

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 611.839.1

DOI 10.34014/2227-1848-2025-2-103-109

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОННОГО ГЛОМУСА: НОВЫЙ ПОДХОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Е.С. Ганина, Ю.В. Григорьева, В.Д. Корнилов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Цель – создание и апробация способа выявления паренхимы сонного гломуса (СГ) для световой микроскопии с помощью ультрафиолетового излучения.

Материалы и методы. Исследовали 5 фрагментов бифуркации общей сонной артерии (ОСА), полученных во время выполнения каротидной эндартерэктомии пациентам пожилого и старческого возраста. После иссечения фрагмент помещали в 10 % раствор забуференного формалина. В течение 20 мин материал поступал в патологоанатомическое отделение, где его помещали под УФ-лампу с длиной волны 405 нм и крутящимся столиком внутри. В результате наблюдали ярко-зеленое свечение в области бифуркации ОСА. Светящийся участок иссекали при помощи скальпеля и пинцета, после чего на роторном микротоме проводили изготовление послойных гистологических препаратов толщиной 5 мкм по рутинной методике с окраской по Массону.

Результаты. Был разработан, апробирован и запатентован способ выявления паренхимы СГ для световой микроскопии с помощью ультрафиолетового излучения. Он позволил точно определить участки паренхимы СГ. На всех гистологических препаратах отчетливо определялась вся гистоструктура органа. При данной реакции наличие ярко-зеленого свечения видно невооруженным глазом, благодаря чему отпадает необходимость в применении увеличительных приборов.

Выводы. Новый подход может значительно упростить и ускорить процесс исследования СГ, а также улучшить качество получаемого для гистологического анализа материала.

Ключевые слова: сонный гломус, каротидный клубочек, хромофинные клетки, артериальная гипертензия.

Введение. Сонный гломус (СГ), также известный как каротидный клубочек, представляет собой специализированный хеморецептор, который расположен в области бифуркации общей сонной артерии (ОСА) [1]. Хеморецепторная активность СГ напрямую зависит от изменений парциального давления CO₂ и O₂, а также от уровня ионов H⁺ в среде: гиперкапния и ацидоз вызывают высвобождение ионов Ca²⁺ и генерацию потенциала действия [2]. СГ играет важную роль в регулировании дыхательных функций и деятельности сердечно-сосудистой системы, реагируя на колебания уровней кислорода и углекислого газа в

крови. С каждым годом исследование этого анатомического образования становится все более актуальным, особенно в контексте распространения заболеваний, возникающих в результате его дисфункции [3].

Одними из наиболее часто встречающихся патологических состояний, связанных с каротидным клубочком, являются синдром обструктивного апноэ во сне (СОАС) и артериальная гипертензия (АГ): в мире СОАС страдает почти 1 млрд человек [4], а более 31 % взрослого населения планеты имеют в анамнезе симптомы АГ [5]. Так как хемосенсорный рефлекс, берущий свое начало от СГ,

является основным регулятором дыхания и активности симпатической нервной системы [6], предполагается, что основной причиной резистентной к лечению гипертонии может быть наличие у пациента СОАС [7]. У детей же синдром обструктивного апноэ может негативно сказаться на их развитии и когнитивных функциях, что подчеркивает важность его ранней диагностики и лечения [8].

Кроме того, СГ может играть роль в развитии таких заболеваний, как диабет и метаболический синдром. У людей с этими состояниями часто отмечаются изменения в чувствительности хеморецепторов, что может повлиять на нормальную регуляцию дыхательных функций и гемодинамики: острая гипогликемия усиливает реакцию СГ на гипоксию, а современные исследования также указывают на то, что СГ могут воспринимать инсулин напрямую, независимо от его воздействия на глюкозу, что связывает каротидные клубочки с патофизиологическими последствиями метаболического синдрома [9].

Актуальность исследования строения СГ в значительной степени обусловлена высокой частотой возникновения опухолей этой структуры, таких как каротидная хемодектома. Эти опухоли составляют около 65 % от общего числа параганглиом области головы и шеи, что подчеркивает важность морфологических и патоморфологических исследований, ведущихся в данном направлении [10, 11].

