

**ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИСХОДА  
БРОНХООБСТРУКТИВНОГО СИНДРОМА У ДЕТЕЙ****М. В. Лим, Н. М. Шавози**

Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

**Ключевые слова:** прогностическая модель, бронхообструктивный синдром, дети.**Таянч сўзлар:** прогностик модел, бронхообструктив синдроми, болалар.**Key words:** predictive model, bronchial obstruction syndrome, children.

Цель исследования: разработка прогностической модели прогнозирования и оценки исходов бронхообструктивного синдрома у детей. Материал и методы исследования. Проведено обследование 240 детей, разделенных на 3 группы: I группа - пациенты с острым обструктивным бронхитом, острым бронхиолитом, II группа - дети с рецидивирующим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой (60 больных), III группа – пациенты с острым бронхитом, без бронхиальной обструкции (60 больных). Для разработки прогностической модели использовались микроклиматические, лабораторные, инструментальные и функциональные методы исследования. Результаты исследования и выводы. Методом бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель, определяющая вероятность развития рецидивирующего течения бронхообструктивного синдрома у детей. Прогностическая модель, разработанная на основе бинарной логистической регрессии, представляет собой мощный инструмент для определения риска развития рецидивирующего течения БОС. Мультинаправленность прогностической модели позволяет учесть не только факторы, влияющие на тяжесть бронхиальной обструкции, но также и триггеры, формирующие затяжное и рецидивирующее течение заболевания. что позволяет использовать ее в системном подходе к диагностике, лечению и профилактике БОС у детей.

**БОЛАЛАРДА БРОНХООБСТРУКТИВ СИНДРОМИНИНГ КЕЧИШИ ВА  
НАТИЖАСИНИ ПРОГНОСТИК МОДЕЛИ****М. В. Лим, Н. М. Шавози**

Самарканд давлат тиббиёт университети, Самарканд, Ўзбекистон

Тадқиқот мақсади: болаларда бронхообструктив синдром кечишини баҳолаш ва прогностик моделини ишлаб чиқариш. Тадқиқот ва текшириш усуллари. Суровнома 3 гуруҳга бўлиниб, 240 нафар бола билан ўтказилди: I гуруҳ – ўткир обструктив бронхит, ўткир бронхиолит билан оғриган беморлар, II гуруҳ- қайталанувчи обструктив бронхит ва бронхиал астма билан оғриган болалар (60 бемор), III гуруҳ – бронхиал обструктивсиз кечиши билан ўткир бронхит билан оғриган беморлар (60 бемор). Прогностик моделни ишлаб чиқаришда микроклиматик лаборатор, инструментал ва функционал тадқиқот усуллари қулланилди. Тадқиқот натижалари ва хулосалар: Бинар логистик регрессия усули билан болаларда бронхообструктив синдромнинг прогностик моделини, қайта ривожланиш эҳтимолини аниқлайдиган моделини ишлаб чиқилди. Прогностик модел бинар логистик регрессия асосида ишлаб чиқилган қайталанувчи бронхообструктив синдром ривожланиши хавфини аниқлаш учун кучли воситадир. Прогностик моделнинг кўп йўналиши нафақат бронхообструктив синдромнинг оғирлигига таъсир қилувчи омилларни, балки касалликнинг узоқ давом этадиган ва қайталаниш триггерларини ҳисобга олишга имкон беради. Бу уни болаларда бронхообструктив синдром диагностикаси, даволаш ва касалликнинг олдини олишда ишлатишга имкон беради.

**PROGNOSTIC MODEL OF PREDICTION AND OUTCOME OF  
BRONCHOOBSTRUCTIVE SYNDROME IN CHILDREN****M. V. Lim, N. M. Shavazi**

Samarkand state medical university, Samarkand, Uzbekistan

Research Objective: To develop a prognostic model for predicting and assessing outcomes of bronchial obstruction syndrome in children. Materials and Methods: a study was conducted on 240 children divided into 3 groups: Group I - patients with acute obstructive bronchitis, acute bronchiolitis; Group II - children with recurrent obstructive bronchitis and bronchial asthma (60 patients); Group III - patients with acute bronchitis without bronchial obstruction (60 patients). For the development of the prognostic model, microclimatic, laboratory, instrumental, and functional research methods were utilized. Results and Conclusions. A predictive model was developed using binary logistic regression to determine the probability of recurrent course of bronchial obstruction syndrome (BOS) in children. A prognostic model developed on the basis of binary logistic regression is a powerful tool for determining the risk of developing recurrent BOS. The predictive model developed through binary logistic regression serves as a robust tool for assessing the risk of recurrent BOS. The model's versatility enables the consideration of factors influencing not only the severity of bronchial obstruction but also triggers shaping the prolonged and recurrent course of the condition, allowing its application within a comprehensive approach to diagnosis, treatment, and prevention of pediatric BOS.

