

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/vol9-3.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/104TVN317.pdf>

Статья опубликована 01.08.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Хамидова Р.Р. Применение биотехнической системы для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания больным атеросклерозом // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/104TVN317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 004.891.3

Хамидова Равзанат Расулбеговна

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», Россия, Махачкала¹

Аспирант

E-mail: vip.blume@mail.ru

Применение биотехнической системы для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания больным атеросклерозом

Аннотация. В статье проанализированы известные на сегодняшний день методики прогнозирования заболеваний сердца и сосудов, выявлены присущие им достоинства и недостатки. Определена целесообразность применения современных информационных технологий для оптимизации информационных потоков, имеющих место в медицинской практике. Предлагается использование разработанной автором биотехнической системы для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания больным атеросклерозом. Разработка биотехнической системы основывалась на методах теории биотехнических систем медицинского назначения, теории нечеткой логики принятий решений, поэтапного моделирования, а также принципах теории динамического программирования. Для информационного обеспечения биотехнической системы автором определены входные информативные признаки, которые позволяют провести наиболее полную диагностику больных атеросклерозом. Одним из ключевых элементов разработанной биотехнической системы является управляющий функциональный блок интеллектуальной поддержки, который представляет собой нечеткую нейросетевую модель, позволяющую адекватно классифицировать применяемые в прогностических системах информативные признаки. В статье приведены результаты сравнения экспериментальных исследований неблагоприятного прогнозирования атеросклероза на основе стандартной методики и с помощью разработанной автором биотехнической системы. Приведенные данные позволяют прийти к выводу, что результаты контрольных испытаний приемлемы для применения в медицинской практике.

Ключевые слова: информационные технологии; биотехнические системы для интеллектуальной поддержки; нечеткая логика; атеросклеротическое заболевание; информативные признаки; лечебное питание; риск возникновения заболеваний сердца и сосудов

¹ 367015, Республика Дагестан, город Махачкала, проспект Имама Шамиля 70

Введение

Известно, что атеросклеротическое поражение сосудов в совокупности с такими факторами риска как артериальная гипертензия, сахарный диабет, нерациональное питание, курение и др., может способствовать возникновению наиболее опасных заболеваний сердца и сосудов (инфаркт, инсульт и т. д.). Поэтому разработка алгоритмов ранней диагностики и последующей адекватной терапевтической коррекции атеросклероза, которая позволяет снизить высокий уровень смертности от болезней системы кровообращения, является одной из наиболее актуальных задач в современной медицинской практике.

В настоящее время в мировой практике известны специальные методики для определения риска возникновения тяжелых осложнений сердечно-сосудистых заболеваний: шкала SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation), Фрамингемская шкала (Framingham Risk Score), шкала риска Рейнольдса (Reynolds Risk Score), шкала риска QRISK (Cardiovascular Risk) и др. [9, 10]. Применение перечисленных методик имеет некоторые ограничения, которые связаны с тем, что они описывают суммарный риск только применительно к лицам без клинических признаков атеросклеротического поражения сосудов, на основе ограниченного набора факторов (пол, возраст, курение, уровни общего холестерина и систолического артериального давления) [5]. Данные ограничения не позволяют учесть многообразие факторов риска для составления индивидуального прогноза и затрудняют формирование эффективных профилактических и лечебных мероприятий, в том числе формирование комплекса лечебного питания, необходимого для реабилитации больного атеросклерозом [4]. Поэтому возникает необходимость поиска новых методов, которые позволят адекватно определить риск заболеваний сердца и сосудов. Одним из таких способов является применение современных информационных технологий, а именно систем интеллектуальной поддержки, для оптимизации информационных потоков, имеющих место в медицинском технологическом процессе.

Процесс разработки систем интеллектуальной поддержки имеет свои ограничения, которые связаны в первую очередь с тем, что наибольший объем получаемой диагностической информации представляет собой субъективные оценки врача. Также следует учитывать ограничения, которые могут возникнуть при классификации применяемых в прогностических системах информативных признаков, полученных посредством инструментальных и лабораторных методов, так как они обладают свойством нечетких величин.

Для решения указанных проблем в настоящей статье предлагается разработка и применение математической модели экспертной биотехнической системы (БТС) для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания пациентам с атеросклерозом.

Предлагаемые методы и подходы

При разработке математической модели БТС, с целью определения требований к построению технических средств и алгоритмов их функционирования, использовались методы системного анализа, теории биотехнических систем медицинского назначения, теории искусственного интеллекта, теории нечеткой логики принятий решений, поэтапного моделирования, а также принципы теории динамического программирования, предложенные Р. Беллманом [2, 6].

Исходя из выше изложенного, целью создаваемой модели БТС является обеспечение интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебно-профилактических мероприятий для больных атеросклерозом, учитывая степень осложнения данного заболевания и степень нарушения питания у пациентов.

