

## РАЗРАБОТКА НОМЕНКЛАТУРЫ ПОНЯТИЙ И ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПО АМБУЛАТОРНОМУ ВЕДЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ПОДАГРОЙ

И. С. Осмоловский <sup>✉</sup>, Т. В. Зарубина, Н. А. Шостаков, А. А. Кондрашов, А. А. Клименко

Российский научно-исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Подагра является системным тофусным заболеванием, для которого характерны отложение в различных тканях кристаллов моноурата натрия и развивающееся в связи с этим воспаление. Диагностика подагры в среднем по России длится до 8 лет. Этого времени достаточно для развития различных осложнений (например, подагрической нефропатии) и инвалидизации пациента. Необходимы стратегии улучшения качества оказываемой помощи пациентам. К одной из таких стратегий можно отнести создание экспертной системы, которая могла бы помочь специалистам заподозрить подагру и рекомендовать тактику ее лечения. Основой экспертной системы является база знаний. Целью исследования было сформировать номенклатуру медицинских понятий и логических схем ведения пациентов при диагностике и лечении подагры для разработки экспертной системы. В ходе разработки номенклатуры было собрано 1174 понятия, которые легли в основу 40 логических схем по диагностике подагры и 50 логических схем лечения заболевания. Все указанные информационные модели верифицированы экспертами.

**Ключевые слова:** онтология, база знаний, экспертная система, система поддержки принятия врачебных решений, подагра

**Вклад авторов:** И. С. Осмоловский — формирование и техническая верификация информационных объектов (номенклатуры медицинских понятий и логических схем диагностики и лечения подагры), анализ предоставленной экспертами информации, написание технической части рукописи и формирование таблиц и рисунков; Т. В. Зарубина — общее руководство, дизайн исследования, подготовка рукописи, анализ предоставленной экспертами информации, техническая верификация информационных объектов; Н. А. Шостаков, А. А. Клименко, А. А. Кондрашов — сбор информации для создания информационных объектов, клиническая верификация информационных объектов, написание клинической части рукописи.

**Соблюдение этических стандартов:** исследование одобрено этическим комитетом РНИМУ им. Н. И. Пирогова (протокол № 192 от 27 января 2020 г.).

✉ **Для корреспонденции:** Иван Сергеевич Осмоловский  
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997; osmolovsky\_ivan@bk.ru

**Статья получена:** 03.03.2021 **Статья принята к печати:** 01.04.2021 **Опубликована онлайн:** 17.04.2021

**DOI:** 10.24075/vrgmu.2021.014

## DEVELOPMENT OF MEDICAL NOMENCLATURE AND ALGORITHMS FOR DIAGNOSIS AND TREATMENT OF GOUT IN OUTPATIENT SETTINGS

Osmolovsky IS <sup>✉</sup>, Zarubina TV, Shostak NA, Kondrashov AA, Klimenko AA

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Gout is a chronic systemic disease characterized by the deposition of monosodium urate crystals in various tissues and inflammation. In Russia, time to diagnosis may be as long as 8 years. This leads to serious complications, such as urate nephropathy, and disability. Effective strategies are needed to improve the quality of medical care for gout patients. One of such strategies is creation of an expert system to aid the clinician in establishing the diagnosis and selecting adequate therapy. The cornerstone of an expert system is a knowledge base. The aim of this paper was to develop a medical nomenclature and algorithms for the diagnosis and treatment of gout that will be used to create an expert system in the future. A total of 1,174 entities were selected that laid the basis for 40 diagnostic and 50 treatment algorithms for gout patients. All informational models were verified by the expert panel.

**Keywords:** ontology, knowledge base, expert system, CDSS, clinical decision support system, gout

**Author contribution:** Osmolovsky IS built and performed technical verification of the medical nomenclature and algorithms for the diagnosis and treatment of gout, analyzed information provided by the expert panel, wrote the technical section of the paper and prepared figures and tables; Zarubina TV proposed the design of the study, supervised the study, analyzed information provided by the expert panel and performed technical verification of the informational objects; Shostak NA, Kondrashov AA, Klimenko AA collected data for the informational objects, performed clinical verification of the informational objects and wrote the clinical section of this paper.

**Compliance with ethical standards:** the study was approved by the Ethics Committee of Pirogov Russian National Research Medical University (Protocol № 192 dated January 27, 2020).

✉ **Correspondence should be addressed:** Ivan S. Osmolovsky  
Ostrovityanova, 1, Moscow, 117997; osmolovsky\_ivan@bk.ru

**Received:** 03.03.2021 **Accepted:** 01.04.2021 **Published online:** 17.04.2021

**DOI:** 10.24075/brsmu.2021.014

Подагра — хроническое системное тофусное заболевание, характеризующееся отложением в различных тканях кристаллов моноурата натрия и развивающимся в связи с этим воспалением у лиц с гиперурикемией, обусловленной внешнесредовыми и/или генетическими факторами. Заболевание распространено среди 1–2% взрослого населения [1]. Для контроля подагры эффективен терапевтический подход «лечение до достижения целевого уровня уратов сыворотки крови», обозначенный в современных клинических рекомендациях. Долгосрочное снижение уровня мочевой кислоты до уровня менее 360 мкмоль/л приводит к растворению кристаллов и в итоге к подавлению обострений заболевания. Однако

показатели своевременности начала и продолжения уратснижающей терапии до достижения цели во всем мире очень низки, и, следовательно, достижение лабораторных целевых значений мочевой кислоты в сыворотке крови регистрируется нечасто [1]. Необходимы стратегии улучшения качества оказываемой помощи пациентам.