**Актуальность.** Ведущая роль респираторных заболеваний у детей, проявляющихся бронхообструктивным синдромом (БОС), принадлежит обструктивным бронхитам, бронхиолитам и бронхиальной астме (1,2,6,10).

Точное прогнозирование и объективное исследование факторов, влияющих на развитие, течение и исход бронхообструктивного синдрома у детей имеют важнейшее значение для предотвращения и эффективного лечения данного заболевания [4,5,8,9].

Применение математических методов в диагностике БОС у детей, позволяют расширить спектр анализа данных, снизить размерность данных и улучшить прогнозирование, что может привести к более точной диагностике [3,7].

**Цель исследования:** разработка прогностической модели прогнозирования и оценки исходов бронхообструктивного синдрома у детей.

**Материал и методы исследования.** Исследование соответствовало когортному проспективному дизайну. Обследовали больных острыми и рецидивирующими обструктивными бронхитами, острыми бронхиолитами и бронхиальной астмой, находившихся на стационарном лечении в отделении пульмонологии Самаркандского областного детского многопрофильного медицинского центра в период с 2020 г. по 2023 г.

Проведено обследование 240 детей, которые были разделены на 3 группы: I группа - пациенты с острым обструктивным бронхитом, острым бронхиолитом, II группа - дети с рецидивирующим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой (60 больных), III группа – пациенты с острым бронхитом, без бронхиальной обструкции (60 больных).

Для разработки прогностической модели использовались анамнестические, клинические, микроклиматические, лабораторные, инструментальные и функциональные методы исследования. Лабораторно-инструментальные методы исследования включали: анализ мокроты (метод индуцированной мокроты; оценка качества атмосферного воздуха (температура (°C), относительная влажности (%), CO (ppm), CO<sup>2</sup> (ppm), содержания частиц PM 2.5 (нг/м<sup>3</sup>), PM 10 (нг/м<sup>3</sup>), HCHO-формальдегида (мг/м<sup>3</sup>), TVOC-летучих органических соединений (мг/м<sup>3</sup>), AQI-индекс качества); определение функции внешнего дыхания (спирометрия, модифицированная бронхофонография с определением E:I index); оценка степени респираторных нарушений (шкала RDAI, сатурационно-шкаловая оценка – СИО), определение иммуноглобулинов классов А, Е, G, М и цитокинов IL-4, IL-6 TNF-α в сыворотке крови.

**Результаты исследования и обсуждение.** При проведении регрессионного анализа с использованием дополнительного рассеивающего метода Вальда «вперед» для построения математической прогностической модели (таблица 1) было установлено, что у ряда критериев (искусственное вскармливание, рахит, PM 10, HCHO, TVOC, IgG) значимость была не

Таблица 1.

Значимость анамнестических, клинических, лабораторно-инструментальных показателей в развитии рецидивирующего течения БОС у детей.

Критерии	Значение	Степени свободы	P
Искусственное вскармливание	2,112	1	>0,1
Рахит	1,758	1	>0,1
Избыточный вес	4,272	1	<0,05
Наличие аллергии	4,852	1	<0,05
Атопия у родителей	4,512	1	<0,05
Отсутствие лихорадки	4,951	1	<0,05
Отсутствие катарального синдрома	4,872	1	<0,05
Эозинофилы в ИМ≥2%	3,34	1	<0,05
E:I index>1,96	3,885	1	<0,05
PM 2.5≥25 нг/м <sup>3</sup>	5,822	1	<0,05
PM 10≥30 нг/м <sup>3</sup>	1,035	1	>0,2
HCHO≥0,041 мг/м <sup>3</sup>	1,621	1	>0,2
TVOC≥0,375 мг/м <sup>3</sup>	1,791	1	>0,1
RH<31%	6,066	1	<0,01
IgG≤14,2 МЕ/мл	1,29	1	>0,2
IgE≥56,6 МЕ/мл	6,761	1	<0,01
IL-4≥10,9 пг/мл	5,534	1	<0,05
IL-6≥22,7 пг/мл	4,720	1	<0,05
TNF-α≥27 пг/мл	5,624	1	<0,05

Примечание: P-двухсторонняя достоверность методом бинарной логистической регрессии.

