

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КЛИНИЧЕСКОЙ И ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ АЛЛЕРГИЧЕСКИХ И ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ (ПО ДАННЫМ МЕТААНАЛИЗА И СОБСТВЕННЫХ ДАННЫХ)

С.А.Нора, Г.С.Архипов

DECISION SUPPORT SYSTEM IN CLINICAL AND LABORATORY DIAGNOSTICS OF ALLERGIC AND INFECTIOUS DISEASES

S.A.Nora, G.S.Arkipov

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, sergeynorik@yandex.ru

Система поддержки принятия решений (СППР) является отличным инструментом для клинической и лабораторной диагностики инфекционных заболеваний методами информационных технологий обработки данных. Развитие информационных технологий предоставляет широкие возможности для помощи специалистам в решении трудных ситуаций, возникающих в процессе клинической работы. Данный исследовательский проект предназначен для изучения возможностей использования технологий СППР в медицинской сфере. В работе представлены возможности использования СППР собственной разработки для оптимизации диагностики инфекционных и аллергических заболеваний, обучения студентов профильных специальностей (врачебных), скрининга и научных исследований. СППР состоит из двух основных модулей: базы данных заболеваний и симптомов и экспертной системы. Для создания баз данных использовались различные источники информации (научные статьи, клинические рекомендации и протоколы диагностики). Базы данных построены по принципу диагностической матрицы, включающей в себя заболевания, симптомы и их связь в совокупности с дополнительными параметрами (достоверность, сложность, стоимость, частота и др.). Одной из целей разработки СППР является направленность на превентивную диагностику. Для этого необходимо дополнительное изучение некоторых молекулярно-генетических аспектов с целью выявления возможных предикторов развития аллергических реакций и заболеваний, а также некоторых инфекционных заболеваний и реакций пациентов на проводимую терапию. Разрабатываемый инструмент все еще требует дополнительного изучения, доработки и апробации для начала активного использования в заявленных областях.

Ключевые слова: *система поддержки принятия решений, аллергия, инфекции, клиническая диагностика, лабораторная диагностика*

Decision support system (DSS) is an excellent tool for clinical and laboratory diagnostics of infectious and allergic diseases by information processing technology methods. Progressive information technologies provide wide possibilities for helping specialists in decision of severe situations which appear during clinical work. This research project is aimed at studying possibilities for using DSS technologies in medicine. In this article, the possibilities of using DSS made by own development for optimization diagnostics of infectious and allergic diseases, studying students of specific (medical) specialties, screenings and scientific studies are presented. DSS consists of two base modules: data base of diseases and symptoms as well as the expert system. Various sources of information (scientific articles, clinical recommendations and diagnostic protocols) were used to create the data bases. The data bases were built by diagnostic matrix principle, including diseases, symptoms and their binds in combination with additional parameters (reliability, difficulty, cost, frequency, etc.). One of the purposes of DSS development is the preventive diagnostics. For a full use of DSS for preventive diagnostics, the additional studying of some molecular-genetic aspects for detection possible predictors of progression of allergic reactions and allergic diseases as well as some infectious diseases and patients' reactions to assigned therapy is needed. The developed tool still needs the additional studying, revisions and approbation for starting of active application in declared fields.

Keywords: *decision support system, allergy, infections, clinical diagnostic, laboratory diagnostic*

Введение

Систематизация и автоматизация — направления, которые активно внедряются во многие сферы жизни современного общества. Данные процессы получили значительный скачок в развитии благодаря активному внедрению компьютерных технологий.

При консультации пациента и диагностическом поиске врач любой специальности использует дополнительное количество информации. Получать дополнительную информацию для решения задач

диагностики и лечения специалисту приходится постоянно из научных журналов, клинических рекомендаций, протоколов диагностики и т. д. Однако даже использование этих ресурсов может повлечь за собой определенные трудности и сложности из-за возможных ошибок в самих источниках, потере актуальности изложенного материала. Очевидным решением в сложных ситуациях является обсуждение с другими специалистами. Однако современный уровень технологий предоставляет альтернативные варианты проверки и систематизации медицинских знаний и корректности их применения на практике.