Длительность времени установления диагноза подагры в России достигает 4–8 лет с момента первого приступа подагрического артрита [2–5], что приводит к появлению тяжелых осложнений и развитию коморбидных состояний.

Причин длительной постановки диагноза «подагра» существует много. Одна из проблем заключается в

недостатке врачей-специалистов (врачей-ревматологов) в поликлиниках и других медицинских учреждениях. Согласно российскому законодательству [6], рекомендуется иметь одного врача-ревматолога на 30 000 человек населения. Однако реальное число специалистов на местах составляет 0,07 на 10 000 человек или 0,21 на 30 000 человек, что в 5 раз меньше рекомендуемого [7, 8]. Таким образом, происходит задержка в получении пациентами качественной и квалифицированной помощи.

Еще одна проблема связана с отсутствием возможности проведения поляризационной микроскопии, являющейся «золотым стандартом» в диагностике подагры [1, 9]. Метод не является «рутинным», не может быть масштабно использован на местах, более того, его могут применять только подготовленные специалисты [4, 9]. Все эти причины приводят к тому, что врачи вынуждены устанавливать диагноз на основании исключительно клинических признаков, что служит причиной возникновения ошибочной трактовки состояния при первичном обращении пациентов [10].

Современные технологические возможности способны снизить число врачебных ошибок и улучшить качество оказываемой помощи пациенту. Одна из таких возможностей — разработка и применение систем поддержки принятия врачебных решений, которые ведут с конца 1960-х — начала 1970-х гг. [11–13]. За более чем 50-летнее развитие этого направления был создан большой пул решений, многие из которых применяют и в настоящее время. В целом существующие решения могут быть разделены на две группы [14]:

- системы, основанные на машинном обучении: генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети, методы опорных векторов и многие другие [15];

- системы, основанные на знаниях, в частности, экспертные системы [13].

Системы, основанные на машинном обучении (например обработка медицинских изображений), имеющие крупные базы данных (от нескольких тысяч случаев) и не требующие объяснения принятого решения системой специалисту, хорошо зарекомендовали себя в различных областях медицины. Однако для оказания поддержки принятия решений при диагностике и лечении подагры больше подходят системы, основанные на знаниях и позволяющие сформировать экспертные системы при отсутствии баз данных достаточного объема. Они могут быть основаны на текстологических источниках и экспертных знаниях и позволяют формировать обоснованные решения [12, 13, 16].

Созданием базы знаний занимается инженерия знаний, разрабатывающая различные методы их извлечения, структуризации и формализации. На текущем этапе развития инженерии знаний существует несколько устоявшихся моделей представления знаний, в частности, продукционные модели, фреймы, семантические сети и др. [12, 13, 17]. Однако существуют особенности знаний предметной области (модульность, противоречивость, неполнота и др.), которые сложно отобразить в существующих моделях [12]. Один из способов, позволяющих обойти подобного рода сложности, — использование онтологического подхода, в рамках которого рассматривают формирование номенклатуры медицинских понятий со строгим пониманием значения каждой сущности в отдельности и созданием их иерархии [12].

Онтология — формальная спецификация разделяемой концептуальной модели, т. е. по сути онтологией является абстрактная модель предметной области, описывающая

систему понятий данной области в явном виде, которая принята определенным сообществом и представлена в формализованном виде [12, 13]. Принятым вариантом отображения онтологии являются семантические сети, т. е. совокупность концептов, объединенных связями, однако онтология может быть представлена любым другим методом представления знаний, например фреймами или продукционными правилами.

Таким образом, создание онтологии является одним из ключевых этапов разработки экспертной системы, с помощью которой специалист сможет получить всю необходимую информацию по заболеванию, но для того, чтобы разработать онтологическую модель предметной области, требуется использовать номенклатуру медицинских понятий и логические схемы по диагностике и лечению [12, 13], однако на сегодняшний день не существует подобных информационных объектов.

Цель работы — разработать формализованные схемы диагностики и лечения подагры в условиях амбулаторной помощи для построения экспертной системы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным источником для формирования номенклатуры медицинских понятий и схем по диагностике и лечению подагры были федеральные клинические рекомендации, одобренные Министерством здравоохранения Российской Федерации [1]. Дополнительно использовали материалы, представленные в государственном реестре лекарственных средств [18], а также современные монографии и статьи.

Критерии подбора экспертов при разработке экспертных систем или аналогичных продуктов не регламентированы в отечественных нормативно-правовых актах в явном виде, поэтому были использованы формальные показатели их профессиональной компетентности (ученая степень, занимаемая должность, стаж работы в области ревматологии более 8 лет). Собранный группа экспертов-ревматологов, терапевтов состояла из трех высококвалифицированных специалистов кафедры факультетской терапии им. А. И. Нестерова лечебного факультета Российского национального исследовательского университета им. Н. И. Пирогова.

Разработку и ведение схем диагностики и лечения подагры осуществляли с помощью программных продуктов MS Excel (Microsoft; США), MS Excel Online (Microsoft; США) и MS Visio (Microsoft; США).

