

**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ
ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ
ИНФЕКЦИЙ ВИРУСНОЙ ЭТИОЛОГИИ**

М.В. Сафонова ¹,

Е.Г. Симонова ²,

А.С. Долгова ³,

А.А. Лопатин ¹,

В.Г. Дедков ³

¹ ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора, г.Москва

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, г.Москва

³ ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, г.Санкт-Петербург

**DEVELOPMENT OF QUANTITATIVE CRITERIA FOR ASSESSING
EPIDEMIC POTENTIAL OF THE NATURAL-FOCAL VIRAL
INFECTIONS**

M.V. Safonova ^a,

E.G. Simonova ^b,

A.S. Dolgova ^c,

A.A. Lopatin ^a,

V.G. Dedkov ^c

^a Antiplague Center, Federal Service on Consumers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance, Moscow, Russia

^b Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

© Saint-Petersburg Pasteur Institute, Federal Service on Consumers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance, Saint-Petersburg, Russia

Резюме.

С ростом актуальности изучения «новых и возвращающихся инфекций», важным становится не только непосредственно выявление новой инфекции, но и определение предпосылок вызванных ею эпидемиологических осложнений. В результате, возникает необходимость оценки степени их эпидемиологической опасности, или эпидемического потенциала, т.е. определения значимости их свойств, определяющих способность вызывать эпидемический процесс и осложнения эпидемиологической ситуации.

Цель: разработка методики количественной оценки эпидемического потенциала, универсальной для природно-очаговых вирусных инфекций с трансмиссивным и нетрансмиссивным механизмом передачи.

Материалы и методы: для разработки критериев определения эпидемического потенциала проведена разноплановая оценка экологических, генетических и эпидемиологических характеристик возбудителей природно-очаговых инфекций вирусной этиологии, объединённых общими закономерностями существования в рамках теории природной очаговости и учения об эпидемическом процессе. В основу разработанной методики положена связь эпидемического потенциала с понятием эпидемиологической опасности, формирующей эпидемиологический риск и складывающейся из опасностей источника инфекции, механизма передачи и восприимчивости макроорганизма.

Результаты и обсуждение: разработана система количественной оценки эпидемического потенциала природно-очаговых инфекций вирусной этиологии. В рамках каждого звена эпидемического процесса выделены факторы, ранжированные в соответствии со значимостью с точки зрения реализации эпидемиологического риска с присвоением им балльной оценки. Эпидемический потенциал вируса определяется суммой баллов по трём категориям, соотношение баллов между ними позволяет оценить ведущий фактор эпидемиологического риска. Для оценки эпидемического потенциала

вируса в соответствии с разработанными критериями необходимо обобщить и проанализировать известные данные по трём рассматриваемым группам факторов, участвующих в формировании эпидемиологической опасности. Для апробации оценочной методики определён эпидемический потенциал ряда возбудителей вирусных трансмиссивных и нетрансмиссивных природно-очаговых инфекций, при этом полученные значения соответствуют современным представлениям об их эпидемиологической опасности. Таким образом, оценочная система позволяет количественно представить эпидемический потенциал возбудителя, сравнить показатели различных возбудителей с оценкой ведущего фактора эпидемиологического риска. Система может служить дополнительным инструментом в оценке эпидемиологической опасности в случае угроз возникновения чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического характера. Между тем, оценка эпидемического потенциала новых инфекций тесно сопряжена с необходимостью изучения их фундаментальных основ, а сам эпидемический потенциал представляет собой динамическую величину, которая может изменяться с появлением новых данных об эколого-генетических основах существования, механизмах изменчивости изучаемых возбудителей.

Ключевые слова: эпидемический потенциал, эпидемиологический риск, вирус Кемерово, группа вирусов Грейт Айленд, генетическое разнообразие, высокопроизводительное секвенирование.

Abstract.

Not only directly detected new infection, but also determining prerequisites for associated epidemiological complications becomes relevant with growing importance of "new and recurring infections". As a result, a need to assess a degree of their epidemiological threat, or epidemic potential, i.e. determining the

significance of related properties that determine a potential to cause an epidemic process and complications of the epidemiological situation is emphasized.

Purpose. Develop methodology for quantitative assessment of the epidemic potential universal for natural-foci viral infections.

Materials and methods. A multifaceted assessment of the virological and epidemiological characteristics of causative agents for natural-focal viral infections was carried out to develop criteria for determining the epidemic potential. The developed methodology for determining the epidemic potential is based on connection between the epidemic potential and the concept of epidemiological hazard, which forms an epidemic risk, and consists of the hazards for source of infection, the mechanism of transmission and host susceptibility.

Results and discussion. The platform for quantitative assessment of the epidemic potential of natural-foci viral infections was developed. Within each link of the epidemic process, factors were identified, ranked in accordance with their significance for enabling epidemiological risk and score assigned. The epidemic virus potential is determined by the sum of points in three categories, the ratio of points between them allowing to evaluate a lead factor of epidemiological risk. To assess an epidemic virus potential in accordance with the developed criteria, it is necessary to summarize and analyze the known data on the three considered groups of factors involved in formation of epidemiological threat.

To test the assessment methodology, the epidemic potential of a number of diverse pathogens of natural-foci viral was determined. The values obtained on the epidemic potential for such infections is based on the degree of relevant epidemiological hazard.

Thus, the evaluation system allows to quantify an epidemic potential of the pathogen, compare parameters of various pathogens with assessment of the lead epidemiological risk factor. The platform can serve as an additional tool in assessment of epidemiological threat in case of epidemiological emergencies. Meanwhile, assessment of epidemic potential for new infections is closely

associated with the need to investigate their basics. The epidemic potential is a dynamic parameter that can change with the advent of new data on ecological and genetic foundations of pathogen existence as well as mechanisms for related variability.

Key words: epidemic potential, epidemic risk, Kemerovo virus, Great Island virus group, genetic diversity, high-throughput sequencing.

1 Несмотря на значительные успехи, достигнутые в текущем веке в
2 изучении инфекционных болезней, весь спектр инфекционной патологии в
3 настоящем времени по-прежнему остаётся неясным, и его проявления
4 способны приводить к возникновению чрезвычайных ситуаций санитарно-
5 эпидемиологического характера [4].

