

В.Б.Поступайло¹, Л.В.Саяпина¹, М.И.Торопчин², А.А.Далгатова³, Н.Ф.Никитюк¹, А.Р.Волгин¹,
О.А.Бургасова⁴

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БРУЦЕЛЛЕЗОМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАН-ГРАФИКА ВАЛЬДА

¹ФГБУ «Научный центр экспертизы средств медицинского применения» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва; ²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова», Москва; ³ГБУ Республики Дагестан «Чародинская Центральная районная больница»; ⁴ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения РФ, Москва, Российская Федерация

Цель работы – проведение эпидемиологического анализа официальных статистических данных по заболеваемости бруцеллезом в различных субъектах Российской Федерации за период с 2005 по 2014 год с помощью план-графика Вальда. **Материалы и методы.** В работе использовали учетные и отчетные документы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ФБУЗ «Федерального центра гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора и информационные материалы ВОЗ. **Результаты и выводы.** Изучение особенностей развития эпидемического процесса в многолетней динамике позволило выявить субъекты, наиболее пораженные заболеваемостью бруцеллезом. Полученные результаты по заболеваемости бруцеллезом в РФ за период с 2005 по 2014 год показали, что первое место занимает СКФО (62 %), второе и третье места – СФО (16 %) и ЮФО (13 %) соответственно; на долю других регионов приходится 9 %. Наибольшая доля в структуре заболеваемости в субъектах СКФО установлена в Республике Дагестан – 62 %. При этом ежегодный темп прироста определен в количестве 5,54 случаев, что указывает на стабилизацию или некоторую тенденцию к снижению уровня заболеваемости в СКФО. Практическое использование прогнозирования заболеваемости с помощью предложенного метода дает возможность своевременно планировать лечебно-диагностические, профилактические и противоэпидемические мероприятия в очагах бруцеллеза. Применение план-графика Вальда для прогнозирования заболеваемости может использоваться и для других инфекционных болезней.

Ключевые слова: эпидемиологический анализ, бруцеллез, прогнозирование заболеваемости, план-график Вальда.

Корреспондирующий автор: Поступайло Валерий Борисович, e-mail: val.postupailo@yandex.ru.

V.B.Postupailo¹, L.V.Sayapina¹, M.I.Toropchin², A.A.Dalgatova³, N.F.Nikityuk¹, A.R.Volgin¹, O.A.Burgasova⁴

Forecasting of Brucellosis Morbidity Rates in the Russian Federation Using Wald Method

¹Scientific Center for Expert Evaluation of Medical Application Products, Moscow, Russian Federation; ²I.M.Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation; ³State Budgetary Institution of the Republic of Dagestan “Charodinsk Central District Hospital”, Russian Federation; ⁴Federal State-Funded Educational Institution for Further Vocational Education “Russian Medical Academy of Continuing Professional Education”, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Objective of the study is to conduct epidemiological analysis of official statistical data on brucellosis morbidity rates over the period of 2005–2014 in different constituent entities of the Russian Federation, using Wald method. **Materials and methods.** Utilized were recording and reporting documents of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare, FBHI “Federal Center of Hygiene and Epidemiology” of the Rospotrebnadzor, and WHO information resources. **Results and conclusions.** Studies of peculiarities of epidemic process development over the long-term period have allowed for identification of entities that are the most affected by the diseases. The results obtained on the morbidity rates in the Russian Federation over the period of 2005–2014 testify to the fact that first comes North Caucasian Federal District (NCFD) (62 %), next go Siberian (SbFD) (16 %) and Southern (SFD) (13 %) Federal Districts, second and third lines of the list respectively. Other regions account for 9 % of the load. The largest share of morbidity in NCFD entities belongs to the Republic of Dagestan – 62 %. Thereat, annual increment rate is 5.54 cases, which points to stabilization and some downward trend. Application of this morbidity rate prediction tool provides for in-time planning of clinical-diagnostic, prophylactic, and anti-epidemic measures in brucellosis foci. Wald method for forecasting of morbidity can be used for other infectious diseases too.

Key words: epidemiological analysis, brucellosis, morbidity rate prediction, Wald method.

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

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Corresponding author: Valery B. Postupailo, e-mail: val.postupailo@yandex.ru.

