

В помощь практическому врачу

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

Карапетян Т.А., Доршакова Н.В., Пешкова И.В.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ВНЕБОЛЬНИЧНОЙ ПНЕВМОНИЕЙ НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНА ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 185910, Петрозаводск, Россия

Обоснование. В пандемию COVID-19 произошел резкий рост заболеваемости внебольничной пневмонией (ВП) в Республике Карелия (РК). Учитывая высокую значимость проблемы, необходимо выяснение причин сложившейся эпидемиологической ситуации. **Цель работы.** Оценка заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, взрослого населения РК в возрасте 18 лет старше в 2011–2019 гг. в административно-территориальных подразделениях республики, сравнение ее существующих и прогнозируемых уровней в 2020–2021 гг. **Материал и методы.** Проведено ретроспективное наблюдательное эпидемиологическое исследование на основе анализа статистических данных ГБУЗ «Республиканский медицинский информационно-аналитический центр» Минздрава РК по заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, населения в возрасте 18 лет и старше в 2011–2021 гг. Использованы относительные величины, показатели динамического ряда. Для дифференцирования административно-территориальных подразделений РК по заболеваемости в 2011–2019 гг. применен метод k-средних кластерного анализа. Для построения прогноза по заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, на 2020–2021 гг. использована аддитивная регрессионная модель для временных рядов. **Результаты.** Среди районов выделено 3 кластера по заболеваемости некоронавирусной ВП в 2011–2019 гг. с наилучшей эпидемиологической ситуацией в Олонецком. Фактическая заболеваемость превысила прогнозируемую в 2020 г. в 11 и в 2021 г. — в 9 территориях региона, что подтверждает влияние пандемии на заболеваемость. **Заключение.** В республике существуют территории с «традиционно» высокой заболеваемостью ВП, а пандемия COVID-19 внесла существенный вклад в ее увеличение.

Ключевые слова: внебольничная пневмония, не ассоциированная с COVID-19; заболеваемость; Республика Карелия; прогноз; пандемия; население.

Для цитирования: Карапетян Т.А., Доршакова Н.В., Пешкова И.В. К вопросу о влиянии пандемии COVID-19 на заболеваемость внебольничной пневмонией на примере региона европейского севера России. *Клиническая медицина*. 2023;101(12):643–650. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-12-643-650>

Для корреспонденции: Карапетян Татьяна Алексеевна — e-mail: kara@karelia.ru

Tatyana A. Karapetyan, Natalia V. Dorshakova, Irina V. Peshkova

ON THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE INCIDENCE OF COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA ON THE EXAMPLE OF THE REGION OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

Petrozavodsk State University of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, 185910, Petrozavodsk, Russia

Rationale. During the COVID-19 pandemic, there was a sharp increase in the incidence of community-acquired pneumonia (CAP) in Russia and the Republic of Karelia (RK). Given the high significance of the problem, it is necessary to clarify the causes of the current epidemiological situation. **The purpose of the work:** to assess the incidence of CAP, not associated with COVID-19, in the adult population of the Republic of Karelia aged 18 years older in 2011–2019 in the administrative-territorial divisions of the republic, a comparison of its existing and projected levels in 2020–2021. **Material and method.** A retrospective observational epidemiological study was conducted based on the analysis of statistical data of the Republican Medical Information and Analytical Center of the Ministry of Health of the RK on the incidence of CAP, not associated with COVID-19, in the population aged 18 years and older in 2011–2021. Relative values, indicators of the dynamic series are used. To differentiate the administrative-territorial divisions of the RK by incidence in 2011–2019 the method of k-means cluster analysis was applied. To build a forecast for the incidence of CAP, not associated with COVID-19, for 2020–2021 used additive regression model for time series. **Results.** Among the districts, 3 clusters were identified for the incidence of non-coronavirus CAP in 2011–2019 with the worst epidemiological situation in Olonetsky. The actual incidence exceeded the predicted one in 2020 in 11 and in 2021 in 9 territories of the region, which confirms the impact of the pandemic on the incidence. **Conclusion.** There are territories in the republic with a “traditionally” high incidence of CAP, and the COVID-19 pandemic has made a significant contribution to its increase.

Key words: community-acquired pneumonia not associated with COVID-19; morbidity; Republic of Karelia; forecast; pandemic; population.

For citation: Karapetyan T.A., Dorshakova N.V., Peshkova I.V. On the impact of the COVID-19 pandemic on the incidence of community-acquired pneumonia on the example of the region of the European North of Russia. *Klinicheskaya meditsina*. 2023;101(12): 643–650. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-12-643-650>

For correspondence: Tatyana A. Karapetyan — e-mail: kara@karelia.ru

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments. The study was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-25-00204, <https://rscf.ru/project/22-25-00204/>

Received 14.06.2023 / Accepted 26.09.2023

Внебольничная пневмония (ВП) представляет сложную проблему для современного здравоохранения в связи с высокой заболеваемостью и смертностью. Это острое инфекционное заболевание, возникающее во внебольничных условиях и сопровождающееся симптомами поражения нижних отделов дыхательных путей [1, 2], а среди его возбудителей превалирует *Str. pneumoniae*, иммунизация против которого включена в национальный календарь прививок, а также *M. pneumoniae*.

