

ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УНИЧТОЖЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

Изменение климата

Основные газы, создающие парниковый эффект (т.н. парниковые газы), - углекислый газ, метан, оксид азота, водяные пары и хлорфторуглероды. Увеличение концентрации этих газов в атмосфере уменьшает защиту земной поверхности от нагревания инфракрасными лучами. Межгосударственная целевая комиссия ООН по изменению климата (IPCC) сделала вывод, что выбросы, в первую очередь промышленные, и высвобождение парниковых газов в атмосферу из-за неправильного землепользования, особенно из-за уничтожения лесов, сильно увеличивают концентрацию парниковых газов в атмосфере по сравнению с природными процессами. Если не будет крупных изменений политики по этому вопросу, то ожидается такое повышение уровня углекислого газа в атмосфере (даже не связанное с промышленной деятельностью), которое к 2100 году вызовет возрастание на 1,0 -3,5 С средней температуры на Земле.

Две основных составляющих изменения климата - это возрастание температуры, происходящее одновременно с ростом нестабильности погоды и экстремальными ее проявлениями, и подъем уровня мирового океана из-за потепления. Эти изменения могут привести к усилению интенсивности тепловых волн и возникновению опасных эпизодов, связанных с загрязнением воздуха, уменьшению влажности почвы, учащению разрушительных погодных явлений и наводнений у морских побережий. Последующие воздействия на здоровье могут выразиться в следующем:

- 1) возрастание заболеваемости и смертности, связанной с глобальным потеплением;
- 2) рост показателей по инфекционным болезням, особенно переносимым насекомыми;
- 3) недоедание и ухудшение питания из-за уменьшения снабжения пищевыми продуктами;
- (4) кризисы инфраструктуры здравоохранения вследствие погодных бедствий и подъема уровня мирового океана, а также миграции людей, вызванной климатом (см. рис. 1).

Рис. 1 Воздействия основных компонентов глобального изменения климата на здоровье населения



Люди обладают огромным потенциалом адаптации к климатическим и другим условиям окружающей среды. Однако, размах предсказываемых климатических и возможных экологических изменений также представляет собой проблему для ученых - медиков и специалистов по естествознанию. Возникнет много последствий для здоровья в результате экологического ответа на изменение климатических условий. Например, распространение заболеваний, эпидемиологически связанных с участием переносчиков, будет зависеть от вегетационных сдвигов и доступности очага или промежуточных хозяев вкупе с прямыми воздействиями возрастающей температуры и влажности на паразитов и их переносчиков. Таким образом, понимание опасностей, связанных с изменением климата, потребует интегральной оценки экологического риска, который в свою очередь потребует новых комплексных подходов, отличных от общепринятого анализа по отдельным факторам, основанного на эмпирических данных.

"Озоновые дыры" в стратосфере

"Озоновые дыры" в стратосфере возникают в первую очередь из-за реакций со свободными радикалами галогенов, образующимися из хлорфторуглеводородов (ХФУ), а также других галогенсодержащих углеводородов и метилбромидом. Озон специфично блокирует ультрафиолетовое В-излучение с наиболее деструктивными в биологическом отношении длинами волн (290-320 нм). Ожидается, что уровни этого излучения непропорционально возрастут в умеренных и арктических зонах, так как была установлена четкая взаимосвязь между возрастанием широты и степенью утончения озонового слоя.

За период 1979-91 гг., средний уровень утраты озона оценивается как 2,7% за десятилетие, с поправками на цикл солнечной активности и другие факторы. В 1993 г. исследователи из г. Торонто (Канада) обнаружили, что уничтожение озонового слоя

вызвало местное увеличение свободного проникновения ультрафиолетового В-излучения на 35% летом и на 7% зимой по сравнению с уровнем 1989 г. Более ранние оценки программы ООН по вопросам окружающей среды (UNEP) предсказывали увеличение проникновения ультрафиолетового В-излучения на 1,4% в расчете на 1%-ное уменьшение количества озона в стратосфере (UNEP 1991a).

