

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№114, Октябрь 2024
(Часть 7)



Самара, 2024

T33

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №114, Октябрь 2024 (Часть 7) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2024 - 156 с.

doi: 10.18411/trnio-10-2024-p7

Тенденции развития науки и образования - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Чернопятов Александр Михайлович

Кандидат экономических наук, Профессор

Царегородцев Евгений Леонидович

Кандидат технических наук, доцент

Пивоваров Александр Анатольевич

Кандидат педагогических наук

Малышкина Елена Владимировна

Кандидат исторических наук

Ильющенко Дмитрий Павлович

Кандидат технических наук

Дробот Павел Николаевич

Кандидат физико-математических наук, Доцент

Божко Леся Михайловна

Доктор экономических наук, Доцент

Бегидова Светлана Николаевна

Доктор педагогических наук, Профессор

Андреева Ольга Николаевна

Кандидат филологических наук, Доцент

Абасова Самира Гусейн кызы

Кандидат экономических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич

Кандидат юридических наук

Ерыгина Анна Владимировна

Кандидат экономических наук, Доцент

Чебыкина Ольга Альбертовна

Кандидат психологических наук

Левченко Виктория Викторовна

Кандидат педагогических наук

Петраш Елена Вадимовна

Кандидат культурологии

Романенко Елена Александровна

Кандидат юридических наук, Доцент

Мирошин Дмитрий Григорьевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ефременко Евгений Сергеевич

Кандидат медицинских наук, Доцент

Шалагинова Ксения Сергеевна

Кандидат психологических наук, Доцент

Катермина Вероника Викторовна

Доктор филологических наук, Профессор

Полицинский Евгений Валериевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович

Кандидат экономических наук, Доцент

Пузыня Татьяна Алексеевна

Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович

Доктор биологических наук, Доцент

Афанасьева Татьяна Гавриловна

Доктор фармацевтических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы

Доктор философии по техническим наукам

Лыгин Сергей Александрович

Кандидат химических наук, Доцент

Заломнова Светлана Петровна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Радкевич Михаил Михайлович

Доктор технических наук, Профессор

Гуткевич Елена Владимировна

Доктор медицинских наук

Матвеев Роман Сталинарьевич

Доктор медицинских наук, Доцент

Шамутдинов Айдар Харисович

Кандидат технических наук, Профессор

Найденов Николай Дмитриевич

Доктор экономических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна

Кандидат экономических наук, Доцент

Хачатурова Карине Робертовна

Кандидат педагогических наук

Кадим Мундер Мулла

Кандидат филологических наук, Доцент

Григорьев Михаил Федосеевич

Кандидат сельскохозяйственных наук

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ XIV. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	8
Алымбаев Э.Ш., Жумагулова Г.С., Кожоназарова Г.К. Исследование факторов риска развития врожденных пороков сердца у детей	8
Доолоталиева Ч.С. Роль BRCA1 и BRCA2 как регуляторов репарации ДНК, транскрипции и клеточного цикла	13
Жукова В.А., Володин А.А., Лидохова О.В. Псевдоаллергия как проблема современности	16
Каминская Л.А., Кочерева А.А., Усенко П.А. Биохимические механизмы в патогенезе развития гиперлипидемии у женщин в период менопаузы	20
Кугуелова О.Г., Мартынова П.М., Толмачёв Д.А. Оценка качества сна студентов 4 курса медицинского вуза	24
Лебединец Д.Д., Лидохова О.В. Некоторые аспекты этиопатогенеза дилатационной кардиомиопатии	28
Полушкина Н.А., Чиркова Н.В., Бобешко М.Н., Богатырева Ю.А., Вечеркина Ж.В. 3D-сканер новейший инструмент в арсенале зубного техника	30
Светлакова А.А., Суханов С.А., Ложкин Е.А., Кирьянов Н.А. Значение HER 2 статуса в персонализированном лечении пациентов с раком молочной железы	33
Северюков К.Д., Лидохова О.В. Некоторые аспекты этиопатогенеза Middle East Respiratory Syndrome	37
Татарникова Е.С. Виды и техника выполнения эстетической лабиопластики	40
Тимофеева И.Ю., Линник А.С., Титова Л.А., Баранов И.А. Современная лучевая диагностика нейродегенеративных заболеваний головного мозга	44
Титова Л.А., Грицай А.А., Шацкий Д.А., Лыгина А.И. Возможности инструментальной диагностики и рентгенологические изменения при болезни Крейтцфельдта-Якоба.....	50
Усипбекова М.И., Сымайлова Н.Ж., Токбулатова М.О. Дислипидемия и сахарный диабет	54
Усипбекова М.И., Сымайлова Н.Ж., Токбулатова М.О. Изменения концентрации в крови лейкоцитов у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного стентирования	56
Эрмеков Э.О. Комплексный обзор заболеваний пародонта: распространенность и современные подходы к диагностике и лечению	58
РАЗДЕЛ XV. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	64
Березуцкий М.А. О распространении полевички малой (<i>Eragrostis minor</i> Host) на территории Саратовской области	64
Думченко Н.Б., Сысоева Г.М., Симакова О.В., Даниленко Е.Д., Таранов О.С., Ивлева Е.К., Нечаева Е.А. Исследование туморогенности главного и рабочего банков культуры клеток Vero (E-6).....	66
Каримов Д.Д., Кудояров Э.Р., Гизатуллина А.А., Валова Я.В., Смолянкин Д.А., Хуснутдинова Н.Ю. Влияние комплексного соединения 5-гидрокси-6-метилурацила с янтарной кислотой на токсичность акриламида <i>in vitro</i>	72

Кузнецова О.Ю., Ядрищенская Т.В. Возрастные изменения порогов слуховой чувствительности с использованием тональной аудиометрии через мобильное приложение	75
Лин Э.Э. Определение скорости волн мышечных сокращений и нервных импульсов на основе понятия неопределенности	79
РАЗДЕЛ XVI. ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ	84
Кручинкина Т.В., Остякова М.Е. Минеральный обмен и его нарушения у крупного рогатого скота в Амурской области	84
Логина Ю.Г., Иляхин Н.В., Мальцева О.Е., Плешакова И.Н. История возникновения породы такса и её разновидностей	87
Логина Ю.Г., Иляхин Н.В., Мальцева О.Е., Плешакова И.Н. Прионные заболевания животных и взаимодействие ветеринарного врача с патогенами	90
РАЗДЕЛ XVII. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ	93
Макарцева М.Г., Митишев А.В. Перспективные антибактериальные соединения растительного происхождения для профилактики и лечения заболеваний пародонта	93
Селезнева Ю.А., Плешакова Д.А., Бодрова Д.Д., Курдюков Е.Е. Химический состав семян <i>Linum usitatissimum</i>	97
Финаёнова Н.В., Селезнева Ю.А., Фриндак К.А., Бодрова Д.Д., Курдюков Е.Е. Слизиобразующие свойства семян <i>Linum usitatissimum</i>	101
Финаёнова Н.В., Селезнева Ю.А., Фриндак К.А., Бодрова Д.Д., Курдюков Е.Е. Содержание экстрактивных веществ в траве Буквицы лекарственной	104
РАЗДЕЛ XVIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	107
Бубело О.Н., Помогайло С.И., Калинина О.Н. Магнитные фотокатализаторы	107
Евдошенко О.Ю., Черняева Д.Д., Бурухина О.В. Ампициллин (50 мг/л) – бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 45 г/л)	112
Загорский В.В. Литиевый аккумулятор и электромобиль	114
Калинина О.Н., Кочеткова Н.В., Ситникова Г.Ю. Об употреблении специальных сокращений и аббревиатур в реферативных базах данных на примере Базы данных ВИНТИ, тематический раздел «Химия»	117
Кочеткова Н.В., Помогайло С.И., Калинина О.Н. Глубокие эвтектические растворители и ГЭР-подобные смеси. Терминологический анализ	121
Марценюк В.В. Эпоксидные композиты с углеродными наночастицами (обзор)	124
Павлова Н.В., Марданов Р.Г., Бубело О.Н. Коррозионные свойства сплавов алюминия, полученных методом селективного лазерного сплавления	127
Сабиржанова Н.Ш., Черняева Д.Д., Бурухина О.В. Полимер галактуроновой кислоты в качестве технологической добавки (5 г/л) в хлоркалийевый буровой раствор (42 г/л)	131
Сергеева Е.В., Черняева Д.Д., Бурухина О.В. Цефтриаксон (30 мг/л) — бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 45 г/л)	134
Ситникова Г.Ю., Марданов Р.Г., Калинина О.Н. Современные технологии десульфуризации нефтепродуктов с участием ионных жидкостей и проблемы экологии	137

Черняева Д.Д., Сергеева Е.В., Бурухина О.В. Амоксициллин в качестве бактерицида (500 мг/л) для хлоркалиевого бурового раствора (100 г/л)	140
Fokin A.Yu., Anpilogov S.V., Tagirov M.A., Zharinov Yu.A. Methanol rectification process on a regular nozzle	143
РАЗДЕЛ XIX. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	146
Волкова А.В. Влияние вида муки на потребительские свойства чипсов из корнеклубней батата	146
Данилкин А.Ю. Роль энтерального питания в периоперационном периоде	148

РАЗДЕЛ XIV. МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Алымбаев Э.Ш.¹, Жумагулова Г.С.¹, Кожоназарова Г.К.²

Исследование факторов риска развития врожденных пороков сердца у детей

¹Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева

²Международная высшая школа медицины,
(Кыргызстан, Бишкек)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-281

Аннотация

В статье приведены данные анкетирования 178 женщин, родивших детей с врожденными пороками сердца (ВПС), которые получали стационарное лечение в отделениях кардиологии и патологии новорожденных на базе Национального центра охраны материнства и детства. Целью данного исследования является определение наиболее значимых факторов риска рождения детей с врожденными пороками сердца.

Специально составленный тест-опросник содержал вопросы медико-биологического и социально-экономического характера. По результатам опроса производился расчет относительных значений, отношения шансов, специфичность и чувствительность между группами. Данное исследование подтвердило высокую значимость факторов риска в формировании пороков сердца. По результатам исследования, на первый план вышли медико-биологические факторы. Социально-экономические факторы, в том числе низкий уровень образования, доходов, могут быть косвенными факторами развития врожденных заболеваний, которые более распространены в малообеспеченных семьях.

Ключевые слова: ребенок, врожденный порок сердца, тест-опрос, факторы риска, смертность.

Abstract

The article presents data from a survey of 178 women who gave birth to children with congenital heart disease, who received inpatient treatment in the departments of cardiology and neonatal pathology at the National Center for Maternal and Child Health. The purpose of this study is to determine the most significant risk factors for the birth of children with congenital heart defects.

A specially designed test questionnaire contained questions of a medical, biological and socio-economic nature. Based on the survey results, relative values, odds ratios, specificity and sensitivity between groups were calculated. This study confirmed the high importance of risk factors in the formation of heart defects. According to the results of the study, medical and biological factors came to the fore.

Socio-economic factors, including low levels of education and income, may be indirect factors in the development of congenital diseases, which are more common in low-income families.

Keywords: child, congenital heart disease, survey test, risk factors, mortality.

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения от врожденных заболеваний в течение первых 28 дней жизни ежегодно умирают 240 000 новорожденных детей, а также 170 000 детей в возрасте от одного месяца до пяти лет. Данные заболевания могут приводить к длительной инвалидности, что оказывает значительное воздействие как на отдельных людей, их семьи, так и на системы здравоохранения. К наиболее тяжелым врожденным заболеваниям относятся пороки сердца, дефекты нервной трубки и синдром Дауна» [1]. По частоте встречаемости врожденные пороки сердца (ВПС) занимают третье место после врожденных пороков опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы [2]. Среди всех пороков развития ВПС (с учетом случаев внутриутробной смерти плода и ранних выкидышей)

составляют 40 % [3]. Точная причина большинства пороков неизвестна [4]. В формировании ВПС значимую роль играют следующие факторы риска: наследственный фактор, вредные воздействия (алкоголь, никотин, наркотики, перенесенная инфекция, прием лекарств) на плод первые три месяца беременности, возраст матери, профессиональные вредности, дефицит фолиевой кислоты и железа в организме беременной женщины, экстрагенитальные, гормональные и обменные заболевания [5,6].

К сожалению, истинная частота и структура ВПС в Кыргызской Республике остается неуточненной, так как до сих пор нет четко разработанного порядка учета и регистрации врожденных пороков развития. По данным НИИ хирургии сердца и трансплантации органов более 2000 детей рождаются с ВПС при общем коэффициенте рождаемости 4 ребенка на одну женщину (Национальный статкомитет Кыргызской Республики 2023 г.).

В связи с вышеизложенным, определена цель данного исследования – выделить наиболее значимые медико- биологические и социальные факторы риска рождения детей с врожденными пороками сердца.

Материалы и методы

Для выявления факторов риска нами была подготовлена анкета, состоящая из 100 вопросов. В анкете затрагивались вопросы медико-биологического, социального, внешне-средового характера. В тест-опросе участвовали 178 женщин, родивших детей с ВПС, которые получали стационарное лечение в отделениях кардиологии и патологии новорожденных на базе Национального центра охраны материнства и детства. Контрольную группу составили условно здоровые по ВПС дети - 90 детей. Статистическая обработка проводилась с использованием Microsoft Excel и прогностических таблиц. Производился расчет относительных значений, отношения шансов, специфичность и чувствительность между группами.

Результаты и обсуждения

По нозологиям 178 детей из основной группы были распределены следующим образом (рис. 1):

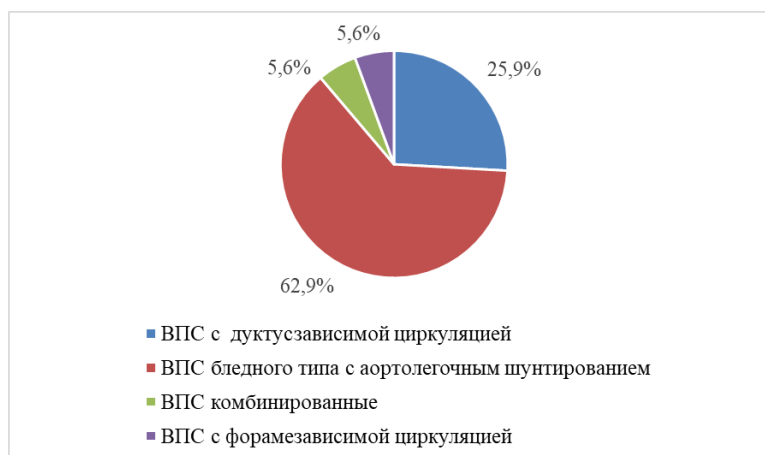


Рисунок 1. Нозологические единицы выявленных ВПС у обследуемых детей.

Как видно из рисунка наибольшую группу составили дети ВПС бледного типа с аортолегочным шунтированием – выявлено 112 детей (62,9%), на втором месте оказалась группа детей с ВПС с дуктусзависимой циркуляцией – всего 46 пациентов (25,9%), далее по количеству оказались дети с ВПС комбинированные - 10 (5,6%) и ВПС с форамезависимой циркуляцией - 10 (5,6%).

По половому составу дети распределились следующим образом: в основной группе девочек было - 90 (50,6%), мальчиков - 88 (49,4%), тогда как в контрольной группе: девочек - 26 (28,9%), а мальчиков - 64 (71,1%).

Из 178 детей с ВПС инвалидность была зарегистрирована у 35 (19,7%) пациентов с ВПС, из них - 15 (42,9%) детей с ВПС бледного типа с аортолегочным шунтированием,

пациенты с ВПС с дуктусзависимой циркуляцией - 15 (42,9%) и у 4 (11,3%) детей диагностированы комбинированные пороки сердца.

Возраст женщин в основной и контрольной группах составил от 18 до 45 лет. Наибольший процент детей с ВПС выявлялся у женщин в возрасте от 21 до 30 лет - 70,8%, в контрольной группе в этом возрасте 50 % женщины с детьми без ВПС. Но следует отметить, что в данном возрасте из основной группы 1/3 были первородящие матери, в контрольной группе-1/4. По числу женщин старше 35 лет в основных и контрольных группах не было статистически значимых различий – 17 (9,5%). Возраст отцов в основной группе от 21 до 30 лет - 65,8%, старше 35 лет- 16,3%, в контрольной группе возраст отцов от 21 до 30 лет-38,9%, старше 35 лет-27,8%.

Повторно родящих женщин в основной группе составляли - 126 (70,7%), сроки между беременностями от 1 до 3 лет- 99 (55,6%), тогда как в контрольной группе повторно родящих было - 67 (74,4%), сроки между беременностями от 1 до 3 лет - 45 (50%). То есть особых различий в данном случае между группами не обнаружено.

В тест-опроснике участвовали городских 33 (18,6%), сельских 145 (81,4%) женщин из основной группы, тогда как в контрольной группе: городских - 48 (51,1%), сельских- 42 (48,9%). Следовательно, в основной группе были больше женщины из сел.

В основной группе из 178 женщин курили 53 (29,7%), женщин с алкогольной и наркотической зависимостью не выявлено. В контрольной группе табакокурящих женщин - 3 (3,3%), также в этой группе не было женщин, курящих и употребляющих наркотики. Среди отцов основной группы злоупотребляющих табакокурением было 96,1%, употребляющих алкоголь - 65,2%, 3,3% -применяющих наркотические вещества, а в контрольной группе: 24,3% - злоупотребляли табакокурением, 24,4% - алкоголем и 0,8% - наркотиками.

В основной группе женщины, родивших детей с ВПС, отягощенный акушерский анамнез имели 124 (69,6%), из них у в анамнезе медицинские аборт у 41 (23,6%), у 58 (32,6%) - самопроизвольные выкидыши, у 16 (9%) - мертворождения. Семей в которых были умершие дети было 9 (5%), из них до 1 месячного возраста умерли 3 (33,3%), до 1 года 6 (66,6%). Причина смерти у всех была неизвестна, вскрытий не проводилось.

В контрольной группе отягощенный акушерский анамнез имели 39 женщин (43,3%), из них медицинские аборт у 15 (16,6%), у 21 (23,3%) - самопроизвольные выкидыши, у 7 (7,8%) – мертворождения, умерших детей - 4 (4,4%), из них до 1 месячного возраста умер 1 ребенок (25%), до 1 года - 3 детей (75%). Также как и в основной группе по неизвестной причине детей не вскрывали.

В основной группе здоровыми считали себя 28 женщин (15,7%), тогда как у других женщин была общая заболеваемость в 149 случаях (83,7%), из них заболевания сердечно сосудистой системы - 6 (3,8%), эндокринные заболевания - 10 (5,6%), заболевания мочевыводящих путей - 31 (17,4%), заболевания желудочно-кишечного тракта - 11 (6,2%), заболевания крови - 58 (32,6%), половые инфекции - у 33 (18,5%) женщин.

В контрольной группе здоровыми были 43 (47,8%) женщин, у остальных общая заболеваемость - 47 (4,9%), среди них страдали сердечно сосудистыми заболеваниями - 2 (2,2%), эндокринные заболевания были у 4 женщин (4,4%), заболевания мочевыводящих путей - у 7 (7,8%), заболевания желудочно-кишечного тракта – у 5 (5,6%), заболевания крови - 25 (27,8%) и половые инфекции в 4 случаях (4,4%).

Среди отцов в контрольной группе здоровыми были 105 (59%), тогда как остальная часть страдали внутренними болезнями 73 (41%), такими как сердечно-сосудистые заболевания - 14 (7,9%), заболевания мочевыводящих путей - 15 (8,4%), заболевания желудочно-кишечного тракта - 24 (13,5%), болезни органов дыхания- 14 (7,9%), половые инфекции - 3 (1,7%) и другие - 3 (1,7%). В контрольной группе среди отцов здоровыми были 78 (86,7%), у остальных отмечались внутренние болезни – у 11 (12%), из них сердечно-сосудистые заболевания были у 3 (3,3%), заболевания мочевыводящих путей - 2 (2,2%), заболевания желудочно-кишечного тракта - 1 (1,1%), болезни органов дыхания - 0, эндокринные заболевания - 2 (2,2%), половые инфекции- 1 (1,1%), заболевания крови-2 (2,2%).

Из общего числа женщин основной группы, перенесших в первом триместре беременности вирусные инфекции были у 106 (60%) женщин, у 139 (78,1%) -токсикозы, отеки беременных у 123 (69%) женщин, повышение артериального давления наблюдалось у 36 женщин (20,2%) и из них получали гипотензивные препараты - 21 пациентка (58%), повышение содержания белка во время беременности - у 33 (18,5%). Испытывали стрессы во время беременности - 53 (29,8%) женщин.

В контрольной группе первом триместре перенесли вирусную инфекцию-, токсикоз беременных - 47 (52,2%), отеки - у 36 (40%) женщин, повышение артериального давления – у 16 (17,7%), из них получали гипотензивные препараты- 9 (10%), повышение содержания белка во время беременности - 8 (8,8%). Испытывали стрессы во время беременности - 9 (10%).

При опросе в основной группе в семьях были генетические заболевания - 24 (13,5%), случаи ВПС у других детей и близких родственников - 36 (20,2%), то в контрольной группе случаи генетических заболеваний в семьях – 5 (5,6%), ВПС у других детей и близких родственников - 9 (10%). Также отмечено, что в основной группе близкие родственные связи были - 18 (10,1%) случаев, то в контрольной группе - 2 (2,2%) случая были близкими родственниками.

В результате анализа медико-биологических и социальных факторов риска формирования ВПС выявлено, что дети с врожденными пороками сердца чаще, чем в контрольной группе, рождались от молодых первородящих матерей из сельской местности. В основной группе особых различий между полами детей не было (ж -50,6%, м - 49,4%), тогда как в контрольной группе преобладали мальчики (ж -28,9%, м - 71,1%).

Далее после статистической обработки было проведено ранжирование факторов риска формирования пороков сердца, что продемонстрировано в таблице 1.

Таблица 1

Ранговая значимость факторов риска формирования ВПС.

Факторы	Se	Sp	PV+	PV-	J	OR	95% доверительный интервал		P
							нижняя граница	верхний интервал	
возраст матери 21-30 лет	71	44	72	43	0,62	1,94	1,14	3,28	p<0,05
возраст отца 21-30 лет	66	61	77	47	0,64	3,01	1,78	5,09	p<0,05
<i>экологическая ситуация проживания</i>									
пользуется водой из арыка или речки	10	99	94	36	0,40	9,40	1,23	71,80	p<0,05
пользуется нейодированной солью	33	97	95	42	0,54	14,38	4,36	47,38	p<0,05
были ли выкидыши	33	77	73	37	0,47	1,59	0,89	2,84	
были ли мертворожденные	8	92	67	34	0,36	1,01	0,39	2,60	
<i>состояние здоровья матери</i>									
заболевания крови	33	72	70	35	0,46	1,26	0,72	2,19	
заболевания мочеполовой системы	36	88	85	41	0,53	4,03	2,00	8,13	p<0,05
вредные привычки матери алкоголь	11	98	90	36	0,40	5,26	1,20	23,10	p<0,05
вредные привычки матери курение	30	97	95	41	0,52	12,30	3,72	40,62	p<0,05
<i>состояние здоровья отца</i>									
заболевания ЖКТ	13	99	96	37	0,42	13,87	1,84	104,28	p<0,05
заболевания мочеполовой системы	10	98	90	35	0,40	4,95	1,12	21,83	p<0,05

<i>вредные привычки отца алкоголь</i>	65	76	84	52	0,69	5,78	3,27	10,24	$p<0,05$
<i>вредные привычки отца курение</i>	69	76	85	55	0,71	6,91	3,88	12,30	$p<0,05$
<i>курит ли из проживающих в доме</i>	56	90	92	51	0,68	11,54	5,45	24,42	$p<0,05$
<i>были случаи ВИЧ у других детей или близких родственников</i>	20	90	80	36	0,44	2,28	1,05	4,98	$p<0,05$
<i>были ли урогенитальные инфекции до беременности</i>	42	83	83	42	0,56	3,64	1,94	6,83	$p<0,05$
<i>данный ребенок от 5 и более беременностей</i>	17	74	57	31	0,37	0,61	0,33	1,13	
<i>были ли угрозы прерывания беременности</i>	54	72	79	44	0,60	3,04	1,76	5,26	$p<0,05$
<i>были ли отеки и повышение АД во время беременности</i>	22	89	80	37	0,44	2,24	1,06	4,74	$p<0,05$
<i>не получала препараты для снижения АД, отеков</i>	72	70	90	39	0,71	5,94	1,30	27,20	$p<0,05$
<i>были ли ОРВИ во время беременности</i>	84	57	79	65	0,75	7,01	3,92	12,51	$p<0,05$

В ранговой значимости социальных факторов риска реализации на 1-м месте стоит использование нейодированной соли (OR=14,38), обладающий высокой специфичностью (Sp=97%), прогностически положительным результатом (PV+ 95) и диагностической эффективностью (J=0,54), далее следует использование арычной воды (OR=9,40, Sp=99%, PV+94, J=0,40). Затем медико-биологические факторы молодой возраст матери при OR=1,94 с высокой чувствительностью (Se=71%) и прогностически положительным результатом (PV+72), диагностической эффективностью (J=0,62).

При анализе состояния здоровья матерей и отцов установлено, что больные чаще преобладали в основной группе, чем в контрольной. Заболеваемость матерей представлена с доказательными показателями - мочеполовая патология (OR=4,03), заболевание крови (OR=1,26) и первом триместре вирусная инфекция (OR=7,01), со стороны отцов - заболевания желудочно-кишечного тракта (OR=13,87) и мочеполовая патология (OR=4,95).

При ранжировании факторов риска акушерского анамнеза отмечено, что анамнез более отягощен в основной группе, чем в контрольной. Достоверно чаще в основной группе отмечались выкидыши (OR=1,59) и мертворождаемость (OR=1,01), угрозы прерывания беременности (OR=3,04).

Выводы

Таким образом, данное исследование подтвердило высокую значимость различных факторов риска в формировании пороков сердца. По результатам наших исследований, на первый план вышли медико-биологические факторы. Это молодой возраст матерей, первородящие, отягощенный акушерский анамнез, затем социальный статус: условия проживания, питания, образование, вредные привычки родителей. Все эти данные подтверждаются результатами исследований международных организаций (ЮНИСЕФ, ВОЗ, Мерсико и USAID; 2022 г.).

Социально-экономические факторы, в том числе низкий уровень образования, доходов, могут быть косвенными факторами развития врожденных заболеваний, которые более распространены в малообеспеченных семьях. В нашем случае это были семьи из сельской

местности, которые имели ограниченный доступ к медицинскому обслуживанию и проведению обследований [7].

Главным критерием эффективности ведения беременности является комплексная профилактическая программа в пренатальном периоде, а именно устранение факторов, приводящих к ВПС.

1. Williams LJ, Correa A, Rasmussen S. Maternal lifestyle factors and risk for ventricular septal defects. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2004;70:59–64. doi: 10.1002/bdra.10145.
2. Children's cardiology: textbook. Ed. P.V. Shumilov, N.P. Kotlukova. M.: MEDpress-inform, 2019. 584 p
3. Shkolnikova M.A., Bokeria E.A., Degtyareva E.A., Ilin V.I., Sharykin A.S. Neonatal screening with tselyu rannego vyavleniya kriticheskikh vrojdennykh porokov serdtsa. Methodological recommendations. M., 2012. 37 p.
4. Abu-Halima M., Poryo M., Ludwig N., Mark J., Marsollek I., Giebels C., Petersen J., Schäfers H.J., Grundmann U., Pickardt T., Keller A., Meese E., Abdul-Khaliq H. Differential expression of microRNAs following cardiopulmonary bypass in children with congenital heart diseases. *Journal of translational medicine.* 2017; 15 (1): 117. doi: 10.1186/s12967-017-1213-9.
5. Мутафьян О.А. Детская кардиология. Moscow: GEOTAR-Media, - 2009, - №50(4), - с. 208 – 217.
6. Бокерия Е.Л. Перинатальная кардиология: настоящее и будущее. Часть 1: врожденные пороки сердца // Рос вести перинатологии и педиатрии. 2019 №3. С.5-10
7. Лобзова А.В. Роль средовых факторов в формировании врожденных пороков развития, Россия, 2014. С. 35-37
8. ВОЗ Европейскре региональное бюро. Оценка сексуального и репродуктивного здоровья, здоровья матерей и новорожденных детей и подростков в контексте всеобщего охвата услугами здравоохранения в Кыргызстане. 2020, С.22-34

Доолоталиева Ч.С.

Роль BRCA1 и BRCA2 как регуляторов репарации ДНК, транскрипции и клеточного цикла

Национальный центр онкологии гематологии
(Кыргызстан, Бишкек)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-282

Аннотация

BRCA1 и BRCA2 (гены предрасположенности к раку молочной железы) являются генами-супрессорами опухолей, мутантные фенотипы которых предрасполагают к раку молочной железы и яичников. Исследования показали, что белки BRCA участвуют во множестве ключевых клеточных процессах. В частности, оба гена участвуют в репарации ДНК и регуляции транскрипции в ответ на повреждение ДНК. Белки BRCA необходимы для поддержания стабильности хромосом, тем самым защищая геном от повреждений. Новые данные также показывают, что BRCA транскрипционно регулируют некоторые гены, участвующие в репарации ДНК, клеточном цикле и апоптозе. Многие из этих функций осуществляются большим количеством клеточных белков, которые взаимодействуют с BRCA.

Ключевые слова: гены, BRCA1, BRCA2, рак молочной железы, ДНК, регуляция, транскрипция.

Abstract

BRCA1 and BRCA2 (breast cancer predisposition genes) are tumor suppressor genes whose mutant phenotypes predispose to breast and ovarian cancer. Studies have shown that BRCA proteins are involved in a variety of key cellular processes. In particular, both genes are involved in DNA repair and transcription regulation in response to DNA damage. BRCA proteins are necessary to maintain the stability of chromosomes, thereby protecting the genome from damage. The new data also show that BRCA transcriptionally regulates certain genes involved in DNA repair, cell cycle, and apoptosis. Many of these functions are performed by a large number of cellular proteins that interact with BRCA.