6 Существующая система надзора за инфекционными заболеваниями
7 включает в себя сложившиеся и доказавшие эффективность алгоритмы
8 реагирования на уже возникшие эпидемии, вызванные известными
9 возбудителями. С актуализацией проблемы новой инфекционной патологии
10 стали складываться принципы действий в условиях чрезвычайных ситуаций,
11 вызванных возбудителями неизвестных инфекционных болезней [10], однако,
12 вопросу отслеживания потенциальных эпидемиологических рисков по-
13 прежнему не уделяется должного внимания. Между тем, спектр новых
14 инфекций чрезвычайно широк, и находится в сфере интереса различных
15 научно-исследовательских организаций, и специалисты уже обращают
16 внимание на необходимость совершенствования круга задач, стоящих перед
17 современным эпидемиологическим надзором [8]. Одно из первоочередных
18 направлений в этом - расширение спектра рассматриваемых инфекционных
19 болезней [13]. Необходимость этого наглядно показало пандемическое
20 распространение новой коронавирусной инфекции, вызванной бета-
21 коронавирусом SARS-CoV-2, ставшее неожиданностью для мирового
22 сообщества и уже поспособствовавшее изменению устоявшихся
23 представлений об инфекционной патологии и о месте, занимаемом «новыми
24 инфекциями».

25 Необходимость совершенствования мониторинга за новыми
26 инфекциями влечёт за собой необходимость создания единой концепции для
27 целостного восприятия проблемы, координации направлений деятельности по
28 изучению новых инфекций, общей оценки эпидемиологической ситуации,
29 своевременного выявления потенциальных угроз санитарно-

30 эпидемиологическому благополучию. Данная концепция предусматривает
31 существование систем мониторинга этих инфекций, отличающихся от
32 традиционного надзора за уже известными возбудителями. Одной из таких
33 особенностей является осуществление так называемой «предэпидемической
34 диагностики», сопровождающей целенаправленный поиск возбудителей с
35 оценкой степени их опасности. То есть не только выявления новой инфекции,
36 но и определение предпосылок возникновения вызванных ею
37 эпидемиологических осложнений [9,14].

38 Мерой «предэпидемической диагностики» в отношении уже известных
39 эпидемически значимых возбудителей может считаться давно известный
40 метод мониторинга природно-очаговых инфекций - оценку эпидемического
41 потенциала природных очагов [11]. Этот метод позволяет определить степень
42 потенциальной эпидемической опасности территории в отношении
43 возможного распространения инфекции, и в настоящий момент разработаны
44 способы оценки данного показателя для возбудителей геморрагической
45 лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС), лептоспирозов, туляремии,
46 передающихся клещами инфекций, холеры и чумы [3, 5, 6]. Однако при
47 данном подходе характеризуется состояние конкретной территории, без
48 акцентирования на особенностях самого возбудителя, которые могут играть
49 немаловажную роль, особенно, для новых инфекций, для которых
50 затруднительно дать эпидемиологическую характеристику ввиду их малой
51 изученности. Оценить степень эпидемиологической опасности в данном
52 случае поможет оценка эпидемиологического потенциала непосредственно
53 возбудителя.

54 Под эпидемическим потенциалом возбудителя понимается
55 совокупность его свойств, определяющих его способность вызывать
56 эпидемический процесс [15] и осложнения эпидемиологической ситуации.
57 Иначе говоря, этот показатель отражает эпидемиологическую опасность
58 возбудителя, связанную с риском инфицирования людей [2]. В настоящий

59 момент в литературе отсутствует какая-либо единая система определения
60 эпидемического потенциала возбудителя. Он складывается из совокупности
61 разнородных качественных и количественных показателей, которые влияют
62 на формирование и проявление эпидемического процесса, и могут по-разному
63 учитываться каждым исследователем относительно каждого отдельно взятого
64 инфекционного агента. Поэтому определение эпидемического потенциала
65 может носить достаточно умозрительный характер и не позволяет сравнивать
66 между собой различные возбудители. В свою очередь, без чётко определённых
67 критериев невозможно оценить эпидемический потенциал новых и
68 возвращающихся инфекций, находящихся, по определению В.В. Шкарина с
69 соавт., «в зале ожидания», т.е. находящихся в стадии изучения [14].

70 В связи с всё возрастающим интересом специалистов к данной группе
71 инфекций, все большее внимание уделяется проблемам их мониторинга и
72 разработке подходов к оценке эпидемиологической опасности. На примере
73 пандемии свиного гриппа H1N1 2009 года [18], вспышек ближневосточного
74 респираторного синдрома, вызванного коронавирусом (MERS-CoV) [17] и
75 лихорадки Зика [16], массовой эпизоотии гриппа птиц в 2003-2004 гг [20], а
76 также текущей глобальной пандемии коронавирусной инфекции COVID-19
77 [22], было показано, что чрезвычайные ситуации, связанные с новыми
78 инфекциями, могут представлять серьёзную угрозу для человека и
79 подчёркивают необходимость новых подходов, к выявлению и мониторингу
80 новых инфекционных заболеваний [23].

81 **Целью** настоящего исследования явилась разработка методики
82 количественной оценки эпидемического потенциала, универсальной для
83 природно-очаговых инфекций с трансмиссивным и нетрансмиссивным
84 механизмом передачи, которая может служить дополнительным
85 инструментом в оценке эпидемиологической опасности в случае угроз
86 возникновения чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического
87 характера.

88 **Материалы и методы**

89 Для разработки критериев количественного определения
90 эпидемического потенциала проведена разноплановая оценка с учётом
91 экологических, генетических и эпидемиологических характеристик
92 возбудителей природно-очаговых инфекций вирусной этиологии, поскольку
93 они объединены общими закономерностями существования в рамках теорий
94 природной очаговости [7] и учения об эпидемическом процессе [1].

