

Оригинальное исследование
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-401>



Оценка регистрируемого и скрытого эпидемического процесса клещевого энцефалита в Республике Карелия

Рубис Л.В.¹, Чевская В.Е.², Екимова О.В.², Сафонова О.С.²

¹Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

²Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия, Петрозаводск, Россия

Аннотация

Введение. Заболеваемость клещевым энцефалитом (КЭ) в России сохраняет актуальность. Оценка эпидемического процесса этой инфекции в Республике Карелия важна не только для понимания его общих закономерностей, но и в связи с ростом туристической посещаемости региона.

Цель: оценить современную эпидемическую ситуацию по КЭ в Республике Карелия, сопоставить характеристики регистрируемого и скрытого эпидемического процесса.

Материалы и методы. По данным учёта случаев обращения за медицинской помощью в связи с присасыванием клещей, результатов исследования заражённости клещей вирусом КЭ и эпидемиологического расследования случаев заболевания проанализированы риск заражения и заболеваемость в 1992–2022 гг. Клиническая, гендерная и возрастная структуры, территориальное распределение больных и пострадавших от клещей сопоставлены с результатами серологических исследований 2379 проб крови взрослого населения, проведённых в 2011–2022 гг.

Результаты. Заражённость клещей варьировала от 23,6–27,0% в 2002–2005 гг. до 1,0% в 2022 гг. В 2004 г. антиген вируса КЭ был выявлен в комарах. Территория риска — южная часть республики, но выявлен рост обращаемости в северных районах. Заболеваемость превышала среднефедеральные показатели, особенно в 2003–2004 гг. (15,3–11,6 на 100 тыс.). К 2021–2022 гг. она снизилась до 1,8–1,5 на 100 тыс. Динамика заболеваемости коррелировала с динамикой обращаемости и заражённости клещей ($R = 0,92$ и $0,73$). Регистрируемая заболеваемость ниже расчётного показателя риска заражения. Наиболее часто диагностировали менингеальные формы. Риск заболевания выше у лиц пожилого возраста и у мужчин, что определяется, по-видимому, условиями заражения. Антитела к вирусу выявлены у $11,8 \pm 0,7\%$ обследованных.

Заключение. В Республике Карелия выявлено устойчивое снижение регистрируемой заболеваемости КЭ, связанное в основном с действием биологических и природных факторов. Оценка серопревалентности позволила выявить скрытую часть эпидемического процесса.

Ключевые слова: клещевой энцефалит, заболеваемость, вирусофорность, обращаемость, антитела

Этическое утверждение. Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом при Министерстве здравоохранения Республики Карелия и Петрозаводском государственном университете (протокол № 48 от 10.03.2023).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Рубис Л.В., Чевская В.Е., Екимова О.В., Сафонова О.С. Оценка регистрируемого и скрытого эпидемического процесса клещевого энцефалита в Республике Карелия. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2023;100(6):472–484.

DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-401>

EDN: <https://www.elibrary.ru/wjaimw>

Original Study Article
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-401>

Assessment of registered and hidden epidemic process of tick-borne encephalitis in the Republic of Karelia

Lyudmila V. Rubis¹, Victoriya E. Chevskaya², Olga V. Ekimova², Olga S. Safonova²

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia;

²Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Karelia, Petrozavodsk, Russia

Abstract

Introduction. The incidence of tick-borne encephalitis in the Russia remains relevant. The assessment of the epidemic process in the Republic of Karelia is important not only in terms of understanding its general patterns, but in connection with the growth of tourist attendance in the region.

Aims: To assess the current epidemic situation of tick-borne encephalitis in the Republic of Karelia, and to compare the characteristics of registered and hidden epidemic processes.

Materials and methods. The risk of infection and incidence were estimated based on the analysis of the registered cases of seeking medical help in connection with tick bites, the results of a study of tick-borne encephalitis virus (TBEV) infection rate in ticks, and the epidemiological investigation of cases of tick-borne encephalitis in 1992–2022. Clinical, gender and age structure, territorial distribution of patients and victims of the tick bites were compared with the results of serological studies of 2379 blood samples of the adult population, conducted in 2011–2022.

Results. Infection rates of ticks removed from humans ranged from 23.6–27.0% in 2002–2005 to 1.0% in 2022. In 2004, the TBEV antigen was detected in mosquitoes. The territory of risk is the southern part of Republic. However, the increase in number of cases of seeking medical help was observed in the northern part of Republic. The incidence rates exceeded the national average, especially in 2003–2004 (15.3–11.6 per 100 thousand). In 2021–2022, it decreased to 1.8–1.5 per 100,000. The dynamics of incidence had a high-degree correlation with the dynamics of seeking medical help and infection rates in ticks ($R = 0.92$ and 0.73). The reported incidence was lower than the estimated risk of infection. The meningeal forms of infection were most often diagnosed. The risk of the disease was higher in the elderly and in men, which was determined by the conditions of infection. Antibodies to TBEV were detected in $11.8 \pm 0.7\%$ of the examined persons.

Conclusion. A steady decrease in rates of registered tick-borne encephalitis incidence has been revealed in the Republic of Karelia, mainly due to the action of biological and natural factors. The assessment of seroprevalence made it possible to reveal the hidden part of the epidemic process.

Keywords: tick-borne encephalitis, morbidity, virus infection, seeking medical help, antibodies

Ethics approval. The study was conducted with the informed consent of the patients. The research protocol was approved by the Ethics Committee under the Ministry of Health of the Republic of Karelia and Petrozavodsk State University (protocol No. 48, March 10, 2023).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Rubis L.V., Chevskaya V.E., Ekimova O.V., Safonova O.S. Assessment of registered and hidden epidemic process of tick-borne encephalitis in the Republic of Karelia. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*. 2023;100(6):472–484. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-401>. EDN: <https://www.elibrary.ru/wjaimw>

Введение

Вирусный клещевой энцефалит (КЭ) в России, несмотря на снижающуюся на протяжении двух десятилетий заболеваемость, остаётся серьёзной проблемой для здравоохранения в силу тяжести болезни и её последствий, широкого ареала и среднего эпидемического потенциала возбудителя [1–3]. Снижение заболеваемости КЭ обусловлено комплексом биологических, природных и социальных факторов, одним из которых является наблюдаемое по крайней мере с 2015 г. сокращение доли инфицированных особей среди удалённых с людей клещей [1, 4, 5]. В то же время обращаемость за медицинской помощью по поводу присасывания клещей в 2014–2022 гг. не имела тенденции к снижению и в среднем составила 343,1 на 100 тыс. населения [6, 7]; как и в странах Европы, выявлено расширение ареала переносчиков вируса в северном и западном направлениях [8–12]. Рост заболеваемости в 2022 г. рассматривается как возможное начало очередного макроцикла [2]. Вместе с тем регистрируемая заболеваемость КЭ не от-

ражает в полной мере широту и интенсивность распространения возбудителя в связи со значительной частотой бессимптомных или остающихся недиагностированными лёгких форм инфекции [13, 14], формирующих «скрытую» часть эпидемического процесса, оценить которую позволяют сероэпидемиологические исследования [14, 15].

Одним из 48 эндемичных по КЭ субъектов страны является Республика Карелия (РК), по уровню заболеваемости отнесённая к территориям среднего эпидемиологического риска [11]. РК находится на северо-западе России между 60° и 66° с.ш., граничит с Мурманской, Архангельской, Вологодской и Ленинградской областями, на западе на всем протяжении — с Финляндией. Из 18 административных образований эндемичными по КЭ являются 13, находящихся южнее $64,5^\circ$ с.ш.¹ Более двух третей

¹ Письмо Федеральной службы по надзору от 01.02.2023 № 02/1545-2023-32 «О перечне эндемичных территорий по клещевому вирусному энцефалиту в 2022 г.».

территории РК является местом обитания *Ixodes persulcatus* P. Sch., для которого установлено расширение границ в пределах эндемичных районов. В юго-западной части РК обитает *I. ricinus* L., ареал которого несколько сузился, а северная граница распространения не изменилась [16, 17].

