ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.Х. Еникеев, Ю.Н. Замотаев, Н.М. Коломоец, Ю.А. Кремнев
Государственный институт усовершенствования врачей МО РФ
Центральный клинический санаторий «Архангельское», Москва

УДК 616.12-008.331-001.572

Использована собственная разработка математической модели, предусматривающая унификацию критериев оценки состояния тяжести больных гипертонической болезнью.

Ключевые слова: гипертоническая болезнь, математическая модель, прогнозирование

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL CONDITION OF A PATIENT WITH PRIMARY HYPERTENSION ON THE BASIS OF MATHEMATICAL SIMULATION

A.H. Enikeev, Yu.N. Zamotaev, N.M. Kolomoets, Yu.A. Kremnev

The authors used their own development of a mathematical model providing unification of the criteria of assessment of the severity of patient with primary hypertension.

Keywords: Hypertension, mathematical model, forecasting

Несмотря на большое количество работ, опубликованных за последние годы и посвященных гипертонической болезни (ГБ), эта важная проблема остается актуальной в связи с ее высокой распространенностью и смертностью [3, 6, 7]. Своевременная диагностика является важным элементом лечебно-профилактической системы, позволяющей методологически грамотно практикующему врачу осуществлять весь комплекс мероприятий по контролю за артериальной гипертонией (АГ). Поэтому повышение качества диагностики является по-прежнему актуальной задачей [2, 5]. Известно, что обладающий врачебной интуицией опытный врач может, суммируя результаты комплекса клинических методов обследования, высказать достаточно точное суждение о состоянии больного и его прогноз в отношении исходов заболевания. Однако, такой анализ клинических данных не исключает определенного, пусть и невысокого уровня ошибок, а во-вторых доступен далеко не каждому специалисту. Исходя из этого факта, решающим в объективизации функционального состояния и прогнозировании развития болезни может стать создание математических моделей, позволяющих с высокой степенью вероятности предсказать возможные пути развития и становления заболевания [1, 4, 8, 9].

Впервые математический метод определения прогноза был разработан при инфаркте миокарда S. Schnur,1953 г. Шагом вперед была система R. Norris и соавт., 1969, построенная с применением ЭВМ. В дальнейшем эту проблему разрабатывали К. Хартман, 1977, И.М. Гельфанд и соавт.,1994, Л.А. Лещинский, 1998г., В.Н. Ардашев, 1999 и др. В то же время известны лишь единичные работы, посвященные математическому прогнозированию функционального состояния больных ГБ. Вышесказанное позволяет считать продолжение исследований в данном направлении актуальным.

Цель работы – построение математической модели, предсказывающей оценку функционального состояния больного гипертонической болезнью в процессе проводимых лечебно-профилактических мероприятий.

В настоящей работе использована собственная разработка математической модели, предусматривающая унификацию ряда критериев оценки состояния тяжести больных ГБ. В качестве теоретической базы использованы положения математической статистики, теории вероятностей и планирования эксперимента.

Обследовано 99 человек, из них 69 больных ГБ I – II ст. (основная группа) по критериям ВОЗ/МОАГ и 30 здоровых пациентов (контрольная группа), являющихся в данном исследовании эталоном.

Алгоритм исследования включал в себя следующие этапы:

1) формализация данных и представление их в виде, удобном для статистической обработки на ЭВМ;

2) выделение существенных и исключение слабо влияющих факторов на исход заболевания;

3) построение математической модели, нацеленной на прогнозирование функционального состояния больного ГБ;

4) верификация разработанной модели на контрольной группе больных;

В процессе исследования проведен предварительный корреляционный анализ всех факторов, влияющих на состояние психосоматического статуса.

Структуризация и формализация данных, характеризующих психосоматический статус пациентов, проведенная на основе дискриминантного анализа, позволили ранжировать 58 дискретных признаков и выделить 6 наиболее важных из них (табл. 1).

Верификация дискретных признаков на основе математического метода подтвердила выбор признаков,

Табл. 1. Описание переменных, характеризующих состояние больных ГБ

Переменная	Название переменной	Размерность
X_1	Уровень тревоги (Тр)	баллы
X_2	Индекс напряжения (ИН)	усл.ед.
X_3	Хронотропный резерв сердца (ХРС)	усл.ед.
X_4	Инотропный резерв сердца (ИРС)	усл.ед.
X_5	Индекс эффективности (ИЭ)	усл.ед.
X_6	Показатель умственной работоспособности (ПУР)	сек.

