



РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМ ВИРУСНЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ НА ЭНДЕМИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.Г. Сергеев^{1,3}, В.А. Мищенко^{1,4}, И.П. Быков¹, В.В. Романенко³,
Л.Г. Чистякова², А.В. Алимов¹

¹Екатеринбургский научно-исследовательский институт вирусных инфекций – филиал Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор», Россия, 620030, г. Екатеринбург, ул. Летняя, 23

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, Россия, 620078, г. Екатеринбург, пер. Отдельный, 3

³Уральский государственный медицинский университет, Россия, 620219, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

⁴Институт экологии растений и животных УрО РАН, Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

Территория Свердловской области является зоной напряженного природно-антропогенного очага клещевого вирусного энцефалита (КВЭ). За последние 20 лет благодаря проведению массовой вакцинации населения удалось снизить заболеваемость в пять раз. С 2015 г. показатель заболеваемости КВЭ остается на уровне менее 3 на 100 тысяч населения. Однако на протяжении последних 10 лет на фоне значительного прироста иммунной прослойки населения (с 68,0 % в 2007 г. до 84,99 % в 2018 г.) отмечается существенное замедление темпов снижения заболеваемости КВЭ. Анализ показал, что вероятность возникновения заболевания у пострадавших после присасывания клеща на разных территориях области имела существенные различия.

Таким образом, поставлена задача разработать методику ранжирования административных территорий по показателю риска развития манифестной формы КВЭ у пострадавших от присасывания клещей.

Показателем риска считали количество пострадавших от присасывания клещей на один случай заболевания КВЭ. Проведенный анализ показал, что максимальные значения среднеобластного показателя риска (1:40–1:50) наблюдались в период, предшествующий началу программы массовой вакцинации населения против КВЭ. По мере роста иммунной прослойки среди населения произошло снижение показателя риска в шесть раз (в 2018 г. один случай заболевания на 319 пострадавших). Величину среднеобластного показателя риска принимали за единицу. Ранжирование административных территорий проводили по величине индекса риска (отношение территориального показателя к среднеобластному).

Показано, что ранжирование эндемичных по КВЭ территорий по показателю риска позволяет осуществить дифференцированный подход к планированию и организации эффективных профилактических мероприятий.

Ключевые слова: клещевой вирусный энцефалит, эпидемический процесс, заболеваемость, массовая вакцинация, профилактика, пострадавшие от присасывания клещей, показатель риска заболевания, индекс риска, ранжирование эндемичных территорий.

За последние 50 лет произошли существенные изменения в эпидемиологии клещевого вирусного энцефалита (КВЭ) вследствие формирования антропогенных очагов вокруг городов, расположенных

на эндемичных территориях, и вовлечение в эпидемический процесс в качестве основной группы риска городского населения [1–4]. Это повлекло за собой изменение стратегии вакцинации с внедрением

© Сергеев А.Г., Мищенко В.А., Быков И.П., Романенко В.В., Чистякова Л.Г., Алимов А.В., 2020

Сергеев Александр Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии; руководитель отдела индикации и диагностики вирусных инфекций, главный научный сотрудник (e-mail: aldr131250@yandex.ru; тел.: 8 (343) 214-86-95; 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-8673>).

Мищенко Владимир Алексеевич – научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией трансмиссивных вирусных инфекций и клещевого энцефалита; инженер 1-й категории лаборатории эволюционной экологии (e-mail: innamoramento23@yandex.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4280-283X>).

Быков Иван Петрович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории трансмиссивных вирусных инфекций и клещевого энцефалита (e-mail: i.p.bykov@mail.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-646X>).

Романенко Виктор Васильевич – доктор медицинских наук, доцент кафедры эпидемиологии (e-mail: romanenko.v47@gmail.com; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9977-8845>).

Чистякова Лариса Григорьевна – главный специалист, эксперт отдела эпидемиологического надзора (e-mail: mail@66.rosпотребнадзор.ru; тел.: 8 (343) 374-13-79; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2376-1761>).

Алимов Александр Викторович – кандидат медицинских наук, директор (e-mail: virus@eniivi.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0511-9409>).

расширенных схем вакцинопрофилактики, вплоть до массовой иммунизации населения, с учетом степени риска заражения вирусом клещевого энцефалита (КВЭ) на той или иной территории, выраженной в уровне заболеваемости [5–8]. Впервые впечатляющие результаты массовой профилактической вакцинации населения против КВЭ были достигнуты в Австрии, где при охвате более 80 % населения прививками уровень заболеваемости удалось снизить в 15 раз [9–11].

В Российской Федерации эндемичные по клещевому вирусному энцефалиту (КВЭ) регионы, как и отдельные территории внутри этих регионов, значительно различаются по степени риска заражения населения КВЭ [12]. Одним из регионов с высокой заболеваемостью КВЭ является Уральский федеральный округ, в состав которого входит Свердловская область (СО). Вся территория области – зона напряженного природно-антропоургического очага клещевых инфекций, из которых одной из самых значимых является КВЭ [13]. За более чем 70-летний период наблюдения (1944–2018) в СО отмечены существенные циклические колебания уровня заболеваемости КВЭ [14]. В основе такой цикличности лежат биологические (периодические изменения численности естественных прокормителей клещей), погодно-климатические (температура и влажность воздуха в период активности клещей), а также социально-экономические факторы [15–17].