Keywords: genes, BRCA1, BRCA2, breast cancer, DNA, regulation, transcription.

Введение. Белки BRCA также связаны с различными и специфическими процессами фосфорилирования; однако степень, в которой активируемые фосфорилированием молекулярные пути способствуют активности опухолевого супрессора, остается неясной. Наконец, причины, по которым мутации в генах BRCA приводят к развитию рака молочной железы и яичников, до конца не изучены. Ожидается, что выяснение точных молекулярных функций BRCA улучшит наше понимание наследственного, а также спорадического рака молочной железы [1].

Приблизительно 5% случаев рака молочной железы имеют семейную природу. Открытие генов, определяющих предрасположенность к семейному раку молочной железы, и определение их функциональных механизмов значительно расширили бы наше понимание этиологии и прогрессирования опухолей молочной железы [2].

В 1990 году генетические исследования впервые показали, что риск развития рака молочной железы в некоторых семьях связан с хромосомой 17q21.2. Этот синдром, ассоциированный с 17q, характеризовался аутосомно-доминантным наследованием с неполной пенетрантностью. На самом деле, потеря гетерозиготности (LOH) при 17q была обнаружена в большинстве семейных опухолей молочной железы и яичников, что указывает на участие гена(ов)-супрессора опухолей [3]. В 1994 году ген BRCA1, предрасположенный к раку молочной железы, был идентифицирован с помощью позиционного клонирования; впоследствии этот ген был предметом интенсивных исследовательских работ. BRCA1 состоит из 22 кодирующих экзонов, распределенных по 100 т.п.н. геномной ДНК. Этот ген кодирует 1863 аминокислоты, и было идентифицировано более 200 различных мутаций зародышевой линии, связанных с предрасположенностью к раку [4].

Цель исследования - провести литературный обзор по изучению генов, повышающих риск рака молочной железы.

Материал и методы исследования. Проведен обзор литературы, посвященный изучению генов BRCA1 и BRCA2 при раке молочной железы и яичников, так как мутации в генах BRCA1 и BRCA2 связаны с повышенным риском развития опухолей данных локализаций. Поиск литературных источников проведен в системе базы данных Медлайн, Пабмед, Кохрейн и др.

Результаты обзора. Многие аллели BRCA1, предрасполагающие к заболеванию, имеют мутации, приводящие к потере функции, большинство из которых приводят к преждевременному укорочению белка. Поскольку только в 45% случаев семейного рака молочной железы были выявлены признаки связи с BRCA1, поиск второго гена, предрасположенного к раку молочной железы, продолжался. В 1995 году ген BRCA2 был идентифицирован в хромосоме 13q12.36. Мутации в генах BRCA1 и BRCA2 не просто связаны с повышенным риском развития рака молочной железы (8). Носители мутаций также имеют повышенную восприимчивость к заболеваниям яичников, поджелудочной железы, предстательной железы, и рак молочной железы у мужчин. Другие ассоциации могут быть выявлены по мере поступления дополнительной эпидемиологической информации. Удивительно, но, несмотря на наследственную предрасположенность к раку, связанную с генами BRCA1 и BRCA2, соматические безвредные мутации в любом из этих генов крайне редки при спорадическом раке молочной железы [5].

За последние 10 лет было многое изучено о структурах, функциях и уникальных свойствах продуктов гена BRCA. В частности, были проведены исследования функций белков BRCA было обнаружено, что белки BRCA взаимодействуют с рядом регуляторных белков. В этой статье мы рассматриваем последние достижения в нашем понимании роли BRCA1 и BRCA2 в биологическом ответе на повреждение ДНК.

Первоначальные данные, свидетельствующие о роли BRCA1 в восстановлении поврежденной ДНК, были получены из наблюдения, что BRCA1 гиперфосфорилируется в ответ на повреждение ДНК и перемещается к участкам репликационных вилок, отмеченных ядерным антигеном пролиферирующих клеток (PCNA). В ответ на ионизирующее излучение,

BRCA1 связывается и фосфорилируется киназой, мутировавшей при атаксии и телеангиэктазии (ATM) [6].

Последующие исследования продемонстрировали участие BRCA1 и BRCA2 в комплексах, которые активируют репарацию разрывов двойных нитей (DSBs) и инициируют гомологичную рекомбинацию (HR), связывая поддержание целостности генома с подавлением опухоли. BRCA1 и BRCA2 совместно локализуются с Rad51 и образуют комплексы. Эукариотические белки Rad51 являются гомологами бактериального RecA и необходимы для рекомбинации во время митоза и мейоза, а также для репарации DSB (20). Rad51 обволакивает одноцепочечную ДНК, образуя нуклеопротеиновую нить, которая проникает в гомологичную область в дуплексной ДНК и соединяется с ней в пары, а затем активирует обмен цепями для генерации ДНК [7].

BRCA с Rad51 в местах рекомбинации и очагах повреждения ДНК убедительно свидетельствует о том, что BRCA играют роль как в обнаружении, так и в репарации DSBs. В связи с этим, образование очага Rad51 уменьшается после обработки повреждающих ДНК агентов и является недостаточным при репарации DSB с помощью HR в клетках с дефицитом BRCA1. Однако накопленные данные свидетельствуют о том, что BRCA1 может не регулировать напрямую Rad51, поскольку взаимодействия между BRCA1 и Rad51 являются непрямыми и стехиометрически незначительными [8].

Исследования показали, что BRCA1 совместно локализуется с фосфорилированным H2AX (γ -H2AX) в ответ на повреждение ДНК. DSB способствуют интенсивному ответу в хроматине, что подтверждается фосфорилированием Ser139 на С-конце H2AX. Это событие распространяется на тысячи оснований по всему DSB и может быть опосредован сигналом о повреждении ДНК. γ -H2AX образует отдельные очаги в течение 10 мин после повреждения ДНК, и BRCA1 обнаруживается в этих очагах через 30 минут после этого.

Показатели DSB в зависимости от HR, по-видимому, различаются. Имеющиеся данные указывают на более непосредственную роль BRCA2. Клетки с дефицитом BRCA2 проявляют повышенную чувствительность к ионизирующему излучению, что указывает на дефект в репарации DSB. Клетки с дефицитом BRCA2 накапливают хромосомные разрывы и абберрантные митотические обмены во время культивирования. Клетки с дефицитом Rad51 демонстрируют сходные фенотипы, что является генетическим доказательством того, что взаимодействие BRCA2 с Rad51 является фундаментальным для поддержания клеточного деления и структуры хромосом. BRCA2 регулирует внутриклеточную локализацию и функцию Rad51. В клетках с дефицитом BRCA2 нарушен ядерный транспорт Rad51, что позволяет предположить, что BRCA2 перемещает Rad51 из места синтеза в место обработки повреждений ДНК. Эти данные *in vitro* привели к гипотезе о том, что BRCA2 играет важную роль в восстановлении DSB *in vivo*. Одна из возможных моделей заключается в том, что комплекс BRCA2-Rad51 находится в двух состояниях *in vivo*: неактивном состоянии, которое предотвращает связывание одноцепочечной ДНК с помощью Rad51, и активном состоянии, в котором Rad51 образует нуклеопротеиновые нити, которые BRCA2 переносит к местам повреждения ДНК. Предполагается, что переход из неактивного в активное состояние связан с посттрансляционной модификацией, такой как фосфорилирование, вызванное повреждением ДНК, которое вызывает существенные структурные изменения в комплексе BRCA2-Rad51, высвобождая Rad51 из BRCA2. Еще предстоит выяснить, имеет ли эта модель, основанная на биохимических наблюдениях *in vitro*, отношение к клеточной функции полноразмерного BRCA2 [9].

Выводы. Установлено, что гены BRCA предрасполагают женщин к раку молочной железы и яичников, что является конечной точкой дисфункции белка BRCA. Хотя предыдущие

исследования предполагали наличие обоих BRCA1 и BRCA2 и участие в клеточном ответе на повреждение ДНК, однако мало что известно о механизме, с помощью которого белки BRCA модулируют этот ответ. Обширные исследования показали, что белки BRCA связываются и взаимодействуют с рядом регуляторных белков. Накопленные данные свидетельствуют о том, что BRCA1 и BRCA2 участвуют во множестве функций, включая восстановление ДНК, транскрипцию и контроль клеточного цикла. В ближайшем будущем, вероятно, будет идентифицировано множество других белков, которые связываются с белками BRCA, что приведет к открытию новых функций.

1. Rosen EM, Fan S, Pestell RG, Goldberg ID. BRCA1 gene in breast cancer. *J Cell Physiol* 2003; 196: 19–41.
2. Hall JM, Lee MK, Newman B, et al. Linkage of early-onset familial breast cancer to chromosome 17q21. *Science* 1990; 250: 1684–9.
3. Smith SA, Easton DF, Evans DG, Ponder BA. Allele losses in the region 17q12-21 in familial breast and ovarian cancer involve the wild-type chromosome. *Nat Genet* 1992; 2: 128–31.
4. Neuhausen SL, Marshall CJ. Loss of heterozygosity in familial tumors from three BRCA1-linked kindreds. *Cancer Res* 1994; 54: 6069–72.
5. Miki Y, Swensen J, Shattuck-Eidens D, et al. A strong candidate for the breast and ovarian cancer susceptibility gene BRCA1. *Science* 1994; 266: 66–71.
6. Wooster R, Neuhausen SL, Mangion J, et al. Localization of a breast cancer susceptibility gene, BRCA2, to chromosome 13q12-13. *Science* 1994; 265: 2088–90.
7. Wooster R, Bignell G, Lancaster J, et al. Identification of the breast cancer susceptibility gene BRCA2. *Nature* 1995; 378: 789–92.
8. Rahman N, Stratton MR. The genetics of breast cancer susceptibility. *Annu Rev Genet* 1998; 32: 95–121.
9. Futreal PA, Liu Q, Shattuck-Eidens D, et al. BRCA1 mutations in primary breast and ovarian carcinomas. *Science* 1994; 266: 120–2.

Жукова В.А., Володин А.А., Лидохова О.В.
Псевдоаллергия как проблема современности

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-283

Аннотация

Общность механизмов, лежащих в основе иммунных и специфических аллергических реакций, привела к отождествлению терминов “аллергический” и “иммунный” как синонимов, что не является достоверным в отношении псевдоаллергии. Клинические проявления псевдоаллергических реакций схожи с проявлениями истинной аллергии, и является одной из проблем их идентификации. В данной статье рассмотрены механизмы возникновения псевдоаллергических реакций с точки зрения патофизиологии, которые необходимо учитывать при выборе подхода к лечению.

Ключевые слова: псевдоаллергия, неоаллерген, гистамин, нарушение метаболизма арахидоновой кислоты, ангионевротический отек.

Abstract

The common mechanisms underlying immune and specific allergic reactions have led to the identification of the terms “allergic” and “immune” as synonyms, which is not reliable in relation to pseudoallergy. Clinical manifestations of pseudoallergic reactions are similar to manifestations of true allergy, which is one of the problems of their identification. This article examines the mechanisms of pseudoallergic reactions from the point of view of pathophysiology, which must be taken into account when choosing a treatment approach.

Keywords: pseudoallergy, neoallergen, histamine, arachidonic acid metabolism disorder, angioedema.

Наш век считается «веком аллергии». За основную причину данного явления большинство исследователей принимают резкое изменение социально-экономического уровня развития общества, повлекшее за собой бесконтрольное широкое применение медикаментов, изменение характера питания и т.д. Стоит учитывать, что рост аллергических заболеваний обусловлен не только истинными аллергическими реакциями, но и увеличением количества псевдоаллергических реакций, связанных с воздействием на человека псевдоаллергенов, среди которых важную роль играют неоаллергены. Псевдоаллергия представляет собой патологический процесс, в котором исключена иммунологическая стадия, т.е. в нем не принимают участие специфические антитела или сенсibilизированные лимфоциты, но аналогично истинной аллергической реакции имеются патохимическая и патофизиологическая стадии, в которых участвуют те же медиаторы воспаления. Клиническая картина псевдоаллергической реакции аналогична клинической картине истинной аллергической реакции. Так, вовлечение ЖКТ проявляется болями, диареей, рвотой, на коже могут возникнуть высыпания, покраснение, зуд, отечность. Псевдоаллергия может спровоцировать отек и гиперемию век, слезотечение, инъекцию сосудов склер. Со стороны дыхательной системы ложно аллергическая реакция сопровождается затруднением в дыхании, ощущением удушья, кашлем, отечностью слизистых верхних дыхательных путей. Вовлечение нервной системы сопровождается головными болями и головокружениями. Со стороны сердечно-сосудистой системы псевдоаллергия сопровождается сердечными болями, аритмией, снижением артериального давления. Вследствие широты клинических проявлений и частого их совпадения с истинной аллергической реакцией легко совершить ошибку при дифференцировке понятий псевдоаллергическая и истинная аллергическая реакция, опираясь лишь на внешние проявления. Аллергическое заболевание, в основе которого заложена псевдоаллергическая реакция, требует иного лечения.

Выделяют следующие механизмы псевдоаллергии: гистаминовый механизм (его могут в свою очередь делить на моноаминовый механизм и нарушение стабильности мембран); нарушение активации системы комплемента; нарушение метаболизма арахидоновой кислоты.

Первый механизм наиболее распространенный. Он может быть связан с повышенным высвобождением гистамина: результате селективного действия кровезаменителей, рентгеноконтрастных веществ, гельминтов и некоторых пищевых продуктов на клетки иммунной системы, вследствие чего усиливается процесс дегрануляции и происходит выброс медиаторов аллергии; в результате дисбактериоза, когда происходит увеличение микрофлоры, обладающей декарбоксилирующей активностью. В норме гистамин образуется путем декарбоксилирования аминокислоты гистидина в адекватном количестве в тучных клетках соединительной ткани. Симбиотическая микробиота подавляет преобразование гистидина в гистамин, однако при нарушениях в ее составе реакция декарбоксилирования может протекать и в кишечнике. Происходит усиленное образование гистамина, катализируемое гистидиндекарбоксилазой, приводя к образованию и всасыванию больших количеств гистамина. И третий механизм связан с влиянием цитотоксического действия физических и химических факторов, когда происходит дестабилизация мембран тучных клеток. Так, действие ионизирующего облучения на кроветворную ткань приводит сначала к увеличению тучных клеток в размере, а затем к их резко выраженной дегрануляции, поступлению гистамина в окружающее пространство, и возникновению соответствующих эффектов со стороны организма. Другим примером может явиться дестабилизация мембран тучных клеток как проявление компенсаторно-приспособительной реакции при срочной адаптации на воздействие гипотермии, как закономерного процесса, поскольку тучные клетки выделяют большое количество биологически активных веществ. С целью снижения высвобождения гистамина, будет разумно использовать в качестве лечения стабилизаторы мембран тучных клеток.

Второй вариант развития гистаминового механизма связан с нарушением инактивации гистамина. При недостаточной активности ферментов печени, её заболеваниях, болезнях желудочно-кишечного тракта, гельминтозах, диспротеинемии происходит дефицит ферментов и белков плазмы крови, инактивирующих гистамин (диаминоксидазы, моноаминоксидазы,

гистаминопексина). Основным ферментом метаболизма гистамина является диаминооксидаза. Она разрушает экзогенный гистамин. При низкой активности данного фермента возникает риск гистаминной интоксикации, возникновения общеаллергических симптомов. Так, токсическое действие нематод на эпителиальные клетки кишечника способствует снижению выработки ими диаминооксидазы. Широко распространенным ферментом является моноаминооксидаза (МАО), которая присутствует практически во всех тканях организма, в том числе обе ее изоформы (А и Б) характерны для тканей толстого и тонкого кишечника. Активность МАО кишечника преимущественно складывается из активности МАО-Б межмышечного и подслизистого нервных сплетений, и активности обеих изоформ, локализованных в энтероцитах. Одной из основных функций данного фермента является обезвреживание эндогенных и пищевых аминов, в том числе гистамина. Изменения активности МАО наблюдаются при воспалительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Также существуют лекарственные препараты группы ингибиторов МАО, направленные на подавление изоформ данного фермента в нервной системе. Однако неселективные ингибиторы МАО способны подавлять также кишечные изоформы МАО, что ведет к накоплению экзогенных тирамина и гистамина. В развитии гистаминной интоксикации играет немаловажную роль недостаточное количество гистаминопексина, который связывает гистамин в сыворотке крови. Обычно это наблюдается при повышенном количестве токсических веществ в организме человека, так как гистаминопексин расходуется на их нейтрализацию, примером может служить глистная инвазия.

Третий вариант гистаминового механизма связан с увеличением в рационе продуктов питания, приводящих к повышению экзогенного гистамина в организме. Причина может крыться в продуктах-либераторах гистамина (рыба, земляника, шоколад, яичный белок), избыточном потреблении продуктов с высоким содержанием гистамина и других биогенных аминов (сырокопченые колбасы, твердые сорта сыра, квашенная капуста, рыбные консервы). Повышение содержания гистамина возникает в некоторых сортах рыб под влиянием сульфидредуцирующих клостридий, преобразующих гистидин в гистамин. В случае употребления продуктов с высоким содержанием гистамина наиболее эффективной в плане терапии будет элиминационная диета. А также назначение ферментных препаратов, улучшающих энзимную нейтрализацию поступающих гистаминолибераторов, сорбентов, препаратов, нормализующих дисбаланс кишечника. Все три варианта данного механизма псевдоаллергической реакции сводятся к повышению в биологических жидкостях количества свободного гистамина, который связывает H1 и H2 рецепторы клеток мишеней. Патогенный эффект кроется в развитии вегетативных и сосудистых реакций (жар, покраснение кожных покровов, крапивница, головная боль, затруднение процесса дыхания).

Второй механизм нарушения активации системы комплемента связан с усилением классического или альтернативного путей активации. Это может быть вызвано введением плазмы крови, альбуминов, контрастных веществ в организм, а также наличием опухолей и аутоиммунных заболеваний. Происходит чрезмерное высвобождение первичных медиаторов с анафилактической активностью. Они в свою очередь связываются с секреторными клетками (тучными клетками, базофилами, макрофагами и другими), что приводит к продукции и высвобождению множества вторичных медиаторов (среди них гистамин, триптаза, фактор активации тромбоцитов, тромбоксан A₂, лейкотриены, цитокины, протеазы и простагландины), что способствует созданию картины анафилактической реакции вплоть до явного состояния шока. Недостаток ингибитора первого компонента комплемента ведет к чрезмерной активации каскада системы комплемента с выделением большого количества гистаминолибераторов, таких как C3a и C5a фрагменты. Таким больным необходимо снизить активацию системы комплемента, например, с помощью введения ε-аминокапроновой кислоты в/в, которая будет ее угнетать. Примером механизма нарушения активации системы комплемента является повреждение эндотелиальных клеток сосудов рентгеноконтрастными препаратами, что ведет к активации фактора Хагемана с последующим образованием плазмина, который уже активизирует C1. Аналогичные процессы возможны и при проведении гемодиализа.

Последний механизм псевдоаллергии связан с нарушением обмена арахидоновой кислоты. Существует два пути ее метаболизма: циклооксигеназный и липоксигеназный. Под действием фермента ЦОГ происходит образование циклических эндопероксидов, которые

затем переходят в классические простагландины групп E2, E2a и D2, которые отвечают за развитие воспаления. Под действием липоксигеназы – второй путь – происходит образование лейкотриенов, которые являются одними из медиаторов аллергии. В норме оба эти процесса уравновешены, однако при нарушении обмена арахидоновой кислоты происходит сдвиг метаболизма в сторону липоксигеназного пути вследствие блокировки ЦОГ (циклооксигеназы). Арахидоновая кислота высвобождается из клеточных мембран макрофагов, нейтрофилов, тучных клеток под действием внешнего стимула. Таким стимулом может служить НПВС. Данный тип лекарственных средств блокирует фермент ЦОГ, и путь превращения арахидоновой кислоты преимущественно идет на усиленное образование лейкотриенов, которые способствуют спазму гладких мышц, в свою очередь это дает картину атопической бронхиальной астмы. При отмене НПВС клиническая картина сходит на нет.

Среди псевдоаллергических реакций есть острые, опасные для жизни, такие как скомброидное пищевое отравление, ангионевротический отек, вызванный брадикинином, IgE-независимый ангионевротический отек и гиперчувствительность и ангионевротический отек, вызванные НПВС. Скомброидное пищевое отравление – распространенная реакция гиперчувствительности на продукты питания. Дело в том, что некоторые виды рыбы семейства Scomberesocidae и Scombridae содержат высокий уровень аминокислоты гистидина, которая может быть преобразована в гистамин бактериями, продуцирующими декарбоксилазу. При плохом хранении или неудовлетворительной консервации рыба может быть обсеменена этими бактериями и впоследствии вызвать псевдоаллергическую реакцию по гистаминовому механизму. Важным отличием от истинной пищевой аллергии является то, что повторное потребление незараженной рыбы не вызовет аллергическую реакцию. Еще одним острым состоянием является ангионевротический отек, который также может быть проявлением псевдоаллергической реакции. Ангионевротический отек, как и крапивница, возникает вследствие повышения проницаемости сосудов, но в отличие от нее поражает более глубокие слои дермы. Опосредованный гистамином ангионевротический отек может быть связан с IgE-типичная реакция гиперчувствительности первого типа на любой экзогенный антиген, а может быть иммуноглобулиннезависимым проявлением псевдоаллергической реакции из-за прямой активации тучных клеток и высвобождения гистамина без взаимодействия с IgE. Так, некоторые лекарственные средства, такие как опиаты и НПВС, могут активировать дегрануляцию тучных клеток. Гистамин-опосредованный ангионевротический отек всегда связан крапивницей, которая проявляется зудящей, четко очерченной кожной сыпью.

Важным аспектом в выявлении и лечении любого вида псевдоаллергической реакции является лабораторная диагностика. Необходимо вовремя исключить иммунный механизм заболевания. Для этого определяют содержание эозинофилов и уровень общего IgE, которые при псевдоаллергии колеблются в пределах нормальных значений.

1. Гусева П.М., Корнеева В.В., Садрисламова А.Р. Псевдоаллергические реакции: этиология, патогенез // Молодой ученый. 2021. № 50(392). С. 74-76.
2. Захарова П.В. Псевдоаллергия // В мире научных открытий : Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 24-25 мая 2022 года. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. С. 964-967.
3. Нестеренко З.В., Хавкин А.И. Псевдоаллергическая пищевая непереносимость или нежелательная реакция на пищевую гистамин? Диагностические и коррекционные проблемы // Вопросы диетологии. 2021. Т. 11, № 2. С. 42-47.
4. Смирнова С.В., Таптыгина Е.В., Бронникова Е.П. Аллергия и псевдоаллергия: экологические аспекты географической патологии // Экология человека. 2017. № 7. С. 3-10.
5. Eraky A.M., Wright A., McDonald D. Pseudo-Allergies in the Emergency Department: A Common Misdiagnosis of Hypersensitivity Type 1 Allergic Reaction // Cureus. – 2023. – DOI 10.7759/cureus.46536. – EDN BSOSOK.
6. Тирская О.И., Якубович А.И., Примак Н.Б. К вопросу о проявлениях псевдоаллергических реакций на пищевые продукты в полости рта // Актуальные вопросы общественного здоровья и здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). В 2-х томах, Иркутск, 08 декабря 2021 года / Под общей редакцией Г.М. Гайдарова. Том 2. С. 385-388.
7. Бондаренко, Т. Н. Уровень активности диаминооксидазы сыворотки крови у пациентов с круглогодичным аллергическим ринитом и гельминтозом // Лабораторная диагностика. Восточная Европа. 2016. Т. 5, № 3. С. 402-406.

Каминская Л.А., Кочерева А.А., Усенко П.А.
Биохимические механизмы в патогенезе развития гиперлипидемии
у женщин в период менопаузы

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-284

Аннотация

В статье обсуждаются биохимические показатели липидного обмена женщин от 40 до 60 лет, с длительностью менопаузы 1-13 лет, которые не принимают противолипидемическую терапию. Изучены содержание общего холестерина (Хобщ.), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеинов низкой плотности Х(ЛПНП), высокой плотности Х(ЛПВП), проведен расчет индекса атерогенности (ИА). Представлены этапы последовательного развития биохимических механизмов патогенеза липидемии с участием гиперинсулинизма, гипоэстрогении, снижения уровня прогестерона. Изменения липидного профиля, зависят от сроков менопаузы и возраста женщины. проявляются в развитии дислипидемии, повышении Х общ, Х(ЛПНП), индекса атерогенности, снижении Х(ЛПВП) и их антиатерогенной функции в патогенезе атеросклероза.

Ключевые слова гиперлипидемия, патогенез, биохимические механизмы, женщины, менопауза.

Abstract

The article discusses the biochemical parameters of lipid metabolism in women aged 40 to 60 years, with a menopause duration of 1-13 years, who do not take antilipidemic therapy. The content of total cholesterol (CHtotal), triglycerides (TG), low-density lipoprotein cholesterol CH (LDL), high-density CH (HDL) was studied, and the atherogenic index (AI) was calculated. The stages of the sequential development of biochemical mechanisms of lipidemia pathogenesis with the participation of hyperinsulinism, hypoestrogenism, and decreased progesterone levels are presented. Changes in the lipid profile depend on the timing of menopause and the age of the woman. They are manifested in the development of dyslipoproteinemia, an increase in CHtotal, CH (LDL), the atherogenic index, a decrease in CH (HDL) and their antiatherogenic function in the pathogenesis of atherosclerosis

Keywords: hyperlipidemia pathogenesis, biochemical mechanisms, women, menopause.

Климактерический период в жизни женщин наступает в период от 50 до 60 лет и является нормальным физиологическим процессом в онтогенезе для женского организма. В то же время угасание физиологических функций репродукции может сопровождаться в метаболических процессах на молекулярном уровне и в обмене веществ изменениями, уводящими важнейшие референтные показатели организма от их нормальных значений. Возрастание продолжительности жизни увеличивает количество пациенток с постменопаузой. Метаболизм в этот период, испытывая изменения, может вовлекаться в развитие патологических процессов [1,2]

Многочисленные исследования выявляют, что развитие гипоэстрогении в период и, особенно, после наступления менопаузы, склонны вызывать нарушения липидного обмена в сторону усиления липогенеза. Достаточно характерными становятся дислипидемия, активация процессов перекисного окисления липидов [3].

В менопаузе, которая клинически диагностируется отсутствием менструаций уже в течение одного года, в этот короткий период возникают различные нарушения липидного обмена из-за гормональных изменений. Отмечают сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 2 типа, вплоть до развития метаболического синдрома [3]. В лонгитюдном исследовании с включением 218 женщин, из которых 35 обследованных начали гормональную

заместительную терапию в период наблюдения (в среднем 14 месяцев, от 8 до 20 месяцев). получены результаты повышения концентрации белка апоВ (стандартное значение 0,17, у обследованных женщин интервал от 0,35 до 0,51), холестерина ЛПНП; снижался уровень цитрата. Был сделан вывод, что менопауза ассоциирована с изменением уровня проатеросклеротических факторов. Нарушение липидного обмена (дислипидемии) является ведущим фактором развития метаболического синдрома. У больных с метаболическим синдромом наблюдается высокое сочетание традиционных маркеров риска развития ишемической болезни сердца, повышение уровня холестерина, ЛПНП, снижение уровня ЛПВП [4].

Цель: Выявление показателей и корреляций между составляющими липидограммы у женщин в период наступления менопаузы для выявления биохимических механизмов и оценки рисков развития метаболических нарушений.

Материалы и методы

Проведено анонимное ретроспективное исследование результатов клинико-лабораторных исследований, любезно предоставленных ФГБУЗ ЦМС, Челябинская область в количестве 50 историй. Из когорты пациентов выбраны истории болезни 13 женщин, у которых была указана длительность менопаузы от 1 до 13 лет, возраст от 40 до 60 лет, и которые не принимают противолипидемическую терапию. Группа исключения - наличие гиполипидемической терапии. В обсуждении использованы показатели липидного обмена: холестерин общий (Хобщ.), триглицериды (ТГ), холестерин липопротеинов низкой плотности Х(ЛПНП), высокой плотности Х(ЛПВП), проведен расчет индекса атерогенности (ИА). Показатели липидного спектра оценивали по принятым международным нормам для женщин [5]. Анализ полученных данных проведен с использованием метода описательной статистики с использованием стандартной программы STATISTICA -2010

Обсуждение результатов

Возраст пациенток от 49 до 65 лет, среднее значение возраста в группе ($56,4 \pm 3,5$) года, основную часть 66,7% составили женщины в возрасте (50 - 58) лет. Сроки от начала менопаузы ($5,8 \pm 2,7$) года (1-13 лет), из них в группе у 17% (1-2) года, у 17% - 4 года, у 42% - (6- 10) лет. У всех пациенток одинаковое и раннее наступление климакса ($49 \pm 0,57$) лет. Показатели липидного профиля представлены в табл. 1.

Таблица 1

Липидный профиль пациенток обследованной группы

Показатели	Размерность	Величина показателя среднее значение \pm стандартное отклонение	Интервалы показателей	Граница референтных значений нормы
возраст	года	$56,4 \pm 3,5$	49 – 65	
менопауза	года	$5,8 \pm 2,7$	1-13	
Х общий	ммоль/л	$6,5 \pm 0,54$	5,3- 8,75	< 5,2
Х (ЛПНП)	ммоль/л	$5,2 \pm 0,99$	3,8 – 7,4	< 3,0
Х(ЛПВП)	ммоль/л	$1,55 \pm 0,23$	0,98 -1,74	> 1,2
ТГ	ммоль/л	$1,46 \pm 0,18$	1,1 – 2,0	< 1,7
ИА	-	$3,5 \pm 1,3$	1,9 – 7,56	< 3,3

Уровень ТГ крови у всех обследованных находится в пределах нормы. Значение общего холестерина крови ($6,5 \pm 0,54$) ммоль/л можно рассматривать как повышенное в сравнении с верхней рекомендованной границей нормы 5,2 ммоль/л, но можно оценивать как типичное возрастное увеличение у женщин в период менопаузы, вызванное снижением уровня женских половых гормонов. На диаграмме (рис1) представлено распределение пациенток с различными показателями уровня холестерина, повышен у 60% обследованных. Содержание холестерина в

липидных фракциях крови также изменено. Уровень Х(ЛПНП) повышен у всех обследованных, составляет $(5,2 \pm 0,99)$ ммоль/л, достигая у 33% величин $(6,1 - 7,4)$ ммоль/л. Уровень Х(ЛПВП) находится в пределах референтного значения и составил $(1,55 \pm 0,23)$ ммоль/л, в том числе и у пациенток с очень высоким уровнем Х(ЛПНП), но этих значений оказывается недостаточно для создания референтного значения ИА и коррекции липидного обмена.