Еще до пандемии новой коронавирусной инфекции ВП у взрослых находилась на ведущих позициях как в структуре заболеваемости, так и смертности населения от инфекционных болезней в развитых странах [2, 3]. Ее распространенностью определялись существенные экономические потери государств: ежегодно ВП болело порядка 1,5% населения развитых стран, так, например, в США — 5–6 млн человек, из которых более 1 млн требовалось стационарное лечение [4]. Заболеваемость ВП среди лиц старше 18 лет в Европе составляла 2–15%, а в России — 3,9%, что приводило к значительным прямым и косвенным затратам. Однако пульмонологи полагают, что истинная заболеваемость ВП в Российской Федерации (РФ) была значительно выше, когда общее число заболевших этой патологией каждый год составляло более 1,5 млн человек. От пневмонии и гриппа, по данным Всемирной организации здравоохранения, умирало более 3 млн человек ежегодно. Основные группы риска по заболеваемости составляли дети до 2 лет и лица в возрасте 50 лет и старше [1]. Вспышка новой коронавирусной инфекции, вызванная вирусом SARS-CoV-2 и объявленная Всемирной организацией здравоохранения пандемией, в РФ сопровождалась высокой заболеваемостью населения, однако ситуация заметно отличалась в разных субъектах страны. В Республике Карелия, как и во многих северных регионах России, уровень заболеваемости COVID-19 был выше среднего по стране в целом: в 2020 г. — 4063,4 на 100 000 населения и в 2021 г. — 11359,1 на 100 000 населения против 2152,63 на 100 000 населения в 2020 г. и 6181,93 на 100 000 населения в 2021 г. в РФ [5–8].

Помимо высокой заболеваемости COVID-19 официальная статистика свидетельствовала о резком росте заболеваемости ВП. Если в 2011–2019 гг. заболеваемость ВП в РФ находилась в интервале 315,1–518,9 на 100 000 населения, а среднескользящий показатель за этот временной период составлял 391,8 на 100 000 населения, то в 2020 г. заболеваемость выросла по сравнению с 2019 г. в 3,6 раза и достигла 1856,18 на 100 000 населения, а в 2021 г. — 1148,43 на 100 000 населения [7, 8]. Подобная ситуация, согласно официальным данным, складывалась и в Карелии: в 2020 г. отмечен рост заболеваемости в 2,1 раза по сравнению с 2019 г. — до 1517,9

на 100 000 населения, в 2021 г. ее уровень составил 1306,4 на 100 000 населения [5, 6]. Учитывая высокую медицинскую и социально-экономическую значимость проблемы ВП, следует обратить особое внимание на выяснение причин сложившейся эпидемиологической ситуации, так как они до сих пор не до конца понятны.

Цель исследования — оценка заболеваемости внебольничной пневмонией, не ассоциированной с COVID-19, взрослого населения Республики Карелия в возрасте 18 лет и старше в период 2011–2019 гг. в административно-территориальных подразделениях республики, сравнение ее существующих и прогнозируемых уровней в 2020–2021 гг.

Материал и методы

Проведено ретроспективное обсервационное эпидемиологическое исследование на основе анализа официальных статистических данных ГБУЗ «Республиканский медицинский информационно-аналитический центр» Минздрава Республики Карелия по заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, взрослого населения Республики Карелия в возрасте 18 лет и старше в период 2011–2021 гг. Используются относительные величины, показатели динамического ряда.

Для дифференцирования административно-территориальных подразделений республики по заболеваемости ВП в 2011–2019 гг. применен метод *k*-средних (*k*-means) кластерного анализа [9]. В медицинских исследованиях подобный анализ широко используется в силу универсальности, большого набора алгоритмов, реализующих методы кластеризации, наличия программных систем со встроенными сервисами кластеризации [10].

Для построения прогноза по заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, на 2020–2021 гг. использовалась аддитивная регрессионная модель, апробированная в медицинских исследованиях [11]. Заболеваемость в каждом регионе республики в 2020 и 2021 гг. предсказывались с помощью модели, отдельно обученной по данным для него со стандартной конфигурацией. В качестве оценки погрешности модели рассчитывалась средняя абсолютная ошибка, так как единицы значения ошибки соответствуют прогнозируемым единицам значения.

Результаты

Внебольничной считают только пневмонию, развившуюся вне стационара либо диагностированную в первые 48 ч с момента госпитализации [1, 4], в отличие, например, от нозокомиальной пневмонии, возникающей в стационаре спустя 48 ч пребывания там пациента. Каждый случай любого заболевания, включая пневмонию, кодируется согласно Международной статистиче-

ской классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (МКБ-10), в основе которой лежит этиологический принцип классификации пневмоний. В соответствии с Клиническими рекомендациями РФ «Внебольничная пневмония у взрослых», действующим на территории России [1], к ВП относятся только рубрики J13–J16 и J18 МКБ-10, при этом вирусная пневмония (кодируемая рубрикой J12), тоже возникающая вне стационара, согласно клиническим рекомендациям к ней не относится. В этом заключается сложность проведения аналитической работы по изучению заболеваемости ВП: в учреждениях, ответственных за формирование массивов статистических данных, к ней по-прежнему продолжали относить и вирусную пневмонию (J12), что искажало получаемые результаты и приводило к искусственному увеличению заболеваемости ВП, изменяя объективную ситуацию. Только с 2021 г. заболеваемость вирусной пневмонией начала регистрироваться отдельно [5, 7].