95 Понятие эпидемического потенциала тесно связано с понятием
96 эпидемиологической опасности, формирующей эпидемиологический риск и
97 складывающейся из опасностей источника инфекции, механизма передачи и
98 восприимчивости организма [12] в соответствии с классической триадой
99 эпидемического процесса Громашевского [1]. Для разработки универсальных
100 критериев оценки эпидемического потенциала проанализированы факторы,
101 формирующие эпидемиологический риск, как в отношении уже изученных
102 возбудителей, так и для новых инфекций, находящихся в стадии изучения. При
103 этом особенное внимание необходимо уделено именно инфекциям,
104 находящимся в «зале ожидания», эпидемиологическую опасность которых
105 ещё предстоит оценить [14], поскольку риски возникновения чрезвычайных
106 ситуаций, связанных с группой малоизученных возбудителей, являются
107 неочевидными и, как следствие, недооценёнными [15].

108 **Результаты и обсуждение**

109 В рамках созданной системы количественной оценки эпидемического
110 потенциала был определён ряд показателей, разделённых на три группы по
111 опасности каждого из элементарных звеньев эпидемического процесса в
112 рамках существующих представлений об эпидемиологическом риске:
113 опасность источника возбудителя инфекции, опасность механизма передачи и
114 опасность восприимчивости макроорганизма [12]. В рамках каждой группы
115 обозначено по 4 показателя, в каждый из которых включены факторы,
116 ранжированные по шкале от 1 до 5, в соответствии со значимостью с точки

117 зрения реализации эпидемиологического риска (Таблица 1). Максимальное
118 количество баллов, по которым может быть оценён возбудитель в каждой из
119 трёх групп – 20, с учётом всех трёх вышеозначенных групп – 60.
120 Эпидемический потенциал вируса оценивается при суммировании баллов по
121 всем трём группам, соотношение баллов между группами позволяет оценить
122 значимость того или иного элемента в развитии эпидемического процесса для
123 данного возбудителя а, следовательно, ведущий фактор эпидемиологического
124 риска.

125 1. Опасность источника возбудителя инфекции.

126 Источник возбудителя инфекции – первое звено эпидемического
127 процесса, место естественной жизнедеятельности возбудителя. Согласно
128 традиционным представлениям о природно-очаговых инфекциях, сюда
129 необходимо относить всё, что касается природы животных-резервуаров
130 инфекции, в популяции которых возбудитель циркулирует за счёт эпизоотий
131 и носительства. Однако современные представления в контексте изучения
132 эпидемиологии новых и возвращающихся инфекций указывают на
133 необходимость рассмотрения не только характеристик источника
134 возбудителя, но также и самого возбудителя, участвующих в формировании и
135 поддержании эпидемического процесса [19]. В первую очередь, его
136 потенциала генетической изменчивости и других факторов, способных
137 модулировать вирулентность и способность адаптироваться к различным
138 видам носителей и переносчиков.

139 В эту группу были отнесены такие факторы, как тип генетического
140 материала вируса, с которым непосредственно связаны темпы мутационной
141 изменчивости, дополнительные источники генетической изменчивости в виде
142 реассортации и рекомбинации, филогенетические взаимоотношения с
143 близкородственными вирусами, патогенными для человека, а также
144 характеристику природного резервуара возбудителя, от видового состава и

145 разнообразия которого также напрямую зависит изменчивость вируса и риск
146 инфицирования человека.

147 Следует отметить, что оценка эпидемического потенциала на генном
148 уровне требует учёта стохастических событий, связанных с генетической
149 изменчивостью, в обширных популяциях патогена, циркулирующего в
150 популяциях резервуарных хозяев и переносчиков [21], что делает
151 предсказание эпидемического потенциала на генном уровне очень сложным,
152 особенно в случае малоизученных возбудителей, для которых отсутствуют
153 данные о детерминантах патогенности и об уровне и механизмах
154 формирования генетического разнообразия. Поэтому оценка эпидемического
155 потенциала новых инфекций тесно сопряжена с необходимостью изучения их
156 фундаментальных основ, а сам эпидемический потенциал представляет собой
157 динамическую величину, которая может изменяться с появлением новых
158 данных об эколого-генетических основах существования, механизмах
159 изменчивости изучаемых возбудителей.

160 2. Опасность механизма передачи возбудителя

161 В данную группу факторов входят ведущий механизм передачи
162 возбудителя, возможность передачи от человека к человеку, территориальная
163 характеристика природного резервуара инфекции и особенности
164 взаимодействия человека с ним. Тот или иной механизм передачи инфекции,
165 как второе звено эпидемического процесса, реализуется посредством
166 разнообразных факторов передачи. И, как и первая группа факторов, отчасти
167 сопряжён с биологическими свойствами возбудителя, предопределяющими
168 его способность сохраняться во внешней среде.

169 Характер взаимодействия человека, проживающего на эндемичной
170 территории, с источником инфекции, также как и территориальная
171 характеристика природного резервуара в определённой мере относятся к
172 факторам, отражающим опасность первого звена эпидемического процесса, но
173 при этом также характеризуют эпидемиологическую опасность реализации

174 механизма передачи инфекции, поэтому в существующей системе показателей
175 данные факторы отнесены ко второму звену.

176 3. Опасность восприимчивости макроорганизма

177 Включает факторы, описывающие опасность третьего обязательного
178 элемента эпидемического процесса, особенности течения инфекционного
179 процесса при взаимодействии организма человека с возбудителем, которые
180 способствуют проявлению и поддержанию патологического процесса на
181 популяционном уровне.

182 В данную группу отнесены непосредственный круг восприимчивых
183 организмов и факторы, характеризующие время существования возможного
184 эпидемического очага и рис возникновения вторичных и третичных случаев
185 заражения (обычная продолжительность инкубационного периода, характер
186 течения инфекции), а также интенсивность распространения эпидемического
187 процесса.

188 Для оценки эпидемического потенциала вируса в соответствии с
189 разработанными критериями необходимо обобщить и проанализировать
190 известные данные по трём рассматриваемым группам факторов, участвующих
191 в формировании эпидемиологической опасности. По результатам оценки
192 возбудителя по предложенным факторам, по сумме баллов предлагается
193 следующая шкала определения эпидемического потенциала:

- 194 1. При сумме баллов 24 и ниже – низкий эпидемический потенциал;
- 195 2. При сумме баллов от 25 до 44 – средний эпидемический потенциал;
- 196 3. При сумме баллов 45 и выше – высокий эпидемический потенциал.