Табл. 2. Матрица корреляции показателей клинико-функциональных показателей в группах

Переменная	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	1	0,42	0,31	0,35	0,39	0,45
x_2	0,42	1	0,42	0,36	0,35	0,31
x_3	0,31	0,42	1	0,30	0,31	0,32
x_4	0,35	0,36	0,30	1	-0,38	-0,33
x_5	0,39	0,32	0,31	-0,38	1	0,8
X_6	0,45	0,31	0,41	-0,33	0,8	1

характеризующих деятельность различных функциональных систем, влияющих на формирование ГБ.

Этими признаками явились: показатель тревожности (Тр), отражающий уровень эмоциональной напряженности и личностной дезинтеграции; индекс напряжения (ИН) – важнейший показатель вегетативной регуляции ЦНС; показатели хронотропного (ХРС), инотропного резервов сердца (ИРС), индекса эффективности (ИЭ), характеризующие состояние центральной гемодинамики и миокардиального резерва и, наконец, показатель умственной работоспособности (ПУР), выявляющий уровень динамической психической деятельности. Совокупность всех признаков этих функций, по нашему мнению является мерой оценки функционального состояния больного ГБ.

На основе корреляционного анализа установлены взаимосвязи выделенных дискретных факторов больных основной группы (ОГ), влияющих на их функциональное состояние и прогноз развития заболевания. При этом коэффициент корреляции считался значимым для данного объема выборки (69 больных) уже при r>0,308. В результате корреляционного анализа установлено, что изучаемые дискретные признаки мало зависят друг от друга и могут быть использованы в дальнейшем в регрессионной модели. Полученные данные подтвердили правомочность выделения признаков по степени их информативности и взаимосвязи в формировании подхода к оценке функционального состояния больных ГБ.

В целях соблюдения частоты эксперимента поиск корреляции между клинико-функциональными показателями был повторен на контрольной группе. Параллельно был проведен анализ корреляции дискретных факторов между собой в обеих группах (табл. 2).

Обобщающие результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что ряд признаков обладают высокой степенью корреляции. Это следующие величины: x_1 – уровень тревоги, x_2 – индекс напряжения; x_6 уровень умственной работоспособности.

Следующим этапом разработки был поиск решения задачи по получению конечной формулы определения функционального состояния пациента в ходе наблюдения и лечения.

В результате расчетов была построена первичная линейная модель на основной группе (69 больных).

Формула расчёта выглядит следующим образом:

$$P= K+1{,}08*X_1+0{,}16*X_2+1{,}90*X_3-0{,}14*X_4+0{,}65*X_5+0{,}29*X_6;$$

$$K= -125;$$

где P – эквивалентный информатор для диагностики рассматриваемого состояния; 1-6 – номера показателей симптомов в порядке ранжирования; a_i – постоянные коэффициенты дискриминантной функции; x_i – значения диагностических признаков исследуемого; K – константный показатель.

В результате решения уравнения исследователь получает числовое значение «P» в усл. ед., которое, по существу, является интегральным показателем функционального состояния (ИПФС).

После получения линейной формулы проведены расчеты на основной и контрольной группах с целью получения средних значений оценки функционального состояния пациентов. Был использован материал, полученный в результате трехмесячного наблюдения за пациентами обеих групп. Результаты клинико-психологических показателей, определяемых еженедельно, представлены в табл. 3 и табл. 4.

Диапазон значений ИПФС для больных основной группы находится в пределах от 149,9 усл. ед. до 199,5 усл. ед. Диапазон значений ИПФС для контрольной группы (здоровые лица) находится в пределах от 101,2 усл. ед. до 149 усл. ед. Анализ результатов наблюдения за пациентами основной группы выявил определенную тенденцию изменений показателей ИПФС в сторону его оптимального уровня, что позволяет использовать их для распознавания функционального состояния и уровня адаптации в конкретный период наблюдения. Результаты контрольной группы свидетельствуют о достаточно стабильном уровне функционального состояния здоровых лиц, что подтверждает оптимальный уровень параметров (эталон), к которому следует стремиться в результате лечения.

