

*М.Ю. Бала, Б.Н. Воронков, Г.С. Дементьева, П.П. Сумец*  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ВЫЯВЛЕНИЯ И  
КОРРЕКЦИИ РАССТРОЙСТВ ГЕМОДИНАМИКИ У БОЛЬНЫХ  
ИНФАРКТОМ МИОКАРДА И СОПУТСТВУЮЩЕЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ  
ГИПЕРТЕНЗИЕЙ**

*ВГМА им. Н.Н.Бурденко*

**Резюме.** Математическое моделирование состояния и динамики параметров системного кровообращения у пациентов им предлагает один из вариантов решения целого класса задач диагностики и коррекции гемодинамики сдвигов. Исследование гемодинамики параметров у пациентов им и сопутствующей гипертонии позволило не только выявить основные части инфаркта миокарда для приложения лекарственных влияний, но и наметило круг необходимых препаратов и действий врачей, рекомендованных в данной ситуации .

**Ключевые слова:** математическое моделирование, гипертония, системное кровообращение.

**Актуальность.** Купирование тяжелых расстройств гемодинамики, развивающихся у больных инфарктом миокарда (ИМ), является одной из наиболее актуальных проблем современной кардиологии [1,2]. Наличие различных точек зрения на вопросы эффективности лечения при сочетании артериальной гипертонии (АГ) и нарушения функции левого желудочка сердца (ЛЖ) на фоне ИМ [3,4] требует дальнейших исследований в данном направлении. Цель нашего исследования заключалась в выявлении индивидуальных характеристик гемодинамики конкретного пациента для определения тактики медикаментозного воздействия и выбора лекарственных средств

**Материал и методы исследования.** Под наблюдением находились 150 больных ИМ в возрасте от 29 до 84 лет, имеющих в анамнезе артериальную гипертонзию. Контрольную группу составили 80 пациентов с хроническими формами ишемической болезни сердца без АГ. Всем больным, помимо общеклинического обследования, ультразвуковыми методами оценивались морфометрические характеристики миокарда, а также показатели центральной гемодинамики [5]. Моделирование производилось с помощью программы автоматизации принятия решения по выбору и оптимизации тактики лечения больных инфарктом миокарда “АПРОВИТ—ИМ”[6]. Программа реализована на IBM совместимых ПЭВМ в среде программирования Delphi и осуществляет моделирование четырёхрезервуарной гемодинамической системы человека, а также включает в себя экспертную систему по выбору тактики лечения.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В таблице приводятся основные параметры кровообращения, выявленные у больных с ИМ и АГ. Параметры АД, ВД, ЛАД, ЛВД, СИ характеризуют функции, а КЛ, КП, ОПС, ОЛС, ЭА, ЭВ, ЭЛА, ЭЛВ – свойства системы кровообращения. В столбце "Значение" представлены выборочные средние соответствующих показателей и выборочные среднеквадратические отклонения. Под отклонением в последнем столбце таблицы понимается оценка изменения показателя в сравнении со значением его в контрольной группе, причем, знак "минус" у отклонения соответствует уменьшению оцениваемой величины, а знак "плюс" — увеличению.

Анализ таблицы 1 показывает, что АД увеличено на 19%, то есть средние значения систолического и диастолического давлений составляют величины порядка 160/100 мм рт.ст. Существенно повышены легочное артериальное давление, давление заполнения ЛЖ, общее периферическое и общее легочное сопротивление, и, в то же время, резко (почти в три раза) упала насосная способность левого желудочка сердца. Выявлены также низкие значения эластичности сосудов большого и малого кругов кровообращения.

Наличие подобных показателей у конкретного пациента всегда соответствует высокому риску развития сердечной недостаточности.

**Таблица 1**

**Значения параметров кровообращения у больных ИМ и АГ**

Наименование	Размерность	Значение	Отклонение
АД	мм рт. ст.	126,7±9,2	1,19
ВД	мм рт. ст.	9,0±0,87	1,13
ЛАД	мм рт. ст.	35,0±1,52	1,80
ЛВД	мм рт. ст.	25,1±1,22	2,07
СИ	л•мин-1м-2	2,2±0,28	—1,33
КЛ	см3•с-1м-2•мм рт.ст.-1	1,47±0,21	—2,73
КП	см3•с-1м-2•мм рт.ст.-1	4,07±0,23	—1,47
ОПС	дин•с•м2•см-5	4280±127	1,60
ОЛС	дин•с•м2•см-5	363,6±12,1	1,75
ЭА	см3• мм рт.ст.-1• м-2	0,32±0,08	—2,10
ЭВ	см3• мм рт.ст.-1• м-2	54,80±3,12	—1,21
ЭЛА	см3• мм рт.ст.-1• м-2	0,86±0,09	—2,13
ЭЛВ	см3• мм рт.ст.-1• м-2	7,94±0,42	—1,22
ИУРЛЖ/ЛВД	л•м-2•мм рт.ст.-1	1,65±0,19	—2,4