197 Если в ходе балльной оценки для вируса подходит несколько факторов
198 из перечисленных – оценка выставляется по максимальному значению. Если
199 данные по какому-либо фактору отсутствуют или в настоящий момент никак
200 не изучены – ставится 0.

201 Для проверки предлагаемой системы оценки эпидемического
202 потенциала дополнительно с помощью представленных критериев было

203 проведено определение эпидемического потенциала ряда возбудителей
204 природно-очаговых инфекций с трансмиссивным и нетрансмиссивным
205 механизмом передачи (Таблица 2).

206 Полученные значения и присвоенный согласно им эпидемический
207 потенциал, в целом, соответствуют современным представлениям об
208 эпидемиологической опасности оцененных возбудителей природно-очаговых
209 инфекций. Возбудители особо опасных инфекций I-II группы патогенности,
210 такие как вирус Эбола Заир, вирус Ласса, вирус геморрагической лихорадки
211 Крым-Конго, способные передаваться нетрансмиссивно, а также от человека
212 к человеку, обладают высоким эпидемическим потенциалом. Возбудители II
213 группы патогенности с трансмиссивным механизмом передачи обладают
214 средним и приближающимся к высокому эпидемическим потенциалом,
215 который ограничивается отсутствием возможности нетрансмиссивной
216 передачи или отсутствием передачи от человека к человеку (например, для
217 вируса клещевого энцефалита). Малоизученные, непатогенные для человека
218 вирусы и вирусы с ещё недоказанной патогенностью ожидаемо обладают
219 низким эпидемическим потенциалом. Однако, по мере их изучения и
220 появления новых данных, текущее значение эпидемического потенциала для
221 них может измениться.

222 Таким образом, предложенная система оценки эпидемического
223 потенциала показала свою работоспособность, и позволяет не только
224 представить способность возбудителей к формированию эпидемического
225 процесса в количественном выражении, а также сравнивать эпидемический
226 потенциал различных возбудителей между собой и оценивать в полученном
227 значении удельный вес каждого из трёх факторов эпидемиологической
228 опасности, составляющих компоненты эпидемического процесса. В
229 дальнейшем система оценки может быть расширена за счёт внесения новых
230 значимых показателей или усовершенствована иным образом, что позволит ей
231 стать универсальным инструментом в рамках развивающегося подхода

232 «аналитики вспышек» [24] и предупреждения угроз возникновения ЧС
233 санитарно-эпидемиологического характера.

234 **Благодарности**

235 Работа выполнена с привлечением средств гранта Российского научного
236 фонда № 20-64-46014.

237 **Конфликт интересов**

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

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1 Критерии оценки эпидемического потенциала возбудителей природно-очаговых инфекций вирусной этиологии

Table 1. The epidemic potential assessing criteria for the natural-focal viral infections

Опасность источника инфекции threat of infection source		
Фактор Factor	Элементы фактора Factor-related elements	Баллы Scores
Тип генетического материала вируса Type of viral genome	(+) РНК (+) RNA	5
	Сегментированная (-)РНК и дцРНК Segmented (-)RNA and dsRNA	4
	Несегментированная (-) РНК Non segmented (-)RNA	3
	оцДНК ssDNA	2
	дцДНК dsDNA	1
Дополнительные источники генетической изменчивости Additional sources of the genetic diversity	Показана способность к межвидовой реассортации и/или рекомбинации Ability for the interspecies reassortment and /or recombination	5
	Показана способность к внутривидовой реассортации и/или рекомбинации Ability for the intraspecies reassortment and /or recombination	4
	Показана межвидовая реассортация и/или рекомбинации у близкородственного вируса, патогенного для человека Ability for the interspecies reassortment and /or recombination in closely related virus with human pathogenicity	3
	Показана внутривидовая реассортация и/или рекомбинации у близкородственного вируса, патогенного для человека Ability for the intraspecies reassortment and /or recombination in closely related virus with human pathogenicity	2
	Наличие реассортационных и/или рекомбинационных явлений у любого близкородственного вируса Ability for the reassortment and /or recombination in any closely related virus	1
Филогенетические взаимоотношения вируса близкородственными представителями The phylogenetic relationships with	Наличие в пределах рода возбудителей актуальных инфекций, для которых проводятся надзорные мероприятия The presence within the genus of topical infection pathogens undergoing supervisory activities	5
	Наличие в пределах рода представителей с доказанной патогенностью для человека The presence within the pathogen genus with proven human pathogenicity	4

the closely related viruses	Наличие в филогенетически близких родах возбудителей актуальных инфекций, для которых проводятся надзорные мероприятия The presence within the phylogenetically close genera for relevant infection pathogens undergoing supervisory activities	3
	Наличие в филогенетически близких родах представителей с доказанной патогенностью для человека The presence within the phylogenetically close genera for pathogens with proven human pathogenicity	2
	Наличие в семействе патогенных представителей The presence within the family of human pathogens	1
Характеристика организмов-резервуаров инфекции Characterization of the infection reservoirs	Полигостальность, включая птиц и рукокрылых Polyhostality, including birds and bats	5
	Полигостальность, включая мелких млекопитающих, грызунов и диких хищников Polyhostality, including small mammals, rodents and wild predators	4
	Полигостальность, включая КРС, МНС, свиней и диких копытных Polyhostality, including cattle, pigs and wild hoofed mammals	3
	Моногостальность с повсеместным распространением Monohostality with the ubiquitous circulation	2
	Моногостальность с локальным распространением Monohostality with the local circulation	1
Опасность механизма передачи A threat for mechanism of transmission		
Фактор Factor	Элементы фактора Factor-related elements	Баллы Scores
Ведущий механизм передачи The lead transmission mechanism	Аспирационный Aspiration transmission mechanism	5
	Фекально-оральный Fecal-oral transmission mechanism	4
	Трансмиссивный поливекторный Polyvector transmission mechanism	3
	Трансмиссивный моновекторный Monovector transmission mechanism	2
	Контактный Contact transmission mechanism	1
Характер взаимодействия человека с природным резервуаром инфекции Features of human interaction with the infection reservoir	Постоянное взаимодействие всех групп населения с эпизоотическим очагом Constant interaction of all populational groups with epizootic focus	5
	Регулярное взаимодействие с эпизоотическим очагом характерно для определённых групп населения Constant interaction of certain populational groups with epizootic focus	4
	Нерегулярное взаимодействие с эпизоотическим очагом среди различных групп населения Irregular interaction of different populational groups with epizootic focus	3