Рисунок 1. Распределение пациенток с различными показателями уровня холестерина.

Расчет ИА выявил весьма неутешительные результаты; при референтном значении ИА $< 3,3$, средний показатель у обследованных имеет величину $(3,5 \pm 1,3)$. Распределение ИА в пределах нормы – 41,7%, выше нормы – 58,3%, в том числе у всех обследованных с высоким значением Х(ЛПНП).

Изменения липидного профиля могут зависеть от многих факторов, но и проявлять систематические закономерности, обусловленные изменением гормонального фона: снижение уровней эстрогенов, прогестерона. Резистентности к инсулину [6]. Все эти три фактора приводят к возникновению гиперлипидемии, гипергликемии, развитию СД 2 и далее метаболическому синдрому. Ниже представлены этапы последовательного развития биохимических механизмов патогенеза липидемии с участием трех интегрированных вышеуказанных факторов.

1. Гипоинсулинизм → постепенное развитие инсулинорезистентности → компенсаторное повышение инсулина → стимуляция липогенеза (холестерин, насыщенные высшие кислоты, триглицериды, ЛПОНП),
2. Гипоэстрогения → снижение сдерживающих действий на синтез холестерина (фермент бета- ГМГКоА-редуктаза,), образование ЛПОНП, снижение стимуляции ЛПВП; постепенно исчезает влияние на обмен инсулина и с ним глюкозы. Эстрогены увеличивают секрецию инсулина и повышают чувствительность к нему тканей, Возникает гипергликемия, создающая условия для липогенеза.
3. Снижение уровня прогестерона приводит к увеличению уровня триглицеридов, холестерина и ЛПОНП (при нормальном уровне секреции снижает). Прогестерон является мощным антагонистом минералокортикоидных рецепторов жировой ткани, которые участвуют в андройдном типе ожирения [6]. В постменопаузе продукция прогестерона резко снижается, это способствует активации минералокортикоидных рецепторов и ожирению.

В постменопаузальном периоде по сравнению с контрольной группой показатели ($p < 0,05$) липидного профиля увеличиваются: общий холестерин на 32%; ТГ на 128%; Х(ЛПНП) на 46% и Х(ЛПОНП) на 155% [3]. В обследованной нами группе женщин изменения липидного обмена показывают статистически достоверную зависимость. Это подтверждают высокие значения коэффициентов парных корреляций (r).

Таблица 2

Значения коэффициентов парных корреляций (r) между изученными показателями.

Показатели	r	Показатели	Значение r
Возраст/Х общ	0,71	Возраст/ИА	0,75
Возраст/Х(ЛПНП)	0,77	Возраст/Х(ЛПВП)	- 0,71
Возраст/ТГ	0,65	менопауза/Х(ЛПНП)	0,73
Х(ЛПНП)/ИА	0,80	Х(ЛПВП)/ИА	- 0,87

Уровни холестерина, общего ТГ обнаруживают высокую положительную корреляцию и находятся в прямой зависимости от возраста обследованных женщин и длительности менопаузы (табл.2). Отрицательная корреляция между показателями возраст / Х (ЛПВП) свидетельствует, что с возрастом в постменопаузальный период снижается положительный метаболический эффект ЛПВП в липидном обмене (коэффициент корреляции возраст/Х(ЛПВП) имеет отрицательное значение, а также, чем ниже значение Х(ЛПВП), тем ИА выше отрицательная связь ($r = -0,87$), что влечет за собой риски развития атеросклероза и метаболического синдрома. Помимо периода менопаузы изменения липидного обмена имеют широкое распространение и присутствуют в патогенезе болезней печени, сердечно-сосудистой патологии, заболеваний желудочно - кишечного тракта [7]. В проведенном нами ранее исследовании [7] также выявлены высокие значения ИА, тесные корреляционные связи между ИА и двумя основными показателями липидного обмена: (ИА/ холестерин) $r = 0,71$; (ИА/ ЛПНП) $r = 0,86$. Достаточно высокая обратная корреляция $r = -0,65$ присутствует между двумя показателями (ЛПВП/ ИА), что соответствует превалирующим представлениям об антиатерогенной функции ЛПВП в патогенезе атеросклероза.

Выводы:

1. В обследованной группе женщин обнаружены заметные изменения липидного профиля, которые зависят от сроков менопаузы и возраста женщины. Метаболические нарушения проявляются в развитии дислипидемии, повышении общего холестерина. Х(ЛПНП), индекса атерогенности, снижении Х(ЛПВП)
2. Обнаруженные метаболические изменения в обследованной группе женщин имеют проатерогенное действие и являют собой риски развития атеросклероза и метаболического синдрома.
3. Обратная корреляция $r = -0,65$ между двумя показателями (ЛПВП/ ИА) свидетельствует о сохранении антиатерогенной функции ЛПВП в патогенезе атеросклероза.

1. Ko SH, Menopause-Associated Lipid Metabolic Disorders and Foods Beneficial for Postmenopausal Women/ SH Ko, SH Kim // Nutrients. 2020 Jan 13; 12(1):202. doi: 10.3390/nu12010202. PMID: 31941004; PMCID: PMC7019719.
2. Karppinen J.E. Menopause modulates the circulating metabolome: evidence from a prospective cohort study/ J.E. Karppinen, T.Törmäkangas, U. M. Kujala //European Journal of Preventive Cardiology, 2022; zwac060.
3. Семёнова Н.В., Параметры липидного обмена и процессов липероксидации у женщин в климактерическом периоде/ Н.В.Семёнова, И.М.Мадаева, М.А.Даренская, и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – №4. - URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2018/4/27895.pdf> ;
4. Karppinen Jari E.Menopause modulates the circulating metabolome: evidence From a prospective cohort study, / Jari E. Karppinen, Timo Törmäkangas, Urho M. Kujala, et al/ European Journal of Preventive Cardiology, 2022; zwac060.
5. Евразийская ассоциация кардиологов Национальное общество по Изучению атеросклероза (НОА).URL:<https://cardio.eur.asia/media>
6. Недогод С.В. Метаболические нарушения у женщин в постменопаузальный период и способы их коррекции/ С. У. Недогода, И. Н. Барыкина, В. Ю. Хрипаева, и др.// Лекарственный вестник. - 2014. - Т.8.- №3. - С.10-18
7. Каминская Л.А., Показатели липидного обмена в патогенезе распространенных соматических заболеваний/ Л.А. Каминская, Л.В. Журило, О.Ф. Задорина // Здоровье человека в XXI веке. IX-я Российская научно-практическая конференция: Сборник научных статей. Казань, 30-31 марта 2017/Под общей редакцией профессора Ксембаева С.С. – Казань. Издательство «Бриг», 2017. С. 276-280.

Кугуелова О.Г., Мартынова П.М., Толмачёв Д.А.
Оценка качества сна студентов 4 курса медицинского вуза

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия
(Россия, Ижевск)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-285

Аннотация

Оценка качества сна студентов медицинских вузов является важным аспектом изучения их здоровья и академической успеваемости. Медицинские студенты подвержены высоким уровням стресса и перегрузкам, что может негативно сказываться на их режиме сна. Недостаток сна и его плохое качество снижают когнитивные способности, концентрацию внимания и могут приводить к выгоранию. Проблема заключается в том, что многие студенты жертвуют сном ради учёбы, что в долгосрочной перспективе ухудшает их физическое и психоэмоциональное состояние. Проведено анкетирование для исследования сна среди студентов-медиков для разработки рекомендаций по улучшению их режима дня и снижению рисков, связанных с хроническим недосыпанием.

Ключевые слова: сон, тайм-менеджмент, хроническое недосыпание, когнитивные способности, режим сна, стресс.

Abstract

Assessing the quality of sleep in medical students is an important aspect of studying their health and academic performance. Medical students are exposed to high levels of stress and overload, which can negatively affect their sleep patterns. Lack of sleep and its poor quality reduce cognitive abilities, concentration and can lead to burnout. The problem is that many students sacrifice sleep for the sake of studying, which in the long term worsens their physical and psycho-emotional state. A questionnaire was conducted to study sleep among medical students to develop recommendations for improving their daily routine and reducing the risks associated with chronic sleep deprivation.

Keywords: sleep, time management, chronic sleep deprivation, cognitive abilities, sleep patterns, stress.

Актуальность. Сон является неотъемлемым биологическим процессом, обеспечивающим восстановление физиологических и когнитивных функций организма. Адекватная продолжительность и качество сна необходимы для поддержания психоэмоционального состояния, когнитивной активности и общего здоровья человека. Однако в современном мире нарушения сна становятся все более распространенной проблемой, что связано с высоким уровнем стресса, напряженным графиком работы и учебы, а также воздействием различных внешних факторов. Хронический дефицит сна может приводить к снижению когнитивных способностей, нарушению внимания и памяти, увеличению риска развития сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний. Особенно уязвимой группой в этом отношении являются студенты медицинских специальностей, которые часто сталкиваются с перегрузками в учебе, что отрицательно сказывается на их сне и общем состоянии здоровья [4; 7; 11].

Студенты-медики особенно подвержены нарушениям сна из-за высокой учебной нагрузки, частых ночных дежурств и длительных периодов подготовки к экзаменам. Важно отметить, что медицинское образование требует значительных интеллектуальных и эмоциональных усилий, что приводит к частым стрессовым ситуациям и повышенной тревожности. Это может провоцировать расстройства сна, такие как бессонница, трудности с засыпанием или нарушение глубины сна [8; 9]. Недостаток сна у студентов медицины напрямую отражается на их академической успеваемости и когнитивных функциях, что в дальнейшем может отрицательно сказываться на их профессиональной деятельности. Понимание особенностей сна в этой группе позволяет не только разработать стратегии для его улучшения, но и предотвратить возможные последствия для здоровья будущих врачей [5; 6].

Для улучшения качества сна и профилактики нарушений среди студентов-медиков необходимо внедрение многогранного подхода. Исследования показывают, что оптимизация режима сна может существенно повлиять на общее состояние здоровья и когнитивную функцию [12]. Важным аспектом является управление учебной нагрузкой и внедрение гибких расписаний, что может снизить уровень стресса и предотвратить перегрузки. Эффективными мерами также являются когнитивно-поведенческие стратегии, направленные на снижение тревожности, и образовательные программы, обучающие студентов гигиене сна. Рекомендации по ограничению использования гаджетов перед сном и соблюдению режима сна могут способствовать улучшению его качества. Внедрение таких практик не только поддерживает здоровье студентов, но и способствует их академической успешности и эффективной клинической деятельности [1; 3].

Для оценки эффективности предлагаемых стратегий по улучшению сна среди студентов-медиков необходимо проводить комплексные исследования, включающие как количественные, так и качественные методы анализа. Важным аспектом является разработка валидированных инструментов для оценки качества сна, таких как опросники и дневники сна, а также проведение объективных замеров, например, полисомнографии или актиграфии. Ключевыми направлениями для исследований являются выявление наиболее эффективных интервенций, которые могут быть адаптированы к специфическим условиям медицинского образования, и анализ их влияния на здоровье, академическую успеваемость и общую удовлетворенность жизнью студентов [2; 10]. Данные исследования позволят не только оптимизировать стратегии вмешательства, но и предоставят основу для дальнейших рекомендаций по улучшению образовательного процесса и поддержанию здоровья студентов-медиков.

Цель. Проанализировать качество сна среди студентов-медиков 4 курса лечебного факультета.

Материалы и методы. На базе Ижевской государственной медицинской академии было проведено анкетирование, в котором приняло участие 106 студентов 4 курса лечебного факультета. Результаты анкетирования были обработаны в программе Microsoft Office Excel 2013.

Полученные результаты. В исследовании 64,0% участников составляют женщины, а 36,0% — мужчины. Исследования показывают, что в контексте сна женщины в среднем чаще сталкиваются с проблемами сна. Гормональные колебания, тревожность и стресс могут негативно влиять на качество сна.

Возрастное распределение респондентов: 36,0% — это 20-летние, 24,0% — 19-летние, и 18,0% — 21-летние. Большинство опрошенных находятся в юношеском возрасте, когда физиологическая потребность в сне еще высока, но поведенческие привычки и нагрузка могут ухудшать его качество. Студенты часто пренебрегают сном из-за учебы, работы или вечерних развлечений, что может привести к накоплению дефицита сна и ухудшению концентрации и продуктивности.

Почти половина (48,0%) респондентов ложатся спать между 22:00 и 00:00, что соответствует рекомендациям для поддержания здоровья. Однако тревожит, что оставшаяся многочисленная часть (44,0%) засыпает позднее — между полуночью и 2:00. Позднее засыпание может негативно влиять на циркадные ритмы и снижать качество сна, особенно если это сопровождается недостаточной продолжительностью. Небольшой процент (8,0%) участников засыпает позже 2:00, что может свидетельствовать о серьезных нарушениях режима дня.

В выходные 42,0% участников продолжают ложиться поздно, между полуночью и 2:00. Хотя у большинства респондентов наблюдается незначительное смещение режима, этот паттерн указывает на тенденцию к "отсыпанию" в выходные дни. Это явление может свидетельствовать о попытке компенсировать недостаток сна в будние дни, что не является эффективной стратегией. Небольшая группа (10,0%) ложится позже 2:00, что может указывать на сбивтый режим, который усиливает проблемы с качеством сна в течение недели.

Для трети (34,0%) респондентов ключевыми причинами позднего засыпания являются учеба и социальные сети. Этот факт подчеркивает серьезное влияние цифровых устройств на распорядок сна. Использование смартфонов и социальных сетей перед сном может задерживать начало сна и ухудшать его качество из-за воздействия синего света на мозг. Еще 24,0% отметили, что позднее засыпание связано исключительно с учебой, что может говорить о перегрузке или недостатке времени для завершения всех задач днем. Это поднимает проблему плохого тайм-менеджмента среди молодых людей, что в конечном итоге отражается на здоровье.

У 34,0% респондентов время засыпания составляет 10-14 минут, что является нормой и свидетельствует о достаточной усталости к моменту сна. 28,0% засыпают за 5-9 минут, что также может считаться нормой, особенно если сон приходит естественно. Тем не менее 16,0% засыпают мгновенно (менее чем за 5 минут), что может указывать на хроническую усталость или дефицит сна. Мгновенное засыпание часто является симптомом того, что человек не получает достаточно отдыха, и организм пытается компенсировать дефицит сна. Проблемой является то, что лишь 4,0% респондентов указали, что засыпают более 20 минут, что может указывать на тревожность, стресс или другие нарушения сна.

Половина респондентов (50,0%) спят от 6 до 8 часов, что соответствует минимальным рекомендациям. Однако тревожным является факт, что другая половина 46,0% спят всего 4-6 часов, что недостаточно для поддержания нормального функционирования организма. Недостаток сна в долгосрочной перспективе может приводить к ухудшению когнитивных функций, снижению продуктивности и повышенному риску заболеваний. Только 2,0% участников спят более 8 часов, и еще 2,0% признались, что их сон составляет менее 4 часов, что является крайне низким показателем и может указывать на серьезные проблемы, такие как бессонница.

Больше половины (74,0%) респондентов не просыпаются ночью, что является положительным признаком здорового сна. Тем не менее 26,0% просыпаются хотя бы один раз за ночь, что может быть связано с различными причинами: от внешних факторов, таких как шум или свет, до внутренних, таких как тревожность или физиологические потребности. Повторные пробуждения ночью могут снижать качество сна и приводить к дневной сонливости и усталости.

Почти все опрошенные (88,0%) указали, что их сон крепкий, что свидетельствует о достаточно хорошем качестве сна. Однако 12,0% отметили, что их сон недостаточно крепкий, что может быть связано с внутренними или внешними раздражителями. Это может указывать на более глубокие проблемы со здоровьем или на неблагоприятные условия сна, такие как неудобная постель или температура в помещении.

Преобладающее большинство (78,0%) респондентов просыпаются между 6:00 и 8:00 утра, что соответствует нормальным биологическим ритмам и может свидетельствовать о хорошем режиме дня. Тем не менее 18,0% просыпаются раньше 6:00 утра, что может быть признаком ранних пробуждений, которые часто ассоциируются с нарушениями сна, такими как тревожность или депрессия. 4,0% респондентов просыпаются позже 8:00 утра, что может свидетельствовать о сбитом циркадном ритме.

Почти половина респондентов (48,0%) испытывает трудности с пробуждением, но могут встать по будильнику. Это указывает на то, что большинство людей не чувствуют себя полностью отдохнувшими после сна, что может быть следствием недостатка сна или его низкого качества. Еще 38,0% отметили, что проснуться даже с будильником для них представляет трудность, что может свидетельствовать о нарушении циркадных ритмов или хронической усталости.

Большинство (68,0%) участников испытывают дневную сонливость время от времени, что указывает на возможный дефицит сна или его недостаточное качество. 20,0% респондентов постоянно испытывают сонливость в течение дня, что является тревожным показателем, указывающим на хроническое недосыпание. Лишь 12,0% редко чувствуют дневную

сонливость, что может свидетельствовать о здоровом режиме сна и хорошем качестве ночного отдыха.

Каждый третий (38,0%) из участников оценивают качество своего сна на 3 балла (средний уровень), 34,0% — на 4 балла, что указывает на относительное удовлетворение сном. Однако 14,0% респондентов дали своему сну самую низкую оценку (1 балл), что свидетельствует о значительных проблемах, таких как бессонница или сильный стресс. Еще 10,0% оценили сон на 2 балла, что также свидетельствует о низком качестве сна. Лишь 4,0% участников дали своему сну наивысшую оценку (5 баллов), что говорит о редких случаях высокого качества сна среди респондентов.

Вывод. Анализ данных показал, что большинство респондентов сталкиваются с дефицитом сна, связанным с поздним засыпанием и недостаточной продолжительностью ночного отдыха. Основные причины позднего сна — учебные нагрузки и активное использование социальных сетей, что указывает на проблемы с тайм-менеджментом и негативное влияние цифровых устройств на сон.

Хотя большинство участников отмечают крепость сна, значительная часть испытывает трудности с пробуждением и дневную сонливость, что может свидетельствовать о хронической усталости и недостаточном восстановлении организма.

Выявленные проблемы, включая недостаток сна, сбитые циркадные ритмы и снижение продуктивности, требуют внедрения рекомендаций по улучшению режима дня, управлению нагрузкой и ограничению использования гаджетов перед сном.

1. Бакиева, Э. М. Качество сна студентов четвертого курса медицинской академии во время сессии / Э. М. Бакиева, Л. Р. Габдрахманова, Д. А. Толмачев // *Modern Science*. – 2021. – № 5-2. – С. 13-20.
2. Белозерова Л.А. Эмоциональное выгорание у студентов психолого-педагогического направления подготовки / Л.А. Белозерова // *Теоретические и практические аспекты профессиональной подготовки студентов гуманитарных и технических специальностей* / Под ред. А.Ю. Нагорнова. – Ульяновск, 2015. – С. 204–216.
3. Веселова Е.С., Балтачев А.А., Толмачёв Д.А. Исследование расстройства сна у студентов 1,4,6 курсов лечебного факультета Ижевской Государственной Медицинской // *Modern Science*. – 2021. – № 1–1. С.202–209.
4. Голенков А.В., Иванова И.Л., Куклина А.В., и др. Эпидемиология расстройства сна у студентов-медиков / А.В. Голенков, И.Л. Иванова, А.В. Куклина // *Вестник Чувашского университета*. – 2010. – С. 98–102.
5. Дудник Е.Н. Качество жизни, уровень эмоционального выгорания и характеристики сна у студентов-медиков Первого года обучения / Е.Н. Дудник, О.С. Глазачев, Е.А. Юматов и др. // *Вестник Международной академии наук. Русская секция*. – 2016. – № 1. – С. 35–39.
6. Калашников М.В. Организация медико-социального статистического исследования с целью выявления распространенности и причин нарушений сна у студентов / М.В. Калашников // *Концепт*. – 2015. – № 7. – С. 166–170. Барсуков Ю.А. Современные возможности лечения колоректального рака / Ю. А. Барсуков, В. И. Кныш // *Современная онкология*. – 2006. – Т. 8, № 2. – С. 7-16.
7. Кантимирова Е.А., Маховская Т.С., Галась А.Ю., Петрова М.М., Шнайдер Н.А., Дмитренко Д.В., и др. Эффективность сна как маркер здоровья студентов младших и старших курсов медицинского университета / Е.А. Кантимирова, Т.С. Маховская, А.Ю. Галась, М.М. Петрова, Н.А. Шнайдер, Д.В. Дмитренко // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 4.
8. Куликов В.О. Современные особенности эпидемиологии и феноменологии инсомнических нарушений у учащихся ВУЗов / В.О. Куликов, Е.С. Курагов, Н.С. Шамова // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. – 2015. – Т. 10. – № 4. – С. 126–128.
9. Лышова О.В., Лышов В.Р., Пашков А.Н. Скрининговое исследование нарушений сна, дневной сонливости и синдрома апноэ во сне студентов первого курса медицинского вуза / О.В. Лышова, В.Р. Лышов, А.Н. Пашков // *Медицинские новости*. – 2012. – № 3. – С. 77–80.
10. Мусалимова Р.С. Оценка качества сна студентов выпускных курсов / Р.С. Мусалимова, А.С. Варфоломеева // *Новые исследования*. – 2017. – № 3 (52). – С. 29–34.
11. Пивень Е.А., Бреусов Д.А. Характеристика гигиены сна студентов, проживающих в общежитиях / Е.А. Пивень, Д.А. Бреусов // *Вестник РУДН. Серия медицина*. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 127–136.
12. Стяжкина С.Н. Гемигепатэктомия как эффективный способ лечения злокачественных новообразований печени/ С.Н. Стяжкина, Р.К. Аюбов, Ш.У. Тахиров, А.С. Семенов// *Дневник науки*. – 2024. – №1.

Лебединец Д.Д., Лидохова О.В.

Некоторые аспекты этиопатогенеза дилатационной кардиомиопатии

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-286

Аннотация

Кардиомиопатии – это заболевания сердечной мышцы разнородной (гетерогенной) этиологии. Они характеризуются неревматическими и некоронарогенными дистрофическими поражениями миокарда. Ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, различные пороки клапанов не влияют на развитие кардиомиопатий. Это абсолютно самостоятельная группа заболеваний, которая с каждым годом набирает свою популярность и известность. На 2018 год статистика гласит, что на 100 тыс. населения Российской Федерации приходится 21,5 больных с данным диагнозом. В результате кардиомиопатий увеличивается риск возникновения тяжелых сердечных осложнений, которые могут привести к внезапной сердечной смерти. В данной статье рассмотрена дилатационная кардиомиопатия, характеризующаяся поражением миоцитов, которое приводит к расширению полостей сердца. Вследствие чего наступает недостаточность сократительной функции органа.

Ключевые слова: дилатационная кардиомиопатия, этиология, патогенез, сердечная патология, кардиомиоциты, сердечная недостаточность.

Abstract

Cardiomyopathies are diseases of the heart muscle of heterogeneous etiology. They are characterized by non-rheumatic and non-coronary dystrophic lesions of the myocardium. Ischemic heart disease, arterial hypertension, various valve defects do not affect the development of cardiomyopathies. This is an absolutely independent group of diseases, which is gaining popularity and fame every year. As of 2018, statistics say that there are 21.5 patients with this diagnosis per 100 thousand people in the Russian Federation. As a result of cardiomyopathies, the risk of severe cardiac complications increases, which can lead to sudden cardiac death. This article discusses dilated cardiomyopathy, characterized by damage to myocytes, which leads to expansion of the heart cavities. As a result, there is a failure of the contractile function of the organ.

Keywords: dilated cardiomyopathy, etiology, pathogenesis, cardiac pathology, cardiomyocytes, heart failure.

Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) представляет собой поражение миокарда, характеризующееся значительным увеличением полости левого желудочка. Данная кардиомиопатия не связана с ишемической болезнью сердца (ИБС), пороками сердца и клапанного аппарата, артериальной гипертензией. То есть не связана с заболеваниями, характерным признаком которых является гипертрофия левого желудочка. Она провоцирует развитие сердечной недостаточности, снижение сократительной способности и диастолическую дисфункцию левого желудочка. Также ДКМП сопровождается аритмией вследствие снижения проводимости узлов. Доля пациентов с данным заболеванием приходится на 26-60% от всех больных с кардиомиопатиями. Причиной появления этой патологии, чаще всего, является мутация генов. Примерами могут служить нарушения в структуре и функционировании Титина (TTN), RBM20, FLNC (филанин С), DES (десмин), PLN (фосфаламбан) и SCN5A. В связи с этим ДКМП имеет семейную предрасположенность. Наследование мутации происходит по аутосомно-доминантному и аутосомно-рецессивному принципу. Также возможна X-сцепленная и митохондриальная передача этих генов. Также, несомненно, причинами возникновения дилатационной кардиомиопатии может стать: инфекция (миокардит), воспаление (аутоиммунные болезни), хронический вирусный миокардит, химиотерапия (антрациклиды, моноклональная терапия) и беременность. А осложняют течение данного диагноза: чрезмерное употребление алкоголя и эндокринные заболевания.

Титин (TTN) - это самый большой ген в геноме человека. Он кодирует белок мышечного волокна сердца, который прикреплен к нити миозина и Z диску. Данный филамент отвечает за организацию поддержания стабильности и жесткости саркомера. Генетическое изменение Титина (TTN) ведет к нарушению структуры мышечного волокна. Вследствие этого миокард становится подвержен растяжению. Ген RBM20 ответственен за регуляцию сплайсинга и экспрессии белков (в том числе и Титина). Мутация в RBM20 приводит к: нарушению проведения сигнальных процессов в миокарде, структурной дезорганизации мышечных волокон, а также к изменению внутриклеточного постоянства ионов кальция. Все это влияет на дальнейшее расширение желудочков сердца и повышение риска внезапной сердечной смерти (ВСС). А нарушение функционирования генов FLNC, DES, PLN и SCN5A будет приводить к развитию аритмии, снижению проводимости и АВ-блокаде. Это утяжеляет течение дилатационной кардиомиопатии и может привести к высокой степени злокачественности аритмии, что в свою очередь сопряжено с мутацией в гене титина (TTN).

Если отсутствует наследственная предрасположенность к развитию дилатационной кардиомиопатии, то стать причиной ее возникновения может недавно перенесенное инфекционное заболевание, а именно миокардит. В патогенезе этого заболевания происходит поражение кардиомиоцитов с закреплением лейкоцитов на их поверхности. Их фиксация способствует цитолизу пораженных клеток и приобретению способности вырабатывать аутоантитела, уцелевшими клетками. В дальнейшем инфекционный процесс приобретает хроническую форму и вызывает некоторое разрушение и перестройку сердечной мышцы с расширением полости желудочков.

Также важную роль в патогенезе играет появление провоспалительных цитокинов. К ним будут относиться: фактор некроза опухоли, интерлейкин-1 и интерлейкин-6 и интерфероны. Их действием обусловлено нарушение соотношения соединительнотканых элементов в матриксе сердечной мышцы, а именно коллагена. Нарастание его количества приводит к большему растяжению желудочков и гипертрофии кардиомиоцитов. Длительное производство цитокинов в больших количествах приводит к снижению сократительной способности сердца, что, в свою очередь, характеризует прогрессирование хронической сердечной недостаточности (ХСН).

В результате действия этиологических факторов происходит разрушение структуры кардиомиоцитов. Количество полноценно работающих мышечных волокон снижается. Пораженные клетки становятся вытянутыми, разволокненными, что приводит к расширению камер сердца и уменьшению сократительной способности миокарда. Развивается застойная сердечная недостаточность, диастолическая и систолическая дисфункция желудочков. Это провоцирует появление болей вследствие накопления биологически активных веществ (брадикинина, катехоламинов, «Р»-нейропептида), которые раздражают рецепторы миокарда. Данный патологический импульс поступает в спинной мозг, далее в таламус и кору головного мозга, где формируется чувство боли.

Дисфункции сердца приводят к нарушению: автоматизма (развиваются аритмии), возбудимости (проявляется экстрасистолиями, пароксизмальной тахикардией и фибрилляцией), проводимости (замедляется или прекращается проведение электрического импульса от SA-узла к AV-узлу. Результатом этого является ощущения «перебоев» в работе сердца, потемнения в глазах, обмороки) и сократимости (влечет за собой уменьшение ударного объема, снижение количества транспортируемой крови и застойным явлениям, чаще всего, в малом кругу кровообращения. Это вызывает появление одышки, отеков, акроцианоза, ощущения слабости и усталости).

При ДКМП сердце шаровидной формы. Дилатация происходит равномерно. Все камеры становятся расширенными. Несмотря на размеры, такая гипертрофия является «ложной». При ее развитии наблюдаются дегенеративные изменения мышечных волокон, сочетающие атрофию и дистрофию, однако сердце является слабым.