Обозначения: АД – среднее артериальное давление; ВД – венозное давление; ЛАД – легочное артериальное давление; ЛВД – легочное венозное давление; СИ – сердечный индекс; КЛ и КП – насосные коэффициенты левого и правого желудочков сердца соответственно; ОПС и ОЛС – общие периферическое и легочное сопротивления соответственно; ЭА, ЭВ, ЭЛА, ЭЛВ – эластичности артериальных и венозных сосудов большого и малого кругов кровообращения; ИУРЛЖ – индекс ударной работы левого желудочка.

**Таблица 2**

**Результаты первичного моделирования нормальных свойств системы кровообращения у больных ИМ с АГ**

Функции Свойства	АД	ВД	ЛАД	ЛВД	СИ
	126,7	9,0	35,0	25,1	2,2
КПнорм=6,0	119,6	8,0	47,46	32,67	2,88
КЛнорм=4,0	119,7	11,27	25,53	11,41	2,75
ОПСнорм=2691	85,8	9,3	37,43	25,76	2,27
ОЛСнорм=267,2	97,6	9,3	31,70	25,80	2,28
ЭАнорм=0,67	92,84	8,86	35,66	24,54	2,16
ЭЛАнорм=1,84	92,57	8,84	35,55	24,47	2,16
ЭЛВнорм=9,7	90,27	8,62	34,67	23,86	2,10

ЭВнорм=67,3	84,2	8,04	32,34	22,26	1,96
-------------	------	------	-------	-------	------

Для адекватного выбора тактики лечебных мероприятий необходимо разграничить патологический и компенсаторный характер изменения определяемых параметров. Целесообразность подобного подхода определяется тем, что воздействие на компенсаторно изменённое свойство сердечно—сосудистой системы (ССС) закономерно усиливает имеющиеся патологические изменения. В таблице 2 приведены результаты модельного изменения свойств и новые значения функций кровообращения, полученные в результате расчетов.


Значения функций кровообращения в контрольной группе составляли: АДнорм=106,1; ВДнорм=8,0; ЛАДнорм=19,5; ЛВДнорм=12,1; СИнорм=2,9.

Как следует из таблицы 2, попытки нормализации каждого параметра в отдельности не обеспечивают желаемого эффекта. Например, изолированное воздействие на такие свойства, как КП, ОПС, ОЛС, ЭА, ЭВ, ЭЛА, ЭЛВ, приводит к малозаметным колебаниям наиболее отклонившихся от нормы функций — ЛАД и ЛВД. Нормализация КЛ приводит к снижению АД до 119,7 мм рт.ст., но при этом завышенными становятся значения ВД и ЛАД, а риск развития отека легких остается высоким. Таким образом, проведенный анализ модельных значений показывает преимущественно компенсаторный характер изменения большинства свойств ССС. Возникает необходимость воздействия на два показателя. Для этого удобно использовать таблицу 3, в которой приведены коэффициенты регулирования статической четырехрезервуарной математической модели ССС, рассчитанные для данной группы больных [7]. Под коэффициентом регулирования понимается отношение прироста значения функции ССС к величине изменения свойства на (+50%) и (—50%) от нормы.

**Таблица 3**

***Коэффициенты регулирования***

	КП	КЛ	ЭА	ОПС	ЭВ	ЭЛА	ОЛС	ЭЛВ
СИ	2,11	1,42	—1,05	—1,05	—1,96	—1,04	—1,01	—1,3
АД	1,92	1,42	—1,05	2,6	—1,96	—1,04	—1,01	—1,3
ВД	—1,42	1,42	—1,05	—1,05	—1,96	—1,04	—1,01	—1,3
ЛАД	2,11	—1,58	—1,05	—1,05	—1,96	—1,04	1,71	—1,3
ЛВД	2,11	—2,11	—1,05	—1,05	—1,96	—1,04	—1,01	—1,3