Данные метаанализа

Таблица 1

Обзор основных типов и функций СППКР по Wright et al. (2010)

Типы СППКР	Примеры функций
Поддержка дозирования медикаментов	Предлагает ежедневные дозировки, снижение дозировок у пациентов с почечной недостаточностью
Организаторы назначений	Устанавливают максимальное значение лекарств, назначаемых врачом, назначают печеночные тесты после назначения статинов
Предупреждения/напоминания пунктов оказания медицинской помощи	Показывают взаимодействие назначенных лекарств, предупреждают при слишком высоких значениях калия в крови
Отображение актуальной информации	Отображает важную информацию при назначении определенных лекарств (уровень калия при назначении дигоксина)
Экспертные системы	Поддержка и помощь в принятии решений при диагностике, лечении и ведении пациентов
Поддержка рабочего процесса	Сверка данных различных организаций при переводе, приеме или выписке пациентов

Информационные инструменты могут быть простым и быстрым способом получения сведений из огромных баз медицинских знаний [1]. Одним из перспективных решений среди доступных информационных технологий является система поддержки принятия решений (СППКР) — компьютерная автоматизированная система, предназначенная для помощи специалистам в решении сложных задач. Адаптация подобного рода систем в медицинской сфере для решения клинических задач получила название «система поддержки принятия клинического решения» (СППКР) [2]. Именно такая СППКР и взята за основу в данном научно-исследовательском проекте.

В исследовании Ely et al. [3] показано, что врачи в амбулаторных условиях не смогли дать ответы на 45% вопросов, возникавших в ходе работы. При этом в 11% случаев специалисты сомневались, что решение поставленной задачи существует, а в 26% случаев для решения вопросов требовалась дополнительная информация, доступ к которой зачастую не всегда просто получить.

В результате появления ситуаций, когда знаний специалиста недостаточно для дальнейшей диагностики, врачу приходится обращаться к иным источникам знаний. В разных странах процент специалистов, пользующихся интернетом для поиска решений, отличается. Так, например, в Новой Зеландии около 48,6% молодых специалистов обращаются к данным из интернета для помощи в решении определенных клинических ситуаций [4]. В России лишь 23,5% врачей используют интернет для поиска профессиональной информации, необходимой для решений клинических вопросов [5].

Впервые возможность использования информационных технологий для диагностики заболеваний была описана в 1972 г. Л.Б.Наумовым [6]. В книге рассмотрены принципы диагностики, типы мышления врача, способы оптимизации обучения специалистов медицинского профиля.

СППКР уже активно внедряются в современную врачебную практику [7], но их использование ограничено рядом недостатков: отсутствием различия величины исследуемого признака, величиной отклонения признака от его номинальных значений, мерой близости к исследуемому классу и др. [8].

Системы поддержки принятия клинического решения могут существенно оптимизировать работу амбулаторных клиник и ускорить постановку правильного диагноза пациентам [9]. Описано несколько категорий СППКР, отличающихся по функционалу и назначению (табл. 1) [10].

Имеются СППКР для рационального подбора антибактериальной терапии [11], для раннего распознавания развития септического процесса [12], для определения пищевой аллергии и ведения пациентов (детей) с пищевой аллергией [13]. Также была предложена СППКР IntelliMED для диагностики бронхиальной астмы [14].

Объединить принципы СППКР и существующие основы диагностики пациентов удалось российским авторам, разработавшим диагностическую матрицу [15]. Автоматизировать диагностику атопической патологии было предложено путем объединения принципов диагностической матрицы и СППКР [16].

Общие сведения о разрабатываемой СППКР

В результате проведенной работы были созданы базы данных аллергических и инфекционных заболеваний, разработана программа на базе СППКР для работы с базами данных. База данных включает в себя симптомы и заболевания, проиндексированные в соответствии с их уровнями достоверности и сложностью проверки.

Клинические данные для баз данных брались из различных литературных источников: клинических рекомендаций, научных журналов последних лет и др. Источником информации для лабораторных данных, используемых в диагностике, были также литературные ресурсы, которые будут дополнены результатами собственных молекулярно-генетических исследований.