Citation: Postupailo V.B., Sayapina L.V., Toropchin M.I., Dalgatova A.A., Nikityuk N.F., Volgin A.R., Burgasova O.A. Forecasting of Brucellosis Morbidity Rates in the Russian Federation Using Wald Method. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2017; 4:77–80. (In Russ.). DOI: 10.21055/0370-1069-2017-4-77-80

Заболеваемость бруцеллезом людей за период с 2005 по 2014 год, особенно в неблагоприятных субъектах (Северо-Кавказский, Южный и Сибирский федеральные округа) Российской Федерации (РФ)

продолжает оставаться неустойчивой. Ежегодно регистрируется от 368 до 393 новых случаев заболевания среди людей [2, 3]. Эпидемическая обстановка обуславливает необходимость совершенствования

методов эпидемиологической диагностики [1, 5].

Актуальной проблемой является анализ многолетней заболеваемости бруцеллезом в субъектах РФ без учета действия факторов риска, оказывающих влияние на эпидемический процесс, и применение метода определения прогностического уровня заболеваемости на любой административной территории, начиная от конкретного населенного пункта до региона или страны в целом. Решение данной проблемы позволит быстро и своевременно оценить активность эпидемических очагов бруцеллеза на определенной территории и принять оперативные решения для их локализации и ликвидации [4].

Целью работы было проведение анализа заболеваемости бруцеллезом за 2005–2014 гг. и прогнозирования на 2015 г. в субъектах Российской Федерации, в том числе в неблагополучных районах, с использованием план-графика Вальда.

Материалы и методы

В работе определяли уровень и структуру заболеваемости бруцеллезом за период с 2005 по 2014 год. Для этого были использованы учетные и отчетные документы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, а также информационные материалы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). В ходе исследования проанализированы 259 актов эпидемиологического расследования очага инфекционной (паразитарной) болезни с установлением причинно-следственной связи; 205 форм федерального статистического наблюдения № 1 и № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях»; 120 медицинских карт стационарного больного (форма № 003/у); 56 информационных бюллетеней ВОЗ; 10 информационных бюллетеней Роспотребнадзора «О ситуации по бруцеллезу в Российской Федерации».

Соответствие собранной информации законам нормальности распределения данных проводилось с помощью математического моделирования. Прогноз проявлений эпидемического процесса строился с применением формально-математического моделирования [6]. Для наглядности полученных результатов применялся метод графического/аналогового моделирования по типу линейных диаграмм [7]. Для выявления особенностей течения эпидемического процесса, а также графического изображения полученных результатов, применялись формулы расчетов, статистические критерии оценки достоверности и справочные таблицы [8]. Обеспечение исследований и расчет показателей заболеваемости осуществлялся с помощью разработанной нами автоматизированной системы ввода и хранения эпидемиологической информации с использованием средств Microsoft Windows 7. Таблицы, расчеты показателей, схемы и графики подготовлены с помощью электронных таблиц Microsoft Excel, 2010.

Результаты и обсуждение

Прогноз числа случаев заболеваемости проводился классическим методом с использованием линейной регрессии за период 2005–2014 гг. в РФ. С целью оценки эпидемиологической и эпизоотологической обстановки по бруцеллезу в 2014 г. и прогнозирования эпидемической ситуации на 2015 г. проведен анализ официальных статистических данных по заболеваемости бруцеллезом среди людей. В 2014 г. зарегистрировано 368 случаев впервые выявленного бруцеллеза. По результатам статистического анализа, полученным Г.И.Лямкиным и соавт., уровень заболеваемости бруцеллезом людей в 2015 г. прогнозировался в пределах 370–420 случаев [2].

В наших исследованиях при использовании линейной регрессии в период с 2005 по 2014 год прогноз на 2015 г. составил 431 случай бруцеллеза. При этом ежегодный темп прироста составил 3,53 случая, который указывает на стабилизацию или некоторую тенденцию к снижению уровня заболеваемости в РФ (коэффициент достоверности – $R^2 = 0,0281$).

Для реализации цели нашей работы был проведен статистический анализ заболеваемости бруцеллезом, по данным многолетних наблюдений за период 2005–2014 гг., в результате которого определены фактический и пороговый уровни заболеваемости, а также прогноз ежемесячного числа случаев бруцеллеза на предстоящий период. Разработанный подход к проведению статистического анализа заболеваемости бруцеллезом обеспечивается определением целого ряда взаимосвязанных между собой показателей, которые характеризуют динамический ряд. Анализ уровня и структуры заболеваемости бруцеллезом в различных регионах РФ проведен для определения эпидемиологического и социального значения среди отдельных инфекций. В силу этих обстоятельств оценка актуальности инфекций проведена с учетом достаточного числа критериев, отражающих различные аспекты их значения.

