

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОЖНЫХ ЛЕЙШМАНИОЗОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Н.Т. Раббимова¹, У.Т. Сувонкулов¹, Т.И. Муратов¹, М.Р. Маликов²

Научно-исследовательский институт медицинской паразитологии им. Л.М.Исаева¹, Самаркандский Государственный Медицинский Институт²

Ключевые слова: математическое моделирование, кожный лейшманиоз, распространение.

Таянч сўзлар: математик моделлаштириш, тери лейшманиози, тарқалиш.

Key words: mathematical modeling, cutaneous leishmaniasis, dissemination.

По данным ВОЗ в мире насчитывается около 12 миллионов больных лейшманиозами, приблизительно 2 миллиона человек заболевает этой болезнью в год. Анализ ситуации по кожному лейшманиозу, а также оценка возможного влияния изменения климата на переносчиков возбудителей осуществляется путем математического моделирования с использованием климатических предикторов. Моделирование распространения кожных лейшманиозов позволяет получить ряд данных для возможной аппроксимации заболевания в будущем.

ЎЗБЕКИСТОНДА ТЕРИ ЛЕЙШМАНИОЗИНИ ТАРҚАЛИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

Н.Т. Раббимова¹, У.Т. Сувонкулов¹, Т.И. Муратов¹, М.Р. Маликов²

Л.М. Исаев номидаги тиббий паразитология илмий – текшириш институти¹,

Самарканд давлат тиббиёт институти²

Бутун жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти маълумотларига кўра, тахминан 12 миллион лейшманиоз билан касалланган беморлар бор ва бу касаллика ҳар йили қарийб 2 миллион одам чалинади. Тери лейшманиози касаллигининг тарқалишини таҳлил қилиш, шунингдек иқлим ўзгаришини вектор ташувчиларига таъсирини баҳолаш, иқлимни аниқлаш воситаларини қуллаш орқали математик моделлаштириш ёрдамида амалга оширилади. Тери лейшманиозининг тарқалишини моделлаштириш келажакда касалликнинг мумкин бўлган яқинлашуви учун бир қатор маълумотларни олишга имкон беради.

MODELING PROCESSES OF DISTRIBUTION OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS IN UZBEKISTAN

N.T. Rabbimova¹, U.T. Suvonkulov¹, T.I. Muratov¹, M.R. Malikov²

Scientific Research Institute of Medical Parasitology named after L.M. Isayev¹,

Samarkand State Medical Institute²

According to the World Health Organization, there are about 12 million leishmaniasis patients, about 2 million people get this disease every year. An analysis of the situation on skin leishmaniasis, as well as an assessment of the possible impact of climate change on vector carriers, is carried out by mathematical modeling using climate predictors. Modeling the spread of cutaneous leishmaniasis allows to obtain a number of data for possible approximation of the disease in the future.

Лейшманиоз относится к группе трансмиссивных зоонозных и антропонозных природно-очаговых заболеваний, вызываемыми паразитами рода *Leishmania*. В настоящее время заболевание имеет глобальное значение. По данным ВОЗ в мире насчитывается около 12 миллионов больных лейшманиозами, приблизительно 2 миллиона человек заболевает этой болезнью в год [1]. География кожных лейшманиозов (КЛ) связана с местами обитания переносчика этого заболевания – москитами, для жизнедеятельности которых нужен теплый и жаркий климат, когда необходимая для развития одной популяции суточная температура воздуха не менее 50 дней должна составлять не ниже 20°C [5]. Поэтому КЛ распространен преимущественно в тропических и субтропических странах и встречается в 88 странах мира, в том числе в Европе, Южной Америке, Евразии. Степень выраженности эпизоотий на этих территориях и уровень заболеваемости населения, а также особенности клинического течения заболевания весьма вариабельны, что обусловлено климато-географическими факторами этих регионов, типом природных очагов и состоянием иммунной системы населения в эндемических очагах. В Узбекистане КЛ является одной из вновь появляющихся инфекций, где тенденции к снижению случаев заболевания не наблюдается. Согласно данным РесЦГСЭН в Узбекистане в 2015 году было зарегистрировано 508 случаев заболеваний

кожным лейшманиозом, в 2016 г. - 766 случаев, а в 2017 г. - 749 больных кожным лейшманиозом.

В связи с развитием нефтяной и промышленной индустрии отмечается внутренняя трудовая миграция неиммунного населения в эндемичные зоны. В связи с этим разработка прогностических математических моделей, учитывающих численность популяции переносчиков, распространение и границы эндемических зон являются востребованным для прогнозирования распространения заболевания на ближайшие годы. Поэтому профилактика и прогнозирование процессов распространения данного заболевания является одним из приоритетных направлений во всем мире и в Узбекистане.