Важным вопросом при разработке СППКР является ориентированность на превентивную диагностику. Для предупреждения развития определенных аллергических и инфекционных заболеваний можно использовать выявление отдельных однонуклеотидных полиморфизмов. Зачастую выбор и обоснование применения определенного молекулярно-генетического теста для диагностики представляет определенную трудность для специалиста. Отличительной особенностью разрабатываемой СППКР является возможность предложить оптимальные лабораторные тесты (в том

числе и молекулярно-генетические) для постановки и подтверждения диагноза, а также определения групп риска.

Необходимость постоянного обновления баз данных является одной из важнейших задач при создании актуальной СППР. Сведения о заболеваниях постоянно дополняются исследователями, изменяются стандарты диагностики и клинические рекомендации, что требует внесения соответствующих обновлений в базы данных СППР.

Симптомы в базе данных имеют определенный уровень достоверности, отличающийся у разных заболеваний. Значение достоверности устанавливается в процентном соотношении. Для патогномичных признаков оно составляет более 90%, что указывает на их высокую значимость и приоритет при проверке. В случае общеклинических симптомов (головная боль, головокружение и т. д.) уровень достоверности составляет менее 20%, так как встречается данный симптом при очень большом числе нозологий.

Условно все симптомы можно разделить на три большие группы. Первая группа включает симптомы, достоверность которых при определенной патологии составляет 100% (патогномичные симптомы). Такие симптомы рассматриваются алгоритмом СППР в первую очередь. Вторая группа симптомов может присутствовать при данной патологии, но её наличие не является обязательным. Например, при крапивнице может присутствовать зуд, но его наличие при данной патологии не обязательно. Такие симптомы не являются патогномичными, однако могут существенно помочь при диагностике. Третья группа симптомов не встречается при данной патологии. Данная группа симптомов позволяет методом исключения сократить список возможных диагнозов, упростить дальнейший поиск.

Симптомы в базе данных имеют, кроме достоверности, такие параметры, как сложность, стоимость, категория. О достоверности симптомов как опорном критерии для работы СППР было сказано ранее. Остальные симптомы нужны для оптимального подбора симптомов для проверки диагноза с учетом временных и финансовых затрат.

Сложность проверки симптома устанавливается в зависимости от времени, требуемого на проверку. Например, спросить пациента о возможном наличии контакта с аллергеном значительно проще, чем сразу же провести ему аллергологические пробы.

Стоимость указывается в условных единицах. Для оценки стоимости анализируется рынок медицинских услуг и высчитывается приблизительная стоимость. Учитывая постоянную динамику экономических показателей, данный параметр наиболее часто корректируется и имеет несколько меньшее значение при работе алгоритмов диагностики СППР. Однако при учете стоимости проверки симптома учитывается разница в проверке более дешевого и более дорогого симптома.

Симптомам присваивается определенная категория, соответствующая этапу обследования пациента. На данный момент выделено 6 категорий симптомов: анамнез заболевания, анамнез жизни, физикаль-

ное обследование, инструментальное обследование, лабораторное обследование, аллергологические тесты.

Для заболеваний в базе данных устанавливаются коды международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). Некоторые заболевания, включенные в базу данных, не имеют кода МКБ-10, что связано с необходимостью их рассмотрения для дифференциальной диагностики. Дополнительно для каждого заболевания устанавливаются значения частоты встречаемости, что также учитывается при работе СППР (большой приоритет имеют заболевания, встречающиеся чаще на определенной территории).

Таблица 2
Пример заполнения базы данных для СППР

	42	43	44	45	46	47	48	49	50
(L23.0)	Д	Н	Н	Н	Н	МБ	МБ	Н	Д
(J67.3)	МБ	МБ	Н	Д	Н	МБ	Н	Н	Д
(J67.9)	МБ	МБ	МБ	Д	Н	Н	Н	Н	МБ
(L24.0)	Н	МБ	МБ	МБ	Д	МБ	Н	Н	Д
(J30.1)	Н	Д	МБ	МБ	МБ	МБ	Д	МБ	Д
(L20)	МБ	МБ	Д	МБ	МБ	Д	МБ	МБ	МБ
(J30.0)	Д	МБ	МБ	Д	Д	МБ	МБ	МБ	МБ

Структура базы данных представлена диагностической матрицей. Матрица построена по принципу таблицы, в строках которой указываются симптомы, а в столбцах — заболевания. Пример заполнения такой базы данных приведен в табл.2. В строках указаны данные по определенным заболеваниям, в столбцах — по симптомам. На пересечении устанавливается индекс, свидетельствующий об уровне достоверности симптома при данном заболевании. Д — всегда встречается при данном заболевании, МБ — наличие симптома не обязательно при данном заболевании, Н — симптом никогда не встречается при данном заболевании.

