

Комплексное влияние климатических факторов на бронхолегочную систему больных бронхиальной астмой

И.М. Прищепа, Е.П. Боброва

Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»

В статье описана комплексная оценка влияния погодных-климатических факторов на функциональное состояние бронхолегочного аппарата больных бронхиальной астмой и построены математические модели, описывающие течение бронхиальной астмы в зависимости от погодных-климатических условий.

Зависимость обострений бронхиальной астмы от факторов внешней среды носит сложный характер и определяется их комплексным влиянием. По силе влияния погодные факторы расположены следующим образом (по нисходящей): влажность воздуха, атмосферное давление, температура воздуха. К обострению заболевания бронхиальной астмой приводят: в зимний и осенний периоды – рост относительной влажности на фоне понижения температуры воздуха; в летний – рост атмосферного давления на фоне повышения средней температуры воздуха; в весенний – повышение влажности и температуры воздуха.

Ключевые слова: бронхиальная астма, бронхолегочный аппарат, погодные-климатические факторы.

Complex influence of climatic factors on bronchopulmonary system of people suffer from bronchial asthma

I.M. Prishchepa, E.P. Bobrova

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

This article is about a complex assessment of influence of weather-climatic factors on a functional condition of bronchopulmonary system of people suffer from bronchial asthma. Besides the mathematical models describing course of bronchial asthma depending on weather-climatic conditions are constructed.

Dependence of catadroms of bronchial asthma on factors of an environment has complex character and is defined by their complex influence. Depending on force of influence weather factors are located as follows (downward): air humidity, atmospheric pressure, air temperature. The catadroms of bronchial asthma cause: during the winter and autumn periods-growth of relative humidity on a background of temperature reduction, in summer – growth of atmospheric pressure on a background increase of average air temperature, in spring – increase of air humidity and air temperature.

Key words: bronchial asthma, bronchopulmonary system, weather-climatic factors.

В настоящее время в мире наблюдается рост как заболеваемости, так и смертности от бронхиальной астмы (БА). Такие тенденции большинство исследователей связывают с изменением экологической ниши обитания человека, причем речь идет не только об антропогенных факторах (каким является, например, загрязнение атмосферного воздуха), но и естественных – изменение климатических режимов, расширение спектра аллергизации за счет включения в экосистему человека новых организмов и т.д. Экосистема человека сложна и ее полная характеристика в данный момент невозможна. Один из подходов решения проблемы – характеристика отдельных подсистем с тем, чтобы в последующем можно было оценить место человека в экологической нише. С другой

стороны, лучше изучено влияние экстремальных факторов внешней среды, о хроническом же воздействии «слабых» внешних раздражителей известно мало.

Климато-погодные условия оказывают выраженное влияние на возникновение и развитие обострений аллергических заболеваний (в том числе и БА). Наибольшая заболеваемость отмечается преимущественно в районах, где климат характеризуется сочетанием высокой влажности с высокой температурой воздуха и при контрастной смене погоды [1–2]. Причем, одним из наиболее благоприятных условий для развития БА является сочетание высокой влажности с повышенной температурой, по сравнению с низкой температурой в сочетании с высокой влажностью [3–4]. Большинство клиницистов

считает, что течение БА имеет четко выраженную сезонность обострений, пик которых приходится на весну и осень [5].

В Республике Беларусь исследований, связанных с изучением влияния погодных условий на частоту обострений БА, практически не проводилось. Известны работы, посвященные эпидемиологическому анализу заболеваемости БА в отдельных регионах республики 10–15-летней давности.

Целью настоящего исследования было проведение комплексной оценки влияния погодноклиматических факторов на функциональное состояние бронхолегочного аппарата больных БА и построение математических моделей, описывающих течение БА в зависимости от погодноклиматических условий.

Материал и методы. В связи с этим необходимо было изучить влияние погодноклиматических факторов на изменение пиковой скорости выдоха и установить оптимум погодных показателей для больных БА. Проведен анализ сформированной базы данных, где каждый день характеризуется изменением пиковой скорости выдоха утром и вечером, а также рассчитаны колебания значений за сутки (суточный разброс (PEF)). В каждом сезоне (зима, весна, лето, осень) проводили дисперсионный анализ влияния отдельных погодных показателей: температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление воздуха, скорость

ветра, количество осадков на изменение РЕФ при обострении БА (в рамках построения пошагового регрессионного анализа внутри каждого сезона). Получили математическую модель, описывающую течение БА в зависимости от погодноклиматических условий. Исследование проводили среди случайной выборки детей и взрослых, больных БА, находящихся в областной клинической и детской областной клинической больницах г. Витебска. Средний возраст больных БА ($n=106$) $21,77 \pm 1,42$, у мужчин ($n = 64$) – $18,11 \pm 1,62$, у женщин ($n = 42$) – $27,36 \pm 2,35$.