Разработка номенклатуры медицинских понятий в области диагностики и лечения подагры состояла из нескольких этапов:

- с помощью текстологических методов извлечения знаний осуществляли выделение понятий;

- каждый эксперт независимо от других специалистов осуществлял корректирование номенклатуры (изменение/добавление/удаление выделенных понятий);

- полученные результаты валидировали методом сопоставления и методом общего голосования.

Метод сопоставления заключался в следующем. Каждому эксперту выдавали версию номенклатуры, сформированной на основе текстологических источников. Эксперты корректировали номенклатуру независимо друг от друга. Полученные версии сопоставляли между собой и выявляли различия, которые в дальнейшем выносили на общее голосование с целью итогового наполнения финальной номенклатуры понятий новыми позициями.

Схемы диагностики разрабатывали на основе международной классификации ACR/EULAR 2015.

Схемы лечения строили на сведениях из клинических рекомендаций Ассоциации ревматологов России [1, 19]. Разработка схем включала этапы, похожие на таковые при создании номенклатуры понятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Номенклатура медицинских понятий**

Разработка номенклатуры медицинских понятий по диагностике и лечению подагры является многоэтапным процессом, результатом которого стало выделение 1174 понятий. В ходе разработки возникла необходимость сформировать ряд требований, для того чтобы предупредить чрезмерное расширение номенклатуры позициями, в дальнейшем не используемыми специалистом при принятии врачебных решений.

1. Выделять понятия, которые используют только при диагностике и лечении подагры. Понятия, которые не касаются данного заболевания, не включать в номенклатуру. Например, понятия «Изжога» или «Язва желудка» не используют в диагностике или лечении подагры, поэтому они не были включены в номенклатуру.

2. Извлекать уточненные понятия. Например, понятие «Мочевая кислота» не включать в номенклатуру, поскольку термин не является в достаточной степени детализированным: мочевую кислоту изучают в сыворотке крови, в моче пациента, синовиальной жидкости и др. и она имеет различные показатели нормы, используемые в ходе диагностики заболевания или контроля лечения пациента. Поэтому термин необходимо уточнить до «Сывороточный уровень мочевой кислоты». При добавлении понятия в номенклатуру осуществляли его маппинг с терминологической базой данных SNOMED, что позволило детализировать ряд понятий.

3. Формировать синонимичные группы понятий. Отдельные медицинские школы могут использовать различные термины для описания одного и того же явления. Такие понятия необходимо добавлять в номенклатуру медицинских понятий и объединять в синонимичные группы, которые описывают определенное явление в медицине. Например, «Подагра интермиттирующего течения вне обострения» и «Подагра. Межприступный период».

В рамках синонимичной группы необходимо выделять основное понятие, которое в дальнейшем будет использоваться системой, и синонимичные понятия, которые перенаправят систему на основное понятие. Обычно за основное понятие принимают наиболее часто используемое. Все сокращения и аббревиатуры считают синонимами.

4. Извлекать обобщающие понятия для группировки уточненных понятий. Например, понятие «Тофус» обобщает группу понятий «Подкожный тофус», «Внутрикостный тофус» и др.

5. Выделять в качестве лекарственных препаратов исключительно действующие вещества. Не включать в номенклатуру торговые наименования.

6. Извлекать количественные понятия. Например, «Сывороточный уровень мочевой кислоты» необходимо сопроводить указанием референтных интервалов.

Перед началом работы над номенклатурой медицинских понятий экспертная группа сформулировала перечень конечных диагнозов по подагре на основе собственного опыта и верифицированных источников литературы [1, 19]. Диагноз состоит из клинической стадии подагры и функционального класса пораженного сустава (табл. 1).

По окончании работы с текстологическими источниками номенклатура медицинских понятий в области диагностики подагры включала 132 основных и 77 синонимичных понятий, после уточнения номенклатуры экспертной группой — 179 основных и 470 синонимичных понятий. Номенклатура медицинских понятий в области лечения подагры по окончании первого этапа состояла из 324 основных и 213 синонимичных понятий; по окончании второго этапа — 387 основных и 515 синонимичных понятий.

Часть выделенных понятий используется в обеих номенклатурах, поэтому при их объединении общее число основных понятий составило 495, синонимичных — 679.

Основные понятия были сгруппированы в восемь типов (табл. 2). В дальнейшем эти типы понятий будут использованы для построения онтологии по диагностике и лечению подагры.

**Разработка схем для диагностики подагры**

Разработка схем для диагностики подагры включала несколько этапов и была осуществлена на основе федеральных клинических рекомендаций [1, 19] с последующим уточнением экспертами. Схему формировали для каждого из 20 уточненных понятий диагноза подагры. Всего было создано 40 схем (табл. 3), для описания которых использовали 52 симптома.

Уточненные понятия диагноза подагры являются окончательно сформированными вариантами диагнозов, в рамках которых осуществлен перебор двух частей: клинической стадии подагры и функционального класса пораженного сустава [19, 20] (см. табл. 1). С точки зрения диагностики заболевания обе части можно рассматривать как отдельные составляющие. Алгоритм определения функционального класса пораженного сустава полностью соответствует требованиям федеральных клинических рекомендаций [19].