Алгоритм работы СППР подразумевает подбор оптимального и кратчайшего пути для постановки клинического диагноза. В результате эффективно используется смешанный (логический и вероятностный) методы принятия решения, что повторяет ход мышления высококвалифицированного специалиста.

На момент написания статьи СППР работает на платформе Windows, предназначенной для персональных компьютеров (ПК). В будущем планируется создание мультиплатформенной версии программы, что значительно упростит использование СППР. Мобильные версии экспертной системы позволят интегрировать СППР в практику многих специалистов.

Обсуждение алгоритма базы данных для принятия решений

Разрабатываемая СППР предназначена прежде всего для помощи специалистам в диагностике и поиске необходимой для их деятельности информации. На текущем этапе реализации функции СППР все еще требует доработки, однако основные результаты уже достигнуты. Тем не менее, на момент написания статьи уже рассматривается возможность внедрения

СППР для обеспечения скринингового обследования (прежде всего наиболее удаленных от региональных центров населенных пунктов).

Использование такого мощного инструмента, как СППР, в сфере здравоохранения позволяет не только решить проблему врачебных ошибок и экономических затрат на прием одного пациента. С помощью СППР можно проводить оценку деятельности медицинских работников и проводить научные исследования. Предполагается, что при возникновении сложных для СППР задач могут проявиться факторы, требующие изучения. Также статистический анализ данных, полученных при работе СППР, позволит выявить аспекты, вызывающие наибольшие трудности у специалистов.

Возможно проведение научных исследований на основе предоставляемых СППР данных. Именно таким образом авторами проекта было принято решение о проведении молекулярно-генетических исследований для восполнения недостающих сведений в разработанных базах данных.

Система СППР может быть использована как инструмент обучения в высших учебных заведениях медицинского профиля. Алгоритмы СППР повторяют логический и вероятностный типы мышления, что, несомненно, будет полезно при формировании соответствующих компетенций у будущих работников сферы здравоохранения. На момент написания статьи уже написано несколько учебных задач (клинических случаев), которые решаются при помощи СППР.

В некоторых ситуациях даже опытному специалисту бывает трудно определить необходимые для диагностики лабораторные тесты. СППР предлагает определить необходимые лабораторные тесты только в двух случаях: если это действительно необходимо для диагностического поиска или если необходимо выявить предикторы развития определенного заболевания (например, молекулярно-генетические факторы).

Несомненно, требуется дальнейшее изучение возможностей применения СППР в медицинской практике. Авторами не проведено полноценное тестирование разработанной СППР. Также все еще актуальным вопросом является изучение возможных предикторов развития инфекционных и аллергических патологий. В частности, молекулярно-генетические факторы представляют наибольший интерес ввиду интенсивного развития соответствующих методик исследования (ПЦР-РВ, секвенирование, проточная цитометрия).

Отдельного внимания при дальнейшем изучении заслуживает вопрос об экономической эффективности. Снижение риска врачебных ошибок, оптимизация процесса диагностики, вероятно, значительно уменьшит экономические потери как на уровне отдельных организаций здравоохранения, так и общие потери государства (снижение затрат на лечение запущенных случаев заболеваний).

Базы данных для СППР требуют постоянного обновления. Для обновления информации может быть рассмотрен вариант машинного обучения. Такая модификация СППР носит название интеллектуальной

системы поддержки принятия решений (ИСППР). Важным направлением в развитии проекта является интеграция системы с интернетом для получения обновлений баз данных. Постоянное обновление баз данных является незаменимым атрибутом системы, ведь информация о заболеваниях, диагностике и лечении постоянно дополняется новыми сведениями, полученными в ходе различных научных исследований.