Результаты и их обсуждение. Зимний период. На первом шаге моделирования включается фактор влажность, на 89,5% объясняющий суммарную дисперсию РЕФ:

$$PEF = 0,367 * Вл \quad R^2 = 89,5\%.$$

Средняя величина суточного разброса РЕФ при обострении БА в зимний период составила 31,7 (стандартное отклонение 10,3). Следовательно, к росту обострений приводит увеличение влажности более 86,4%. На втором шаге в регрессионное уравнение включается температура воздуха ($R^2 = 90,4\%$).

$$PEF = 0,334 * Вл - 0,512 * Т \quad R^2 = 90,4\%.$$

С учетом средней величины суточного разброса РЕФ при обострении БА получаем следующее уравнение прямой, которая делит плоскость на область благоприятных и неблагоприятных сочетаний погодных условий ($p < 0,05$) (рис. 1).

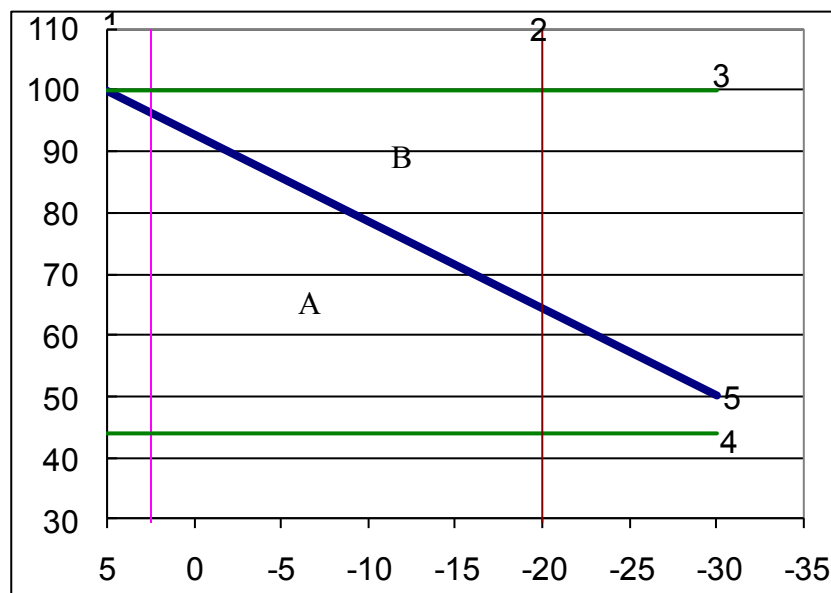


Рис. 1. Зимний период. Благоприятные и неблагоприятные сочетания относительной влажности и температуры воздуха.

По оси абсцисс – температура воздуха (в °C), по оси ординат – относительная влажность (в %); 1–2 – максимальное и минимальное значения температуры в зимнем сезоне; 3–4 – минимальное и максимальное значения относительной влажности в зимнем сезоне; 5 – граница благоприятных и неблагоприятных сочетаний погодных факторов; А – благоприятная зона, В – неблагоприятная зона.

$$Вл = 95 + 1,5 * Т.$$

Среднее значение относительной влажности в зимний период 87%, средняя температура воздуха -6°C . Минимальное и максимальное значения относительной влажности в зимнем сезоне 40 и 100%, температуры воздуха -25°C и 4°C . Получаем две области сочетаний относительной влажности и температуры воздуха. Так, по нашим данным, для астматиков оптимальна относительная влажность около 85% при температуре воздуха -5°C , при температуре воздуха -10°C оптимальная относительная влажность будет ниже 80%. Максимальная влажность 100% уже сама приводит к пику обострений БА.