Прямые последствия уничтожения озонового слоя, ведущего к увеличению проникновения ультрафиолетового В-излучения, включают:

- 1) рак кожи,
- 2) глазные болезни
- 3) подавление иммунитета.

Непрямые последствия могут проистекать из вреда, наносимого ультрафиолетовым излучением сельскохозяйственным культурам.

Последствия для здоровья изменения температуры и количества осадков

Заболеваемость и смертность, связанная с повышением температуры воздуха

Физиологически, люди обладают большим потенциалом терморегуляции, вплоть до пороговых температур. Погодные условия, при которых пороговые температуры превышаются, и такое состояние длится несколько дней подряд, вызывают повышение смертности среди населения. В крупных городах плохое состояние жилого фонда вкупе с наличием эффекта городских "тепловых островков" ужесточает подобные условия. Например, в Шанхае такой эффект вызывает повышение температуры на целых 6,5С в зимний безветренный день. Многие смертельные случаи, связанные с перегреванием, происходят среди пожилого населения и относятся к сердечно-сосудистым расстройствам и заболеваниям органов дыхания. Основные метеорологические перемены вносят свой вклад в повышение смертности, наибольшее значение имеют ночные показания, - предполагается, что парниковый эффект будет особенно сильно повышать эти минимальные температуры.

Ожидается несравненно более сильное потепление в умеренных и полярных зонах, чем в тропических и субтропических. Если основываться на прогнозах NASA, средние температуры летом в Нью-Йорке и Сент-Луисе, например, возрастут на 3,1 и 3,9 С, соответственно, если удвоится содержание углекислого газа в атмосфере. Даже с поправкой на физиологическую акклиматизацию, ежегодная смертность летом в городах умеренной зоны, таких, как приведенные выше, возрастет в четыре раза.

Химия атмосферы - один из важнейших факторов, участвующих в формировании городского фотохимического смога, посредством которого фоторазложение NO₂ в присутствии свободных органических радикалов приводит к образованию тропосферного (расположенного уровнем ниже) озона. Усиленное ультрафиолетовое излучение и более высокие температуры могут еще более ускорить эти реакции. Неблагоприятные последствия загрязнения воздуха хорошо известны, и продолжающееся использование полезных ископаемых усилит острые и хронические воздействия.

Инфекционные заболевания и изменение климата и экосистем

Объединенные модели общего круговорота в атмосфере и в океане предсказывают, что в высоких широтах северного полушария произойдет самый большой подъем

температуры у земной поверхности, по современным сценариям межгосударственного рабочего комитета по изменению климата IPCC. Минимальные зимние температуры подвергнутся несравнимо большему воздействию, что позволит определенным вирусам и паразитам распространиться в регионы, где они не встречались ранее. В добавление к прямым климатическим воздействиям на переносчиков заболеваний, трансформация экосистем приведет к распространению заболеваний, так как географический ареал переносчика и/или вида - промежуточного хозяина определяется этими экосистемами.

Инфекционные заболевания, распространение которых связано с участием векторов - переносчиков, могут проникнуть в умеренные регионы обоих полушарий и усилиться в эндемических очагах. Температура определяет силу инфекционного воздействия переносчика, воздействуя на размножение патогена, его созревание и период инфекционного воздействия. Повышение температуры и влажности также усиливает интенсивность кровососущего поведения некоторых видов комаров. С другой стороны, чрезмерное нагревание может укоротить период жизни насекомых.

Инфекционные заболевания, вовлекающие в цикл распространения холоднокровные виды животных (беспозвоночных), наиболее чувствительны к слабым колебаниям температуры. К заболеваниям, возбудители, переносчики или промежуточные хозяева которых подвержены воздействиям изменения климата, относятся : малярия, шистосомоз, филяриоз, лейшманиоз, онхоцеркоз (речная слепота), трипаносомоз (болезнь Чагаса и африканская сонная болезнь), лихорадка денге, желтая лихорадка и арбовирусный энцефалит. Современные данные о количестве людей, подвергающихся риску заразиться этими заболеваниями, приведены в табл. 1.