Следует отметить, что в результате пандемии коронавируса инфекции Всемирная организация здравоохранения внесла изменения в МКБ-10 для кодирования COVID-19. Министерство здравоохранения РФ разъяснило порядок кодировки статистической информации при наличии подозрения или установленного диагноза новой коронавирусной инфекции (Письмо Министерства здравоохранения РФ от 8 апреля 2020 г. №13-2/И/2-4335), что позволяет при анализе заболеваемости ВП не учитывать внебольничную пневмонию, ассоциированную с COVID-19.

Несмотря на существующие сложности, получена фактическая картина заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, взрослого населения в Республике Карелия в возрасте 18 лет и старше в период с 2011 по 2021 г. (табл. 1).

При анализе заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, во временной период с 2011 по 2021 г. ее уровень в республике в целом находился в пределах 4,2–7,6 на 1000 населения соответствующего возраста. Минимальная заболеваемость зафиксирована в 2017 г., максимальная — в 2020 г., что соответствовало началу пандемии COVID-19, однако уже в 2021 г. произошло снижение заболеваемости до 5,2 на 1000 взрослого населения. При сравнении административно-территориальных подразделений республики по показателю заболеваемости ВП (табл. 1) очевидно, что до пандемии COVID-19 (2011–2019 гг.) в регионе существовали территории, в которых за наблюдаемый период заболеваемость была выше и ниже среднего значения, поэтому представлялось интересным оценить эпидемиологическую обстановку в территориях в сравнении между собой с применением кластерного анализа для распределения регионов в однородные категории на основе статистических данных по заболеваемости ВП.

На первом этапе была проведена иерархическая классификация, где использовалось правило объединения «метода полной связи» и евклидова метрика, и построена горизонтальная дендрограмма, демонстрирующая степень близости отдельных регионов между собой (рис. 1).

Таблица 1 / Table 1

Заболеваемость внебольничной пневмонией, не ассоциированной с COVID-19, населения в возрасте 18 лет и старше в административно-территориальных подразделениях Республики Карелия в 2011–2021 гг. (‰)

Incidence of community-acquired pneumonia not associated with COVID-19 in people aged 18 years or over in the administrative and territorial divisions of the Republic of Karelia in 2011–2021 (‰)

Территория (город/район)	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
г. Петрозаводск	5,7	5,0	4,7	4,6	5,0	5,8	4,3	6,6	6,0	7,0	4,2	
г. Костомукша	4,5	3,9	3,2	5,1	4,3	5,2	4,6	5,2	5,4	4,8	4,7	
Беломорский	5,5	5,2	2,8	3,3	3,8	3,1	3,6	5,9	6,9	6,0	4,8	
Калевальский	6,0	5,1	3,3	3,9	4,3	4,4	3,6	3,8	3,8	4,7	3,8	
Кемский	5,0	3,2	4,1	4,3	3,7	4,4	4,7	5,9	5,7	6,2	6,6	
Кондопожский	7,0	7,0	5,6	3,8	3,9	4,6	3,8	4,7	4,0	5,9	5,3	
Лоухский	4,4	6,3	7,4	5,6	5,8	6,5	6,9	8,7	8,9	9,1	8,9	
Медвежьегорский	4,3	4,2	4,2	3,5	2,4	4,1	3,4	4,3	4,0	6,6	5,3	
Олонецкий	11,4	13,9	10,3	11,0	9,9	14,3	12,6	16,0	12,0	17,3	17,7	
Питкярантский	7,7	9,7	6,5	6,4	5,2	7,4	7,4	3,2	3,7	8,1	5,4	
Прионежский	5,0	2,8	4,7	5,0	5,3	6,2	6,6	6,0	5,8	10,0	7,4	
Пряжинский	4,7	1,6	4,0	3,1	2,4	3,4	2,1	1,6	3,6	6,6	7,5	
Пудожский	3,4	2,7	2,4	3,7	5,2	8,1	5,6	5,9	5,6	6,2	6,7	
Сегежский	5,5	2,6	4,0	4,1	3,6	3,4	4,6	3,7	5,2	8,4	6,7	
Сортавальский	4,6	4,1	2,7	3,1	1,7	3,7	2,5	3,3	5,2	3,6	2,5	
Суоярвский	6,6	5,8	8,7	6,9	9,9	9,5	8,6	7,3	7,2	7,4	4,5	
По территории Республики Карелия в целом	5,7	5,1	4,7	4,6	4,7	5,6	4,2	5,9	5,5	7,6	5,2	

