

<https://doi.org/10.52420/usmumb.10.1.e00137>

<https://elibrary.ru/LPPFHR>

Обзор

Эволюция представлений об этиологии и патогенезе кариозного процесса

Дмитрий Константинович Шуленин[✉],
Юрий Александрович Виноградов

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

✉ vmeda-nio@mil.ru

Аннотация. Работа представляет собой обзор эволюции взглядов на причины и механизмы развития кариеса зубов. Прослеживается путь от ранних представлений древних цивилизаций, связывающих кариес с общим состоянием организма, до современных научных теорий, подчеркивающих роль бактерий зубного налета и влияния диеты на возникновение и прогрессирование кариозного процесса. Особое внимание уделено ключевым теориям и концепциям, оказавшим наибольшее влияние на эволюцию взглядов стоматологического сообщества на патогенез кариеса, таким как химико-паразитарная теория Миллера, физико-химическая теория Энтина, биологическая теория Лукомского, теория Шарпенака о недостатке белков в эмали, протеолиз-хелационная теория Шатца и Мартина, трофоневротическая теория Платонова и рабочая концепция патогенеза кариеса Рыбакова. Подчеркивается сложность и многофакторность процесса развития кариеса, а также значимость понимания механизмов его возникновения для разработки эффективных методов профилактики и лечения.

Ключевые слова: теории развития кариеса • кариозный процесс • патогенез кариеса • причины возникновения кариеса • профилактика кариеса • лечение кариеса

Для цитирования: Шуленин ДК, Виноградов ЮА Эволюция представлений об этиологии и патогенезе кариозного процесса. *Вестник УГМУ.* 2025;10(1): e00137. DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.10.1.e00137>. EDN: <https://elibrary.ru/LPPFHR>.

Evolution of Ideas About the Etiology and Pathogenesis of the Carious Process

Dmitry K. Shulenin✉, Yuriy A. Vinogradov

Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

✉ vmeda-nio@mil.ru

Abstract. This work is an overview of the evolution of views on the causes and mechanisms of dental caries. The article traces the path from the early ideas of ancient civilizations connecting caries with the general state of the body, to modern scientific theories emphasizing the role of plaque bacteria and the influence of diet on the emergence and progression of the carious process. Particular attention is paid to the key theories and concepts that have had the greatest impact on the evolution of the dental community's views on the pathogenesis of tooth decay — such as Miller's chemical-parasitic theory, Entin's physicochemical theory, Lukomsky's biological theory, Sharpenak's theory of the lack of proteins in enamel, Shatz and Martin's proteolysis-chelation theory, Platonov's tropho-neurotic theory and Rybakov's working theory of the pathogenesis of caries. The article emphasizes the complexity and multifactorial nature of the process of caries development, as well as the importance of understanding the mechanisms of its occurrence for the development of effective methods of prevention and treatment.

Keywords: theories of caries development • carious process • pathogenesis of caries • causes of caries • prevention of caries • treatment of caries

For citation: Shulenin DK, Vinogradov YA. Evolution of ideas about the etiology and pathogenesis of the carious process. *USMU Medical Bulletin*. 2025;10(1):e00137. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.10.1.e00137>. EDN: <https://elibrary.ru/LPPFHR>.

Введение

Кариес, его профилактика и лечение были и остаются одной из актуальнейших проблем стоматологии. Согласно отчету Всемирной организации здравоохранения за 2022 г., кариозное поражение зубов обладает значительной распространенностью в популяции (при проведении ретроспективного анализа в период с 1990 по 2019 г. выявлено, что кариозным поражением зубов страдает 44,79 %) и при несвоевременном или неправильном лечении приводит к развитию пульпита и периодонтита, потере зубов и в ряде случаев гнойно-воспалительным заболеваниям. Пораженные кариесом зубы — это действующие очаги интоксикации и инфекционной сенсибилизации организма [1–6].

Понимание этиологии и патогенеза кариеса зубов абсолютно необходимо для его успешной профилактики и лечения. К настоящему времени выдвинуто более 400 теорий его возникновения [7, 8]. И хотя немногие в полной мере освящают даже отдельные аспекты кариозного процесса, а большая часть представляет скорее историческую ценность, каждый стоматолог должен иметь о них представление, ведь знание об эволюции взглядов на проблему позволяет трезво и опосредованно подходить к ее решению [8–11].