	Нерегулярное взаимодействие с эпизоотическим очагом характерно для определённых групп населения Irregular interaction of certain populational groups with epizootic focus	2
	Случайное взаимодействие с эпизоотическим очагом Random interaction with epizootic focus	1
Территориальная характеристика природного резервуара Features of the territorial characteristics of the infection reservoir	Множественные очаги в различных природно- климатических зонах Multiple foci in various natural and climatic zones	5
	Множественные очаги в пределах одной природно- климатической зоны Multiple foci within the same natural and climatic zone	4
	Локальные очаги большой территориальной протяжённости Local foci of the large territorial extent	3
	Множественные очаги малой территориальной протяжённости Local foci of the small territorial extent	2
	Единичные очаги малой территориальной протяжённости Single foci of the small territorial extent	1
Возможность передачи от человека к человеку Opportunity of the human-to-human transmission	Формирует устойчивые антропоургические очаги за счёт передачи аспирационным или фекально-оральным путём Forms the constant anthropurgic foci due to aspiration or fecal- oral transmission	5
	Возможна аспирационная или фекально-оральная передача без формирования устойчивых антропоургических очагов aspiration or fecal-oral transmission is possible without constant anthropurgic foci	4
	Возможна контактная передача Contact transmission is possible	3
	Возможна трансмиссивная передача Vector transmission is possible	2
	Возможна вертикальная передача Vertical transmission is possible	1
Опасность восприимчивости макроорганизма A threat of the host susceptibility		
Фактор Factor	Элементы фактора Factor-related elements	Баллы Scores
Восприимчивый организм Receptive organism	Доказана патогенность для человека Pathogenic for humans is proved	5
	Доказана патогенность для млекопитающих - различных видов тест-организмов Pathogenic for different types of mammalian test organisms is proved	4
	Патогенен для определённого вида тест-организмов или только при определённом способе заражения Pathogenic for a certain type of test organisms or only for certain route of infection	3
	Патогенен для новорожденных мышей, вызывает ЦПД на клетках	2

	Pathogenic for newborn mice or causes CPE on cells	
	Наличие патогенных близкородственных представителей The presence of the pathogenic closely related viruses	1
Обычная продолжительность инкубационного периода The incubation period	Более 3 недель More than 3 weeks	5
	До трёх недель Up to three weeks	4
	До двух недель Up to two weeks	3
	От 5 дней до недели Up 5 days to a week	2
	Менее 5 дней Less than 5 days	1
Характер течения инфекционного процесса The course of the infectious process	Неманифестное (бессимптомное) Asymptomatic	5
	Манифестное лёгкое The mild course of the disease	4
	Манифестное средней тяжести The symptomatic moderate severity	3
	Манифестное тяжёлое Severe course of the disease	2
	Манифестное тяжёлое с летальным исходом Severe fatal disease	1
Интенсивность распространения эпидемического процесса The intensity of the epidemic process	Зарегистрированы случаи пандемической заболеваемости Cases of pandemic morbidity have been reported	5
	Зарегистрированы случаи эпидемической заболеваемости Cases of epidemic morbidity have been reported	4
	Зарегистрированы случаи вспышечной заболеваемости Cases of outbreaks morbidity have been reported	3
	Зарегистрированы случаи спорадической заболеваемости Cases of sporadic morbidity have been reported	2
	Наличие серопревалентности при отсутствии заболеваемости The seroprevalence in the absence of morbidity	1

Таблица 2 Результаты оценки эпидемического потенциала возбудителей некоторых природно-очаговых инфекций

Table 2. Assessment of epidemic potential for some natural-focal viral infections

Вирус Virus	1 группа 1st group	2 группа 2nd group	3 группа 3rd group	Сумма баллов Summary	Эпидемический потенциал Epidemic potential
Вирус Кемерово (KEMV)	16	11	11	38	Средний Medium
Вирус Муко (MUV)	13	8	0	21	Низкий Low
Вирус клещевого энцефалита (ВКЭ)	12	15	15	42	Средний Medium
Вирус геморрагической лихорадки Крым- Конго (ККГЛ)	17	16	14	47	Высокий High
Вирус Парамушир (PARV)	10	12	0	22	Низкий Low
Вирус Лихорадки Западного Нила (ЛЗН)	19	13	15	47	Средний Medium
Вирус денге (DENV)	19	15	16	50	Высокий High
Вирус Зика (ZIKV)	18	15	16	49	Высокий High
Вирус Японского энцефалита (ЯЭ)	19	12	14	45	Высокий High
Вирус Ласса (LASV)	16	18	14	48	Высокий High
Вирус Луйо (LUJV)	15	13	11	39	Средний Medium
Вирус Эбола Заир (EBOV)	8	18	14	40	Средний Medium
Вирус Рестон (RESTV)	9	8	1	18	Низкий Low
Вирус бешенства (RABV)	16	10	14	40	Средний Medium
Вирус Хатанга (CHTV)	15	7	1	23	Низкий Low
Вирус Добrava (DOBV)	15	14	16	45	Высокий High
Вирус Пуумала (PUUV)	15	14	16	45	Высокий High

EPIDEMIC POTENTIAL ASSESSMENT

Вирус Вад-Медани (WMV)	12	8	0	20	Низкий Low
Бетакоронавирус SARS-CoV2	18	17	15		Высокий High

МЕТАДАННЫЕ

М.В. Сафонова¹, Е.Г. Симонова², А.С. Долгова³, А.А. Лопатин¹, В.Г. Дедков³

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ ИНФЕКЦИЙ ВИРУСНОЙ ЭТИОЛОГИИ

¹ ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора, г.Москва

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, г.Москва

³ ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, г.Санкт-Петербург

Оригинальная статья, 9 страниц, 2 таблицы.