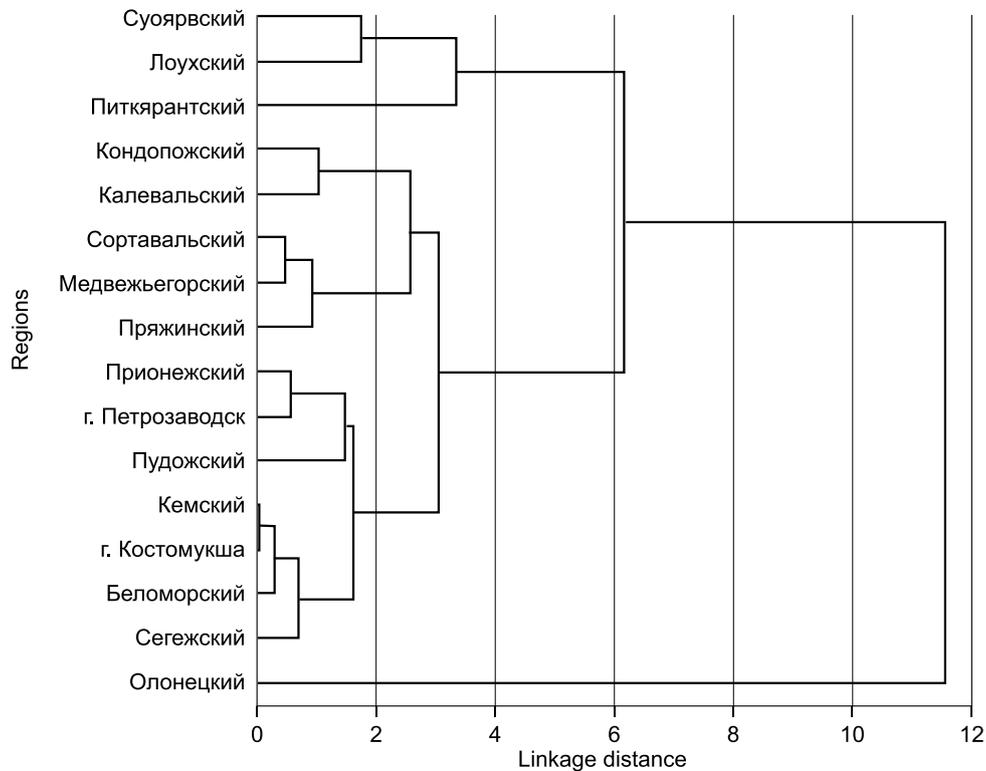


Рис. 1. Дендрограмма иерархической классификации административно-территориальных подразделений Республики Карелия по заболеваемости внебольничной пневмонией в 2011–2019 гг.

Fig. 1. Dendrogram of the hierarchical classification of administrative and territorial divisions of the Republic of Karelia by incidence of community-acquired pneumonia in 2011–2019

Чем меньше расстояние объединения между регионами, отмеченное на вертикальной оси, тем больше они схожи по информационным параметрам (в данном случае — уровень заболеваемости ВП) и, следовательно, принадлежат к одной группе, и, наоборот, с увеличением расстояния объединения различие возрастает. Каждый узел в графе обозначает объединение регионов или групп регионов в новый кластер. При использовании библиотеки Python, SciPy, была выведена дендрограмма, которая ожидаемо (наиболее высокие показатели заболеваемости ВП среди всех районов) подтвердила наихудшую эпидемиологическую обстановку в Олонецком районе, который составил отдельный кластер. При расстоянии 6.16 Олонецкой район объединяется с остальными районами, сформировавшими два других кластера, в первый из которых вошли Суоярвский, Лоухский и Питкярантский районы, тогда как остальные районы составили второй совокупный кластер, что свидетельствует о более благоприятной ситуации с заболеваемостью некоронавирусной ВП в последних.

Для следующего этапа анализа был применен один из классических алгоритмов обучения без учителя — неиерархический итерационный метод k -средних, минимизирующий внутрикластерную дисперсию и максимизирующий дисперсию между кластерами. Данный анализ выполнен с помощью библиотеки Python, scikit-learn, где евклидово расстояние выбрано как мера близости и начальное число итераций, равное 10. Оптимальное число кластеров было определено благодаря методу лок-

тя с оценкой искажения, вычисляющее сумму квадратов расстояний каждой точки до назначенного ей центроида, с увеличением числа кластеров. Замедление искажения происходит при количестве кластеров, равном 3, создавая форму локтя (рис. 2), что соответствует результатам дендрограммы. Для визуализации результата был использован пакет *KelbowVisualizer*.