Алгоритм диагностики клинических стадий строили на основе международной классификации ACR/EULAR 2015 [1]. Алгоритм состоит из трех шагов. Первый шаг связан с выявлением приступа подагрического артрита, в рамках которого рассматривают симптомы воспаления голеностопного, 1-го плюснефалангового суставов

Таблица 1. Клинические формы подагры

Классификация клинических стадий подагры	Функциональные классы поражения суставов
Острый подагрический артрит	I
Подагра интермиттирующего течения, вне обострения	II
Подагра интермиттирующего течения, обострение. Острый подагрический артрит	III
Подагра. Хроническая тофусная форма. Хронический подагрический артрит, вне обострения	IV
Подагра. Хроническая тофусная форма. Хронический подагрический артрит, обострение	

Таблица 2. Типы понятий, используемые в номенклатуре медицинских понятий

№	Тип понятия	Описание типа понятия
1	Симптом	Включает в себя понятия, которые являются признаками, выявляемыми специалистами с помощью различных методов исследований, например понятие «Отечность плюснефалангового сустава I пальца стопы» или «Сывороточный уровень мочевой кислоты»
2	Диагноз	Включает в себя понятия, которые являются диагнозами, например понятие «Острый подагрический артрит»
3	Метод исследования	Включает в себя методы исследования признаков
3.1	Инструментальный метод исследования	Включает в себя методы инструментального исследования признаков, например «Ультразвуковое исследование сустава»
3.2	Лабораторный метод исследования	Включает в себя методы лабораторного исследования признаков, например «Клинический анализ крови»
3.3	Диагностическая манипуляция	Включает в себя методы физикального исследования пациента (пальпация, перкуссия и аускультация) и методы сбора анамнеза и жалоб пациента, например «Измерение подвижности сустава»
3.4	Консультация специалиста	Включает в себя консультации специалистов, например «Консультация врача-нефролога»
4	Лечение	Включает в себя методы лечения
4.1	Действующее вещество	Включает в себя действующие вещества, которые используются при лечении подагры, например «Аллопуринол»
4.2	Немедикаментозное лечение	Включает в себя методы немедикаментозного лечения, которые используются при лечении подагры, например «Диета. Стол № 6»

и суставов средней части стопы. На этапе уточнения информации экспертной группой список был расширен симптомами воспаления коленного сустава и симптомами воспаления периферических суставов как единого понятия для обобщения 59–61 суставов, которые могут быть поражены с меньшей степенью вероятности. Каждый признак вносит свой вклад в диагностику заболевания, который выражен в баллах. Для диагностики подагры специалисту необходимо определить набор признаков, которые суммарно оценивают по шкале ACR/EULAR в 8 и более баллов. Однако набор баллов по данной классификации дополняется следующими условиями.

#### Подсчет баллов на примере временных характеристик

Некоторые признаки влияют на диагностику заболевания только при совместном использовании. Например, «Длительность наступления максимальной боли во время приступа» со значением «< 24 ч» и «Длительность приступа артрита» со значением «10–14 сутки» совместно имеют 1 балл. При этом добавление третьего признака «Наступление полной регрессии симптомов артрита» со значением «10–14 сутки» никак не повлияет на совместное число баллов. При этом каждый признак в отдельности не имеет собственных баллов. Не менее важно сочетание временных признаков с повторением типичных эпизодов, что позволяет увеличить суммарное число баллов до 2.

#### Подсчет баллов на примере признака «Сывороточный уровень мочевой кислоты»

В зависимости от значения этого показателя число баллов может быть от наибольшего значения «4» до отрицательного значения «-2». Наличие отрицательных значений необходимо учитывать при разработке решающих правил экспертной системы.

#### Подсчет баллов на примере результата поляризационной микроскопии синовиальной жидкости

При описании результатов поляризационной микроскопии синовиальной жидкости, согласно клиническим рекомендациям, необходимо использовать три разных значения: наличие кристаллов моноурата натрия в синовиальной жидкости (оценивается в 8 баллов); отсутствие кристаллов моноурата натрия в синовиальной жидкости (оценивается в -2 балла); отсутствие результатов исследования (оценивается в 0 баллов).

При проектировании экспертной системы требуется поддерживать не бинарную систему (наличие или отсутствие симптома), а систему, состоящую из трех состояний симптома (наличие симптома, отсутствие симптома или отсутствие информации о симптоме).

Все схемы были описаны в MS Excel с указанием баллов и логики их пересчета для дальнейшего построения

Таблица 3. Число схем диагностики подагры без детализации диагноза по функциональным классам сустава

№	Наименование уточненного диагноза без функциональных классов	Число схем без учета ФК	Число схем с учетом ФК
1	Острый подагрический артрит	2	8
2	Подагра интермиттирующего течения, вне обострения	1	4
3	Подагра интермиттирующего течения, обострение. Острый подагрический артрит	2	8
4	Подагра. Хроническая тофусная форма. Хронический подагрический артрит, вне обострения	3	12
5	Подагра. Хроническая тофусная форма. Хронический подагрический артрит, обострение	2	8
	Всего	10	40



онтологии. Симптомы, которые имеют численное выражение, содержат значение в виде интервала и единицы измерения, соответствующее значению справочника «Единицы измерения» [21].

Схемы по диагностике подагры прошли проверку группой экспертов методом сопоставления, в результате которой эксперты признали сформированные схемы верифицированными и подтвердили возможность их использования при разработке онтологии.

**Разработка схем лечения подагры**

Разработка схем лечения отличается от разработки схем диагностики подагры. Схемы лечения разбиты на несколько частей: 1) выбор общей тактики лечения пациента; 2) подбор оптимального действующего вещества или нескольких действующих веществ; 3) определение условий, при которых осуществляют госпитализацию пациента.