Среди *I. persulcatus* в РК выявлена циркуляция вируса КЭ, принадлежащего к Балтийской группе Сибирского субтипа [18]. Вирусофорность клещей в 2000–2021 гг. варьировала от 23,6 до 1,3% [19], в *I. persulcatus* РНК вируса обнаруживали чаще, чем в *I. ricinus* [18]. Установлена сильная корреляция динамики заболеваемости КЭ в 2000–2021 гг. с обращаемостью по поводу присасывания клещей и их заражённостью [19, 20]. Антитела класса IgG к вирусу КЭ в разные годы были выявлены у 11,9–13,0% жителей РК [19, 21, 22]. Несмотря на то что вопросы КЭ и биологии его переносчиков в РК рассматриваются в ряде публикаций, представленные в них сведения позволяют лишь в общих чертах оценить эпидемическую ситуацию в РК, туристическая посещаемость которой в последние годы резко выросла. Более глубокий анализ данных, характеризующих предполагаемый и реальный риск заболевания КЭ в РК, важен не только для оценки локальной ситуации, но и для понимания общих для страны закономерностей эпидемического процесса и его прогнозирования.

Цель исследования — оценить современную эпидемическую ситуацию по КЭ в РК, сопоставить характеристики регистрируемого и скрытого эпидемического процесса.

Материалы и методы

Эпидемиологическое исследование

Исследование проведено с использованием описательного метода эпидемиологического анализа (ретроспективный анализ, корреляционный анализ). Многолетняя динамика обращаемости за медицинской помощью в связи с присасыванием клещей изучена по данным, представленным в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РК» (ранее — Республиканский центр госсанэпиднадзора) медицинскими организациями г. Петрозаводска с 1992 по 2022 г. и медицинскими организациями всех административных образований РК с 2002 по 2022 г. По данным журналов учёта оказания помощи ГБУЗ «Больница скорой медицинской помощи» г. Петрозаводска проанализированы возрастная и гендерная структура взрослых лиц, обратившихся в учреждение в связи с присасыванием клещей. В анализ возрастной структуры включены данные о 8166 случаях обращений лиц в возрасте 20 лет и старше в 2001–2003, 2009–2010 и 2017–2019 гг., что составило 77,4% от 10 554 случаев обращений взрослого населения, зарегистрированных в городе

в эти годы. Гендерная структура проанализирована по данным о 1037 случаях обращений в 2017–2019 гг. (42,0% из 2471 случаев).

Многолетняя динамика заболеваемости КЭ в РК проанализирована за период с 1992 по 2022 г. Анализ заболеваемости по административным районам проведён по данным официальной статистики (1997–2022 гг.) и данным эпидемиологического расследования случаев заболеваний (2002–2017 гг.). По данным карт эпидемиологического расследования изучены клинические формы КЭ (1998–2022 гг.), возрастные (2001–2022 гг.) и гендерные (1992–2022 гг.) особенности заболеваемости у взрослых, условия заражения (2010–2022 гг.).

Лабораторные исследования

Вирусофорность клещей проанализирована по данным вирусологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РК» за 1992–2022 гг. Всего в лаборатории за этот период исследовано 77 296 клещей, в том числе 74 088 снятых с людей.

Исследования проводили методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) на наличие антигена вируса КЭ, с 2006 г. — ИФА и полимеразной цепной реакции (ПЦР). В 2006–2010 гг. методом ПЦР исследовали только клещей, собранных в природе. С 2011 г. использовали набор реагентов для выявления РНК/ДНК 4 возбудителей «Ампли-Сенс TBEV, B. burgdorferi sl, A. phagocytophilum, E. chaffeensis/E.muris-FL» (ФБУН «ЦНИИ Эпидемиологии» Роспотребнадзора). Для ИФА использовали набор реагентов «ВектоВКЭ-антиген» («Вектор-Бест»). С 2011 г. исследовано 35 447 клещей, снятых с людей, в том числе 27 563 методом ПЦР и 7884 — методом ИФА, а также 2059 клещей, собранных в природе, методом ПЦР. В 2004 г. проведено исследование 13 пулов (по 10 штук) комаров, доставленных из 2 районов (8 пулов комаров рода *Aedes* и 5 пулов комаров рода *Anopheles*), с целью выявления антигена к вирусу КЭ.

С 2011 по 2022 г. ежегодно проводились исследования проб крови здоровых взрослых лиц на наличие антител к вирусу КЭ (от 93–95 проб в 2011 и 2018 гг. до 306–316 проб в 2012–2013 гг.). Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом при Министерстве здравоохранения Республики Карелия и Петрозаводском государственном университете (протокол № 48 от 10.03.2023).

Отбор и доставка проб осуществлялись медицинскими организациями на основании плана Управления Роспотребнадзора по РК. В каждом административном образовании пробы отбирали в течение 2–6 лет, у жителей Петрозаводска — ежегодно (за исключением 2016 г.). Общее число проб

у жителей Петрозаводска — 807, в остальных 17 административных образованиях — 40–172.

Исследования методом твердофазного ИФА проводили в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РК» с использованием наборов реагентов «ВектоВКЭ-IgG» («Вектор-Бест»), предназначенных для выявления и количественного определения иммуноглобулинов класса G (IgG) к вирусу КЭ. В данном исследовании иммуноглобулины только выявляли, без количественного определения их содержания в пробах (в 2012 г. у 53 человек указаны количественные показатели).

Ретроспективно проанализированы результаты исследований 2379 проб сывороток крови. С целью снижения влияния на результат случайных факторов (заражение за пределами места проживания) административные образования были объединены в 2 группы: группа эндемичных районов (11 районов и Петрозаводск — 2056 проб) и группа неэндемичных районов (4 района и Костомукша — 323 пробы).

Статистическая обработка

Статистическая обработка полученных результатов проведена с применением пакета программ «Microsoft Office Excel 2010». Показатели обращаемости и заболеваемости рассчитывали на основании данных государственной статистики по РК о численности населения². Число лиц, подвергшихся риску инфицирования в результате присасывания клещей (X), определяли по формуле:

$$X = \text{сумма } (A \times B) / 100,$$

где A — число лиц, обратившихся за помощью в связи с присасыванием клещей; B — показатель заражённости клещей, удалённых с людей (%).

С целью подтверждения статистической достоверности показателей применяли метод расчёта стандартной ошибки (m) с уровнем доверительной вероятности 95% и выше ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Заражённость клещей вирусом КЭ

В 1992–2001 гг. ежегодно исследовали около 1 тыс. клещей, в 2002–2022 гг. — от 2 до 5 тыс. (в 2003 г. — 50 071 экземпляр). Всего за последние 20 лет исследовано 73,3% клещей, удалённых с людей, обратившихся в медицинские учреждения, в том числе в 2017–2022 гг. — 91,3%. Заражённость клещей, удалённых с людей, вирусом КЭ в 1992–2001 гг. варьировала от 2,2% (1998 г.) до 14,3% (2001 г.). В 2002–2005 гг. показатели вирусофорности выросли до 23,6–32,0%, после чего

постоянно снижались: с 9,9% в 2006 г. до 1,0% в 2022 гг. (рис. 1). Снижение показателей частично можно объяснить внедрением метода ПЦР, обладающего более высокой чувствительностью и специфичностью по сравнению с ИФА [23, 24]. Однако то, что снижение началось в 2006–2010 гг., когда ИФА оставался основным методом исследования, и продолжилось в годы, когда подавляющее большинство исследований проводилось с использованием одного и того же набора реагентов для ПЦР, свидетельствует об объективном характере этого явления. Частота обнаружения РНК вируса в клещах, собранных в природе ($2,2 \pm 0,3\%$), и клещах, удалённых с людей ($2,0 \pm 0,1\%$), в отдельные годы различалась, но в среднем за 2011–2022 гг. различие оказалось недостоверным.

В 2004 г. на фоне пика вирусофорности клещей антиген вируса КЭ был выявлен в 3 из 8 пулов комаров *Aedes* и во всех 5 пулах *Anopheles*, доставленных из эндемичного и наиболее южного из неэндемичных районов. Несмотря на то что производитель тест-систем указывает их 100% специфичность, установлено, что ИФА клещей с использованием набора «ВектоВКЭ-антиген» может давать перекрёстные реакции с вирусами серокомплекса КЭ и другими микроорганизмами, обитающими в иксодовых клещах. Более того, ложноположительные реакции с вирусами комплекса КЭ может давать и ПЦР [23, 24]. Это ставит под сомнение достоверность полученных результатов. Вместе с тем сообщение о неоднократном выделении штаммов вируса КЭ от комаров *Aedes vexans* в Хабаровском крае, у которых установлено сходство структур геномов с вирусами КЭ, выделенными из клещей *I. persulcatus* и из мозга погибших людей, проявляющих патогенность при пассировании на лабораторных мышах и цитопатическое действие *in vitro* [25], даёт основание задуматься о возможности участия комаров в циркуляции вируса. Других исследований, подтверждающих или опровергающих возможность сохранения и репродукции вируса КЭ в комарах, подобных тем, которые проводились в отношении разных видов клещей [26], найти не удалось. Отсутствие эпидемиологических наблюдений о заражении КЭ при укусах комаров не исключает такую возможность, т.к., во-первых, люди могут одновременно подвергаться нападению инфицированных клещей и комаров, во-вторых, количество вируса в комарах может быть недостаточно для развития клинически выраженного заболевания. В то же время для возбудителей природно-очаговых заболеваний поливекторность эволюционно оправдана и на сегодня доказано участие различных видов членистоногих в переносе возбудителей ряда болезней на разных территориях.