Для реализации основных этапов сбора и анализа диагностической информации об атеросклеротическом заболевании, автором был разработан комплекс методик нечеткого прогнозирования степени тяжести атеросклероза, который положен в основу синтезируемой математической модели БТС. Описание одной из методик приведено в работе [8].

В [7] представлена обобщенная структурная схема БТС интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания для больных атеросклерозом. При разработке структурной схемы БТС, согласно методу поэтапного моделирования, был выбран наиболее простой и наглядный уровень детализации БТС, а также был соблюден основной принцип сопряжения технических и биологических элементов в единой функциональной системе целенаправленного поведения.

Для информационного обеспечения математической модели БТС было определено пространство входных информативных признаков, которое необходимо для проведения первичной профилактики и последующего анализа результативности профилактических мероприятий. Входные информативные признаки могут быть представлены в двух формах: количественной и качественной. Проанализировав различные категории информативных признаков, в таблице 1 представлена информация о характеристиках исходных информативных признаках для разработанной модели БТС.

Таблица 1

Входные информативные признаки для диагностики синдромов атеросклероза и степени нарушения питания (составлено автором)

№	Наименование признака	Тип признака
1	Возраст	Количественный
2	Курение	Качественный
3	Коэффициент атерогенности	Количественный
4	Сахарный диабет 1 типа	Качественный
5	Сахарный диабет 2 типа	Качественный
6	Систолическое артериальное давление	Количественный
7	Диастолическое артериальное давление	Количественный
8	Частота сердечных сокращений	Количественный
9	Ударный объем сердца	Количественный
10	Минутный объем крови	Количественный
11	Окружность талии	Количественный
12	Индекс массы тела	Количественный
13	Альбумин	Количественный
14	Трансферрин	Количественный
15	Мозговой инсульт	Качественный
16	Инфаркт миокарда	Качественный
17	Стенокардия	Качественный
18	Почечная недостаточность	Качественный
19	Холестаз	Качественный
20	Гипотиреоз	Качественный

Определение зависимости между входными информативными признаками для выявления целевых информативных признаков согласно методике группирования входных информативных признаков, которая входит в разработанный автором комплекс методик нечеткого прогнозирования степени тяжести атеросклероза, позволяет рассмотреть совокупное влияние группы входных информативных признаков на наличие патологических процессов,

способствующих развитию атеросклероза. Методика группирования входных информативных признаков, включает в себя следующие основные этапы:

1. Среди всего множества информативных признаков $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N\}$, описывающих объект, выбираются целевые информативные признаки $X_{ц} = \{x_{ц1}, x_{ц2}, \dots, x_{цj}, \dots, x_{цm}\} \subset X$, $m < N$, где все $x_{цj}$, $j = 1 \dots m$ принимают конечное дискретное множество значений (состояний организма).
2. Для каждого из целевых признаков $X_{цj}$ выбирается множество независимых входных признаков $X_j^{вх} \subset X$, т. е. множество признаков, которые оказывают значительное влияние на целевой ($X_{цj} \notin X_j^{вх}$):
 - 2.1. рассчитываются степени взаимосвязи $|r_{ij}| \in [0,1]$ между всеми признаками x_i и $x_{цj}$, используя метод корреляционного анализа (смотрите табл. 2);
 - 2.2. формируется таблица связанности признаков и передается в систему для анализа (смотрите табл. 3);

Таблица 2

Числовое значение степени взаимосвязи (составлено автором)

Числовое значение степени взаимосвязи
$r_{kj} = 0$
$0 < r_{ij} < 0,2$
$0,2 < r_{ij} < 0,3$
$0,3 < r_{ij} < 0,5$
$0,5 < r_{ij} < 0,7$
$0,7 < r_{ij} < 1$

Таблица 3

Таблица связанности признаков (составлено автором)

Входные информативные признаки X	Целевые информативные признаки X _ц			
	X _{ц1}	X _{ц2}	...	X _{цm}
X ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1m}
X ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2m}
...
X _N	a _{N1}	a _{N2}	...	a _{Nm}

- 2.3. анализируя данные таблиц, в зависимости от важности (неважности), эксперт усиливает (исключает) значения связи входных информативных признаков;
- 2.4. для каждого целевого признака формируется множество связанных с ним входных признаков.
3. Формируется множество групп информативных признаков «входы – выход»:

$$G = \{G_1, G_2, \dots, G_j, \dots, G_m\}, G_j = \{X_j^{вх}, x_{цj}\}, j = 1 \dots m.$$
4. Определение взаимосвязи между двумя группами признаков G_j и G_i , $j = 1 \dots m$, $i = 1 \dots m, j \neq i$, производится по следующему правилу:

Если $X_{цj} \in X_i^{вх}$, то существует связь между G_j и G_i .

На основе информации из таблицы исходных данных формируется множество состояний объекта и соответствующие им целевые информативные признаки. Определенное

множество входных признаков для каждого из целевого признака позволяет сформировать искомые группы признаков. Таким образом, структура взаимосвязей зависит от числа исходных признаков организма, их связанности и в общем случае может быть более сложной.