Для описания тактики лечения совместно с экспертами была сформирована логическая модель из 50 сценариев, предназначенных для лечения обострения подагрического артрита. В ходе разработки логические схемы были представлены в MS Visio (рис. 1), что позволило детально обсудить каждый сценарий, избегая технических деталей. Каждый сценарий включает в себя:

1) указание приема группы препаратов (уточнение конкретного действующего вещества будет осуществляться на следующем этапе). Выбор необходимо сделать между колхицином, нестероидными противовоспалительными препаратами (НПВП), ингибиторами протонной помпы, глюкокортикоидами, канакинумабом и сочетаниями всех указанных групп. Ввиду особенности приема глюкокортикоидов в сценариях глюкокортикоиды указаны с уточнением пути введения препарата: внутрисуставного, внутримышечного или перорального;

2) обозначение границ проведения консультаций, которые являются точками перехода между различными сценариями, и госпитализации пациента;

3) формирование условий выбора и переключения между сценариями.

Отдельно следует рассмотреть сценарии для профилактики приступов подагрического артрита (малые дозы колхицина, нестероидных противовоспалительных препаратов и глюкокортикостероидов) и снижения уровня мочевой кислоты в сыворотке крови (аллопуринол и фебуксостат).

На втором этапе необходимо осуществить выбор одного или нескольких действующих веществ, которые в дальнейшем будут рекомендованы специалисту к назначению с учетом разовой дозы, кратности и пути введения, лекарственной формы и дополнительных условий. К каждому такому веществу сформулирован

перечень противопоказаний, что позволит избежать его назначения в случаях, когда действующее вещество не должно быть назначено.

Описание схем лечения осуществляли в виде таблицы MS Excel (рис. 2), включающей информацию, которую система сможет рекомендовать специалисту для назначения при выполнении заданных условий.

При наполнении схем по лечению подагры потребовалось ввести следующие правила и ограничения.

1. Приоритет следует отдавать более высокому по позиции препарату, т. е. система будет рекомендовать его в первую очередь, если условия назначения выполнены и отсутствуют противопоказания к препарату.

2. В случае когда невозможно указать приоритет между разными действующими веществами или разные условия назначения, эти позиции следует объединять в группу (поле «Номер группы») (рис. 2).

3. В случае когда назначается несколько действующих веществ, эту информацию следует отображать в таблице способом, представленным на рис. 3. Например, назначен совместный прием одного действующего вещества из блока НПВП и одного действующего вещества из блока ингибиторов протонной помпы (ИПП). Приоритет использования препарата соответствует предыдущим правилам, но рассматривается отдельно в каждом блоке.

Таким образом, с одной стороны, появляется возможность отобразить все лечение в формализованном виде, с другой стороны, указанные правила могут быть изучены экспертами.

Схемы по лечению подагры тоже прошли проверку группой экспертов методом сопоставления, в результате которой эксперты признали сформированные схемы верифицированными и подтвердили возможность их использования при разработке онтологии.

**ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Разработанная и верифицированная номенклатура медицинских понятий в области диагностики и лечения подагры является основой разрабатываемой онтологии. Строгая типизация и обобщение понятий позволяют в дальнейшем говорить о разрабатываемой спецификации концептуальной модели, т. е. создании такой модели, в которой каждая сущность имеет свое назначение, описанное в явном виде. Разделение всех понятий на основные и синонимичные также важно для будущей онтологии, поскольку позволяет учитывать терминологию различных медицинских школ и в случае необходимости расширять имеющуюся терминологическую базу. Таким образом реализуется принцип разделяемой концептуальной модели. Однозначное определение диагнозов позволило в дальнейшем заняться разработкой логических схем ведения пациентов.

	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	10 день	11 день	12 день	13 день	14 день
1	Колхицин + НПВП					Колхицин + НПВП					Колхицин + НПВП			
4	Колхицин + НПВП				Колхицин + ГКсус	Колхицин				[Консулт + ГКсус] на 10 или 11 или 12 день		Колхицин		
5	Колхицин + НПВП				Колхицин + ГКсус	Колхицин				Колхицин				Госпитализация
28	Колхицин + ГКперорально					Колхицин + ГКперорально					Колхицин + ГКперорально			

Рис. 1. Пример отображения сценариев. ГКсус — глюкокортикоид внутрисуставного введения, ГКперорально — глюкокортикоид перорального введения

	Действующее вещество	Разовая доза	Единицы измерения разовой дозы	Кратность применения	Единицы кратности применения	Длительность приема	Единицы измерения длительности приема	Путь введения
1	Напроскен	275	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
2	Нимесулид	100	мг	2	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
3	Диклофенак	50	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
4	Эторикоксиб	120	мг	1	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
5	Напроскен	550	мг	2	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
6	Нимесулид	100	мг	2	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
7	Диклофенак	50	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
8	Эторикоксиб	120	мг	1	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
9	Целекоксиб	400	мг	1	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
10	Ацеклофенак	200	мг	1	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
11	Теноксикам	20	мг	3	Раз в день	8	День	Внутримышечный
12	Кетопрофен	100	мг	2	Раз в день	8	День	Внутримышечный
13	Декскетопрофен	25	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
14	Декскетопрофен	50	мг	3	Раз в день	8	День	Внутривенный
15	Индометацин	25	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
16	Ибупрофен	400	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
17	Пироксикам	20	мг	1	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
18	Лорноксикам	8	мг	2	Раз в день	8	День	Для приема внутрь
19	Этодолак	400	мг	3	Раз в день	8	День	Для приема внутрь