Цель — обзор истории развития представлений об этиологии и патогенезе кариозного процесса и рассмотрение ключевых теорий и концепций, которые внесли вклад в современное понимание кариеса.

Материалы и методы

Для основного поиска информации использованы электронные платформы, на которых представлены научные публикации: «КиберЛенинка», eLibrary.ru, ResearchGate. Поиск проводился с использованием ключевых слов: «кариес», «история», «теории», «лечение», «развитие», «этиология», «профилактика».

Включение в обзор статей производилось по следующим критериям:

- 1) тип исследования — обзоры, клинические исследования, экспериментальные исследования;
- 2) язык — английский, русский;
- 3) период публикации — с середины прошлого века по настоящее время;
- 4) тематика — соответствующая направлению исследования.

Из полученных результатов отобраны статьи, отвечающие всем вышеперечисленным критериям или располагающие ссылками на источники информации по искомой теме.

Результаты и обсуждение

Зубоврачевание и, соответственно, накопление, передача информации о патологиях зубочелюстной системы известны более двух тысячелетий [11]. Уже с XXX–XX вв. до н. э. народы древнейших цивилизаций Востока (месопотамская, египетская, индская) обладали обширными познаниями по консервативной и хирургической терапии многих стоматологических заболеваний. Однако, несмотря на все практические достижения, в теоретическом плане врачи древности длительное время не отступали от мистических объяснений природы этих недугов [12–15].

Первые основательные шаги в сторону логического объяснения генеза стоматологических заболеваний приходятся на V в. до н. э. и принадлежат Гиппократу, в чьем «корпусе» впервые возникновение патологии зубочелюстной системы связывается не с влиянием сверхъестественных сил, а нарушением баланса между внутренними и внешними факторами среды.

Это простое и удивительно близкое к правде утверждение будет пронесено до Нового времени практически без изменений, находясь в тени множества различных концепций происхождения заболеваний, трактуемых мистицизмом и религией [15].

Важнейшим этапом на пути рационализации теорий возникновения кариеса стало увлечение (около 1665 г.) А. ван Левенгука (*нид.* A. van Leeuwenhoek) «Микрографией» изобретателя микроскопа Р. Хука (*англ.* R. Hooke), побудившее первого провести множественные оптические исследования зуба и зубного налета. Обнаружив в разрезах тканей и массе налета микроорганизмы, Левенгук сделал логичный вывод — именно микробы повинны в возникновении кариеса. Потребовалось еще много времени, прежде чем микробиология и ее значимость для медицины будут в должной мере осознаны. До тех пор открытия Левенгука будут стоически игнорироваться деятелями стоматологии XVII–XVIII вв. В этот период реальную научную ценность и важность представляют переосмысление и выделение рядом ученых воздействия кислот пищи на развитие кариеса зубов и противопоставление кислотной теории господствующей витальной [16, 17].

Последним переходным этапом между важнейшими теориями и предшествующими историческими является выпущенная в 1867 г. работа Т. Лебера и Й. Б. Ротенштайна (*нем.* Th. Leber und J. B. Rottenstein), в которой описывается основная патогенная для зубных тканей микрофлора и отмечается ведущая роль кислотного поражения твердых тканей в патогенезе кариеса [18]. Именно на основании идей этого труда и собственных опытов в 1882 г. Миллер (*англ.* Miller) выдвинул знаменитую химико-паразитарную теорию — самую первую из всех обладающих наибольшей научной точностью и ценностью, а также оказавшуюся наиболее близкой к принятой в Новейшем времени унитарной [19]. Согласно ей, в ходе циклов своего хемосинтеза обитающие в полости рта бактерии сбраживают углеводы до органических кислот, растворяющих эмаль, отчего и возникает ее дефект [20, 21]. Однако в отношении кариеса дентина Миллер выдвигал иное объяснение. Так, по его мнению, распространение кариеса в дентине обусловлено воздействием двух групп микроорганизмов, проникающих через образованный ранее дефект эмали: кислотообразующих, которые растворяют неорганический компонент дентина, и протеолитических, которые разрушают его органическую основу [1–3, 22].