В качестве основы целесообразно избрать параметр КЛ, нормализация которого влечёт за собой улучшение наиболее отклонившихся функций — ЛАД и ЛВД. Далее необходимо воздействовать на то свойство, которое оказывает влияние на понижение АД и при этом не затрагивает остальные функции кровообращения. Из таблицы 3 видно, что в наибольшей степени на эту роль подходит ОПС, нормализация которого должна значительно уменьшить АД и незначительно увеличить значения остальных функций. В результате последовательной нормализации КЛ и ОПС получаем: АД=104,9 мм рт.ст., ВД=11,4 мм рт.ст., ЛАД=25,8 мм рт.ст., ЛВД=11,5 мм рт.ст., СИ=2,8 . При этом выявляется и значительное (в 2,2 раза) увеличение отношения ИУРЛЖ/ЛВД (1,65 и 3,62, соответственно). Данные параметры функционирования ССС лишь незначительно отличаются от аналогичных значений в контрольной группе.

Использование экспертной системы программы “АПРОВиТ—ИМ” даёт ещё один вариант лечения, при котором необходимо нормализовать КЛ, ОПС и ЭВ. При этом получаем: АД=80,3 мм рт.ст., ВД=8,7 мм рт.ст., ЛАД=19,7 мм рт.ст., ЛВД=8,8 мм рт.ст., СИ=2,2 л•мин-1м-2. Сравнивая эти результаты с полученными ранее при нормализации КЛ и ОПС видим, что в первом случае наиболее близки к норме АД, ЛВД и СИ, а во

втором случае это ВД и ЛАД. Исходя из этих результатов и своего опыта, врач может сделать вывод о необходимости применения одной из предлагаемых тактик лечения.

**Выводы.** Математическое моделирование состояния и динамики параметров системы кровообращения у больных ИМ предлагает один из вариантов решения целого класса задач диагностики и коррекции гемодинамических сдвигов. Исследование гемодинамических параметров у больных ИМ и сопутствующей артериальной гипертензией дало возможность не только выявить основные звенья ССС для приложения лекарственных воздействий, но и очертило круг необходимых препаратов и действий врача, рекомендуемых в данной ситуации.

**Литература.**

1. Международное руководство по инфаркту миокарда/Под общей ред. В. Рональда Ф.Кэмпбелла; пер. с англ. Руда В.М.— М.: Информполиграф, 1997.— 87с.
2. Бала М.Ю. Моделирование, прогнозирование и рациональный выбор тактики лечения сердечной декомпенсации у больных инфарктом миокарда/Дис. д.м.н.— Воронеж: ВГМА, 1998.— 315с.
3. Nichols MG. Hypertension, hypertrophy, heart failure//Heart, 1996; 76 (suppl 3):92 – 97.
4. Levy D., Larson MG., Vasan RS. The progression from hypertension to congestive heart failure// JAMA, 1996; 275: 1557 – 1562.
5. Isobe M., Yasaki Y., Takaku F. Prediction of pulmonary arterial pressure in adults by Pulsed Doppler echocardiography// Am. J. Cardiol.— 1986, vol. 1:57, №4.— p. 316 – 321.
6. Бала М.Ю., Воронков Б.Н., Деметьева Г.С. Программа АПРОВИТ—ИМ в задаче выявления расстройств гемодинамики у больных инфарктом миокарда и сопутствующей артериальной гипертензией//Математическое моделирование и компьютерные технологии; Тезисы докладов 2—го Всероссийского симпозиума.— Кисловодск: КИЭП, 1998.— с.76.
7. Воронков Б.Н., Сумец П.П. Анализ коэффициентов чувствительности и регулирования в задаче коррекции гемодинамических сдвигов//Прогрессивные технологии в медицине; Матер. 2—ой Международной НПК.— Пенза: ПГИУВ, СП “МТ—центр”, 1999.— с.78—80.

**Abstract**

**Bala M.Y., Voroncov B.N., Dementeva G.S., Zymez P.P.**

**AUTOMATION OF ACCEPTANCE OF THE DECISIONS IN A TASK OF REVEALING AND CORRECTION OF FRUSTRATION GEMODINAMIC IENTS MYOCARDIAL INFARCTION AND ACCOMPANYING HYPERTENSION**

The mathematical modeling of a condition and dynamics of parameters of system circulation at the patients by it offers one of variants of the decision of the whole class of tasks of diagnostics and correction gemodinamic of shifts. The research gemodinamic of parameters at the patients by it and accompanying hypertension has enabled not only to reveal the basic parts myocardial infarction for the appendix of medicinal influences, but also has outlined a circle of necessary preparations and actions of the doctors recommended in the given situation.