

Ю.С. Коротков¹, А.Я. Никитин², А.М. Антонова³**РОЛЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ Г. ИРКУТСК КЛЕЩЕВЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ**¹ГУ Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова РАМН (Москва)²ФГУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» (Иркутск)³ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» (Иркутск)

В динамике заболеваемости клещевым энцефалитом в Иркутске за 37-летний отрезок времени отмечено 4 периода: 1) 1970–1982 гг., когда заболеваемость на 100 тыс. населения была невысокой и колебалась в пределах 0,0–1,8; 2) 1983–1988 гг. – заболеваемость неуклонно росла без проявления цикличности и достигла 8,5; 3) 1990–1999 гг. – средний уровень заболеваемости продолжает расти и достигает к концу этого периода 25,0 в трендовой (макроциклической) составляющей; колебания приобретают черты выраженной 4-летней цикличности; на пике последнего из таких циклов заболеваемость достигает 32,9; 4) 2000–2006 гг. – заболеваемость постоянно снижается и в конце периода наблюдений достигает 4,3 случаев. Ход заболеваемости по линии сложного тренда (макроцикла) согласуется с ходом изменения климата. Представлено аналитическое выражение выявленной связи.

Ключевые слова: заболеваемость, клещевой энцефалит, Иркутск

ROLE OF THE CLIMATIC FACTORS IN LONG-TERM DYNAMICS OF TICK-BORN ENCEPHALITIS DISEASE OF IRKUTSK POPULATIONYu.S. Korotkov¹, A.Ya. Nikitin², A.M. Antonova³¹M.P. Chumacov Institute of Poliomyelitis and Viral Encephalitis RAMS, Moscow²Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East, Irkutsk³Center of Hygiene and Epidemiology in Irkutsk Region, Irkutsk

Four periods can be marked in the dynamics of tick-born encephalitis in Irkutsk for a 37-years interval: 1) 1970–1982 when disease level for 100 thousand population was low and changed within the limits of 0,0–1,8; 2) 1983–1988 – disease steadily grew without display of cycling and reached 8,5; 3) 1990–1999 – the average level of disease continued to grow and reached by the end of this period 25,0 in trend (macrocytic) component; fluctuations got features of the expressed 4-year cycling; the peak of the last of such cycles the disease reached 32,9; 4) 2000–2006 – disease was steadily reducing and at the end of the observed period it fell to 4,3. The course of the disease according to the complex trend (macrocycle) is coordinated with climatic changes. The analytical expression of the relation revealed is submitted.

Key words: disease, tick-born encephalitis, Irkutsk

Эпидемиологическая обстановка по клещевому энцефалиту (КЭ) в Иркутской области непрерывно ухудшалась на протяжении почти тридцати лет. В.И. Злобин и др. [9] отмечают, что за период с 1977 по 1999 гг. уровень заболеваемости КЭ повысился с 0,1 до 20,2 на 100 тыс. жителей. Основная часть заболеваний приходится на людей, подвергшихся нападению клещей в пригородах крупных городов, причем до 50 % – на жителей Иркутска [7]. Изменение количества больных по годам в г. Иркутске и в области происходит синхронно. Проблеме заболеваемости населения Прибайкалья инфекциями, передающимися присасавшимися клещами, посвящено достаточно большое количество публикаций, обобщенных в ряде монографических работ [8, 9]. В них рассматривались причины затяжного роста заболеваемости. Однако для понимания наблюдаемой динамики КЭ в целом большое значение приобретают данные, полученные в последние годы, когда после продолжительного периода повышения была установ-

лена тенденция к снижению ежегодно регистрируемого числа больных (рис. 1). **Цель** настоящей работы – исследовать роль климата в определении хода заболеваемости КЭ у населения г. Иркутска в долгосрочных циклах и трендовой составляющей.

По левой оси ординат – заболеваемость клещевым энцефалитом; по правой – обращаемость жителей в медицинские учреждения по поводу присасывания клещей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использованы материалы отчетов ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» по заболеваемости КЭ жителей г. Иркутска с 1970 по 2006 гг. Климатические данные получены во ВНИИГМИ – МЦД (Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – мировой центр данных; <http://www.meteo.ru>). В качестве относительного показателя заболеваемости использовали число случаев КЭ на 100 тыс. жителей. Основ-



Рис. 1. Многолетняя динамика заболеваемости населения Иркутска клещевым энцефалитом и обращаемости горожан в медицинские учреждения по поводу присасывания клещей.