Дальнейшее применение для анализа метода k -средних с выведенным оптимальным количеством кластеров позволило еще более наглядно подтвердить дифференцирование административно-территориаль-

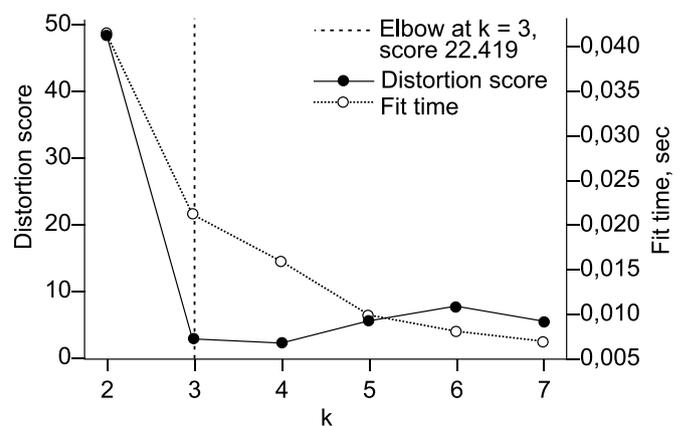


Рис. 2. Определение оптимального количества кластеров методом локтя

Fig. 2. Determining the optimal number of clusters with the use of the elbow method

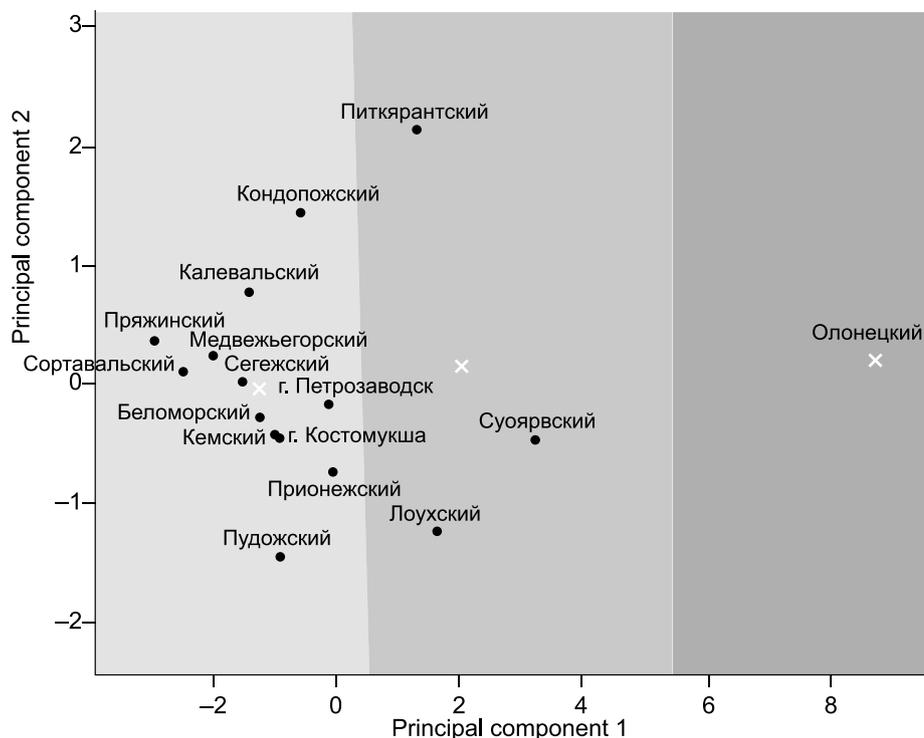


Рис. 3. Кластеризация административно-территориальных подразделений Республики Карелия по заболеваемости внебольничной пневмонией в 2011–2019 гг. методом k-средних

Fig. 3. K-means clustering of administrative and territorial divisions of the Republic of Karelia by incidence of community-acquired pneumonia in 2011–2019

Таблица 2 / Table 2

Сравнительный анализ фактической и прогнозируемой заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, в районах Республики Карелия в 2020–2021 гг. (‰)

Comparative analysis of the actual and predicted incidence of CAP not associated with COVID-19 in the regions of the Republic of Karelia in 2020–2021 (‰)

Территория (город/район)	Год					Средняя абсолютная ошибка модели
	2019 фактическая заболеваемость	2020 прогнозируе- мая заболевае- мость	2020 фактическая заболевае- мость	2021 прогнозируе- мая заболевае- мость	2021 фактическая заболевае- мость	
г. Петрозаводск	6,0	6,4	7,0	5,5	4,2	0,546
г. Костомукша	5,4	5,8	4,8	5,3	4,7	0,439
Беломорский	6,9	6,0	6,0	4,8	4,8	0,878
Калевальский	3,8	4,0	4,7	2,8	3,8	0,451
Кемский	5,7	5,3	6,2	5,9	6,6	0,569
Кондопожский	4,0	5,6	5,9	2,8	5,3	0,992
Лоухский	4,4	8,6	9,1	9,4	8,9	0,743
Медвежьегорский	4,3	3,8	6,6	3,6	5,3	0,789
Олонецкий	11,4	14,9	17,3	13,4	17,7	1,672
Питкярантский	7,7	4,2	8,1	2,8	5,4	1,474
Прионежский	5,0	6,3	10,0	7,3	7,4	0,797
Пряжинский	4,7	2,1	6,6	2,2	7,5	1,581
Пудожский	3,4	8,2	6,2	7,0	6,7	0,833
Сегежский	5,5	3,8	8,4	4,6	6,7	1,122
Сортавальский	4,6	4,3	3,6	2,9	2,5	0,589
Суоярвский	6,6	8,4	7,4	9,0	4,5	1,401

ных подразделений республики по заболеваемости в них не ассоциированной с COVID-19 ВП в рассматриваемый временной период (рис. 3).