Дата отправки: 12.04.2022

Сведения об авторах

Сафонова Марина Викторовна (корреспондирующий автор), биолог лаборатории диагностики вирусных инфекций I-II групп патогенности, ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора. г.Москва, ул.Мусоргского, 4, 127490, e-mail: safonova_mv@apc-rpn.ru, ORCID 0000-0002-5579-5694, Scopus Author ID 56985979700.

Marina V. Safonova (corresponded autor), biologist of virology laboratory,. 127490 Moscow, Musorgscogo street 4. e-mail: safonova_mv@apc-rpn.ru

Симонова Елена Геннадиевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры эпидемиологии института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. г.Москва, , e-mail: rektorat@sechenov.ru, тел. 8(495)609-14-00. ORCID 0000-0001-7179-9890, Scopus Author ID 55280366900.

Долгова Анна Сергеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, руководитель группы молекулярной генетики патогенных микроорганизмов отдела эпидемиологии ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера. г.Санкт-Петербург, ул.Мира, 14, 197101, e-mail: annadolgova@inbox.ru. ORCID 0000-0001-8730-4872, Scopus Author ID 56530595700

Лопатин Антон Александрович, кандидат медицинских наук, директор ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора. г.Москва, ул.Мусоргского, 4, 127490, e-mail: protivochym@nln.ru, тел.8(499)745-25-61 доб.101. ORCID 0000-0002-5426-3311

Дедков Владимир Георгиевич, кандидат медицинских наук, заместитель директора по научной работе ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера. г.Санкт-Петербург, ул.Мира, 14, 197101, e-mail: pasteur@pasteurorg.ru, , тел. 8(812)233-20-92. ORCID 0000-0002-5500-0169, Scopus Author ID 56087621000.

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

М.В. Сафонова¹, Е.Г. Симонова², А.С. Долгова³, А.А. Лопатин¹, В.Г. Дедков³

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ ИНФЕКЦИЙ ВИРУСНОЙ ЭТИОЛОГИИ

¹ ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора, г.Москва

² ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, г.Москва

³ ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, г.Санкт-Петербург

Ключевые слова: эпидемический потенциал, эпидемиологический риск, вирус Кемерово, группа вирусов Грейт Айленд, генетическое разнообразие, высокопроизводительное секвенирование.

Сокращённое название: ОЦЕНКА ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Сведения об авторах:

Сафонова Марина Викторовна (корреспондирующий автор), биолог лаборатории диагностики вирусных инфекций I-II групп патогенности, ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора. г.Москва, ул.Мусоргского, 4, 127490, e-mail: safonova_mv@apc-rpn.ru, ORCID 0000-0002-5579-5694, Scopus Author ID 56985979700.

Симонова Елена Геннадиевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры эпидемиологии института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, 119991, Москва, ул. Большая Пироговская, д.2, стр.4, каб.106., e-mail: rektorat@sechenov.ru, тел. 8(495)609-14-00. ORCID 0000-0001-7179-9890, Scopus Author ID 55280366900.

Долгова Анна Сергеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, руководитель группы молекулярной генетики патогенных микроорганизмов отдела эпидемиологии ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера. г.Санкт-Петербург, ул.Мира, 14, 197101, e-

mail: annadolgova@inbox.ru. ORCID 0000-0001-8730-4872, Scopus Author ID 56530595700.

Лопатин Антон Александрович, кандидат медицинских наук, директор ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора. г.Москва, ул.Мусоргского, 4, 127490, e-mail: protivochym@nln.ru, тел.8(499)745-25-61 доб.101. ORCID 0000-0002-5426-3311

Дедков Владимир Георгиевич, кандидат медицинских наук, заместитель директора по научной работе ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера. г.Санкт-Петербург, ул.Мира, 14, 197101, e-mail: pasteur@pasteurorg.ru, , тел. **8(812)233-20-92**. ORCID 0000-0002-5500-0169, Scopus Author ID 56087621000.

Для переписки: ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора. г.Москва, ул.Мусоргского, 4, 127490, тел. 8-968-472-97-72 (Сафонова Марина Викторовна), e-mail: safonova_mv@apc-rpn.ru (Сафонова Марина Викторовна)

M.V. Safonova ^a, E.G. Simonova ^b, A.S. Dolgova ^c, A.A. Lopatin ^a, V.G. Dedkov ^c

DEVELOPMENT OF QUANTITATIVE CRITERIA FOR THE ASSESSMENT OF THE EPIDEMIC POTENTIAL OF THE NATURAL-FOCI VIRAL INFECTIONS

^a Antiplague Center, Federal Service on Consumers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance, Moscow, Russia

^b Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

^c Saint-Petersburg Pasteur Institute, Federal Service on Consumers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance, Saint-Petersburg, Russia

Key words: epidemic potential, epidemic risk, Kemerovo virus, Great Island virus group, genetic diversity, high-throughput sequencing.

Short name: EPIDEMIC POTENTIAL ASSESSMENT

Information about authors:

Marina V. Safonova (corresponded autor), biologist of virology laboratory, Federal Service for Surveillance on Consumers Rights Protection and Human Well-Being Antiplague center. 127490 Moscow, Musorgscogo street 4. e-mail: safonova_mv@apc-rpn.ru

ORCID 0000-0002-5579-5694, Scopus Author ID 56985979700

Elena G. Simonova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Epidemiology, Institute of Vocational Education of the Sechenov First Moscow State Medical University, 119991, Moscow, st. Bolshaya Pirogovskaya, 2, building 4, room 106 e-mail: rektorat@sechenov.ru, tel. 8(495)609-14-00. ORCID 0000-0001-7179-9890, Scopus Author ID 55280366900.