² Карелиястат. Численность и состав населения.
URL: <https://krl.gks.ru/Nas>



Рис. 1. Число обращений за медицинской помощью в связи с присасыванием иксодовых клещей в Петрозаводске и РК, зараженность клещей, удалённых с людей, вирусом КЭ и расчётное число лиц, к которым произошло присасывание инфицированных клещей, в 1992–2022 гг.

Fig. 1. Number of cases seeking medical help in connection with the bites of ixodid ticks in Petrozavodsk and the Republic of Karelia, the number of ticks infected with tick-borne encephalitis virus removed from people, and the estimated number of people who were bitten by infected ticks in 1992–2022.

Обращаемость по поводу присасывания клещей

Число обращений населения за медицинской помощью в связи с присасыванием клещей в г. Петрозаводске в период с 1992 по 2001 г. колебалось от 500 до 2005 человек. В медицинские организации РК с 2002 по 2022 г. обратились 81 809 человек. Резкий рост числа обращений зафиксирован в 2003–2004 гг. (6618 и 5707 случаев). В эти же годы наблюдался и рост численности клещей при стационарных наблюдениях [20]. В дальнейшем обращаемость имела тенденцию к снижению и в 2022 г. достигла минимального уровня — 2781 человек (рис. 1). В период с 2002 по 2022 г. на Петрозаводск пришлось 40,2% (от 33,6 до 52,5% в разные годы) от числа всех обращений в медицинские организации РК. Коэффициент линейной корреляции (R) динамики обращаемости в Петрозаводске и РК составил 0,91. Используя его, мы рассчитали число обратившихся в целом по РК с 1992 по 2001 г. (на рис. 1 показано пунктиром).

Установлено, что некоторая часть обращений регистрировалась дважды: при обращении для удаления клеща и для введения иммуноглобулина по результатам его исследования. В то же время часть пострадавших, особенно проживающих в сельской местности, могла не обращаться за медицинской помощью. Установить реальное число лиц, подвергшихся нападению клещей, за все годы наблюдения не представляется возможным, но можно предполагать, что оно близко к регистрируемым показателям. Число лиц, подвергшихся риску инфицирования в результате присасывания заражённых клещей в РК в 1992–2022 гг., рассчитанное по формуле, указанной в разделе «Материалы и методы», составило 10 490 человек (в том числе в 1992–2001 гг. — 2780 человек, в 2002–2022 гг. — 7710 человек) — 1,7% от численности населения РК в 2022 г.

Около 90% обращений регистрировались в районах, расположенных в южной части РК, где были наиболее высокие показатели обращаемости

на 100 тыс. населения. Во всех 5 неэндемичных северных районах с 1990-х гг. начали регистрироваться отдельные случаи обращений, а в последние два десятилетия их количество значительно выросло. В 2004–2022 гг. суммарно в них зарегистрировано 615 обращений (0,9% от всех обращений по РК). Отсутствие информации о территориях, на которых происходило присасывание клещей, не позволяет проанализировать вовлечённость неэндемичных районов, однако столь значительное число обращений даёт основание предполагать, что на территориях, считавшихся свободными от клещей, в настоящее время случаи присасывания происходят нередко. Это ставит под сомнение ранее сделанный вывод о том, что находки клещей севернее границы его распространения в РК относятся к категории случайных заносов [17].

Из общего числа обратившихся в медицинские организации с 2002 по 2022 г. взрослые составили в РК 68,2%, в Петрозаводске — 80,0%. Анализ возрастной структуры взрослых, обратившихся в 2001–2003, 2009–2010 и 2017–2019 гг. в медицинские организации города, показал, что наиболее высокой (в среднем 52,8%) во все 3 периода была доля лиц в возрасте 50 лет и старше, а наиболее низкой — в группе 20–29 лет (13,4%). При пересчёте на численность населения каждой возрастной группы это соотношение сохранилось, кроме группы 20–29 лет в 2009–2010 гг., что может объясняться недостаточным числом наблюдений (табл. 1). Гендерная структура обращающихся взрослых в 2017–2019 гг. в Петрозаводске была практически постоянна и в среднем составила: мужчины — $55,6 \pm 1,5\%$, женщины — $44,36 \pm 1,5\%$, что согласуется с результатами эпидемиологического исследования, свидетельствующими о том, что наиболее частым местом заражения КЭ являются дачи, где его риск одинаков для мужчин и женщин. С про-

фессиональной деятельностью в природных очагах инфекции с 2010 г. связано лишь $3,8 \pm 1,1\%$.

Сокращение частоты обращений населения за медицинской помощью по поводу присасывания клещей может быть следствием снижения численности популяций последних на территориях, где наиболее часто реализуется их контакт с людьми, снижения настороженности населения или доступности медицинской помощи. Последний фактор мог играть определённую роль в период пандемии COVID-19, а в остальные годы в сельской местности, но не в районных центрах и Петрозаводске. Вряд ли можно говорить и о серьёзном снижении настороженности населения, т.к. высокая (около 30%) заражённость клещей возбудителем болезни Лайма требует обращения за медицинской помощью для организации её антибиотикопрофилактики, в связи с чем в РК проводится активная информационная работа. Более вероятно предполагать, что стабильное снижение обращаемости отражает процесс снижения численности клещей.

Заболееваемость КЭ

Всего в 1992–2022 гг. в РК зарегистрировано 1248 случаев КЭ. Многолетняя динамика заболеваемости за 31-летний период наблюдения, несмотря на циклические колебания показателей, характеризовалась их ростом с конца прошлого века, особенно выраженным в 2003 г. (15,3 на 100 тыс.), с 2004 г. сменившимся снижением, а с 2011 г. до настоящего времени — некоторой стабилизацией на уровне 3,8–5,6 на 100 тыс. (в 2012, 2021 и 2022 гг. — 1,5–2,7 на 100 тыс.). Уровень заболеваемости в ХХ в. был близок к среднефедеральному, но с начала ХХI в. ситуация в РК оказалась более неблагоприятной, и лишь в последние годы показатели вновь стали приближаться к средним по стране (рис. 2). Пик заболеваемости в 2003–2004 гг. (15,3–11,6 на

Таблица 1. Возрастная структура обращающихся за медицинской помощью в связи с присасыванием иксодовых клещей в Петрозаводске в 2001–2003, 2009–2010 и 2017–2019 гг.

Table 1. Age structure of those who seek medical help in connection with the bite of ixodid ticks in Petrozavodsk in 2001–2003, 2009–2010 and 2017–2019

Период Period	Показатель Indicator	Возраст, лет Age, years				Всего Total
		20–29	30–39	40–49	> 50	
2001–2003	абс. abs.	608	686	861	1925	4080
	%	14,9	16,8	21,1	47,2	100,0
	$\%_{0000}$	$1259,8 \pm 50,8$	$1594,7 \pm 60,4$	$1827,6 \pm 61,7$	$2530,5 \pm 56,9$	$1902,5 \pm 29,4$
2009–2010	абс. abs.	253	251	245	899	1648
	%	15,4	15,2	14,9	54,6	100,0
	$\%_{0000}$	$539,0 \pm 33,8$	$571,8 \pm 36,0$	$576,2 \pm 36,7$	$1018,1 \pm 33,8$	$743,5 \pm 18,2$
2017–2019	абс. abs.	234	379	336	1489	2438
	%	9,6	15,6	13,8	61,1	100,0
	$\%_{0000}$	$592,0 \pm 38,6$	$760,7 \pm 38,9$	$909,4 \pm 49,4$	$1632,0 \pm 41,9$	$1120,7 \pm 22,6$

