

10. Кундієв Ю.І., Нагорна А.М. Професійне здоров'я в Україні. – К.: ВД «Авіцена», 2006. – 316 с.
11. Удосконалення санітарно-гігієнічного моніторингу впливу умов праці на здоров'я гірників вугільних шахт: монографія / Заред. Г.С. Передерія, Д.О. Ласткова, О.В. Партаса. – Донецьк: Світ книги, 2012. – 319 с.
12. Ластков Д.О. Методологические аспекты оценки комбинированного действия физических факторов

- на горнорабочих угольных шахт // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 1998. – Т.7, №2. – С.191-194.
13. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу / МОЗ України. – Київ. – 1998. – 34с.

УДК617.52-004.2-089.543/832

Н.К. Базиан-Кухто, А.П. Кухто, А.А. Иваненко

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

Резюме. Анализ ведения пациентов с критической ишемией нижних конечностей (КИНК), а также исследование существующих терапевтических, хирургических и других способов лечения позволяет отнести этот процесс к типу плохо формализуемых задач. Любой лечебный процесс обладает следующими особенностями: ошибочностью, неоднозначностью, динамичностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных. В результате того, что применение экспертных систем и систем поддержки принятия решений с элементами искусственного интеллекта на практике позволяет значительно повысить скорость принятия решений в условиях ограниченности, субъективности, размытости и неточности информации, актуально применить данные подходы для повышения эффективности лечебно-диагностического процесса при КИНК.

Ключевые слова: критическая ишемия нижних конечностей, экспертные системы, лечебный процесс, система поддержки принятия решений

В последние годы наблюдается активное появление новых методов диагностики и лечения различных патологических состояний, также получили сильное развитие уже существующие медицинские подходы за счет использования различных информационных технологий для расширения своих возможностей. Вместе с тем, и непрерывное развитие вычислительной техники расширяет потенциальные возможности медицинских систем. В течение длительного времени в медицине применяются экспертные системы для диагностики и лечения различных заболеваний. Подобные системы строятся на основе нескольких методов обработки информации: построение дерева решений, статистическая [5, 10]. Анализ ведения пациентов с критической ишемией нижних конечностей (КИНК), а также исследование существующих терапевтиче-

ских, хирургических и других способов лечения позволяет отнести этот процесс к типу плохо формализуемых задач [1, 9]. Любой лечебный процесс обладает следующими особенностями: ошибочностью, неоднозначностью, динамичностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных. Как правило, решением подобных задач занимаются специалисты-эксперты на основе своего опыта и знаний. В связи с этим возникает естественное желание передать это умение ЭВМ, зафиксировать это умение в специальных системах с целью повышения качества и обоснованности решения соответствующих задач [3, 8]. Тем более, при передаче высококвалифицированному специалисту подробной информации о состоянии пациента со сложным диагнозом, при её обработке и анализе происходит недопустимая потеря времени, а от своевременности назначения правильного лечения во многом зависит исход заболевания [4, 7]. В результате того, что применение экспертных систем и систем поддержки принятия решений с элементами искусственного интеллекта на практике позволяет значительно повысить скорость принятия решений в условиях ограниченности, субъективности, размытости и неточности информации актуально применить данные подходы для повышения эффективности лечебно-диагностического процесса при КИНК [2, 6].

На основании проведенного анализа клинических, гемодинамических, гемостазиологических показателей больных с КИНК была разработана информационная система поддержки принятия решений (СППР)

«Ангиоэксперт» для выбора наиболее эффективных методов хирургической реабилитации данной категории пациентов. Система разработана в качестве помощника-консультанта ангиохирургам на этапе предварительного сбора анамнеза больного, объективного статуса, определения дальнейшего алгоритма лечения. СППР «Ангиоэксперт» предназначена для повышения эффективности лечения больных с КИНК за счёт обеспечения экспертной поддержки принятия решений при выборе наиболее эффективного способа лечения на основе текущего состояния здоровья пациента, его анамнеза, данных объективного и инструментального методов обследования (рис. 1)



Рис. 1. Заглавная форма СППР «Ангиоэксперт»

Основные функции экспертной системы «Ангиоэксперт»:

Возможность внесения сведений о пациентах в единую базу данных системы, при этом результаты УЗИ и ангиографии сосудов изображаются наглядно в виде 3D-модели для удобства пользователя и наглядного изображения протяженности и локализации поражения.

Автоматизированная поддержка многокритериального сравнительного анализа различных типов реконструктивных операций на нижних конечностях, а также других способов лечения на основе модифицированного метода аналитической иерархии, что позволит врачу выбрать наиболее эффективный метод лечения КИНК для конкретного пациента.