Используя сформированное пространство информативных признаков, была разработана функциональная схема БТС для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания больным атеросклерозом (БТСИП-НЛП), которая показана на рисунке 1.

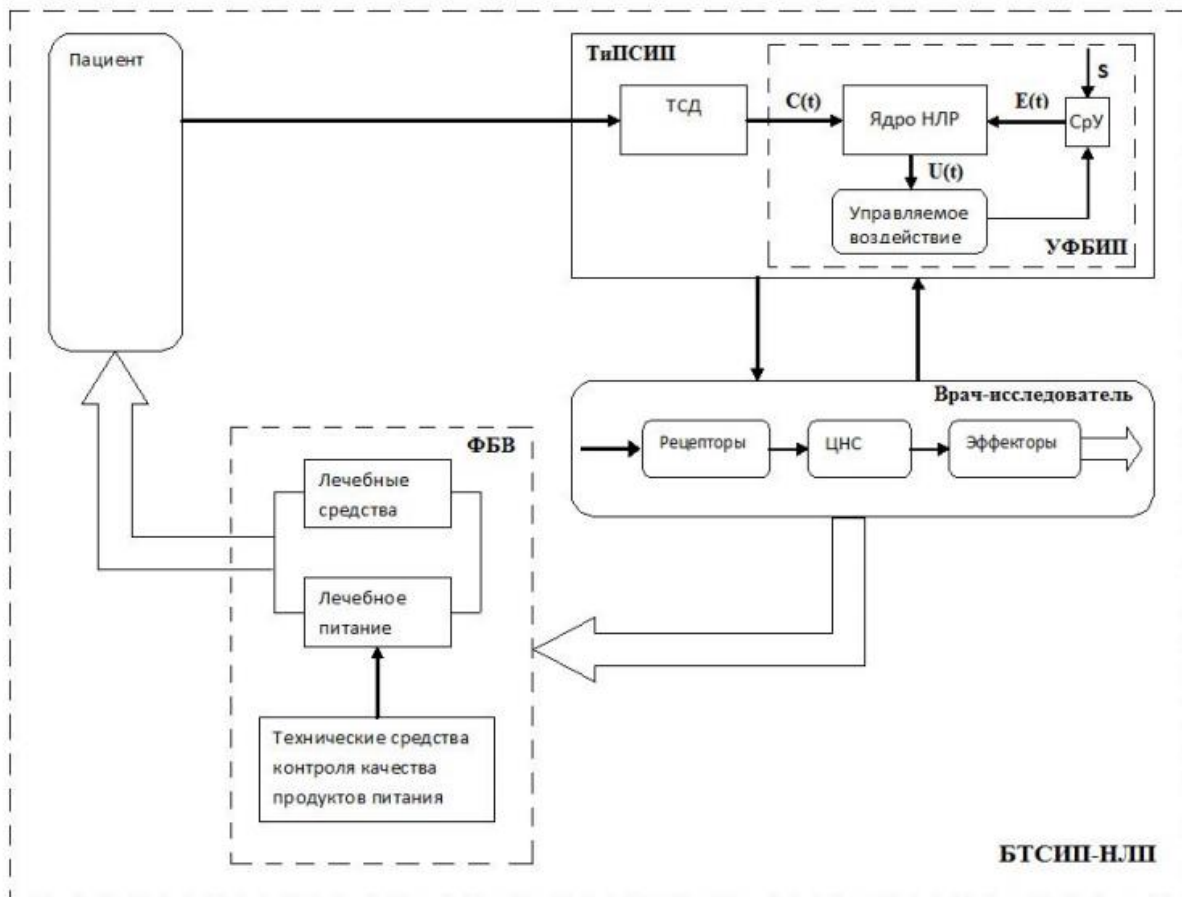


Рисунок 1. Функциональная схема биотехнической системы для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания больным атеросклерозом: где ТиПСИП – технические и программные средства интеллектуальной поддержки; ТСД – технические средства диагностики; УФБИП – управляющий функциональный блок интеллектуальной поддержки; ядро НЛР – ядро нечеткого логического регулирования; СрУ – сравнивающее устройство; ФБВ – функциональный блок воздействий (разработано автором)

Каждый блок разработанной БТС представляет собой сложную систему, состоящую из различных элементов. Биологическая часть биотехнической системы включает себя обследуемого пациента и врача-исследователя, который представлен кибернетическим блоком «рецепторы – ЦНС (центральная нервная система) – эффекторы». Функциональный блок воздействий (ФБВ) формирует воздействия, необходимые для выздоровления пациента и включает в себя комплексное применение лечебных средств и лечебного питания для атеросклеротического больного. Техническая часть разработанной БТС представлена техническими и программными средствами интеллектуальной поддержки (ТиПСИП), которые решают сложную задачу индивидуального выбора лечебных средств и лечебного питания для каждого пациента с помощью последовательных мероприятий, в основе которых лежит многошаговый процесс лечения [1]. Блок ТиПСИП содержит технические средства

диагностики (ТСД) для снятия медико-биологической информации (информативных признаков) с пациента, которая необходима для того чтобы судить о его состоянии, и управляющий функциональный блок интеллектуальной поддержки (УФБИП).