1. Smith R. What clinical information do doctors need? // *BMJ*. 1996. Volume 313. Issue 7064. P.1062-1068. doi:10.1136/bmj.313.7064.1062.
2. Evans E. L., Whicher D. What Should Oversight of Clinical Decision Support Systems Look Like? // *AMA Journal of Ethics*. 2018. V.20(9). P.857-863. doi:10.1001/amajethics.2018.857.
3. Ely J.W., Osheroff J.A., Chambliss M.L. et al. Answering Physicians Clinical Questions: Obstacles and Potential Solutions // *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2005. V.12(2). P.217-224. doi:10.1197/jamia.m1608.
4. Cullen R.J. In search of evidence: Family practitioners' use of the Internet for clinical information // *Journal of the Medical Library Association*. 2002. V.90(4). P.370-379.
5. Нестеров В.Г., Игрунова С.В., Нестерова Е.В. и др. Анализ использования глобальной телекоммуникационной сети информационных ресурсов врачами-терапевтами поликлиник // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2011. №3(7). С.88-93.
6. Наумов Л.Б. Нажмите кнопку, коллега! Ташкент: Медицина, 1972. 281 с.
7. Грахов А.А., Жилинкова Л.А., Шевелева Е.В. Система поддержки принятия решений для врача-терапевта на основе нечетких сетевых моделей. // *Вестник новых медицинских технологий*. 2006. №13(2). С.43-46.
8. Корневский Н.А. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики // *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2005. №4(1). С.12-19.
9. Beeler P., Bates D., Hug B. Clinical decision support systems // *Swiss Medical Weekly*. 2014. Vol.144. doi:10.4414/smw.2014.14073.
10. Wright A., Sittig D.F., Ash J.S. et al. Development and evaluation of a comprehensive clinical decision support taxonomy: Comparison of front-end tools in commercial and internally developed electronic health record systems // *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2011. V.18(3). P.232-242. doi:10.1136/amiajnl-2011-000113.
11. Simões A., Maia M., Gregório J. et al. Participatory implementation of an antibiotic stewardship programme supported by an innovative surveillance and clinical decision-support system // *Journal of Hospital Infection*. 2018. V.100(3). P.257-264. doi:10.1016/j.jhin.2018.07.034.
12. Amland R.C., Hahn-Cover K.E. Clinical Decision Support for Early Recognition of Sepsis // *American Journal of Medical Quality*. 2014. Vol.31(2). P.103-110. doi:10.1177/1062860614557636
13. Otto A.K., Dyer A.A., Warren C.M. et al. The Development of a Clinical Decision Support System for the Management of Pediatric Food Allergy // *Clinical Pediatrics*. 2016. V.56(6). P.571-578. doi:10.1177/0009922816669097.
14. Menezes J.J., Gusmão C. Development of a Mobile System Decision-support for Medical Diagnosis of Asthma in Primary Healthcare – InteliMED // *Studies in Health Technology and Informatics*, 2015. V.216. P.959-959. doi:10.3233/978-1-61499-564-7-959.
15. Гаевский Ю.Г., Макаров В.А., Вебер В.Р. и др. Диагностическая матрица — новый подход в клинической диагностике заболеваний сердца // *Новые Санкт-Петербургские врачебные ведомости*. 2018. Т.4. С.21-23.
16. Нора С.А., Смирнова И.В., Архипов Г.С. Автоматизированный подход к диагностике аллергических заболеваний с использованием систем поддержки принятия решений // *Сб. конф. «Актуальные вопросы фундаментальной, клинической медицины и фармации»*. В.Новгород, 2018. С.226-229.

