системе правого или левого легкого.

Бронхоскопия проводилась фибробронхоскопами BF-1TE60 (Olympus, Япония), FB-18RBS (Pentax, Япония), а также комбинированным бронхоскопом MAF-TE (Olympus, Япония), с помощью которого выполнялись эндобронхиальные фотографии.

Все бронхологические вмешательства проводились на фоне различных вариантов респираторной протекции.

2. Результаты и их обсуждение

Сводные результаты морфологического строения и вариантов положения кия бифуркации трахеи представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты морфологического строения и вариантов положения кия бифуркации трахеи

А. Морфологические варианты кия бифуркации трахеи		
Хрящевая*	Мембранозная**	Смешанная
7128 (32,710 %)	13313 (61,090 %)	1351 (6,200 %)
Б. Варианты расположения кия бифуркации трахеи		
Срединное положение	Левое парамедианное положение**	Правое парамедианное положение*
8975 (41,185 %)	11837 (54,318 %)	980 (4,497 %)
Общее количество наблюдений: 21792 (100,00 %)		

Примечание. *На рис. 1 представлен хрящевой вариант строения кия при его правом парамедианном положении; **На рис. 2 представлен мембранозный вариант строения кия при его левом парамедианном положении.

В число наблюдений вошло 34 случая выявления инородных тел трахеобронхиального дерева. Их локализация в различных отделах трахеобронхиального дерева, а также варианты положения кия бифуркации трахеи в этих случаях представлены в табл. 2.

Процентный состав вариантов расположения кия бифуркации трахеи оказался близок к таковому в общей группе обследованных пациентов. При использовании критерия независимости хи-квадрат статистически значимой связи локализации инородных тел трахеобронхиального дерева и варианта

расположения килья бифуркации трахеи не выявлено (статистика хи-квадрат равна 0,6656; значение p при этом равно 0,716911).



Рис. 1. Карина бифуркации трахеи. Хрящевой вариант. Имеется типичная для этого варианта закругленность килья; хорошо контурирован хрящевой каркас трахеи и крупных бронхов. Килья находится в правом парамедианном положении; незначительно прикрывает вход в правый главный бронх

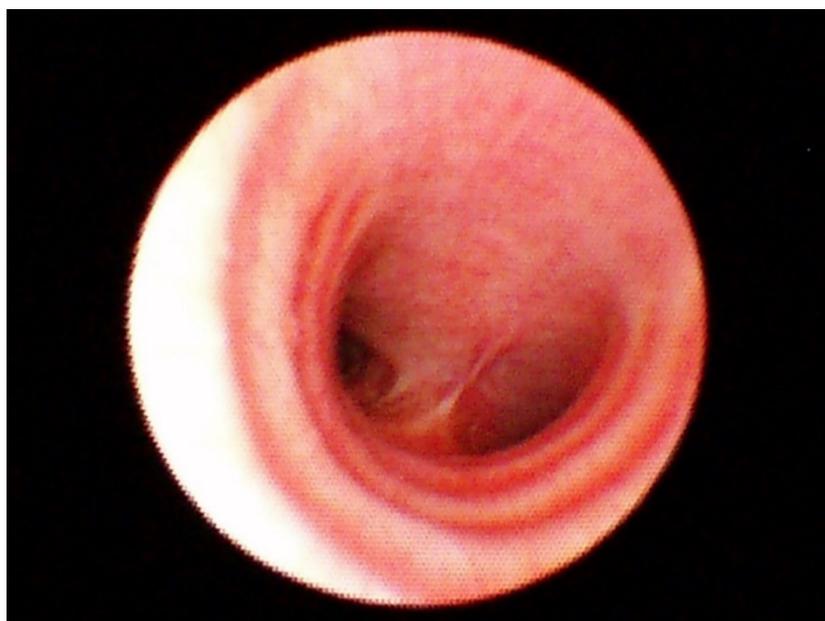


Рис. 2. Карина бифуркации трахеи. Мембранозный вариант. Карина истонченная, резко заострена и подчеркнута. В самом килье не просматривается хрящевой каркас. Левое парамедианное положение смещает килья в сторону левого главного бронха, несколько прикрывая вход в него