Симптомы кардиомиопатии очень схожи с другими заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Это, в свою очередь, затрудняет диагностику данной патологии. Границы сердца

расширены, при аускультации выслушивается ритм галопа и систолические шумы. Клинические проявления связаны с нарушением насосной функции сердца вследствие чрезмерного растяжения его камер (чаще всего левого желудочка). Одним из первых симптомов выявляется одышка. Появляется она при небольших физических нагрузках и в покое. Одышку сопровождают: слабость, тяжесть в груди, усиленные сердцебиения и отеки ног. Боли в области сердца похожи по интенсивности и продолжительности на кардиалгию или стенокардию. Частично они вызваны недостатком насыщения кислородом сердечной мышцы и сердечной недостаточностью, связанной с увеличением размеров сердца. Из-за снижения сократимости и аритмии возникает сердечная недостаточность, которая характеризуется: массивными отеками, одышкой, переполнением вен шеи и их выбуханием, акроцианозом, постоянным ощущением усталости и слабости. Кардиомиопатии распространяются все больше, но это совершенно не означает, что на данный момент есть достаточная база научных данных, чтобы точно распознать и отличить их от других болезней сердца. Исследование данной патологии расширяет информационную базу об этиологии, патогенезе и дальнейшем саногенезе данного заболевания. А это, в свою очередь, приносит большой вклад в развитие знаний патофизиологии сердечно-сосудистых заболеваний.

1. Вайканская Т.Г., Сивицкая Л.Н., Курушко Т.В., Левданский О.Д., Даниленко Н.Г. «Дилатационная кардиомиопатия: новый взгляд на проблему» // Российский кардиологический журнал 2019; 24(4). 35-47.
2. Мухаметгалиева Г.М., Ощепкова О.Б., Цибулькин Н.А. [и др.] «Дилатационная кардиомиопатия: современные представления и пример клинического течения» // Вестник современной клинической медицины. 2018. Т. 11, вып. 4. С.113-119.
3. Дадали Е.Л., Билева Д.С., Угаров И.В., «Клинико-генетическая характеристика наследственных ламинопатий» // Научный обзор. 2008. Т. 2. вып. № 4. С. 30.
4. Затова Л.А. «Дилатационная кардиомиопатия: современный взгляд на заболевание» // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. № 1. 2013. С.151-157.
5. Гуревич М. А., «Некоторые особенности патогенеза и терапии хронической сердечной недостаточности при дилатационной кардиомиопатии» // Медицинский алфавит. 2013. Т. 1. №4. С. 52-56.;
6. Гозюмов А. А., Сланова Б. А. Кардиомиопатии // 2021. №20 (22). URL: <https://scilead.ru/article/566-kardiomiopatii> (дата обращения 23.09.2024)

**Полушкина Н.А., Чиркова Н.В., Бобешко М.Н., Богатырева Ю.А., Вечеркина Ж.В.
3D-сканер новейший инструмент в арсенале зубного техника**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко» Министерства Здравоохранения РФ
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-287

Аннотация

К качеству стоматологического лечения в наши дни предъявляют высокие требования, что в свою очередь требует совершенствования технологий и методов диагностики, планирования и наблюдения динамики лечения. Применение цифровых трёхмерных технологий на всех этапах становится необходимым для достижения желаемых высоких результатов как эстетического, так и терапевтического характера.

С ростом уровня интереса к цифровым технологиям и сегодняшнее широкое применение цифровых 3D-технологий в стоматологической практике, растут и требования к точности данных систем. Некоторые специалисты со скепсисом относятся к новым цифровым трёхмерным технологиям, утверждая, что последние еще не достигли того уровня точности, который предоставляют классические аналоговые методики. Точность новых 3D- систем является одним из актуальных вопросов современной цифровой стоматологии.

Ключевые слова: цифровые трёхмерные технологии, цифровые и аналоговые оттиски, 3D-сканер, интраоральный сканер, виртуальные модели.

Abstract

The quality of dental treatment is currently subject to high demands, which in turn requires the improvement of technologies and methods of diagnostics, planning and monitoring of treatment dynamics. The use of digital three-dimensional technologies at all stages becomes necessary to achieve the desired high results of both aesthetic and therapeutic nature.

With the growing interest in digital technologies and today's widespread use of digital 3D technologies in dental practice, the requirements for the accuracy of these systems are also growing. Some specialists are skeptical about new digital three-dimensional technologies, arguing that the latter have not yet reached the level of accuracy provided by classic analog methods. The accuracy of new 3D systems is one of the pressing issues of modern digital dentistry.

Keywords: digital three-dimensional technologies, digital and analog impressions, 3D scanner, intraoral scanner, virtual models.

Актуальность

Основными преимуществами применения трёхмерных сканеров являются [1]:

Комфорт

При традиционном виде получения оттисков оттискная масса вводится непосредственно в полость рта пациента и выдерживаются в течение нескольких минут. Поскольку для сканеров не нужны оттискные материалы и сами они имеют размер ненамного больше мануальной щётки, применение 3D-сканеров значительно снижает дискомфорт пациента. Это особенно актуально для пожилых людей и пациентов с сильным рвотным рефлексом. Оператору необходима некоторая подготовка, но с опытом он легко получает цифровые оттиски зубных рядов за несколько минут [2].

Простое повторное и выборочное получение оттисков

Если в полученном цифровом оттиске имеются ошибки, весь процесс внутриротового сканирования легко повторить. При этом не расходуются материалы, а пациент не чувствует какого-то значимого дискомфорта.

Кроме того, в случае выявления ошибки трёхмерной виртуальной модели в подавляющем большинстве устройств достаточно отсканировать повторно только данную область, а не всю челюсть [3].

Снижение расхода материалов и отходов

При применении интраорального сканера отпадает необходимость использования оттискных масс. Это снижает материальные расходы на закупку материалов и количество отходов.

Отсутствие погрешностей, характерных традиционным оттискам

В своём исследовании Superus A. M. утверждает, что внутриротовые сканы челюстей не имеют недостатков, которые свойственны гипсовым моделям. Ender A. утверждает, что технология внутриротового сканирования позволяет избежать погрешностей, которые выявляются в процессе отливки гипсовых моделей челюстей [6].

Трёхмерных сканы лишены недостатков оттискных масс, связанных с погрешностями, наблюдаемыми при: нарушении пропорций; неправильном или неполном смешивании материала; ингибировании процесса твердения оттискного материала из-за замешивания в латексных перчатках или наличия химически активных веществ на поверхности зубов пациента; неправильном введении оттискной ложки с материалом в полость рта; движении пациента во время процесса получения оттиска; присутствии оттяжек и воздушных пор; дефектах из-за попадания слюны или крови; контакте ложки с зубом; отрыве оттискной массы от ложки; переломе гипсовой модели при удалении оттиска [7].

Коммуникация с лабораторией

Цифровые модели могут быть переданы в лаборатории за считанные минуты независимо от расстояния. Это позволяет уменьшить время, необходимое для создания конструкций и ускорить процесс лечения. Charavet C, Bernard J. C., Gaillard C., Gall M. утверждают, что за счёт уменьшения клинических и лабораторных этапов работа врача стала значительно проще, а другие авторы отмечают улучшенную коммуникацию с пациентом и зуботехнической лабораторией. Также отмечается что использование сканов снижает расходы на транспортировку, доставку и снижает риски, связанные с повреждением или потерей оттиска во время транспортировки [5].

Визуализация

Так как аналоговый оттиск даёт только негативное изображение зубов, становится трудно дать критическую оценку полученному оттиску, до момента пока не будет отлита гипсовая модель (позитивная модель). До этого мы можем точно оценить, только качество самого оттиска: наличие пор, оттяжек и других артефактов.

Интраоральный сканер воспроизводит реалистичное изображение актуальной ситуации в полости рта и позволяет визуализировать полученные данные сразу после получения, без необходимости отливки моделей. Также преимущества применения 3D-систем включают обзор и увеличение в реальном времени, автоматическое цветовое сканирование для большей реалистичности и информативности при представлении клинической ситуации [4].

Наблюдение

Цифровые модели позволяют пользователям трехмерно анализировать хронологические изменения полости рта пациента, например, смещение положения зубов, окклюзионный износ, истирание или рецессию десны. Исходные данные о полости рта полезны в качестве личной записи данных каждого пациента, особенно в случае значительного дефекта или потери зубов в будущем.

Работа с оттисками и их хранение

В отличие от обычных гипсовых моделей, с цифровыми оттисками удобнее работать. В данном случае имеется возможность начать проектирование будущей конструкции без необходимости изготовления физической модели зубного ряда, что удобно и сокращает общие сроки выполнения работы.

Необходимость хранения гипсовых моделей, спустя много лет после окончания лечения, требует от специалистов большого физического пространства в их стоматологических кабинетах [8]. Преимуществами цифровых оттисков в этом плане являются более эффективное хранение данных и удобный доступ в любой момент. Клиницистам легче манипулировать с этим типом оттисков без риска повреждения или деформации. Поэтому стоит также отнести к преимуществам цифровых оттисков их стойкость к повреждениям с течением времени.

Риск инфицирования

Оттискные ложки вместе с самими оттисками требуют очистки и обработки перед использованием. Эти действия требуют временных и финансовых затрат. Также неправильная обработка оттисков может сказаться на качестве моделей, отлитых по ним. В случае с цифровыми моделями нет необходимости в антисептической обработке и устраняется возможность передачи бактериальной или вирусной инфекции в зуботехническую лабораторию вместе с оттисками. Сами насадки сканеров устойчивы к антисептической обработке, а большинство производителей предлагают сменные насадки, которые автоклавируются так же, как и оттискные ложки.

Комбинирование с другими данными

Объединение внутриротовых цифровых моделей с трёхмерными рентгенологическими исследованиями, фотографиями и данными о движении челюсти позволяет проводить

комплексные обследования и ставить сравнительно точные диагнозы. Как пример можно привести планирование имплантации с применением хирургических шаблонов. В этом случае повышается эффективность и точность имплантологического лечения за счёт планирования манипуляции с объединением 3D-сканов и КЛКТ.

Маркетинг

Еще одним преимуществом сканеров можно назвать маркетинговый эффект применения новых инновационных технологий в виде интраорального сканера [9].

1. Андреас Эндер, Вернер Х. Мёрманн. CEREC 3D DESIGN. Компьютерное конструирование и изготовление (CAD/CAM) цельнокерамических вкладок, коронок и виниров. Компьютерное конструирование и изготовление. – Цюрих, 2015 г. – 258 с.
2. Антоник М.М. Технические характеристики CAD/CAM систем, применяющихся в работе интраоральной камеры / М.М. Антоник, И.Ю. Лебедеко, А.Д. Алиев и др. // Стоматология для всех. - 2018. - С. 30-32.
3. Антоник М., Шарова Е., Морозова И. Виртуальный Wax-up с принципами последовательной дезокклюзии зубов // Цифровая стоматология. – 2017. - № 2. – С. 64.
4. Апресян С.В., Степанов А.Г., Варданян Б.А. Цифровой протокол комплексного планирования стоматологического лечения. Анализ клинического случая. Стоматология. 2021;100(3):65-71.
5. Аванесов А. М., К. А. Аванесов, Дентальная фотография в вопросах и ответах 2014, <https://dentalmagazine.ru/>
6. Абакаров С.И., Баландина А.С., Сорокин Д.В., Аджиев К.С., CAD/CAM- системы в стоматологии: учебное пособие /; ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2016.– 96 с.
7. Белоград М., Упрощенный фотопротокол для DSD и мотивационный проект. Часть 1., 2016
8. Валерио Б. Эстетический цифровой дизайн улыбки (ЭЦДУ): визуальное 3D восприятие и пространственные морфологические показания. Часть 1. Цифровая стоматология. -№1 (8) - 2018 -С.83.
9. Галкин Д. С., Кобзева Ю.А., Цифровое планирование и восстановление улыбки при помощи программы Digital Smile System ЖУРНАЛ "ЦИФРОВАЯ СТОМАТОЛОГИЯ" ВЫПУСК №1 (8) – 2018. -С.75

Светлакова А.А.¹, Суханов С.А.¹, Ложкин Е.А.¹, Кирьянов Н.А.²
Значение HER 2 статуса в персонифицированном лечении пациентов с раком молочной железы

¹Республиканский клинический онкологический диспансер

²Ижевская государственная медицинская академия

(Россия, Ижевск)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-288

Аннотация

Введение. Рак молочной железы гетерогенное заболевание, включающее различные биологические виды с неодинаковым прогнозом. Большое значение при этом уделяется рецепторам эпидермального фактора роста человека 2-го типа (HER2). Гиперэкспрессия этого белка является важнейшими прогностическим и предиктивным маркером рака. По результатам рандомизированного многоцентрового открытого клинического исследования отмечено увеличение выживаемости больных HER2-low РМЖ (уровень реакции HER2 1+ или 2+ при негативном ISH) при лечении трастузумабом дерукстеканом. Поэтому значительно повышается роль иммуногистохимического и молекулярно-генетического исследования в персонифицированном лечении пациентов с раком молочной железы.

Цель работы. Оценить роль исследований HER2 статуса опухоли у пациентов с раком молочной железы в назначении таргетной терапии.

Материал и методы. В работу включены 381 пациент с инвазивным раком молочной железы, которым проведены гистологическое, иммуногистохимическое и молекулярно-генетическое исследование (гибридизация in situ FISH)) с последующим назначением соответствующей таргетной терапии.

Результаты. Проведено определение HER2 статуса. Пациенты с негативным HER2-статусом были исключены из исследования.

Больным с HER2 –положительным статусом (3+) показана таргетная терапия, которым показана таргетная терапия согласно клиническим рекомендациям, а больные с Her2-low статусом являются претендентами на лечение с использованием трастузумаба дерукстекана.

Заключение. Описанный подход к патоморфологической диагностике рака молочной железы позволит в дальнейшем выделить отдельную группу для получения таргетной терапии.

Ключевые слова: рак молочной железы, HER2 рецепторы, трастузумаб дерукстекана.

Abstract

Introduction. Breast cancer is a heterogeneous disease involving different biological species with different prognosis. Great importance has the receptors of human epidermal growth factor type 2 (HER2). Overexpression of this protein is an important prognostic and predictive marker of cancer. According to the results of a randomized multicenter open clinical trial, an increase in the survival rate of patients with HER2-low breast cancer (HER2 reaction level 1+ or 2+ with negative ISH) was noted during treatment with trastuzumab deruxtecan. Therefore, the role of immunohistochemical and molecular genetic research in the personalized treatment of patients with breast cancer is significantly increased.

The aim. To evaluate the role of HER2 status in breast cancer patients in the appointment of targeted therapy.

Material and methods. The study included 381 patients with invasive breast cancer who underwent histological, immunohistochemical and molecular genetic studies (in situ FISH hybridization), followed by the appointment of appropriate targeted therapy.

Results. The HER2 status was determined. Patients with negative HER2 status were excluded from the study. Patients with HER2–positive status (3+) are shown targeted therapy according to clinical recommendations and patients with Her2-low status are applicants for treatment using trastuzumab deruxtecan.

Conclusion. The described approach to the pathomorphological diagnosis of breast cancer will make it possible to further identify a separate group for receiving targeted therapy.

Keywords: breast cancer, HER2 receptors, trastuzumab deruxtecan.

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее часто диагностируемым видом рака у женщин во всем мире. Патоморфологический диагноз устанавливается с помощью биопсии первичной опухоли, которая должна быть выполнена до начала видов лечебных воздействий. Виды биопсии для оценки биомаркеров на различных этапах лечения рака молочной железы включают пункционную и эксцизионную биопсию. Помимо пациента и клинических факторов, выбор лечения в первую очередь зависит от биологии опухоли (гормонорецепторный статус и HER2-статус). Это гетерогенное заболевание, включающее различные биологические образования с разным прогнозом и онкогенными факторами [1,2]. Исследования по профилированию экспрессии генов выявили шесть основных подгрупп, присущих РМЖ [3]. Однако решения о лечении обычно основываются на традиционных гистопатологических факторах, распознающих четыре основных клинических подтипа РМЖ, имеющих прогностическую значимость в клинической практике: люминальный А-подобный, люминальный В-подобный (рецептор эпидермального фактора роста человека 2 [HER2]-отрицательный), HER2-положительный и тройной отрицательный РМЖ (TNBC) [4,5].

Рецептор эпидермального фактора роста человека 2-го типа (HER2) — тирозинкиназный трансмембранный белок семейства рецепторов эпидермального фактора роста человека (EGFR или ERBB), кодируется в 17-й хромосоме (17q21). Амплификация гена ERBB2 приводит к повышению уровня белка ERBB2 на клеточной мембране примерно с 20 000 в нормальной клетке до 2300000 в опухоли, последовательной гомо- или гетеродимеризации с другими членами семейства ERBB, что вызывает самоактивацию и активацию нескольких сигнальных путей (PI3K/АКТ/mTOR, MAPK, STAT, Scr) [3]. Амплификация гена HER2 (ERBB2) и гиперэкспрессия белка являются важнейшими прогностическим и предиктивным маркерами

рака [Martines et al.]. В актуальных российских клинических рекомендациях показана оценка HER2 статуса при всех формах впервые выявленного инвазивного РМЖ, а также при прогрессировании ранее диагностируемого заболевания [2]. Статус HER2 оценивается в результате проведенного ИГХ-исследования. Согласно алгоритму исследования HER2-статуса по рекомендации ASCO-CAP 2023 инвазивных раков молочной железы интерпретация результатов окрашивания подразделяется на негативный HER2-статус (0 и 1+); неопределенный HER2-статус (2+), позитивный HER2-статус (3+). Если начальный результат анализа на HER2 биоптата первичного рака молочной железы, полученного при толстоигольной биопсии, отрицателен, можно выполнить новый анализ на HER2 образца, полученного при эксцизионной биопсии [1,2]. Предлагается определять HER2-статус (+1) и HER 2-статус (+2) как HER 2-low. При выявлении неопределенного HER2статуса (2+) требуется одно- или двухзондовая гибридизация *in situ* (ISH), такая как FISH, CISH/SISH [1,2,8,9]. Пациентам с HER2-позитивными опухолями показаны HER2-блокаторы: моноклональные антитела к HER2 (трастузумаб, пертузумаб и маргетуксимаб), конъюгаты антител к HER2 с лекарственными средствами (ADC) (трастузумаб эмтанзин, T-DM1 и трастузумаб дерукстекал, T-Dxd) и ингибиторы тирозинкиназы (тукатиниб, лапатиниб и нератиниб) [3,6].

В 2022 г. опубликованы результаты 3-й фазы рандомизированного многоцентрового открытого клинического исследования, по результатам которого отмечалось увеличение выживаемости больных HER2-low РМЖ (уровень реакции HER2 1+ или 2+ при негативном ISH), в лечении которых использовался трастузумаб дерукстекал, T-Dxd. Исследование показало, что лечение этих пациенток трастузумабом дерукстекалом (T-DxD) вместо выбранной онкологом химиотерапии привело к значительному улучшению выживаемости. Таким образом в области патологии наблюдается возрождение HER2 в качестве прогностического биомаркера рака молочной железы. Исследование было сосредоточено на пациентках с метастатическим раком молочной железы, которые были классифицированы как "с низким уровнем HER2", то есть с результатами иммуногистохимии (ИHC) HER2 1 + или 2 + и отрицательными результатами гибридизации *in situ* (ISH). Это бросило вызов существующей бинарной системе патологической классификации HER2, которая классифицирует опухоли либо как положительные (сверхэкспрессия / амплификация), либо как отрицательные, согласно руководству ASCO / CAP 2018, подтвержденному обновлением руководства ASCO / CAP 2023. HER2-low предполагает особый статус биомаркера, который определяет конкретную терапевтическую схему (т. Е. T-DxD), связанную с благоприятным прогнозом при раке молочной железы [4,5]. Приведенные данные литературы показывают, как значительно повышается роль иммуногистохимического и молекулярно-генетического исследования в персонализированном лечении пациентов с раком молочной железы [7,10].

Цель работы. Оценить роль исследований HER2 статуса опухоли у пациентов с раком молочной железы в назначении таргетной терапии.

Материал и методы. В работу включены 381 пациент с инвазивным раком молочной железы, которым проведены гистологическое, иммуногистохимическое и молекулярно-генетическое исследование (гибридизация *in situ* - FISH) с последующим назначением соответствующей таргетной терапии в зависимости от результатов исследования. Исследование предполагает три этапа. Преаналитический этап включает в себя забор материала и несколько стадий обработки гистологического материала: фиксация, получение срезов, подготовку стекол со срезами к окраске, хранение архивного материала. Аналитический этап предполагает работу со срезами от момента депарафинизации до заключения под покровное стекло – для парафиновых срезов. На этом этапе при назначении панели маркёров необходимо выбрать фрагмент ткани, не только содержащий репрезентативный участок образования, которое планируется тестировать, но и содержащий нормальную неизмененную фоновую ткань, которая может служить внутренним позитивным или негативным контролем для хотя бы части из назначенных антител. Постаналитический этап – это оценка окрашенных срезов, сопоставление результатов окраски с контрольными образцами и выдача заключения. В

исследовании использовался иммуногистохимический набор маркеров, позволяющих охарактеризовать потенциал опухоли и выявить наличие мишеней для терапии: эстрагеновые рецепторы (ER), прогестероновые рецепторы (PR), рецептор эпидермального фактора роста человека 2-го типа (HER2), индекс пролиферативной активности (Ki67).

Полученные результаты. Иммуногистохимические исследования ткани опухоли молочной железы включали в себя оценку экспрессии эстрагеновых (ER) и прогестероновых (PR) рецепторов, индекс пролиферативной активности (Ki67) опухолевых клеток, в том числе определение HER2 статуса (табл.1). Из дальнейшего анализа пациенты с негативным HER2-статусом были исключены. Оставшиеся пациенты были разделены на две группы. Первая группа – больные с HER2 –позитивным статусом (3+), которым в данный момент показана таргетная терапия согласно клиническим рекомендациям и вторая - больные с Her2-low статусом - 113 человек, в число которых входят пациентки фертильного возраста (27 женщин) - претендентов на возможное молекулярно-таргетное лечение с использованием трастузумаба дерукстекана составило 29,66%, который в настоящее время не включен в клинические рекомендации.

Таблица 1

HER2-статус опухоли в различных возрастных группах.

	0 (негативный HER2-статус)	1+ (негативный HER2-статус)	2+ (неопределенный HER2-статус), ISH без амплификации	2+ (неопределенный HER2-статус), ISH с амплификацией	3+ (позитивный HER2-статус)
<i>Молодой возраст (20-44 года)</i>	34	12	4	2	9
<i>Средний возраст (45-59 лет)</i>	50	29	2	1	12
<i>Пожилый возраст (60-74 года)</i>	92	44	9	0	21
<i>Старческий возраст (75—89 лет)</i>	38	13	0	0	6
<i>Долгожители (старше 90 лет)</i>	0	0	0	0	3
<i>Всего</i>	214	98	15	3	51

Выводы: Ключевым этапом получения правильного результата определения HER2-статуса является не только собственно этап проведения исследования иммуногистохимическим (ИГХ) методом и методами гибридизации *in situ* (ISH), но и этапы исследования, связанные с получением материала для исследования, фиксацией, гистологической проводкой и подготовкой срезов для исследования. Правильное проведение преаналитического и аналитического этапов определения HER2-статуса позволяет устанавливать его адекватно для карцином в соответствии с принципами и пороговыми значениями. Для преаналитического этапа важнейшим является соблюдение параметров, которые неоднократно были подчеркнуты в различных методических рекомендациях (ASCO/CAP, клинические рекомендации Минздрава России, различные руководства для врачей и др.), в том числе в последних Рекомендациях CAP 2023 г. Преаналитическая стадия подготовки гистологического материала играет ключевую роль в воспроизводимости аналитической стадии и предопределяет диагностическую ценность аналитической и постаналитической стадий процедуры иммуногистохимического окрашивания. Оптимальными для использования в клинической практике являются антитела в готовом разведении при использовании с системой визуализации, рекомендованной производителем антител и протоколом исследования, адаптированным к определенной

инструментальной платформе. Закрытые протоколы, разработанные для различных иммуногистостейнеров, позволяют минимизировать ошибки персонала при адекватном качестве материала лаборатории. Однако и при использовании закрытых протоколов строго необходимо применять внутрилабораторные положительные и отрицательные контрольные образцы. Качество гистологического материала во многом определяет качество иммуногистохимического окрашивания. Крайне важно высокое качество диагностики с целью дифференцировки на группы пациентов по HER2-статусу, согласно современным критериям ASCO-CAP. Таким образом меняется подход к патоморфологической диагностике и лечению пациентов с раком молочной железы, что позволит в дальнейшем выделить отдельную группу для получения таргетной терапии.

1. Рак молочной железы. Морфологическая диагностика и генетика: Руководство для врачей / Изд. 2-е, переработанное и дополненное / Под ред. Г.А.Франка, Л.Э.Завалишиной, Ю.Ю.Андреевой. М.: Практическая медицина - 2020. – 240 с.
2. Тюляндин С.А., Артамонова Е.В., Жигулев А.Н., Жукова Л.Г., Королева И.А., Пароконная А.А. и соавт. Практические рекомендации по лекарственному лечению рака молочной железы. Практические рекомендации RUSSCO, часть 1. Злокачественные опухоли, 2023 (том 13), #3s2, стр. 157–200.
3. Martinez-Saez O., Prat A. Current and Future Management of HER2-Positive Metastatic Breast Cancer. JCO Oncol Pract. 2021 Oct;17(10):594-604. <https://doi.org/10.1200/OP.21.00172>.
4. Tarantino P, Hamilton E, Tolaney SM, Cortes J, Morganti S, Ferraro E, Marra A, Viale G, Trapani D, Cardoso F, et al. HER2-low breast cancer: pathological and clinical landscape. J Clin Oncol. 2020;38(17):1951-1962. <https://doi.org/10.1200/jco.19.02488>
5. Tarantino P, Gandini S, Nicolò E, Trillo P, Giugliano F, Zagami P, Vivinet G, Bellerba F, Trapani D, Marra A, et al. Evolution of low HER2 expression between early and advanced-stage breast cancer. Eur J Cancer. 2022;163:35-43. doi: 10.1016/j.ejca.2021.12.022. Epub 2022 Jan 13.
6. Hurvitz SA, Martin M., Hae Jung K., et al. Neoadjuvant Trastuzumab Emtansine and Pertuzumab in Human Epidermal Growth Factor Receptor 2-Positive Breast Cancer Three-Year Outcomes From the Phase III KRISTINE Study. J Clin Oncol, 2019. Sep 1. 37 (25J). — P. 2206-2216. doi: 10.1200/JCO.19.00882.
7. Yau C., Osdoit M., van der Moordaa M., et al. Residual cancer burden after neoadjuvant chemotherapy and long-term survival outcomes in breast cancer: a multicentre pooled analysis of 5161 patients. The Lancet Oncology — 2022. — Vol. 23, Is. 1. — P. 149-160. DOI: 10.1016/S1470-2045(21)00589-1
8. Gradishar WJ. et al. Breast Cancer, Version 3. 2020, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology ii Journal of the National Comprehensive Cancer Network. — 2020. — 18 (4). — P. 452-478. DOI: 10.6004/jnccn.2020.0016
9. Фахридинона , Н. Д., & Илхомова, Х. Д. (2022). Рак Молочной Железы: Современные аспекты диагностики. Центральнo-азиатский журнал медицинских и естественных наук, 3(4), 99-104. doi.org/10.17605/cajms.v3i4.970
10. Szymiczek A, Lone A, Akbari MR. Molecular intrinsic versus clinical subtyping in breast cancer: A comprehensive review. Clin Genet. 2021;99(5):613-37. DOI: 10.1111/cge.13900

Севрюков К.Д., Лидохова О.В.

Некоторые аспекты этиопатогенеза Middle East Respiratory Syndrome

*Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-289

Аннотация

Middle East Respiratory Syndrome (MERS-CoV) – ближневосточный респираторный синдром, острое заболевание, с высоким процентом летальных случаев. До 2002 года считалось, что вирусы семейства Coronaviridae, не представляют особой опасности для людей, предполагалось, что такие вирусы вызывают клинические проявления ОРВИ. Однако, пандемии ближневосточного респираторного синдрома в 2002 году и в 2012 году, которые были вызваны разными штаммами вирусов семейства CoV, заставили эпидемиологов пересмотреть свое отношение к MERS-CoV. Представители этого же семейства – Coronaviridae, вызвали сильнейшую пандемию COVID-19 в 2019 году.

Ключевые слова: ближневосточный респираторный синдром, MERS-CoV, этиопатогенез.

Abstract

Middle East Respiratory Syndrome - Middle East Respiratory Syndrome is an acute disease, with a high fatality rate (36%). Until 2002, viruses of the Coronaviridae family were thought to pose no particular and were thought to cause clinical manifestations of acute respiratory syndrome manifestations of acute respiratory infections. However the Middle East respiratory syndrome pandemics of 2002 and 2012, which were caused by different strains of CoV viruses, have caused epidemiologists to rethink MERS-CoV. Members of the same family, Coronaviridae, have caused a major COVID-19 pandemic in 2019 year.

Keywords: middle east respiratory syndrome, MERS-CoV, etiopathogenesis.

Ближневосточный респираторный синдром (Middle East Respiratory Syndrome) вызывается РНК-содержащим вирусом β -коронавирусами – MERS-CoV. Открытие MERS-CoV произошло в период с июня по сентябрь 2012 года, когда в госпитале города Джидда в Саудовской Аравии умер 60-летний мужчина с внебольничной пневмонией. Назофарингеальный смыв был отправлен в лабораторию, где на клеточных культурах был выделен вирус с явным цитопатическим эффектом. После проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) с универсальными коронавирусными праймерами удалось определить возбудителя как представителя семейства Coronaviridae. Дальнейшее секвенирование было выполнено в университете Эразмус в Нидерландах, где было установлено, что новый бета-коронавирус родственен, но не идентичен коронавирусу SARS-CoV, вызвавшему эпидемию в 2002-2003 годах. До 2012 года специалисты-эпидемиологи считали, что коронавирусы являются возбудителями неосложненного ОРВИ. Однако в 2012 году в странах ближнего востока – Иордании и Саудовской Аравии были впервые зафиксированы заболевания, которые по клиническим проявлениям напоминали врачам осложненный случай гриппа.

Вирион MERS-CoV имеет округлую форму (120-140 нм) и обладает липидной оболочкой, на которой отчетливо видны булавовидные мономеры длиной 5-10 нм, образованные тримерами белка S. Наличие этих мономеров, напоминающих зубцы короны, послужило основой для названия семейства. Пентамеры белка E (10 кДа), присутствующие в небольшом количестве на вирионе, способны формировать ионные каналы и представляют собой важный фактор вирулентности MERS-CoV. Нуклеокапсид (60-70 нм) имеет спиральную симметрию и формируется фосфорилированным белком N (50 кДа) в комплексе с вирионной РНК.