Диапазон значений ИПФС у пациентов основной и контрольной групп наглядно представлен на Рис. 1. Таким образом, диапазон значений ИПФС для больных ГБ колеблется в пределах 150–200 усл. ед. и указывает направление в сторону оптимального уровня функционального состояния (менее 150 усл. ед.).

Для определения индивидуального прогноза функционального состояния больного ГБ построены графики,

Табл. 3. Результаты клинико-психологических показателей больных основной группы в периоды еженедельного обследования в течение 3-х мес.

	1-ый месяц				2-ой месяц				3-ий месяц			
	1-ая нед	2-ая нед	3-ая нед	4-ая нед	1-ая нед	2-ая нед	3-ая нед	4-ая нед	1-ая нед	2-ая нед	3-ая нед	4-ая нед
X_1	36,5	35,7	34,6	33,2	32,0	31,8	30,5	29,3	28,4	27,9	27,1	26,5
X_2	264,8	251,1	244,2	239,5	235,8	232,2	234,3	218,1	203,5	182,3	174,2	168,6
X_3	91,2	90,0	89,1	88,6	87,8	86,9	86,2	85,7	85,0	84,1	83,4	82,3
X_4	26,6	26,9	27,2	27,6	28,0	28,3	28,7	29,1	29,5	29,8	30,2	30,5
X_5	81,4	81,5	80,0	77,6	76,1	75,7	74,2	74,8	75,3	75,9	76,7	77,5
X_6	75,6	74,7	73,8	72,9	72,0	71,1	70,2	69,3	68,4	67,5	66,6	65,8
P	199,5	193,1	187,9	182,8	178,1	175,2	171,6	167,0	162,2	156,6	153,3	149,9

Табл. 4. Результаты клинико-психологических показателей пациентов контрольной группы в периоды еженедельного обследования в течение 3-х мес.

	1-ый месяц				2-ой месяц				3-ий месяц			
	1-ая нед	2-ая нед	3-ая нед	4-ая нед	1-ая нед	2-ая нед	3-ая нед	4-ая нед	1-ая нед	2-ая нед	3-ая нед	4-ая нед
X_1	16,2	15,6	15,3	14,4	14,1	13,6	13,6	12,4	12,0	12,3	12,5	10,9
X_2	163,0	162,3	160,3	155,3	151,7	148,3	140,0	133,7	129,0	127,7	123,2	120,0
X_3	68,1	62,3	61,9	60,3	59,7	59,5	58,5	58,1	57,8	49,0	48,3	47,0
X_4	25,8	25,6	24,1	24,0	23,7	23,2	22,5	22,1	21,4	21,1	20,4	19,6
X_5	140,8	140,1	143,8	143,2	145,7	148,1	146,9	147,3	148,5	149,4	150,2	150,5
X_6	48,1	46,4	45,0	44,7	43,3	42,5	43,1	42,5	42,1	42,9	42,2	42,1
P	149,6	138,5	136,4	135,7	130,1	130,3	126,6	123,6	118,8	107,6	105,6	101,2

характеризующие изменения величины интегрального показателя (ИПФС) в динамике, по которым можно прогнозировать результаты лечения. Изменения данного показателя за период 3-х месячного наблюдения представлены в виде кривых на рис. 2.

Выявленная зависимость позволяет, сравнив величину ИПФС конкретного пациента с эталонным графиком, определить вероятностный прогноз и оценить уровень его состояния в конкретный период наблюдения.

Диагностическая информативность интегрального показателя дополнительно проверена на независимой контрольной группе из 20 больных ГБ, рандомизированной с основной группой по основным клиническим показателям. Были рассчитаны следующие характеристики: точность предложенной методики прогноза (82%), ее специфичность (89%), чувствительность (81%). Представленные данные свидетельствуют о том, что разработанная модель обладает высокой эффективностью. При этом интегральный показатель (ИПФС) ориентирован на предсказания функционального состояния больного ГБ.

Построенные графики, отражающие диапазон значений ИПФС и его динамику в зависимости от времени наблюдения, по существу в нашем исследовании являются номограммами, с помощью которых исследователь может оценить уровень ИПФС конкретного больного.

