ФГБОУ ВПО «ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

на правах рукописи

О Гэ 2 014 5 0 53 и 3

КОЦАРЬ Александр Геннадьевич

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ДИАГНОСТИКИ, ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ

Специальность 03.01.09 -Математическая биология, биоинформатика

(медицинские науки)

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук

Научный консультант:

доктор медицинских наук Серегин Станислав Петрович

Курск - 2013

2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ, МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УРОЛОГИИ 16

1.1. Распространенность и принципы классификации мочекаменной болезни 16

1.2. Анализ современных диагностических методов и признаков, определяющих выбор способа лечения мочекаменной болезни 28

1.3. Факторы риска камнеобразования и принципы профилактики уролитиаза 42

1.4. Обзор математических методов и информационных технологий, используемых для задач прогнозирования, диагностики, профилактики

и лечения урологических заболеваний 58

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 69

2.1. Объект исследования 69

2.2. Методы математического моделирования распространенности, структуры классов и пространства признаков мочекаменной болезни 79

2.3. Методы построения математических моделей и алгоритмов прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения уролитиаза 82

2.4. Метод выбора диагностически значимых биологических точек для мочекаменной болезни 90

3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАСПРОСТРАНЕННОСТИ, СТРУКТУРЫ КЛАССОВ И ПРОСТРАНСТВА ПРИЗНАКОВ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ... 95

3.1. Математическое моделирование распространенности

мочекаменной болезни в городе Курске 95

3.2. Математическое моделирование структуры классов мочекаменной

з

болезни 98

3.3. Математическое моделирование пространства признаков

мочекаменной болезни 103

4. СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПО ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ... 151

4.1. Разработка комплекса информативных признаков и списка классов

по диагностике и выбору метода лечения мочекаменной болезни 151

4.2. Определение значений функций принадлежности к классам оценки уверенности в выборе метода элиминации конкремента 159

4.3. Синтез математических моделей по выбору метода элиминации конкрементов почек и мочеточника 167

4.4. Математическое моделирование принятия решения по

экстренному дренированию верхних мочевых путей при мочекаменной болезни 172

5. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАМНЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ 175

5.1. Математическое моделирование риска камнеобразования в почках 175

5.2. Формирование комбинированного пространства информативных признаков и функций принадлежности для задач прогнозирования возникновения и рецидива мочекаменной болезни ] 85

5.3. Синтез математических моделей по прогнозированию возникновения и рецидива мочекаменной болезни 197

6. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ 202

6.1. Алгоритм прогнозирования и профилактики камнеобразования в почках 202

6.2. Алгоритм диагностики и лечения мочекаменной болезни 206

4

6.3. Структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений врача уролога по профилактике и лечению мочекаменной

болезни 215

7. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ, ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ 219

7.1. Анализ эффективности математических моделей по прогнозированию камнеобразования при мочекаменной болезни 219

7.2. Анализ эффективности алгоритмов по профилактике камнеобразования 225

7.3. Результаты проверки математических моделей по выбору метода лечения мочекаменной болезни 229

7.4. Результаты оценки эффективности рекомендаций лечебных алгоритмов при осложненном течении мочекаменной болезни 235

7.5. Анализ эффективности применения рекомендаций алгоритма при литокинетической терапии 238

7.6. Результаты проверки эффективности предложенных алгоритмов

при хирургическом лечении мочекаменной болезни 242

7.7. Сводные результаты проверки работы интеллектуальной системы

поддержки принятия решений по лечению мочекаменной болезни 246

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 250

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 253

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АнализлитературныхданныхипроведениесобственныхматематикостатистическихисследованийсвидетельствуютовысокойраспространенностимочекаменнойболезнисостойкойтенденциейкростузаболеваемостиМатематическоемоделированиепозволиловыявитьустойчивыйвосходящийтрендгоспитальнойзаболеваемостиуролитиазомвгородеКурскеспрогнозируемымежегоднымприростомнабольныхнанаселенияШирокийассортиментспособовэлиминацииконкрементапринечеткостипоказанийкихиспользованиюпорождаетнеопределенностьввыбореметодалечениямочекаменнойболезничтоявляетсяоднойизпричинвысокогопроцентаповторныхгоспитализацийколичестваинверсийлечебнойтактикидлительногопредоперационногокойкодняМногофакторныйгенезуролитиазаисложностиучетавсегообъемаиндивидуальныхфактороврискаобуславливаютобъективныесложностивсоставленииадекватнойпрограммыиндивидуальнойметафилактикиМКБВтожевремяколичестворецидивовзаболеванияпривысокомрискекамнеобразованиябездолжнойметафилактикидостигаетВданнойситуацииповыситькачествопринятиястратегическихрешенийполечебнойипрофилактическойтактикеможноиспользуяматематическиеиинформационныеметодыРазведочныйанализвыборочнойсовокупностипациентовсмочекаменнойболезньюипостроениематематическихмоделейструктурымножествабольныхуролитиазомпоказаличтопространствоисходныхпризнаковпредставленозначительнымобъемомразнороднойинформацииснечеткиминеполнымпредставлениемданныхаструктураисследуемойсовокупностисостоитизбольшогоколичествапересекающихсяклассовВданнойситуациидлядостиженияцелирационализацииоказаниямедицинскойпомощипациентамстрадающиммочекаменнойболезньюиспользуянечеткуюлогикупринятиярешенийсинтезированыматематическиемоделипопрогнозированиюрискакамнеобразованиявыборуметодаэлиминацииконкрементаиэкстренногодренированиячашечнолоханочнойсистемыпочкипримочекаменнойболезниразработаныалгоритмыпо