Таблица 1 Мировое состояние основных болезней, переносимых векторами-переносчиками

№ п/п ^а	Заболевание	Население, подверженное риску (млн.ч.) ^б	Распространенность инфекции (млн. чел.)	Распространение в настоящий момент	Возможное изменение распространения в результате изменения климата
1.	Малярия	2,100	270	Тропики/субтропики	++
2.	Лимфатический филяриидоз	900	90.2	Тропики/субтропики	+
3.	Онхоцеркоз	90	17.8	Африка/Лат. Америка	+
4.	Шистосомоз	600	200	Тропики/субтропики	++
5.	Африканский трипаносомоз	50	(25,000 новых случаев в год)	Тропическая Африка	+

	з				
6.	Лейшманиоз	350	12 млн. чел. инфицированных + 400,000 новых случаев в год	Азия/Юж. Европа /Африка/Юж. Америка	?
7.	Поражение кожи гвинейским червем	63	1	Тропики (Африка/Азия)	0
<i>Арбовирусные инфекции</i>					
8.	Лихорадка денге	1,500		Тропики/субтроп ики	++
9.	Желтая лихорадка	+++		Африка/Лат. Америка	+
10.	Японский энцефалит	+++		Юж. /Юго-Вост. Азия	+
11.	Другие арбовирусны е заболевания	+++			+

0 = маловероятно; + = вероятно; ++ = очень вероятно; +++ = нет данных; ? = неизвестно.

Повсеместно малярия является преобладающим заболеванием, распространяемым переносчиками, и ежегодно вызывает гибель от одного до двух миллионов людей. По оценкам, ежегодная гибель еще одного миллиона людей может произойти из-за изменения климата к середине следующего века. Переносчики малярии могут распространиться до зимней изотермы 16,5 С, так как развитие паразита не происходит ниже этой температуры. Эпидемии, имеющие место в более высокогорных местностях, обычно происходят при более высоких средних температурах. Уничтожение лесов также воздействует на распространение малярии, так как в расчищенных местностях возникает множество пресноводных мелких водоемов, в которых могут развиваться личинки малярийного комара .

За последние два десятилетия предпринятые действия по борьбе с малярией были не очень успешными. Лечение не улучшилось, так как устойчивость к препаратам стала одной из основных проблем в связи с наиболее инфекционным возбудителем - *Plasmodium falciparum*, и противомаларийные вакцины показали лишь ограниченную эффективность. Огромный потенциал антигенной изменчивости простейших делает невозможным внедрение эффективных вакцин против малярии и сонной болезни, оставляя мало оптимизма для легкодоступных новых фармацевтических препаратов против этих заболеваний. Против заболеваний с промежуточным хозяином (например,

олени и грызуны в случае болезни Лайма) невозможна иммунизация путем программ вакцинации из-за существования еще одного барьера для медицинского вмешательства.

Поскольку изменение климата затрагивает местообитания видов, вызывая потенциальное уменьшение биоразнообразия, паразитические насекомые-переносчики будут искать новых хозяев. В Гондурасе, например, такие кровососущие насекомые, как жук-убийца, переносчик неизлечимой болезни Чагаса (американского трипаносомоза) переключается на человека с уменьшением биоразнообразия из-за уничтожения лесов. По результатам серологических исследований, из 10601 жителей Гондураса, живущих в эндемическом очаге, 23,5% показали положительный результат по болезни Чагаса. Зоонозные заболевания часто представляют собой источник инфекции для человека, и обычно их воздействия проявляются после изменения условий окружающей среды или изменения рода деятельности человека. Многие "вновь появившиеся" заболевания человека в действительности являются устойчивыми зоонозными заболеваниями. Например, хантавирус, относительно недавно вызвавший гибель людей на юго-востоке США, в течение длительного времени присутствовал у грызунов, и предполагается, недавняя вспышка может иметь отношение к изменению климатических или экологических условий.