После исследований Миллера многие ученые пытались предложить свои трактовки механизмов возникновения и развития кариеса, что в итоге привело к формированию современной концепции кариозного процесса. Рассмотрим ключевые теории, оказавшие большее влияние на ее создание.

В 1928 году Д. А. Энтин предложил теорию, основываясь на анализе физико-химических характеристик зубов и слюны. Он воспринимал зубные ткани как полупроницаемую мембрану-буфер для осмотических процес-

сов, обусловленных разницей в осмотических давлениях крови внутри зуба и слюны снаружи. Энтин утверждал, что при оптимальных условиях осмотические токи направлены от пульпы вовне, что обеспечивает ее питание и защищает от негативных внешних воздействий. Напротив, центростремительное движение токов, т. е. направление от эмали к пульпе, он считал вредным и связывал с заболеваниями нервной и эндокринной систем, а также нарушениями в минеральном обмене и условиях жизни. Такое направление осмотических токов ведет к нарушению питания эмали и увеличивает ее уязвимость к микроорганизмам, что и способствует развитию кариеса [8, 23, 24].

В 1948 г. И. Г. Лукомский утверждал, что нехватка эндогенных факторов, например витаминов D и B₁, несоответствующее количество солей кальция, фосфора и фтора в рационе, а также дефицит ультрафиолетового излучения может нарушать обмен веществ, связанный с минералами и белками. Эти нарушения оказывают сильное влияние на одонтобласты, чья функциональность постепенно ослабевает вплоть до полной недостаточности. В результате происходит уменьшение как числа, так и размера одонтобластов, что, в свою очередь, нарушает обмен веществ в дентине и эмали. Первоначально отмечается потеря связанного кальция и фосфора при увеличении содержания магния, после чего меняется композиция и состав органического матрикса. Такие изменения приводят к снижению прочности и функциональности эмали и дентина, вызывая их постепенную некротизацию и разрушение — кариес [9, 25–27].

В 1949 г. А. Э. Шарпенак исследовал процесс формирования зубного кариеса, связывая его с локальным истощением эмали, вызванным ускоренной дегенерацией и замедленным синтезом белков. Это ведет к появлению кариеса на стадии белого пятна. Согласно наблюдениям исследователя, замедленный ресинтез белков возникает из-за дефицита специфических аминокислот, таких как лизин и аргинин. Протеолиз усиливается при высоких температурах и может быть спровоцирован гипертиреозом, нервными перегрузками, беременностью, инфекциями (такими как туберкулез и пневмония), а также накоплением кислот в тканях, что зачастую зависит от нехватки витаминов группы B. Это состояние приводит к увеличению уровней пириновинной кислоты, что, в свою очередь, ускоряет распад белков. Шарпенак также указывает на то, что избыток углеводов повышает потребность в витамине B₁, что может вызвать его недостаток и усилить протеолиз в твердых тканях зубов [6, 28].

В 1956 г. А. Шатц и Дж. Дж. Мартин (*англ.* A. Schatz and J. J. Martin) установили, что к воздействию кариеса большую восприимчивость проявляет эмаль в связи со стабильностью кальций-белковых комплексов. Эмаль зуба представляет собой важнейшую часть организма, в большей степени минерализованную, чем большинство тканей, в связи со своей функциональностью. Органический матрикс и минералы эмали находятся в тесной биохими-

ческой взаимосвязи. Под влиянием активных химических веществ, включая протеолитические ферменты бактерий, эта устойчивость может быть снижена. Развитие кариеса ученые разделили на два этапа:

- 1) протеолиз, в ходе которого бактериальные протеолитические ферменты разрывают связи между белками и минералами эмали;
- 2) хелация, в ходе которой освободившиеся минеральные компоненты твердых тканей вымываются в результате образования комплексных соединений, объединяющих ионы металлов с анионами кислот, солями органических кислот, аминокислотами, белками и продуктами распада [3, 7].