Anna S. Dolgova, PhD in Biological science, Senior Researcher, Head of the Group of Molecular Genetics of Pathogenic Microorganisms of the Epidemiology Department of the Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology. St. Petersburg, Mira street, 14, 197101, e-mail: annadolgova@inbox.ru. ORCID 0000-0001-8730-4872, Scopus Author ID 56530595700.

Anton A. Lopatin, PhD in Medical science, Director of the Federal Service for Surveillance on Consumers Rights Protection and Human Well-Being Antiplague center. 127490 Moscow, Musorgscogo street 4 127490, e-mail: protivochym@nln.ru. ORCID 0000-0002-5426-3311

Vladimir G. Dedkov, PhD in Medical science, Deputy Director for Research of the Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology. St. Petersburg, Mira street, 14, 197101, e-mail: pasteur@pasteurorg.ru, tel. 8(812)233-20-92. ORCID 0000-0002-5500-0169, Scopus Author ID 56087621000.

For correspondence:

Federal Service for Surveillance on Consumers Rights Protection and Human Well-Being Antiplague center. 127490 Moscow, Musorgscogo street 4. Tel. 8-968-472-

97-72 (Marina V. Safonova), e-mail: safonova_mv@apc-rpn.ru (Marina V. Safonova)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Порядков ый номер ссылки	Авторы, название публикации и источника, где она опубликована, выходные данные	ФИО, название публикации и источника на английском	Полный интернет-адрес (URL) цитируемой статьи
1	Громашевский Л. В. Общая эпидемиология. 4-е изд. М.: Медицина, 1965. 290 с	Gromashevsky L. V. General epidemiology. 4th ed. Moscow: Medicine, 1965. 290 P. (in Russ.)	Использована печатная версия
2	Кисличкина А.А., Кадникова Л.А., Платонов М.Е., Майская Н.В., Коломбет Л.В., Соломенцев В.И., Богун А.Г., Анисимов А.П. Дифференциация штаммов <i>Yersinia pestis</i> основного, неосновного подвидов и других представителей <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> complex. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2017; 35(2). pp:5-10. DOI 10.18821/02080613-2017-35-2-43-48	Kislichkina A.A., Kadnikova L.A., Platonov M.E., Maiskaya N.V., Kolombet L.V., Solomentsev V.I., Bogun A.G., Anisimov A.P. Differentiation of <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> , <i>Yersinia pestis</i> subsp. <i>pestis</i> and subsp. <i>microti</i> strains and other representatives of <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> complex. Molecular Genetics, Microbiology	https://elibrary.ru/item.asp?id=29437536 [DOI 10.18821/02080613-2017-35-2-43-48]

		and Virology 2017; 35(2): 5-10. (In Russ.). DOI 10.18821/02080613-2017-35-2-43-48	
3	Куклев Е.В., Кокушкин А.М., Кутырев В.В. Количественная оценка величины эпидемического потенциала природных очагов чумы и оптимизация эпидемиологического надзора за этой инфекцией. Эпидемиология и инфекционные болезни, 2001; 5. с: 10-13	Kuklev E. V., Kokushkin A. M., Kutyrev V. V. Quantitative assessment of the magnitude of the epidemic potential of natural plague foci and optimization of epidemiological surveillance of this infection // Epidemiology and Infectious Diseases. 2001. 5: P. 10-13. (In Russ.)	Использована печатная версия
4	Малеев В.В. Проблемы инфекционной патологии на современном этапе. Инфекционные болезни. 2015; 13(2). С:5–9. DOI: 10.20953/1729-9225-2015-2-5-9	Maleyev V.V. Problems of infectious pathology at the present stage. Infection Diseases. 2015; 13(2):5–9. (In Russ.) DOI: 10.20953/1729-9225-2015-2-5-9	https://elibrary.ru/item.asp?id=23762461 [DOI: 10.20953/1729-9225-2015-2-5-9]

5	Москвитина Э.А., Горобец А.В., Прометной В.И., Баташев В.В. Оценка эпидемического потенциала территории при холере с использованием комплекса показателей (Сообщение 2). Пробл.ООИ:Сб.науч.тр., 2001; 82. С:35-43	Moskvitina E.A., Gorobets A.V., Prometnoy V.I., Batashev V.V. Evaluation of epidemic contamination of the territory during cholera using an array of indicators (Message 2). Problems of Particularly Dangerous Infections: Collection of Conference Papers, 2001; 82: P.35-43. (In Russ.)	Использована печатная версия
6	Нафеев А.А. Современные особенности эпидемических проявлений природно-очаговых инфекций (геморрагической лихорадки с почечным синдромом, лептоспирозов, иксодовых клещевых боррелиозов, туляремии) и оптимизация эпидемиологического надзора за ними (на модели Ульяновской области). Санкт-	Nafeev A.A. Modern features of epidemic manifestations of natural focal infections (hemorrhagic fever with renal syndrome, leptospirosis, ixodid tick-borne borreliosis, tularemia) and optimization of their epidemiological surveillance (on	https://medical-diss.com/medicina/sovremennye-osobennosti-epidemicheskikh-proyavleniy-prirodno-ochagovyh-infektsiy-gemorragicheskoy-lihoradki-s-pochechnym-s-1

	Петербург. Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова , 2007. – 346с.	the model of the Ulyanovsk region). S. M. Kirov Military Medical Academy, 2007. - 346 p. (In Russ.)	
7	Павловский Е.Н. О природной очаговости инфекционных и паразитарных болезней. Вестник АН СССР. 1939; 10. с:98–108	Pavlovsky E.N. About the natural focality of infectious and parasitic diseases. Bulletin of the USSR Academy of Sciences. 1939; 10: 98 –– 108 (in Russ.)	Использована печатная версия
8	Симонова Е. Г. Современный этап развития эпидемиологического надзора и перспективы его совершенствования. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2017; 16(4). С:4–8. DOI: 10.31631/2073-3046-2017-16-4-4-7	Simonova E.G. Modern Stage of Development of the Epidemiological Surveillance and Prospects of its Improvement. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2017;16(4):4-7. (In Russ.) DOI: 10.31631/2073-3046-2017-16-4-4-7	https://elibrary.ru/item.asp?id=29913332 [DOI: 10.31631/2073-3046-2017-16-4-4-7]