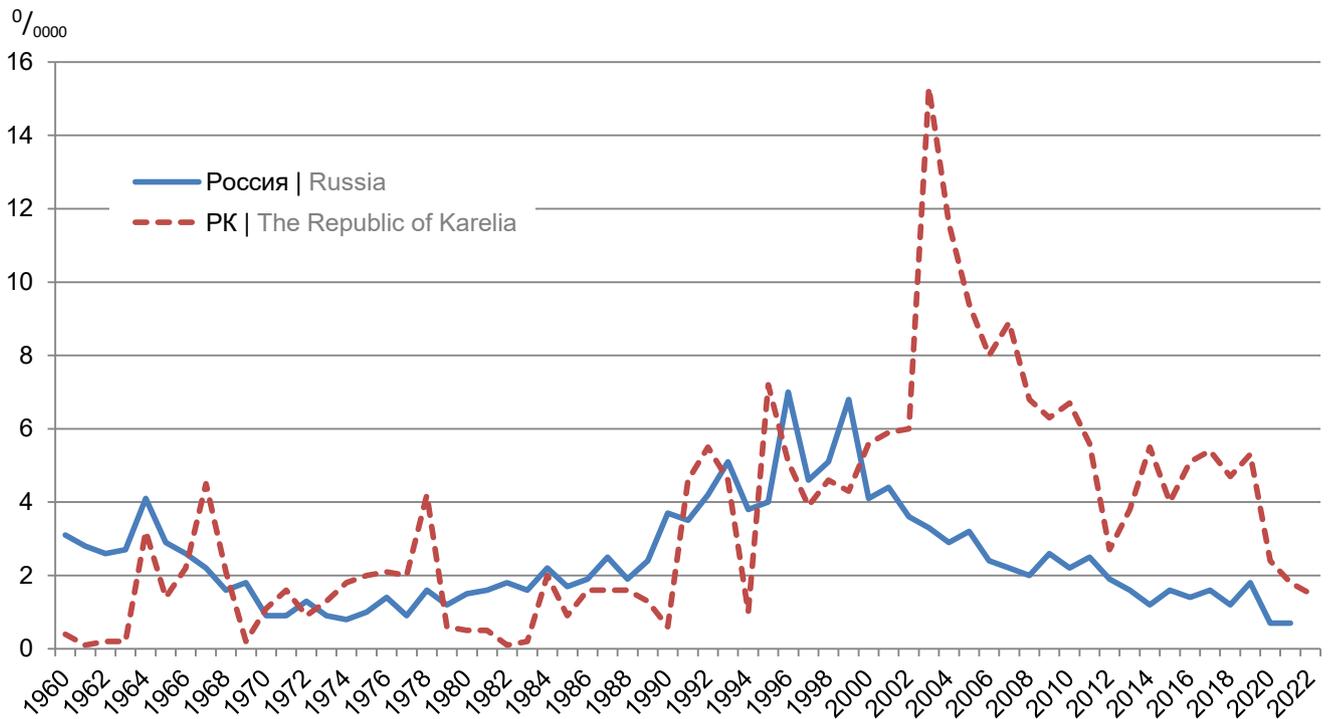


Рис. 2. Заболеваемость КЭ населения России и РК в 1960–2022 гг. (на 100 тыс. населения).

Fig. 2. The incidence of tick-borne encephalitis in the population of the Russian Federation and the Republic of Karelia in 1960–2022 (per 100 thousand population).

100 тыс.) соответствовал максимальным уровням обращаемости и вирусофорности клещей. В 2002–2022 гг. динамика заболеваемости КЭ имела корреляцию высокой степени с динамикой обращаемости населения, пострадавшего от клещей ($R = 0,92$), и с их заражённостью вирусом КЭ ($R = 0,79$). Устойчивая тенденция снижения заболеваемости, вирусофорности клещей и обращаемости населения по поводу присасывания клещей дают основание говорить о снижении интенсивности эпизоотического и, как следствие, эпидемического процесса КЭ в РК. До какого уровня и как долго может продолжаться снижение, сказать трудно, поскольку причины его, как и резко подъёма ранее, до конца не ясны.

Среднегодовые показатели заболеваемости в эндемичных районах в 1997–2021 гг. колебались от 0,4 до 13,2 на 100 тыс. Наиболее высокие показатели были в районах центральной и восточной части юга РК, где единственным или доминирующим видом иксодовых клещей является *I. persulcatus*. В то же время на юго-западе — зоне преобладания *I. ricinus* или симпатрии обоих видов — заболеваемость была значительно ниже, а в одном из районов, где находили только *I. ricinus*, случаи заболевания вообще не регистрировались. В 2003 г. в неэндемичном Кемском районе был выявлен случай заражения (зарегистрирован в другом районе), в двух других неэндемичных районах в 2009 и 2014 гг. регистрировались слу-

чай КЭ, однако, по данным эпидемиологического расследования, заражение происходило вне места проживания.

Число зарегистрированных случаев КЭ в РК в 1992–2022 гг. оказалось в 8,4 раза ниже расчётного числа лиц, подвергавшихся риску заражения в эти годы. Причин такого расхождения может быть несколько: ложноположительные результаты при выявлении антигена вируса в клещах [23, 24], содержание у части присосавшихся клещей вируса в количестве, недостаточном для того, чтобы вызвать клинически выраженную форму заболевания [14, 27], гиподиагностика заболевания, высокий уровень коллективного иммунитета и эффективность экстренной профилактики.

Наиболее частой формой КЭ в РК была менингеальная, доля которой варьировала от 21,5% в 2005 г. до 61,1–66,7% в 1998 и 2022 гг., в среднем составив 43,7% от всех случаев заболевания (рис. 3). Частота лихорадочных и стёртых форм варьировала в пределах 25,0–24,0% (1998, 2015 гг.) — 54,9% (2004 г.) — 90,9% (2021 г.), в среднем — 37,0%, а очаговых — 9,7% (от 3,0–4,4% в 2001 и 2019 гг. до 23,5% в 2012 г.). Необычными оказались 2021 г. (диагностированы только 10 лихорадочных и 1 очаговая форма) и 2022 г. (всего 9 случаев и ни одной очаговой формы), что, скорее всего, объясняется гиподиагностикой на фоне пандемии COVID-19. Клиническая структура КЭ несколько отличалась

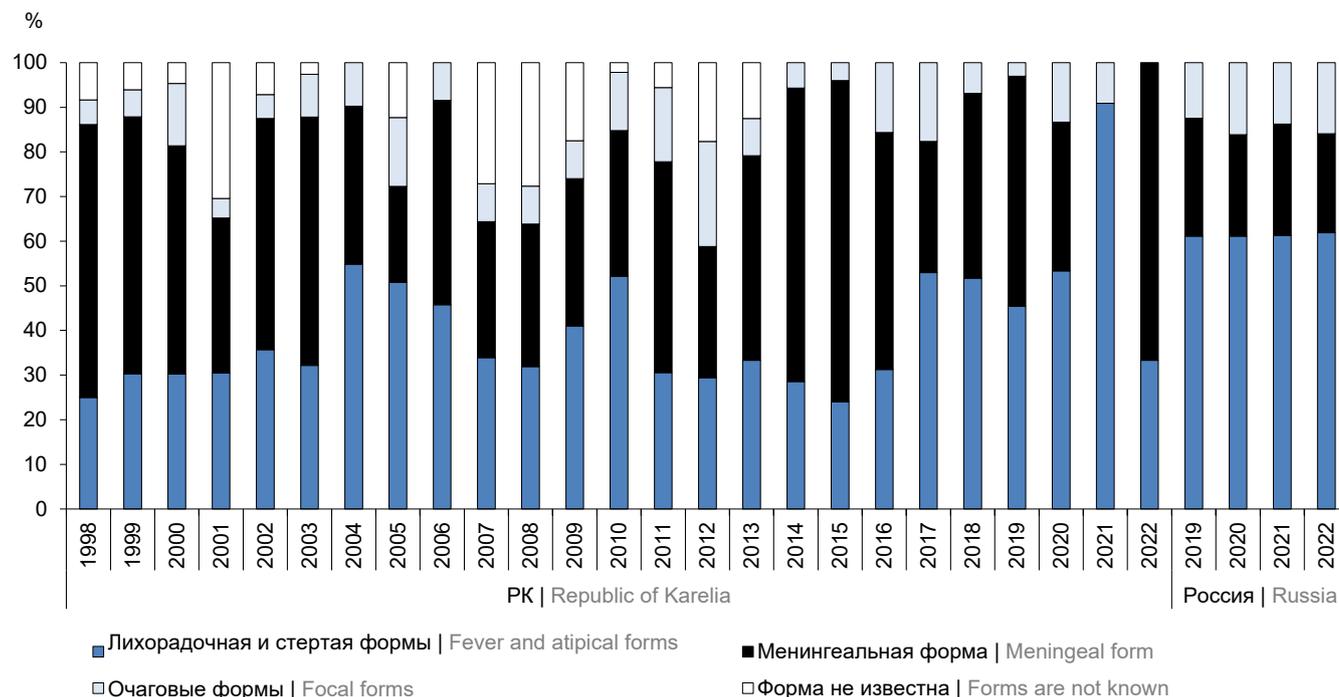


Рис. 3. Структура клинических форм КЭ в РК в 1998–2022 гг. и в России в 2019–2022 гг. (%).