References

1. Smith, R. What clinical information do doctors need? [BMJ], 1996 no. 313(7064), pp. 1062-1068. doi:10.1136/bmj.313.7064.1062
2. Evans, E. L., Whicher, D. What Should Oversight of Clinical Decision Support Systems Look Like? [AMA Journal of Ethics], 2018, no.20(9). doi:10.1001/amajethics.2018.857
3. Ely, J. W., Osheroff, J. A., Chambliss, M. L., Ebell, M. H., Rosenbaum, M. E. Answering Physicians Clinical Questions: Obstacles and Potential Solutions. [Journal of the American Medical Informatics Association], 2005, no. 12(2), pp. 217-224. doi:10.1197/jamia.m1608
4. Cullen, R. J. In search of evidence: Family practitioners' use of the Internet for clinical information. [Journal of the Medical Library Association], 2002, no.90(4), pp.370-379.
5. Nesterov V.G., Igrunova S.V., Nesterova E.V. et al. Analiz ispol'zovaniya global'noy telekommunikatsionnoy seti informatsionnykh resursov vrachami-terapevtami poliklinik [Evaluation of global telecommunication net of informational resources usage by primary care physicians]. Russian Journal of Education and Psychology, 2011, no.3(7), pp.88-93.
6. Naumov L.B. Nazhmite knopku, kollega! [Press the button, colleague!] Tashkent, 1972. 288 p.
7. Grakhov A.A., Zhilinkova L.A., Sheveleva E.V. Sistema podderzhki prinyatiya resheniy dlya vracha-terapevta na osnove nechetkikh setevykh modeley [Clinical decision support system based on fuzzy network model]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy, 2006, no.13(2), pp. 43-46.
8. Korenevskiy, N.A. Proektirovanie nechetkikh reshayushchikh setey, nastraivaemykh po strukture dannykh dlya zadach meditsinskoy diagnostiki [Designing of fuzzy decisive networks, adjusted on structure datas for tasks of medical diagnostics]. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh, 2005, no.4(1), pp.12-19.
9. Beeler, P., Bates, D., Hug, B. Clinical decision support systems. Swiss Medical Weekly, 2014. doi:10.4414/smw.2014.14073
10. Wright A., Sittig D.F., Ash J.S., et al. Development and evaluation of a comprehensive clinical decision support taxonomy: Comparison of front-end tools in commercial and internally developed electronic health record systems. Journal of the American Medical Informatics Association, 2011, no.18(3), p.232-242. doi:10.1136/amiajnl-2011-000113
11. Simões A., Maia M., Gregório J. et al. Participatory implementation of an antibiotic stewardship programme supported by an innovative surveillance and clinical decision-support system. Journal of Hospital Infection, 2018, no.100(3), pp.257-264. doi:10.1016/j.jhin.2018.07.034
12. Amland, R. C., Hahn-Cover, K. E. Clinical Decision Support for Early Recognition of Sepsis. American Journal of Medical Quality, 2014, no. 31(2), pp.103-110. doi:10.1177/1062860614557636
13. Otto, A. K., Dyer, A. A., Warren, C. M., Walkner, M., Smith, B. M., Gupta, R. S. The Development of a Clinical Decision Support System for the Management of Pediatric Food Allergy. Clinical Pediatrics, 2016, no.56(6), pp.571-578. doi:10.1177/0009922816669097
14. Menezes, J. J., Gusmão, C. Development of a Mobile System Decision-support for Medical Diagnosis of Asthma in Primary Healthcare – InteliMED. Studies in Health Technology and Informatics, 2015, no. 216, pp. 959-959. doi:10.3233/978-1-61499-564-7-959
15. Gaevskiy Y.G., Makarov V.A., Veber V.R., Dovgalyuk P.A., Ivanov A.V. Diagnosticheskaya matritsa – novyy podkhod v klinicheskoy diagnostike zabolevaniy serdtsa [Diagnostic matrix — a new approach in the clinical diagnosis of heart diseases]. Novye Sankt-Peterburgskie vrachebnye vedomosti, 2018, no.4, pp.21-23.
16. Nora S.A., Smirnova I.V., Arkhipov G.S. Avtomatizirovanny podkhod k diagnostike allergicheskikh zabolevaniy s ispol'zovaniem sistem podderzhki prinyatiya resheniy [Automated approach to the diagnosis of allergic diseases using decision support systems]. Aktual'nye voprosy fundamental'noy, klinicheskoy meditsiny i farmatsii [Coll. of papers "Topical issues of fundamental, clinical medicine and pharmacy"]. Velikiy Novgorod, 2018. pp.226-229.