Эпидемиологическое значение инфекционной болезни определяется, в первую очередь, ее распространенностью, а также частотой регистрации случаев среди населения. Показатель заболеваемости, рассчитанный за год, месяц или другой отрезок времени, является средней оценкой интенсивности эпидемического процесса в анализируемом периоде. Кроме суммарного числа заболеваний и относительной их частоты среди населения, эпидемиологическое значение инфекции зависит и от особенностей распределения заболеваемости на протяжении анализируемого периода. Анализ данных по заболеваемости бруцеллезом в РФ за период с 2005 по 2014 год показал, что первое место занимает Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО), второе и третье – Сибирский федеральный округ (СФО) и Южный федеральный округ (ЮФО) соответственно.

Известно, что на эпидемиологическую интерпретацию показателей инфекционной заболеваемости влияет клиническое проявление инфекционного

процесса у заболевших лиц (соотношение манифестных и бессимптомных форм, наличие латентных, хронических форм инфекции) и длительность инкубационного периода инфекции. Частота регистрации случаев инфекции будет существенно зависеть от активности выявления больных, носителей и качества диагностики. В результате изучения структуры заболеваемости бруцеллезом в субъектах РФ установлено, что на СКФО приходится 62 %, Сибирский федеральный округ – 16 % и Южный федеральный округ – 13 %, на долю других регионов – 9 %.

Учитывая, что наибольшую значимость в структуре заболеваемости бруцеллезом в Российской Федерации имеет СКФО, нами для прогнозирования уровня заболеваемости использован метод линейной регрессии по показателям многолетних наблюдений в период с 2005 по 2014 год с применением план-графика Вальда. Результатами проведенных исследований установлено, что прогноз в СКФО на 2015 г. составил 230 случаев бруцеллеза. При этом ежегодный темп прироста (3,67 случая) указывает на стабилизацию или некоторую тенденцию к снижению уровня заболеваемости (коэффициент достоверности – $R^2 = 0,06$).

Для установления порогового уровня заболеваемости нами была применена формула «расчета эпидемического порога». Применение метода определения порогового уровня позволяет более детально проанализировать течение эпидемического процесса.

Анализ динамики заболеваемости, по данным многолетних наблюдений и отчетного периода в СКФО, позволил установить, что показатели средних значений варьировали от 8 до 40 случаев в разное время года, с наибольшим числом с июня по сентябрь. В динамике отчетного 2014 г. подъем заболеваемости бруцеллезом отмечался в мае, с пиком заболеваемости в июне, что превышает значение порогового уровня заболеваемости на 4 случая.

Предложенная методика позволяет определить минимальный и максимальный прогностический уровень заболеваемости бруцеллезом на предстоящий период в СКФО. Прогноз минимального числа случаев бруцеллеза определяли по начальным точкам, а максимального – по конечным. Прогнозирование ежемесячного числа заболеваний бруцеллезом в динамике анализируемого года, по данным контрольных значений Вальда, проводили путем вычисления ежемесячного темпа прироста числа случаев. Данные показатели являются основанием для установления минимального и максимального объема мероприятий в лечебно-профилактических учреждениях на предстоящий период.

Для достоверности примененного нами метода прогнозирования заболеваемости бруцеллезом в СКФО с использованием план-графика Вальда введены количественные показатели, которые необходимо учитывать с целью коррекции полученных результатов. Прогноз числа случаев заболеваний бруцеллезом на предстоящий период определен в виде нарастающего итога, при этом минимальный



Рис. 1. Структура заболеваемости бруцеллезом в Северо-Кавказском федеральном округе за период 2005–2014 гг.

ежемесячный прогностический уровень составил 11 случаев, максимальный – 32. Ежемесячный прирост числа заболеваний в динамике анализируемого года составил 2 случая. Проведенные исследования позволили спрогнозировать суммарные минимальный и максимальный уровни заболеваемости бруцеллезом на 2015 г., соответственно 132 и 384 случаев.