Fig. 3. Structure of clinical forms of tick-borne encephalitis in the Republic of Karelia in 1998–2022 and in Russia in 2019–2022 (%).

от средних показателей по стране, где в 2019–2022 гг. преобладали лихорадочные формы [2, 11, 12, 28] (рис. 3), что вызывает вопросы, учитывая циркуляцию в РК наиболее распространённого в стране сибирского варианта вируса. Более низкая частота лихорадочных форм в РК частично объясняется их неполным выявлением в районах. Так, в 2014–2017 гг. доля лихорадочных и стёртых форм в Петрозавод-

ске составила 45,2%, а в остальных административных образованиях — 25,0%. В то же время нельзя полностью исключить и гипердиагностику лихорадочных форм как в РК, где в 2010–2022 гг. у 21,7% больных диагноз был поставлен только на основании клиники и факта присасывания клеща, так и на других территориях при не 100% верификации диагноза обнаружением антител класса IgM, т.к. по-

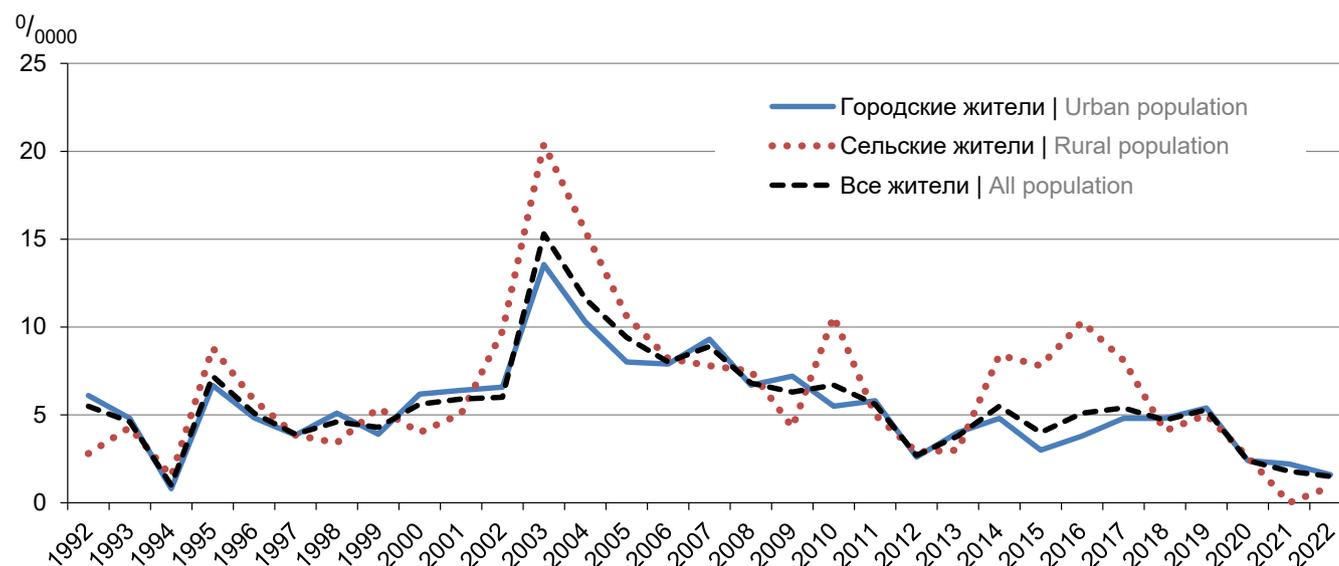


Рис. 4. Заболеваемость КЭ городского и сельского населения РК в 1992–2022 гг. (на 100 тыс.).

Fig. 4. The incidence of tick-borne encephalitis in the urban and rural population of the Republic of Karelia in 1992–2022 (per 100 thousand).

добную клинику могут давать и другие возбудители, передаваемые иксодовыми клещами.

Структуру клинических форм КЭ, как и другие характеристики заболеваемости, в РК определяли преобладавшие среди больных горожане, что характерно и для других регионов России [12]. Прямой зависимости между увеличением доли сельского населения среди заболевших (до 31,4–40,6% в 2003, 2010, 2014–2017 гг.) и сокращением частоты лихорадочных форм, которую можно было бы предполагать, не выявлено. Объяснением этому может быть то, что у части сельских жителей КЭ диагностировался в Петрозаводске. В то же время показатели заболеваемости сельских жителей в отдельные годы были выше, чем горожан (рис. 4), причём в современный период различие более выражено, чем в 1990-е гг., что говорит о сохранении для них высокого риска заражения. Низкая заболеваемость сельских жителей в 2021–2022 гг. может быть обусловлена снижением доступности медицинской помощи из-за пандемии.

Наибольшую долю среди заболевших, как и среди пострадавших от нападения клещей, составили лица старше 50 лет, что характерно и для России в целом [1]. В этой группе были и самые высокие показатели заболеваемости на 100 тыс., хотя они достоверно не отличались от минимальных показателей у лиц 20–29 лет (табл. 2). Как и в целом по стране [1], среди больных преобладали мужчины, но их доля снизилась с 86,4–87,5% в 1992–1994 гг. до 40,0–69,0% в 2018–2022 гг., хотя и оставалась более высокой, чем среди обратившихся за медицинской помощью по поводу присасывания клещей (в 2017–2019 г. в РК среди больных — 69,8%, в Петрозаводске среди обратившихся — 55,6%). При пересчёте на численность мужчин и женщин это оказалось результатом не только снижения заболеваемости первых, но и роста заболеваемости вторых (рис. 5). В качестве причин этих изменений можно рассматривать следующие: увеличение охвата вакцинацией групп профессионального риска, повышение значимости такого фактора риска зара-

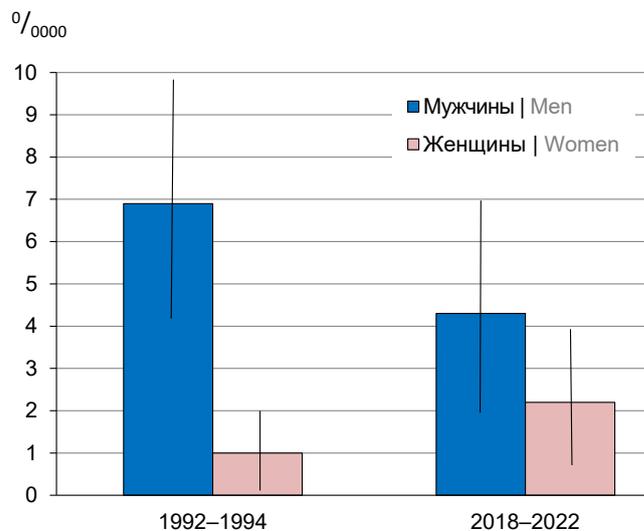


Рис. 5. Заболеваемость КЭ мужчин и женщин в РК в 1992–1994 и 2018–2022 гг.

Fig. 5. The incidence of tick-borne encephalitis in men and women in the Republic of Karelia in 1992–1994 and in 2018–2022.

жения, как отдых горожан на даче, и улучшение диагностики заболевания.

Специфический иммуноглобулин в РК более 20 лет ежегодно получали 12,4–44,8% от числа всех обратившихся за медицинской помощью по поводу присасывания клеща, в основном при положительном результате исследования клеща или при невозможности проведения исследования. Ежегодно в этот период вакцинировалось 3–7 тыс. человек (около 0,5–1,0% населения), ревакцинировалось 4–9 тыс. Среди обратившихся по поводу присасывания клещей в последнее десятилетие привиты были лишь около 4–5% детей и 6% взрослых, причём не всегда они имели своевременно выполненные ревакцинации. Таким образом, если проведение постконтактной профилактики могло оказать положительное влияние на уровень заболеваемости, то низкая прослойка людей, имеющих поствакцинальный иммунитет, существенно на него не влияла.

