

УДК 616-08-035

МЕТОДОЛОГИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСТРЕННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ ЧАШЕЧНО-ЛОХАНОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПОЧКИ ПРИ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ

¹Коцарь А.Г., ²Криковцов С.И.

¹ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», Курск;

²ОГБУЗ «Шебекинская ЦРБ», Белгородская область, Шебекино, e-mail: litoklast@mail.ru

В работе описывается метод выбора способа экстренного дренирования верхних мочевых путей почек при мочекаменной болезни с использованием аппарата нечеткой логики принятия решений. Сформирован словарь информативных признаков и алфавит классов. Разработаны формулы расчета функций принадлежности по данным признакам, по значениям которых с помощью итерационного правила логического вывода рассчитываются коэффициенты уверенности в принадлежности обследуемого объекта к искомому классу. На основании сравнения полученных значений с пороговыми коэффициентами уверенности производится дефазификация вывода. На основании полученных решающих правил разработан алгоритм управления выбором метода дренирования почки при уролитиазе. Для проверки эффективности «срабатывания» синтезированных решающих правил отобрано 61 законченные случаи мочекаменной болезни пациентов, у которых проводилось экстренное дренирование, и 61 пациент без дренирования верхних мочевых путей. На основании синтезированных решающих правил сформированы выводы автоматизированной системы по целесообразности дренирования у данных пациентов. Проверка сравнения врачебного и автоматизированного оценивания свидетельствует о высокой диагностической эффективности (0,95) синтезированных решающих правил.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, дренирование, нечеткая логика, экспертная система

METHODOLOGY AND ALGORITHMIZATION EMERGENCY DRAINAGE OF PYELOCALICEAL RENAL SYSTEM IN UROLITHIASIS WITH USING FUZZY LOGIC

¹Kotsar A.G., ²Krikovtsov S.I.

¹Southwest State University, Kursk;

²Central Regional Hospital of Shebekino, Shebekino, e-mail: litoklast@mail.ru

The article describes a method of fuzzy logic for selecting the type of urgent drainage the upper urinary tract in urolithiasis. Formed dictionary informative features and alphabet of classes. Developed the formula for calculating the membership functions according to the features, and using an iterative rule, calculate the coefficient of confidence in the examined object belonging to the desired class. By comparing the values obtained with the threshold values of the coefficients of confidence is defuzzification conclusion. Based on these decision rules, we developed an algorithm for selecting the method of drainage the kidney in urolithiasis. The research of the effectiveness the synthesized decision rules was conducted. We made a retrospective analysis of the evidence obtained on 61 patients with urgent drainage the upper urinary tract and 61 – without drainage treated for urolithiasis in the urological department of the Kursk Emergency Hospital in 2010. Using decision rules were calculated curative conclusions for these patients. Comparison of medical and automated decision demonstrates the high diagnostic efficiency (0.95) synthesized decision rules.

Keywords: urolithiasis, drainage, fuzzy logic, expert system

Мочекаменная болезнь (МКБ) – распространенное, социально значимое заболевание, поражающее 1–5% населения планеты [7]. Больные МКБ составляют 30–40% урологических больных в стационаре [2]. У 60–70% больных течение болезни осложняется присоединением инфекции [4]. На фоне ретенционных изменений, развивающихся при нарушении пассажа мочи, у больных с камнями мочеточника складываются предпосылки для развития тяжелых гемодинамических нарушений в почке, которые способствуют активизации и прогрессированию воспаления [5] и требуют экстренного дренирования верхних мочевых путей.

На сегодняшний день существует довольно широкий арсенал методов восстановления пассажа мочи из почек: ка-

тетеризация, стентирование мочеточника, чрескожная пункционная нефростомия, экстренные методы дезинтеграции и элиминации конкремента, транслюмботомическая «открытая» нефростомия. До настоящего времени отсутствуют четкие показания к выбору способа дренирования верхних мочевых путей при обструктивных осложнениях мочекаменной болезни, которые зачастую базируется на предпочтениях врача и не всегда определяются клинико-лабораторными показателями и влиянием на качество жизни пациента [6]. Необоснованный выбор метода дренирования может приводить к увеличению сроков и стоимости лечения, прогрессии обструктивно-воспалительных и развитию ятрогенных осложнений. В этой связи возникает необходимость в разработке методов и средств персонали-

кации показаний к дренированию верхних мочевых путей при уретеролитиазе путем использования современных математических методов и информационных технологий. Повысить качество принятия решений по выбору адекватной комбинации лечебных методов можно путем внедрения в практику врача-уролога автоматизированной системы поддержки принятия решений. Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях, и применяются для решения неформализованных проблем, к числу которых относятся и медицинские задачи [3].