Следует отметить, что прогноз максимального числа заболеваний в 2015 г. превышает значение порогового уровня заболеваемости и свидетельствует о возможном ухудшении эпидемиологической обстановки по бруцеллезу. С целью выявления наибольшего поражения населения бруцеллезом проведен детальный анализ заболеваемости на территории субъектов Северо-Кавказского федерального округа. Наиболее высокая заболеваемость бруцеллезом отмечается в Республике Дагестан – 67 %, Ставропольском крае – 26 %, Республике Северная Осетия и Кабардино-Балкарской Республике – по 3 % (рис. 1). Результаты анализа многолетней динамики с использованием линейной регрессии за период 2005–2014 гг. в Республике Дагестан показали, что прогноз на 2015 г. составит 140 случаев бруцеллеза (рис. 2). При этом ежегодный темп прироста наблюдался в 5,11 случаев, что указывает на стабилизацию или некоторую тенденцию к снижению уровня заболеваемости в республиках на Северном Кавказе (коэффициент достоверности – $R^2 = 0,17$).

Анализ динамики заболеваемости, по данным многолетних наблюдений и отчетного периода, позволил спрогнозировать число заболеваний бруцеллезом в Республике Дагестан с использованием графика Вальда (рис. 3). По результатам проведенного исследования, пороговый уровень заболеваемости бруцеллезом за анализируемый период составил 15 случаев. Показатели средних значений заболеваемости, по данным многолетних наблюдений, колебались от 2 до 49 случаев в разное время года, с



Рис. 2. Анализ многолетней динамики заболеваемости бруцеллезом в Республике Дагестан



Рис. 3. Динамика заболеваемости бруцеллезом в Республике Дагестан по месяцам

наибольшим числом случаев с июня по сентябрь. Установлено, что в динамике многолетних наблюдений подъем числа возникновения бруцеллеза отмечался в июне, что на 11 случаев выше значения порогового уровня.

Прогноз числа заболеваний бруцеллезом в Республике Дагестан на 2015 г. определен в виде нарастающего итога. При этом минимальный ежемесячный прогностический уровень составил 9 случаев, максимальный — 23; ежемесячный прирост числа заболеваний в динамике анализируемого года составил 1,3 случая; спрогнозирован максимальный уровень заболеваемости бруцеллезом в 2015 г. до 134 случаев.

Таким образом, в дополнение к классическим методам анализа предлагается применять план-график Вальда с определением ежемесячного максимального и минимального числа случаев заболеваний. Анализ данных по заболеваемости бруцеллезом в РФ за период с 2005 по 2014 год показал, что первое место занимает СКФО (62 %), второе и третье — СФО (16 %) и ЮФО (13 %) соответственно; на долю других регионов приходится 9 %. Наибольшая доля в структуре заболеваемости в субъектах СКФО выявлена в Республике Дагестан — 62 %. При этом ежегодный темп прироста определен в количестве 5,54 случая, что указывает на стабилизацию или некоторую тенденцию к снижению уровня заболеваемости в СКФО. Прогноз уровня заболеваемости в Российской Федерации, Северо-Кавказском федеральном округе и в Республике Дагестан на 2015 г. составил 389, 230 и 134 случая соответственно.

Оценка эпидемиологической ситуации по бруцеллезу в 2015 г. показала, что в РФ зарегистрировано 393 случая, что превысило ожидаемый прогностический уровень всего на 34 случая, в Республике Дагестан — 140 случаев заболеваемости бруцеллезом среди людей [3], что существенно не оказывает влияния на эпидемиологическую обстановку. Практическое использование прогнозирования заболеваемости бруцеллезом с помощью предложенного нами метода дает возможность своевременно планировать лечебно-диагностические, профилактические и противоэпидемические мероприятия для локализации и ликвидации очагов бруцеллеза. Прогнозирование заболеваемости с использованием план-графика Вальда может применяться и для других инфекционных болезней.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляков В.Д., Дегтярев А.А., Иванников Ю.Г. Качество и эффективность противоэпидемических мероприятий. Л.: Медицина, 1981.
2. Лямкин Г.И., Худолеев А.А., Хачатурова А.А., Куличенко А.Н. Обзор эпидемиологической ситуации по бруцеллезу в Российской Федерации в 2014 г. и прогноз на 2015 г. *Пробл. особо опасных инф.* 2015; 2:2–4.
3. Лямкин Г.И., Пономаренко Д.Г., Худолеев А.А., Русанова Д.Б., Велинская С.В., Куличенко А.Н. Обзор эпидемиологической ситуации по бруцеллезу в Российской Федерации в 2015 г. и прогноз на 2016 г. *Пробл. особо опасных инф.* 2016; 2: 11–3.
4. Ляпина Е.П., Софьяна А.В., Шульдяков А.А., Ляпин М.Н., Сатарова С.А., Рамазанова К.Х. Медицинские аспекты противоэпидемических мероприятий при бруцеллезе. *Фундаментальные исследования.* 2014; 10:1759–64.
5. Поступайло В.Б., Никитюк Н.Ф. Методика проведения оперативного слежения с использованием показателей годовой динамики заболеваемости. *Мед. альманах.* 2009; 2:124–6.
6. Поступайло В.Б. Особенности использования автоматизированной базы данных при анализе инфекционной и неинфекционной заболеваемости. *Современные наукоемкие технологии.* 2010; 12:51–2.
7. Торопчин М.И., Поступайло В.Б., Саяпина Л.В., Никитюк Н.Ф. Способ прогнозирования заболеваемости бруцеллезом в Российской Федерации. *Современные проблемы науки и образования.* 2016; 1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24102>.
8. Wald A. Sequential tests of statistical hypotheses. *Annals of Mathematical Statistics.* 1945; 16:117–86.