Предварительная оценка кардиориска перед оперативным вмешательством на основе разработанной искусственной нейронной сети, учитывающая тип операции, возраст, функциональное состояние и физический статус пациента, а также степень

сердечной и почечной недостаточности (при наличии); также дополнительно предлагается спрогнозировать риск ампутации конечности по классификации WIFI.

Возможность автоматизированного дообучения СППР на основе данных послеоперационных осложнений и необходимости повторных вмешательств, проведённых в соответствии с рекомендациями системы.

СППР «Ангиоэксперт» является консультационной системой, обеспечивающей два режима работы: режим приобретения знаний и режим консультации. В режиме приобретения знаний эксперт (ангиохирург) дообучает систему в двух случаях: при возникновении осложнений после использования рекомендаций системы при лечении больного, и при необходимости пополнения базы данных новыми клиническими случаями и рекомендациями. В режиме консультации система выдает прогнозируемый результат на основе введенных исходных данных о пациенте: показатель сердечно-сосудистого риска для пациента при оперативном вмешательстве и многокритериальное оценивание различных клинических случаев.

Общая структура системы. Процессы, обеспечивающие работу информационной системы любого назначения, условно можно представить в виде цепочки из следующих информационных процессов:

- ввод информации из внешних или внутренних источников;
- обработка входной информации и представление ее в удобном виде;
- вывод информации для представления ангиохирургу или передачи в другую систему;
- обратная связь — это информация, обработанная ангиохирургом для анализа и коррекции входной информации или проведения дообучения системы.

С целью организации такой потоковой цепочки информационных процессов в качестве основных компонентов СППР «Ангиоэксперт» были выбраны следующие подсистемы: интерфейс, база данных (БД), база знаний (БЗ), решатель задач, модуль обучения системы (МО). Лицо, принимающее решения (ЛПР) — это пользователь системы, который использует СППР «Ангиоэксперт» в рабочем режиме для решения поставленных задач. В качестве пользователя выступает врач — ангиохирург, который использует систему в своей работе для ускорения вре-

мени принятия решений для определения оптимальной хирургической тактики. Термин «пользователь» несколько неоднозначен, так как обычно обозначает конечного пользователя. Однако пользователем может быть: создатель инструмента, отлаживающий средство построения СППР; инженер по знаниям, уточняющий существующие в системе знания; эксперт, добавляющий в систему новые знания; человек, заносающий в систему текущую информацию.

Интерфейс — это совокупность правил, методов и программно-аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие пользователя с компьютером. СППР «Ангиоэксперт» представляет информацию и управляет данными на экране с помощью многооконного графического интерфейса в режиме форматированного экрана. Пользовательский интерфейс данной системы разработан для обеспечения эффективной работы ЛПР (пользователя), предоставляющий ему набор инструментальных средств для выполнения определенной последовательности действий: введения данных о пациентах в систему, их редактирования, графического представления и вывода результатов на экран и на печать, сохранения данных для проведения дообучения системы в случае ошибочных решений.

База данных (БД) — упорядоченная совокупность данных о пациентах, организованных по определенным правилам и предназначенных для длительного хранения, накопления и постоянного использования в рамках системы. СППР содержит в себе реляционную БД, управляемую «MS Excel». База знаний (БЗ) — ядро СППР, организованная совокупность методов, моделей и алгоритмов, отражающих знания о предметной области. Предметная область в нашем случае представляет собой формализованное отображение процесса диагностики и лечения пациентов с КИНК, это все основные модели и алгоритмы, позволяющие определять объективный статус пациента; прогнозировать кардиологический риск перед операцией; автоматизировано поддерживать принимаемые решения ЛПР при выборе методов лечения пациентов. Знания в БЗ представлены в виде искусственной нейронной сети оценивания сердечно-сосудистого риска при операции и многокритериальной модели выбора метода лечения пациента, разработанной