В период с 1956 по 1999 г. чередование подъемов и спадов заболеваемости происходило с интервалом в 3–4 года и совпадало с периодами повышенной активности клещей. В дальнейшем, на фоне проведения массовой иммунизации населения, отмечалось изменение динамики показателей заболеваемости. Так, в период с 1999 по 2011 г. продолжительность циклов чередования подъемов и спадов заболеваемости КВЭ увеличилась до шести лет, а с 2012 по 2018 г. отмечается четкая тенденция к стабилизации показателя заболеваемости на низком уровне с незначительными ежегодными колебаниями (2,4–3,6 на 100 тысяч населения) [18].

Во время ежегодных подъемов заболеваемости КВЭ в весенне-летний период значительную часть больных составляют лица, не имеющие прививочного анамнеза или не получившие полного курса вакцинации. За последние 25 лет пиковые значения заболеваемости КВЭ наблюдались в 1993, 1996, 1999, 2005 и 2011 гг. (24,0, 42,9, 19,3, 10,1 и 6,1 на 100 тысяч населения соответственно).

Известно, что уровень заболеваемости населения КВЭ на эндемичных территориях находится в прямой зависимости от активности иксодовых клещей в весенне-летний период. Существует закономерная связь между обращаемостью по поводу присасывания клещей и заболеваемостью [12].

За последние 20 лет благодаря активной целенаправленной профилактической работе эпидемио-

логической службы Роспотребнадзора Свердловской области (СО) удалось достичь существенных результатов по снижению заболеваемости КВЭ [19].

С 1996 г. в рамках областной программы проводится массовая вакцинация населения против КВЭ, благодаря чему с 2000 г. отмечается стойкая тенденция к снижению заболеваемости [20]. С 2015 г. показатель заболеваемости КВЭ остается на уровне менее 3 на 100 тысяч населения. Охват населения области прививками против КВЭ в 2017 г. достиг 87,4 %. Однако до настоящего времени случаи заболевания КВЭ регистрируются на 80 % административных территорий области. Среднепогодный уровень заболеваемости (СМУ) КВЭ составляет 2,85 на 100 тысяч населения, что превышает общероссийский показатель (1,72 на 100 тысяч населения) в 1,65 раза. Ежегодно до 5 % больных КВЭ составляют лица, прошедшие полный курс вакцинации против КВЭ. При анализе структуры клинических форм КВЭ среди привитых и непривитых лиц прослеживается следующая картина: удельный вес очаговых форм у привитых лиц в несколько раз ниже, чем у непривитых, а в отдельные годы (2011–2013) у 100 % привитых лиц наблюдалась только лихорадочная форма КВЭ. Тем не менее процент летальности у больных КВЭ в течение многих лет сохраняется с колебаниями по годам – от 0,6 до 2,7 %.

Анализ динамики основных показателей эпидемического процесса КВЭ в Свердловской области за последние 20 лет показал следующее. Реализация программы массовой вакцинации населения с 1998 г. позволила снизить заболеваемость КВЭ в СО к 2018 г. более чем в восемь раз (до 2,35 на 100 тысяч населения). В то же время на 11 административных территориях показатели заболеваемости превышали среднеобластной уровень в 1,5–2,0 раза, а еще на шести было зарегистрировано более чем двукратное превышение среднеобластного показателя.

В 2018 г. охват населения СО прививками против КВЭ достиг 84,99 %. При этом привитость населения, проживающего на половине административных территорий, составила более 90 %. Однако на протяжении последних 10 лет на фоне значительного прироста иммунной прослойки населения (с 68,0 % в 2007 г. до 84,99 % в 2018 г.) отмечается существенное замедление темпов снижения заболеваемости КВЭ.

За исключением 1996 и 2011 гг., когда наблюдалось резкое повышение активности клещей (показатели пострадавших 2027,8 и 1325,7 на 100 тысяч населения соответственно), в период с 1995 по 2018 г. значения показателей пострадавших от присасывания клещей оставались в пределах от 489,7 (2002 г. – минимум) до 983 (2015 г. – максимум) на 100 тысяч населения. Площадь ежегодных акарицидных обработок с 2000 по 2018 г. увеличилась в 10 раз (с 969 га в 2000 г. до 9498 га в 2018 г.), однако это не привело к уменьшению величины показателя пострадавших от присасывания клещей (565 и 749 на 100 тысяч населения в 2000 и 2018 гг. соответственно). Из это-

го следует, что система планирования и организации мероприятий по проведению акарицидных обработок эндемичных территорий нуждается в существенном пересмотре и коррекции.

Показатель привитости населения г. Екатеринбурга (88,88 %) превышает значение среднеобластного (84,99 %). В то же время показатель заболеваемости КВЭ среди населения г. Екатеринбурга ежегодно превышает среднеобластные данные (СМУ 3,94 и 2,85 на 100 тысяч населения соответственно). В г. Екатеринбурге проживает около 30 % населения области. Площадь МО Екатеринбург составляет 0,6 % от площади СО. При этом на долю жителей областного центра приходится около 50 % больных КВЭ (СМУ – 55 из 118 случаев КВЭ по области). Приведенные данные указывают на необходимость анализа причин недостаточной защищенности населения г. Екатеринбурга от КВЭ в условиях ежегодного проведения массовой вакцинации.