Изучение морфологии СГ также имеет значение для понимания возрастных особенностей структуры, их влияния на здоровье. И хотя количество публикаций, посвященных строению СГ у детей, ограничено, все же некоторые обнаруженные в разных возрастных категориях отличия очевидны. Например, зафиксированы изменения в соотношении «строма/паренхима» [12], которые могут оказывать влияние на функцию органа. Понимание этих особенностей поможет в будущем разработать более специфические методы диагностики и лечения пациентов разных возрастных категорий.

Кроме того, необходимо отметить, что повышение уровня визуализации, точности диагностики и эффективности лечения опухолей

гломуса остаются актуальными задачами, которые до сих пор не полностью решены в практике онкологов и неврологов. В связи с этим разработка новых методов и технологий верификации опухолей является важным шагом на пути к улучшению качества медицинской помощи пациентам [13, 14].

Разработка нового способа забора СГ для гистологического исследования становится актуальной задачей в свете описанной выше связи данной структуры с различными заболеваниями. Существующий метод был описан еще в 1982 г. [15]. Он не всегда показывает свою эффективность в работе с материалом взрослых пациентов, страдающих нарушениями липидного обмена или хронической АГ: плотность соединительнотканной капсулы органа и обилие жировой клетчатки могут серьезно влиять на результаты препарирования СГ и, как следствие, качество полученного гистологического препарата. Также метод сложен и не всегда реализуем при работе с материалом, полученным от детей. Свою роль здесь играет худшая макроскопическая визуализация: меньшие размеры бифуркации общей сонной артерии, самого органа, меньшее количество соединительной ткани вокруг него и почти отсутствующая собственная капсула. Все это может привести к некорректному забору материала для гистологического исследования или к повреждению паренхимы органа при проведении препарирования.

Цель исследования. Создание и апробация способа выявления паренхимы сонного гломуса для световой микроскопии с помощью ультрафиолетового излучения.

Задачи включали в себя изучение литературы, выдвижение рабочей гипотезы по забору оптимальной методики идентификации паренхимы сонного гломуса, апробация способа.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили 5 фрагментов бифуркации ОСА с наружной сонной артерией (НСА) и внутренней сонной артерией (ВСА), полученных во время выполнения каротидной эндартерэктомии (хирургического вмешательства, целью которого является удаление из сонных артерий атеросклеротических бляшек) пациентам

пожилого и старческого возраста. Операция проводилась в отделении сосудистой хирургии № 2 клиники ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. После иссечения фрагмент бифуркации ОСА помещали в 10 % раствор забуференного формалина. В течение 20 мин материал поступал в патологоанатомическое отделение, где и проводилось дальнейшее исследование. Далее выполнялась стандартная проводка через изопропиловый спирт возрастающей концентрации в гистологическом процессоре замкнутого типа с вакуумом Leica ASP 300. Заливали материал в парафин Histomix (Bio Optica). Затем на роторном микротоме изготавливали послойные гистологические препараты толщиной 5 мкм по рутинной методике с окраской по Массону.

Работа выполнялась в соответствии с действующим законодательством.

Результаты и обсуждение. Основой для создания нового способа выявления паренхимы сонного гломуса послужила работа А. Кohn [16]. Автор использовал для определения хромафинных клеток в мозговом веществе надпочечников соли хрома. С учетом наличия в сонном гломусе хромафинных гранул, содер-

жащих ряд катехоламинов [17], а также данных Shyue-Fang Hsu, Gerard P. Ahern, Meyer B. Jackson [18], изучавших секреторные клетки под ультрафиолетом, нами была выдвинута гипотеза о возможности применения УФ-излучения для идентификации паренхимы СГ.

Для подтверждения гипотезы операционный материал препарировали, убирая лишнюю соединительную и жировую ткань, не доходя до места бифуркации общей сонной артерии. Сами ОСА, ВСА и НСА промывали и сразу помещали на 30 мин в прозрачную стеклянную емкость с 10 % нейтральным формалином на фосфатном буфере. Затем в условиях патологоанатомического отделения клиники СамГМУ помещали под УФ-лампу с длиной волны 405 нм и крутящимся столиком внутри. В результате наблюдали ярко-зеленое свечение в области бифуркации ОСА. Светящийся участок иссекали при помощи скальпеля и пинцета, после чего изготавливали гистологический препарат по общепринятой методике.