9	Симонова Е. Г., Сергевнин В.И. Предэпидемическая диагностика в системе риск-ориентированного эпидемиологического надзора над инфекционными болезнями. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2018; 17(5). С:31–37. DOI: 10.31631/2073-3046- 2018-17-5-31-37	Simonova E.G., Sergevnin V.I. Pre-Epidemic Diagnosis in the System Risk-Oriented Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2018;17(5):31-37. (In Russ.) DOI: 10.31631/2073-3046-2018-17-5- 31-37	https://www.epidemvac.ru/jour/article/view/574 [DOI: 10.31631/2073-3046-2018-17-5-31-37]
10	Топорков А.В., Куклев Е.В., Щербакова С.А., Осина Н.А., Топорков В.В. Типовой алгоритм действий в условиях чрезвычайных ситуаций, вызванных возбудителями неизвестных инфекционных болезней. Журн.микробиол., 2010; 5. С: 20-24	Toporkov A.V., Kuklev E.V., Scherbakova S.A., Osina N.A., Toporkov V.P. Typical procedure of actions during emergency situations caused by agents of unknown infectious diseases. Zh. Microbiol., 2010, 5 (20-24). (In Russ.)	Использована печатная версия

11	Хотько Н.И. Опыт применения эпидемического потенциала для оценки природных очагов трансмиссивных инфекций. Тез. докл. науч.-практ. конференции «Эпизоотология и профилактика ООИ в антропогенных ландшафтах». Саратов, 1990. С.25-32.	Khotko N.I. Experience in the use of epidemic potential to assess natural foci of transmissible infections. Conference paper of "Epizootology and prevention of particularly dangerous infections in anthropogenic landscapes" scientific and practical conference. Saratov, 1990. - P.25-32. (In Russ.)	Использована печатная версия
12	Черкасский Б. Л. Оценка риска в эпидемиологии. – М.: Медицина, 2006; 160 с	Cherkassky B. L. Risk estimation in epidemiology. - Moscow: Medicine, 2006; 160 P. (in Russ.)	Использована печатная версия
13	Шкарин В.В., Ковалишена О.В. Новые инфекции: систематизация, проблемы, перспективы. Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 2012; 510 с	Shkarin V.V., Kovalishena O.V. New infections: systematization, problems, prospects. Nizhny Novgorod: Publishing House of NGMA, 2012; 510 pages (In Russ.)	Использована печатная версия

14	Шкарин В.В., Ковалишена О.В. Проблемы и перспективы системы мониторинга контроля за новыми инфекциями. Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2013.; 4. С:4 – 9.	Shkarin V.V., Kovalishena O.V. An emerging infection monitoring and control system: problems and prospects. Epidemiology and Infectious Diseases. Current Items. 2013.; 4:4 – 9. (In Russ.)	https://elibrary.ru/item.asp?id=21011483
15	Bettencourt L.M., Ribeiro R.M. Real time bayesian estimation of the epidemic potential of emerging infectious diseases. PLoS One. 2008; 3(5):e2185. DOI: 10.1371/journal.pone.0002185	-	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18478118/ [DOI: 10.1371/journal.pone.0002185]
16	Campos G.S., Bandeira A.C., Sardi S.I. Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil. Emerg Infect Dis. 2015; 21(10). pp:1885-1886. DOI: 10.3201/eid2110.150847	-	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26401719/ [DOI: 10.3201/eid2110.150847]
17	Cauchemez S., Fraser C., Van Kerkhove M.D., Donnelly C.A., Riley S., Rambaut A., Ferguson N.M. Middle East respiratory syndrome coronavirus: quantification of the extent of the	-	https://www.thelancet.com/pdfs/journals/laninf/PIIS1473-3099(13)70304-9.pdf [DOI: 10.1016/S1473-3099(13)70304-9]

	epidemic, surveillance biases, and transmissibility. The Lancet Infectious Diseases. 2014; 14(1). pp:50–56. DOI: 10.1016/S1473-3099(13)70304-9		
18	Fraser C., Donnelly C.A., Cauchemez S., Hanage W.P., Van Kerkhove M.D., Hollingsworth T.D., Griffin J. Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1): early findings. Science. 2009; 324(5934). pp:1557-1561. DOI: 10.1126/science.1176062	-	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19433588/ [DOI: 10.1126/science.1176062]
19	Holmes E.C., Rambaut A., Andersen K.G. Pandemics: spend on surveillance, not prediction. Nature. 2018; 558(7709). pp:180–182.	-	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29880819/ [DOI: 10.1038/d41586-018-05373-w]
20	Liu J., Xiao H., Lei F., Zhu Q., Qin K., Zhang X.W., Zhang X.L., Zhao D., Wang G., Feng Y., Ma J., Liu W., Wang J., Gao G.F. Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds. Science. 2005; 309(5738). p:1206. DOI: 10.1126/science.1115273	-	https://www.scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1936707 [DOI: 10.1126/science.1115273]

21	Morens D.M., Folkers G.K., Fauci A.S. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. Nature. 2004; 430(6996). pp:242-249. DOI: 10.1038/nature0275	-	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15241422/ [DOI: 10.1038/nature0275]
22	Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it [Электронный ресурс]. –	-	https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it (дата обращения 11.04.2022)
23	Osterholm M.T. Preparing for the next pandemic. N Engl J Med. 2005; 352(18). pp:1839-1842. DOI: 10.1056/NEJMp058068	-	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15872196/ [DOI: 10.1056/NEJMp058068]
24	Polonsky J.A., Baidjoe A., Kamvar Z.N., Cori A., Durski K., Edmunds W.J., Eggo R.M., Funk S., Kaiser L., Keating P., de Waroux O.L.P., Marks M., Moraga P., Morgan O., Nouvellet P., Ratnayake R., Roberts C.H., Whitworth J.,	-	https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2018.0276 [DOI: 10.1098/rstb.2018.0276]

	<p>Jombart T. Outbreak analytics: a developing data science for informing the response to emerging pathogens. <i>Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.</i> 2019; 374(1776):e20180276. DOI: 10.1098/rstb.2018.0276</p>		
--	---	--	--