на основе метода аналитической иерархии. Выбор таких способов формализации знаний обусловлен определенной спецификой предметной области. А именно, неточностью, неполнотой, противоречивостью данных, связанных с поставленными задачами, отсутствием алгоритмического решения задач и однозначных критериев выбора оптимальных решений. Модели в базе знаний разработаны на основе объектно-ориентированного языка С# и интерактивной среды для программирования, численных расчетов и визуализации результатов «MATLAB». Решатель задач — компьютерная программа, предназначенная для обработки информации, введенной пользователем в БД на основе моделей и алгоритмов, содержащихся в БЗ системы. Решатель задач позволяет получить различные заключения и рекомендации, а именно, используя исходные данные и знания о предметной области, формирует такую последовательность шагов, которые, будучи примененными к конкретным исходным условиям, приводят к решению задачи. Модуль обучения системы — это компонент приобретения знаний, редактор БЗ, автоматизирующий процесс наполнения СППР знаниями, осуществляемый инженером по знаниям и экспертом в предметной области. Благодаря этой программной компоненте система способна улучшать накопленные в ней знания, дополнять их новыми и исследовать их эффективность в процессе своего функционирования, то есть дообучаться. При этом эксперт определяет знания, характеризующие предметную область, обеспечивает полноту и правильность введенных в систему знаний, которая в свою очередь моделирует наилучшие его стратегии. А инженер по знаниям (программист, проектировщик системы) помогает эксперту выявить и структурировать знания, необходимые для работы СППР; осуществляет выбор того инструментального средства, которое наиболее подходит для данной предметной области, и определяет способ представления знаний в системе; выделяет и программирует стандартные функции, которые будут использоваться в правилах и алгоритмах, предложенных экспертом. Рассмотренные подсистемы информационного обеспечения СППР обеспечивают эффективную выдачу достоверной информации для принятия врачебных решений, а также динамичность

и развитие системы по мере накопления ею новых данных от эксперта и пользователя. Анализ общей структуры СППР «Ангиоэксперт» позволил выявить такие основные характеристики системы:

- система является консультативной системой, предназначенной для анализа и прогноза данных, а также для решения задач поддержки принятия решений,
- по способу учёта временного признака — статическая, т.е. система, которая не учитывает изменения исходных данных, связанных с проблемой, происходящей за время решения задачи.
- по видам данных и знаний, что используются, — система с детерминировано-стохастическими знаниями.
- по типам методов и знаний, что используются, — гибридная система, т.е. система, которая использует вместе следующие методы: инженерии знаний, нечёткой логики, теории принятия решений, искусственных нейронных сетей.
- система предназначена для решения класса задач, связанных с анализом, прогнозированием и выбором наилучшего решения.

Таким образом, СППР «Ангиоэксперт» является гибридной консультативной статической информационной системой с детерминировано-стохастическими знаниями.

Функциональная модель системы. Разработку функциональной модели системы управления лечением заболеваний сосудов нижних конечностей осуществим с использованием структурного подхода к проектированию, методологии IDEF0 (подмножество Structured Analysis & Design Technique (SADT)). Методология функционального моделирования IDEF0 является основой метода блочного моделирования. Полученная модель представляет собой серию диаграмм с сопроводительной документацией. Каждая диаграмма состоит из боксов и стрелок. Каждый бокс представляет собой отдельное действие или функцию, а каждая стрелка — объект, над которым в боксе совершается действие. Место соединения стрелки с боксом определяет тип взаимодействия. Управляющие действием данные входят в бокс сверху; входящая информация — слева, а обработанная — справа. Нижняя часть указывает на механизм (человек, группа людей или автоматизированная система), осуществляющий действие. Функциональ-

ные боксы могут быть связаны между собой посредством стрелок, в результате чего мы получаем диаграмму, описывающую некий совершаемый системой процесс.

Главной особенностью методологии SADT является принцип декомпозиции диаграмм: каждая диаграмма является раскрытием соответствующего функционального бокса на родительской диаграмме. Постепенно вводя все большие уровни детализации, можно достаточно подробно описать систему. Это позволяет упростить не только моделирование системы (не надо изображать сразу всю систему), но и понимание модели (информация выдается небольшими частями на каждой последующей диаграмме), так как последовательно рассматриваются все аспекты функционирования проектируемой системы. IDEF0 используется для создания функциональной модели, которая является структурированным изображением функций разрабатываемой системы, среды, а также информации и объектов, связывающих эти функции. IDEF3 — стандарт моделирования процессов, поддерживающий графическое описание непосредственного механизма функционирования системы и организации, является способом описания процессов с использованием структурированного метода, позволяющего эксперту в предметной области представить положение вещей как упорядоченную последовательность событий с одновременным описанием объектов, имеющих непосредственное отношение к процессу. DFD (диаграммы потоков данных) моделируют систему как набор действий, соединенных друг с другом стрелками. Это представление потока обеспечивает отражение в DFD-моделях таких характеристик системы, как движение объектов (потоки), хранение объектов (хранилища), источники и потребители объектов (внешние сущности). Представим функциональную модель информационной системы в соответствии с требованиями методологии SADT и ее подмножества IDEF0. Процесс автоматизированного принятия решений при лечении сосудов нижних конечностей может быть разделен на ряд укрупненных модулей. Деление на модули производится на основе анализа входящих и исходящих ресурсов (материальных и информационных потоков), управляющих воздействий и исполнителей, механизмов в соответствии