	Действующее вещество	Разовая доза	Единицы измерения разовой дозы	Лекарственная форма	Связь с приемом пищи	Условие назначения	Особенности назначения	Номер группы
1	Напроскен	275	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Возраст (>65 лет); Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		1
2	Нимесулид	100	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Возраст (>65 лет); Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		1
3	Диклофенак	50	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Возраст (>65 лет); Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		1
4	Эторикоксиб	120	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Возраст (>65 лет); Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		1
5	Напроскен	550	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		2
6	Нимесулид	100	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		2
7	Диклофенак	50	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		2
8	Эторикоксиб	120	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		2
9	Целекоксиб	400	мг	Капсулы	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		3
10	Ацеклофенак	200	мг	Таблетки с пролонгированным высвобождением	Во время приема пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		3
11	Теноксикам	20	мг	Лиофилизат для приготовления раствора для внутримышечного введения	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
12	Кетопрофен	100	мг	Раствор для внутримышечного введения	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
13	Декскетопрофен	25	мг	Гранулы для приготовления раствора для приема внутрь	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
14	Декскетопрофен	50	мг	Раствор для внутривенного введения	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
15	Индометацин	25	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
16	Ибупрофен	400	мг	Таблетки	Во время приема пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
17	Пироксикам	20	мг	Таблетки	Во время приема пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
18	Лорноксикам	8	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4
19	Этодолак	400	мг	Таблетки	Не связано с приемом пищи	Колхицин; Давность начала острого подагрического артрита (>3 дней)		4

Рис. 2. Описание схемы лечения на примере блока по нестероидному противовоспалительному препарату

Назначается совместный прием нестероидных противовоспалительных препаратов и ингибиторов протонной помпы			Действующее вещество	Разовая доза	Единицы измерения разовой дозы
	Нестероидные противовоспалительные препараты	1		Целекоксиб	400
2			Эторикоксиб	120	мг
3			Нимесулид	100	мг
Ингибиторы протонной помпы	1		Пантопразол	40	мг
	2		Омепразол	20	мг
	3		Рабепразол	20	мг
	4		Эзомепразол	40	мг
	5		Деклансопразол	30	мг
	6		Лансопразол	15	мг

Рис. 3. Совместный прием действующих веществ

Разработанные и верифицированные логические схемы диагностики подагры будут использованы для создания структуры онтологии в части диагностики заболевания. Выявленные закономерности, в частности наличие этапов диагностики, специфическая логика работы с отдельными понятиями или группой понятий, необходимость использования трех состояний некоторых понятий, которые в явном виде влияют на установку диагноза подагры, лягут в основу разрабатываемой структуры онтологии, ее наполнения, а также будут использованы в ходе разработки алгоритмов экспертной системы. Однозначное определение использованных единиц измерений для всех количественных симптомов также позволяет нам говорить о создании спецификации концептуальной модели.

Разработанные и верифицированные логические схемы в области лечения подагры будут использованы при разработке структуры онтологии в части лечения заболевания, последующем наполнении онтологии и при разработке экспертной системы в части выбора оптимальной тактики лечения и контроля проводимого лечения.

Описание разработанных логических схем в программном продукте MS Excel позволяет нам, с одной стороны, говорить о формализации имеющейся информации, что дает возможность использовать эти данные для наполнения онтологии посредством специализированных программных продуктов, предназначенных для этого, а с другой стороны — использовать интерфейс и средства MS Excel для работы

с экспертами при дальнейшем ведении разрабатываемой онтологии.

Разработанную номенклатуру медицинских понятий в области подагры не удалось сравнить с аналогами, поскольку существующие экспертные системы либо основаны на другом подходе [22], либо не предоставляют необходимые для сопоставления данные [23]. Вместе с тем существуют различные работы, использующие аналогичные методы извлечения, структуризации и формализации знаний в других областях медицины, например при стенокардии [24], кишечных кровотечениях [25]. Однако объективно сопоставить полученные результаты с указанными работами не представляется возможным.

## ВЫВОДЫ

Разработана номенклатура медицинских понятий по диагностике и лечению подагры на основе источников литературы и экспертного мнения, включающая 179 основных понятий и 470 синонимичных понятий по диагностике и 387 основных и 515 синонимичных понятий по лечению подагры. Созданы формализованные схемы по диагностике и лечению подагры, содержащие в себе 40 и 50 схем соответственно, которые позволят разработать экспертную систему, направленную на помощь специалистам при постановке диагноза и определении алгоритма лечения конкретного больного подагрой в рамках оказания амбулаторной помощи.