Таким образом, полученные результаты позволяют выделить 3 кластера среди административно-территориальных подразделений Карелии по заболеваемости не ассоциированной с COVID-19 ВП в 2011–2019 гг. Первый из них представлен Олонецким районом, в котором в течение рассматриваемого периода эпидемиологическая ситуация была самой напряженной; второй кластер составили Питкярантский, Лоухский и Суоярвский районы с более благополучной эпидемиологической обстановкой. В третий кластер вошли все оставшиеся районы республики, в которых ситуация с заболеваемостью, не ассоциированной с COVID-19 ВП, была значительно лучше.

С учетом мнения многих исследователей, что пандемия COVID-19 привела к увеличению числа случаев некоронавирусной ВП, была предпринята попытка на основе показателей заболеваемости этой патологией в административно-территориальных подразделениях республики в 2011–2019 гг. спрогнозировать уровень заболеваемости в них в 2020 и 2021 гг. так, как если бы пандемии не было, с использованием библиотеки для прогнозирования временных рядов Prophet и сравнить прогнозные значения с фактическими (табл. 2). Заболеваемость ВП в каждом регионе в 2020 и 2021 гг. предсказывались с помощью модели, отдельно обученной на статистических данных для этого региона, со стандартной конфигурацией. Для оценки погрешности модели была рассчитана средняя абсолютная ошибка MAE [12].

Согласно прогнозу уровень заболеваемости ВП в 2020 г. должен был быть выше, чем в 2019 г., в 9 административно-территориальных подразделениях республики и ниже — в 7, а фактически заболеваемость в 2020 г. превысила таковую в 2019 г. в 13 и ниже была только в 3 территориях Карелии.

В 2021 г. согласно расчетам должно было произойти снижение заболеваемости по сравнению в 2020 г. в 10 административно-территориальных подразделениях республики и увеличение — в 6, но в действительности заболеваемость уменьшилась в 12, а возросла в 4 территориях.

Более высокая заболеваемость не ассоциированной с COVID-19 ВП, превышающая существующую, была спрогнозирована в 2020 г. для г. Костомукша и Пудожского, Сортавальского и Суоярвского районов в 2020 г. и в 2021 г. — для этих же территорий, а также г. Петрозаводска и Лоухского района. Только в одном районе республики — Беломорском — предсказанные уровни заболеваемости совпали с фактическими, причем как в 2020 г., так и в 2021 г.

Обсуждение

Развитию ВП на той или иной территории могут способствовать ее географическое положение (определяет характер климатического воздействия на организм человека); неблагоприятная экологическая ситуация в регионе (прежде всего, загрязнение атмосферного воздуха

поллютантами); демографические характеристики местного населения («старое» или «молодое» население); охват вакцинацией противогриппозной (недостаточная иммунная прослойка) и пневмококковой вакцинами и др.

Согласно полученным результатам, Олонецкий район республики составил отдельный кластер, характеризуясь наиболее высокими показателями заболеваемости ВП, не ассоциированной с COVID-19, в 2011–2019 гг. Однако этот район располагается в самой южной части республики, характеризуясь более мягкими климатическими условиями, и считается экологически благополучным, так как является сельскохозяйственным. Хорошо известно, что ВП у взрослых относится к группе так называемых экологически обусловленных болезней, когда неблагоприятные факторы окружающей среды выступают как факторы риска, способствуя возникновению или утяжелению течения заболевания, поэтому вероятно, что некоторые из них до сих пор не учтены в патогенезе ВП в достаточной степени. Отчасти объяснить существующую ситуацию может то, что в районе велика и в динамике возрастает доля лиц старше трудоспособного возраста, так как индекс молодости за рассматриваемый временной период снижался с 0,73 до 0,61.

Из трех районов — Лоухского, Суоярвского и Питкярантского, — составивших следующий кластер по высокой заболеваемости ВП, Лоухский район располагается севернее остальных и входит в состав Арктической зоны страны, характеризуясь суровыми климатическими условиями, тогда как Суоярвский район располагается южнее, а Питкярантский, так же как и Олонецкий, относится к самым южным районам республики и тоже считается экологически благополучным. Следует отметить, что из данных районов наиболее демографически «старым» является Лоухский (он же — самый демографически «старый» район в республике), в котором был самый низкий индекс молодости в 2011–2019 гг.: 0,60–0,46, тогда как в Питкярантском и Суоярвском районах он составлял соответственно 0,64–0,57 и 0,72–0,58. Полученные результаты могут свидетельствовать и том, что в данных территориях существует недостаток в проведении вакцинации населения противогриппозной и пневмококковой вакцинами, оказывающими профилактический эффект как на индивидуальном (индукция иммунного ответа с профилактикой инфицирования и развития тяжелой формы заболевания), так и на популяционном (снижение распространения инфекции и заболеваемости, доли тяжелых форм патологии и летальных исходов) уровне [13], хотя в целом по республике охват прививками против гриппа совокупного населения увеличился с 18,1 % в 2011 г. до 47,6 % в 2019 г. [14, 15]. Необходимо отметить, что и в период пандемии COVID-19 в 2020–2021 гг. в Олонецком и Лоухском районах регистрировалась самая высокая заболеваемость ВП, не ассоциированной с COVID-19, из всех административно-территориальных подразделений региона.