Последствия для морей

Изменение климата может в дальнейшем повлиять на здоровье общества, вызывая вредное "цветение" морей из-за размножения фитопланктона (водорослей). Размножение фитопланктона - глобальное последствие отсутствия контроля над эрозией почв, безответственного применения сельскохозяйственных удобрений и слива отходов в прибрежные воды. Все это приводит к обогащению вод питательными веществами, что усиливает рост водорослей. К условиям, благоприятствующим такому росту, может быть добавлено увеличение температуры поверхностного слоя воды морей, ожидаемого вследствие глобального потепления. Дальнейший рост численности рыб, ракообразных и моллюсков (потребляющих водоросли) совместно с широким распространением использования пестицидов, токсичных для рыбы, далее приведут к избыточному размножению планктона.

"Красные приливы", вызывающие диарею и паралич, и отравление морепродуктами, вызывающее амнезию, - одни из первых примеров, проистекающих из перепроизводства водорослей. Обнаружено, что холерный вибрион может переноситься морским фитопланктоном, таким образом, морские водоросли могут представлять собой один из обширных источников, могущих инициировать эпидемии холеры.

Запасы пищи и питание людей

Недоедание - одна из основных причин младенческой смертности и детской заболеваемости вследствие подавления иммунитета. Изменение климата может оказывать неблагоприятные воздействия на сельское хозяйство как посредством таких долговременных изменений, как уменьшение влажности почвы путем медленного испарения, так и более непосредственно, путем таких крайних проявлений погоды, как засуха, наводнение (и оползни) и тропический шторм. Растения могут вначале иметь выгоду от усваивания избыточного количества углекислого газа, которое может усиливать фотосинтез. Даже с учетом этого, сельское хозяйство развивающихся стран пострадает сильнее всего, и, по оценкам, еще 40-300 миллионам человек будет угрожать голодание вследствие изменения климата.

Необходимо также рассматривать непрямые экологические воздействия на

сельскохозяйственные культуры, так как может измениться распределение сельскохозяйственных вредителей. При рассмотрении комплексной динамики экосистем, необходимо добавить к полной оценке непосредственные воздействия изменения атмосферных и/или почвенных условий.

Воздействия на здоровье стихийных бедствий и подъема уровня моря

Повышение температуры океанов может вызвать быстрый подъем уровня моря от двух до четырех сантиметров за десятилетие, и ожидается, что прогнозируемые крайние проявления гидрологического цикла вызовут более суровые погодные условия и штормы. Такие события будут непосредственно разрушать жилища и инфраструктуры здравоохранения, такие, как санитарные системы и отведение штормовых вод. Уязвимое население расположенных прибрежных зон будет вынуждено переселяться в безопасные места. Вытекающие из этого перенаселение и плохие санитарные условия могут усилить распространение таких инфекционных заболеваний, как холера, и эффективность переноса инфекционных заболеваний также увеличится вследствие перенаселения и потенциального въезда зараженных людей. Затопленные канализационные системы могут усугубить ситуацию, и должны также рассматриваться психологические воздействия синдрома посттравматического стресса, вызванного крупными штормами.

Запасы пресной воды уменьшатся вследствие засоления прибрежных источников и утраты сельскохозяйственных участков из-за засоления и затопления. Например, подъем уровня моря на один метр вызовет разрушение 15% и 20% сельскохозяйственных угодий в Египте и Бангладеш соответственно. Что касается засухи, то применяемые методы орошения могут затронуть участки размножения насекомых и беспозвоночных, которые являются переносчиками заболеваний (например, сходных с египетским шистосомозом), но выгоды или потери от таких воздействий трудно поддаются оценке.

Воздействие на здоровье уничтожения озонового слоя

Прямое воздействие на здоровье ультрафиолетового В-излучения

Озон специфически блокирует проникновение ультрафиолетового В-излучения, которое содержит наиболее биологически деструктивные длины волн 290-320 нм.