References

1. Belyakov V.D., Degtyarev A.A., Ivannikov Yu.G. [Quality and Effectiveness of Anti-Epidemic Measures]. Leningrad: "Meditsina"; 1981.
2. Lyamkin G.I., Khudoleev A.A., Khachaturova A.A., Kulichenko A.N. [Review of epidemiological situation on brucellosis in the Russian Federation in 2014, and prognosis for 2015]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2015; 2:22–4.
3. Lyamkin G.I., Ponomarenko D.G., Khudoleev A.A., Rusanova D.V., Vilinskaya S.V., Kulichenko A.N. [Review of epidemiological situation on brucellosis in the Russian Federation in 2015 and prognosis for 2016]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2016; 2:11–3.
4. Lyapina E.P., Sof'ina A.V., Shul'dyakov A.A., Lyapina M.N., Satarova S.A., Ramazanov K.Kh. [Medical aspects of anti-epidemic measures in case of brucellosis]. *Fundamental. Issledovaniya.* 2014; 10:1759–64.
5. Postupailo V.B., Nikityuk N.F. [Method of continuous monitoring using indices of yearly morbidity rate dynamics]. *Med. Al'manakh.* 2009; 2:124–6.
6. Postupailo V.B. [Peculiarities of computer-controlled database in analyzing infectious and non-infectious morbidity rate]. *Sovrem. Naukoemkie. Tekhnol.* 2010; 12:51–2.
7. Toropchin M.I., Postupailo V.B., Sayapina L.V., Nikityuk N.F. [Method of brucellosis morbidity rate prediction in the Russian Federation]. *Sovrem. Probl. Nauki i Obrazovaniya.* 2016; 1. Available from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24102>.
8. Wald A. Sequential tests of statistical hypotheses. *Annals of Mathematical Statistics.* 1945; 16:117–86.

Authors:

- Postupailo V.B., Sayapina L.V., Nikityuk N.F., Volgin A.R. Scientific Center on Expertise of Medical Application Products, 8, Petrovsky Bulvar, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: sayapina@expmed.ru.
- Toropchin M.I. I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 2–4 Bolshaya Pirogovskaya St., 119991 Moscow, Russian Federation. E-mail: UVC-Toropchin@mail.ru.
- Dalgatova A.A. Charodinsk Central District Hospital, 10, Charodinskaya St., Charodinsky District, Tsurib Village, Republic of Dagestan, Russian Federation.
- Burgasova O.A. Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, 2/1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russian Federation.

Об авторах:

- Поступайло В.Б., Саяпина Л.В., Никитюк Н.Ф., Волгин А.Р. Научный центр экспертизы средств медицинского применения. Российская Федерация, 127051, Москва, Петровский бульвар, 8. E-mail: sayapina@expmed.ru.
- Торопчин М.И. Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова. Российская Федерация, 119435, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 4. E-mail: UVC-Toropchin@mail.ru.
- Далгатова А.А. Чародинская Центральная районная больница. Российская Федерация, Республика Дагестан, Чародинский район, село Цуриб, Чародинская ул., 10.
- Бургазова О.А. Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования. Российская Федерация, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1.

Поступила 21.08.17.