Таблица 2. Возрастная характеристика заболеваемости КЭ взрослого населения РК в 2001–2006 и 2017–2022 гг.

Table 2. Age characteristics of the incidence of tick-borne encephalitis in the adult population of the Republic of Karelia in 2001–2006 and 2017–2022

Период Period	Показатель Indicator	Возраст, лет Age, years				Всего Total
		20–29	30–39	40–49	> 50	
2001–2006	абс. abs.	48	56	68	155	327
	%	14,7	17,1	20,8	47,4	100,0
	‰ ₀₀₀₀	16,0 ± 5,7	21,8 ± 7,2	23,8 ± 7,1	32,7 ± 6,4	24,9 ± 3,4
2017–2022	абс. abs.	7	27	21	58	113
	%	6,2	23,9	18,6	51,3	100,0
	‰ ₀₀₀₀	1,8 ± 1,7	4,6 ± 2,2	3,9 ± 2,1	4,2 ± 1,3	3,9 ± 0,9

В связи с этим важное значение приобретает оценка естественного «проэпидемичивания» населения.

Оценка серопревалентности населения

При серологическом исследовании 2379 проб крови антитела класса IgG к вирусу КЭ выявлены в 281 (11,8 ± 0,7%) случае. Количественный анализ IgG у 53 человек в 2012 г. показал, что у 25 (47,2%) человек их титр составил 1 : 800–1 : 1600, у 12 (22,6%) — 1 : 400 и 16 (30,2%) — 1 : 100–1 : 200. Недостаточное количество исследований не позволяет сделать убедительных умозаключений, однако обнаружение у 69,8% обследованных антител на уровне выше порога защитного действия (1 : 800 согласно СанПиН 3.3.686-21) или обеспечивающего быструю элиминацию вируса 1 : 400 [27], даёт основание для гипотезы о том, что несоответствие регистрируемой заболеваемости расчётному показателю риска заражения в значительной степени обусловлено наличием коллективного иммунитета. Обязательным условием при сборе проб было отсутствие заболевания КЭ в анамнезе или вакцинации против него. При анализе результатов выяснилось, что в отдельных случаях это условие не соблюдалось, но в целом полученные данные характеризуют результат естественного «проэпидемичивания» населения.

Наши результаты практически совпали с данными других авторов, выявивших IgG к вирусу КЭ в 11,9% при исследовании в 1982–1984 гг. проб крови 3042 непривитых жителей 13 районов РК методом реакции непрямой гемагглютинации [21], 13% при исследовании в 2018–2019 гг. 292 проб методом ИФА в другой лаборатории [22]. При этом показатели регистрируемой заболеваемости в 2011–2022 гг. были существенно выше, чем в 1980–1984 гг., — 4,0 и 0,7 на 100 тыс. соответственно. По данным лите-

ратуры, IgG к вирусу КЭ в концентрации 1 : 100 не всегда удаётся обнаружить методом ИФА [29], следовательно, доля инфицированных могла быть даже несколько выше выявленной. Несмотря на вероятные различия информативности методов реакции непрямой гемагглютинации и ИФА, в целом можно сделать вывод о том, что число лиц, подвергавшихся риску заражения, значительно выше числа выявленных случаев заболевания.

Наиболее низкий показатель серопревалентности выявлен среди лиц 30–39 лет — 8,5 ± 1,1%. В остальных возрастных группах показатели не имели достоверных различий: 50 лет и старше — 13,8 ± 1,2%, 40–49 лет — 11,9 ± 1,2%. Самый высокий показатель оказался в группе 20–29 лет — 16,9 ± 9,5% (за счёт жителей Петрозаводска), но из-за малого числа исследованных проб результат в этой группе нельзя считать достоверным. Продолжительность сохранения гуморального постинфекционного иммунитета неизвестна, но можно предполагать, что без стимулирования бустерными дозами он, как и поствакцинальный, постепенно угасает, следовательно, выявленные различия подтвердили достоверно более высокую вероятность контакта с возбудителем у пожилых людей. Частота выявления антител у мужчин была несколько выше, чем у женщин: 14,3 ± 1,3 и 10,6 ± 0,8%, но различие показателей не было достоверным, что также согласуется с данными заболеваемости и обращаемости. Антитела к вирусу КЭ выявлялись как у жителей эндемичных территорий, так и территорий, не относимых к таковым (табл. 3), однако у последних они встречались в 5,3 раза реже: 13,3 ± 0,7 и 2,5 ± 0,9 соответственно. В первой группе частота обнаружения IgG в Петрозаводске составила 13,3 ± 1,2%, в остальных районах — от 6,2 ± 1,9 до 28,5%, в среднем 13,3 ± 1,0%. Более высокие показатели

Таблица 3. Результаты исследования проб крови населения РК на антитела к вирусу клещевого энцефалита в 2011–2022 гг.

Table 3. The results of the serosurvey assessing the prevalence of antibodies to the tick-borne encephalitis virus in the Republic of Karelia in 2011–2022

Группа Group	Эндемичные территории Endemic areas			Неэндемичные территории Non-endemic areas		
	исследовано проб number of tested samples	из них выявлены антитела к вирусу КЭ of which are positive for antibodies to TBEV		исследовано проб number of tested samples	из них выявлены антитела к вирусу КЭ of which are positive for antibodies to TBEV	
		абс. abs.	абс. abs. %		абс. abs.	абс. abs. %
Все Total	2056	273	13,3 ± 0,7	323	8	2,5 ± 0,9
Мужчины Men	672	107	15,9 ± 1,4	99	3	3,0 ± 1,7
Женщины Women	1384	166	12,0 ± 0,9	224	5	2,2 ± 1,0
20–29 лет years	148	25	16,89 ± 9,5	0	0	0
30–39 лет years	542	51	9,4 ± 1,3	140	5	3,6 ± 1,6
40–49 лет years	580	82	14,1 ± 1,4	112	2	1,8 ± 1,3
> 50 лет years	786	117	14,9 ± 1,3	71	1	2,8 ± 1,9

выявлены в районах, где преимущественно обследовались лица пожилого возраста. Среди населения 5 неэндемичных территорий антитела не выявлены у жителей 2 районов (43 и 62 проб), ещё в 2 районах выявлено по одному серопозитивному из 90 и 46 обследованных лиц, среди жителей г. Костомукша антитела обнаружены у 6 из 80 обследованных. В 1980-гг., отмеченные довольно активной миграцией на север РК населения других регионов страны, частота обнаружения антител у населения неэндемичных районов составляла 8,1–17,1% [21]. Нельзя исключить возможность заражения за пределами места проживания и в нашем исследовании, но в сопоставлении с данными о числе обращений по поводу присасывания клещей можно предполагать и возможность заражения в неэндемичных районах. Возрастные и гендерные различия были характерны для обеих групп территорий, но в группе неэндемичных районов из-за недостаточного числа наблюдений достоверность показателей была низкой (табл. 3).

Результаты серологических исследований выявили более активный эпидемический процесс КЭ, чем можно было бы предполагать на основании только регистрируемой заболеваемости. Более того, доля серопозитивных среди обследованных оказалась в 6,9 раза выше, чем доля лиц, с которых были удалены инфицированные клещи, в 1992–2022 гг. Можно предполагать, что в ряде случаев встреча с клещом, особенно на стадии нимфы, осталась незамеченной его жертвой. Факт присасывания клеща не всегда устанавливался у заболевших, в Санкт-Петербурге доля таких случаев в 2006–2017 гг. составила 20,0–37,1% [30]. В отдельных случаях заражение могло происходить при употреблении сырого коровьего молока: в середине XX в. выявлена высокая (до 100%) заклещевлённость коров в южных районах РК [31]. Но к началу XXI в. животноводство в РК, в том числе в частных хозяйствах, было почти ликвидировано, поэтому алиментарный путь заражения КЭ можно рассматривать как уникальное явление. Результаты изучения эпидемического процесса КЭ, в том числе его скрытой от рутинного надзора части, ставят вопрос: а все ли мы знаем о циркуляции вируса КЭ в природе. И этот вопрос требует дальнейшего серьёзного изучения.