При сравнении прогнозируемых и фактических значений заболеваемости некоронавирусной ВП уровень фактической заболеваемости превысил прогнозируе-

мый в большинстве административно-территориальных подразделениях республики: в 2020 г. в 11 и в 2021 г. — в 9, что может служить подтверждением влияния пандемии на состояние заболеваемости не ассоциированной с COVID-19 ВП в Карелии, в истинных причинах чего еще предстоит разобраться. Учитывая высокую заболеваемость COVID-19 в регионе, можно предполагать, что перенесенная новая коронавирусная инфекция, вызывая нарушения работы иммунной системы, в последующем способствует увеличению заболеваемости ВП, так как делает реконвалесцентов более восприимчивыми к другим патогенам. Подобное иммуносупрессивное действие на организм человека оказывают и другие вирусы [16]. Тот факт, что в 2021 г. на фоне высокой заболеваемости населения COVID-19 регистрировалось снижение заболеваемости ВП, свидетельствует, скорее всего, об увеличении количества субклинически протекающих и легких случаев новой коронавирусной инфекции на фоне естественной и искусственной иммунизации населения, но это требует дополнительного изучения.

Заключение

Проведение кластеризации административно-территориальных подразделений республики по заболеваемости ВП с применением метода k-средних позволило выделить те из них, в которых заболеваемость «традиционно» являлась высокой и во внепандемийные годы, а сравнение фактической и спрогнозированной на 2020–2021 гг. заболеваемости неассоциированной с вирусом SARS-CoV-19 ВП с использованием аддитивной регрессионной модели продемонстрировало существенный вклад пандемии в ее уровень, особенно в начале 2020 г. При оказании первичной медико-санитарной помощи населению с целью специфической профилактики развития заболевания, учитывая сохраняющуюся высокую этиологическую значимость в развитии ВП *Str. pneumoniae*, в том числе в период пандемии [17], на определенных в результате проведенного исследования территориях следует увеличивать охват вакцинацией пневмококковой вакциной населения из групп риска [18], активнее проводить ежегодную вакцинацию против гриппа и в соответствии с иммунотерапевтической концепцией использовать поликомпонентные вакцины из антигенов условно-патогенных микроорганизмов, увеличивая иммунную прослойку среди населения. Необходима разработка прицельных территориальных профилактических программ, опирающихся на медико-демографические характеристики районов республики и возрастную-половую структуру проживающего населения.

Конфликт интересов. Конфликт интересов отсутствует

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда №22-25-00204, <https://rscf.ru/project/22-25-00204>.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Внебольничная пневмония у взрослых. Клинические рекомендации. 2021. [Электронный ресурс]. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/654_1 (дата обращения: 13.03.2023). [Community-

- acquired pneumonia in adults. Clinical recommendations. 2021. [Electronic resource]. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/654_1 (date of application: 13.03.2023). (In Russian).
2. Чучалин А.Г., Синопальников А.И., Козлов Р.С., Тюрин И.Е., Рачина С.А. Внебольничная пневмония у взрослых: практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике (пособие для врачей). *Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение*. 2013;1(2):81–113. [Chuchalin A.G., Sinopal'nikov A.I., Kozlov R.S., Tjurin I.E., Rachina S.A. Community-acquired pneumonia in adults: practical recommendations for diagnosis, treatment and prevention (manual for doctors). *Infekcionnye bolezni: Novosti. Mnenija. Obuchenie*. 2013;1(2):81–113. (In Russian)].
 3. Быстрицкая Е.В., Биличенко Т.Н. Заболеваемость, инвалидность и смертность от болезней органов дыхания в Российской Федерации (2015–2019). *Пульмонология*. 2021;31(5):551–561. [Bystrickaja E.V., Bilichenko T.N. Morbidity, disability and mortality from respiratory diseases in the Russian Federation (2015–2019). *Pul'monologija*. 2021;31(5):551–561. (In Russian)]. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-5-551-561
 4. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. American Thoracic Society/Infectious Diseases Society of America. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2005;171(4):388–416. DOI: 10.1164/rccm.200405-644ST
 5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2020 году: Государственный доклад. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Карелия. 2021:181. [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Republic of Karelia in 2020: State Report. Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'ej i blagopoluchija cheloveka po Respublike Karelija. 2021:181. (In Russian)].
 6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2021 году: Государственный доклад. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Карелия. 2022:180. [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Republic of Karelia in 2021: State Report. Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'ej i blagopoluchija cheloveka po Respublike Karelija. 2022:180. (In Russian)].
 7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2021:256. [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2020: State Report. Moscow: Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'ej i blagopoluchija cheloveka, 2021:256. (In Russian)].
 8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2022:340. [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2021: State Report. Moscow: Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'ej i blagopoluchija cheloveka. 2022:340. (In Russian)].
 9. Ocampo L., Aro J.L., Evangelista S.S., Maturan F., Selerio E.Jr., Atibing N.M., Yamagishi K. On K-means clustering with IVIF datasets for post-COVID-19 recovery efforts. *Mathematics*. 2021;9(20):2639. DOI: <http://10.3390/math9202639>.
 10. Альбахели В.А. Сегментация магнитно-резонансных изображений на основе кластерного анализа. *Тенденции науки и образования в современном мире*. 2015;5(5):18–20. [Al'baheli V.A. Segmentation of magnetic resonance images based on cluster analysis. *Tendencii nauki i obrazovanija v sovremennom mire*. 2015;5(5):18–20. (In Russian)].
 11. Duarte D., Walshaw C., Ramesh N. A Comparison of time-series predictions for healthcare emergency department indicators and the impact of COVID-19. *Appl. Sci*. 2021;11(8):3561. DOI: 10.3390/app11083561
 12. Schneider P., Xhafa F. Anomaly detection and complex event processing over iot data streams: with application to EHealth and patient data monitoring. *Elsevier Science*. 2022:406.
 13. Musher D.M., Manoff S.B., McFetridge R.D., Liss C.L., Marchese R.D., Raab J., Rueda A.M., Walker M.L., Hoover P.A. Antibody