## Литература

1. Министерство здравоохранения России. Подагра. Клинические рекомендации. 2018. Доступно по ссылке: <http://www.ma.cfuv.ru/docs/249620/%D0%9A%D0%A0%20%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0.pdf>.
2. Воробьев П. А., Цурко В. В., Елисеева М. Е. Подагра в гериатрической практике. Клиническая геронтология. 2016; 22 (3–4).
3. Карнакова М. В., Калягин А. Н. Изменилось ли клиническое течение подагры в последнее время? Современная ревматология. 2017; 11 (1): 23–27.
4. Кириллова Э. Р. Возможности ультразвукового исследования в диагностике подагры. Практическая медицина. 2018; 16 (7): 117–8.
5. Елисеев М. С. Классификационные критерии подагры (рекомендации ACR/EULAR). Научно-практическая ревматология. 2015; 53 (6): 581–5.
6. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 15.05.2012 № 543н «Об утверждении Положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению» (ред. 21 февраля 2020 г.). Доступно по ссылке: <https://base.garant.ru/70195856/>.
7. Руголь Л. В., Сон И. М., Меньшикова Л. И. Влияние кадрового обеспечения первичной медико-санитарной помощи на эффективность ее деятельности. Социальные аспекты здоровья населения. 2020; 66 (3): 9.
8. Сон И. М., Иванова М. А., Соколовская Т. А., Люцко В. В., Дежурный Л. И. Деятельность и обеспеченность врачами-ревматологами в Российской Федерации, 2013–2017 г. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019; 18 (1): 134–42.
9. Барскова В. Г., Елисеев М. С., Владимиров С. А. Диагностика микрокристаллической патологии суставов методом поляризационной микроскопии (трактовка и методические рекомендации к исследованию). Современная ревматология. 2010; (1): 84–88.
10. Журавлёва Л. В., Фёдоров В. А. Подагра: трудности и ошибки своевременной диагностики. Практикующий лікар. 2019; 3: 32–38.
11. Фролов С. В., Куликов А. Ю., Остапенко О. А., Стрыгина Е. В.

- Системы поддержки врачебных решений в медицине. Научный журнал. 2018; 9 (32).
12. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И. Инженерия знаний. Модели и методы. М.: Лань, 2020; 324 с.
  13. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы Знаний Интеллектуальных Систем. СПб.: Питер, 2000; 384 с.
  14. Berner ES, editor. Clinical Decision Support Systems. New York: Springer, 2007; 270 p.
  15. Waghlikar KB, Sundararajan V, Deshpande AW. Modeling paradigms for medical diagnostic decision support: A survey and future directions. J Med Syst. 2012; 36 (5): 3029–49. DOI: 10.1007/s10916-011-9780-4.
  16. Грибова В. В., Клещев А. С., Москаленко Ф. М., Тимченко В. А., Федорищев Л. А., Шалфеева Е. А. Облачная платформа IACPaaS: текущее состояние и перспективы развития. Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2016; 2: 94–100.
  17. Грибова В. В., Петряева М. В., Окунь Д. Б., Шалфеева Е. А. Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Ontol Des. 2018; 8 (1): 58–73. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73
  18. Государственный реестр лекарственных средств. Доступно по ссылке: <https://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>
  19. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Ассоциация врачей общей практики (семейных врачей) Российской Федерации. Клинические рекомендации для врачей общей практики (семейных врачей). Подагра. 2015. Доступно по ссылке: <https://endouroclinic.ru/media/file-galleries/qpbowb/Podagra%20Rukovodstvo%202015.PDF>.
  20. Шостак Н. А., Правдюк Н. Г., Клименко А. А., Кондрашов А. А. Бoleвой синдром в ревматологии. Медицинский совет. 2013; 12: 113–7.
  21. Единицы измерения. Доступно по ссылке: <https://nsi.rosminzdrav.ru/#/refbook/1.2.643.5.1.13.13.11.1358>.
  22. Qwaider SR, Abu Naser SS. Expert System for Diagnosing Ankle Diseases. Int J Eng Inf Syst. 2017; 1 (4): 89–101.
  23. Zheng C, Rashid N, Wu YL, et al. Using Natural Language Processing and Machine Learning to Identify Gout Flares From Electronic Clinical Notes. Arthritis Care Res. 2014; 66 (11): 1740–8. DOI: 10.1002/acr.22324.
  24. Киселев К. В., Потехина А. В., Осяева М. К., и др. Разработка номенклатуры понятий для системы поддержки принятия врачебных решений в области диагностики стенокардии I–IV функциональных классов. Евразийский кардиологический журнал. 2018; 3: 14–19.
  25. Бudyкина А. В., Киселев К. В., Раузина С. Е., et al. Онтология диагностики и лечения желудочно-кишечных кровотечений с неустановленным источником. В сборнике: Знания-Онтологии-Теории (ЗОНТ-2019). Материалы XII международной конференции; Новосибирск, 07–11 октября 2019 года. Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, 2019; с. 88–93.