УФБИП представляет собой нечеткую нейросетевую модель, построенную на основе разработанного комплекса методик для нечеткого прогнозирования степени тяжести атеросклероза. УФБИП, который состоит из ядра нечеткого логического регулирования (ядро НЛР) и сравнивающего устройства (СрУ), позволяет на основе лингвистической информации управлять сложными процессами лечения. Ядро НЛР содержит набор решающих правил для прогнозирования степени осложнения атеросклероза и определения степени нарушения питания. Сравнивающее устройство осуществляет подачу корректирующих команд на ядро НЛР, которые обеспечивают целесообразное поведение УФБИП и позволяют ему самообучаться. Работа УФБИП и определение управляющих воздействий состоит из следующих этапов:

- получение отклика ($C(t)=E(t) - E(t-1)$) и формирование пространства информативных признаков;
- преобразование значений отклонения ($E(t)$ – отклонение от устанавливаемого желаемого выходного значения процесса S) и информативных признаков к нечеткому виду;
- оценки входных параметров, используя сформулированные продукционные правила и результирующее правило вывода;
- определение значения детерминированного выхода, который необходим для управления процессом ($U(t)$ – управление, формируемое УФБИП).

Описание работы БТС

В основе работы данной функциональной схемы положены принципы теории динамического программирования. Вся медико-биологическая информация о процессах, протекающих в организме человека, поступает в блок технической части БТС. Техническая и биологическая части БТС связаны между собой связью, позволяющей взаимно влиять друг на друга. Биологическая часть БТС включает в свой состав оператора (в данном случае врача-исследователя), который на основе информации, поступающей из технической части БТС, назначает пациенту первое дозированное лечебное воздействие стандартными препаратами и диетами. Спустя определенное время от организма получают ответную информацию, которая автоматически сопоставляется с исходными данными. Исходя из «ответной информации» организма предлагается определенная доза того же (или другого) препарата и применяется та или иная диета. Так будет происходить до тех пор, пока результирующий эффект не окажется положительным. Пример работы разработанной БТС для интеллектуальной поддержки показан на рисунке 2.