определениюпрофилактическойилечебнойтактикиприуролитиазеинтегрированныевавтоматизированнуюсистемуподдержкипринятиярешенийНаоснованиипроверкисинтезированныхматематическихмоделейалгоритмовиинтеллектуальнойсистемывклиническихусловияхполученыследующиерезультаты

 Разработанныематематическиемоделираспространенностимочекаменнойболезниобеспечиваютпрогнозированиезаболеваемостиуролитиазомсвозможностьюпринятияупреждающихдиверсификационныхрешений

 СформированноепространствоинформативныхпризнаковсопределениеминформативностипоКульбакуиэкспертнойоценкойпометодуДельфивключающее климатогеографическиепроизводственныепищевыеповеденческиемедикобиологическиефакторырискаииндивидуальныеособенноститечениязаболеванияобеспечиваетвысокоекачествораспознаванияпациентовсрискамивозникновенияирецидивамочекаменнойболезни

 Синтезированныематематическиемодели прогнозированиякамнеобразованияпозволяютсэффективностьюпрогнозаотдоУутверждатьчтоприопределенномсочетаниифактороврискаупациентавтеченииближайшеговременивмочевыделительнойсистемеобразуютсяконкременты

 ПрогнозированиекамнеобразованиявпомощьюрешающихправиіоснованныхнаизмеренииэнергетическиххарактеристикбиологическиактивнікточекхарактеризуетсянизкойэффективностьюОднаковключениепоказателейэлектрическогосопротивлениябиологическиактивныхточеквкомплексинформативныхпризнаковпозволяетнаповыситьчувствительноеіьитоговыхрешающихправилпопрогнозированиюкамнеобразованияпримочекаменнойболезни

 Созданныйалгоритмпопредупреждениюнефролитогенезанаоснованиидифференцированногоучетафактороврискадаетвозможностьиндивидуализироватьпрограммупрофилактикииметафилактикизаболеванияреализациякоторойпозволяетстатистическизначимоснизитьконцентрацию





пролитогенныхсубстанцийиповыситьантилитогенныесвойствамочиуменьшитьабсолютныйрискрецидивазаболеваниянаиснизитьисходныйрисккамнеобразованиянаупациентовстрадающихуролитиазом

 МатематическоемоделированиепространствапризнаковиструктурыклассовбольныхмочекаменнойболезньюсиспользованиемтеориимножествиметодаКульбакапозволяетвыявитьинформативныепризнакиспособствующиеминимизациирискапересеченияподмножествбольныхсразличнымиметодамилечениядляповышенияэффективностипервичныхметодовлеченияисниженияколичестваслучаевинверсиилечебнойтактики

 Предложенныематематическиемоделиповыборуметодалечениямочекаменнойболезнипозволяютвусловияхнеполнотыинечеткостивводныхданныхрассчитыватьпоказателиуверенностивпринятиирешенийполечебнойтактикепримочекаменнойболезнипозволяющиесэффективностьюотдообъективноопределятьоптимальныйметодэлиминацииконкрементацелесообразностьиспособургентнойдеривациимочиизчашечнолоханочнойсистемыпочек

 Применениевычислительныхалгоритмовповыборуметодалеченияуролитиазаприведениипациентовсмочекаменнойболезньюрационализируетлечебныйпроцессприводякстатистическизначимомуповышениюэффективностиметодовэлиминацииконкрементаснижениюсроковпребываниявстационаречастотыинверсийлечебнойтактикиколичестваоткрытыхоперацийиповторныхгоспитализаций

 Реализациярекомендацийлечебногоалгоритмапривыборелитокинетическойтерапиисприменениемальфаадреноблокаторовизвуковойстимуляциизначительносокращаетсрокилеченияиколичествообструктивновоспалительныхосложненийувеличиваетчастотусамостоятельногоотхожденияконкремента

 Разработаннаяструктураинтеллектуальнойсистемыподдержкипринятиярешенийреализуетавтоматизированноепрогнозированиевыборрациональнойлечебнойипрофилактическойтактикиипозволяетстатистическизначимо





повышатькачествооказаниямедицинскойпомощипациентаммочекаменнойболезньюспособствуяуменьшениюрискакамнеобразованиявпочкахна°оиснижениюотдорисканеблагоприятныхклиническихисходовлеченияпациентовсмочекаменнойболезнью