ное внимание сосредоточено на выявлении корреляций и регрессионных связей среднесрочных и трендовых составляющих временного ряда заболеваемости с различными климатическими показателями. Климатические ряды приведены в другой нашей статье настоящего сборника [10]. Методические аспекты анализа биологических, полициклических процессов весьма специфичны, и применительно к отдельным сочленам паразитарной системы КЭ и заболеваемости детально рассматривались в специальных работах [11, 13, 14, 16, 19]. Статистическая обработка данных проведена по алгоритму, применявшемуся нами при анализе динамики численности таежного клеща (*Ixodes persulcatus*) — основного переносчика возбудителя КЭ в Иркутской области [10]. В тексте приняты следующие сокращения: r — коэффициент корреляции Спирмена; R — коэффициент множественной корреляции в многофакторном регрессионном анализе; R^2 — коэффициент детерминации; F — величина критерия Фишера, полученная в регрессионном анализе; p — вероятность расхождения между исходными и расчетными значениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ход заболеваемости в последние 37 лет населения г. Иркутск КЭ показан на рисунке 1. В период с 1970 по 1982 г. число больных оставалось невысоким и колебалось в пределах 0,2 — 1,8 случая на 100 тыс. населения. В 1972 г. не было зарегистрировано ни одного заболевшего. В течение 8

последующих лет (1983 — 1990) заболеваемость неуклонно росла и достигла в 1990 г. 15,4. Эта же тенденция сохранилась и в 1991 — 1999 гг., когда средний уровень показателя, оцениваемого по линии сложного тренда, к концу рассматриваемого периода составил 25,0 случаев КЭ на 100 тыс. жителей.

Период времени с конца 80-х годов характеризуется появлением 4-летних циклов в годовой динамике заболеваемости КЭ у жителей г. Иркутска. Первый из них проявился в 1989 — 1992 гг. Следующие три цикла соответственно — 1993 — 1996, 1997 — 2000 и 2001 — 2004 гг. Последние два года (2005 и 2006) феноменологически трудно отнести к периоду проявления краткосрочных циклических колебаний. Тем не менее, с позиций проведенного спектрального анализа эти годы все же можно рассматривать как начало очередного 4 — 5-летнего цикла, замаскированного мощной трендовой компонентой, точно так же как это имело место в начальном периоде становления циклических колебаний.

В первом из наблюдаемых циклов заболеваемость населения города КЭ поднималась до 15,4 (1990) и опускалась до 10,1 (1992); во втором — максимальные значения показателя достигли 26,6 (1996); в третьем, самом мощном из наблюдаемых циклов, максимальные и минимальные значения составили соответственно 32,9 (1999) и 11,0 (1997) случаев КЭ на 100 тыс. жителей (рис. 1). Слияние 4 и 5-го циклов, наблюдаемое на волне спада заболеваемости в макроцикле, приводит к эффекту непрерывного снижения оцениваемой величины.

Выделенные осцилляции имеют левостороннюю или правостороннюю асимметрию. Левосторонняя — возникает в периоды нарастания заболеваемости в макроциклах или по линии трендов (1 — 2-й циклы). В период общего спада заболеваемости краткосрочные циклы скошены вправо (3 — 4-й циклы). Эту особенность бывает полезно учитывать при феноменологическом анализе изучаемых процессов. Пологая восходящая ветвь цикла указывает на тенденцию роста наблюдаемой величины, а такая же нисходящая — на ее снижение в макроцикле. Микроциклическая структура размывается при падении уровня заболеваемости ниже 7 случаев на 100 тыс. жителей, но, по-видимому, и в такие периоды сохраняются биоэкологические предпосылки существования малых циклов. Их наличие неоднократно отмечалось в различных частях нозоареала КЭ [3, 17]. Появление малых циклов обусловлено, прежде всего, аналогичными изменениями численности мелких млекопитающих — прокормителей неполовозрелых стадий развития клещей и резервуара возбудителя. К сожалению, в нашем распоряжении нет достаточно хорошо документированных данных по изменению численности мелких млекопитающих в пригородах Иркутска. Приходится только предполагать, что и здесь 4-летние колебания заболеваемости наиболее тесно связаны с осцилляциями обилия этих зверьков.

Статистический анализ показал, что заболеваемость людей КЭ коррелирует с численностью основного переносчика вируса — таежного клеща, обращаемостью населения в медицинские учреждения по поводу присасывания клещей и со многими климатическими показателями (табл. 1). Коэффициент корреляции рассчитывался отдельно

для наблюдаемых значений сравниваемых показателей (полициклический набор, включающий случайные колебания) и макроциклической составляющей, выделенной с помощью резистентного нелинейного сглаживания.