Е. С. Платонов интерпретировал кариес зубов как трофоневротический процесс, который возникает лишь при нарушении трофики эмали и дентина. Важнейшим патогенетическим фактором он считал нарушение нервной регуляции кровоснабжения зубных тканей. Тем не менее современные исследования показывают, что зубы, у которых удалена пульпа, могут функционировать нормально до 17 лет. Удаление пульпы, применяемое для лечения осложненных форм кариеса, не вызывает изменений ни в структуре, ни в функции эмали; зуб продолжает полноценно действовать как орган. Постоянное динамическое взаимодействие с ротовой жидкостью способствует высокой минерализации твердых тканей депульпированного зуба, что, в свою очередь, приводит к улучшению кислотостойкости, микротвердости и структурной однородности. Таким образом, можно утверждать, что функциональность зуба сохраняется несмотря на потерю пульпы, что опровергает некоторые из предположений Платонова [7, 29].

В 1971 г. представлена рабочая концепция патогенеза кариеса зубов, разработанная А. И. Рыбаковым. Он выделил два типа факторов: эндогенные и экзогенные. К первым относятся такие аспекты, как наследственность, заболевания матери, а также нарушения в формировании внутренних органов, дефицит фтора, избыток углеводов, половая зрелость, изменения в пульпе, сбои в функционировании печени, желудочно-кишечного тракта и эндокринной системы. Экзогенные факторы включают в себя нехватку микроэлементов и витаминов, нарушения гигиены полости рта, проблемы с выделением слюны, колебания водородного показателя (*лат. pondus Hydrogenii*, pH) ротовой жидкости, ретенцию зубов, дисбаланс между защитными функциями организма и микробиотой полости рта, а также депульпацию зубов. Рыбаков утверждал, что кариес может развиваться лишь в условиях взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов, определяющих развитие патологической ситуации и повреждения твердых тканей; при этом запускать процесс могут как экзогенные, так и эндогенные факторы [10, 31].

Концепция Рыбакова, выделившая роль взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов, стала важным шагом в понимании сложного патогене-

за кариеса. Рабочая модель исследователя позволила систематизировать известные на тот момент данные и обозначила необходимость комплексного подхода к изучению причин развития заболевания. Предложенное разделение факторов на внутренние и внешние стало удобным инструментом для анализа и классификации различных воздействий, способных провоцировать кариозный процесс. Подчеркнув взаимосвязь этих факторов, Рыбаков указал на то, что кариес является не только следствием воздействия внешних агентов, внутренних факторов или функциональных нарушений определенного рода, но сложносоставным явлением, объединяющим множество различных патогенетических процессов. Таким образом, эта концепция стала итоговой для формирования современной комплексной концепции патогенеза кариеса, учитывающей как локальные, так и системные факторы, влияющие на здоровье зубов.

Заключение

Можно отметить, что история развития представлений об этиологии и патогенезе кариозного процесса прошла долгий путь от ранних предположений до современных научных теорий. Это развитие связано с достижениями в понимании механизмов возникновения кариеса, что позволило разработать более эффективные методы профилактики и лечения заболевания.

Сегодня стоматология обладает широким спектром методов диагностики и лечения кариеса, однако, несмотря на это, заболевание остается одной из самых распространенных проблем в области, требующей дальнейшего изучения и разработки новых подходов к его предотвращению.

Таким образом, история развития представлений о кариесе показывает, что постоянное изучение и анализ накопленных знаний позволяют не только лучше понимать механизмы возникновения заболевания, но и разрабатывать объективно и экономически эффективные методы его профилактики и лечения. Это подчеркивает важность непрерывного образования и исследований в области стоматологии для увеличения доступности помощи и поддержания высокого уровня просвещенности и здоровья у населения [11].