Ближневосточный респираторный синдром является зооантропонозным вирусным заболеванием. Возбудитель циркулирует в естественных условиях, создавая природные очаги, в которых резервуаром накопления вирусов являются одногорбые верблюды, летучие мыши. При контакте с зараженными животными заражается и человек, у которого могут проявляться симптомы респираторного заболевания – манифестация вирусного заболевания: сопровождаемая развитием типовых клинических симптомов; а могут и отсутствовать – носительство: в таких случаях симптомы, характерные для MERS не развиваются, пациенты чувствуют себя хорошо или удовлетворительно, но представляют опасность для окружающих, и способны ухудшить санитарно-эпидемиологическое положение государства. Основными механизмами передачи возбудителя является аэрогенный и фекально-оральный, контактный. Воздушно-капельный и воздушно-пылевой пути, по мнению ученых, большую роль внесли при распространении заболевания от человека к человеку. Заражение же человека от животных происходило через прямой контакт с физиологическими жидкостями больного животного (кровь, моча, слюна) и фекалиями во время ухода за ним, или через пищевой контакт с плохо обработанным мясом или верблюжьего молока. Так же не исключается возможность опосредованного заражения, при контакте с предметами, на которых был контаминирован вирус MERS-CoV.

Возбудитель заболевания распространен на территории Саудовской Аравии и близлежащих территорий. Однако, 20 мая в 2015 году была зафиксирована вспышка вирусного заболевания за пределами ближневосточных стран – в республике Корея, в Российской

Федерации. 20.05.2015 года нулевым пациентом стал 68 летний пациент, который до обращения в лечебное учреждение, отправлялся в командировку в страны Ближнего Востока. 02.06.2015 года спустя две недели в с. Сеул были введены режимно-ограничительные мероприятия с целью контроля эпидемиологического состояния за населением, под действие карантина попадает 682 человека, 2 человека погибают из-за дыхательной недостаточности. 09.06.2015 года в РФ вводят режимно-ограничительные мероприятия и повышают эпидемиологический контроль всех рейсов, которые прибывают из Северной Кореи. 14.06.2015 года MERS-CoV диагностирован на территории Словакии у 37-летнего мужчины. Вводится обсервация на территории страны. 15.06.2015 года MERS-CoV диагностируется на территории Японии у 65-летнего мужчины. 17.06.2015 года MERS-CoV диагностирован у жительницы Владивостока на территории РФ. 22.06.2015 года отмечается положительная динамика заболевания. Погибает последний пациент от дыхательной недостаточности на территории Южной Кореи.

Возбудитель БВРС – бета-коронавирус (MERS-CoV). Установлено, что MERS-CoV активно проникает и размножается в клетках бронхиального эпителия и альвеолярных пневмоцитах II типа человека. Также показано, что клеточным рецептором для MERS-CoV является CD26 (DPP4), который в организме человека экспрессируется преимущественно в клетках бронхиального эпителия, почек и Т-лимфоцитах. При попадании в респираторный тракт возбудитель активно размножается в эпителии трахеи, вызывая дискинезию ресничек, клетках бронхов, подвергая их массовой деструкции и нарушая мукоцилиарный клиренс, вызывает дисрегуляцию 207 генов в клетках легких. Часто развивается пневмония и респираторный дистресс-синдром взрослого типа. Кроме острого альвеолярного повреждения, MERS-CoV способен поражать различные органы – печень, почки, кишечник. Почечная недостаточность при данной патологии обусловлена прямым повреждающим действием вируса, и, в меньшей степени, гипоксическим поражением тканей. При MERS наблюдаются геморрагические проявления, апоптоз, распространенные повреждения альвеол, сквамозная метаплазия альвеолоцитов, образование эозинофильных гиалиновых мембран в результате хронического воспаления, снижение жизненной емкости легких в результате нарушения активности сурфактанта. Также описаны портально-дольковый гепатит и миозит с атрофическими изменениями мышц; повреждения серого и белого вещества головного мозга. Мышечные клетки сердечной ткани – кардиомиоциты при этом заболевании не подвергаются специфическим повреждениям, поэтому развитие сердечной недостаточности не специфично для MERS. Характер иммунитета, остающегося после перенесённого заболевания, в настоящее время находится на стадии изучения.

Инкубационный период при вирусной инфекции составляет от двух дней до двух недель. Заболевание протекает как с проявлением классических симптомов острой респираторной инфекции, так и бессимптомно. В период манифестации возможно обострение продуктивного или сухого кашля и одышки, развитие фебрильной или пиретической температуры. К отдаленным осложнениям MERS относят развитие дыхательной недостаточности, острой сердечно-сосудистой недостаточности, развитие почечной и печеночной недостаточности, а также желудочно-кишечные поражения. Лица, которые имеют данные заболевания в хронической форме течения, относятся к группе риска и при подозрении на MERS и COVID-19 подлежат госпитализации.

Лечение пациентов с MERS-CoV производится с упором на уничтожение возбудителя заболевания, параллельно производится симптоматическое лечение. В отсутствие эффективного фармацевтического лечения или использовании активной биомедицинской профилактики, то есть введение вакцины, большое значение в предотвращении развития неблагоприятной эпидемиологической обстановки имеют неспецифические методы профилактики.

Появление и распространение инфекции MERS-CoV представляет собой серьезную проблему для мирового сообщества. Генетический код возбудителя был расшифрован, и выяснилось, что MERS-CoV, как и вирус SARS, относится к семейству коронавирусов,

резервуаром которых являются животные. Этот зооноз преодолел межвидовой барьер и начал передаваться от человека к человеку. Изучены ключевые пути передачи болезни, механизмы вредоносного воздействия вируса, характерные клинические проявления заболевания, разработаны стратегии лечения, а также активно ведется поиск препаратов с прямым противовирусным действием. Высокая патогенность вируса, распространение заболеваемости в различных странах и вовлечение новых регионов в эпидемический процесс создают угрозу дальнейшего развития этой потенциально опасной болезни. Согласно статье Тихоокеанского медицинского журнала, можно сделать вывод о том, что возросшая эпидемическая активность MERS-CoV повышает вероятность появления крупных эпидемических вспышек за пределами основного ареала. Риск завоза инфекции MERS-CoV в разные части мира и высокая вероятность внутрибольничного заражения требуют повышенной внимательности со стороны служб эпидемиологического надзора, диагностики и лечения, а также знаний врачей о ключевых профилактических мерах.

1. Методические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике ближневосточного респираторного синдрома, обусловленного коронавирусной инфекцией (MERS-CoV) / под редакцией академика РАН, профессора О.И. Киселева. 2014, — 38 с.
2. Тихоокеанский медицинский журнал : раздел фундаментальная медицина «Ближневосточный респираторный синдром: когда вспыхнет тлеющий очаг?» Щелканов М.Ю, Ананьев В.Ю, Кузнецов В.В, Шуматов Б.Б. 2015. №2. С.94-98
3. Коронавирус ближневосточного респираторного синдрома (БВРС-КоВ) – информация и обзор последних публикаций (по состоянию на 20 января 2014 г.)/ ВОЗ. Жуматов К.Х, Кадырманов А.И. 2015. №3. С. 4-10
4. Ближневосточный респираторный синдром Краснова Е.И., Проворова В.В., Хохлова Н.И., Куимова И.В. Лечащий врач. 2015. № 11. С. 40.
5. Ближневосточный респираторный синдром //Медицинский журнал №. 3 Г. Н. Чистенко, И. Н. Вальчук, И. Н. Васюк, Т. С. Квятковская. 2018. С. 36-39

Татарникова Е.С.

Виды и техника выполнения эстетической лабиопластики

*Независимый исследователь
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-290

Аннотация

Данная обзорная статья посвящена анализу видов и техники выполнения эстетической лабиопластики. Актуальность темы обусловлена растущим интересом женщин к улучшению эстетических параметров интимной зоны. В работе рассматриваются различные методики коррекции формы и размера больших и малых половых губ. Рассмотрены современные тенденции в лабиопластике, включая использование лазерных технологий. Проведена оценка преимуществ и недостатков методов, рассмотрены вопросы реабилитации.

Ключевые слова: эстетическая гинекология, интимная пластика, интимное омоложение, малоинвазивные методы, гипертрофия половых губ.

Abstract

This review article is devoted to the analysis of the types and techniques of aesthetic labioplasty. The relevance of the topic is due to the growing interest of women in improving the aesthetic parameters of the intimate area. The paper discusses various techniques for correcting the shape and size of labia majora and labia minora. Modern trends in labioplasty, including the use of laser technologies, are considered. The advantages and disadvantages of the methods were assessed, and rehabilitation issues were considered.

Keywords: aesthetic gynecology, intimate plastic surgery, intimate rejuvenation, minimally invasive methods, labia hypertrophy.

Лабиопластика, или хирургическая коррекция половых губ, становится все более популярной процедурой, поскольку женские гениталии приобретают новый эстетический статус. Женщины начинают уделять все большее внимание этой интимной зоне наряду с лицом и грудью [22].

Современная гинекологическая хирургия все чаще включает в себя эстетические аспекты, направленные на коррекцию анатомических особенностей и улучшение внешнего вида наружных половых органов. Пациентки стремятся к восстановлению и улучшению этой зоны, что обусловлено главным образом возросшим вниманием к эстетике тела. Особую роль в этом играет связь между сексуальностью и внешним видом гениталий, усиливаемая культурными и социальными факторами, влиянием мнения партнера [21]. Поэтому эстетические операции в генитальной зоне у женщин стали рутинной практикой эстетической хирургии, отвечая на потребность в быстрых, эффективных и минимально инвазивных методах коррекции эстетических проблем.

Гипертрофия малых половых губ является преобладающей причиной обращения за операцией [2]. Гипертрофия определяется при их длине свыше 4 см, что часто также сопровождается асимметрией [18]. Несмотря на дискуссионный характер клинической целесообразности данной операции, высокая степень удовлетворенности пациенток после нее и повышение сексуальной самооценки выступают в роли аргументов в пользу сохранения данной практики [17].

Эстетическая лабиопластика включает пластику внутренних и внешних половых губ. Пластика внутренних половых губ направлена на коррекцию их размера, формы и симметрии; как правило, выполняется в том случае, если внутренние половые губы намного больше наружных. Операция включает удаление избыточной ткани, а также моделирование контура губ. Пластика внешних половых губ фокусируется на изменении их объема. Включает в себя увеличение объема губ при их недостаточной толщине с помощью аутолипофилинга или инъекций гиалуроновой кислоты, либо, что является более редким, уменьшение при их избыточном объеме с помощью липосакции. Деформация или обвисание кожи устраняются путем иссечения избыточной ткани [1].

В клинической практике наиболее часто применяются следующие хирургические методики коррекции малых половых губ: краевая резекция [20], клиновидная резекция [3], Z-пластика [7], W-пластика [12], глубокая эпителизация [5] и лазерная лабиопластика [14]. Для коррекции больших половых губ применяют методы липофилинга, инъекций гиалуроновой кислоты, лазерной коррекции.

Эстетическая лабиопластика может выполняться различными методиками. Первоначально применялось простое иссечение выступающей гипертрофированной ткани, однако этот подход приводит к потере естественного контура и окраски половых губ. Резекция края позволяет удалить избыток ткани, сохраняя естественную форму и цвет. Однако она может привести к дегисценции, сужению промежности и образованию прямого рубца.

Техника Z-пластики снижает натяжение линии шва и риск дегисценции, а также не изменяет морфологию и окраску свободного края половых губ. Операция выполняется под местной, региональной или общей анестезией. Пациентку помещают в дорсальное литотомическое положение, и на медиальных поверхностях верхней трети половых губ отмечают 90-градусные Z-контурные. Затем в половые губы вводят бупивакаин для интраоперационного гемостаза. Излишние ткани иссекаются, производится гемостаз, и нижние и верхние части половых губ поворачиваются друг к другу с последующим наложением прерывистых или бегущих швов [8].

W-пластика характеризуется зигзагообразной резекцией с наложением интердигитальных швов на выступающие малые половые губы. В результате закрытия противоположных W-образных разрезов образуется свободная от натяжения зигзагообразная шовная линия, проходящая косо по краю половых губ. Данная методика, по мнению авторов [12; 19], минимизирует риск осложнений, наблюдаемых при других хирургических подходах. Преимуществами этой техники считаются сужение раны (как в продольном, так и в поперечном

направлении), снижение риска дегисценции раны. Методика оставляет нетронутыми переднюю и заднюю спайки и ткани вокруг основания малых половых губ. Она не затрагивает ветви поверхностного промежностного нервного входа, что позволяет сохранить сексуальную функцию.

Клиновидная / краевая резекция осуществляется следующим образом. Малые половые губы растягиваются в латеральном направлении, область резекции помечается. Эта процедура направлена на уменьшение малых половых губ в вертикальной проекции. Общая длина нового края малых половых губ не должна быть меньше длины малых половых губ. В противном случае пациентка будет испытывать сексуальную дисфункцию, вызванную поднятием влагалища. Ткани обрабатываются местным анестетиком. Проводится иссечение наиболее крупного участка, после чего проводится гемостаз. В больших или односторонних гипертрофированных случаях естественные или ровные контуры малых половых губ не могут быть достигнуты только при клиновидной резекции. Поэтому для уменьшения малых половых губ в горизонтальной проекции необходима относительно небольшая площадь краевой резекции. Края необработанной поверхности повторно аппроксимируются послойными прерывистыми рассасывающимися швами. В месте пересечения двух разрезов обязательным условием является наложение матрачного шва для уменьшения частоты разрыва V-образной раны. Дополнительный шов подкожной клетчатки в месте пересечения также необходим, если ткань утолщена. На операционную область может быть нанесена эритромициновая мазь, которая затем перевязывается стерильной гигиенической прокладкой. Послеоперационный уход включает в себя анальгезию, двукратные 15-минутные тазобедренные ванны в растворе перманганата калия в течение 7 дней. Половой акт запрещен в течение 2 месяцев. Пациентки должны проходить наблюдения через 1 и 6 месяцев после операции. Метод эффективен в случае двустороннего или одностороннего гипертрофирования малых половых губ [4].

Дезэпителизация предполагает удаление эпителиальных тканей, локализованных в периферических и центральных зонах малых и больших половых губ [10]. Однако, метод может приводить к утолщению основания половых губ за счет вертикального «телескопирования» подкожной клетчатки [13]. Тем не менее, метод позволяет добиться высокой эстетичности гениталий и сохранения чувствительности; осложнения также минимальны [6].

Что касается лазерных технологий, то при проведении лабиопластики применяются абляционные лазеры, включая эрбиевый (Er:YAG) и углекислотный (CO₂) [15]. Лазерная лабиопластика может быть даже предпочтительнее рассмотренных хирургических методов, главным образом, за счет меньшей инвазивности [11].

При проведении лазерной лабиопластики определяется линия разреза на внутренней стороне одной из малых половых губ, после чего она копируется на противоположную сторону для обеспечения симметрии. Затем половые губы разводятся с помощью марлевых полосок. Избыточная ткань иссекается контактным лазером при средней мощности 10 Вт. При необходимости производится электрокаутеризация мелких артерий. Если клиторальный препуций чрезмерно велик по отношению к новым размерам малых половых губ, его часть удаляется с обеих сторон клитора и разрез ушивается. Для обезболивания используются внутривенный кетопрофен и пероральный вальдекоксиб в течение первых 4-5 дней после операции. Лазерный метод лабиопластики ассоциируется с высокой степенью удовлетворенности пациенток и может сочетаться с другими гинекологическими хирургическими вмешательствами без увеличения риска осложнений [16].

Процедура увеличения больших половых губ, появившаяся сравнительно недавно, представляет собой как омолаживающее вмешательство, так и косметическое. Наибольшим спросом эта процедура пользуется у пациенток в возрасте около 50 лет, когда проявляются признаки старения. Наиболее распространенным методом увеличения половых губ является липофилинг, предусматривающий использование собственного жира пациентки. Объем вводимого жира варьируется от 18 до 120 мл за сеанс. Инъекции производятся в несколько мест и слоев, чтобы повысить приживаемость жира: в лобок, передние и боковые большие половые

губы, задние большие половые губы. Липофилинг может применяться как для эстетического улучшения больших половых губ, так и для реконструкции иссеченных половых губ. В последнем случае он позволяет добиться естественного внешнего вида, улучшая состояние кожи и существующих рубцов без образования новых. Косметическое увеличение больших половых губ может также принести функциональные преимущества, улучшая сексуальное удовлетворение некоторых пациенток [9].

Эстетическая лабиопластика – это безопасная и эффективная процедура, способная улучшить качество жизни пациенток, страдающих от эстетических недостатков половых губ. В статье были рассмотрены различные виды и техники выполнения лабиопластики. Выбор конкретного метода зависит от индивидуальных потребностей пациентки и рекомендаций специалиста. Лабиопластика – не просто косметическая процедура, она может улучшить интимную жизнь, повысить самооценку и избавить от психологического дискомфорта.

1. Денисова А. А., Гранатович Н. Н. Современные методы, применяемые в эстетической гинекологии (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2022. – Т. 16. – №. 2. – С. 44-48.
2. Лакотко Н. Н., Ладутько И. М. Оперативные методы лечения в эстетической гинекологии. – 2023.
3. Alter G. J. Labia Minora Reduction. – 1998.
4. Cao Y. et al. Aesthetic labia minora reduction with combined wedge-edge resection: a modified approach of labiaplasty // Aesthetic plastic surgery. – 2015. – Т. 39. – С. 36-42.
5. Choi H. Y., Kim K. T. A new method for aesthetic reduction of labia minora (the deepithelialized reduction labiaplasty) // Plastic and reconstructive surgery. – 2000. – Т. 105. – №. 1. – С. 419-422.
6. Ellsworth W. A. et al. Techniques for labia minora reduction: an algorithmic approach // Aesthetic plastic surgery. – 2010. – Т. 34. – С. 105-110.
7. Giraldo F., González C., de Haro F. Central wedge nymphectomy with a 90-degree Z-plasty for aesthetic reduction of the labia minora // Plastic and reconstructive surgery. – 2004. – Т. 113. – №. 6. – С. 1820-1825.
8. Goldstein AT, Romanzi LJ. Z-plasty reductional labiaplasty. J Sex Med. 2007 May;4(3):550-553. doi: 10.1111/j.1743-6109.2007.00504.x. Erratum in: J Sex Med. 2007 Nov;4(6):1786.
9. Jabbour S. et al. Labia majora augmentation: a systematic review of the literature // Aesthetic Surgery Journal. – 2017. – Т. 37. – №. 10. – С. 1157-1164.
10. Jiang X. et al. A new modified labiaplasty combined with wedge de-epithelialization on the medial side and edge resection // Aesthetic Plastic Surgery. – 2021. – Т. 45. – С. 1869-1876.
11. Laub D. R. A new method for aesthetic reduction of labia minora (the deepithelialized reduction labiaplasty) by Hee Youn Choi, MD, and Kyung Tai Kim, MD-Discussion // PLASTIC AND RECONSTRUCTIVE SURGERY. – 2000. – Т. 105. – №. 1. – С. 423-424.
12. Maas S. M., Hage J. J. Functional and aesthetic labia minora reduction // Plastic and reconstructive surgery. – 2000. – Т. 105. – №. 4. – С. 1453-1456.
13. Mayer H. F. A modified method of labia minora reduction // Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery. – 2013. – Т. 66. – №. 1. – С. 147-148.
14. Oranges C. M., Sisti A., Sisti G. Labia minora reduction techniques: a comprehensive literature review // Aesthetic surgery journal. – 2015. – Т. 35. – №. 4. – С. 419-431.
15. Özer M. et al. Labiaplasty: motivation, techniques, and ethics // Nature Reviews Urology. – 2018. – Т. 15. – №. 3. – С. 175-189.
16. Pardo J. et al. Laser labiaplasty of labia minora // International journal of gynecology & obstetrics. – 2006. – Т. 93. – №. 1. – С. 38-43.
17. Pauls R. N. We are the correct physicians to treat women requesting labiaplasty // American Journal of Obstetrics and Gynecology. – 2014. – Т. 211. – №. 3. – С. 218-218. e1.
18. Rouzier R. et al. Hypertrophy of labia minora: experience with 163 reductions // American journal of obstetrics and gynecology. – 2000. – Т. 182. – №. 1. – С. 35-40.
19. Solanki N. S. et al. Aesthetic and functional reduction of the labia minora using the Maas and Hage technique // Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery. – 2010. – Т. 63. – №. 7. – С. 1181-1185.
20. Triana L., Robledo A. M. Refreshing labiaplasty techniques for plastic surgeons // Aesthetic plastic surgery. – 2012. – Т. 36. – С. 1078-1086.
21. Turini T. et al. The impact of labiaplasty on sexuality // Plastic and reconstructive surgery. – 2018. – Т. 141. – №. 1. – С. 87-92.
22. Zhou Y. et al. Trilobal methods for composite reduction labiaplasty // Aesthetic Plastic Surgery. – 2022. – Т. 46. – №. 3. – С. 1472-1480.

Тимофеева И.Ю., Линник А.С., Титова Л.А., Баранов И.А.

Современная лучевая диагностика нейродегенеративных заболеваний головного мозга

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-291

Аннотация

За последние два десятилетия технические разработки в области оборудования для визуализации позволили нам неинвазивно картировать человеческий мозг с невероятной детализацией, количественно определяя ткани и патологии, которые когда-то были доступны только при аутопсии. Однако несмотря на значительные достижения в области нейровизуализации, остаются нерешённые задачи, такие как повышение чувствительности и специфичности биомаркеров для диагностики нейродегенеративных заболеваний.

Ключевые слова: головной мозг, нейровизуализация, нейродегенеративные заболевания.

Abstract

Over the past two decades, advances in imaging technology have allowed us to noninvasively map the human brain in incredible detail, quantifying tissues and pathologies that were once only accessible at autopsy. However, despite significant advances in neuroimaging, many challenges remain, such as improving the sensitivity and specificity of biomarkers for diagnosing neurodegenerative diseases

Keywords: brain, neuroimaging, neurodegenerative diseases.

Введение

За последние два десятилетия технические разработки в области оборудования для визуализации, передовые методы анализа и рост вычислительной мощности позволили нам неинвазивно картировать человеческий мозг с невероятной детализацией, количественно определяя ткани и патологии, которые когда-то были доступны только при аутопсии [1]. В данный момент существуют инструменты, доступные для визуализации мозга в различных пространственных и временных масштабах на протяжении всей жизни и досимптоматически при нейродегенеративных заболеваниях [2]. Эти достижения позволяют обнаруживать самые ранние стадии многих патологических процессов, отслеживая их прогрессирование в ходе болезни.

Нейровизуализация позволяет *in vivo* получить представление о структуре, функциях и патологии мозга. Возможно, наиболее широко используемыми инструментами визуализации для нейродегенеративных заболеваний являются молекулярная визуализация и магнитно-резонансная томография (МРТ). Магнитно-резонансная томография особенно универсальна в визуализации структуры мозга, позволяя оценивать объем мозга, толщину коры, связность белого вещества и микроструктуру тканей по трехмерным изображениям, полученным без ионизирующего излучения. Основные технические достижения в области МРТ позволили сканировать структуру и функции мозга с более высоким разрешением от силы магнитного поля 0,5 Тесла (Тл) до 3 Тл, что в настоящее время широко используется в клинических исследованиях.

Сейчас сканеры имеют более широкие отверстия, что обеспечивает больший комфорт и переносимость для пациента. Сканеры МРТ со сверхвысоким полем становятся все более распространенными в исследовательских центрах, и в настоящее время по всему миру насчитывается более пятидесяти сканеров 7 Тл. Эта техническая разработка позволяет визуализировать подкорковые структуры и сосудистую сеть, которые ранее не были видны на

МРТ. Молекулярная визуализация, включая позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ) и однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ), позволяет визуализировать многие аспекты работы мозга, включая его метаболизм, кровообращение, активность нейромедиаторов и патологическое отложение белков, как в случае с болезнью Альцгеймера [3].

В ядерной медицине разрабатываются высокоспецифичные методы для визуализации побочных продуктов патологических процессов, включая активированную микроглию, амилоидные бляшки и нейрофибриллярные клубки. МРТ также может использоваться для визуализации работы мозга, позволяя оценивать активность мозга, отраженную в оксигенации крови и перфузии крови.

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

Магнитно-резонансная томография (МРТ) остаётся универсальным инструментом для исследования структуры мозга. С её помощью можно оценить объём мозга, толщину коры, состояние белого вещества и микроструктуру тканей [4]. В последние годы технические усовершенствования позволили повысить разрешение изображений, что делает возможным более точное обследование без использования ионизирующего излучения. Сканы с магнитными полями от 0,5 до 3 Тл активно применяются в клинической практике, а в исследовательских центрах внедряются даже более мощные сканеры с полями до 7 Тл. МРТ стала одним из ведущих методов визуализации, благодаря своим возможностям по визуализации активности и структуры мозга. В основе метода лежит использование магнитных полей для возбуждения атомов водорода в теле, что позволяет получать изображения с высоким разрешением. Современные сканеры с улучшенными характеристиками, такими как большее поле зрения и высокая точность, позволяют исследовать сложные структуры мозга, которые ранее не могли быть визуализированы. Современные методики анализа данных МРТ разделяются на два подхода: объемный и поверхностный [5]. Первый используется для оценки объема тканей мозга, основанной на интенсивности изображений, а второй — для измерения площади и толщины коры. Эти методы помогают исследовать паттерны нейродегенерации и их связь с функциональной активностью мозга.

В диагностике нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера и Паркинсона, МРТ помогает выявлять атрофию гиппокампа, коры головного мозга и белого вещества. Это позволяет оценить прогрессирование заболевания. Главным ограничением МРТ является наличие статического изображения структуры мозга и отсутствие отображения активных процессов. При использовании МРТ в рамках исследования нейродегенеративных заболеваний часто выявляются атрофия мозга и другие аномалии тканей (рис 1).



Рисунок 1. Снимки МРТ головного мозга при норме, умеренном когнитивном расстройстве и болезни Альцгеймера.

Например, при болезни Альцгеймера прогрессирование атрофии впервые наблюдается в структурах медиальной височной доли, включая энторинальную кору и гиппокамп [6]. По данным исследования Du et al. при сравнении с контрольной группой объемы гиппокампа у пациентов с болезнью Альцгеймера уменьшаются на 26–27%, а объемы энторинальной коры на

38–40% [7]. У пациентов с умеренным когнитивным расстройством наблюдаются промежуточные уровни атрофии медиальной височной доли. Наличие диффузной атрофии гиппокампа связано с дефицитом исполнительных функций и памяти у пациентов с болезнью Альцгеймера. По мере прогрессирования заболевания атрофия распространяется на остальную часть медиальной височной доли, где потеря серого вещества происходит в медиальной височной извилине, парагиппокампе, парагиппокампальной и веретенообразной извилинах и височном полюсе. Nesteruk et al. обнаружили, что атрофия медиальной височной доли отличает тех пациентов, у которых наблюдается переход из умеренного когнитивного расстройства в болезнь Альцгеймера от категории больных, у которых не наблюдается данного перехода [8]. Это также отличает болезнь Альцгеймера от деменции с тельцами Леви и болезни Паркинсона с деменцией, так как именно при болезни Альцгеймера наблюдается наибольшее снижение объема гиппокампа [9].

Одной из разновидностей МРТ является функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). фМРТ использует контраст, зависящий от уровня оксигенации крови, для визуализации кровотока в метаболически активных областях мозга. Когда нейроны становятся активными, их скорость метаболизма увеличивается, что приводит к увеличению подачи оксигенированного гемоглобина и соответствующему уменьшению количества дезоксигенированного гемоглобина [10]. Дезоксигенированный гемоглобин является парамагнитным, а оксигенированный гемоглобин является диамагнитным. Поэтому вены и капилляры, содержащие дезоксигенированную кровь, искажают магнитное поле, в то время как сосуды, содержащие оксигенированную артериальную кровь, вызывают небольшое искажение магнитного поля или не вызывают его вообще, тем самым создавая измеримый сигнал в фМРТ [11]. Данный метод позволяет исследовать мозговую активность в режиме реального времени, помогает анализировать функционирование нейронных сетей, что качественно отличает его от классического МРТ. Отсюда следует, что фМРТ выявляет изменения в мозговой активности при нейродегенеративных заболеваниях, таких как болезнь Альцгеймера. Так, Снижение активности в областях, связанных с памятью, может быть ранним маркером болезни.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

ПЭТ использует радиоактивно меченые короткоживущие трассеры, вводимые внутривенно для визуализации мозга. Трассеры состоят из молекул-носителей, прочно связанных с изотопом. Молекулы-носители взаимодействуют или связываются с определенными белками или углеводами в мозге, в зависимости от отслеживаемого биологического процесса. Изотопы распадаются, образуя частицы, называемые позитронами, которые реагируют с окружающими электронами и производят гамма-лучи. Эти гамма-лучи обнаруживаются гамма-камерой, размещенной в непосредственной близости от головы в сканере ПЭТ [12]. Эта технология позволяет идентифицировать местоположение и количество рецепторов и участков связывания в мозге человека.

Метаболизм глюкозы в мозге можно измерить с помощью радиоактивного индикатора ^{18}F -фтордезоксиглюкозы (^{18}F -ФДГ). Поглощение ^{18}F -ФДГ можно полуколичественно оценить с помощью стандартизированного значения поглощения, которое описывает отношение концентрации трассера в фиксированный момент времени относительно введенной дозы радиоактивного индикатора. В свою очередь, ^{18}F -ФДГ показал свою полезность для дифференциальной диагностики деменций. Модели метаболизма глюкозы могут дифференцировать болезнь Альцгеймера, деменцию с тельцами Леви и лобно-височную деменцию [13]. Возможно, наиболее многообещающим является его использование в качестве маркера раннего гипометаболизма при умеренном когнитивном расстройстве, который считается предшественником болезни Альцгеймера (рис. 2).