Ультрафиолетовое В-излучение индуцирует образование пиримидиновых димеров в молекулах ДНК. Если они не репарируются, то может развиваться рак. Заболеваемость раком кожи немеланомной природы (карцинома наружного эпителия и базальных клеток) и поверхностно распространяющейся меланомой коррелирует с избыточным воздействием солнечного света. У населения Запада, заболеваемость меланомой возрастает на 20-50% каждые пять лет на протяжении последних двух десятилетий. Если нет прямой взаимосвязи между кумулятивным воздействием ультрафиолетового излучения и меланомой, то заболеваемость связана с избыточным воздействием ультрафиолетового излучения в период детства. Если озоновый слой уменьшится на 10%, то заболеваемость раком кожи немеланомной природы может возрастать ежегодно на 26%, или на 300000 чел., а заболеваемость меланомой может возрасти на 20% ежегодно, или на 4500 чел.

Развитие катаракты покрывает половину всех случаев слепоты в мире (17 миллионов случаев ежегодно) и связано зависимостью "доза-эффект" с ультрафиолетовым В-излучением. Аминокислоты и системы мембранного транспорта в хрусталике глаза особенно чувствительны к фотоокислению радикалами кислорода, которые формируются при воздействии ультрафиолетового В-излучения. Удвоенное воздействие

ультрафиолетового В-излучения может вызвать 60%-ный рост заболеваемости катарактой по сравнению с нынешним уровнем заболеваемости. По оценкам Программы по окружающей среде ООН, 10%-ное уменьшение количества озона в стратосфере вызовет ежегодное увеличение заболеваемости катарактой еще на 1,75 млн. чел. Другие воздействия ультрафиолетового В-излучения на органы зрения включают фотокератит, фотокератоконъюнктивит, образование желтого пятна на белочной оболочке глаз, образование крыловидной пленки на роговице и климатическую капельную кератопатию.

Способность иммунной системы эффективно действовать зависит от "местной" переработки антигенов и представительства Т-клеток, т.е. системного иммунного ответа посредством производства лимфокинов (биохимических посредников) и результирующего соотношения между количествами Т-хелперных и Т-супрессорных клеток. Ультрафиолетовое В-излучение вызывает иммуносупрессию на обоих уровнях. Исследования на животных показали, что ультрафиолетовое В-излучение может воздействовать на течение инфекционных кожных заболеваний, таких как онхоцеркоз, лейшманиоз и дерматофитоз, и ослаблять иммунный ответ трансформированных, предраковых клеток эпидермиса. Предварительные исследования показывают влияние УФ-В на эффективность вакцин.

Непрямые воздействия на здоровье ультрафиолетового В-излучения

Исторически, наземные растения возникли лишь после формирования защищающего озонового слоя, так как ультрафиолетовое В-излучение ингибирует фотосинтез. Ослабление культурных растений, чувствительных к повреждениям от ультрафиолетового В-излучения, может привести к еще более сильному воздействию на сельское хозяйство вследствие изменений климата и подъема уровня моря.

Фитопланктон стоит в основе пищевых цепей морей и также служит важным источником накопления углекислого газа. Повреждение ультрафиолетовым излучением этих водорослей в полярных регионах, следовательно, может нанести урон морской пищевой цепи и усугубить парниковый эффект. Программа по окружающей среде ООН оценивает, что утрата 10% фитопланктона уменьшит годовое потребление CO₂ мировым океаном на пять гигатонн, что сравнимо с ежегодным антропогенным выделением углекислого газа от сжигания полезных ископаемых.

Производственные опасности и стратегии по их предотвращению

Производственные опасности

С целью уменьшения эмиссии парниковых газов из полезных ископаемых, необходимо расширять применение альтернативных энергоисточников, использующих энергию природных явлений. Опасные воздействия ядерной энергии на работников этого производства и на общество в целом хорошо известны, и необходимо обеспечение безопасности предприятий, рабочих и используемого топлива. Метанол может заменить использование бензина, но эмиссия формальдегида может представлять собой новую угрозу для окружающей среды. Сверхпроводимые материалы для эффективного переноса электрической энергии - это в основном керамика с включением кальция, стронция, бария, висмута, таллия и иттрия.