Выводы

В РК выявлено устойчивое снижение регистрируемой заболеваемости КЭ после бурного подъёма в начале века, связанное более с действием биологических и природных, нежели социальных факторов. Характеристики эпидемического процесса в целом соответствуют наблюдаемым в других регионах страны, а его современные особенности должны быть учтены при организации диагностики и профилактики заболевания. Оценка серопре-

валентности, выявившая более широкий контакт населения с вирусом, чем можно было ожидать по данным регистрируемой заболеваемости, позволила более полно изучить эпидемический процесс.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ | REFERENCES

1. Колясникова Н.М., Ишмухаметов А.А., Акимкин В.Г. Современное состояние проблемы клещевого энцефалита в России и мире. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2023;22(1):104–23. Kolyasnikova N.M., Ishmukhametov A.A., Akimkin V.G. The current state of the problem of tick-borne encephalitis in Russia and the world. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2023;22(1):104–23. DOI: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-1-104-123> EDN: <https://elibrary.ru/yeynhd>
2. Андаев Е.И., Никитин А.Я., Толмачёва М.И. и др. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации в 2022 г. и прогноз ее развития на 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2023;(1):6–16. Andaev E.I., Nikitin A.Ya., Tolmacheva M.I., et al. Epidemiological situation on tick-borne viral encephalitis in the Russian Federation in 2022 and forecast of its development for 2023. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2023;(1):6–16. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2023-1-6-16> EDN: <https://elibrary.ru/giaacs>
3. Сафонова М.В., Симонова Е.Г., Лопатин А.А. и др. Разработка критериев количественной оценки эпидемического потенциала природно-очаговых инфекций вирусной этиологии. *Инфекция и иммунитет*. 2022;12(4):745–54. Safonova M.V., Simonova E.G., Lopatin A.A., et al. Development of quantitative criteria for assessing epidemic potential of the natural-focal viral infections. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2022;12(4):745–54. DOI: <https://doi.org/10.15789/2220-7619-DOQ-192>
4. Никитин А.Я., Андаев Е.И., Толмачёва М.И. и др. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации за 2011–2021 гг. и краткосрочный прогноз ее развития. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022;(1):15–23. Nikitin A.Ya., Andaev E.I., Tolmacheva M.I., et al. Epidemiological situation on tick-borne viral encephalitis in the Russian Federation in 2011–2021 and short-term forecast of its development. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2022;(1):15–23. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2022-1-15-23> EDN: <https://elibrary.ru/arpdz>
5. Андаев Е.И., Никитин А.Я., Яцменко Е.В. и др. Тенденции развития эпидемического процесса клещевого вирусного энцефалита в Российской Федерации, лабораторная диагностика, профилактика и прогноз за 2021 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021;(1):6–16. Andaev E.I., Nikitin A.Ya., Yatsmenko E.V., et al. Trends in epidemic process development of tick-borne encephalitis in the Russian Federation, laboratory diagnosis, prophylaxis and forecast for 2021. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2021;(1):6–16. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2021-1-6-16> EDN: <https://elibrary.ru/jewjur>
6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации в 2021 г.». М.; 2022. State report «About the sanitary and epidemiological situation in the Russian Federation in 2021». Moscow; 2022.
7. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации в 2022 г.». М.; 2023. State report «About the sanitary and epidemiological situation in the Russian Federation in 2021». Moscow; 2022.

8. Токаревич Н.К., Тронин А.А., Бузинов Р.В. и др. Анализ риска заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом в районах с разными климатогеографическими условиями. *Анализ риска здоровью*. 2021;(4):127–35. Tokarevich N.K., Tronin A.A., Buzinov R.V., et al. Analyzing risks of incidence of tick-borne encephalitis in areas with different climatic and geographical conditions. *Health Risk Analysis*. 2021;(4):127–35. DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.4.14.eng> EDN: <https://elibrary.ru/ctemoe>
9. Гнатив Б.Р., Токаревич Н.К. Результаты многолетнего мониторинга клещевого вирусного энцефалита и клещевого боррелиоза в Республике Коми. *Инфекция и иммунитет*. 2021;11(4):707–22. Gnativ B.R., Tokarevich N.K. Long-term monitoring of tick-borne viral encephalitis and tick-borne borreliosis in the Komi Republic. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2021;11(4):707–22. DOI: <https://doi.org/10.15789/2220-7619-ROL-1299> EDN: <https://elibrary.ru/nxhtts>
10. Коренберг Э.И., Сироткин М.Б., Ковалевский Ю.В. Адаптивные черты биологии близких видов иксодовых клещей, определяющие их распространение (на примере таежного *Ixodes persulcatus* Sch. 1930 и европейского лесного *Ixodes ricinus* L. 1758). *Успехи современной биологии*. 2021;141(3):271–86. Korenberg E.I., Sirotkin M.B., Kovalevskiy Yu.V. Adaptive features of the biology of similar species of ixodes ticks that determine their distribution (on the example of the Taiga – *Ixodes persulcatus* Sch. 1930 and European forest — *Ixodes ricinus* L. 1758). *Advances of Modern Biology*. 2021;141(3):271–86. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0042132421030078> EDN: <https://elibrary.ru/zgvvvv>
11. Uusitalo R., Siljander M., Lindén A., et al. Predicting habitat suitability for *Ixodes ricinus* and *Ixodes persulcatus* ticks in Finland. *Parasit. Vectors*. 2022;15(1):310. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05410-8>
12. Van Heuverswyn J., Hallmaier-Wacker L.K., Beauté J., et al. Spatiotemporal spread of tick-borne encephalitis in the EU/EEA, 2012 to 2020. *Euro. Surveill.* 2023;28(11):2200543. DOI: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.11.2200543>
13. Bogovic P., Strle F. Tick-borne encephalitis: A review of epidemiology, clinical characteristics, and management. *World J. Clin. Cases*. 2015;3(5):430–41. DOI: <https://doi.org/10.12998/wjcc.v3.i5.430>
14. Нафеев А.А., Киселева Л.М., Мерцалова С.Л. Эпидемические признаки клещевых инфекций в Ульяновской области. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2011;(3):81–5. Nafeev A.A., Kiseleva L.M., Mertsalova S.L. Epidemic signs of tick-borne infections in the Ulyanovsk region. *Ulyanovsk Biomedical Journal*. 2011;(3):81–5. EDN: <https://elibrary.ru/oxefzd>
15. Нафеев А.А., Савельева Н.В., Сибяева Э.И. Иммунологический (серологический) мониторинг в системе эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2016;21(5):286–9. Nafeev A.A., Savel'eva N.V., Sibaeva E.I. Immunological (serological) monitoring in the epidemiological surveillance system of natural focal infections. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2016;21(5):286–9. DOI: <https://doi.org/10.18821/1560-9529-2016-21-5-286-289> EDN: <https://elibrary.ru/xbhqzq>
16. Беспятова Л.А., Бугмырин С.В., Кутенков С.А. и др. Численность иксодовых клещей (*Acari Ixodidae*) на мелких млекопитающих в лесных биотопах среднетаежной подзоны Карелии. *Паразитология*. 2019;53(6):463–73. Bespyatova L.A., Bugmyrin S.V., Kutenkov S.A., et al. Number of ixodid ticks (*Acari Ixodidae*) on small mammals in forest biotopes of the middle taiga subzone of Karelia. *Parasitology*. 2019;53(6):463–73. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0031184719060036> EDN: <https://elibrary.ru/hyjzyc>
17. Беспятова Л.А., Бугмырин С.В. О распространении европейского лесного клеща *Ixodes ricinus* (*Acarina, Ixodidae*) в Республике Карелия. *Зоологический журнал*. 2021;100(7):745–55. Bespyatova L.A., Bugmyrin S.V. On the distribution of the European forest tick *Ixodes ricinus* (*Acarina, Ixodidae*) in the Republic of Karelia. *Zoological Journal*. 2021;100(7):745–55. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0044513421070035> EDN: <https://elibrary.ru/rljctp>
18. Bugmyrin S.V., Romanova L.Y., Belova O.A., et al. Pathogens in *Ixodes persulcatus* and *Ixodes ricinus* ticks (*Acari, Ixodidae*) in Karelia (Russia). *Ticks Tick Borne Dis.* 2022;13(6):102045. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.102045>
19. Рубис Л.В., Екимова О.В., Сафонова О.С. и др. Сходство и различия характеристик эпидемического процесса клещевого энцефалита и клещевого боррелиоза. *Журнал инфектологии*. 2023;15(2):139–47. Rubis L.V., Ekimova O.V., Safonova O.S., et al. Similarities and differences in the characteristics of the epidemical process tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis. *Journal Infectiology*. 2023;15(2):139–47. DOI: <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2023-15-2-139-147> EDN: <https://elibrary.ru/tlsudf>
20. Беспятова Л.А., Бугмырин С.В. Видовой состав, распространение основных переносчиков и эпидемиологическая ситуация по клещевому энцефалиту в Республике Карелия. *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2017;(1):13–20. Bespyatova L.A., Bugmyrin S.V. Species composition, distribution of the disease vectors and epidemiology of tick-borne encephalitis in the Republic of Karelia. *Actual Questions of Veterinary Biology*. 2017;(1):13–20. EDN: <https://elibrary.ru/ygrorv>
21. Львов Д.К., Дерябин П.Г., Аристова В.А. и др. Атлас распространения возбудителей природно-очаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации, М.; 2001. L'vov D.K., Deryabin P.G., Aristova V.A., et al. *Atlas of Distribution of Natural Foci Virus Infections on the Territory of Russian Federation*. Moscow; 2001. EDN: <https://elibrary.ru/tzngoh>
22. Токаревич Н.К., Блинова О.В., Стоянова Н.А. и др. Серопревалентность клещевых заболеваний в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации. *Инфекция и иммунитет*. 2022;12(5):891–901. Tokarevich N.K., Blinova O.V., Stoyanova N.A., et al. Seroprevalence of tick-borne diseases in the Northwest Federal District of the Russian Federation. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2022;12(5):891–901. DOI: <https://doi.org/10.15789/2220-7619-SOT-1953> EDN: <https://elibrary.ru/qvyuuq>
23. Белова О.А., Буренкова Л.А., Карань Л.С. и др. Эффективность детекции вируса клещевого энцефалита в иксодовых клещах (*Acari: Ixodidae*) с помощью ИФА и ПЦР в реальном времени. *Вопросы вирусологии*. 2014;59(5):38–43. Belova O.A., Burenkova L.A., Karan' L.S., et al. Tickborne encephalitis virus detection efficiency in ixodid ticks (*Acari: Ixodidae*) with ELISA and real-time PCR. *Problems of Virology*. 2014;59(5):38–43. EDN: <https://elibrary.ru/snvrwn>
24. Холодилов И.С., Белова О.А., Мотузов О.В. и др. Оценка зараженности клещей вирусом клещевого энцефалита с использованием различных методов исследования. Неоднозначность трактовки результатов. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2014;(3):29–36. Kholodilov I.S., Belova O.A., Motuzov O.V., et al. Ambiguous interpretation of the results of TBEV prevalence in ticks evaluation using different methods. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2014;(3):29–36. EDN: <https://elibrary.ru/sghrht>