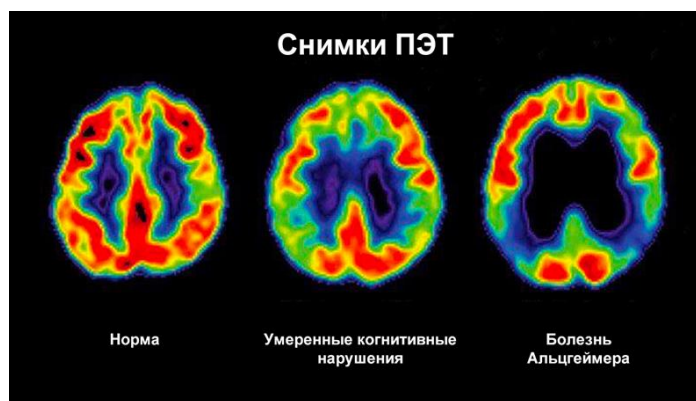


Рисунок 2. Снимки ПЭТ головного мозга при норме, умеренном когнитивном расстройстве и болезни Альцгеймера.

Важно отметить, что ранние доказательства гипометаболизма связаны с когнитивными нарушениями и предсказывают переход в болезни Альцгеймера, что делает ^{18}F -ФДГ сильным кандидатом на роль биомаркера AD [14]. Одним из наиболее важных достижений в методах визуализации нейродегенерации стала разработка *in vivo* визуализации патологии $\text{A}\beta$ -амилоида при болезни Альцгеймера, которую ранее можно было оценить только при аутопсии. Визуализация амилоидной патологии в настоящее время является высоконадежной, воспроизводимой и регулярно используется для скрининга участников клинических испытаний, а также для оценки эффективности лекарств [15]. Молекулярная визуализация позволяет обнаружить патологические признаки болезни Альцгеймера за десятилетия до появления клинических симптомов. Разработка специфических радиоактивных индикаторов для обнаружения более широкого спектра нейродегенеративных патологий находится в центре исследований молекулярной визуализации. Усилия были сосредоточены на разработке индикаторов, которые связываются с патологическим включением тау-белка *in vivo*. Патологический тау связан с несколькими нейродегенеративными заболеваниями, включая лобно-височную деменцию, болезнь двигательных нейронов, прогрессирующий надъядерный паралич и кортикобазальную дегенерацию и хроническую травматическую энцефалопатию. Поэтому радиоактивные индикаторы ПЭТ, селективные к тау, очень полезны в качестве биомаркера визуализации. Существует ряд проблем при разработке радиолигандов. Трейсеры должны иметь возможность пересекать гематоэнцефалический барьер, иметь высокое сродство и селективность к своей цели и иметь эффективную дозиметрию [16]. Для тау-ПЭТ трейсер также должен иметь возможность пересекать клеточные мембраны. Значительным препятствием для разработки ПЭТ-трейсеров является короткий период полураспада соединений, для производства которых требуются циклотроны в легкой доступности.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)

ОФЭКТ — более доступный метод молекулярной визуализации, чем ПЭТ, требующий более дешевого оборудования и использующий трассеры с более длительным периодом полураспада, что позволяет избежать необходимости в доступности циклотронов. ОФЭКТ использует радиоизотопы, прикрепленные к доставляемому соединению, для пересечения гематоэнцефалического барьера после внутривенного введения [17]. Наиболее типичными изотопами в ОФЭКТ-визуализации являются технеций-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) и йод-123 (^{123}I). Присоединение $^{99\text{m}}\text{Tc}$ к гексаметилпропиленаминоксиму (НМРАО) или димеру этилцистеината позволяет ему поглощаться мозговой тканью пропорционально мозговому кровотоку. Поскольку кровоток в мозге связан с локальным метаболизмом, метаболизм трассера $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -НМРАО позволяет оценить мозговой кровоток. Пространственное разрешение изображений SPECT низкое, что требует использования компьютерной томографии (КТ) или МРТ для более точной пространственной локализации. В отличие от ПЭТ, ОФЭКТ нельзя выполнять в режиме реального времени. Комбинированные сканеры ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ позволяют интегрировать 3D-изображения КТ и данные ПЭТ/ОФЭКТ. Измерение мозгового кровотока у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями было самым ранним

применением ОФЭКТ в нейровизуализации. Визуализация ОФЭКТ использовалась при острой и хронической ишемии для определения инфарктных областей мозга и недавно была объединена с диффузионной визуализацией [18]. ОФЭКТ широко использовалась для визуализации болезни Альцгеймера, острого инсульта, транзиторных ишемических атак, эпилепсии и рецидивирующей первичной опухоли. Предыдущие применения визуализации ОФЭКТ также включали визуализацию декарбоксилазы ароматических аминокислот, которая участвует в синтезе дофамина, норадреналина и серотонина, и использование лигандов транспортера дофамина (DAT) для оценки изменений в пресинаптических участках DAT, что особенно актуально для болезни Паркинсона. Было обнаружено, что визуализация с лигандом DAT [123I] FP-CIT (DaTSCAN) надежно различает пациентов с болезнью Паркинсона и эссенциальным тремором.

Магнитно-резонансная спектроскопия (МРС)

Магнитно-резонансная спектроскопия (МРС) — это неинвазивный, неионизирующий метод, позволяющий анализировать биохимический состав, концентрацию метаболитов, мозговой ткани. Различные метаболиты резонируют на разных частотах в соответствии со стандартными принципами физики МР, в зависимости от их окружающей химической среды. МРС чувствительна к изменениям концентрации внутри объекта с течением времени порядка 1 ммоль/л, что дает эффективное пространственное разрешение 1–8 см³. Обычно МРС измеряется в определенном интересующем объеме. Спектры МРС показывают пики, представляющие метаболит или группу метаболитов, упорядоченных по характерной резонансной частоте составляющих его ядер. Наиболее распространенными ядрами являются ¹H (протон), ²³Na (натрий) и ³¹P (фосфор). Протонная спектроскопия обеспечивает более высокое отношение сигнал/шум и используется чаще всего. Частота каждого пика выражается в частях на миллион (ppm) резонансной частоты эталонного метаболита [19].

Каждый метаболит появляется при определенной ppm и индивидуально отражает определенные клеточные и биохимические процессы. Метаболиты мозга, которые обычно видны на спектре МР, — это лактат, резонирующий при 1,3 ppm, липиды при 1,3 ppm, N-ацетиласпартат (НАА) при 2,0 ppm, глутамин/глутамат и ГАМК при 2,2–2,4 ppm, креатин при 3,0 ppm, холин при 3,2 ppm, мио-инозитол при 3,5 ppm и вода при 4,4 ppm. Если бы обрабатывался необработанный сигнал, то в спектрах доминировала бы вода, что сделало бы все остальные спектры невидимыми. Таким образом, подавление воды является частью любой последовательности работы МРС, либо посредством восстановления инверсии, либо селективного химического сдвига (CHESS). Различные метаболиты связаны с различными физиологическими функциями. Например, НАА, производное аминокислоты, синтезируемое в митохондриях нервных клеток, участвует в синтезе миелина и связано с жизнеспособными нейронными аксонами и дендритами. НАА уменьшается при любом заболевании, которое отрицательно влияет на нейрональную целостность. Креатин обеспечивает меру запасов энергии. Мио-инозитол, сахарный спирт, часто используется в качестве маркера количества глиальных клеток. Лактат является продуктом анаэробного гликолиза и обнаруживается при заболеваниях мозга, где гипоксия является частью дифференциального диагноза, таких как инсульт и энцефалопатия.

Было показано, что НАА, который является маркером живых нейронов, снижается при болезни Альцгеймера, характеризующейся широко распространенной потерей нейронов, по сравнению с пациентами с МСІ и здоровыми контрольными лицами [20]. Снижение НАА является чувствительным показателем и может быть обнаружено даже при небольшом снижении объема серого вещества. Однако даже до снижения НАА наблюдается аномальная концентрация мио-инозитола, который присутствует в глиальных клетках. Клиническая специфичность изменения одного метаболита при болезни Альцгеймера может быть слабой, но рассмотрение соотношения двух метаболитов повышает диагностическую специфичность и

точность. Например, снижение соотношения НАА/креатин было связано с потерей синапсов и ранней патологией рТау, тогда как увеличение соотношения мио-инозитол/креатин связано с возникновением амилоидных бляшек.

Выводы

Не существует универсального подхода к визуализации нейродегенеративных заболеваний, так как различные патологии требуют разных методов анализа. Применение мультимодальной визуализации становится всё более популярным, поскольку оно позволяет получать более комплексное представление о структурных и функциональных изменениях в мозге. В рамках крупных инициатив, таких как Инициатива по нейровизуализации болезни Альцгеймера (ADNI), применяются передовые методы анализа и обмена данными, что способствует прогрессу в разработке биомаркеров и улучшению диагностики заболеваний на ранних стадиях. Несмотря на значительные достижения в области нейровизуализации, остаются нерешённые задачи, такие как повышение чувствительности и специфичности биомаркеров для диагностики нейродегенеративных заболеваний. Персонализированная диагностика требует дальнейших исследований, интеграции больших данных и применения машинного обучения для анализа сложных связей между структурными и функциональными изменениями в мозге.

1. Ashburner J, Friston KJ (2000) Voxel-based morphometry—the methods. *NeuroImage* 11: 805–821
2. Dale AM, Fischl B, Sereno MI (1999) Cortical surface-based analysis: I. Segmentation and surface reconstruction. *Neuroimage* 9:179–194
3. Du A-T, Schuff N, Kramer JH, Rosen HJ, Gorno-Tempini ML, Rankin K, Miller BL, Weiner MW (2007) Different regional patterns of cortical thinning in Alzheimer’s disease and frontotemporal dementia. *Brain* 130:1159–1166
4. Evans AC (2013) Networks of anatomical covariance. *NeuroImage* 80:489–504
5. Zhou J, Gennatas ED, Kramer JH, Miller BL, Seeley WW (2012) Predicting regional neurodegeneration from the healthy brain functional connectome. *Neuron* 73:1216–1227
6. Bernhardt BC, Worsley KJ, Besson P, Concha L, Lerch JP, Evans AC, Bernasconi N (2008) Mapping limbic network organization in temporal lobe epilepsy using morphometric correlations: insights on the relation between mesiotemporal connectivity and cortical atrophy. *NeuroImage* 42:515–524
7. Du A, Schuff N, Kramer J, Ganzer S, Zhu X, Jagust W, Miller B, Reed B, Mungas D, Yaffe K (2004) Higher atrophy rate of entorhinal cortex than hippocampus in AD. *Neurology* 62:422–427
8. Nesteruk M, Nesteruk T, Styczyńska M, Barczak A, Mandecka M, Walecki J, Barcikowska-Kotowicz M (2015) Predicting the conversion of mild cognitive impairment to Alzheimer’s disease based on the volumetric measurements of the selected brain structures in magnetic resonance imaging. *Neurol Neurochir Pol* 49:349–353
9. Rosas HD, Lee SY, Bender AC et al (2010) Altered white matter microstructure in the corpus callosum in Huntington’s disease: implications for cortical “disconnection.”. *NeuroImage* 49:2995–3004
10. Tournier J-D, Mori S, Leemans A (2011) Diffusion tensor imaging and beyond. *Magn Reson Med* 65:1532–1556
11. Galantucci S, Tartaglia MC, Wilson SM et al (2011) White matter damage in primary progressive aphasias: a diffusion tensor tractography study. *Brain* 134:3011–3029
12. Jeurissen B, Leemans A, Tournier J-D, Jones DK, Sijbers J (2010) Estimating the number of fiber orientations in diffusion MRI voxels: a constrained spherical deconvolution study. *Proc Int Soc Magn Reson Med* 45:3536
13. Theysohn JM, Kraff O, Maderwald S, Schlamann MU, De Greiff A, Forsting M, Ladd SC, Ladd ME, Gizewski ER (2009) The human hippocampus at 7 T—in vivo MRI. *Hippocampus* 19:1–7
14. Visser F, Zwanenburg JJM, Hoogduin JM, Luijten PR (2010) High-resolution magnetization-prepared 3D-FLAIR imaging at 7.0 tesla. *Magn Reson Med* 64:194–202
15. Zwanenburg JJM, Versluis MJ, Luijten PR, Petridou N (2011) Fast high resolution whole brain T2* weighted imaging using echo planar imaging at 7T. *NeuroImage* 56:1902–1907
16. Dula AN, Virostko J, Shellock FG (2014) Assessment of MRI issues at 7 T for 28 implants and other objects. *Am J Roentgenol* 202:401–405
17. Lerch JP, van der Kouwe AJW, Raznahan A, Paus T, Johansen-Berg H, Miller KL, Smith SM, Fischl B, Sotiropoulos SN (2017) Studying neuroanatomy using MRI. *Nat Neurosci* 20:314–326
18. Ogawa S, Lee T-M (1990) Magnetic resonance imaging of blood vessels at high fields: in vivo and in vitro measurements and image simulation. *Magn Reson Med* 16:9–18
19. Abdulkadir A, Ronneberger O, Wolf RC, Pfleiderer B, Saft C, Kloppel S (2013) Functional and structural MRI biomarkers to detect pre-clinical neurodegeneration. *Curr Alzheimer Res* 10:125–134
20. Hage ZA, Alaraj A, Arnone GD, Charbel FT (2016) Novel imaging approaches to cerebrovascular disease. *Transl Res* 175:54–75

Титова Л.А., Грицай А.А., Шацкий Д.А., Лыгина А.И.
Возможности инструментальной диагностики и рентгенологические изменения
при болезни Крейтцфельдта-Якоба

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-292

Аннотация

Введение. Болезнь Крейтцфельдта-Якоба — это трансмиссивная губчатая энцефалопатия, которая приводит к быстро прогрессирующей деменции и смерти обычно в течении года от начала заболевания.

Цель. Дать представления о патологических изменениях, которые возникают при болезни Крейтцфельдта-Якоба, и как они отображаются в рентгенологических исследованиях.

Материалы и методы. Проанализированы исследования с ресурса Pubmed о более информативных последовательностях для наиболее ранней МР-диагностики болезни Крейтцфельдта-Якоба.

Результаты. Найдена закономерность между типом болезни Крейтцфельдта-Якоба, частотой встречаемости и этиологией болезни.

Обсуждение. МРТ признаки: для спорадического типа болезни Крейтцфельдта-Якоба характерны специфические участки нарушения визуализации, такие как: для коры головного мозга это чаще всего островок, поясная извилина, верхняя лобная извилина; для глубокого серого вещества это полосатое тело и таламус. Поражение обычно двустороннее, но может быть и асимметричным. Степень аномалии увеличивается по мере прогрессирования заболевания. Вариант болезни Крейтцфельдта-Якоба характеризуется наличием признака хоккейной клюшки или пульвинарного признака поражения таламуса.

Выводы. В итоге нужно отметить, что постепенное внедрение в практику новых неинвазивных и малоинвазивных методов исследования позволяет сократить время диагностики болезни Крейтцфельдта-Якоба и помогает выявить диагноз в наиболее ранних стадиях заболевания.

Ключевые слова: болезнь Крейтцфельдта-Якоба; рентгенологические признаки; МРТ.

Abstract

Creutzfeldt-Jakob disease is a transmissible spongiform encephalopathy, that leads to rapidly progressive dementia and death usually within a year of the onset of the disease.

The goal of this study is to give an idea of the pathological changes that occur in Creutzfeldt-Jakob disease, and how they are displayed in X-ray studies.

Materials and methods. Studies from the Pubmed resource on more informative sequences for the earliest MR diagnosis of Creutzfeldt-Jakob disease are analyzed.

Results. The pattern has been found between the type of Creutzfeldt-Jakob disease, the frequency of occurrence and the etiology of the disease.

Discussion. MRI signs: for the sporadic type of Creutzfeldt-Jakob disease, specific areas of visual impairment are characteristic, such as: for the cerebral cortex, this is most often the insula, cingulate gyrus, superior frontal gyrus; for deep gray matter, this is the striatum and thalamus. The lesion is usually bilateral, but it can also be asymmetric. The degree of abnormality increases as the disease progresses. A variant of Creutzfeldt-Jakob disease is characterized by the presence of a sign of a hockey stick or a pulvinal sign of a lesion of the thalamus.

Conclusions. As a result, it should be noted that the gradual introduction of new non-invasive and minimally invasive research methods into practice reduces the time for diagnosis of Creutzfeldt-Jakob disease and helps to identify the diagnosis in the earliest stages of the disease.

Keywords: Creutzfeldt-Jakob disease; radiological signs; MRI.

Введение. Болезнь Крейтцфельдта-Якоба -это трансмиссивная губчатая энцефалопатия, которая приводит к быстро прогрессирующей деменции и смерти обычно в течении года от начала заболевания. Подавляющее большинство случаев имеет спорадический характер, но наследственные и приобретенные формы изредка встречаются. Проявляется на МРТ изображении (FLAIR режим) в виде очагов гиперинтенсивности в области серого вещества головного мозга (кора, полосатое тело, таламус).

Цель. Дать представления о патологических изменениях, которые возникают при болезни Крейтцфельдта-Якоба, и как они отображаются в рентгенологических исследованиях.

Материалы и методы: проанализированы исследования с ресурса Pubmed о более информативных последовательностях для наиболее ранней МР-диагностики болезни Крейтцфельдта-Якоба.

Результаты. Найдена закономерность между типом болезни Крейтцфельдта-Якоба, частотой встречаемости и этиологией болезни.

Эпидемиология: Описаны 4 типа болезни Крейтцфельдта-Якоба¹:

1. Спорадический (sCJD)
 - Попадается примерно в 85-90% случаев
 - Делится на многочисленные подтипы в соответствии с молекулярными маркерами
2. Вариантный(vCJD)
 - Губчатая энцефалопатия крупного рогатого скота (также известная как "коровье бешенство") передается от крупного рогатого скота к человеку
 - Вспышка заболевания произошла в Великобритании в период с 1981 по 1996 года.
 - Передача от человека к человеку путем переливания крови
3. Семейный (fCJD)
 - Встречается в 10% случаев
 - Пациенты считаются носителями мутантного гена PRPc
4. Ятрогенный (iCJD)
 - До 1985 года передавался через тропные гормоны гипофиза.
 - Трансплантация органов.

Что касается диагностики, то, согласно Центру по профилактике заболеваний США, выделяют следующие диагностические критерии²:

Спорадический тип

Точность диагностики:

- Высокая: патологоанатомический метод, иммуноцитохимический, вестерн-блоттинг, наличие скрепи-ассоциированных фибрилл.
- Средняя:
 - нервно-психическое расстройство плюс положительный тест на RT-QuIC в ликворе или других тканях
 - быстро прогрессирующая деменция; и 2 из 4 следующих признаков: миоклонус, симптомы поражения мозжечка, пирамидные и экстрапирамидные симптомы, акинетический мутизм. Так же нужен положительный результат по крайней мере одного из следующих диагностических тестов. К ним относятся электроэнцефалография, анализ на белок 14-3-3 η методом (ИФА) при длительности заболевания менее 2 лет, повышение сигнала DWI или FLAIR в хвостатой области / путамене или в височной, теменной, затылочной областях коры.
- Низкая:
 - Прогрессирующая деменция и по крайней мере два из четырех вышеуказанных клинических признаков, а также отсутствие положительного результата ни по одному из четырех вышеуказанных тестов, длительность заболевания менее 2 лет.

Ятрогенный тип

Прогрессирующий мозжечковый синдром у реципиента человеческого гормона гипофиза трупного происхождения или у пациентов после пересадки твердой мозговой оболочки.

Семейный тип

Выявленная болезнь Крейтцфельдта-Якоба у пациента плюс выявленная болезнь Крейтцфельдта-Якоба у родственников первой линии и/или нервно-психическое расстройство плюс специфичная для заболевания мутация гена PrP.

Клиническая картина**Спорадическая болезнь Крейтцфельдта-Якоба**

Спорадическая болезнь Крейтцфельдта-Якоба характеризуется быстро прогрессирующей деменцией и другими признаками поражения ЦНС, приводящими к смерти в течение года после начала заболевания. Другие признаки включают миоклонус, зрительные галлюцинации, дисфункцию мозжечка (атаксия и нистагм), пирамидные или экстрапирамидные признаки (спазм, ригидность, дистония или брадикинезия мускулатуры) и, в конечном итоге, акинетический мутизм.

Фенотипические разновидности:

- Амиотрофический тип: начало заболевания похоже на боковой амиотрофический склероз
- Тип Браунелла-Оппенгеймера: начальная мозжечковая атаксия
- Тип Хайденхайна: начальные визуальные симптомы, такие как снижение остроты зрения, искажение форм и цветов и зрительные галлюцинации
- Тип Штерна-Гарсина: начальные экстрапирамидные признаки.

Обсуждение. МР признаки: для спорадического типа болезни Крейтцфельдта-Якоба характерны специфические участки нарушения визуализации, такие как:

кора головного мозга (высокая частота встречаемости):

- высокая частота встречаемости: Островок, поясная извилина, верхняя лобная извилина;
- средняя частота встречаемости: предклинье, клинье, парацентральная доля, медиальная лобная извилина, затылочная извилины, угловая и супрамаргинальная извилины, верхняя теменная доля, нижняя лобная извилина;
- низкая частота встречаемости: постцентральная извилина, прецентральная извилина, медиальная и верхняя височная извилина;
- глубокое серое вещество;
- высокая частота встречаемости: полосатое тело (хвостатое ядро и путамен);
- средняя частота встречаемости: таламус.

Поражение обычно двустороннее, но может быть и асимметричным⁴. Степень аномалии увеличивается по мере прогрессирования заболевания.

Фенотипические разновидности спорадической болезни Крейтцфельдта-Якоба также имеют характерные рентгенологические признаки:

- Тип Браунелла-Оппенгеймера: первоначально поражается мозжечок и иногда базальные ганглии, и он может быть незаметен до развития атрофии.
- Тип Хайденхайна: первоначально вовлекается теменно-затылочная кора
- Тип Штерна-Гарсина: первоначально поражаются базальные ганглии (полосатое тело) и таламус

Вариант болезни Крейтцфельдта-Якоба характеризуется наличием признака хоккейной клюшки или пульвинарного признака поражения таламуса. Однако поражение таламуса не является патогномоничным для варианта заболевания и чаще наблюдается при спорадической болезни Крейтцфельдта-Якоба из-за его общей большей распространенности. Что касается МРТ исследования, то оно является методом выбора при обследовании пациентов с подозрением на болезнь Крейтцфельдта-Якоба. Наиболее чувствительной последовательностью для выявления характерных изменений является диффузионно-взвешенная визуализация (например, $b = 1000$), которая демонстрирует повышенный сигнал, более заметный, чем изменения T2 / FLAIR и аномалии ADC5. Аномалии сигнала могут быть незаметными вначале, но становятся более выраженными по мере прогрессирования заболевания. Обзор последовательных исследований также обычно демонстрирует быстро прогрессирующую церебральную атрофию:

- DWI: гиперинтенсивное (наиболее чувствительных) и более выраженным, чем T2/изменения чутье из-за сочетания истинного ограничение диффузии и так называемые T2 просвечивать
- включая кортикальную риббонизацию, знак хоккейной клюшки и знак пульвинара
- ADC: переменный, зависит от сроков
- ранние: низкие показатели - их можно увидеть до появления выраженных изменений на ДВИ или видимых изменений ЧУТЬЯ
- поздняя стадия: псевдонормализованная или облегченная и связанная с атрофией
- T2 / FLAIR: гиперинтенсивность более незаметна, чем изменения DWI, и может отсутствовать на ранних стадиях заболевания
- T1: может показывать высокий сигнал при бледном шаре (редко)
- T1 C + (Gd): аномального повышения нет

Ядерная медицина

ПЭТ с фтор-18-ФДГ показывает гипометаболизм в пораженных областях.

Выводы. В настоящее время медикаментозного лечения не существует, и заболевание неизменно приводит к летальному исходу со средней выживаемостью семь месяцев. Болезнь Крейтцфельдта-Якоба зарегистрирована в большинстве стран мира, включая страны Европейского Союза, Российскую Федерацию, Австралию, Великобританию, США и Канаду.

В итоге нужно отметить, что постепенное внедрение в практику новых неинвазивных и малоинвазивных методов исследования позволяет сократить время диагностики болезни Крейтцфельдта-Якоба и помогает выявить диагноз в наиболее ранних стадиях заболевания.

1. Lee H, Hoffman C, Kingsley PB et-al. Enhanced detection of diffusion reductions in Creutzfeldt-Jakob disease at a higher B factor. AJNR Am J Neuroradiol. 2010;31 (1): 49-54. doi:10.3174/ajnr.A1756 - Pubmed citation
2. U.S. Department of Health & Human Services. (2021, October 18). CDC's Diagnostic Criteria for Creutzfeldt-Jakob Disease (CJD). Centers for Disease Control and Prevention. Retrieved September 7, 2022.
3. Fragoso DC, Gonçalves Filho AL, Pacheco FT, Barros BR, Aguiar Littig I, Nunes RH, Maia Júnior AC, da Rocha AJ. Imaging of Creutzfeldt-Jakob Disease: Imaging Patterns and Their Differential Diagnosis. (2017) Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 37 (1): 234-257. doi:10.1148/rg.2017160075 - Pubmed
4. Tschampa HJ, Kallenberg K, Kretschmar HA et-al. Pattern of cortical changes in sporadic Creutzfeldt-Jakob disease. AJNR Am J Neuroradiol. 28 (6): 1114-8. doi:10.3174/ajnr.A0496 - Pubmed citation
5. Коэн О.С., Хоффманн К., Ли Х., Чепмен Дж., Фулбрайт Р.К., Проховник И. Выявление мозжечкового синдрома с помощью МРТ при болезни Крейтцфельдта-Якоба. (2009) Мозжечок (Лондон, Англия). 8 (3): 373-81. doi: 10.1007/s12311-009-0106-8 - Pubmed

Усипбекова М.И., Сымайлова Н.Ж., Токбулатова М.О.
Дислипидемия и сахарный диабет

НАО КазНМУ им С.Д. Асфендиярова
(Казахстан, Алматы)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-293

Аннотация

Дислипидемия является частым осложнением сахарного диабета и ключевым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний. Она характеризуется изменениями уровня липидов в крови, такими как повышенные триглицериды и сниженные липопротеины высокой плотности. У пациентов с диабетом дислипидемия усугубляется инсулинорезистентностью и гипергликемией. Сахарный диабет обоих типов значительно повышает риск коронарной болезни сердца и других сердечно-сосудистых заболеваний. Смертность от сердечно-сосудистых осложнений у больных диабетом 2 типа в 3 раза выше, чем в общей популяции, и составляет до 80% общей смертности. Диабетическая дислипидемия остается важным фактором риска даже при контроле глюкозы. По данным исследования Aronow W.S. и Ahn C., ишемическая болезнь сердца встречается у 43% пациентов с диабетом 2 типа, что подчеркивает важность комплексного управления сердечно-сосудистыми рисками у этих пациентов.

Ключевые слова: сахарный диабет, атеросклероз, дислипидемия.

Abstract

Dyslipidemia is a common complication of diabetes and a key risk factor for cardiovascular diseases. It is characterized by alterations in blood lipid levels, such as elevated triglycerides and reduced high-density lipoproteins. In patients with diabetes, dyslipidemia is exacerbated by insulin resistance and hyperglycemia. Both types of diabetes significantly increase the risk of coronary heart disease and other cardiovascular conditions. Cardiovascular mortality in patients with type 2 diabetes is three times higher than in the general population, accounting for up to 80% of total mortality. Diabetic dyslipidemia remains an important risk factor even with glucose control. According to the study by Aronow W.S. and Ahn C., coronary heart disease is present in 43% of patients with type 2 diabetes, highlighting the need for comprehensive management of cardiovascular risks in these patients.

Keywords: diabetes mellitus, atherosclerosis, dyslipidemia.

Введение. Диабет как фактор риска коронарной болезни сердца. Оба типа диабета ассоциируются с заметно повышенным риском коронарной болезни сердца, цереброваскулярных заболеваний и поражения периферических сосудов. Наличие 2 и более факторов риска, один из которых уже диабет, требует активного поиска поражений коронарных поражений. Болезни, обусловленные атеросклерозом у больных диабетом смертность от сердечно-сосудистых заболеваний больных диабетом типа 2 в 3 раза выше, чем населения в целом. Вклад сердечно-сосудистых заболеваний в общую смертность взрослых больных диабетом составляет 75-80%, при этом 3/4 этих смертей приходится на ИБС. Особое значение при сахарном диабете 2 типа имеют нарушения липидного обмена, которые сохраняются у этих больных и после коррекции уровня глюкозы в крови. Эти нарушения получили название диабетической дислипидемии. Можно выделить крупномасштабное исследование Aronow W.S., Ahn C., по результатам которого было показано, что ишемическая болезнь сердца (ИБС) более распространены среди пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Среди обследованных пациентов с сахарным диабетом 2 типа у 43% диагностировали ИБС, поражение СНК и ОНМК в 25% и в 26% случаев соответственно.

Цели. Изучить распространенность дислипидемий у лиц с повышенной гликемией натошак и сахарным диабетом (СД) в популяции 45–70 лет центра Внутренних болезней г. Алматы. Оценить частоту нарушений липидного обмена, таких как гипертриглицеридемия, гиперхолестеринемия липопротеинов низкой плотности и гипохолестеринемия липопротеинов высокой плотности, у пациентов с сахарным диабетом в возрасте 45–70 лет, а также изучить

влияние гипергликемии на развитие атеросклеротических поражений сосудистой стенки через механизмы эндотелиальной дисфункции, окислительного стресса и взаимодействия моноцитов с эндотелием.

Материал и методы. В период с 2023 по 2024 г. обследовано 1060 человек, в том числе 46 % мужчин и 54 % женщины. Протокол исследования включал: определение липидограммы. Гипергликемию диагностировали при показателях глюкозы плазмы крови натощак $\geq 6,1$ ммоль/л по критериям NCEP ATR III (2001 г.) и $\geq 5,6$ ммоль/л по критериям IDF (2005 г.). Дислипидемии диагностировались при уровне триглицеридов (ТГ) $\geq 1,7$ ммоль/л, содержание холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП) $< 1,0$ ммоль/л у мужчин и $< 1,3$ ммоль/л у женщин, холестерина липопротеинов низкого плотности (ХС ЛПНП) $< 3,5$ ммоль/л (NCEP ATRIII, 2001 г.).