Во всех гистологических препаратах отчетливо определялась вся гистоструктура сонного гломуса (рис. 1).

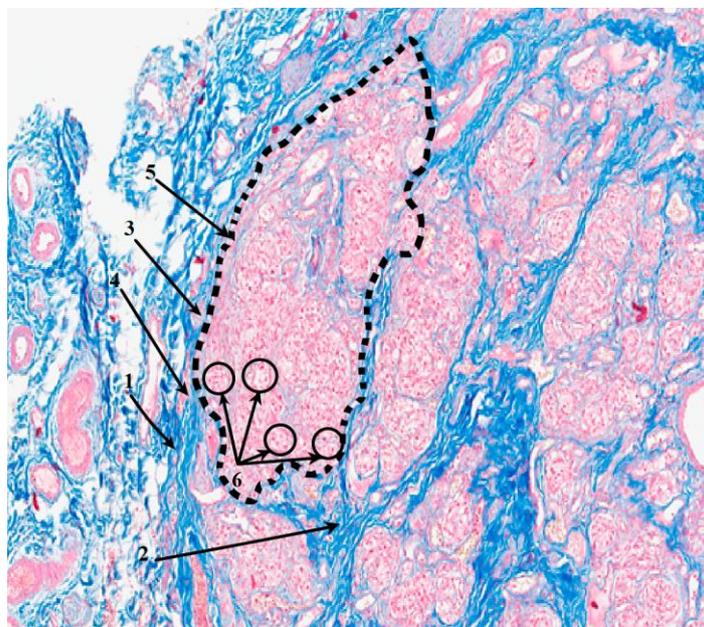


Рис. 1. Фрагмент сонного гломуса женщины 78 лет: 1 – собственная капсула органа; 2 – междольковая соединительная ткань; 3 – нервный пучок; 4 – сосуд; 5 – границы дольки СГ; 6 – гломерулы (окраска по Массону, $\times 10$)

Fig. 1. Carotid body, fragment, female, 78 years old: 1 – organ capsule; 2 – interlobular connective tissue; 3 – nerve bundle; 4 – vessel; 5 – borders of the CB lobule; 6 – glomeruli (Masson's trichrome stain, $\times 10$ magnification)

Данная методика впоследствии была запатентована [19]. Способ позволил точно определить участки паренхимы сонного гломуса. При данной реакции наличие ярко-зеленого свечения видно невооруженным глазом, благодаря чему отпадает необходимость применения увеличительных приборов. При этом способ прост в использовании и не требует высоких затрат на его реализацию. Получившиеся гистологические препараты подтвердили факт наличия паренхимы в срезах и, соответственно, эффективность данной методики.

Заключение. В результате проведенного исследования был разработан и апробирован способ выявления паренхимы сонного гломуса для световой микроскопии с помощью ультрафиолетового излучения. Новый подход может значительно упростить и ускорить про-

цесс исследования СГ, а также улучшить качество получаемого материала для гистологического анализа, что критично для диагностики опухолей и других заболеваний. Упрощение процедуры забора может стать важным шагом в диагностике и лечении заболеваний, связанных с каротидным гломусом, особенно в педиатрической практике.

СГ представляет собой многогранную тему для исследований в современной медицине и морфологии, открывающую новые горизонты для понимания патогенеза различных заболеваний и создания эффективных терапевтических подходов. С учетом критической роли СГ в регулировании жизненно важных функций организма исследование каротидного клубочка должно занимать центральное место как в клинической практике, так и в научных исследованиях.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Ганина Е.С., Григорьева Ю.В., Корнилов В.Д.

Литературный поиск, участие в исследовании, обработка материала: Ганина Е.С., Корнилов В.Д.

Написание и редактирование текста: Ганина Е.С., Григорьева Ю.В., Корнилов В.Д.