с требованиями, предъявляемыми избранной методологией. В соответствии с SADT проектируемая функциональная модель делится на отдельные диаграммы, каждая из которых представляет собой более подробное раскрытие бокса диаграммы верхнего уровня, т.е. родительской. Таким образом, каждая следующая диаграмма есть, по сути, раскрытие (декомпозиция) одного из блоков диаграммы вышележащего уровня.

Лечение пациентов осуществляется персоналом лечебного учреждения с целью получения наилучшего результата в плане сохранения здоровья человека и максимального увеличения продолжительности и качества его жизни с учетом действующих законодательных и нормативных актов (в том числе должностных инструкций). Функциональная модель системы состоит из следующих блоков (уровень А1):

Введение начальных данных о пациенте.

Прогноз риска ампутации НК по WIFI-классификации.

Оценка способов лечения и выбор наилучшего варианта.

Прогноз сердечно-сосудистого риска при операции.

Анализ результатов и принятие решений ЛПР.

Сохранение данных пациента в общей БД.

Сохранение данных в БД о характере послеоперационных осложнений и повторных вмешательствах.

Дообучение системы.

Разработанная функциональная модель обеспечивает полное и непротиворечивое отображение процесса функционирования СППР «Ангиоэксперт». Она позволяет реализовать подходы к эффективному медицинскому лечению, избежать ошибок на стадии реализации и функционирования системы. Современное состояние большинства медицинских учреждений характеризуется как хорошо обеспеченное компьютерами, и со временем оснащенность офисной техникой медицинских организаций будет только расти. Поэтому решение технических аспектов обеспечения системы эффективно-го управления лечением пациентов не повлечет за собой больших материальных и трудовых затрат и может быть осуществлено на действующей программно-аппаратной базе.

По результатам УЗИ или ангиографии сосудов нижних конечностей заполняется

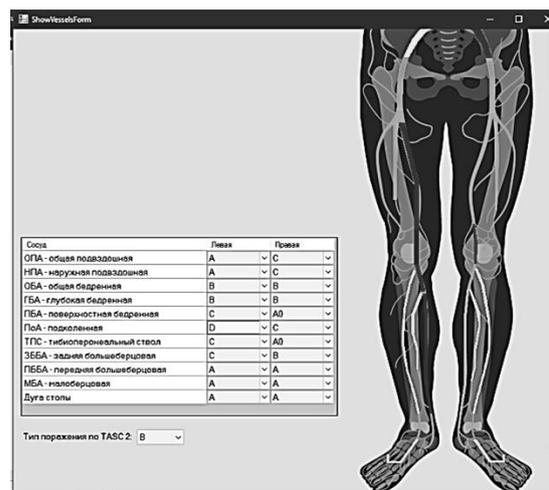


Рис. 2. Карта сосудов

«Карта сосудов» и указывается степень поражения сосудов в соответствии с классификацией TASC2. Для появления окна карты сосудов необходимо нажать на соответствующую кнопку в нижнем левом углу главной формы.

На карте сосудов можно указать степень поражения определенного отдела артерии, используя обозначения А0, А, В, С, D по мере усиления поражения. Для наглядности указанные данные отображаются на рисунке, и в зависимости от степени поражения та часть сосуда закрашивается в определенный цвет: серый (А0) — без повреждения, желтый (А) — до 25% повреждения, оранжевый (В) — 25–50%, красный (С) — 50–75% и фиолетовый (D) — 75–100%. Для пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении, можно получить результат прогноза сердечно-сосудистого риска при различных типах операции на основе результата работы искусственной нейронной сети. Выбор наиболее эффективной процедуры лечения КИНК осуществляется после нажатия кнопки «Рекомендации к лечению», расположенной в нижнем левом углу экрана, после чего появляется окно программы с альтернативами и критериями, которые должны учитываться при выборе оптимального метода лечения пациента. Оценочные значения в таблицы вводятся Экспертом в данной предметной области, и на основании их производятся расчеты оценок для каждой альтернативы по правилам метода аналитической иерархии. В случае назначения определенного лечения пациенту в графу «Тип операции» вносится соответствующее ее название, а после проведения операции ЛПР вносит оценку результата оперативного вмешательства —

неудовлетворительно, удовлетворительно или хорошо.