Таблица 2

Локализация инородных тел трахеобронхиального дерева и варианты положения кия бифуркации трахеи при их обнаружении*

Отделы трахеобронхиального дерева	Варианты расположения кия бифуркации трахеи		
	Срединное положение	Левое парамедианное положение	Правое парамедианное положение
Правые отделы трахеобронхиального дерева**	6 (17,647 %)	10 (29,412 %)	2 (5,883 %)
Общее количество эпизодов аспирации в правые отделы трахеобронхиального дерева: 18 (52,942 %)			
Левые отделы трахеобронхиального дерева***	4 (11,765 %)	11 (32,353 %)	1 (2,942 %)
Общее количество эпизодов аспирации в левые отделы трахеобронхиального дерева: 16 (47,058 %)			
Общее количество наблюдений: 34 (100,000 %)			

Примечание. *Проценты указаны отдельно для этого раздела исследования. **Среди правосторонних локализаций фигурировали главный бронх – 2 (5,883 %), промежуточный бронх – 6 (17,647 %), нижнедолевой бронх – 6 (17,647 %), среднедолевой бронх – 1 (2,942%), сегментарный бронх В₆ – 1 (2,942 %), сегментарный бронх В₉ – 2 (5,883 %). ***Среди левосторонних локализаций фигурировали верхнедолевой бронх – 2 (5,883 %), язычковый бронх – 1 (2,942 %), промежуточный бронх – 4 (11,765 %), сегментарный бронх В₆ – 2 (5,883 %), добавочный левый кардиальный бронх – 1 (2,942 %), нижнедолевой бронх – 4 (11,765 %), сегментарный бронх В₁₀ – 1 (2,942 %), сочетанная аспирация сегментарных бронхов В₉ и В₁₀ – 1 (2,942 %)

Среди интубированных пациентов по итогам проведения первичной лечебно-диагностической бронхоскопии интубация правого главного бронха как осложнение эндотрахеальной интубации выявлена в 126 эпизодах (0,579 %).

Частота того или иного варианта расположения кия бифуркации трахеи в этой подгруппе пациентов представлена в табл. 3.

Таблица 3

Распределение вариантов расположения кия бифуркации трахеи у пациентов с интубированным правым главным бронхом*

Общее количество пациентов с интубированным правым главным бронхом во время эндотрахеальной интубации	Варианты расположения кия бифуркации трахеи		
	Срединное положение	Левое парамедианное положение	Правое парамедианное положение
126 (100,00 %)	28 (22,223 %)	98 (77,778 %)	–

Примечание. *Проценты указаны отдельно для этого раздела исследования

В данной подгруппе пациентов процентное соотношение вариантов расположения кия бифуркации трахеи существенно отличается от соотношения вариантов в общей группе. Среди пациентов с интубированным правым главным бронхом отсутствует правое парамедианное положение кия

бифуркации трахеи. Заметно снижается в абсолютном положении количество эпизодов срединного положения кия и заметно увеличивается процент выявления левого парамедианного положения. Статистика хи-квадрата оказалась равной 28,1089; при этом $p < 0,00001$. Использование критерия независимости хи-квадрат показывает, что связь положения кия бифуркации и интубации правого главного бронха является статистически значимой ($p < 0,05$). Разумеется, это не позволяет исключить другие факторы риска, в частности различных углов отхождения правого и левого главного бронхов от трахеи, но то, что левое парамедианное положение кия бифуркации трахеи, прикрывая вход в левый главный бронх, как минимум предотвращает его интубацию, представляется очевидным.

Заключение

Наиболее частым морфологическим вариантом строения кия бифуркации трахеи является мембранозный, а наиболее частым положением кия – левое парамедианное.