Сравнительный анализ карт ранжирования территории области по таким данным, как заболеваемость КВЭ и средняя численность клещей, показывает, что уровень заболеваемости КВЭ населения, проживающего на той или иной территории, в большинстве случаев не коррелирует с показателями высокой, средней или низкой заклещевленности. Так, зона высокой численности клещей локализуется на юге и юго-западе области, в то время как территории с высокими показателями заболеваемости населения КВЭ расположены в меридиональном направлении с севера на юг в подзонах средней и южной тайги. Анализ выявил, что на большинстве территорий отмечается несоответствие показателей количества пострадавших от присасывания клещей и заболеваемости КВЭ, то есть вероятность (риск) развития манифестной формы заболевания после присасывания клеща у населения, проживающего на разных территориях, имеет существенные различия.

Цель исследования – на основании анализа многолетней динамики основных показателей эпидемиологического процесса КВЭ в СО разработать методику ранжирования административных территорий по показателю риска развития манифестной формы заболевания у пострадавших от присасывания клещей.

Материалы и методы. В работе использовали данные формы № 2 государственной статистической отчетности «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» Роспотребнадзора. Данные о количестве пострадавших от укусов клещей и охвата населения прививками против КВЭ получены из материалов ежегодных отчетов Управления Роспотребнадзора по СО о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

За показатель риска принимали вероятность развития манифестной формы заболевания КВЭ после присасывания клеща. Вычисление среднеобластного и административно-территориальных показателей риска развития заболевания КВЭ у пострадавших

от присасывания клеща осуществляли путем нахождения соотношения между показателями пострадавших от присасывания клеща и заболеваемости КВЭ на 100 тысяч населения на данной территории.

Вычисление индекса риска проводили путем нахождения отношения показателя риска административной территории к среднеобластному показателю риска, который принимали за единицу.

Результаты и их обсуждение. Основными факторами, от которых зависит величина показателя постэкспозиционного риска развития КВЭ, являются уровень коллективного иммунитета населения, проживающего на данной территории, вирусофорность местной популяции клещей и степень вирулентности циркулирующих штаммов КВЭ. Показатель является интегральным, поскольку позволяет объективно оценить защищенность населения, проживающего на данной территории. Таким образом, определение показателя риска развития КВЭ у пострадавших от присасывания клещей в разные годы на разных территориях дает дополнительную информацию для эпидемиологического анализа оценки эффективности результатов проведения мероприятий специфической и неспецифической профилактики заболевания.

Динамику показателя риска на фоне массовой вакцинации населения против КВЭ можно проследить на примере СО. На рис. 1 представлена многолетняя динамика заболеваемости КВЭ и показатели риска развития заболевания у пострадавших от укуса клещей.

Как видно из представленных данных, в период до начала и в первые годы после начала кампании массовой вакцинации (1995–2002) показатель риска составлял в среднем один случай КВЭ на 50 пострадавших. Эта величина согласуется с результатами мониторинга вирусофорности иксодовых клещей на территории СО, которая в среднем составляет 2 %.

По сравнению с довакцинальным периодом в 2018 г. показатель риска снизился в 7,6 раза (с 1:42 до 1:319). За тот же период времени произошло снижение показателя заболеваемости в пять раз (СМУ 14,6 и 2,85 на 100 тысяч населения соответственно).

На рис. 2 представлена многолетняя динамика показателя риска на фоне возрастающего процента охвата населения области прививками против КВЭ.

Как видно из представленных данных, после достижения охвата прививками более 60 % населения показатель риска начал резко падать. Однако с 2008 г. после достижения показателя привитости более 70 % произошла его стабилизация на уровне 1:200–1:250 (различия статистически незначимы, $p > 0,05$). Таким образом, повышение охвата населения прививками за последние 10 лет с 73 до 85 % существенным образом не повлияло на величину показателя риска возникновения КВЭ после укуса клеща. При этом продолжалась тенденция дальнейшего снижения показателя заболеваемости. С 2008 по 2014 г. значения показателя заболеваемости КВЭ



Рис. 1. Многолетняя динамика заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом в Свердловской области (на 100 тысяч населения) и показатель риска (количество пострадавших от присасывания клеща на один случай заболевания)