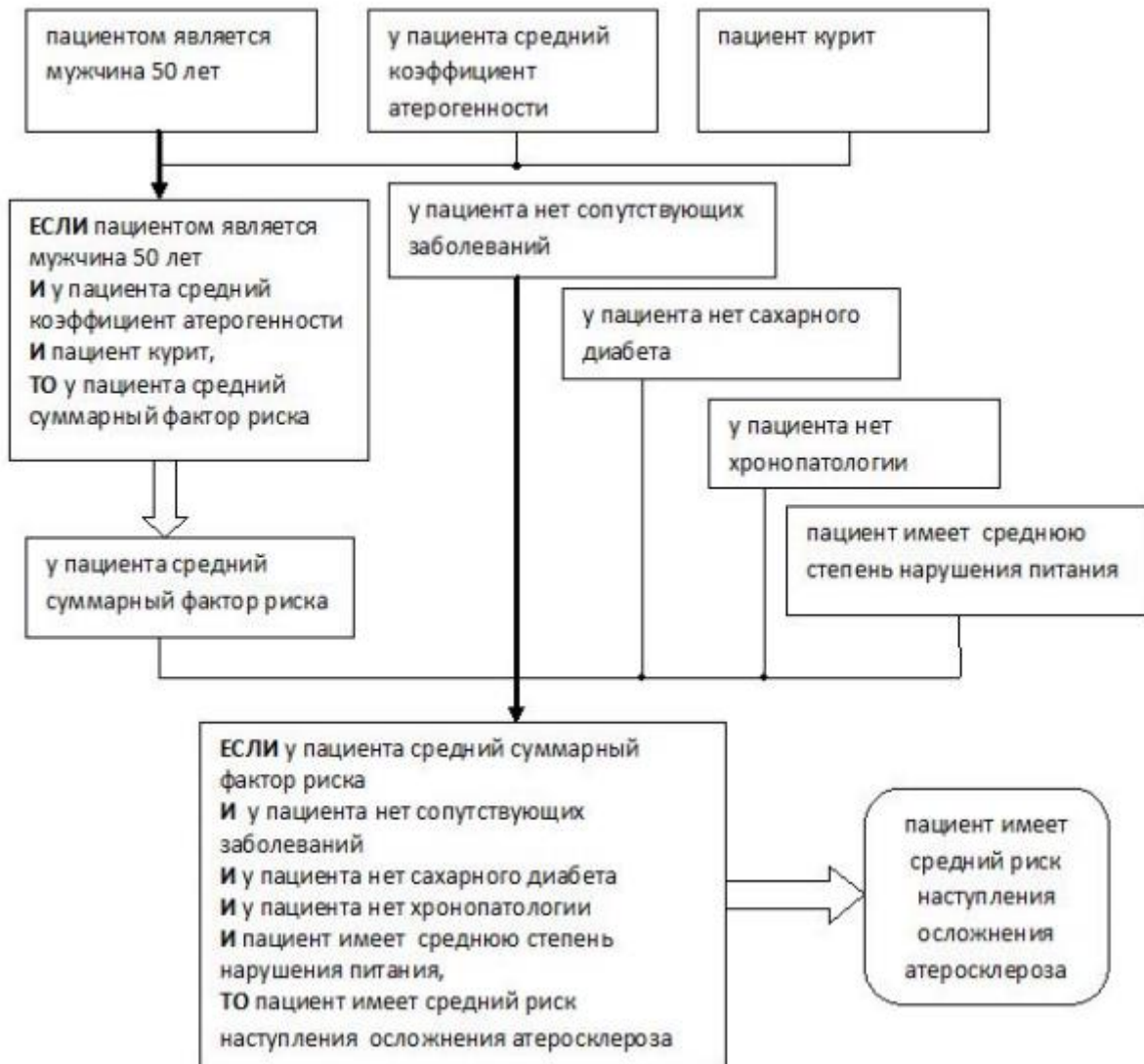


Рисунок 2. Пример работы разработанной БТС для интеллектуальной поддержки (разработано автором)

Вычисленный риск позволяет врачу индивидуально назначить комплексную терапию, которая включает в себя как воздействие лекарствами (медикаментозная терапия), так и назначение индивидуально подобранной диеты (диетотерапия). Правильность назначенного лечебного питания должна контролироваться. Для этого обычно определяют адекватность проводимых диет (состав продуктов и блюд, способ приготовления, набор химических элементов в составе и энергетическая ценность) соответствующим показателям стандартных диет (смотрите табл. 4), внедренным в лечебно-профилактические учреждения на основании Приказа Минздрава РФ от 5 августа 2003 г. N 330 (с изменениями и дополнениями от 24 ноября 2016 г.).

Таблица 4

Система стандартных диет (составлено автором)

Стандартные диеты		Общая характеристика	Номерные диеты (№ 1-15)
Диета №1	Основная	Базисная диета с физиологическим содержанием белков, жиров, углеводов	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15
Диета №2	Щадящая	Вариант диеты с механическим, химическим и термическим щажением	1в, 4в, 4в, 5п (I вариант)
Диета №3	Высокобелковая	Вариант диеты с повышенным количеством белка	4э, 4аг, 5п (II вариант)
Диета №4	Низкобелковая	Вариант диеты с пониженным количеством белка	7в, 7а
Диета №5	Низкокалорийная	Вариант диеты с пониженной калорийностью	8, 8а, 8о, 9а, 10с

Объем и состав назначаемых стандартных диет предполагает адаптацию диетотерапии к особенностям заболевания и учитывает: клинические особенности течения заболевания; характер и тяжесть нарушений метаболизма; неправильное усваивание пищи. При атеросклеротической болезни наибольшее применение нашли стандартные диеты №1, №2 и №5, каждая из которых соответствует определенной тяжести риска.

На рисунке 3 представлен алгоритм выбора медикаментозной терапии и диетотерапии при лечении атеросклеротической болезни в зависимости от риска осложнения атеросклероза при первом и последующих поступлениях в больницу. Если после первичного обследования пациента, показатель риска развития неблагоприятных последствий имеет высокое значение (выше пороговой величины), для проведения лечебно-профилактических мероприятий используется комбинация двух препаратов в низких дозах и стандартная диета №2 или №5. Если показатель риска имеет невысокое значение, то применяется низкодозовая монотерапия и стандартная диета №1.

Если после повторного обследования, показатель риска атеросклеротических осложнений уменьшился (разница показателей риска до и после проведения лечебно-профилактических процедур выше порогового значения), то рекомендуется сохранить или снизить дозу назначенного препарата и оставить выбранную диетотерапию.

Если значение показателя риска все еще имеет высокое значение (разница показателей не выше порогового уровня), выбор дальнейших лечебно-профилактических процедур осуществляется исходя из изменений степени нарушения питания.

Если СНП (степень нарушения питания) уменьшилось на величину, которая больше порогового значения, то продолжают проводить выбранные медикаментозную терапию (увеличивая дозу) и диетотерапию.

Если же снижение СНП не наблюдается (или оно недостаточно), то предлагается другой вариант комбинации используемых препаратов и изменить выбранную диетотерапию.