достоверна ( $P > 0,1$ ;  $P > 0,2$ ), вследствие чего, данные параметры не использовались в построении прогностической модели, по причине нестабильности функционирования. В итоговую модель были включены 13 критериев.

В конечном итоге методом бинарной логистической регрессии была разработана прогностическая модель (таблица 2), определяющая вероятность развития рецидивирующего течения бронхообструктивного синдрома у детей.

В таблице 2, представлены результаты анализа бинарной логистической регрессии, проведенной с целью определения влияния различных критериев на риск развития рецидивирующего течения БОС у детей. Значения "bx" представляют собой коэффициенты регрессии, которые показывают степень значимости каждой независимой переменной, влияющей на вероятность риска развития рецидивирующего течения БОС. Значимость переменной подтверждается среднеквадратичной ошибкой, тестом Вальда и значением P (достоверность различий).

**Таблица 2.**

**Прогностическая таблица оценки риска развития рецидивирующего течения БОС у детей.**

Критерий	$b_x$	s	Тест Вальда	P
Избыточный вес	1,135	3,524	1,33	0,045
Наличие аллергии	2,115	2,74	2,379	0,033
Атопия у родителей	1,255	3,443	0,53	0,047
Отсутствие лихорадки	2,255	3,251	1,921	0,026
Отсутствие катарального синдрома	2,31	2,708	2,916	0,025
Эозинофилы в ИМ $\geq 2\%$	1,67	2,432	1,642	0,038
E:I index $> 1,96$	1,575	2,533	1,541	0,040
PM $2.5 \geq 25$ нг/м <sup>3</sup>	0,845	1,283	1,727	0,049
RH $< 31\%$	2,635	3,727	3,807	0,024
IgE $\geq 56,6$ МЕ/мл	1,855	2,11	3,084	0,039
IL-4 $\geq 10,9$ пг/мл	2,54	2,578	3,879	0,021
IL-6 $\geq 22,7$ пг/мл	2,35	2,472	3,772	0,023
TNF- $\alpha \geq 27$ пг/мл	3,29	3,473	3,593	0,018
Константа (с)	-11,56	8,519	4,829	0,028

*Примечание:  $b_x$  – коэффициент регрессии, s - среднеквадратичная ошибка, P - достоверность различий между больными острым и рецидивирующим течением БОС.*

Полученные результаты показывают, какие переменные сильнее всего влияют на риск развития рецидивирующего течения БОС у детей и каким образом они взаимосвязаны. Расчеты по бинарной логистической регрессии по данной таблице моделируют вероятность бинарного исхода: наличие или отсутствие риска развития рецидивирующего течения БОС у детей.

Таким образом, наиболее значимыми предикторами рецидивного течения БОС у детей являются следующие критерии:

Анамнестические: наличие избыточной массы тела ( $b_x = 1.135$ ), аллергические заболевания у ребенка ( $b_x = 2.115$ ), атопия у родителей ( $b_x = 1.255$ ).

Клинические: отсутствие гипертермии ( $b_x = 2.255$ ) и катаральных симптомов ( $b_x = 2.31$ ) во время эпизода БОС.

Цитологические: повышенное содержание эозинофилов в ИМ  $\geq 2\%$  ( $b_x = 2.255$ ).

Функциональные: увеличение E:I индекса  $> 1.96$  ( $b_x = 1.575$ ).

Микроклиматические: увеличение концентрации PM  $2.5 \geq 25$  нг/м<sup>3</sup> ( $b_x = 0.845$ ) и снижение относительной влажности (RH)  $< 31\%$  ( $b_x = 2.635$ ).

Иммунологические: повышение уровня IgE  $\geq 56.6$  МЕ/мл ( $b_x = 1.855$ ), IL-4  $\geq 10.9$  пг/мл ( $b_x = 2.54$ ), IL-6  $\geq 22.7$  пг/мл ( $b_x = 2.35$ ), TNF- $\alpha \geq 27$  пг/мл ( $b_x = 3.29$ ).

В целом, эти параметры олицетворяют различные аспекты воспалительных, иммунологических и физиологических процессов, которые могут участвовать в развитии рецидивирующего течения БОС у детей. Их взаимодействие может приводить к обострениям и усугублениям симптомов, а понимание их роли позволяет более точно определить пациентов с повышенным риском и разработать эффективные стратегии диагностики, адаптировать стратегии лечения и мониторинга для эффективного управления заболеванием.