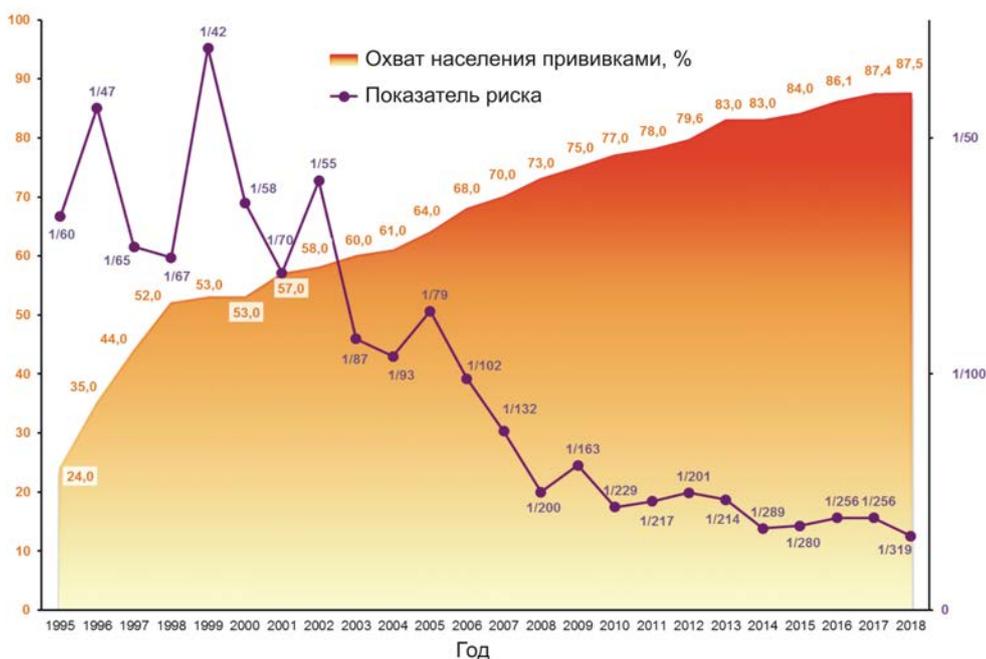


Рис. 2. Охват населения Свердловской области прививками против клещевого вирусного энцефалита и показатель риска (количество пострадавших от присасывания клеща на один случай заболевания)

находились в пределах от 6,1 до 3,4 на 100 тысяч населения, а с 2015 г. отмечается стабилизация показателя на уровне менее 3 на 100 тысяч населения (см. рис. 1).

На рис. 3 представлена многолетняя динамика показателя пострадавших от присасывания клещей и показателя риска возникновения заболевания КВЭ у пострадавших.

Как видно из представленных данных, значения показателя риска с 2008 по 2018 г. существенно не меняются в условиях ежегодных значительных колебаний величины показателя пострадавших от укуса клещей. Это свидетельствует об отсутствии корреляционной связи между числом лиц, пострадавших от присасывания клещей, и риском возникновения КВЭ у пострадавших.

Риск-ориентированный подход к анализу эпидемиологической ситуации по КВЭ позволяет выделить административные территории, на которых отмечается несоответствие показателей количества пострадавших от присасывания клещей и заболеваемости КВЭ, а именно:

- территории с высоким показателем пострадавших при отсутствии случаев заболевания;
- территории с высоким показателем пострадавших при значении показателя заболеваемости близкого к среднеобластному;
- территории с высокой заболеваемостью и значением показателя пострадавших, близкого к среднеобластному.

Метод включает:

1. Вычисление среднеобластного и административно-территориальных показателей риска развития заболевания КВЭ путем нахождения частного от деления показателя заболеваемости КВЭ на 100 тысяч населения на показатель пострадавших от присасывания клеща на данной территории.
2. Вычисление индекса риска путем нахождения отношения показателя риска административной

территории к среднеобластному показателю риска, принимаемому за единицу.

3. Ранжирование административных территорий по индексу риска:

- высокий риск (индекс $\geq 1,3$);
- умеренный риск (индекс $0,70 < 1,0 < 1,3$);
- низкий риск (индекс $\leq 0,70$).

На территориях с высоким индексом риска следует сосредоточить внимание на анализе объема, качества работы по вакцинопрофилактике, экстренной иммунопрофилактике КВЭ и исследованию уровня коллективного иммунитета населения.

На территориях с умеренным индексом риска (значение заболеваемости КВЭ равно или выше среднеобластного при высоком значении показателя пострадавших) необходимо провести анализ объема и эффективности акарицидных обработок, а также состояния санитарно-просветительной работы среди населения по правилам безопасного поведения в лесу для защиты от присасывания клещей.

Пример представления и анализа данных по риск-ориентированному подходу к ранжированию территорий, эндемичных по КВЭ, приведен в табл. 1 и 2.



Рис. 3. Многолетняя динамика показателя пострадавших от присасывания клещей (на 100 тысяч населения Свердловской области) и показателя риска возникновения заболевания клещевым вирусным энцефалитом у пострадавших

Таблица 1

Показатели пострадавших от присасывания клещей и заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом на территориях отдельных муниципальных образований Свердловской области в 2017 г.

Территория	Показатель пострадавших от присасывания, $\frac{0}{0000}$	Отношение к среднеобластному показателю пострадавших от присасывания	Заболеваемость КВЭ, $\frac{0}{0000}$	Отношение к среднеобластному показателю заболеваемости КВЭ
Свердловская область	715,00	1,00	2,75	1,00
Асбестовский ГО	1528,50	2,10	1,50	0,50
ГО Ревда	740,40	1,04	4,60	1,67
Полевской ГО	855,60	1,20	7,10	2,60

Показатели риска развития заболевания у пострадавших от присасывания клещей и уровень охвата населения прививками на территориях отдельных муниципальных образований Свердловской области в 2017 г.