Весенний период. Основным фактором, влияющим на частоту обострений БА, является влажность воздуха. Он объясняет дисперсию признака на 83,1%.

$$PEF = 0,545 * Вл \quad R^2 = 83,1\%.$$

Уравнение означает, что рост среднесуточного разброса PEF будет происходить при повышении влажности воздуха. Для весеннего сезона среднесуточный разброс PEF при обострении у БА составил 29,0 (стандартное откло-

нение 10,5) ($R^2=85,2\%$). Указанной величине соответствует влажность воздуха 53,2%, вероятно, ее можно считать оптимальной для больных БА в весенний период. При учете фактора, включаемого в регрессию на втором шаге (температура воздуха), уравнение приобретает вид:

$$PEF = 0,400 * Вл + 0,807 * Т \quad R^2 = 85,2\%.$$

Получаем, что повышение влажности воздуха и температуры приводит к росту числа обострений БА ($p<0,01$).

$$Вл = 73 - 2,0 * Т.$$

На рис. 2 прямая 5 делит область на две части: часть А характеризует благоприятную погоду для больных БА, часть В – неблагоприятную. Среднее значение относительной влажности в весенний период 50,5%, среднее значение температуры воздуха 10°C . Минимальное и максимальное значения относительной влажности в весенний период 26 и 81%, температуры воздуха $-2,8^{\circ}\text{C}$ и $23,3^{\circ}\text{C}$. Например, при дневной температуре 10°C к росту обострений в весенний период будет приводить влажность воздуха выше 50%, при минимальной температуре ($2,8^{\circ}\text{C}$) влажность выше 68%.

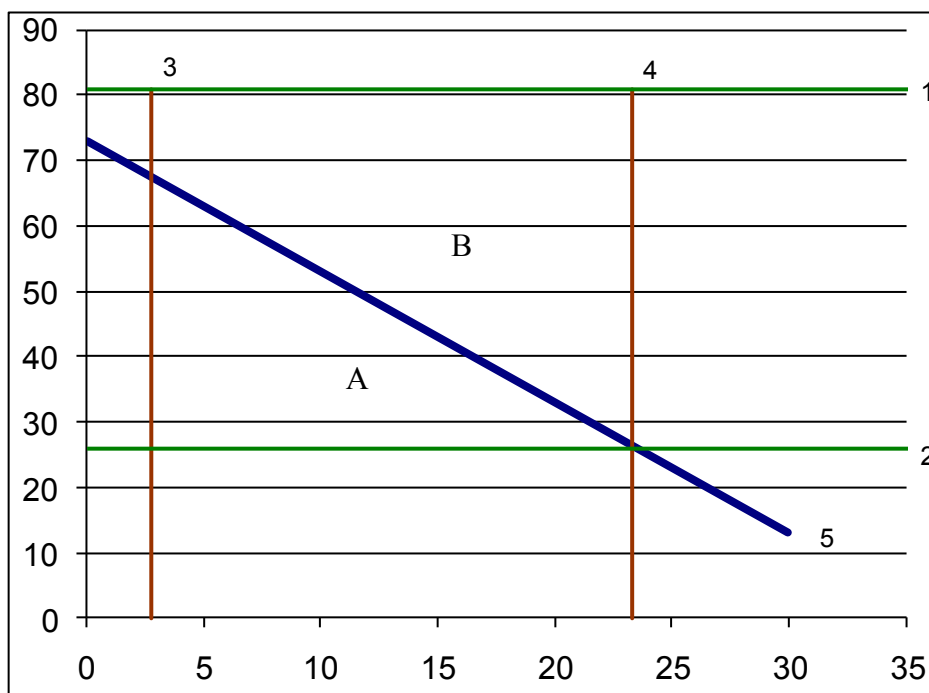


Рис. 2. Весенний период. Благоприятные и неблагоприятные сочетания относительной влажности и температуры воздуха.

По оси абсцисс – температура воздуха (в $^{\circ}\text{C}$), по оси ординат – относительная влажность (в %); 1–2 – минимальное и максимальные значения влажности весной; 3–4 – минимальное и максимальные значения температуры весной; 5 – граница благоприятных и неблагоприятных сочетаний погодных факторов; А – благоприятная зона, В – неблагоприятная зона.