25. Пуховская Н.М., Морозова О.В., Белозерова Н.Б. и др. Сравнительный анализ геномов штаммов вируса клещевого энцефалита, выделенных от комаров и клещей. *Вопросы вирусологии*. 2017;62(1):30–5. Pukhovskaya N.M., Morozova O.V., Belozerova N.B. et al. Comparative analysis of genomes of tick-borne encephalitis virus strains isolated from mosquitoes and ticks. *Problems of Virology*. 2017;62(1):30–5. DOI: <https://doi.org/10.18821/0507-4088-2017-62-1-30-35> EDN: <https://elibrary.ru/mctxpd>
26. Белова О.А., Холодильов И.С., Литов А.Г. и др. Способность иксодовых клещей (*Acari: Ixodidae*) разных видов поддерживать репродукцию вируса клещевого энцефалита. *Паразитология*. 2018;52(4):268–379. Belova O.A., Kholodilov I.S., Litov A.G., et al. Ability of ixodid ticks (*Acari: Ixodidae*) to support reproduction of the tick-borne encephalitis virus. *Parazitologia*. 2018;52(4):268–379. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0031184718040029> EDN: <https://elibrary.ru/yymbmhj>
27. Леонова Г.Н., Майстровская О.С., Лубова В.А. и др. Комплексная оценка влияния специфических антител на инфекционную активность вируса клещевого энцефалита. *Инфекция и иммунитет*. 2019;9(3-4):559–67. Leonova G.N., Maistrovskaya O.S., Lubova V.A., et al. Comprehensive assessment of specific antibodies on infectious activity of tick-borne encephalitis virus. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2019;9(3-4):559–67. DOI: <https://doi.org/10.15789/2220-7619-2019-3-4-559-567> EDN: <https://elibrary.ru/tswwwzj>
28. Никитин А.Я., Андаев Е.И., Яценко Е.В. и др. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации в 2019 г. и прогноз на 2020 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020;(1):33–42. Nikitin A. Ya., Andaev E.I., Yatsmenko E.V., et al. Epidemiological situation on tick-borne viral encephalitis in the Russian Federation in 2019 and forecast for 2020. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2020;(1):33–42. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-1-33-42> EDN: <https://elibrary.ru/vlsxpd>
29. Чернохаева Л.Л., Майкова Г.Б., Рогова Ю.В. и др. Сопоставление результатов иммуноферментного анализа и реакции нейтрализации при оценке защищённости населения от клещевого энцефалита. *Вопросы вирусологии*. 2018;63(1):36–40. Chernokhaeva L.L., Maykova G.B., Rogova Yu.V., et al. Comparison of results obtained by ELISA and neutralization test in assessing the protection of population from tick-borne encephalitis. *Problems of Virology*. 2018;63(1):36–40. DOI: <https://doi.org/10.18821/0507-4088-2018-63-1-36-40> EDN: <https://elibrary.ru/yoombm>
30. Нечаев В.В., Яковлев А.А., Усков А.Н. и др. Актуальные природно-очаговые инфекции, передаваемые клещами в Санкт-Петербурге. *Журнал инфектологии*. 2018;10(4):104–15. Nechaev V.V., Yakovlev A.A., Uskov A.N., et al. Urgent natural foci infections transmitted by ticks in Saint-Petersburg. *Journal of Infectology*. 2018;10(4):104–15. DOI: <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2018-10-4-104-115> EDN: <https://elibrary.ru/yynxzb>
31. Лутта А.С., Хейсин Е.М., Шульман Р.Е. К распространению иксодовых клещей в Карелии. В кн.: *Труды Карельского филиала академии наук СССР. Выпуск XIV. Вопросы паразитологии Карелии*. Петрозаводск; 1959:72–83. Lutta A.S., Kheysin E.M., Shul'man R.E. To the distribution of ixodid ticks in Karelia. In: *Proceedings of the Karelian Branch of the Academy of Sciences of the USSR. Issue XIV. Questions of parasitology of Karelia*. Petrozavodsk; 1959:72–83.

Информация об авторах

Рубис Людмила Викторовна — к.м.н., доцент, доцент каф. факультетской терапии, фтизиатрии, инфекционных болезней и эпидемиологии Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Россия, rublusja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6602-9621>

Чевская Виктория Евгеньевна — зав. вирусологической лаб. Центра гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия, Петрозаводск, Россия, <https://orcid.org/0009-0007-0924-3526>

Екимова Ольга Викторовна — зоолог Центра гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия, Петрозаводск, Россия, <https://orcid.org/0009-0006-0442-8436>

Сафонова Ольга Сергеевна — энтомолог Центра гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия, Петрозаводск, Россия, <https://orcid.org/0009-0004-3617-4616>

Вклад авторов: Чевская В.Е., Екимова О.В., Сафонова О.В. — сбор и обработка материала, проведение лабораторных исследований; Рубис Л.В. — концепция и дизайн исследования, организация сбора и обработки материала, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ИСМЖЕ, внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

Статья поступила в редакцию 01.09.2023;
принята к публикации 15.11.2023;
опубликована 28.12.2023

Information about the authors

Lyudmila V. Rubis — Cand. Sci. (Med.), associate professor, associate professor, Department of faculty therapy, phthisiology, infectious diseases and epidemiology, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, rublusja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6602-9621>

Victoriya E. Chevskaya — Head, Virology laboratory, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Karelia, Petrozavodsk, Russia, <https://orcid.org/0009-0007-0924-3526>

Olga V. Ekimova — zoologist, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Karelia, Petrozavodsk, Russia, <https://orcid.org/0009-0006-0442-8436>

Olga S. Safonova — entomologist, Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Karelia, Petrozavodsk, Russia, <https://orcid.org/0009-0004-3617-4616>

Author contribution: Chevskaya V.E., Ekimova O. V., Safonova O.S. — collection and processing of material, laboratory researches; Rubis L.V. — concept and design of the study, organization of the collection and processing of material, collection and processing of material, statistical processing, writing the text, editing. All authors confirm that they meet the International Committee of Medical Journal Editors criteria for authorship, made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.

The article was submitted 01.09.2023;
accepted for publication 15.11.2023;
published 28.12.2023