Гораздо менее известно об охране труда на электростанциях, трансформирующих солнечную энергию в электрическую. Кремний, галлий, индий, таллий, мышьяк и сурьма-основные химические элементы, используемые для такого оборудования.

Кремний и мышьяк неблагоприятно воздействуют на легкие, галлий концентрируется в почках, печени и костях, а ионные формы индия токсичны для почек.

О разрушительных воздействиях хлорфторуглеводородов на стратосферный озоновый слой узнали в 1970-х, и Администрация программ по окружающей среде США запретила использование этих веществ в аэрозолях в 1978 г. К 1985 г., возникла крупная проблема, когда британские исследователи (Farman, Gardiner and Shanklin) в Антарктиде обнаружили "дыру" в озоновом слое. Последовавший за этим Монреальский Протокол 1987 г., с поправками 1990, 1992, 1997 и 1999 гг., потребовал уменьшения производства хлорфторуглеводородов.

Хлорфторуглеводороды стали замещать гидрохлорфторуглеводородами и гидрофторуглеводородами. Наличие атома водорода помогает этим соединениям легко разлагаться при помощи радикалов гидроксила OH- в тропосфере, приводя таким образом к минимизации уничтожения озонового слоя. Эти замещающие хлорфторуглеводороды соединения, однако, более биологически реактивны. Природа связи C-H делает эти соединения способными окисляться в системе цитохрома P-450.

Минимизация воздействий и адаптация

Предотвращение неблагоприятных для здоровья последствий, вызванных глобальным изменением климата, потребует:

- 1) интегрированного экологического подхода;
- 2) уменьшения эмиссии парниковых газов путем промышленного контроля, политики землепользования, увеличивающего усваивание углекислого газа и политики для населения для достижения обеих этих целей;
- 3) мониторинга биологических индикаторов в местном и глобальном масштабах;
- 4) адаптационные стратегии здравоохранения по минимизации воздействий неминуемого изменения климата;
- 5) кооперация между развитыми и развивающимися странами.

Кратко, нужно способствовать увеличению интеграции политики охраны окружающей среды и здравоохранения.

Изменение климата и уничтожение озонового слоя вызывает множество опасностей для здоровья и подрывает важную взаимосвязь между динамикой экосистем и здоровьем человека. Превентивные меры, таким образом, должны быть системными и должны предвосхищать экологические ответы на глобальное изменение климата и предсказанные прямые опасные воздействия на здоровье. Некоторые ключевые элементы при рассмотрении оценки экологического риска будут включать пространственно-временные вариации, обратную связь и использование в качестве ранних биологических индикаторов более низкоорганизованных организмов.

Уменьшение концентрации парниковых газов путем отказа от сжигаемых ископаемых в энергетических целях и использования энергии природных явлений представляет собой первое действие по предотвращению изменения климата. Сходным образом, стратегическое планирование землепользования и стабилизация стрессовой реакции населения на происходящее в окружающей среде сохранит природные резервуары поглощения парниковых газов.

Так как некоторое изменение климата неизбежно, второе действие - мониторинг параметров здоровья и состояния окружающей среды - потребует беспрецедентной

координации. Первый раз за всю историю делаются попытки мониторинга целостной экосистемы Земли. Система наблюдения за глобальным климатом включает органы надзора за погодой и атмосферой Всемирной метеорологической организации (ВМО) с Системой глобального мониторинга окружающей среды, являющейся частью Программы ООН по окружающей среде. Система наблюдений за мировым океаном - новая попытка объединить усилия Межгосударственной Океанографической комиссии ЮНЕСКО, ВМО и Международного совета научных объединений (ICSU). Измерения, сделанные с помощью подводных аппаратов и спутников, будут использоваться для мониторинга изменений в морских системах. Глобальная система наземного наблюдения - новая система, финансируемая UNEP, UNESCO, WMO, ICSU и FAO, которая будет обеспечивать наземную часть наблюдений Системы наблюдений за глобальным климатом.