Литература

1. Heath D. The human carotid body. *Thorax*. 1983; 38 (8): 561–564. DOI: 10.1136/thx.38.8.561.
2. Бреслав И.С., Ноздрачев А.Д. Регуляция дыхания: висцеральная и поведенческая составляющие. *Успехи физиологических наук*. 2007; 38 (2): 26–45.
3. Conde S.V., Martins F.O., Sacramento J.F. Carotid body interoception in health and disease. *Auton Neurosci*. 2024; 255: 103207. DOI: 10.1016/j.autneu.2024.103207.
4. Benjafield A.V., Ayas N.T., Eastwood P.R. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *Lancet Respir. Med*. 2019; 7 (8): 687–698.
5. Mills K.T., Bundy J.D., Kelly T.N. Global disparities of hypertension prevalence and control: a systematic analysis of population-based studies from 90 countries. *Circulation*. 2016; 134 (6): 441–450. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912.
6. Semenza G.L., Prabhakar N.R. The role of hypoxia-inducible factors in carotid body (patho) physiology. *The Journal of Physiology*. 2018; 596 (15): 2977–2983. DOI: 10.1113/jp275696.
7. Wang A.Y. Sleep-disordered breathing and resistant hypertension. *Seminars in nephrology*. 2014; 34 (5): 520–531. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2014.08.006>.
8. Pávai Z., Tőro K., Keller E., Jung J. Morphometric investigation of carotid body in sudden infant death syndrome. *Rom J Morphol Embryol*. 2005; 46 (2): 93–97. DOI: 10.1007/s10517-020-04807-8.
9. Prabhakar N.R., Joyner M.J. Tasting arterial blood: what do the carotid chemoreceptors sense? *Frontiers in physiology*. 2015; 5, 524. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00524>.
10. Georgiadis G.S., Lazarides M.K., Tsalkidis A., Argyropoulou P., Giatromanolaki A. Carotid body tumor in a 13-year-old child: Case report and review of the literature. *J Vasc Surg*. 2008; 47 (4): 874–880. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.10.040.

11. *Fan D., Luster S., Eid I.G., Calvino A.S.* A multidisciplinary approach to carotid body tumors surgical management. *J Surg Case Rep.* 2020; 3: 1–4. DOI: 10.1093/jscr/rjaa030.
12. *Heath D.* Diseases of the human carotid body. London: Springer-Verlag; 1992: 7–43.
13. *Ikeda A., Shiga K., Katagiri K., Saito D., Miyaguchi J., Oikawa S., Tsuchida K., Asakage T., Ozawa H., Nibu K., Ohtsuki N., Fujimoto Y., Kaneko K.* Multi-institutional survey of carotid body tumors in Japan. *Oncol Lett.* 2018; 15 (4): 5318–5324. DOI: 10.3892/ol.2018.7925.
14. *Moore M.G., Netterville J.L., Mendenhall W.M., Isaacson B., Nussenbaum B.* Head and Neck Paragangliomas: An Update on Evaluation and Management. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016; 154 (4): 597–605. DOI: 10.1177/0194599815627667.
15. *Smith P., Jago R., Heath D.* Anatomical variation and quantitative histology of the normal and enlarged carotid body. *The Journal of Pathology.* 1982; 137 (4): 287–304. DOI: 10.1002/path.1711370404.
16. *Kohn A.* Das chromaffine Gewebe. *Ergebnisse Anat Entwickl.* 1902; 12: 253–348.
17. *Ortega-Sáenz P., López-Barneo J.* Physiology of the Carotid Body: From Molecules to Disease. *Annu Rev Physiol.* 2020; 82: 127–149. DOI: 10.1146/annurev-physiol-020518-114427.
18. *Shyue-Fang Hsu, Gerard P. Ahern, Meyer B. Jackson.* Ultra-violet light-induced changes in membrane properties in secretory cells. *Journal of Neuroscience Methods.* 1999; 90 (1): 67–79. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0270\(99\)00071-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0270(99)00071-0).
19. *Ганина Е.С., Корнилов В.Д., Григорьева Ю.В., Севрюкова В.Н., Кулакова О.В.* Патент РФ № 2817937 С1; 2024.

Поступила в редакцию 04.02.2025; принята 15.04.2025.