Цель исследования – разработка методов и средств определения целесообразности и метода экстренного дренирования верхних мочевых путей при мочекаменной болезни, управляемых автоматизированной системой поддержки принятия решений врача-уролога, обеспечивающей высокое качество оказания медицинских услуг в условиях неопределенности и неполноты представления данных при пересекающихся структурах классов.

Материал и методы исследования

Автоматизация принятия решения о дренировании чашечно-лоханочной системы почки предполагает ответы на 2 вопроса:

1. Показано ли экстренное дренирование? Если показано, то возможны ли альтернативные радикальные варианты, обеспечивающие восстановление пассажа мочи и элиминацию конкремента?

2. Какой метод дренирования является оптимальным: (катетеризация мочеточника, чрескожная пункционная нефростомия (ЧПНС), стентирование мочеточника, операция – нефростомия, декапсуляция, ревизия почки)?

Результатом работы системы являются варианты логических выводов:

на вопрос № 1:

- Дренирование не показано.
- Показано экстренное дренирование.
- Показано экстренное дренирование, как альтернатива возможна экстренная контактная уретеролитотрипсия/уретеролитоэкстракция.
- Дренирование показано, как альтернатива возможна экстренная дистанционная уретеролитотрипсия.

На вопрос № 2:

- Показана катетеризация.
- Показано стентирование.
- Показана катетеризация мочеточника.
- Показана ревизия почки.
- Показана ЧПНС.
- Показана ЧПНС, но с высоким риском осложнений.

Учитывая многообразие и нечеткую природу признаков, определяющих отнесение объекта (пациента) к одному из классов (возможных лечебных

групп), возможность одновременного присутствия объекта со сходными значениями одного и того же признака в различных классах, четкая логика неприменима для однозначного вывода в принятии решений по лечебной тактике. Поэтому в качестве основного математического аппарата выбрана нечеткая логика принятия решений, которая хорошо зарекомендовала себя в решении широкого класса медицинских задач [1].

Для решения указанной задачи сформирован алфавит классов (таблица).

$w_{др+}$ – дренирование ЧЛС показано	$w_{др-}$ – дренирование ЧЛС не показано
$w_{кат+}$ – показана катетеризация мочеточника	$w_{кат-}$ – противопоказана катетеризация мочеточника
$w_{чпнс+}$ – показана ЧПНС	$w_{чпнс-}$ – противопоказана ЧПНС

Путем экспертной оценки определены диагностически значимые признаки, влияющие на принятие решения о целесообразности и методе деривации мочи при МКБ:

x_1 – острый серозный обструктивный пиелонефрит; x_2 – острый гнойный обструктивный пиелонефрит; x_3 – некупирующийся болевой синдром; x_4 – часто рецидивирующая почечная колика, необходимость вводить инъекционные анальгетики более 4 раз в сутки; x_5 – локализация камня; x_6 – размер камня; x_7 – сократительная способность мочеточника по данным экскреторной урографии; x_8 – нижележащий камень мочеточника (множественная обструкция); x_9 – аденома простаты с субтригональным ростом с девиацией нижних отделов мочеточников; x_{10} – опухоль почки; x_{11} – степень развития подкожно-жировой клетчатки; x_{12} – количество функционирующих почек; x_{13} – нарушения свертывающей системы крови; x_{14} – нейрогенные контрактуры, анкилозы тазобедренных суставов; x_{15} – невозможность визуализации устья; x_{16} – пол пациента; x_{17} – степень анестезиологического риска ASA.

По диагностически значимым признакам экспертами определены функции принадлежности к перечисленным выше классам. На основании полученных значений функций принадлежности рассчитываются коэффициенты уверенности в отнесении объекта к одному из классов.