«Обращаемость населения» — это сложнообусловленный показатель, зависящий от численности клещей, выходов населения в лес или на дачные участки, уровня санитарного просвещения людей, метеоусловий, наличия возбудителей других клещевых инфекций, эпизоотологической и эпидемиологической напряженности очага. В периоды, когда заболеваемость находится в стационарном состоянии, т.е. ее дисперсия и средняя не меняются на протяжении нескольких лет, она обычно не коррелирует с «обращаемостью». В Предбайкалье наличие корреляции между сравниваемыми показателями обусловлено продолжительным (1970 — 1999) параллелизмом в ходе этих двух процессов (рис. 1). Абсолютная величина расчетных коэффициентов корреляции невелика, главным образом, из-за того, что после 1999 г. «обращаемость» продолжала расти, а заболеваемость снижалась. В различные периоды мы могли бы получить как положительную, так и отрицательную связь. Все то же самое можно отметить и в отношении корреляции заболеваемости с численностью клещей. Показательно, что макроциклические составляющие сравниваемых переменных не коррелируют вовсе.

Вместе с тем отмечается достаточно сильная связь уровня заболеваемости со многими климатическими показателями. Наибольший коэффициент корреляции наблюдается при сравнении значений уровня заболеваемости КЭ жителей Иркутска со среднесрочными компонентами исследуемых переменных (табл. 1). Это указывает на

Таблица 1
Корреляция заболеваемости клещевым энцефалитом (число случаев на 100 тыс. жителей) в г. Иркутск с обращаемостью населения по поводу присасывания клещей, численностью переносчика КЭ в пригородной зоне Иркутска и некоторыми наблюдаемыми и среднесрочными циклическими составляющими показателей климата (за 1970–2006 гг.)

№ п/п	Корреляция заболеваемости населения Иркутска КЭ с показателями	Коэффициент корреляции / достоверность	
		по наблюдаемым значениям	по среднесрочным циклам
1	Обращаемость населения	0,50 / 0,002	0,53 / 0,001
2	Численность клещей	0,35 / 0,040	нет
3	Температура февраля	0,47 / 0,005	0,84 / 0,000
4	Температура марта	нет	0,76 / 0,000
5	Температура мая	0,61 / 0,000	0,85 / 0,000
6	Температура июля	0,39 / 0,020	0,58 / 0,000
7	Температура августа	0,43 / 0,010	0,89 / 0,000
8	Температура октября (n-1)	нет	0,47 / 0,005
9	Температура теплого периода (n-1)	0,50 / 0,003	0,71 / 0,000
10	Температура холодного периода	нет	0,72 / 0,000
11	Средняя температура года	0,38 / 0,025	0,73 / 0,000
12	Осадки в марте	0,43 / 0,030	0,64 / 0,000
13	Осадки холодного периода	нет	0,72 / 0,000

более тесную связь заболеваемости с климатическими переменными в их макроциклических составляющих. Максимальные значения корреляции наблюдаются между заболеваемостью населения КЭ с макроциклами температуры февраля ($r = 0,84$), марта (0,76), мая (0,85), августа (0,89) и с суммой среднемесячных температур за теплый и холодный периоды года (0,71 и 0,78), а также суммой осадков за холодный период (0,72).

Наличие значительной корреляции уровня заболеваемости КЭ с климатическими переменными служит основанием для поиска регрессионных связей. Ход изменения заболеваемости в макроцикле можно описать с помощью регрессионных уравнений, используя в качестве аргументов различные комбинации перечисленных климатических показателей. Детерминированность получаемых уравнений при числе аргументов более 5 превышает 0,99. Описательное уравнение, наилучшим образом отвечающее требованию минимизации числа аргументов, достоверности и толерантности всех коэффициентов уравнения принимает следующий вид:

$$y = 3,90x_1 + 8,14x_2 - 3,29x_3 + 0,062x_4 - 135,31, \\ (R = 0,96, R^2 = 0,93, F = 105, p = 0,000),$$

где y — расчетная заболеваемость, x_1 — температура мая в сезон n в среднесрочном цикле; x_2 — то же для температуры августа; x_3 — температуры октября предшествующего сезона ($n-1$); x_4 — температуры ноября.