- persistence ten years after first and second doses of 23-valent pneumococcal polysaccharide vaccine, and immunogenicity and safety of second and third doses in older adults. *Hum. Vaccin.* 2011;7(9):919–928. DOI: 10.4161/hv.7.9.15996
14. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2012 году. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Карелия. Петрозаводск, 2013:202. [State report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Republic of Karelia in 2012. Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka po Respublike Karelija. Petrozavodsk. 2013:202. (In Russian)].
 15. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2019 году. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Карелия. Петрозаводск, 2020:173. [State report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Republic of Karelia in 2019. Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka po Respublike Karelija. Petrozavodsk. 2020:173. (In Russian)].
 16. Du Toit A. Measles increases the risk of other infections. *Nano Rev. Microbiol.* 2020;18(1):2. DOI: 10.1038/s41579-019-0301-7
 17. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Демина Ю.В., Носков А.К., Ковалев Е.В., Чемисова О.С., Твердохлебова Т.И., Павлович Н.В., Водопьянов С.О., Цимбалистова М.В., Гаевская Н.Е., Воловикова С.Ф., Стенина С.И., Гудуева Е.Н., Сагакянц М.М., Алешукина А.В., Слись С.С. Особенности этиологии внебольничных пневмоний, ассоциированных с COVID-19. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2020;(4):99–105. [Popova A.Ju., Ezhlova E.B., Demina Ju.V., Noskov A.K., Kovalev E.V., Chemisova O.S., Tverdohlebova T.I., Pavlovich N.V., Vodop'janov S.O., Cimbalistova M.V., Gaevskaja N.E., Volovikova S.F., Stenina S.I., Gudueva E.N., Sagakjanc M.M., Aleshukina A.V., Slis' S.S. Features of the etiology of community-acquired pneumonia associated with COVID-19. *Problemy osobo opasnyh infekcij.* 2020;(4):99–105. (In Russian)]. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-4-99-105
 18. Карапетян Т.А., Доршакова Н.В. Специфическая профилактика пневмококковых инфекций (методические рекомендации). Петрозаводск. Изд-во ПетрГУ. 2008:52. [Karapetian T.A., Dorshakova N.V. Specific prevention of pneumococcal infections (guidelines). Petrozavodsk. Izd-vo PetrGU. 2008:52. (In Russian)].

Поступила 14.06.2023 / Принята в печать 26.09.2023

Информация об авторах/Information about the authors

Карапетян Татьяна Алексеевна — д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры семейной медицины, общественного здоровья, организации здравоохранения, безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», <https://orcid.org/0000-0001-8129-8133>

Tatyana A. Karapetyan — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Family Medicine, Public Health, Healthcare Organization, Life Safety, and Disaster Medicine, Petrozavodsk State University, <https://orcid.org/0000-0001-8129-8133>

Доршакова Наталья Владимировна — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой семейной медицины, общественного здоровья, организации здравоохранения, безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», <https://orcid.org/0000-0003-1072-9164>

Natalia V. Dorshakova — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Family Medicine, Public Health, Healthcare Organization, Life Safety, and Disaster Medicine, Petrozavodsk State University, <https://orcid.org/0000-0003-1072-9164>

Пешкова Ирина Валерьевна — канд. физ.-мат. наук, доцент, и.о. заведующей кафедрой прикладной математики и кибернетики, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», <https://orcid.org/0000-0002-1461-2425>

Irina V. Peshkova — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Applied Mathematics and Cybernetics, Petrozavodsk State University, <https://orcid.org/0000-0002-1461-2425>