Территория	Риск манифестной формы КВЭ среди пострадавших	Индекс риска	Охват прививками против КВЭ, %
Свердловская область	1:260	1,0	87,4
Асбестовский ГО	1:1019	0,3	96,3
ГО Ревда	1:160,9	1,6	86,5
Полевской ГО	1:120,5	2,2	73,1

Как видно из представленных в таблицах данных, вероятность заражения КВЭ у пострадавших от присасывания клеща на разных территориях с разным уровнем охвата населения прививками может различаться. Так, минимальному риску заболевания КВЭ подвергается население Асбестовского городского округа (ГО), несмотря на то, что показатель пострадавших от присасывания клещей на этой территории в 2017 г. был в 2,1 раза выше, чем в среднем по области, при этом показатель заболеваемости КВЭ составил 1,5 на 100 тысяч населения, что в 1,8 раза ниже среднеобластного показателя (2,75 на 100 тысяч населения). Таким образом, риск возникновения случая манифестной формы КВЭ этой территории Асбестовского ГО в 3,3 раза ниже, чем в целом на территории Свердловской области, что указывает на существенное влияние высокого уровня охвата профилактическими прививками против КВЭ (96,3 %) на заболеваемость и отсутствие корреляционной связи между числом лиц, пострадавших от присасывания клещей, и количеством случаев заболевания КВЭ.

Из этого следует, что на данной территории должен осуществляться комплекс специфических и неспецифических профилактических мероприятий в плановом режиме с акцентом на селективную иммунизацию групп риска по развитию манифестных форм КВЭ, а именно возрастных когорт, в которых не достигнуты целевые показатели охвата профилактическими прививками (не менее 95 %). Также необходимо уделять особое внимание оценке качества проводимых акарицидных обработок и санитарно-просветительной работе среди населения по разъяснению необходимости своевременной иммунизации против КВЭ и правил безопасного поведения в лесу для защиты от присасывания клещей.

На территории ГО Ревда показатель заболеваемости КВЭ в 2017 г. составил 4,6 на 100 тысяч населения, что в два раза выше среднеобластных данных при относительно одинаковых показателях пострадавших от присасывания клещей – 740,4 против среднеобластного (715,0 на 100 тысяч населения). В то же время риск развития манифестной формы КВЭ среди населения, пострадавшего от присасывания клещей на территории ГО Ревды, в 1,6 раза выше, чем среди населения Свердловской области. При этом уровень охвата населения

вакцинацией в ГО Ревда (86,5 %) близок к таковому по СО (87,4 %). В данном случае на территории ГО Ревда необходимо считать недостаточным уровень охвата профилактическими прививками и рекомендовать активизировать мероприятия по плановой иммунизации детей в сочетании с догоняющей иммунизацией взрослых, а также усилить контроль за своевременностью проведения отдаленных ревакцинаций привитого населения и провести исследование напряженности коллективного иммунитета к КВЭ.

В Полевском ГО по итогам 2017 г. регистрировался высокий риск развития манифестных форм КВЭ, который был в 2,2 раза выше среднеобластного показателя риска, также было отмечено превышение на 20 % показателя пострадавших от присасывания клещей и в 2,6 раза – заболеваемости КВЭ по сравнению со средними показателями по области. При этом уровень охвата прививками против КВЭ составлял лишь 73,1 %. Данная ситуация указывает на то, что низкий уровень охвата иммунизацией не может существенно повлиять на дальнейшее снижение заболеваемости КВЭ на территории Полевского ГО, показатели которой продолжают находиться в прямой зависимости от числа пострадавших от присасывания клещей.

Таким образом, основным ведущим профилактическим мероприятием на территории Полевского ГО должна стать плановая вакцинация детей в рамках Регионального календаря профилактических прививок и массовая догоняющая иммунизация взрослых с достижением не менее 95%-ного уровня охвата прививками против КВЭ во всех возрастных когортах.

Суммируя вышеизложенное, можно сделать заключение о том, что показатель риска объективно отражает степень вероятности возникновения новых случаев заболевания КВЭ среди населения, проживающего на определенной территории, и позволяет выбрать приоритетные направления профилактической работы (специфическая или неспецифическая профилактика) по снижению уровня заболеваемости.

Выводы:

1. Определение показателя постэкспозиционного риска развития КВЭ на разных территориях (количество пострадавших от присасывания клещей на один случай КВЭ) дает важную дополни-

тельную информацию для эпидемиологического анализа и планирования эффективных профилактических мероприятий.

2. Ранжирование эндемичных по КВЭ территорий по показателю риска позволяет объективно оценить защищенность проживающего населения и осуществить дифференцированный подход к планированию и организации эффективных профилактических мероприятий.

Финансирование. Исследования проводились в рамках НИР «Молекулярная эпидемиология вируса клещевого энцефалита на различных территориях Уральского федерального округа» Отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора «Проблемно-ориентированные исследования в области надзора за инфекционными и паразитарными болезнями на 2016–2019 годы» (№ регистрации: АААА-А16-116061710033-9).