Таким образом, применяя пошаговый отбор изучаемых критериев с учетом достоверности, нами построена прогностическая модель рецидивирующего течения БОС у детей. Для анализа выбран метод бинарной логистической регрессии, в котором независимые переменные являются как качественными, например избыточный вес: есть -  $b_1=1$ , нет  $b_1=0$ , так и количественными: E:I index:  $>1,96 - b_1=7$ ,  $\leq 1,96 - b_1=0$ . Следует отметить, что чем больше значение  $b_1$ , тем более существенно влияние представленных критериев (в силу монотонности экспоненциальной функции) на результирующий показатель рецидивирующего течения БОС у детей

Для использования прогностической модели необходимо вычислить значение  $P_{\text{рец}}$ , по следующей формуле:  $P_{\text{рец}}=1/(1+e^z)*100\%$

где,  $P_{\text{рец}}$  - вероятность развития рецидивирующего течения БОС (в %),

$e$  – экспонента, равная 2,718

$z$  – вычисляемая переменная

Таким образом, прогностическая модель, разработанная на основе бинарной логистической регрессии, представляет собой мощный инструмент для определения риска развития рецидивирующего течения БОС. Мультинаправленность прогностической модели позволяет учесть не только факторы, влияющие на тяжесть бронхиальной обструкции, но также и триггеры, формирующие затяжное и рецидивирующее течение заболевания. что позволяет использовать ее в системном подходе к диагностике, лечению и профилактике БОС у детей.

**Выводы.** Прогностическая модель, разработанная на основе бинарной логистической регрессии, представляет собой мощный инструмент для определения риска развития рецидивирующего течения БОС. Мультинаправленность прогностической модели позволяет учесть не только факторы, влияющие на тяжесть бронхиальной обструкции, но также и триггеры, формирующие затяжное и рецидивирующее течение заболевания. что позволяет использовать ее в системном подходе к диагностике, лечению и профилактике БОС у детей.

#### Использованная литература:

1. Геппе Н.А., Мелешкина А.В., Чебышева С.Н., Великорецкая М.Д. Приоритеты в тактике ведения детей с бронхиальной обструкцией на фоне острой респираторной вирусной инфекции: что нового? Доктор.Ру. 2021; 20(3): 6–10.
2. Зайцева С.В., Муртазаева О.А. Синдром бронхиальной обструкции у детей //Трудный пациент. - 2012. - №2-3. - С.34-39
3. Захарова И. А. Хронические неспецифические заболевания легких у лиц молодого возраста. распространенность, особенности клинико-функционального статуса и качества жизни. Челябинск.2016. дис. к.м.н. мед.наук. 2021.с. 281. Автореф. С.46
4. Ларина Т. Ю. Прогнозирование течения бронхообструктивного синдрома при острых респираторных вирусных инфекциях у детей. Волгоград. 2022. дис. к.м.н. мед.наук. 2021.с. 134. Автореф. С.24
5. Маракулина А. В. Оптимизация контроля бронхиальной астмы при рекуррентных респираторных инфекциях у детей дошкольного возраста : дис. К.м.н. 2021.с. 180
6. Мизерницкий Ю. Л. и др. Клиническая эффективность антилейкотриеновой терапии у детей с острыми бронхитами //Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2023. – Т. 68. – №. 1. – С. 47-55
7. Савенкова Н. Д., Джумагазиев А. А., Безрукова Д. А. Клинико-прогностическое значение фенотипов бронхообструктивного синдрома для развития бронхиальной астмы у детей //Астраханский медицинский журнал. – 2019. – Т. 14. – №. 2. – С. 51-59;
8. Шахова Н. В. и др. Предикторы развития бронхиальной астмы у детей дошкольного возраста с рекуррентным бронхообструктивным синдромом //Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2021. – Т. 66. – №. 3. – С. 70-76..)
9. Arakawa H., Namasaki Y., Kohno Y., Ebisawa M., Kondo N., Nishima S., Morikawa A. Japanese guidelines for childhood asthma 2017 //Allergology International. – 2017. – Т. 66. – №. 2. – С. 190-204.
10. Shamsiev F., Turakulova H. Клинические и иммунологические особенности бронхообструктивного синдрома у детей //International Journal of Scientific Pediatrics. – 2023. – №. 5. – С. 22-26.