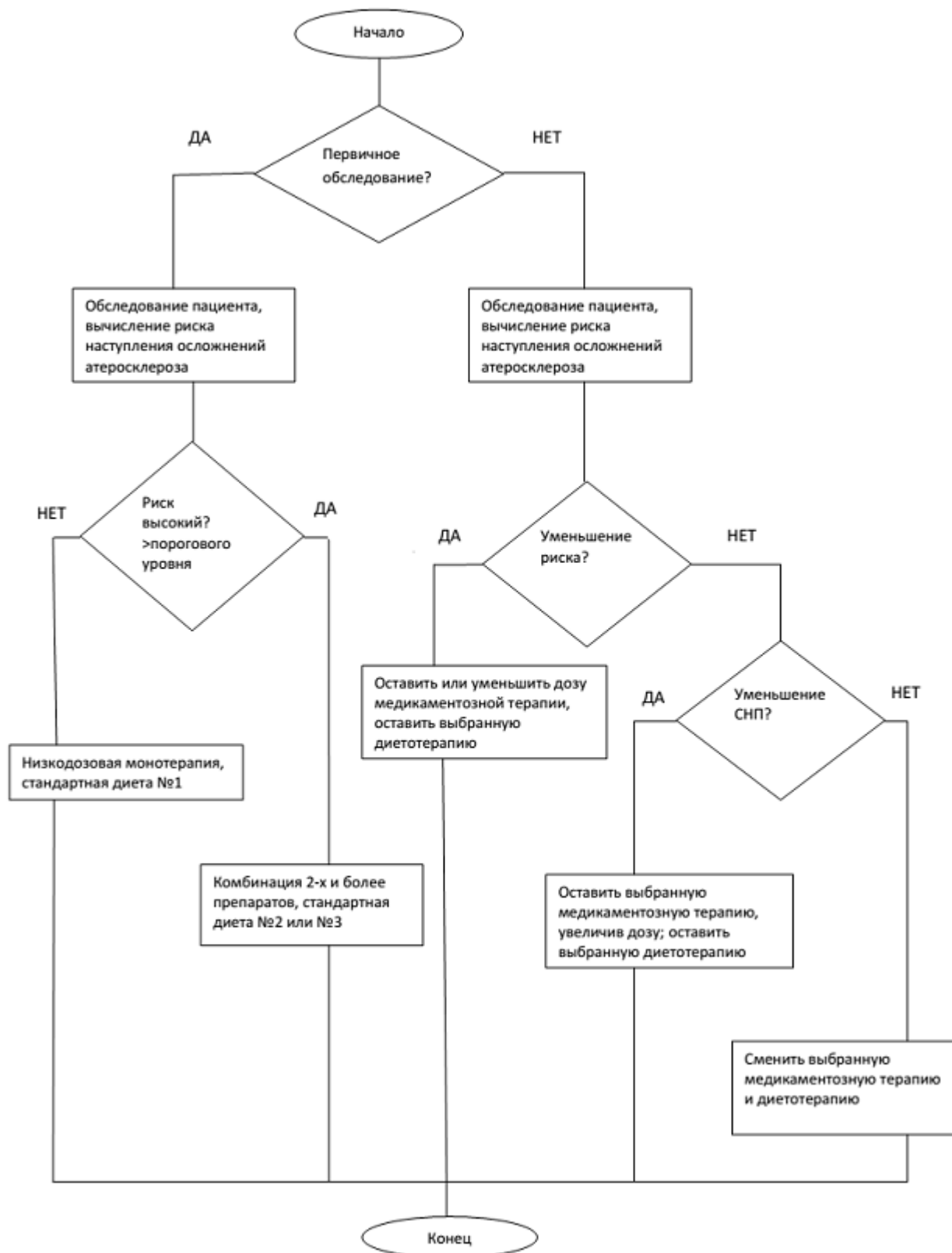


Рисунок 3. Алгоритм выбора медикаментозной терапии и диетотерапии (разработано автором)

Таким образом, биотехническая система для интеллектуальной поддержки процесса назначения лечебного питания больным атеросклерозом определяет степень осложнения атеросклероза и степень нарушения питания пациента на основе поступающих в систему

данных извне. Разработанная биотехническая система составляет комплекс лечебных мер для воздействия на пациента, позволяет решить как организационные, так научно-методические вопросы, возникающие в больнице. Лечебное питание, составленное на основе индивидуальных особенностей человека и с помощью БТС, включает в себя применение в лечебных, а также в профилактических целях специально поставленных рационов питания и режима приема пищи.

Результаты применения предложенной технологии

Апробация разработанной технологии прогнозирования атеросклероза и определения степени нарушения питания была произведена на базе кардиологических отделений лечебно-профилактических учреждений города Кизилюрт. В качестве участников экспериментальных исследований была создана репрезентативная контрольная выборка из 60 пациентов (мужчины в возрасте от 40 до 70 лет; женщины, находящиеся в возрастной группе от 45 до 75 лет), с установленным заранее диагнозом «атеросклеротическое поражение сосудов», определенным в результате планового обследования. В исследование не включали пациентов с неустановленным заболеванием и в состоянии обострения (нестабильности) заболевания.