Конфликт интересов. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. – М.: Комментарий, 2013. – 464 с.
2. Алексеев А.Н., Дубинина Е.В., Юшкова О.Ю. Функционирование паразитарной системы «клещ – возбудители» в условиях усиливающегося антропогенного процесса. – СПб., 2008. – 146 с.
3. Современная эпидемиологическая ситуация и некоторые результаты мониторинга за клещевым энцефалитом в Российской Федерации / Е.В. Веригина, Е.Г. Симонова, О.П. Чернявская, Н.Д. Пакскина // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2013. – Т. 71, № 4. – С. 14–20.
4. Tick-borne encephalitis: A 43-year summary of epidemiological and clinical data from Latvia (1973 to 2016) / D. Zavadzka, Z. Odzelevica, G. Karelis, L. Liepina, Z.A. Litauniece, A. Bormane, I. Lucenko, J. Perevoscikovs [et al.] // PLoS ONE. – 2018. – Vol. 13, № 11. – P. e0204844. DOI: 10.1371/journal.pone.0204844
5. Коренберг Э.И. Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами в лесной зоне, и стратегия их профилактики: изменение приоритетов // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2013. – Т. 72, № 5. – С. 7–17.
6. Леонова Г.Н. Вакцинопрофилактика клещевого энцефалита в прошлом, настоящем и будущем // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2011. – Т. 31, № 4. – С. 79–85.
7. Львов Д.К., Злобин В.И. Стратегия и тактика профилактики клещевого энцефалита на современном этапе // Вопросы вирусологии. – 2007. – Т. 52, № 5. – С. 26–30.
8. Vaccines against tick-borne encephalitis: WHO position paper – Recommendations // Vaccine. – 2011. – Vol. 29, № 48. – P. 8769–8770. DOI: 10.1016/j.vaccine.2011.07.024
9. Tick-borne encephalitis in Europe, 2012 to 2016 / J. Beauté, G. Spiteri, E. Warns-Petit, H. Zeller // Eurosurveillance. – 2016. – Vol. 23, № 45. – P. 1–9. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2016.23.45.1800201
10. Epidemiological situation of tick-borne encephalitis in the European Union and European Free Trade Association countries. – Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2012. – 54 p.
11. Tick-borne encephalitis in Europe: a brief update on epidemiology, diagnosis, prevention, and treatment / N. Riccardi, R.M. Antonello, R. Luzzati, J. Zajkowska, S. Di Bella, D.R. Giacobbe // European Journal of Internal Medicine. – 2019. – Vol. 62. – P. 1–6. DOI: 10.1016/j.ejim.2019.01.004
12. Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в Российской Федерации и по федеральным округам в 2009–2013 гг., эпидемиологическая ситуация в 2014 г. и прогноз на 2015 г. / А.К. Носков, В.П. Ильин, Е.И. Андаев, Н.Д. Пакскина, Е.В. Веригина, С.В. Балахонов // Проблемы особо опасных инфекций. – 2015. – № 1. – С. 46–50.
13. Клещевой энцефалит: эпидемиология, клиника, диагностика, профилактика: монография / Н.П. Глинских, В.С. Кокорев, Н.В. Пацук, Е.В. Кучкова, О.Ю. Гоголева. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2006. – 164 с.
14. Котельникова Г.М., Пономарев Д.Н. К эпидемиологической и зоопаразитологической характеристике очага клещевого энцефалита в районе горного Урала. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1969. – С. 65–67.
15. Анализ факторов, влияющих на заболеваемость клещевым энцефалитом, с использованием логико-вероятностных и корреляционно-регрессионных моделей / В.Б. Бериков, Г.С. Лбов, Г.Л. Полякова, В.Н. Бахвалова, В.В. Павлов, Л.Д. Шучинова, П.А. Гладкий, Ю.С. Коротков [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2011. – Т. 61, № 6. – С. 25–34.
16. Климатозависимые заболевания и членистоногие переносчики: возможное влияние наблюдаемого на территории России изменения климата / В.В. Ясюкевич, С.Н. Титкина, И.О. Попов, Е.А. Давидович, Н.В. Ясюкевич // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – № 25. – С. 314–359.
17. What Makes Ticks Tick? Climate Change, Ticks, and Tick-Borne Diseases / J. Süß, Ch. Klaus, F.-W. Gerstengarbe, P.C. Werner // Journal of Travel Medicine. – 2008. – Vol. 15, № 1. – P. 39–45. DOI: 10.1111/j.1708-8305.2007.00176.x
18. Заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в ряде субъектов Уральского федерального округа с прогнозной оценкой эпидемической ситуации на краткосрочный период / В.А. Мищенко, О.В. Ладыгин, И.П. Быков, Ю.А. Захарова, А.Г. Сергеев, И.А. Кшнясев // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 1. – С. 68–77. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.07
19. Эффективность программы массовой иммунопрофилактики клещевого энцефалита / В.В. Романенко, А.С. Килячина, М.С. Есюнина, А.В. Анкудинова, Т.А. Пименова // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2008. – Т. 30, № 2. – С. 9–14.
20. Есюнина М.С., Романенко В.В., Килячина А.С. Длительность сохранения постпрививочного иммунитета к вирусу клещевого энцефалита после ревакцинаций // Труды Института полиомиелита и вирусных энцефалитов имени М.П. Чумакова РАМН. Медицинская вирусология. – 2015. – Т. 29, № 2. – С. 132.