Результаты. В результате в возрасте 45–70 лет у лиц с сахарным диабетом высока частота гипертриглицеридемии (гиперТГ) – 44,7%: в мужской выборке – 59,8 %, в женской – 61,7 %. У лиц обоего пола частота гиперхолестеринемии липопротеинов низкого плотности (гиперХС ЛПНП) составила 40,1 %: у мужчин – 51,6 %, у женщин – 58,7 %, у лиц обоего пола частота гипохолестеринемии липопротеинов высокой плотности (гипоХС ЛПВП) составила 15,2 %: у мужчин – 10,6 %, у женщин – 38,7. Таким образом влияние гипергликемии на атерогенез в сосудистой стенке реализуется через развитие генерализованной дисфункции эндотелия сосудов, усиление окислительного стресса и повышение концентрации конечных гликозилированных продуктов обмена. Именно эти процессы при сахарном диабете 2 резко усиливают адгезию моноцитов крови к сосудистому эндотелию с последующим проникновением их в сосудистую стенку. Процесс моноцитарно-эндотелиального взаимодействия является одним из главных пусковых механизмов формирования атеросклеротической бляшки и развития атеросклеротических поражений сосудистой стенки. Именно эти процессы при сахарном диабете 2 резко усиливают атеросклеротических поражений сосудистой стенки.

Заключение. Сахарный диабет является одной из частых причин инвалидизации и летальности, что обусловлено его сосудистыми осложнениями, к которым относятся: макроангиопатия – поражение сосудов крупного и среднего калибра, которые приводят к ИБС. Шанс развития сердечно-сосудистой смертности с сахарным диабетом при наличии гипер ТГ, гипер ХСЛПНП или гипо ХС ЛПВП в 2 раза выше, чем у лиц без сахарным диабетом с гипер ТГ, гипер ХСЛПНП или с гипоХС ЛПВП. Исследование показало, что у лиц с сахарным диабетом в возрасте 45–70 лет наблюдается высокая частота нарушений липидного обмена, таких как гипертриглицеридемия (44,7%) и гиперхолестеринемия липопротеинов низкой плотности (40,1%), с большей выраженностью у женщин. Эти нарушения связаны с генерализованной эндотелиальной дисфункцией, усилением окислительного стресса и повышением уровня конечных гликозилированных продуктов обмена, что усиливает атерогенез в сосудистой стенке. У пациентов с диабетом 2 типа эти процессы способствуют повышенной адгезии моноцитов к эндотелию сосудов и их проникновению в стенку сосудов, что является ключевым механизмом образования атеросклеротических бляшек и поражений сосудов. Таким образом, липидные нарушения при сахарном диабете 2 типа значительно повышают риск развития атеросклероза и сердечно-сосудистых осложнений.

1. Дедов И.И., Александров А.А. Сахарный диабет, атеросклероз и ишемическая болезнь сердца: Руководство по атеросклерозу и ишемической болезни сердца / под ред. Е.И. Чазова, В.В. Кухарчука, С.А. Бойцова. М.: Медиа Медика, 2007. С. 98–127.
2. Barsness G.W., Holmes D.R., Gersh B.J. Integrated management of patients with diabetes mellitus and ischemic heart disease: PCI, CABG, and medical therapy // Curr Problems in Cardiology. 2005 ; 30 (11): 583–617.
3. Козлов С.Г., Лякишев А.А. Лечение ишемической болезни сердца у больных сахарным диабетом // Русский мед. журнал. 2003. № 9. С. 525–529.
4. Терещенко С.Н., Джаиани Н.А., Голубев А.В. Ишемическая болезнь сердца и сахарный диабет // Consilium Medicum. 2005. №5. С. 364–368.

5. Jonas M., Reicher-Reiss H., Boyko V. et al. Usefulness of beta-blocker therapy in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus and coronary artery disease // *Am J Cardiol.* 1996; 77: 1273–1277.
6. Chen J., Marciniak T.A., Radford M.J. et al. Beta-blocker therapy for secondary prevention of myocardial infarction in elderly diabetic patients // *J Am Coll Cardiol.* 1999; 34: 1388–1394.
7. Kjekshus J., Gilpin E., Cali G. et al. Diabetic patients and beta-blockers after acute myocardial infarction // *Eur Heart J.* 1990; 11: 43–50.
8. ACCORD Study Group Effects of Combination Lipid Therapy in Type 2 Diabetes Mellitus // *N. E. J. M.* – 2010. – Vol. 362, N 17. – P. 1563–1574. 2. ADA EASD 2012 // *Diabetes Care. Diabetologia.* – 19 April 2012 [Epub ahead of print]. 3. American Diabetes Association Standards of medical care in diabetes – 2009 // *Diabetes Care.* – 2009. – Suppl. 1. – S13–61

Усипбекова М.И., Сымайлова Н.Ж., Токбулатова М.О.
Изменения концентрации в крови лейкоцитов у пациентов
с ишемической болезнью сердца после коронарного стентирования

НАО КазНМУ им С.Д. Асфендиярова
(Казахстан, Алматы)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-294

Аннотация

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной ненасильственных смертей в мире. Среди них лидирует ИБС — на 2020 год она затрагивает 126 миллионов человек по всему миру, это 16 % от всех смертей. Определения и классификации типов ИБС могут различаться в разных странах и рекомендациях, однако общим критерием является степень сужения (стеноз) коронарной артерии.

Сегодня коронарное стентирование занимает ведущее место в эндоваскулярном лечении больных ИБС.

Стентирование коронарных артерий или чрескожное коронарное вмешательство — операция, позволяющая восстановить кровоток в артериях сердца (коронарных артериях) путём имплантации стентов в месте сужения коронарной артерии.

Ключевые слова: коронарное стентирование, лейкоциты.

Abstract

Cardiovascular disease (CVD) is the leading cause of nonviolent death worldwide. Among them, IHD leads - as of 2020, it affects 126 million people worldwide, which is 16% of all deaths. Definitions and classifications of types of CAD may vary between countries and guidelines, but a common criterion is the degree of narrowing (stenosis) of the coronary artery. Today, coronary stenting occupies a leading place in the endovascular treatment of patients with coronary artery disease. Coronary artery stenting, or percutaneous coronary intervention, is an operation that restores blood flow in the arteries of the heart (coronary arteries) by implanting stents at the site of narrowing of the coronary artery.

Keywords: coronary stenting, leukocytes.

Введение. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) по праву считается «чумой» начала XXI века и продолжает занимать ведущие позиции среди заболеваний сердечно-сосудистой системы. В последние годы наблюдается неуклонный рост общей заболеваемости ИБС. Одним из методов лечения ИБС является коронарное стентирование, которое улучшает кровообращение в поражённой артерии и снижает риск инфаркта миокарда. Однако коронарное стентирование сопровождается активацией воспалительного процесса, что может влиять на концентрацию лейкоцитов в крови.

Лейкоциты играют ключевую роль в иммунном ответе организма на повреждения и воспаление, и их концентрация является важным маркером воспалительного состояния.

Стентирование коронарных артерий - это эндоваскулярная операция, позволяющая восстановить кровоток в артериях сердца (коронарных артериях) путем имплантации стентов в

месте сужения коронарной артерии. Ангиопластика и стентирование артерий сердца - метод лечения ишемической болезни сердца (ИБС), который проводится без разрезов под рентгеновским контролем и заключается в восстановлении проходимости закупоренных коронарных сосудов. Имплантация стента в суженный участок коронарной артерии позволяет эффективно расширить просвет сосуда, но в ответ на наносимую сосуду травму в стентированном участке возникает воспалительная реакция, сопровождающаяся формированием неоинтимы. Одним из ключевых участников этого процесса является моноцитарный хемотаксический белок стимулирующий миграцию моноцитов в сосудистую стенку. Воспалительной ответ сосудистой стенки после коронарного стентирования, играет важную роль в развитии и отдаленных осложнений процедуры. В настоящее время продемонстрирован подъем маркеров воспалительной реакции в крови пациентов в ранние сроки после коронарного стентирования. Однако, данные о более отсроченных изменениях носят противоречивый характер.

В данной статье представлены результаты лабораторных исследований - изменения концентрации в крови лейкоцитов в ближайшие и отдаленные сроки после коронарного стентирования.

Цели. Цель данной работы — рассмотреть изменения концентрации лейкоцитов в крови у пациентов с ИБС после коронарного стентирования и их влияние на клинический исход. Изучить изменения концентрации маркеров воспалительной реакции в крови в ранние и отдаленные сроки после имплантации коронарных стентов. Оценить изменения концентрации в крови маркеров воспалительной реакции (количество лейкоцитов в крови).

Материал и методы. За период с 2023г по 2024г в ГКБ №1 отделении кардиореабилитации обследовано 94 человек. В исследование включены 78 пациентов, страдавших стабильной стенокардией 2-3ФК, со стенозирующим коронарным атеросклерозом. Каждому пациенту были имплантированы от 1 до 3 стентов. Критериями исключения являлись: крупноочаговый инфаркт миокарда, операция коронарного шунтирования или ЧКВ менее чем за 6 месяцев до включения в исследование; неконтролируемой артериальной гипертензии, жизненно-угрожающих нарушений ритма сердца, хронической почечной или печеночной недостаточности, злокачественных новообразований, системных заболеваний и других тяжелых сопутствующих заболеваний, самостоятельно влияющих на прогноз; сахарный диабет в фазе декомпенсации или требующий терапии инсулином; анемия (Hb ниже 90г/л). Уровень лейкоциты определяли после стентирования на 10-12 суток и через 1-3 месяцев. Клиническое состояние пациентов оценивалось с помощью стандартных шкал, таких как шкала Грейс для оценки риска осложнений. Дополнительно были проанализированы возможные осложнения, связанные с повышением лейкоцитарного уровня, такие как острые тромбозы стентов и повторные ишемические события.

Результаты. Через 10-12 после процедуры в крови пациентов отмечалось достоверное повышение концентрации лейкоцитов. Через месяц после процедуры концентрация лейкоциты не отличалась от исходной, а через 3 месяца отмечалась достоверное снижение концентрации лейкоциты в сравнении с исходным уровнем. Существенный вклад в формирование воспалительного ответа на процедуру ангиопластики может оказать сама катетеризация магистрального сосуда: травмирование кожи, подкожной клетчатки и стенки артерии при установке системы доступа, а также внутриартериальное введение контрастного вещества могут инициировать воспалительную реакцию.

Заключение. Повышение концентрации лейкоцитов после коронарного стентирования может быть связано с воспалительной реакцией на повреждение сосудистой стенки и установку стента. Лейкоциты, особенно нейтрофилы, участвуют в процессах восстановления ткани и формировании новых эндотелиальных клеток, однако их избыточная активность может привести к развитию осложнений, таких как тромбоз стента и повторные ишемические события. Воспалительный ответ у пациентов со стабильной стенокардией на имплантацию коронарных стентов носит двухфазный характер: вслед за повышением концентрации воспалительных маркеров в крови в первые первые 10-12 суток после вмешательства,

концентрация воспалительных маркеров в крови опускается ниже исходного уровня, начиная с 1-го месяца и вплоть до 3-6 месяцев после вмешательства. В настоящее время не вызывает сомнения, что особенности течения воспалительной реакции в стенке сосуда, проявляющиеся повышением содержания маркеров воспаления - лейкоцитов, связаны с эндоваскулярных вмешательств.

Мониторинг воспалительных реакций после стентирования может способствовать улучшению прогноза и оптимизации лечения пациентов с ИБС. Это особенно актуально в условиях постоянного роста числа коронарных вмешательств, повышения средней продолжительности жизни и увеличения числа пациентов с сопутствующими хроническими заболеваниями, усугубляющими воспалительный ответ.

1. Бокерия Л.А., Алекян Б.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца – М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2011. – 144 с.
2. Epstein AJ, Polsky D, Yang F, Yang L, Groeneveld PW. Coronary revascularization trends in the United States, 2001-2008. // JAMA. – 2011. – P. 1769-1776.
3. Потехина А. В. Содержание растворимых маркеров воспаления и субпопуляционный состав лимфоцитов периферической крови после стентирования коронарных артерий– М.: 2011. – 54 с.

Эрмеков Э.О.

**Комплексный обзор заболеваний пародонта:
распространенность и современные подходы к диагностике и лечению**

*Ошский государственный университет
(Кыргызстан, Ош)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-295

Аннотация

Заболевания пародонта — значительная стоматологическая проблема, обусловленная высокой распространенностью и серьезными последствиями для здоровья. По данным Всемирной организации здравоохранения, они занимают второе место по распространенности после кариеса и являются одной из главных причин потери зубов. Патологии пародонта вызывают не только физический дискомфорт, но и психологические трудности, ухудшая качество жизни. В последние десятилетия наблюдается рост таких заболеваний из-за изменений в образе жизни, питании и экологической обстановке, что подчеркивает неравномерность доступа к стоматологической помощи и необходимость усиления профилактических мероприятий. Целью явилось проведение комплексного литературного обзора по заболеваниям пародонта, с акцентом на их распространенность, этиологию, клинические проявления, методы диагностики и лечения. Этот обзор поможет глубже понять проблемы заболеваний пародонта и определить новые направления для исследований и практики в стоматологии.

Ключевые слова: заболевание пародонта, распространенность, профилактика, методы диагностики, клиника.

Abstract

Periodontal diseases are a significant dental problem due to their high prevalence and serious health consequences. According to the World Health Organization, they are the second most common dental issue after caries and are a major cause of tooth loss. Periodontal pathologies cause not only physical discomfort but also psychological difficulties, significantly impacting quality of life. In recent decades, there has been an increase in these diseases due to changes in lifestyle, diet, and environmental conditions, highlighting the uneven access to dental care and the need for enhanced preventive measures. This review aims to provide a comprehensive analysis of periodontal diseases, focusing on their prevalence, etiology, clinical manifestations, diagnostic methods, and treatment approaches. The review will help to better understand the issues related to periodontal diseases and identify new directions for research and clinical practice in dentistry.

Keywords: periodontal disease, prevalence, prevention, diagnostic methods, clinical practice.

Введение. Заболевания пародонта представляют собой значимую проблему в области стоматологии, их актуальность обусловлена не только высокой распространенностью, но и серьезными последствиями для здоровья пациентов. Патологии пародонта, помимо физического дискомфорта, часто приводят к психологическим трудностям и значительному ухудшению качества жизни. По данным Всемирной организации здравоохранения, пародонтальные заболевания занимают второе место по распространенности после кариеса и продолжают оставаться одной из главных причин потери зубов по всему миру.

Исследования, проведенные в разных странах, показывают, что распространенность заболеваний пародонта остается высокой как в развитых, так и в развивающихся странах, что свидетельствует о неравномерности доступа к стоматологической помощи и различиях в уровне профилактических мероприятий. Проблема усугубляется тем, что в последние десятилетия наблюдается рост числа так называемых "болезней цивилизации", связанных с изменениями образа жизни, питания и экологической обстановкой. Эти факторы, в свою очередь, оказывают негативное воздействие на здоровье зубочелюстной системы.

В условиях глобализации и значительных изменений в повседневной жизни общества становится актуальным исследование причин, способствующих росту заболеваемости пародонтом, а также разработка эффективных методов диагностики и лечения. Настоящее исследование будет посвящено анализу распространенности заболеваний пародонта, факторов, влияющих на их проявление, а также оценке нормативно-правовых актов, регулирующих данную область. Это позволит не только определить основные тенденции и проблемы, но и разработать предложения для улучшения стоматологической помощи населению.

Целью данного исследования является проведение комплексного литературного обзора по заболеваниям пародонта, с акцентом на их распространенность, этиологию, клинические проявления, методы диагностики и лечения.

Материалы и методология. Для проведения данного литературного обзора использовались различные источники, включая научные статьи, исследования, обзоры, а также рекомендации профессиональных ассоциаций в области стоматологии и пародонтологии. Также были рассмотрены статьи, опубликованные в рецензируемых журналах и посвященные актуальным вопросам пародонтологии. В итоге, собранная информация позволяет оценить текущую ситуацию в области заболеваний пародонта, сформировать представление о существующих подходах к их диагностике и лечению, а также выявить направления для дальнейших исследований и практических применений.

Результаты исследования. Заболевания пародонта представляют собой актуальную проблему в области стоматологии и продолжают оставаться одной из основных причин утраты зубов. После кариеса они считаются второй по распространенности группой заболеваний в мировом масштабе. Распространенность пародонтальных заболеваний высока как в странах с развитыми экономиками, так и в развивающихся, и согласно статистическим данным, ожидается дальнейший рост их распространенности в будущем [1].

Кроме кариеса зубов, другой значимой проблемой современной стоматологии остаются заболевания пародонта. Согласно исследовательским данным, эти недуги затрагивают население по всему миру и, что особенно примечательно, наблюдается, по утверждениям ряда авторов, тенденция «омоложения» возрастных групп, подверженных данной патологии полости рта. У молодежи всё чаще регистрируются случаи потери десневого прикрепления и развития воспалительных процессов в пародонте. Данная патология способствует преждевременной утрате зубов, что, в свою очередь, негативно сказывается на критериях качества жизни, установленных Всемирной Организацией Здравоохранения [2].

Географический регион проживания, уровень социально-экономического развития, влияние окружающей среды, особенности питания, возрастные характеристики, уровень личной гигиены, наличие профессиональных вредностей, заболевания внутренних органов и доступность стоматологической помощи — все эти факторы, наряду с рядом других значимых критериев, совместно влияют на возникновение заболеваний пародонта. Современные исследования демонстрируют разнообразие в патологии пародонта, однако в совокупности они

показывают, что эта проблема представляет собой значимую медико-социальную опасность. Данные о патологии тканей пародонта также варьируются. Согласно исследованиям отдельных авторов, распространенность заболеваний пародонта среди школьников колеблется от 4,2% до 98% [2, 3].

По сведениям Т.Ф. Виноградовой (1988), в школьном возрасте заболевания тканей пародонта, диагностированные с использованием индекса РМА, наблюдаются у первоклассников в 8,3% случаев, у учащихся шестых классов – у 16%, семи – у 31%, восьмых – у 21%, девярых – у 22% и у десятых классов – у 20% детей. В общей структуре заболеваний пародонта у детей хронические катаральные гингивиты составляют 80%, гипертрофические – 10%, а пародонтиты – 10% [4].

Л.Н. Максимовская и коллеги (2000) провели обследование стоматологического статуса 600 человек в возрастных группах 12, 15 и 35-44 года (по 200 человек в каждой группе), постоянно проживающих в Ингушетии. В результате исследования выяснили, что 53% подростков в возрасте 12 лет страдают заболеваниями пародонта, из которых 51% отмечали кровоточивость десен. На 15-м году жизни распространенность заболеваний пародонта выросла до 78%, при этом у 1% обследованных были выявлены пародонтальные карманы с глубиной 4-5 мм. В возрастной группе 35-44 лет патология пародонта была зафиксирована у 92% участников (кровоточивость десен – в 33% случаев, зубной камень – в 64%, пародонтальные карманы глубиной 4-5 мм – у 12%). Авторы также отметили, что с возрастом увеличивается тяжесть заболеваний пародонта, что указывает на плотную зависимость между возрастом и ростом частоты этих заболеваний [5].

В последние годы в эпидемиологических исследованиях всё чаще используется индекс потребности в лечении заболеваний пародонта — СРІТN, предложенный Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), для унификации методических подходов. Индекс СРІТN предназначен для определенных возрастных групп населения в соответствии с классификацией ВОЗ (1980) и широко применяется в ряде стран [6], в том числе и в России [7].

П.А. Леус (1986), осуществляя обследование состояния тканей пародонта с использованием индекса СРІ у 1246 детей и подростков в 12 странах, установил наличие признаков заболеваний пародонта в 65-100% случаев. В частности, здоровый пародонт у 12-летних детей обнаруживался значительно чаще по сравнению с 15-летними [6].

Согласно данным А.М. Хамадеевой и соавт. (1988), интенсивность заболеваний пародонта, меряемая по индексу КПИ, составляет 1,4 у 6-летних, 1,9 у 12-летних, 2,4 у 15-летних и 2,6 у 18-летних. Эти данные подтверждают, что с возрастом как распространенность, так и интенсивность заболеваний пародонта неуклонно увеличиваются [8]. Исследования J.F. Beal и J.M. King (1985) показали, что 62% населения старше 16 лет страдает от гингивитов, а 27% — от пародонтитов. Нарастает тяжесть патологических изменений в тканях пародонта; при этом наблюдается снижение частоты поверхностных поражений и резкое увеличение деструктивных процессов. Так, если в возрастной группе 18-24 лет деструктивные изменения фиксируются в 6% случаев, то у лиц старше 45 лет эта цифра достигает 80% [9].

По отчету М.М. Салиховой (1990), из 240 обследованных больных лишь 4,6% проводили двукратную чистку зубов, 46,2% чистили зубы один раз в день, в основном утром перед едой, а 10,8% — один раз после еды. Полоскание полости рта после еды осуществляли 9,2%, тогда как однократная чистка зубов вечером после еды проводилась 10,0% пациентов. Практически каждый пятый больной не чистил зубы вовсе. Эти данные указывают на неудовлетворительное выполнение гигиенических требований к уходу за полостью рта [10].

При сравнении показателей интенсивности поражения тканей пародонта, определяемых по индексу СРІТN, М.Н. Мадиевой (1994) было установлено, что этот индекс зависел от метода профилактики. В первой группе пациентов среднее количество здоровых секстантов увеличилось в 1,7 раза, а во второй – в 1,1 раза после профилактических мероприятий. Вторая группа также показала незначительное увеличение среднего количества здоровых секстантов в результате проведенной санитарно-просветительской работы с обучением рациональной гигиене полости рта [11].

По данным М.Г. Шарапудиновой (2009), исследование микробиологического профиля пародонтальных карманов пациентов из различных экологических зон Республики Дагестан показало, что в ассоциациях микрофлоры среди аэробов преобладали такие виды, как *K. pneumoniae* и *S. aureus* (по 25% каждый), а также *S. saprophyticus* (15%), *S. pneumoniae*, *E. coli* и *P. aeruginosa*. Среди анаэробных микроорганизмов были выявлены *P. intermedia*, *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* и *S. Intermedius* [12].

Другие исследования, проведенные Н.В. Морозовой и ее соавторами (2009) в городе Мегионе (Ханты-Мансийский округ), свидетельствуют о том, что распространенность кариеса постоянных зубов у 1257 школьников в возрасте от 6 до 15 лет увеличивается с возрастом. В частности, в 6 лет распространенность кариеса составляла 9,5%, а к 15 годам она достигла 88%. Интенсивность кариеса по индексу КПУ также возрастала и составляла 0,14 у 6-летних и 3,0 у 15-летних [13].

Данные о высокой распространенности заболеваний пародонта в Кыргызстане также подтверждаются множеством исследований отечественных ученых. Так, согласно исследованиям Л.Б. Сабуровой (1981), значительная часть населения Кыргызстана в возрасте 35 лет и старше страдала от заболеваний пародонта и нуждалась в лечении. Распространенность этих заболеваний составила 71%. По мнению автора, одним из факторов, способствующих развитию болезней пародонта, является высокогорье и связанная с ним гипоксическая гипоксия [14].

В рамках обследования, проведенного совместно с сотрудниками Центрального научно-исследовательского института стоматологии (ЦНИИС) в различных климатогеографических зонах Кыргызстана, были выявлены особенности эпидемиологии заболеваний пародонта в зависимости от климатических и эколого-географических условий, что также подтверждает влияние факторов окружающей среды на здоровье полости рта населения.

Данное исследование подчеркивает важность учета экологических и социальных факторов при разработке стратегий профилактики и лечения стоматологических заболеваний в регион, чтобы более эффективно адресовать проблемы здоровья населения. По результатам обследования, проведенного совместно с сотрудниками ЦНИИС в различных климатогеографических зонах Киргизии по методу, разработанному ВОЗ, распространенность заболеваний пародонта в 1988 г. уже достигла 99% [15].

Исследования, проведенные Л.Б. Сабуровой, А.С. Цепелевой и соавторами в 1994 году, подтвердили высокую распространенность заболеваний пародонта, которая составила 97% [16]. В 1997 году Л.Б. Сабурова, С.М. Эргешев и соавторы выявили максимальный уровень распространенности пародонтальных заболеваний среди населения Кыргызстана, достигающий 100%.

Согласно данным С.У. Султанбаевой (1994), П.Т. Жолуевой (1999) и их соавторам, работники, находящиеся в вертикальной миграции в Кыргызстане, подвергаются еще большему воздействию экстремальных высокогорных условий, что усугубляет течение пародонтальных заболеваний [17, 18]. Исследования, проведенные Т.Т. Сельпиевым (1995) и Г.Р. Давлетовой (1996), показали, что патология пародонта особенно часто наблюдается у сельского населения (88,6–94,1 %). При этом у детей часто встречаются локализованные формы пародонтальной патологии, в то время как у взрослых преобладают генерализованные [19, 20].

Ретроспективное исследование обращаемости пациентов с заболеваниями пародонта в муниципальные стоматологические поликлиники города Бишкек в период с 2005 по 2009 год, проведенное сотрудниками кафедры терапевтической стоматологии КРСУ (В.А. Кожокеева, Т.А. Павкина), показало значительный рост числа обращений в течение рассматриваемого периода. В частности, в 2005 году этот показатель составил 9,7%, в 2006 году – 11,4%, в 2007 году – 14,3%, в 2008 году – 34%, а за девять месяцев 2009 года – 30,6%. Примечательным является тот факт, что более половины обратившихся (56%) составили женщины [21].

Эпидемиологические данные о частоте и интенсивности заболеваний пародонта у детей и взрослых, приводимые отечественными и зарубежными авторами, неоднородны и плохо сопоставимы. В нашей стране в разное время проводились эпидемиологические исследования

по заболеваниям пародонта. Если в целом рассматривать полученные результаты, то видно, что частота заболеваний пародонта достаточно высока и значима для нашего населения.

Существенную роль в развитии заболеваний пародонта у населения Республики Кыргызстана играет микрофлора полости рта и зубные отложения, что свидетельствует о низком уровне гигиенических знаний, а также низком уровне культуры [22].

По данным Г.С. Чолокова (2014), мягкий зубной налет зарегистрирован у $64,44 \pm 1,91\%$ работающих экспериментальной группы и $61,75 \pm 1,94$ работающих контрольной группы. Отложения наддесневого зубного камня диагностированы у $49,37 \pm 1,99\%$ - работающих экспериментальной группы и $26,35 \pm 1,75\%$ - работающих контрольной группы. Отложения поддесневого зубного камня диагностированы у $67,78 \pm 1,86\%$ - работающих экспериментальной группы и $22,54 \pm 1,66\%$ - работающих контрольной группы.

Гингивит встречается у $57,30 \pm 15,97\%$ обследованных, условия труда которых связаны с вредным влиянием производственных факторов, среди работающих контрольной группы гингивит регистрируется значительно реже - у $37,30 \pm 1,93\%$. Пародонтит диагностирован у $54,91 \pm 1,98\%$ обследованных экспериментальной группы, среди лиц, условия труда которых не связаны с вредным влиянием производственных факторов. Пародонтит регистрируется значительно реже - у $20,95 \pm 1,62\%$ обследованных. Пародонтоз диагностирован у $32,38 \pm 1,86\%$ обследованных экспериментальной группы, среди обследованных контрольной группы. Пародонтоз регистрируется почти в шесть раз реже - у $5,87 \pm 0,94\%$ [23].

Данные, полученные в рамках проекта «Государственная программа первичной профилактики стоматологических заболеваний среди населения Кыргызстана» в 2010 году, показали положительную тенденцию снижения распространенности поражения тканей пародонта среди детского населения за период с 1998 по 2008 год. Это снижение может быть связано с реализацией программ профилактики стоматологических заболеваний в регионах, которые в значительной степени охватывают детский контингент дошкольного и школьного возраста. В возрастных группах 12 и 15 лет количество детей со здоровыми тканями пародонта увеличилось на 14% и 16% соответственно по сравнению с 1998 годом. Однако в возрастной группе 35–44 лет распространенность заболеваний пародонта осталась высокой, превышая 80%, и процент обследованных с развитыми формами воспаления (включая пародонтальные карманы) за десятилетний период почти не изменился [24].

Заключение. Таким образом, данный литературный обзор будет способствовать углублению понимания проблематики заболеваний пародонта и выявлению новых направлений для дальнейших исследований и практической деятельности в сфере стоматологии.

1. Sheiham A., Notuveli G.S. Распространенность заболеваний пародонта в Европе // J. Periodontol. 2002. Vol. 29. P. 104–121.
2. Грудянов А.И., Фролова О.А. Основные направления научных исследований и новых методов в области пародонтологии в стране и зарубежье//Маэстро Стоматологии. – 2008. - №4. - С. 56-59.
3. Васина С.А. Клинико-лабораторное обоснование некоторых средств и методов гигиены полости рта для профилактики кариеса и гингивита у школьников: автореф. дис.... канд. мед. наук. - М., 1984. -20с.
4. Виноградова Т.Ф. Диспансеризация детей у стоматолога. - М.: Медицина, 1988. -252с.
5. Максимовская Л.Н., Кузьмина Э.М., Дахкильгов М.У., Олимпиева С.П. Распространенность и интенсивность воспалительных заболеваний пародонта у подростков и взрослого населения республики Ингушетия//Российский стоматологический журнал. – 2000. - №3. – С. 22-23.
6. Леус П.А. Комплексный пародонтальный индекс//Стоматология. - 1988. - Т.67. - №1. - С.28-29.
7. Кузьмина Э.М. Распространенность и интенсивность кариеса у населения России//Клинич. стоматология. - 1998. - № 1. - С. 36-38.
8. Хамадеева А.М. Комплексная программа профилактики кариеса зубов и болезней пародонта для населенного района крупного промышленного города: автореф. дис. ... канд.мед.наук. - М., 1988. - 21с.
9. Косенко К.М., Киселюк С.А., Чумакова Ю.Г. Распространенность и интенсивность кариеса и пародонтита в различных регионах УССР// Комп.леч. и проф. стомат. забол. - Тез.докл., 1989. - С.278-279.
10. Салихова М.М. Оценка эффективности кальцитрина в комплексе с хирургическими методами лечения больных пародонтитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - М., 1991. - 21с.