Таким образом, ход изменения заболеваемости КЭ в г. Иркутске, очевидно, так же как и во всей области, достаточно хорошо согласуется с ходом изменения климата в его макроциклических и трендовых составляющих. Климат и ранее назывался в числе одной из причин роста заболеваемости населения, наблюдаемой в течение длительного времени. Вместе с тем считалось, что активизация очагов КЭ сформировалась в значительной степени в результате деятельности человека, приводящей к антропогенной трансформации естественных ландшафтов. Сведение коренной тайги, возникновение на ее месте вторичных мелколиственных лесов с богатым подлеском, прокладка большого числа линейных коммуникаций, на фоне смягчения и потепления климата, ведут к увеличению кормовой базы для лесных видов позвоночных животных — прокормителей различных фаз развития таежного клеща, улучшают условия его выживания. Массовое дачное строительство в пригородной зоне привело к увеличению контактов городского населения с природными биотопами и выдвинулось на одно из первых мест среди социальных причин увеличения заболеваемости КЭ [6, 9].

Все перечисленные причины могли бы использоваться для объяснения наблюдавшегося в конце XX в. роста заболеваемости КЭ, но они ни в коей мере не могут объяснить (кроме изменений климата) произошедшее в начале XXI в. довольно продолжительное снижение количества ежегодно регистрируемых больных. В этот пери-

од число дачников не уменьшилось, обилие клещей продолжало расти, и контакты горожан с природными очагами оставались интенсивными, о чем свидетельствует продолжающийся рост обрабатываемости жителей в медицинские учреждения по поводу присасывания клещей [10]. Вместе с тем, произошло не только снижение уровня заболеваемости, но и наблюдается сдвиг в сторону облегченности клинического течения КЭ [20]. Причем снижение заболеваемости нельзя связать с изменениями объемов профилактических мероприятий. Так в пригородной зоне Иркутска ежегодно (1996 — 2006) обрабатывается против клещей от 126 до 686 га (в среднем 383,5) пиретроидными акарицидами, дающими непродолжительную противоклещевую эффективность. Такой объем акарицидных мероприятий защищает незначительные контингенты населения и не влияет на эпидемическую ситуацию в городе. Вакцинацией против КЭ охвачены в основном люди, профессионально связанные с работой в лесу. Начиная с 1996 г. в г. Иркутске ежегодно прививается 2495 — 8672 человека, что не превышает 2 % всего населения. Таким образом, объем вакцинации так же не оказывает заметного влияния на эпидемическую ситуацию.

Нельзя объяснить снижение заболеваемости КЭ в городе и изменением уровня зараженности имаго таежного клеща. Так до 2000 г. в Восточной Сибири индивидуальная зараженность вирусом клещей варьировала от 0,34 до 5,0 % (в среднем 1,85) [9]. Достоверное уменьшение вирусофорности клещей в пригородах Иркутска наблюдали только в 2002 — 2003 гг., а в 2000 — 2001 и 2004 — 2005 гг. зарегистрирован рост этого показателя [1]. В целом с 1999 по 2004 гг. снижение уровня заболеваемости в Иркутске происходило на фоне роста вирусофорности клещей [1].

К настоящему времени накапливается все больше данных, свидетельствующих о том, что одной из наиболее вероятных причин изменения заболеваемости во времени (и пространстве) служит различное соотношение отдельных типов и групп вируса КЭ в гетерогенных вирусных популяциях [2, 4, 5, 7, 9, 12, 18]. В пригородах Иркутска одни авторы описывают три [20], а другие два подтипа вируса [1]. По чувствительности к системам изоляты штамма вируса КЭ, выделенные на этой территории, подразделяют на семь групп [15]. Учитывая свойства всех рассмотренных выше аргументов по отношению к динамике заболеваемости, можно рассчитывать на то, что именно изучение соотношения штаммов с различной вирулентностью и патогенностью на фоне происходящих климатических процессов окажется наиболее продуктивным направлением для установления причин длительных изменений в ходе заболеваемости в различных частях нозоарела КЭ. Этому же должно способствовать исследование динамики фенотипической и генотипической неоднородности популяций переносчика. Накопление данных о