Список источников • References

1. Бородовицина СИ. *Кариес и некариозные поражения твердых тканей зуба* [учебное пособие для студентов стоматологического факультета]. Рязань: ОТСиОП; 2019. 172 с.
2. *Essentials of operative dentistry*. Moscow: GEOTAR-Media, 2019. 512 p.
3. Костригина ЕД, Лебедев МВ. *Кариес* [учебное пособие]. Пенза: Изд-во ПГУ; 2023. 114 с.
4. Караков КГ, Соловьева ОА, Хачатурян ЭЭ, Порфириадис МП, Саркисов АА, Хубаев СЗ, и др. Кариес зубов и его осложнения. *Науч-*

- ное обозрение. *Реферативный журнал*. 2016;(5):17. EDN: <https://www.elibrary.ru/WXJSVL>.
5. Пашков КА. *Зубы и зубоврачевание. Очерки истории*. Москва: Вече; 2014. 240 с.
 6. *Global oral health status report: Towards universal health coverage for oral health by 2030*. Geneva: World Health Organization; 2022. XVI, 100 p. Available from: <https://clck.ru/3J4ahB> [accessed 20 March 2025].
 7. Волков ЕА, Янушевич ОО (ред.). *Терапевтическая стоматология. Ч. 1. Болезни зубов* [учебник]. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2013. 168 с.
 8. Фищев СБ, Климов АГ, Севастьянов АВ, Берёзкина ИВ, Орлова ИВ, Шишко ТВ. *Кариес зубов* [учебное пособие для студентов стоматологических факультетов медицинских вузов]. Санкт-Петербург: СпецЛит; 2016. 47 с.
 9. Энтин ДА. Физико-химическая теория кариеса. *Одонтология и стоматология*. 1928;(10):52–57.
 10. Лукомский ИГ. *Кариес зуба*. Москва: Медгиз; 1948. 236 с.
 11. Рыбаков АИ. Рабочая концепция патогенеза кариеса зубов. В: *Труды ЦНИИС. Т. 3*. Москва; 1971. С. 40–46.
 12. Кузин АА, Емельянов ВН, Губанов АП. Использование медико-экономического подхода в оценке социально-эпидемиологической значимости болезней органов дыхания. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2019;18(1):74–76. DOI: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-1-74-76>. EDN: <https://www.elibrary.ru/ADZZUS>.
 13. Истомин АВ, Василенко ОА, Синода ВА, Овчарова КВ, Махотина ОГ, Драчева ЕЕ. Пути повышения общей резистентности организма при воздействии неблагоприятных факторов производственной среды. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНУСО*. 2009;(10):35–37. EDN: <https://www.elibrary.ru/MUSUAT>.
 14. Леус ПА. Методы и подходы к обоснованию и практической реализации индивидуальной профилактики кариеса зубов у взрослых. *Dental Forum*. 2008;(1):34–51. EDN: <https://www.elibrary.ru/KXATCP>.
 15. Емелина ГВ, Гринин ВМ, Иванов ПВ, Кузнецова НК, Зюлькина ЛА. Анализ стоматологической заболеваемости в выборе методов и подходов индивидуальной профилактики кариеса зубов и заболеваний пародонта. *Современные проблемы науки и образования*. 2011;(2):9. EDN: <https://www.elibrary.ru/OFXORL>.
 16. Клемпарская НН. Некоторые итоги применения метода изучения видового состава и количества микробов аутофлоры как показателя состояния реактивности организма. В: *Аутофлора здорового и больного организма*. Таллин; 1972. С. 3–7.
 17. Федоров ЮА. *Средства для гигиенического ухода за полостью рта*. Ленинград: Медицина; 1984. 96 с.