В случае повторного обращения пациента к врачу при наличии осложнений или необходимости повторного вмешательства, Пользователь дополняет форму данного пациента информацией о временном периоде развития осложнений и сохраняет его карту еще и в Базе осложнений. База осложнений является реализацией обратной связи системы, благодаря которой Инженер по знаниям и Эксперт могут провести переобучение системы за счет корректировки имеющихся в ней моделей и алгоритмов.

Таким образом, созданная СППР «Анги-эксперт» для лечения пациентов с КИНК должна обладает необходимой гибкостью функционирования и настройки, а также простотой в использовании, выдавая наиболее приемлемые решения в режиме реального времени. Анализ методов разработки экспертных систем показал, что в нашем случае рационально применять методы искусственного интеллекта и теории принятия решений для решения поставленных задач.

N.K. Baziyany-Kukhto, A.P. Kuhto, A.A. Ivanenko

INFORMATION SUPPORT OF THE DECISION-MAKING PROCESS IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH CLI

Summary. *An analysis of the management of patients with critical lower limb ischemia (CLLI), as well as a study of existing therapeutic, surgical and other methods of treatment, makes it possible to attribute this process to the type of poorly formalized tasks. Any medical*

process has the following features: fallibility, ambiguity, dynamism, incompleteness and inconsistency of the initial data. As a result of the fact that the use of expert systems and decision support systems with elements of artificial intelligence in practice can significantly increase the speed of decision-making in conditions of limited, subjective, blurred and inaccurate information, it is important to apply these approaches to improve the efficiency of the diagnostic and treatment process in CLLI.

Keywords: *critical lower limb ischemia, expert systems, treatment process, decision support system*

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчиков А. В. Интеллектуальные информационные системы / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 364 с.
2. Глотко В. Л. Автоматизированные информационно-интеллектуальные средства поддержки профессиональной деятельности врачей специалистов военномедицинских учреждений / В. Л. Глотко // Вестн. новых мед. технологий. – 2005. – № 3-4. – С. 103-104.
3. Добров Г. М. Наука о науке: монография / Г. М. Добров. – Киев: Наук. думка, 1989. – 304 с.
4. Егоров А. А. Модель принятия решения хирурга / А. А. Егоров, В. С. Микшина // Вестн. Новых мед. технологий. – 2011. – Т. 7, № 4. – С. 178-81.5. Кобринский Б. А. Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении / Б. А. Кобринский // Врач и информ. технологии. – 2010. – № 2. – С. 39-45.
6. Кузьмин В. П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса: монография / В. П. Кузьмин. – [3-е изд., доп.]. – Москва: Политиздат, 1986. – 399 с.
7. Лямец В. И. Системный анализ. Вводный курс / В. И. Лямец, А. Д. Тевяшев; МОН Украины, НМЦВО, ХНУРЭ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Харьков: ХНУРЭ, 2004. – 448 с.
8. Медицинский менеджмент / В. В. Иванов, П. В. Богаченко. – Москва: ИНФРА-М, 2007. – 254 с.
9. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. проф. К. П. Власова. – Харьков: Гуманитарный Центр, 2002. – 256 с.
10. Prediction of severe acute pancreatitis at admission to hospital using artificial neural networks / В. Andersson [et al.] // Pancreatology. – 2011. – Vol. 11, N 3. – P. 328-335.

УДК:611.61-007.7-073.43-055.1-053.7(477.62)

Д.С. Скиба

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧЕК И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ У ЛИЦ МУЖСКОГО ПОЛА ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»

Резюме. *В статье представлены актуальные сведения о взаимосвязи количественных параметров левой и правой почек с антропометрическими показателями у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона. Произведено распределение юношей в зависимости от принадлежности к определенному соматотипу. Всего было выявлено 4 соматотипа: эндо-мезоморфный (FOA) — 33 человека (36%); экто-мезоморфный (AOB) — 26 участников (28%); мезо-эктоморфный (BOS) — 23 юноши (25%) и эндо-эктоморфный (COD) — 10 человек (11%). Результаты исследования улучшают представление об особенностях строения почек у юношей раз-*

личных типов телосложения, что представляет большую ценность, как для теоретических дисциплин, так и для практической медицины.

Ключевые слова: *почка, антропометрия, соматотип*

Введение. В последние годы по данным ВОЗ отмечается стремительный рост количества заболеваний органов мочевой системы [1]. В противовес этому повышается важность ранней диагностики заболеваний почек. В этом аспекте для практической