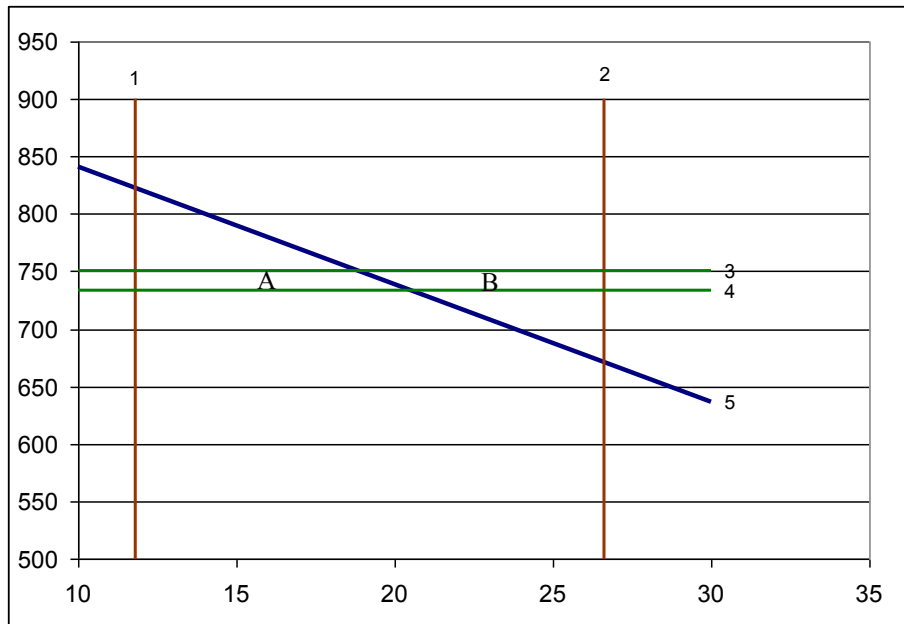


Рис. 3. Лятний період. Благоприємні та неблагоприємні сочетання атмосферного тиску та температури повітря.

По осі абсцис – температура повітря (в °C), по осі ординат – атмосферний тиск (мм рт. ст.); 1–2 – мінімальне і максимальне значення температури в лятний період; 3–4 – мінімальне і максимальне значення атмосферного тиску в лятний період; 5 – границя благоприємних і неблагоприємних сочетаній погодних факторів; А – благоприємна зона, В – неблагоприємна зона.

Лятний період. Ключевим фактором в моделях являється тиск. На 88,4% дисперсія об'яснюється абсолютною величиною атмосферного тиску:

$$PEF = 0,018 * АдR^2 = 88,4\%.$$

С урахунок того, що середнесуточний розброс PEF при обостренні в лятний період склав 33,0 (стандартне відхилення 12,1), оптимальне тиск оп'яється рівним 733,3 мм рт. ст. Додавання вторичного фактора (температура) із другого шага регресії приводить до рівняння ($R^2 = 88,4\%$):

$$PEF = 0,035 * Ад + 0,356 * T \quad R^2 = 88,4\%.$$

Обостряють БА в лятний період ріст атмосферного тиску і підвищення температури повітря. Оптимальна залежність атмосферного тиску від температури повітря описується формулою ($p < 0,01$) (рис. 3):

$$Ад = 943 - 10,2 * T.$$

Зона А включає благоприємні погодні умови, зона В – неблагоприємні. Наприклад, при максимальному зустрічаючомуся тиску в лятний період 750 мм рт. ст. до росту обострень БА буде приводить денна температура вище 18°C, при тиску 730 мм рт. ст. – вище 20°C. Середнє атмосферне тиск в лятний період рівно 743 мм рт. ст., середня температура повітря – 19,8°C.

Осенний період. Найбільш важливим фактором являється вологість повітря, передсказательна здатність рівна 89,9%. Отримуємо наступне рівняння:

$$PEF = 0,354 * ВлR^2 = 89,9\%$$

С урахунок середнесуточного розбросу PEF при обостренні БА (30,3, стандартне відхилення – 9,72) оптимальна вологість буде рівна 85,6%. На другому етапі в модель входить температурний фактор ($p < 0,05$) ($R^2 = 90,9\%$) (рис. 4).

$$PEF = 0,333 * Вл - 0,541 * T \quad R^2 = 90,9\%.$$

Отсюда отримуємо оптимальне сочетание двох показателів (с урахунок середнесуточного розбросу PEF при обостренні БА).

$$Вл = 91 + 1,6 * T.$$

Мінімальне і максимальне значення відносительної вологості в осенній період 63 і 100%, температури повітря – -14 і 6,9°C. Наприклад, при денній температурі -5°C до росту обострень буде приводить вологість повітря вище 80%. Максимальна вологість повітря в осенній період – 100% – неблагоприємна для болях БА і будь-які перепади температур ведуть до пікам захворюваності. Середня відносительна вологість повітря в осенній сезон 85%, середня температура 3,5°C.