Адаптационные действия по уменьшению неминуемых неблагоприятных последствий для здоровья включают:

- программы по подготовке к стихийным бедствиям;
- городское планирование с целью уменьшения эффекта "тепловых островков" и улучшения состояния жилого фонда;
- планирование землепользования с целью минимизации эрозии почв, наводнений и ненужного уничтожения лесов (например, запрещение создания обширных пастбищ для скота, предназначенного на убой);
- правила индивидуального адаптационного поведения, например, необходимость избегать воздействия солнечной радиации;
- контроль над переносчиками заболеваний и усиленная вакцинация.

Непредусмотренные расходы на адаптационные превентивные меры, например, направленные против увеличения масштаба использования пестицидов, требуют обсуждения. Сверхзависимость от пестицидов не только приведет к устойчивости насекомых, но также элиминирует природные организмы, истребляющие вредителей. Неблагоприятные последствия для здоровья и окружающей среды вследствие неумеренного использования пестицидов в настоящее время оцениваются в сумму 100-200 миллиардов долларов США ежегодно.

Развивающиеся страны несравненно больше пострадают от последствий изменения климата, хотя развитые страны несут большую ответственность за наличие хлорфторуглеродов в атмосфере. В будущем более бедные страны будут воздействовать на ход глобального потепления значительно сильнее, как посредством технологий, которые они примут на вооружение при ускорении их развития, так и посредством практики землепользования. Развитые страны будут нуждаться в охвате энергетической политикой, более акцентированной на проблемах окружающей среды, и быстром переносе новых (и продуктивных) технологий в развивающиеся страны.

Исследования заболеваемости: вирусы, переносимые комарами

Энцефалит, переносимый комарами и лихорадка денге - первые примеры заболеваний, переносимых векторами, распределение которых ограничено климатом. Эпидемии энцефалита Сент-Луиса (SLE), наиболее обычного арбовирусного в США энцефалита, обычно случаются южнее изотермы 22⁰С июня, но в необычайно теплые годы имели место вспышки этого заболевания севернее. Вспышки этого заболевания у людей в

высокой степени коррелируют с периодами из нескольких дней, когда температура превышает 27⁰С .

Полевые исследования SLE показывают, что увеличение температуры на 1⁰С значительно укорачивает период между укусом комара и вирусной репликации до точки инфицирования внутри вектора, или внешний инкубационный период. Делая поправку на сниженную выживаемость взрослых комаров при повышенной температуре, предсказано, что увеличение температуры на 3-5⁰С может вызвать значительный сдвиг вспышек SLE к северу.

Ареал первичного вектора лихорадки денге (и желтой лихорадки) - комара *Aedes aegypti*, простирается до 35⁰С широты, так как понижение температуры убивает как личинок, так и взрослых комаров. Лихорадка денге широко распространена в Карибском регионе, тропической Америке, Океании, Азии, Африке и Австралии. За последние 15 лет, эпидемии лихорадки денге усилились как по числу, так и по тяжести, особенно в тропических центрах урбанизации. Геморрагическая лихорадка денге ныне считается одной из главных причин госпитализации и смертности детей в Юго-Восточной Азии. Такая же картина увеличения, которая наблюдалась в Азии 20 лет назад, сейчас наблюдается в Северной и Южной Америке.

Изменения климата могут вызвать потенциальное изменение в эффективности передачи лихорадки денге. В 1986 г. в Мехико было обнаружено, что наиболее важным фактором, по которому можно предсказать эффективность передачи этой лихорадки, является средняя температура во время сезона дождей, с рассчитанным 4-кратным риском между 17⁰С и 30⁰С.

Лабораторные исследования подтверждают эти полевые данные. *In vitro*, внешний инкубационный период для вируса-2 денге-типа был 12 дней при 30⁰С и лишь семь дней при 32-35⁰С. Такой температурный эффект укорачивания инкубационного периода на пять дней свидетельствует о потенциальном 3-кратном увеличении эффективности передачи этого заболевания. Наконец, более теплые температуры вызывают вылупление более мелких взрослых комаров, которые, для того чтобы отложить яйца, должны кусать чаще. В целом, увеличенные температуры могут привести к появлению более заразных комаров, которые кусают чаще .