Риск-ориентированный подход в анализе эпидемиологической ситуации по заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом на эндемичных территориях (на примере Свердловской области) / А.Г. Сергеев, В.А. Мищенко, И.П. Быков, В.В. Романенко, Л.Г. Чистякова, А.В. Алимов // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 92–100. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.10

UDC 616.99:578.426
DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.10.eng



RISK-ORIENTED APPROACH IN ANALYZING EPIDEMIOLOGIC SITUATION WITH INCIDENCE WITH TICK-BORNE ENCEPHALITIS ON ENDEMIC TERRITORIES

**A.G. Sergeev^{1,3}, V.A. Mishchenko^{1,4}, I.P. Bykov¹,
V.V. Romanenko³, L.G. Chistyakova², A.V. Alimov¹**

¹Yekaterinburg Scientific Research Institute for Viral Infections Studies, a subsidiary of the Vektor State Scientific Center for Virology and Biotechnology, 23 Letnyaya Str., Yekaterinburg, 620030, Russian Federation

²Federal Service for Surveillance over Consumer Rights protection and Human Well-being, Sverdlovsk regional office, 3 Otdelnyi lane, Yekaterinburg, 620078, Russian Federation

³Ural State Medical University, 3 Repina Str., Yekaterinburg, 62002, Russia Federation

⁴Institute of Plant and Animal Ecology of the Urals Department of Russian Academy of Science URAN, 202 8 Marta Str., Yekaterinburg, 620144, Russian Federation

Sverdlovsk region is a zone with a strenuous natural-anthropogenic focus of virus tick-borne encephalitis (TBE). Incidence with the disease has decreased by 5 times over the last 20 years due to mass vaccination among population. Since 2015 incidence with TBE has remained steady at fewer than 3 cases per 100,000 people. However, over the last 10 years incidence with TBE has been decreasing at a significantly slower rate due to a considerable growth in number of immune people (from 68 % in 2007 to 84.99 % in 2018). Analysis revealed that probability of the disease after a person had been bitten by a tick was quite different on different territories in the region.

Our research goal was to develop a procedure for ranking administrative territories as per risks of clinical TBE occurrence among people bitten by ticks.

We took a number of people bitten by ticks per one TBE case as our risk parameter. Our analysis revealed that average regional risk reached its maximum values (1:40–1:50) in years prior to implementation of mass vaccination against TBE. As a number of immune people grew, risk fell by 6 times (just 1 TBE case per 319 bitten people in 2018). Average regional risk was taken as to be equal to 1. We ranked administrative territories as per their risk index values (a ratio of a territorial risk to average regional one).

We showed that ranking of TBE-endemic territories as per their risk index allowed implementing a differentiated approach to planning and organizing efficient prevention.

Key words: virus tick-borne encephalitis, epidemic process, incidence, mass vaccination, people bitten by ticks, disease risk index, risk index, ranking of endemic territories.

References

1. Korenberg E.I., Pomelova V.G., Osin N.S. Prirodno-ochagovye infektsii, peredayushchiesya iksodovymi kleshchami [Natural foci infections transferred by ticks]. Moscow, Kommentarii Publ., 2013, 464 p. (in Russian).
2. Alekseev A.N., Dubinina E.V., Yushkova O.Yu. Funktsionirovanie parazitarnoi sistemy «kleshch-vozbuditeli» v usloviyakh usilivayushchegosya antropogennogo protsesssa [“Ticks-infectious agents” parasitic system and its functioning under intensifying anthropogenic processes]. Sankt-Peterburg Publ., 2008, 146 p. (in Russian).

© Sergeev A.G., Mishchenko V.A., Bykov I.P., Romanenko V.V., Chistyakova L.G., Alimov A.V., 2020

Alexandr G. Sergeev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Microbiology, Virology and Immunology Department, Head of the Department for Indication and Diagnosis of Viral Infections, Chief Researcher (e-mail: aldr131250@yandex.ru; tel.: +7 (343) 214-86-95; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-8673>).

Vladimir A. Mishchenko – Researcher, Acting Head of the Laboratory for Vector-borne Viral Infections and Tick-borne Encephalitis, The First Category Engineer at the Evolutionary Ecology Laboratory (e-mail: innamoramento23@yandex.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4280-283X>).

Ivan P. Bykov – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory for Vector-borne Viral Infections and Tick-borne Encephalitis (e-mail: i.p.bykov@mail.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-646X>).

Viktor V. Romanenko – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor at the Epidemiology Department (e-mail: romanenko.v47@gmail.com; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9977-8845>).

Larisa G. Chistyakova – Chief Expert at the Department for Epidemiologic Surveillance (e-mail: mail@66.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (343) 374-13-79; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2376-1761>).

Alexandr V. Alimov – Candidate of Medical Sciences, Director (e-mail: virus@eniivi.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0511-9409>).