На основе вычисленных значений степени взаимосвязи между входными информативными признаками и патологическими процессами было сформировано пространство информативных признаков для определения степени осложнения атеросклероза. Пространство информативных признаков разделено на следующие группы: частные факторы риска (возраст пациента, курение и коэффициент атерогенности), хронопатология, наличие сопутствующих заболеваний и артериальной гипертензии, сахарный диабет, степень нарушения питания, каждая из которых представляет собой целевой информативный признак. В таблице 5 приведены результаты анализа взаимосвязи информативных признаков, определенные с помощью приведенной выше методики группирования входных информативных признаков.

Таблица 5

Результаты анализа взаимосвязи входных информативных признаков и патологических процессов, способствующих развитию атеросклероза (составлено автором)

Входные информативные признаки		Целевые информативные признаки				
		Сахарный диабет	Артериальная гипертензия	Сопутствующие заболевания	Хронопатология	Степень нарушения питания
Возраст	БЖ	0,12	0,25	0,16	0,13	0,16
	БМ	0,16	0,30	0,18	0,15	0,18
Коэффициент атерогенности	БЖ	0,15	0,32	0,24	0,11	0,13
	БМ	0,17	0,35	0,25	0,12	0,15
Курение	БЖ	0,20	0,30	0,31	0,12	0,18
	БМ	0,25	0,34	0,33	0,15	0,19

Здесь БЖ – больные женщины, БМ – больные мужчины

Из таблицы видно, что рассматриваемые признаки имеют разные значения степени взаимосвязи. Признаки, обладающие наибольшей положительной связью, наиболее информативны в процессе диагностики и исследуются у пациента в первую очередь. Вероятность возникновения каждого из патологических процессов зависит от возраста и имеет положительную степень взаимосвязи, как у мужчин, так и у женщин.

Прослеживается умеренная степень взаимосвязи между коэффициентом атерогенности и артериальной гипертензией, а также слабая связь со степенью нарушения питания. Влияние коэффициента атерогенности на наличие сопутствующих заболеваний можно оценить как слабое, в то время как на наличие сахарного диабета и хронопатологии данный коэффициент влияет еще слабее.

Влияние курения можно расценивать как умеренное на факт развития артериальной гипертензии и сопутствующих заболеваний, и слабое на факт развития других патологических процессов.

Проверка качества работы разработанной технологии осуществлялась по показательным контрольным выборкам, на основе которых рассчитывались такие параметры качества прогнозирования, как положительная прогностическая значимость (ППЗ) и отрицательная прогностическая значимость (ОПЗ) результатов наблюдений, диагностическая чувствительность (ДЧ), специфичность (ДС) и эффективность (ДЭ). Результаты исследования на контрольной выборке приведены в таблице 6.

Таблица 6

Результаты экспериментальных исследований неблагоприятного прогнозирования атеросклероза по разработанной технологии (составлено автором)

Обследуемые	Результаты исследований		Всего
	Положительные	Отрицательные	
Очень высокий риск	26	1	27
Не очень высокий риск	1	22	23
Высокий риск	19	2	21
Не высокий риск	2	37	39
Средний риск	11	1	12
Не средний риск	1	47	48

Для оценки качества работы разработанной БТС на созданной выборке обследуемых пациентов, также рассматривалось качество работы методики SCORE, которая является стандартным методом оценки риска наступления осложнений заболеваний сердца и сосудов. Сравнение производили по данным групп очень высокого, высокого и среднего риска. Результаты экспериментальных исследований неблагоприятного прогнозирования атеросклероза по методике SCORE приведены в таблице 7. Сравнение показателей качества работы по разработанной технологии и по методике SCORE приведено в таблице 8.

Таблица 7

Результаты экспериментальных исследований неблагоприятного прогнозирования атеросклероза по методике SCORE (составлено автором)

Обследуемые	Результаты исследований		Всего
	Положительные	Отрицательные	
Очень высокий риск	23	4	27
Не очень высокий риск	2	21	23
Высокий риск	18	3	21
Не высокий риск	5	33	39
Средний риск	10	2	12
Не средний риск	2	46	48

Таблица 8

Сравнение показателей качества работы по разработанной технологии и по методике SCORE (составлено автором)

Используемая модель оценки	Показатели качества работы по разработанной технологии (*) и по методике SCORE									
	ДЧ		ДС		ППЗ		ОПЗ		ДЭ	
	*	SCORE	*	SCORE	*	SCORE	*	SCORE	*	SCORE
Группа очень высокого риска	0,96	0,85	0,96	0,91	0,96	0,92	0,96	0,84	0,96	0,88
Группа высокого риска	0,91	0,86	0,95	0,85	0,91	0,78	0,95	0,92	0,93	0,86
Группа среднего риска	0,92	0,83	0,98	0,96	0,92	0,83	0,98	0,96	0,95	0,90

Согласно алгоритму терапии при исследовании группы пациентов (27 человек) с очень высоким риском наступления осложнений атеросклеротической болезни мы получили следующие результаты назначения стандартных диет: 26 пациентам была назначена низкокалорийная диета (Диета №5), 1 пациенту была назначена щадящая диета (Диета №2).