Коэффициент уверенности по целесообразности дренирования $KY_{др+}$ рассчитывается по максимально значению функций принадлежности по формуле:

$$KY_{др} = \max_i \{ \mu_{xi}^{др+} \}, \quad (1)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$.

Частные коэффициенты уверенности по выбору метода дренирования $KY_{кат+}$, $KY_{кат-}$, $KY_{чпнс+}$, $KY_{чпнс-}$ рассчитываются с помощью итерационного правила логического вывода вида:

$$KY_{\omega_y}(r+1) = KY_{\omega_y}(r) + \mu_{\omega_y}(x_{i+1}) [1 - KY_{\omega_y}(r)], \quad (2)$$

где $KY_{\omega_y}(r)$ – коэффициент уверенности в классе ω_y на r -м шаге итерации; причем $KY_{\omega_y}(r) = \mu_{\omega_y}(x_i)$; $\mu_{\omega_y}(x_{i+1})$ – функция принадлежности для вновь вводимого признака с номером $i+1$, $i = 5, \dots, 16$.

Получаемые результаты нечетких решающих правил являются исходными данными для работы ал-

горитма управления принятием решения о дренировании почки при МКБ.

Блок-схема алгоритма приведена на рисунке.

Словесный алгоритм управления диагностическими и лечебными мероприятиями, предлагаемый в работе, состоит из следующих пунктов:

1. В результате обследования больного выясняется наличие и выраженность диагностических признаков x_1-x_{17} .

2. По значению этих факторов на основании выражения 1 рассчитывается частный коэффициент уверенности $KU_{др}$.

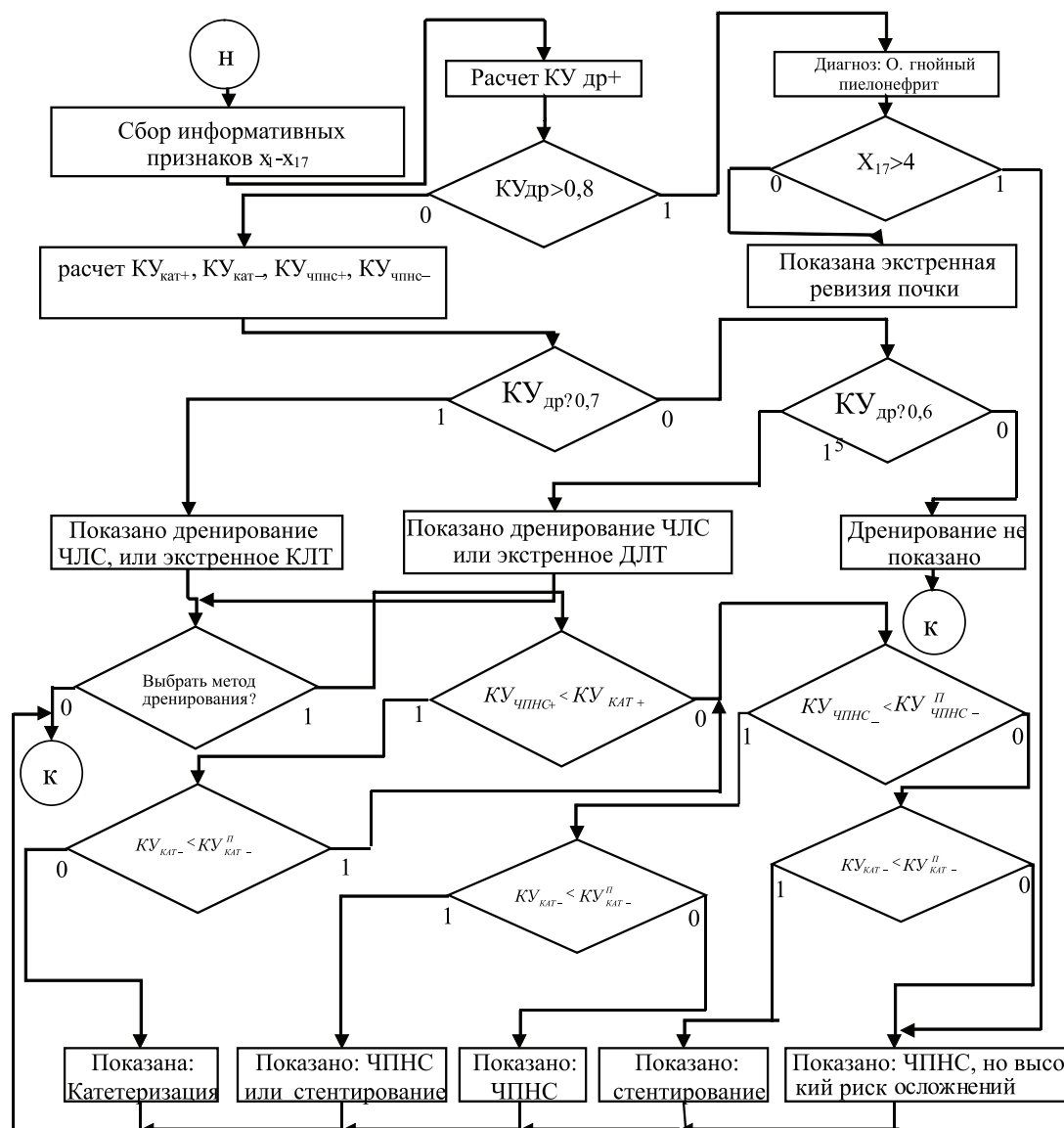
3. На основании сравнения $KU_{др}$ с пороговыми значениями определяется целесообразность экстренного дренирования чашечно-лоханочной системы почки согласно условиям:

ЕСЛИ ($KU_{др} < 0,65$), ТО [дренирование не показано]

ЕСЛИ ($0,65 \leq KU_{др} < 0,7$), ТО [дренирование показано, как альтернатива возможно экстренное ДЛТ]

ЕСЛИ ($0,7 \leq KU_{др} \leq 0,8$), ТО [дренирование показано, как альтернатива возможно экстренное КЛТ]

ИНАЧЕ [Диагноз: О. гнойный пиелонефрит].



Алгоритм управления процессом принятия решения по экстренному дренированию при мочекаменной болезни

В последнем случае уточняется степень анестезиологического риска по ASA: ЕСЛИ $x_{17} \leq 4$, ТО [Требуется экстренное оперативное вмешательство – ревизия почки, с интраоперационным решением вопроса об объеме операции: нефрэктомия или нефростомия, литотомия, декапсуляция, иссечение карбункулов] ИНАЧЕ [показана ЧПНС, однако с высоким риском осложнений] (у умирающих пациен-

тов, у которых не ожидается выживание в течение 24 часов).

5. Если $KU_{др} > 0,65$, то на основании выражения 2 рассчитываются частные коэффициенты уверенности к классам $KU_{кат+}$, $KU_{кат-}$, $KU_{чпнс+}$, $KU_{чпнс-}$ (блок 4) и определяется оптимальный способ дренирования ЧЛС путем сопоставления значений $KU_{кат+}$ с $KU_{чпнс+}$ и $KU_{кат-}$, $KU_{чпнс-}$ с пороговыми:

ЕСЛИ ($KU_{кат+} < KU_{чпнс+}$ И $KU_{чпнс-} \geq 0,5$ И $KU_{кат-} < 0,5$), ТО [Показано стентирование],
 ЕСЛИ ($KU_{кат+} < KU_{чпнс+}$ И $KU_{чпнс-} < 0,5$ И $KU_{кат-} < 0,5$), ТО [Показано ЧПНС или стентирование],
 ЕСЛИ ($KU_{кат+} < KU_{чпнс+}$ И $KU_{чпнс-} < 0,5$ И $KU_{кат-} \geq 0,5$), ТО [Показано ЧПНС],
 ЕСЛИ ($KU_{кат+} < KU_{чпнс+}$ И $KU_{чпнс-} \geq 0,5$ И $KU_{кат-} < 0,5$), ТО [Показано ЧПНС с высоким риском осложнений],
 ИНАЧЕ [показана катетеризация].