свойствах возбудителя инфекции позволит расширить фактическую базу, необходимую и для понимания причин различия клинического проявления КЭ. Непрерывное наблюдение за свойствами вирусных популяций, получение репрезентативного материала по изменчивости этих свойств должно стать одним из обязательных разделов мониторинга очагов КЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андаев Е.И. Мониторинг популяции вируса клещевого энцефалита в таежных клещах пригородной зоны Иркутска / Е.И. Андаев, А.Г. Трухина, Т.И. Борисова и др. // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций: Матер. VI научно-практ. конф. — М., 2006. — С. 6—8.
2. Болотин Е.И. Анализ географических различий проявления клещевого энцефалита / Е.И. Болотин // Паразитология. — 1999. — Т. 33, Вып. 5. — С. 369—375.
3. Верета Л.А. Принципы прогнозирования заболеваемости клещевым энцефалитом / Л.А. Верета. — М.: Наука, 1975. — 135 с.
4. Верета Л.А. Природная гетерогенность и целенаправленный отбор штаммов вируса клещевого энцефалита / Л.А. Верета, М.С. Воробьева. — М.: Наука, 1990. — 122 с.
5. Генетические различия восточноевропейской и азиатской популяций вируса клещевого энцефалита сибирского подтипа / Л.С. Карань, В.В. Погодина, Т.В. Фролова, А.Е. Платонов // Бюлл. сиб. мед. — 2006. — Т. 5, Приложение 1. — С. 24—27.
6. Данчинова Г.А. Экология иксодовых клещей и передаваемых ими возбудителей трансмиссивных инфекций в Прибайкалье и на сопредельных территориях: Автореф. дис. ... док. биол. наук: 03.00.16 / Иркутский гос. ун-т. — Иркутск, 2006. — 45 с.
7. Динамика вирусофорности и численности таежных клещей в рекреационной зоне Иркутска на фоне циклических изменений уровня заболеваемости клещевым энцефалитом Сибири / А.Д. Ботвинкин, О.В. Мельникова, Е.В. Куликова и др. // Природноочаговые инфекции в России: современная эпидемиология, диагностика, тактика защиты населения: Тез. докл. Всерос. научн.-практ. конф. — Омск, 1998. — С. 60—61.
8. Злобин В.И. Клещевой энцефалит. Этиология, эпидемиология, профилактика в Сибири / В.И. Злобин, О.З. Горин. — Новосибирск: Наука, 1996. — 177 с.
9. Клещевой энцефалит в Восточной Сибири / В.И. Злобин, В.А. Борисов, М.М. Верхозина и др. — Иркутск: РИО ВСНЦ СО РАМН, 2002. — 184 с.
10. Коротков Ю.С. Мониторинг очагов клещевого энцефалита: временной аспект / Ю.С. Коротков // Актуал. пробл. мед. вирусол.: Матер. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. М.П. Чумакова. — М., 1999. — Т. 2. — С. 32.
11. Коротков Ю.С. Постепенная изменчивость паразитарной системы клещевого энцефалита / Ю.С. Коротков // Вопросы вирусологии. — 2005. — Т. 50, № 3. — С. 52—56.
12. Коротков Ю.С. Хронологическая структура численности таежного клеща в Приморском крае / Ю.С. Коротков, Н.М. Окулова // Паразитология. — 1999. — Т. 33, Вып. 3. — С. 257—274.
13. Коротков Ю.С. Циклические процессы в динамике численности таежного клеща и их связь с погодными и климатическими условиями / Ю.С. Коротков // Паразитология. — 1998. — Т. 32, Вып. 1. — С. 21—31.
14. Мониторинг природно-очаговых вирусных инфекций в Восточной Сибири: Отчет о НИР: № ГР 01980010187; Инв. № 0220.0 50 5496 / Иркут. научно-исслед. противочумн. ин-т Сибири и ДВ / А.М. Титенко, А.Д. Ботвинкин. — Иркутск, 2005. — 123 с.
15. Никитин А.Я. Учеты, прогнозирование и регуляция численности таежного клеща в рекреационной зоне города Иркутска / А.Я. Никитин, А.М. Антонова. — Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 2005. — 116 с.
16. Окулова Н.М. Биологические взаимосвязи в лесных экосистемах (на примере природных очагов клещевого энцефалита) / Н.М. Окулова. — М.: Наука, 1986. — 248 с.
17. Сравнительный анализ вирулентности сибирского и дальневосточного подтипов вируса клещевого энцефалита / В.В. Погодина, Н.Г. Бочкова, Л.С. Карань и др. // Вопросы вирусологии. — 2004. — № 3. — С. 24—30.
18. Тренд на снижение тяжести заболеваемости КЭ при росте численности (Изменения в структуре заболеваемости клещевым энцефалитом населения Иркутской области в 1993—2003 гг. / И.Г. Чумаченко, Л.А. Логиновская, О.Л. Богомазова и др. // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. — 2004. — Т. 3, № 1. — С. 170—173.
19. Циклические изменения численности таежного клеща в заповеднике «Столбы» / Ю.С. Коротков, Л.М. Акулова, Т.Г. Хазова и др. // Мед. паразитол. — 1992. — № 3. — С. 7—10.
20. Шилова С.А. О биологических обоснованиях эпидемиологических прогнозов клещевого энцефалита / С.А. Шилова // Бюлл. МОИП (Отделение биол.). — 1960. — Т. 65, Вып. 1. — С. 37—47.