3. Verigina E.V., Simonova E.G., Chernyavskaya O.P., Paksina N.D. Contemporary Epidemiological Situation and Some of the Monitoring Results for Tick-Borne Encephalitis Virus. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*, 2013, vol. 71, no. 4, pp. 14–20 (in Russian).
4. Zavadskā D., Odzelevica Z., Karelis G., Liepina L., Litauniece Z.A., Bormane A., Lucenko I., Perevoscikovs J. [et al.]. Tick-borne encephalitis: A 43-year summary of epidemiological and clinical data from Latvia (1973 to 2016). *PLoS ONE*, 2018, vol. 13, no. 11, pp. e0204844. DOI: 10.1371/journal.pone.0204844
5. Korenberg E.I. Infections Transmitted by Ticks in the Forest Area and the Strategy of Prevention: Changing of Priorities. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*, 2013, vol. 72, no. 5, pp. 7–17 (in Russian).
6. Leonova G.N. Vaccinal prevention of tick-borne encephalitis in the past, present and future. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2011, vol. 31, no. 4, pp. 79–85 (in Russian).
7. L'vov D.K., Zlobin V.I. Prevention of tick-borne encephalitis at the present stage: Strategy and tactics. *Voprosy virusologii*, 2007, vol. 52, no. 5, pp. 26–30 (in Russian).
8. Vaccines against tick-borne encephalitis: WHO position paper – Recommendations. *Vaccine*, 2011, vol. 29, no. 48, pp. 8769–8770. DOI: 10.1016/j.vaccine.2011.07.024
9. Beauté J., Spiteri G., Warns-Petit E., Zeller H. Tick-borne encephalitis in Europe, 2012 to 2016. *Eurosurveillance*, 2016, vol. 23, no. 45, pp. 1–9. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.45.1800201
10. Epidemiological situation of tick-borne encephalitis in the European Union and European Free Trade Association countries. Stockholm, European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), 2012, 54 p.
11. Riccardi N., Antonello R.M., Luzzati R., Zajkowska J., Di Bella S., Giacobbe D.R. Tick-borne encephalitis in Europe: a brief update on epidemiology, diagnosis, prevention, and treatment. *European Journal of Internal Medicine*, 2019, vol. 62, pp. 1–6. DOI: 10.1016/j.ejim.2019.01.004
12. Noskov A.K., Il'in V.P., Andaev E.I., Paksina N.D., Verigina E.V., Balakhonov S.V. Morbidity Rates as Regards Tick-Borne Viral Encephalitis in the Russian Federation and across Federal Districts in 2009–2013. Epidemiological Situation in 2014 and Prognosis for 2015. *Problemy osobo opasnykh infektsii*, 2015, no. 1, pp. 46–50 (in Russian).
13. Glinskikh N.P., Kokorev V.S., Patsuk N.V., Kuchkova E.V., Gogoleva O.Yu. Kleshchevoi entsefalit: epidemiologiya, klinika, diagnostika, profilaktika: monografiya [Tick-borne encephalitis: epidemiology, clinical course, diagnostics, and prevention: a monograph]. Ekaterinburg, Izdatel'stvo AMB Publ., 2006, 164 p. (in Russian).
14. Kotelnikova G.M., Ponomarev D.N. K epidemiologicheskoi i zooparazitologicheskoi kharakteristike ochaga kleshchevogo entsefalita v raione gornogo Urala [On epidemiologic and zooparasitological parameters of a tick-borne encephalitis focus in the mountain Urals]. Sverdlovsk, Sredne-Ural'skoe knizhnoe izdatel'stvo Publ., 1969, pp. 65–67 (in Russian).
15. Berikov V.B., Lbov G.S., Polyakova G.L., Bakhvalova V.N., Panov V.V., Shchuchinova L.D., Gladkii P.A., Korotkov Yu.S. [et al.]. Analysis of Factors Influencing the Incidence of Tick-Borne Encephalitis, Using Logical-and-Probabilistic and Correlation-Regression Models. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*, 2011, vol. 61, no. 6, pp. 25–34 (in Russian).
16. Yasyukevich V.V., Titkina S.N., Popov I.O., Davidovich E.A., Yasyukevich N.V. Climate-dependant diseases and arthropod vectors: possible influence of climate change observed in Russia. *Problemy ekologicheskogo monitoring i modelirovaniya ekosistem*, 2013, no. 25, pp. 314–359 (in Russian).
17. Süss J., Klaus Ch., Gerstengarbe F.-W., Werner P.C. What Makes Ticks Tick? Climate Change, Ticks, and Tick-Borne Diseases. *Journal of Travel Medicine*, 2008, vol. 15, no. 1, pp. 39–45. DOI: 10.1111/j.1708-8305.2007.00176.x
18. Mishchenko V.A., Ladygin O.V., Bykov I.P., Zakharova J.A., Sergeev A.G., Kshnyasev I.A. Morbidity with tick-borne viral encephalitis in some regions in Uralskiy Federal District with predictive estimate of short-term epidemiologic situation. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 1, pp. 68–77 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.07.eng
19. Romanenko V.V., Kilyachina A.S., Esyunina M.S., Ankudinova A.V., Pimenova T.A. Effektivnost' programmy massovoi immunoprofilaktiki kleshchevogo entsefalita [Mass immune prevention of tick-borne encephalitis and its efficiency]. *Bio-preparaty. Profilaktika, diagnostika, lechenie*, 2008, vol. 30, no. 2, pp. 9–14 (in Russian).
20. Esyunina M.S., Romanenko V.V., Kilyachina A.S. Duration of post-vaccination immunity against tick-borne encephalitis following booster doses. *Trudy Instituta poliomielita i virusnykh entsefalitov imeni M.P. Chumakova RAMN. Meditsinskaya virusologiya*, 2015, vol. 29, no. 2, pp. 132 (in Russian).

Sergeev A.G., Mishchenko V.A., Bykov I.P., Romanenko V.V., Chistyakova L.G., Alimov A.V. Risk-oriented approach in analyzing epidemiologic situation with incidence with tick-borne encephalitis on endemic territories. *Health Risk Analysis*, 2020, no. 1, pp. 92–100. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.10.eng

Получена: 24.09.2019

Принята: 03.02.2020

Опубликована: 30.03.2020