При наличии интубации правого главного бронха (как осложнения интубации трахеи) увеличение удельного веса левого парамедианного положения в генеральной совокупности является статистически значимым.

Связи между локализацией инородных тел трахеобронхиального дерева и вариантов положения кия бифуркации трахеи выявлено не было.

Доказанная клиническая значимость варианта положения кия бифуркации трахеи указывает на необходимость обязательного отражения этой информации в протоколе эндоскопического исследования.

Список литературы

1. Алтыпармаков А. Бронхоскопия и бронхография : пер. с болг. М. : Медгиз, 1961. 127 с.
2. Лукомский Г. И., Шулутко М. Л., Виннер М. Г., Овчинников А. А. Бронхопульмонология. М. : Медицина, 1982. 399 с.
3. Oho K., Amemiya R. Practical Fiberoptic Bronchoscopy. 2nd ed. Tokyo : Igakyo-Shoin, 1984. 156 p.
4. Филиппов В. П., Черниченко Н. В. Бронхоскопия при заболеваниях легких : монография. М. : БИНОМ, 2014. 184 с.
5. Черниченко Н. В. Диагностическая бронхоскопия : в руководстве по респираторной медицине / под ред. А. Г. Чучалина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Литтера, 2017. Т. 1. С. 302–314.
6. Gonlugur U., Efeoglu T., Kaptanoglu M., Akkurt I. Major anatomical variations of the tracheobronchial tree: bronchoscopic observation // Anat. Sci. Int. 2005. Vol. 80 (2). P. 111–115.
7. Minnich D. J., Mathisen D. J. Anatomy of the trachea, carina, and bronchi // Thorac. Surg. Clin. 2007. Vol. 17 (4). P. 571–585.
8. Штейнер М. Л., Жестков А. В., Биктагиров Ю. И. [и др.]. Практические вопросы анатомии дыхательных путей в бронхоскопической практике : учеб. пособие. Самара : ООО «Вектор», 2019. 162 с.
9. Haskin P. H., Goodman L. R. Normal tracheal bifurcation angle: a reassessment // Amer. J. Roentgenol. 1982. Vol. 139 (5). P. 879–882.
10. Gonlugur U., Efeoglu T., Kaptanoglu M., Akkurt I. Major anatomical variations of the tracheobronchial tree: bronchoscopic observation // Anat. Sci. Int. 2005. Vol. 80 (2). P. 111–115.

11. Karabulut N. CT assessment of tracheal carinal angle and its determinants // *Brit. J. Radiol.* 2005. Vol. 78 (933). P. 787–790.
12. Котляров П. М. Виртуальная бронхоскопия в мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике опухолевых поражений трахеи // *Пульмонология*. 2016. Т. 26, № 3. С. 261–262.
13. Bouanzoul M. A. A voluminous tumour of the tracheal bifurcation // *Respirol. Case Rep.* 2022. Vol. 10 (8). P. e.1003.
14. Virk J. S., Zhang H., Nouraei R., Sandhu G. Prosthetic reconstruction of the trachea: a historical perspective // *World. J. Clin. Cases.* 2017. Vol. 5. P. 128–133.
15. Васюков М. Н. Топографо-анатомические изменения бифуркации трахеи после лобэктомии // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2018. Т. 11, № 4. С. 242–246.
16. Лагутин М. Б. Наглядная математическая статистика : учеб. пособие. М. : БИНОМ, Лаборатория базовых знаний, 2007. 352 с.