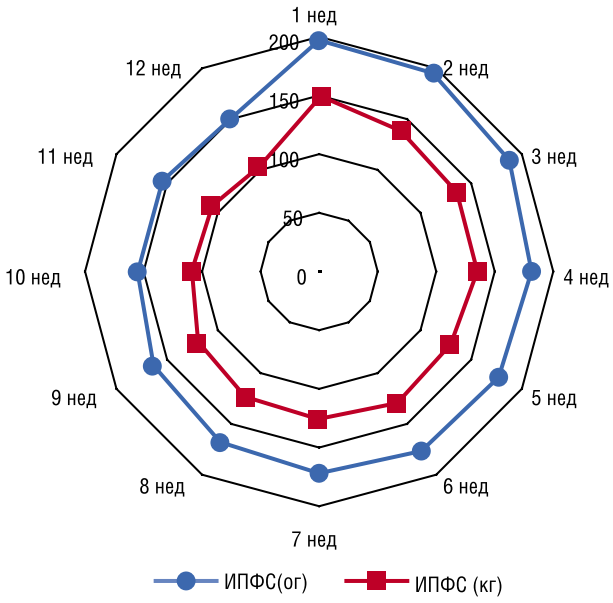

Рис. 1. Диапазон значений интегрального показателя функционального состояния (ИПФС) больных основной и контрольной групп

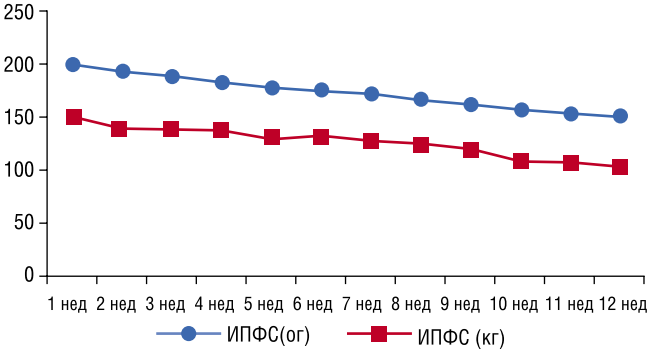

Рис. 2. Взаимосвязь интегрального показателя функционального состояния (Р) и времени наблюдения. По оси абсцисс – время в неделях. По оси ординат – значения интегрального показателя в усл. ед. 1 – кривая, характеризующая изменения интегрального показателя в основной группе в ходе лечения. 2 – кривая, характеризующая изменение интегрального показателя в контрольной группе в ходе наблюдения

Таким образом, разработанный метод математического анализа расширяет диапазон системного подхода к диагностике артериальной гипертонии и обеспечивает более высокий уровень результатов прогностических решений. Важным является возможность использования разработанного интегрального показателя в практической деятельности для индивидуальной оценки функционального состояния конкретного больного ГБ и дальнейшего прогноза его состояния.

Литература

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М., Медицина. – 1979. – С. 76–83.
2. Гельцер Б.И., Савченко С.В., Котельников В.Н. и др. Комплексная оценка вазомоторной функции сосудистого эндотелия у больных с артериальной гипертензией // Кардиология. – 2004.-№4. – С. 24–28.
3. Гогин Е.Е. Гипертоническая болезнь – основная причина, определяющая сердечно-сосудистую заболеваемость и смертность в нашей стране // Тер. арх. – 2003. – № 9. – С. 31–36.
4. Замотаев Ю.Н. Клинические и психофизиологические аспекты реабилитации больных после аортокоронарного шунтирования // Автореф. дисс…. д-ра мед. наук. – М., 2000. – 37 с.
5. Ким В. Н., Карпов Р.С., Кривулина Г.Б. и др. Доклиническая оценка нарушений сосудистой и вегетативной реактивности у молодых мужчин – студентов с факторами риска атеросклероза // Кардиология. – 2006. – №6. – С. 49–53.
6. Конина О.С., Суслова Е.А., Заикин Е.В. Популяционные исследования психосоциального стресса как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиология. – 1996. – №3. – С. 53–56.
7. Плавунов И.Ф., Багманова И.Х. Представление пациентов с артериальной гипертонией о болезни и ее последствиях // Вест.Росс. Университета дружбы народов. – М., Медицина. – 2004. – №1. – С. 38–41.
8. Русяк И.Г., Лещинский Л.А., Фархутдинов А.Ф. Математическая модель прогнозирования восстановления трудоспособности у больных инфарктом миокарда // Казан. Мед. журн. – 1999. – № 5. – С 6–10.
9. Хартман К. Планирование эксперимента и исследование технологических процессов. – М., 1977. – 238 с.