18. Улюкин ИМ, Емельянов ВН, Болехан ВН, Орлова ЕС. Эмпатия как составляющая диалогового общения в процессе передачи новой информации. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2017; 36(2):23–30. EDN: <https://www.elibrary.ru/XWPSNF>.
19. Лукиных ЛМ, Гажва СИ, Казарина ЛН. *Кариес зубов (этиология, клиника, лечение, профилактика)*. Нижний Новгород: Изд-во НГМА; 1996. 128 с. EDN: <https://www.elibrary.ru/YASPRR>.
20. Улитовский СБ. Прикладная гигиена полости рта. *Новое в стоматологии*. 2000;(6):98–100.
21. Турдалиева ФМ, Шихата М, Самара А, Дауд АМ, Муклуф Д, Мостафа Б. Современные методы профилактики кариеса зубов. В: Шкарин ВВ (ред.). *Стоматология — наука и практика, перспективы развития*. Волгоград: ВолгГМУ; 2020. С. 176–179. EDN: <https://www.elibrary.ru/SXHVTG>.
22. Емельянов ВН, Кузин АА, Зобов АЕ, Закурдаев ВВ, Панов АА, Пищугин ДЮ, и др. Эпидемиологическая оценка заболеваемости болезнями органов дыхания в образовательных организациях при помощи специализированного программного обеспечения. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2023;(2):32–36. DOI: <https://doi.org/10.48612/cgma/8tpg-3kt7-ukfa>. EDN: <https://www.elibrary.ru/GJFZTA>.
23. Рахманов РС, Нарутдинов ДА, Умнягина ИА, Истомин АВ, Груздева АЕ. Продукты направленного действия — эффективный путь в профилактике заболеваний населения. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНУСО*. 2014;(11):7–11. EDN: <https://www.elibrary.ru/SZGFRD>.
24. Емельянов ВН, Сысоев АЕ, Шевченко ВА. Усовершенствование мотивации работы медицинских специалистов на основании системного подхода. *Клиническая патофизиология*. 2017;23(4):94–96. EDN: <https://www.elibrary.ru/YTTRQE>.
25. Емельянов ВН, Кузин АА, Азарова НИ, Товпеко ДВ, Алексеев ПЕ, Куликов ПВ. Оценка социально-экономических затрат, обусловленных болезнями органов дыхания военнослужащих-курсантов. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2019;(4):132–135. EDN: <https://www.elibrary.ru/PRBWSW>.
26. Улитовский СБ. Пути профилактики кариеса. *Новое в стоматологии*. 2002;(2):32–36.
27. Гажва СИ, Рахманов РС, Богомолова ЕС, Болотнова ТВ, Ашина МВ, Бадеева ТВ, и др. *Кариес твердых тканей зубов. Междисциплинарные подходы к изучению этиологии, патогенеза и профилактики* [учебное пособие]. Нижний Новгород: Изд-во ПИМУ; 2020. 72 с. EDN: <https://www.elibrary.ru/MQJJCL>.

28. Емельянов ВН, Кузин АА, Товпеко ДВ, Алексеев ПЕ. К вопросу об экономической значимости заболеваемости болезнями органов дыхания. *Журнал МедиАль*. 2020;(1):47. EDN: <https://www.elibrary.ru/JVRMOE>.
29. Истомин АВ, Верещагин АИ. Актуальные вопросы гигиены и пути их решения. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНУСО*. 2008;(1):4–7. EDN: <https://www.elibrary.ru/MUUXKJ>.
30. Шкаредная ОВ, Горячева ТП, Чунихин АА, Базилян ЭА, Гажва СИ. Оптимизация ранней диагностики патологических состояний слизистой оболочки рта. *Современные технологии в медицине*. 2017;9 (3):119–125. DOI: <https://doi.org/10.17691/stm2017.9.3.16>. EDN: <https://www.elibrary.ru/ZFXIMV>.
31. Улюкин ИМ, Емельянов ВН, Болехан ВН, Орлова ЕС. Эмпатия как профессионально важное качество в условиях образовательного процесса. В: *Современные научные и образовательные стратегии в общественном здоровье* [Рос. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 16–17 марта 2018 г.)]. Санкт-Петербург; 2018. С. 176–181. EDN: <https://www.elibrary.ru/EXJUEP>.

Информация об авторах

Дмитрий Константинович Шуленин  — оператор научной роты Главного военно-медицинского управления, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: vmeda-nio@mil.ru.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2393-9879>

Юрий Александрович Виноградов — оператор научной роты Главного военно-медицинского управления, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: vmeda-nio@mil.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9195-4103>

Information about the authors

Dmitry K. Shulenin  — Operator of the Scientific Company of the Main Military Medical Directorate, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

E-mail: vmeda-nio@mil.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2393-9879>

Yurii A. Vinogradov — Operator of the Scientific Company of the Main Military Medical Directorate, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

E-mail: vmeda-nio@mil.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9195-4103>