References

1. Altyparmakov A. *Bronkhoskopiya i bronkhografiya: per. s bolg. = Bronchoscopy and bronchography: translated from Bulgarian*. Moscow: Medgiz, 1961:127. (In Russ.)
2. Lukomskiy G.I., Shulutko M.L., Vinner M.G., Ovchinnikov A.A. *Bronhopul'monologiya = Bronchopulmonology*. Moscow: Meditsina, 1982:399. (In Russ.)
3. Oho K., Amemiya R. *Practical Fiberoptic Bronchoscopy*. 2nd ed. Tokyo: Igaky-Shoin, 1984:156.
4. Filippov V.P., Chernichenko N.V. *Bronkhoskopiya pri zabolevaniyakh legkikh: monografiya = Bronchoscopy for lung diseases: monograph*. Moscow: BINOM, 2014:184. (In Russ.)
5. Chernichenko N.V. *Diagnosticheskaya bronkhoskopiya: v rukovodstve po respiratornoy meditsine. 2-e izd., pererab. i dop. = Diagnostic bronchoscopy: in a guide to respiratory medicine. The 2nd edition, revised and supplemented*. Moscow: Littera, 2017;1:302–314. (In Russ.)
6. Gonlugur U., Efeoglu T., Kaptanoglu M., Akkurt I. Major anatomical variations of the tracheobronchial tree: bronchoscopic observation. *Anat. Sci. Int.* 2005;80(2):111–115.
7. Minnich D.J., Mathisen D.J. Anatomy of the trachea, carina, and bronchi. *Thorac. Surg. Clin.* 2007;17(4):571–585.
8. Shteyner M.L., Zhestkov A.V., Biktagirov Yu.I. et al. *Prakticheskie voprosy anatomii dykhatel'nykh putey v bronkhoskopicheskoy praktike: ucheb. posobie = Practical issues of the anatomy of the respiratory tract in bronchoscopic practice: textbook*. Samara: OOO «Vektor», 2019:162. (In Russ.)
9. Haskin P.H., Goodman L.R. Normal tracheal bifurcation angle: a reassessment. *Amer. J. Roentgenol.* 1982;139(5):879–882.
10. Gonlugur U., Efeoglu T., Kaptanoglu M., Akkurt I. Major anatomical variations of the tracheobronchial tree: bronchoscopic observation. *Anat. Sci. Int.* 2005;80(2):111–115.
11. Karabulut N. CT assessment of tracheal carinal angle and its determinants. *Brit. J. Radiol.* 2005;78(933):787–790.
12. Kotlyarov P.M. Virtual bronchoscopy in multislice computed tomography in the diagnosis of tumor lesions of the trachea. *Pul'monologiya = Pulmonology*. 2016;26(3):261–262. (In Russ.)
13. Bouanzoul M.A. A voluminous tumour of the tracheal bifurcation. *Respirol. Case Rep.* 2022;10(8):e.1003.
14. Virk J.S., Zhang H., Nouraei R., Sandhu G. Prosthetic reconstruction of the trachea: a historical perspective. *World. J. Clin. Cases.* 2017;5:128–133.
15. Vasyukov M.N. Topographic and anatomical changes in the tracheal bifurcation after lobectomy. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii = Bulletin of experimental and clinical surgery*. 2018;11(4):242–246. (In Russ.)

16. Lagutin M.B. *Naglyadnaya matematicheskaya statistika: ucheb. posobie = Visual mathematical statistics: textbook*. Moscow: BINOM, Laboratoriya bazovykh znaniy, 2007:352. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Михаил Львович Штейнер

доктор медицинских наук, доцент,
врач-эндоскопист эндоскопического
кабинета, Самарская городская
больница № 4 (Россия, г. Самара,
ул. Мичурина, 125); доцент кафедры
хирургии с курсом эндоскопии института
профессионального образования,
Самарский государственный
медицинский университет (г. Самара,
ул. Чапаевская, 89)

E-mail: iishte@yandex.ru

Mikhail L. Shteyner

Doctor of medical sciences, associate
professor, physician-endoscopist
of the endoscopic office, Samara City
Hospital № 4 (125 Mitchurina street,
Samara, Russia); associate professor
of the sub-department of surgery with
the course of endoscopy at the Institute
of Professional Education, Samara State
Medical University (89 Chapayevskaya
street, Samara, Russia)

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 29.03.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 25.05.2023

Принята к публикации / Accepted 04.10.2023