В этой работе приводится краткий обзор имеющихся на настоящее время подходов к прогнозированию заболеванием лейшманиоз. На сегодняшний день все методы прогнозирования разделены на следующие группы: статистические методы, методы на основе фильтрации и математического моделирования распространения заболевания, методы на основе машинного обучения и прецедентов [2].

Статистические методы прогнозирования основаны на получении данных во временной зависимости и затем нахождением их функциональной зависимости. Далее прогнозирование происходит с помощью аппроксимации этой зависимости. Чаще всего используется регрессионная модель. Вид регрессионной зависимости для различных моделей, выбирается исходя

из свойств анализируемого временного ряда, но чаще модель должна учитывать сезонный характер заболеваемости. Для этих целей используют предложенную Серфлингом циклическую функцию вида:

$$y_t = \sum_{j=0}^v \alpha_j t^j + \sum_{j=1}^k (\beta_{2j-1} \sin \theta_j + \beta_{2j} \cos \theta_j)$$

где y_t — оценка заболеваемости в момент времени t , α_j и β_j — параметры регрессии, степень полинома v обычно равна единице, а θ_j — линейная функция времени t . Ее следует выбирать исходя из результатов спектрального анализа. Обычно используют $\theta_j = 2\pi jt/T$, где T — период сезонности, например, 12 месяцев или 52 недели. Число гармоник k редко превышает две [2].

Методы на основе фильтрации и математического моделирования. Методы на основе фильтрации основаны на исследовании ранее полученных данных, их фильтрации и получения «чистого» ряда данных. Далее проводится аппроксимация рядов данных. Методы математического моделирования связаны с возможностью описать процессы распространения заболевания с помощью дифференциальных уравнений с учетом начальных и граничных условий. Процесс распространения заболеваний передаваемых паразитами может быть описан в самом простом случае следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dS}{dt} = (\lambda + \mu + e)S$$

$$\frac{dL}{dt} = (1 - p)\lambda S - \lambda T$$

В этих уравнениях $S(t)$ количество чувствительных к заболеванию биологических объектов, $L(t)$ количество латентных носителей заболеваний, T — количество заразных больных, коэффициенты λ , μ , e и p соответственно определяют сила инфекции на душу населения, средняя смертность от причин, не связанных с заболеванием, приток дополнительных объектов в группу и вероятность быстрого прогрессирования болезни.

Методы на основе машинного обучения и прецедентов основаны на моделировании временных рядов и учета структуры корреляции данных. Байесовские сети изображают в форме направленного графа, вершины которого соответствуют переменным модели, а ребра

— вероятностным зависимостям между ними, которые заданы определенными законами распределения. Важный представитель методов, опирающихся на машинное обучение, — искусственные нейронные сети.

Методы на основе прецедентов (case-based reasoning) — семейство методов, которые используются не только при прогнозировании. Они базируются на идее поиска ответа на поставленную задачу среди уже известных способов ее решения.

Из вышеизложенного следует, что создание многофакторных пространственных моделей, учитывающих географические, климатические и статистические данные по заболеваемости является осуществимым и своевременным.

Создание пространственных моделей позволит предсказывать распространение КЛ на территории Узбекистана, своевременно выявлять зоны риска распространения заболевания и своевременно проводить противоэпидемические мероприятия.

Использованная литература:

1. Доклад №949 -Борьба с лейшманиозом // 22-26 марта 2010г. Комитет экспертов ВОЗ
2. Кондратьев М.А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т.5 №5 С. 863–882.
3. Коренберг Э.И. 2004. Экологические предпосылки возможного влияния изменений климата на природные очаги и их эпидемическое проявление. В кн.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. Сборник материалов международного семинара (5-6 апреля 2004 г.)/Под ред. Н.Ф. Измерова, Б.А. Ревича, Э.И. Коренберга. М.: Издательское товарищество «АдамантЪ». С. 54- 67.
4. Бородулин А. И., Десятков Б. М., Шабанов А. Н., Ярыгин А. А. Статистическая модель эпидемического процесса // Сибирский журнал индустриальной математики. 2007. Т. X, № 2 (30). С. 23–30.
5. В.В. Ясюкевич и соавт. Климатозависимые заболевания и членистоногие переносчики: возможное влияние наблюдаемого на территории России изменения климата. 2012