Авторский коллектив

Ганина Елена Сергеевна – ведущий специалист учебно-исследовательской лаборатории «Морфология», аспирант кафедры гистологии и эмбриологии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 443010, Россия, г. Самара, ул. Чапаевская, 89; e-mail: e.s.ganina@samsmu.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7704-9417>.

Григорьева Юлия Владимировна – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры гистологии и эмбриологии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 443010, Россия, г. Самара, ул. Чапаевская, 89; e-mail: yu.v.grigoreva@samsmu.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7228-1003>.

Корнилов Вадим Дмитриевич – кандидат медицинских наук, директор учебно-исследовательской лаборатории «Морфология», ассистент кафедры анатомии человека, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 443010, Россия, г. Самара, ул. Чапаевская, 89; e-mail: v.d.kornilov@samsmu.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3380-1958>.

Образец цитирования

Ганина Е.С., Григорьева Ю.В., Корнилов В.Д. Гистологическое исследование сонного гломуса: новый подход с использованием ультрафиолетового излучения. Ульяновский медико-биологический журнал. 2025; 2: 103–109. DOI: 10.34014/2227-1848-2025-2-103-109.

HISTOLOGICAL STUDY OF THE CAROTID BODY: A NEW ULTRAVIOLET RADIATION METHOD

E.S. Ganina, Yu.V. Grigor'eva, V.D. Kornilov

Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russia

The aim of the study is to create and test a method for identifying the carotid body (CB) parenchyma for light microscopy using ultraviolet radiation.

Materials and Methods. We studied 5 fragments of the common carotid artery (CCA) bifurcation obtained during carotid endarterectomy in elderly and senile patients. After excision, the fragment was placed in 10 % buffered formalin. Within 20 min, the material was delivered to the pathology department, where it was placed under a UV light box, 405 nm wavelength, with a rotating tray. As a result, a bright green glow was observed in the CCA bifurcation area. The luminous area was excised with a scalpel and tweezers. Then, layer-by-layer histologic specimen (5 µm thickness) were made on a rotary microtome (routine technique, Masson's trichrome stain).

Results. A method for detecting the CB parenchyma for light microscopy using ultraviolet radiation was developed, tested and patented. It allowed for precise determination of CB parenchyma areas. The entire organ histostructure was clearly determined on all histological specimen. This reaction makes the bright green glow visible to the naked eye, eliminating the need for magnifying devices.

Conclusions. The new approach can significantly simplify and speed up the process of SB examination, and improve the quality of histological materials.

Key words: carotid body, carotid glomerulus, chromophine cells, arterial hypertension.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Research concept and design: Ganina E.S., Grigor'eva Yu.V., Kornilov V.D.

Literature search, participation in the study, data processing: Ganina E.S., Kornilov V.D.

Text writing and editing of the text: Ganina E.S., Grigor'eva Yu.V., Kornilov V.D.