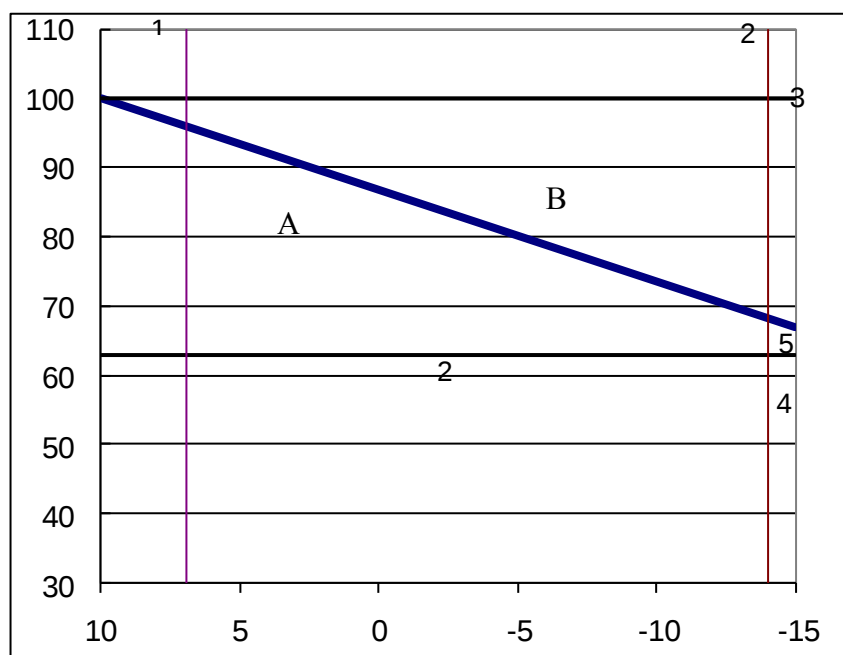


Рис. 4. Осенний период. Благоприятные и неблагоприятные сочетания относительной влажности и температуры воздуха.

По оси абсцисс – температура воздуха (в °C), по оси ординат – относительная влажность (в %); 1–2 – минимальное и максимальное значения температуры в осенний период; 3–4 – минимальное и максимальное значения относительной влажности в осенний период; 5 – граница благоприятных и неблагоприятных сочетаний погодных факторов; А – благоприятная зона, В – неблагоприятная зона.

Заключение. Зависимость обострений бронхиальной астмы от факторов внешней среды носит сложный характер и определяется их комплексным влиянием, в частности, влажностью воздуха, атмосферным давлением и температурой воздуха.

В рамках различных сезонов предсказательная способность модели с учетом разницы значений потока выдоха за сутки (суточный разброс, PEF) варьирует от 83,1% до 90,9%. По силе влияния погодные факторы расположены следующим образом (по нисходящей): влажность воздуха, атмосферное давление, температура воздуха. Оптимальные погодные условия для больных БА по Витебской области описываются следующим образом: зимний период – ($Вл = 95 + 1,5 \cdot T$) ($p < 0,05$), весенний – ($Вл = 73 - 2,0 \cdot T$) ($p < 0,01$), летний – ($Ад = 943 - 10,2 \cdot T$) ($p < 0,01$), осенний – ($Вл = 91 + 1,6 \cdot T$) ($p < 0,05$), где T – средняя температура воздуха

в °C, Вл – относительная влажность воздуха в %, Ад – атмосферное давление.

К обострению заболевания приводят: в зимний и осенний периоды – рост относительной влажности на фоне понижения температуры воздуха; в летний – рост атмосферного давления на фоне повышения средней температуры воздуха; в весенний – повышение влажности и температуры воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев, И.И. Погода и здоровье / И.И. Григорьев. – Москва: Авиценна, 1996. – 96 с.
2. Celenza, A. Thunderstorm associated asthma: detailed analysis of environmental factors / A. Celenza [et al.] // Comment in: BMJ. – 1996. – Mar. 9.
3. Новиков, Д.К. Аллергическая и псевдоаллергическая бронхиальная астма / Д.К. Новиков, Э.А. Доценко, В.И. Новикова. – Москва–Витебск, 1997. – 336 с.
4. Винокурова, Н.Ф. Глобальная экология / Н.Ф. Винокурова, В.В. Трумин. – Москва: Просвещение, 1998. – 270 с.
5. Клинические рекомендации. Бронхиальная астма / А.Г. Чучалин [и др.]; под ред. А.Г. Чучалина; Рос. респиратор. о-во. – Москва: Атмосфера, 2008. – 210 с.

Поступила в редакцию 23.03.2011. Принята в печать 29.04.2011

Адрес для корреспонденции: 210001, г. Витебск, ул. Кирова, д. 3, кв. 3, e-mail: nauka@vsu.by – Прищепа И.М.