При исследовании группы пациентов (21 человек) с высоким риском наступления осложнений атеросклеротической болезни мы получили следующие результаты назначения стандартных диет: 13 пациентам была назначена щадящая диета (Диета №2), 2 пациентам была назначена основная диета (Диета №1) и 6 пациентам была назначена низкокалорийная диета (Диета №5).

При исследовании группы пациентов (12 человек) со средним риском наступления осложнений атеросклеротической болезни мы получили следующие результаты назначения стандартных диет: 12 пациентам была назначена основная диета (Диета №1). Результаты назначения стандартных диет приведены в таблице 9.

Таблица 9

Результаты назначения стандартных диет (составлено автором)

Стандартные диеты	Риски атеросклеротических осложнений			Всего
	Средний риск n=12	Высокий риск n=21	Очень высокий риск n=27	
Основная (Диета №1)	12	2	0	14
Щадящая (Диета №2)	0	13	1	14
Низкокалорийная (Диета №5)	0	6	26	32

Полученные данные экспериментальных исследований имеют результаты адекватные для применения в медицинской практике. Высокое значение показателей качества диагностики (в среднем, на 4...10 % и выше чем по методике SCORE) объясняется применением большого объема данных при использовании разработанной технологии неблагоприятного прогнозирования атеросклероза и определения степени нарушения питания. Таким образом, можно сделать вывод, что при стандартном стационарном обследовании пациентов наиболее эффективно применение разработанной технологии неблагоприятного прогнозирования атеросклероза и определения степени нарушения питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасцева Г.И., Гафанович Е.Я., Фролов В.Н. Прогностическое моделирование и рациональный выбор процедур диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2008. – Том 7. – No. 3 – С. 585-587.
2. Корневский Н.А. Введение в направление подготовки «Биотехнические системы и технологии»: учебное пособие. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 360 с.
3. Львович Е.Я., Фролов В.Н. Моделирование и рациональный выбор лечения артериальной гипертензии с использованием процедур интеллектуальной поддержки врача // Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 2006. – Том 5 – No. 3 – С. 567-569.
4. Организация проведения диспансеризации и профилактических медицинских осмотров взрослого населения: Методические рекомендации. 2-е издание, уточ. и доп. / Бойцов С.А., Ипатов В.П., Калинина А.М., Вылегжанин С.В. и др. – М.: ГосНИЦ профилактической медицины МЗ РФ, 2013. – 83 с.
5. Перова Н.В. Новые европейские рекомендации по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, обусловленных атеросклерозом // Кардиология. – 2004. – Т.44. – №1. – С. 76-82.
6. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004. – 143 с.
7. Хамидова Р.Р. Исследование и разработка биотехнической системы лечебного питания в стационаре (БТС-ЛПС) // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2014. – № 2. – С. 89-95.
8. Хамидова Р.Р. Применение информационных технологий для диагностики и лечения атеросклеротического заболевания // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 2176–2180. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/86463.htm>.
9. Хамидова Р.Р. Применение нечеткой логики в системах прогнозирования// Научно-практический журнал «Аспирант» №2 2016 г.: сборник статей. Ростов-на-Дону: Научно-практический журнал «Аспирант», 2016 г. – С. 16-19.
10. Berger J.S., Jordan C.O., Lloyd-Jones D., Blumenthal R.S. Screening for Cardiovascular Risk in Asymptomatic Patient. J Am Coll Cardiol 2010; 55:1169-77.

Khamidova Ravzanat Rasulbegovna

Daghestan state technical university, the Republic of Daghestan, Makhachkala

E-mail: vip.blume@mail.ru

The use of biotechnical systems for intellectual support of the appointment process, clinical nutrition patients with atherosclerosis

Abstract. The article analyzes the currently known methods of predicting diseases of the heart and blood vessels, revealed the inherent advantages and disadvantages. The expedience of application of modern information technologies for optimization of information flows that occur in medical practice. The use developed by the author biotechnical system for intellectual support of the appointment process, clinical nutrition patients with atherosclerosis. Development of biotechnical systems based on methods of the theory of biotechnical systems, medical devices, the theory of fuzzy logic decision-making, piecemeal modelling and the principles of the theory of dynamic programming. For information support of a biotechnical system, the author has defined the input informative characteristics that allow the most complete diagnosis of patients with atherosclerosis. One of the key elements of the biotechnical system is a control functional block of intellectual support, which is a fuzzy neural network model to classify adequately used in prognostic systems of informative signs. The article presents the results of the comparison of experimental studies of the adverse prediction of atherosclerosis based on standard methodologies and using developed by the author of biotechnical systems. These data allow to conclude that the results of the control tests are acceptable for use in medical practice.

Keywords: information technology; biotechnical systems for intelligent decision support; fuzzy logic; atherosclerotic disease; informative signs; nutritional care; the risk of heart disease and blood vessels