References

1. Heath D. The human carotid body. *Thorax*. 1983; 38 (8): 561–564. DOI: 10.1136/thx.38.8.561.
2. Breslav I.S., Nozdrachev A.D. Regulyatsiya dykhaniya: vistseral'naya i povedencheskaya sostavlyayushchie [Regulation of breath: Visceral and behavioral components]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*. 2007; 38 (2): 26–45 (in Russian).
3. Conde S.V., Martins F.O., Sacramento J.F. Carotid body interoception in health and disease. *Auton Neurosci*. 2024; 255: 103207. DOI: 10.1016/j.autneu.2024.103207.
4. Benjafield A.V., Ayas N.T., Eastwood P.R. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *Lancet Respir. Med*. 2019; 7 (8): 687–698.
5. Mills K.T., Bundy J.D., Kelly T.N. Global disparities of hypertension prevalence and control: a systematic analysis of population-based studies from 90 countries. *Circulation*. 2016; 134 (6): 441–450. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912.
6. Semenza G.L., Prabhakar N.R. The role of hypoxia-inducible factors in carotid body (patho) physiology. *The Journal of Physiology*. 2018; 596 (15): 2977–2983. DOI: 10.1113/jp275696.
7. Wang A.Y. Sleep-disordered breathing and resistant hypertension. *Seminars in nephrology*. 2014; 34 (5): 520–531. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2014.08.006>.
8. Pávai Z., Tőro K., Keller E., Jung J. Morphometric investigation of carotid body in sudden infant death syndrome. *Rom J Morphol Embryol*. 2005; 46 (2): 93–97. DOI: 10.1007/s10517-020-04807-8.
9. Prabhakar N.R., Joyner M.J. Tasting arterial blood: what do the carotid chemoreceptors sense? *Frontiers in physiology*. 2015; 5, 524. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00524>.
10. Georgiadis G.S., Lazarides M.K., Tsalkidis A., Argyropoulou P., Giatromanolaki A. Carotid body tumor in a 13-year-old child: Case report and review of the literature. *J Vasc Surg*. 2008; 47 (4): 874–880. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.10.040.
11. Fan D., Luster S., Eid I.G., Calvino A.S. A multidisciplinary approach to carotid body tumors surgical management. *J Surg Case Rep*. 2020; 3: 1–4. DOI: 10.1093/jscr/rjaa030.
12. Heath D. *Diseases of the human carotid body*. London: Springer-Verlag; 1992: 7–43.
13. Ikeda A., Shiga K., Katagiri K., Saito D., Miyaguchi J., Oikawa S., Tsuchida K., Asakage T., Ozawa H., Nibu K., Ohtsuki N., Fujimoto Y., Kaneko K. Multi-institutional survey of carotid body tumors in Japan. *Oncol Lett*. 2018; 15 (4): 5318–5324. DOI: 10.3892/ol.2018.7925.
14. Moore M.G., Nettekville J.L., Mendenhall W.M., Isaacson B., Nussenbaum B. Head and Neck Paragangliomas: An Update on Evaluation and Management. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016; 154 (4): 597–605. DOI: 10.1177/0194599815627667.

15. Smith P., Jago R., Heath D. Anatomical variation and quantitative histology of the normal and enlarged carotid body. *The Journal of Pathology*. 1982; 137 (4): 287–304. DOI: 10.1002/path.1711370404.
16. Kohn A. Das chromaffine Gewebe. *Ergebnisse Anat Entwickl*. 1902; 12: 253–348.
17. Ortega-Sáenz P., López-Barneo J. Physiology of the Carotid Body: From Molecules to Disease. *Annu Rev Physiol*. 2020; 82: 127–149. DOI: 10.1146/annurev-physiol-020518-114427.
18. Shyue-Fang Hsu, Gerard P. Ahern, Meyer B. Jackson. Ultra-violet light-induced changes in membrane properties in secretory cells. *Journal of Neuroscience Methods*. 1999; 90 (1): 67–79. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0270\(99\)00071-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0270(99)00071-0).
19. Ganina E.S., Kornilov V.D., Grigor'eva Yu.V., Sevryukova V.N., Kulakova O.V. *Patent RF № 2817937 C1*; 2024 (in Russian).

Received February 04, 2025; accepted April 15, 2025.

Information about the authors

Ganina Elena Sergeevna, Head Researcher, Educational and Research Laboratory “Morphology”, Postgraduate Student, Chair of Histology and Embryology, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 443010, Russia, Samara, Chapaevskaya St., 89; e-mail: e.s.ganina@samsmu.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7704-9417>.

Grigor'eva Yuliya Vladimirovna, Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Chair of Histology and Embryology, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 443010, Russia, Samara, Chapaevskaya St., 89; e-mail: yu.v.grigoreva@samsmu.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7228-1003>.

Kornilov Vadim Dmitrievich, Candidate of Sciences (Medicine), Director of the Educational and Research Laboratory “Morphology”, Teaching Assistant, Chair of Human Anatomy, Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 443010, Russia, Samara, Chapaevskaya St., 89; e-mail: v.d.kornilov@samsmu.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3380-1958>.

For citation

Ganina E.S., Grigor'eva Yu.V., Kornilov V.D. Gistologicheskoe issledovanie sonnogo glomusa: novyy podkhod s ispol'zovaniem ul'trafioletovogo izlucheniya [Histological study of the carotid body: A new ultraviolet radiation method]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskij zhurnal*. 2025; 2: 103–109. DOI: 10.34014/2227-1848-2025-2-103-109 (in Russian).