## References

1. Ministerstvo zdravoochranenija Rossii. Podagra. Klinicheskie rekomendacii. 2018. Dostupno po ssylke: <http://www.ma.cfuv.ru/docs/249620/%D0%9A%D0%A0%20%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0.pdf>. Russian.
2. Vorobeв PA, Curko VV, Eliseeva ME. Podagra v geriatricheskoj praktike. Klinicheskaja gerontologija. 2016; 22 (3–4). Russian.
3. Karnakova MV, Kalyagin AN. Izmenilos' li klinicheskoe techenie podagry v poslednee vremja? Sovremennaja revmatologija. 2017; 11 (1): 23–27. Russian.
4. Kirillova YeR. Vozmozhnosti ul'trazvukovogo issledovanija v diagnostike podagry. Prakticheskaja medicina. 2018; 16 (7): 117–8. Russian.
5. Eliseev MS. Klassifikacionnye kriterii podagry (rekomendacii ACR/EULAR). Nauchno-prakticheskaja revmatologija. 2015; 53 (6): 581–5. Russian.
6. Prikaz Ministerstva zdravoochranenija i social'nogo razvitija RF ot 15.05.2012 № 543n «Ob utverzhenii Polozhenija ob organizacii okazanija pervichnoj mediko-sanitarnoj pomoshhi vzrosloму naseleniju» (red. 21 fevralja 2020 g.). Dostupno po ssylke: <https://base.garant.ru/70195856/>. Russian.
7. Rugol LV, Son IM, Menshikova LI. Vlijanie kadrovogo obespechenija pervichnoj mediko-sanitarnoj pomoshhi na jeffektivnost' ee dejatel'nosti. Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija. 2020; 66 (3): 9. Russian.
8. Son IM, Ivanova MA, Sokolovskaya TA, Lyucko VV, Dezhurny LI. Dejatel'nost' i obespechennost' vrachami-revmatologami v Rossijskoj Federacii, 2013–2017 g. Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika. 2019; 18 (1): 134–42. Russian.
9. Barskova VG, Eliseev MS, Vladimirov SA. Diagnostika mikrokrystallicheskoj patologii sustavov metodom poljarizacionnoj mikroskopii (traktovka i metodicheskie rekomendacii k issledovaniju). Sovremennaja revmatologija. 2010; (1): 84–88. Russian.
10. Zhuravlyova LV, Fyodorov VA. Podagra: trudnosti i oshibki svoevremennoj diagnostiki. Praktikujučij likar. 2019; 3: 32–38. Russian.
11. Frolov SV, Kulikov AYU, Ostapenko OA, Strygina EV. Sistemy podderzhki vrachebnyh reshenij v medicine. Nauchnyj zhurnal. 2018; 9 (32). Russian.
12. Gavrilova TA, Kudryavcev DV, Muromcev DI. Inzhenerija znaniy. Modeli i metody. M.: Lan', 2020; 324 s. Russian.
13. Gavrilova TA, Horoshevskij VF. Bazy Znaniy Intellektual'nyh Sistem. SPb.: Piter, 2000; 384 s. Russian.
14. Berner ES, editor. Clinical Decision Support Systems. New York: Springer, 2007; 270 p.
15. Waghlikar KB, Sundararajan V, Deshpande AW. Modeling paradigms for medical diagnostic decision support: A survey and future directions. J Med Syst. 2012; 36 (5): 3029–49. DOI: 10.1007/s10916-011-9780-4.
16. Gribova VV, Kleshhev AS, Moskalenko FM, Timchenko VA, Fedorishhev LA, Shalfeeva EA. Oblachnaja platforma IACPaaS: tekushhee sostojanie i perspektivy razvitija. Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii. 2016; 2: 94–100. Russian.
17. Gribova VV, Petraeva MV, Okun DB, Shalfeeva EA. Ontologija medicinskoj diagnostiki dlja intellektual'nyh sistem podderzhki prinjatija reshenij. Ontol Des. 2018; 8 (1): 58–73. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73. Russian.
18. Gosudarstvennyj reestr lekarstvennyh sredstv. Dostupno po ssylke: <https://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>. Russian.
19. Ministerstvo zdravoochranenija Rossijskoj Federacii. Associacija vrachej obshhej praktiki (semejnyh vrachej) Rossijskoj Federacii. Klinicheskie rekomendacii dlja vrachej obshhej praktiki (semejnyh vrachej). Podagra. 2015. Dostupno po ssylke: <https://endouroclinic.ru/media/file-galleries/qpbowb/Podagra%20Rukovodstvo%202015.PDF>. Russian.
20. Shostak NA, Pravdjuk NG, Klimenko AA, Kondrashov AA. Bolevoj sindrom v revmatologii. Medicinskij sovet. 2013; 12: 113–7. Russian.
21. Eдиницы izmerenija. Dostupno po ssylke: <https://nsi.rosminzdrav.ru/#/refbook/1.2.643.5.1.13.13.11.1358>. Russian.
22. Qwaider SR, Abu Naser SS. Expert System for Diagnosing Ankle Diseases. Int J Eng Inf Syst. 2017; 1 (4): 89–101.
23. Zheng C, Rashid N, Wu YL, et al. Using Natural Language Processing and Machine Learning to Identify Gout Flares From Electronic Clinical Notes. Arthritis Care Res. 2014; 66 (11): 1740–8. DOI: 10.1002/acr.22324.
24. Kiselev KV, Potehina AV, Osjaeva MK, i dr. Razrabotka nomenklatury ponjatij dlja sistemy podderzhki prinjatija vrachebnyh reshenij v oblasti diagnostiki stenokardii I–IV funkcional'nyh klassov. Evrazijskij kardiologičeskij zhurnal. 2018; 3: 14–19. Russian.
25. Budykina AV, Kiselev KV, Rauzina SE, et al. Ontologija diagnostiki i lechenija zheludochno-kishechnykh krvotечenij s neustanovlennym istočnikom. V sbornike: Znaniya-Ontologii-Teorii (ZONT-2019). Materialy XII mezhdunarodnoj konferencii; Novosibirsk, 07–11 oktjabrja 2019 goda. Institut matematiki im. S.L. Soboleva SO RAN, 2019; s. 88–93. Russian.