Результаты исследования и их обсуждение

Для проверки качества «срабатывания» синтезированных решающих правил проведен ретроспективный анализ законченных случаев лечения больных мочекаменной болезнью, находившихся на стационарном лечении в урологическом отделении № 2 ОБУЗ КГ КБ СМП г. Курска за 2010 год. Отобрано 144 истории болезни. Из них: 72 пациента, которым выполнялось экстренное дренирование ЧЛС почки и 72 пациента, которым не выполнялось дренирования (24 человек – проведена литокинетическая терапия, 24 – дистанционная литотрипсия, 24 – контактная литотрипсия). На основании синтезированных решающих правил по значениям информативных признаков рассчитаны коэффициенты уверенности по целесообразности и методу дренирования. По результатам совпадения врачебного и автоматизированного оценивания определено количество истинно-положительных и истинно-ложных результатов, которое составило 137 ответов. Таким образом, диагностическая эффективность синтезированных решающих правил составила 0,95.

Выводы

Полученные показатели качества позволяют рекомендовать описанный метод определения целесообразности и выбора способа экстренного дренирования чашечно-лоханочной системы почки для широкого использования в медицинской практике.

Список литературы

1. Автоматизированная система поддержки принятия решений врача-уролога по прогнозированию и профилактике мочекаменной болезни / А.Г. Коцарь [и др.]. – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2011. – 86 с.
2. Дзеранов Н.К. Лечение мочекаменной болезни: комплексная медицинская проблема // Лечащий врач. – 2002. – № 11 – С. 4–9.
3. Дюк В., Эммануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.

4. Лопаткин Н.А., Яненко Э.К. Мочекаменная болезнь. // Русский медицинский журнал. – 2000. – Т. 8, № 3. – С. 117–120.

5. Роль уровня обструкции в нарушении уродинамики верхних мочевых путей при осложнениях мочекаменной болезни (клинико-экспериментальное исследование) / В.И. Кирпатовский [и др.] // Урология. – 2004. – № 3. – С. 3–5.

6. Трапезникова М.Ф., Дорончук Д.Н., Дутов В.В. Качество жизни пациентов с мочекаменной болезнью: стент или нефростома // Вестник Межнационального центра исследования качества жизни. – 2010. – № 15–16. – URL: http://www.gemclinic.ru/jorn2010_06.php (дата обращения 19.03.13).

7. Knoll T. Epidemiology, Pathogenesis, and Pathophysiology of Urolithiasis // EurUrol Suppl. – 2010. – Vol. 9. – P. 802–806.

References

1. Kotsar A.G., Seregin S.P., Starodubtseva L.V., Korenevskiy N.A. *Avtomatizirovannaya sistema podderzhki prinyatiya resheniy vracha-urologa po prognozirovaniyu i profilaktike mochekamennoy bolezni* [Automated decision support system urologist for forecasting and prevention of urolithiasis]. Kursk. 2011. 86 p.

2. Dyuk V., Emmanuel V. *Informatsionnyye tekhnologii v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh*. [Information technology in medical and biological research]. SPb: Piter. 2003. 528 p.

3. Dzeranov N.K. *Lechash chiyvrach*, 2002, no.11, pp. 4–9.

4. Lopatkin N.A., Yanenko E.K. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*, 2000, Vol. 8, no. 3, pp. 117–120.

5. Kirpatovskiy V.I., Yanenko E.K., Safarov R.M., Mudraya I.S., Stupak N.V. *Urologiya*, 2004, no. 3, pp. 3–5.

6. Trapeznikova M.F., Doronchuk D.N., Dutov V.V., *Vestnik Mezhnatsionalnogo tsentra issledovaniya kachestva zhizni*, 2010, no. 15–16, available at: http://www.gemclinic.ru/jorn2010_06.php (19.03.13).

7. Knoll T. Epidemiology, Pathogenesis, and Pathophysiology of Urolithiasis // EurUrol Suppl. 2010. Vol. 9. pp. 802–806.

Рецензенты:

Серегин С.П., д.м.н., зав. урологическим отделением № 2 ОБУЗ «Курская городская клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Курск;

Сиплиный Г.В., д.м.н., профессор кафедры урологии, ГБОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Курск.

Работа поступила в редакцию 08.04.2013.