11. Мадиева М.Н. Состояние полости рта у работников стекловолоконной промышленности и нуждаемость их в стоматологической помощи: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - 14.00.21. - М., 1994. - 24 с.
12. Шарапудинова М.Г. Эффективность комплексного лечения пародонта с применением антибиотиков по результатам теста индивидуальной чувствительности микрофлоры: автореф. дис. ... канд. мед. наук. - М., 2009. - 23 с.
13. Campus G, Cagetti M, Sacco G. et al. Caries risk profiles in Sardinian schoolchildren using Cariogram // Acta Odontol Scand., 2009, v.67, No3, p. 6-52/
14. Сабурова Л.Б. Клинико-функциональные особенности течения заболеваний тканей пародонта в условиях высокогорья: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1981. 38 с.
15. Рассолова М.В., Кубрушко Т.В., Сабуров Б.А. Значение эпидемиологических исследований в профилактике кариеса зубов и болезней пародонта у подростков // Актуальные вопросы стоматологии (Тезисы 5-ой научно-практической конференции стоматологов). Фрунзе, 1988. С. 93-95.
16. Сабурова Л.Б., Цепелева А.С., Куттубаева К.Б., Кичикова Т.Д., Токтосунова З.У. Заболеваемость полости рта у служащих Сокулукского опытного хозяйства КирРНПОЖ // Лечение, реабилитация и диспансеризация стоматологических больных в условиях горного климата Кыргызской Республики. Бишкек, 1994. - С. 34-36.
17. Султанбаева С.У., Амираев У.А., Нурбаев А.Ж. Распространенность патологии пародонта, вторичных деформаций зубного ряда и прикуса у лиц с различными антропометрическими показателями в условиях высокогорья // Лечение, реабилитация и диспансеризация стоматологических больных в условиях горного климата Кыргызской Республики. Бишкек, 1994. С. 109-116.
18. Жолуева П.Т. Особенности клинического течения и лечения заболеваний твердых тканей зубов и пародонта у женщин животноводов репродуктивного возраста, работающих в ритме миграции по вертикали местности: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Бишкек, 1999. 26 с.
19. Сельпиев Т.Т. Принципы оказания стоматологической помощи населению Кыргызской Республики в условиях рыночных отношений: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Бишкек, 1995. - 26 с.
20. Давлетова Г.Р. Нормативные потребности в стоматологической помощи и особенности ортопедического лечения больных в условиях отгонного животноводства: Дисс. ... канд. мед. наук. Бишкек, 1996. - 27 с.
21. Кожокеева В.А., Павкина Т.А. Обращаемость взрослого населения с болезнями пародонта в стоматологические поликлиники г. Бишкек // Наука и новые технологии (Бишкек). 2010. №1.- С.126-129.
22. Юлдашев И.М., Парадигмы оптимизации стоматологической помощи жителям сельских регионов в контексте формирования системы общественного здравоохранения в Кыргызской Республике: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.21: 14.00.33 / И.М. Юлдашев. - Бишкек, 2007. - 37 с.
23. Чолокова Г.С. Клинико-эпидемиологическое обоснование Национальной программы профилактики стоматологических заболеваний у детей и школьников в Кыргызской Республике: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.21: 14.00.33 Г.С. Чолокова.- Бишкек, 2014.- 38 с.
24. Ешиев А.М. Современные аспекты лечения хронического генерализованного пародонтита. /А.М. Ешиев, Анзор Ибрагим уулу// Молодой ученый. - 2014. - №6. - С. 295-297.

РАЗДЕЛ XV. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Березуцкий М.А.

О распространении полеви́чки малой (*Eragrostis minor* Host) на территории Саратовской области

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-296

Аннотация

Высказывается несогласие с утверждением Э.И. Кайбелевой (2022), что полевица малая (*Eragrostis minor* Host) занесена в «Красную книгу Саратовской области». Приводятся данные о том, что это растение является массовым сорняком на территории Саратовской области и в соседних регионах. Описываются типы антропогенных местообитаний, на которых встречается данный вид. Констатируется, что данное растение никогда не включалось в «Красную книгу Саратовской области». Обсуждаются возможные причины появления ложной информации.

Ключевые слова: полевица малая, *Eragrostis minor* Host, Саратовская область, распространение.

Abstract

There is disagreement with the statement of E.I. Kaibeleva (2022) that *Eragrostis minor* Host is listed in the Red Book of the Saratov Region. There is evidence that this plant is a widespread weed in the Saratov region and in neighboring regions. The types of anthropogenic habitats in which this species occurs are described. It is stated that this plant has never been included in the Red Book of the Saratov Region. Possible reasons for the appearance of false information are discussed.

Keywords: *Eragrostis minor* Host, Saratov region, distribution.

Род полевица (*Eragrostis* Wolf, Poaceae, Magnoliophyta) насчитывает в своем составе более 350 видов, произрастающих преимущественно в субтропических и тропических регионах мира на антропогенных и засушливых местообитаниях с бедными почвами [16]. Половина видов рода встречается в Африке. Внутриродовая классификация полеви́чек находится в стадии разработки [17].

Э.И. Кайбелевой в автореферате диссертации «Дикорастущие злаки Нижнего Поволжья: способы семенной репродукции и фитоценотическая роль» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.9. Ботаника [5] в разделе «Научная новизна» утверждается, что полевица малая (*Eragrostis minor* Host) занесена в «Красную книгу Саратовской области». Эти данные представляют собой неверную информацию, так как это растение на территории Саратовской области является массовым сорняком. В связи с тем, что автореферат Э.И. Кайбелевой широко рассылался по ботаническим учреждениям и кафедрам России, ложная информация, содержащаяся в автореферате, могла создать искаженное представление у специалистов-ботаников из других городов об уровне профессионализма ботаников города Саратова и принципах отбора растений для «Красной книги Саратовской области». По этой причине считаем необходимым более детально остановиться на данном вопросе.

П. малая – однолетнее растение 10 – 50 см высотой [9]. На территории Северной Евразии п. малая является обычным сорняком, который произрастает на полях и сильно засоряет почву [12]. В Казахстане вид относится к нажировочным растениям для скота. П. малая в настоящее время активно расширяет свой ареал и в результате антропогенного воздействия заносится во многие внетропические страны обоих полушарий [14].

В степной зоне Средней России п. малая является обыкновенным видом; произрастает на обочинах дорог, в карьерах, на пустырях и железнодорожных насыпях [9]. В Среднем Поволжье п. малая активно расселяется по антропогенным местообитаниям [11]. Данный вид встречается на всей территории Нижнего Поволжья, произрастая на таких типичных антропогенных местообитаниях, как залежи, обочины дорог [13].

В соседних с Саратовской областью регионах п. малая является сорным видом, встречающимся на антропогенных местообитаниях. В Пензенской области п. малая произрастает по железнодорожным насыпям и обочинам дорог [2]. В Тамбовской области данный вид встречается на антропогенных местообитаниях, преимущественно железнодорожных насыпях, произрастает местами, но в массовых количествах [10]. В Воронежской области п. малая встречается во всех районах, часто в массе; произрастает по железнодорожным насыпям, откосам дорог [3].

П. малая широко встречается на территории Саратовской области. Здесь вид в огромных количествах произрастает на разнообразных местообитаниях, созданных человеком (особенно на насыпях железных и автомобильных дорог, в песчаных карьерах, на залежах, в населенных пунктах и т.д.). П. малая часто произрастает как сорняк на дачных и приусадебных участках в окрестностях города Саратова. Таким образом, п. малая на территории Саратовской области является массовым сорняком и, в связи с этим, не включалась ни в первое [6], ни во второе [7], ни в третье [8] издание «Красной книги Саратовской области».

Вероятно, причина появления ложной информации в автореферате Э.И. Кайбелевой заключается в том, что номенклатуру видов в своей работе она приводила не в соответствии с отечественными справочниками и монографическими обработками, а в соответствии с электронным сервисом «The World checklist of Vascular Plants». Во все три издания «Красной книги Саратовской области» включалась п. пахучая (*E. suaveolens* A. Beck. ex Claus), которая, в сервисе «The World checklist of Vascular Plants» рассматривается лишь как синоним п. малой.

В отличие от этого, подавляющим числом отечественных ботаников п. пахучая считалась и считается самостоятельным видом, отличающимся от п. малой не только по морфологическому, но и по экологическому (п. душистая произрастает на песчаном аллювии крупных рек) критериям. Н.Н. Цвелев, который являлся ведущим систематиком семейства Злаковых в мире, выделял в составе п. пахучей даже отдельные подвиды (*E. suaveolens subsp. suaveolens* и *E. suaveolens subsp. borysthenica*) [15]. П. пахучая рассматривается как самостоятельный вид в монографических обработках «Злаки СССР» [15], «Флора европейской части СССР» [14], «Флора средней полосы европейской части России» [9], «Флора Нижнего Поволжья» [13], «Конспект флоры Саратовской области» [4]. Не подвергает сомнению самостоятельность вида и систематик из Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова Ю.Е. Алексеев, изучавший флору Нижнего Поволжья и недавно составивший современный ключ для определения полевицек европейской части России [1].

Естественно, Э.И. Кайбелева имеет право придерживаться любой точки зрения на понимание объема таксонов и считать п. душистую лишь синонимом п. малой. Но в таком случае абсурдным является вынесение в качестве одного из основных достижений раздела «Научная новизна» автореферата диссертации Э.И. Кайбелевой выявление еще одного местонахождения массового на территории Саратовской области сорняка – п. малой.

Таким образом, п. малая никогда не включалась в «Красную книгу Саратовской области». В связи с этим, данные Э.И. Кайбелевой, приведенные в автореферате ее диссертации «Дикорастущие злаки Нижнего Поволжья: способы семенной репродукции и фитоценотическая роль» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.9. Ботаника [5], не соответствуют действительности и создают ложное представление о принципах отбора видов для включения список охраняемых растений Саратовской области.

1. Алексеев Ю.Е., Мавродиев Е.В. Полевичка Франка - *Eragrostis frankii* C.A. Mey. ex Steud., новый адвентивный вид во флоре Нижнего Поволжья // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2017. Т. 122. № 5. С. 60-64.
2. Васюков В.М., Саксонов С.В. Конспект флоры Пензенской области. Тольятти: Анна, 2020. 211 с.
3. Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты. Воронеж: Издательство ВГУ, 2004. 320 с.
4. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов: Издательский центр «Наука», 2008. 232 с.
5. Кайбелева Э.И. Дикорастущие злаки Нижнего Поволжья: способы семенной репродукции и фитоценотическая роль: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 1.5.9. СПб, 2022. 20 с.

6. Красная книга Саратовской области: Растения, грибы, лишайники, животные. Саратов: Детская книга, 1996. 264 с.
7. Красная книга Саратовской области: Грибы, лишайники, растения, животные. Саратов: Издательство Торгово-промышленной палаты Саратовской области, 2006. 526 с.
8. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Папирус, 2021. 496 с.
9. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: КМК, 2006. 600 с.
10. Определитель сосудистых растений Тамбовской области. Тула: Гриф и К, 2010. 350 с.
11. Сенатор С.А., Васюков В.М. Конспект чужеродных растений Среднего Поволжья // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019, Т. 13, № 4, с. 353–396.
12. Сорные растения СССР. Т. 1. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 323 с.
13. Флора Нижнего Поволжья. Том 1. М.: КМК, 2006. 435 с.
14. Цвелёв Н.Н. Сем. Poaceae – Злаки // Флора европейской части СССР. Т. 1. Л.: Наука, 1974. С. 117 – 368.
15. Цвелёв Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
16. Ingram A.L., Doyle J.J. Eragrostis (Poaceae): Monophyly and infrageneric classification // Aliso: A Journal of Systematic and Floristic Botany. 2007. Vol. 23. № 1. P. 595-604.
17. Zeid M., Echenique V., Díaz M., Pessino S., Sorrells M.E. Eragrostis // Wild crop relatives: Genomic and breeding resources: Millets and Grasses. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2010. P. 135-151.

**Думченко Н.Б., Сысоева Г.М., Симакова О.В., Даниленко Е.Д.,
Таранов О.С., Ивлева Е.К., Нечаева Е.А.**

Исследование туморогенности главного и рабочего банков культуры клеток Vero (E-6)

*ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора
(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-297

Аннотация

В связи с использованием в производстве вакцин культур клеток, имеется риск развития опухолей у реципиентов. Это связано с возможной трансформацией нормальных клеток в опухолевые в культуре, а также реактивацией опухолевых клеток, вводимых в организм пациента в составе цельноклеточной вакцины. Поэтому испытание на туморогенность – необходимый этап доклинического исследования безопасности применения клеточных линий и клеточных банков, используемых для дальнейшего производства.

В работе представлены используемые в настоящее время подходы, модели и методы исследования туморогенности *in vivo* и *in vitro*. Рассмотрены методы тестирования на животных бестимусные мыши с тяжелым комбинированным иммунодефицитом линии SCID, модели на основе органных культур и критерии оценки туморогенности.

Ключевые слова: главный банк, рабочий банк, культуры клеток, туморогенность.

Abstract

Due to the use of cell cultures in vaccine production, there is a risk of tumor development in recipients. This is due to the possible transformation of normal cells into tumor cells in the culture, as well as the reactivation of tumor cells introduced into the patient's body as part of a whole-cell vaccine. Therefore, tumorigenicity testing is a necessary stage of preclinical safety research on the use of cell lines and cell banks used for further production.

The paper presents currently used approaches, models and methods for studying tumorigenicity *in vivo* and *in vitro*. It considers methods for testing animals (SCID athymic mice with severe combined immunodeficiency), organ culture models and criteria for assessing tumorigenicity.

Keywords: main bank, working bank, cell cultures, tumorigenicity.

Согласно требованиям Государственной фармакопеи Российской Федерации и др. отечественных и зарубежных документов [1-4], клетки из главного банка клеток (ГБК) или рабочего банков клеток (РБК), размноженные *in vitro* и используемые для производства или в

качестве клеточного материала на конечном этапе производственного цикла, должны быть исследованы на туморогенность.

Туморогенность - способность спонтанно или искусственно злокачественно трансформированных клеток образовывать опухоли у чувствительных животных в месте введения. Эти опухоли возникают из инокулированного клеточного субстрата и происходят из тех же клеток, что и клеточный субстрат [2].

Для оценки туморогенной активности клеток используются две биологические системы — *in vivo* и *in vitro*.

Испытания в системе *in vivo* являются обязательными для исследования туморогенности клеточных культур. Для этих целей используют иммуносупрессированных или имеющих генетическую иммунную недостаточность животных [4]. Наиболее предпочтительными моделями для исследования являются стандартные сертифицированные животные с генетически обусловленным иммунодефицитом. Иммунодефицитные мыши биологически интактны, так как их не подвергают экзогенным иммунодепрессивным воздействиям. Вследствие этого они дают более адекватный биологический ответ относительно наличия туморогенности клеточных культур как в отношении формирования опухолевого узла, так и диссеминации процесса. Изучение туморогенности проводится на половозрелых животных [2].

Изучение туморогенности в системе *in vitro* проводится методом инвазивности в органную культуру. Исследование основано на внесении испытуемых клеток в органную культуру кожи куриного эмбриона.

Целью настоящего исследования являлась оценка туморогенности главного и рабочего банка клеточной культуры Vero (E-6).

Материалы и методы исследования

Животные. Одной из линий мышей, которые используются для тестирования туморогенности, являются бестимусные мыши с тяжелым комбинированным иммунодефицитом линии SCID (Severe Combined Immune Deficiency). Данная линия была получена в Charles River Laboratories в 2007 году путем скрещивания мышей генотипов Crl:HA-Prkdcscid и Crl:SKH1-Hrhr stocks. Животные этой линии являются гомозиготами по *Prkdcscid* и *Prhr* мутациям и характеризуется полным отсутствием шерстного покрова и низким иммунным ответом. Благодаря этим уникальным качествам, данная линия мышей во всем мире широко используется в онкологических исследованиях. Результаты исследований последних лет продемонстрировали высокую прививаемость ксенотрансплантатов опухолей на мышах линии SCID [5, 6].

В исследовании туморогенности использовали мышей иммунодефицитной линии SCID (SCID Hairless Outbred *SUO-PrkdcscidHrhr* Mouse), 45 самок возрастом (7-8) нед. с начальной массой тела (19-22) г, полученных в Центре генетических ресурсов лабораторных животных Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики СО РАН», г. Новосибирск.

Линия SCID является собственностью компании Charles River Laboratories, была поставлена в ЦКП «SPF-виварий» ФИЦ ИЦИГ СО РАН в 2011 году по договору о нераспространении, т.е. на условиях использования только на собственной площадке. В связи с этим, животные содержались в условиях SPF-вивария ФИЦ ИЦИГ СО РАН. Условия содержания: помещение с контролируемыми параметрами микроклимата (температура (22-26) °С, относительная влажность (30-60) %, световой режим свет/темнота 14 ч/10 ч). Мышей содержали в индивидуально-вентилируемых клетках по (5-6) мышей в клетке. Клетки механически и химически очищались, автоклавировались перед использованием и менялись один раз в неделю; в качестве подстилки использовали подстил Rehofix 3500, производство J. Rettenmaier and Sohne, Германия. Животные имели свободный доступ к воде и корму (производство Sniff, Германия).

Культуры клеток. Клеточная линия Vero (E-6) (клетки почки взрослой африканской зеленой мартышки). Суспензии клеток клеточной линии Vero (E-6) из главного и рабочего банка клеток были получены из лаборатории коллекции культур клеток ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Клетки для трансплантации предварительно выращивали *in vitro* в

стандартных условиях. Способ культивирования: монослойный. Культивировали в питательной среде Игла MEM - 90 %, сыворотка крови плодов коровы - 10 %. Непосредственно перед трансплантацией клетки снимали с поверхности культурального пластика раствором, содержащим 0,25 % трипсина (1/3 - 1/5) и 0,02 % версена (2/3 - 4/5), дважды отмывали в бессывороточной среде и ресуспендировали в ней для подсчета клеток: концентрация клеток $11,5 \times 10^7$ /мл, жизнеспособность 98 %.

Опухолевый штамм HeLa (карцинома шейки матки человека). Суспензия клеток клеточной линии HeLa была получена из лаборатории коллекции культур клеток ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Клетки для трансплантации предварительно выращивали *in vitro* в стандартных условиях. Способ культивирования: монослойный. Культивировали в питательной среде Игла MEM - 90 %, сыворотка крови плодов коровы - (7- 10) %. Непосредственно перед трансплантацией клетки снимали с поверхности культурального пластика раствором, содержащим 0,25 % трипсина (1/3 - 1/5) и 0,02 % раствор версена (2/3 - 4/5), дважды отмывали в бессывороточной среде и ресуспендировали в ней для подсчета клеток: концентрация клеток $11,5 \times 10^7$ /мл, жизнеспособность 98 %.

Метод изучения туморогенности. Для проверки туморогенности главного и рабочего банка клеток Vero (E-6) в сравнении с линией HeLa были сформированы 4 экспериментальные группы по 30 мышей линии SCID в каждой. Мышам первой группы вводили клетки Vero (E-6) главного банка, второй - клетки Vero (E-6) рабочего банка, третьей - клетки HeLa. Четвертую группу составляли животные, которым не вводили клеточный материал (интактные мыши), группу использовали в качестве отрицательного контроля при гистологическом исследовании. Клеточные суспензии вводили подкожно в дозе 5×10^6 клеток/мышь в объеме 100 мкл.

В течение 21 суток после введения клеток проводили наблюдение за физическим состоянием мышей, измеряли массу тела животных (1 раз в неделю), обследовали места инокуляции клеток и региональные лимфатические узлы путем пальпации. Измерение размеров формируемых опухолей производили каждые 3 суток после инъекции. Образовавшиеся опухолевые узлы измеряли (в мм) с помощью электронного микрометра МКЦ 25 (ООО НПФ «ЧИЗ», Россия) с точностью до 1 мм.

На 22 сутки наблюдения проводили эвтаназию мышей цервикальной дислокацией. Внутренние органы и места инокуляции клеток всех животных подвергались тщательному макроскопическому исследованию. Для гистологического исследования опухоли, возникшие в месте инокуляции клеток, вырезали в пределах окружающих нормальных тканей. При отсутствии опухолевого узла у мышей вырезали участки кожи с подлежащими тканями в месте введения. У интактных животных забирали участки кожи с подлежащими тканями в аналогичном месте. Помимо места инокуляции, на гистологическое исследование забирали регионарные лимфатические узлы, селезенку, печень, почки и легкие для исследования возможных микроскопических изменений тканей и метастазирования. Всего были взяты образцы от 30 животных. Образцы органов и тканей фиксировали в 4 %-ном растворе формальдегида в течение 48 ч. Обработку материала проводили по общепринятой методике: последовательное обезвоживание в спиртах возрастающей концентрации, пропитывание в смеси ксилол - парафин и заливка в парафиновые блоки. Парафиновые срезы толщиной (4-5) мкм готовили с помощью автоматического ротационного микротомы НМ - 360 (Германия), окрашивали гематоксилином и эозином. Светооптическое исследование и микрофото съемку проводили на микроскопе AxioImager Z1 (Zeiss, Германия) с использованием программного пакета AxioVision 4.8.2 (Zeiss, Германия).

Основные критерии оценки туморогенности:

1. частота развития опухолей - отношение числа животных с развившимися опухолями к общему числу животных;
2. латентный период роста опухоли - время от момента инокуляции клеток до момента появления макроскопически определяемой опухоли;
3. объем опухолевого узла;
4. наличие метастазов, подтвержденных гистологическим исследованием;
5. гистологическая структура опухолевого узла в зоне инокуляции клеток (при наличии), признаки инвазивного роста.

Изучение туморогенности в системе in vitro методом инвазивности в органную культуру.

Метод основан на внесении испытуемых клеток в органную культуру кожи куриного эмбриона и состоит из нескольких этапов:

- приготовление эмбрионального экстракта из мышечной ткани 7 сут куриных эмбрионов;
- приготовление питательной среды, состоящей из раствора Эрла, HEPES, куриного эмбрионального экстракта, сыворотки крови плода коровы, агара и антибиотиков.

Среду разливали в лунки пластиковой панели, закрывали крышкой и оставляли при температуре (20–22) °С до застывания среды. После этого в лунку со средой помещали фрагмент кожи (5–7) мм 9 - суточного куриного эмбриона. Испытуемые клеточные культуры снимали с подложки общепринятым методом, ресуспендировали в питательной среде 199, и на три кожных фрагмента наносили по 1,0 мл испытуемой клеточной суспензии в виде капли в концентрации 10⁶ кл/мл. Таким же образом на (2–3) кожных фрагмента наносили суспензию клеток HeLa (положительный контроль). В качестве отрицательного контроля оставляли (2–3) инокулированных фрагментов кожи. Панель закрывали крышкой и инкубировали в атмосфере CO₂ при температуре (36–37) °С. Через 72 ч инкубации готовили гистологические препараты фрагментов кожи толщиной по (5–7) микрон и окрашивали гематоксилин-эозином.

Основные критерии оценки:

- а) в контрольных фрагментах кожи не отмечено признаков деструкции органной культуры;
- б) в положительном контроле имеются признаки инвазии испытуемых клеток в органную культуру кожи куриного эмбриона, т.е. проникновение и распространение пролиферирующих клеток в собственно дерму.

Клетки испытуемых клеточных культур рассматривали как туморогенные, если хотя бы в одном из образцов органной культуры наблюдается инвазивный рост.

Результаты исследования

Для доказательства наличия/отсутствия туморогенности клеточных линий и биопрепаратов для клеточной и генной терапии на иммунодефицитных животных важен контроль возможности злокачественного роста, что достигается имплантацией адекватного количества адаптированных к росту *in vivo* клеток опухолей человека, таких как заведомо туморогенные клетки линии HeLa (культура клеток карциномы шейки матки человека) [7]. В ходе макро- и микроскопического исследования места введения клеточной суспензии HeLa было показано, что трансплантация клеток в дозе 5×10⁶ клеток на мышь вызывала образование опухолевых узлов у 100 % мышей. Латентный период развития опухолей составлял 5 суток.

Результаты изучения туморогенности клеток линии Vero (E-6) в сравнении с клетками HeLa

Визуальное обследование мышей показало, что в группе положительного контроля пальпируемые опухоли после подкожного введения клеток HeLa развивались на 6-е сутки после введения у 100 % животных. К концу периода наблюдения опухолевые узлы сохранялись у всех животных (рис.1). При макроскопическом обследовании мышей после эвтаназии в месте введения клеток HeLa были обнаружены опухолевые узлы, визуальных изменений внутренних органов (печень, почки, легкие, селезенка, лимфоузлы) не зарегистрировано.

В ходе визуального макроскопического и микроскопического исследования места подкожного введения суспензий клеток Vero (E-6) ГБК и РБК в дозе 5×10⁶ клеток/мышь, в отличие от клеток HeLa, не обнаружено образования опухолей в месте введения (рис. 2,3).

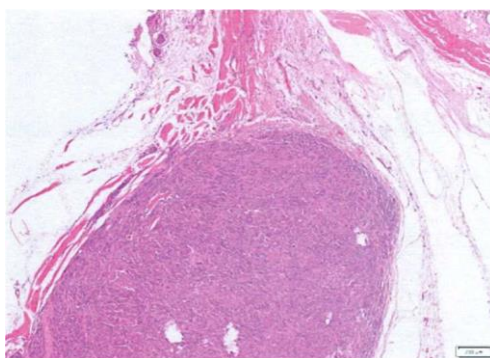


Рисунок 1. Место введения препарата. Кожа с подлежащими тканями мыши с инокулированными клетками HeLa. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200.

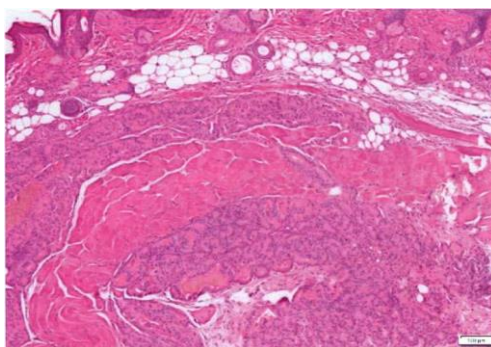


Рисунок 2. Место введения препарата. Кожа с подлежащими тканями мышцы с инокулированными клетками Vero (E-6) РБК. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100.

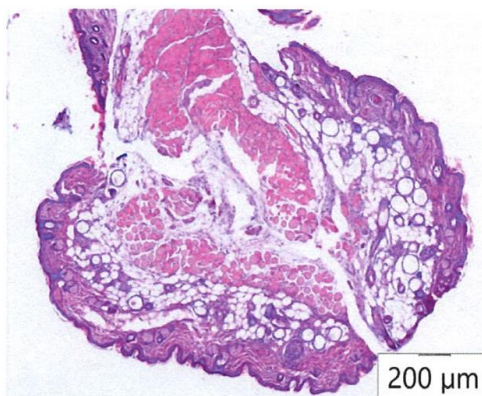


Рисунок 3. Место введения препарата. Кожа с подлежащими тканями мышцы с инокулированными клетками Vero (E-6) ГБК. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200.

Ни в одной из обследованных экспериментальных групп не выявлено атипичной ткани в образцах лимфатических узлов, легких, печени, почек, селезенки. Таким образом, в экспериментах на иммунодефицитных мышях SCID проведено изучение потенциальных туморогенных свойств клеток линии Vero (E-6), полученных из главного и рабочего банков клеток, в сравнении с клеточной линией карциномы шейки матки человека HeLa. В ходе макроскопического и гистологического исследования показано, что подкожное введение суспензии культуры клеток Vero (E-6), полученных из ГБК и РБК, в дозе 5×10^6 клеток / мышь, в отличие от клеток HeLa, не приводило к образованию опухолей в месте введения. Не обнаружено опухолевых метастазов в тканях почек, печени, легких, лимфоузлов и селезенки мышей опытной группы. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что тестируемая культура клеток Vero (E-6) не обладает туморогенной активностью.

Для оценки туморогенности методом инвазии в тканевую культуру (кожа куриных эмбрионов) гистологическими методами исследовано 3 экспериментальных группы:

1. тканевая культура, в которую были внесены клетки HeLa, заведомо обладающие онкогенными свойствами (в качестве положительного контроля);
2. тканевая культура, в которую были внесены клетки главного банка Vero (E-6);
3. тканевая культура, в которую были внесены клетки рабочего банка Vero (E-6).

Для гистологического исследования образцы кожи фиксировали в 10 % -ном растворе нейтрального формалина (ООО «Биовитрум», Россия) в течение 24 ч. Обработку материала проводили по общепринятой методике: последовательное обезвоживание в спиртах возрастающей концентрации, пропитывание в смеси ксилол - парафин и заливка в парафиновые блоки. Парафиновые срезы толщиной (4–5) мкм готовили с помощью автоматического ротационного микротомы НМ - 360 (Германия). В каждой группе исследовали 3 образца, для которых изготавливали по три гистологических препарата, сделанных с трех уровней органной

культуры. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Светооптическое исследование и микрофотосъемку проводили на микроскопе AxioImager Z1 (Zeiss, Германия) с использованием программного пакета AxioVision 4.8.2 (Zeiss, Германия).

Во всех группах исследованных органных культур, кроме группы, в которой инокулировалась культура клеток HeLa, наблюдалась нормальная гистологическая картина кожи (рис. 4, 5). Морфологических признаков деструкции ткани и опухолевого роста не выявлено. В то же время, в группе положительного контроля, в 4-х из 8 исследованных образцах наблюдалась инвазия пролиферирующих клеток в тканевую культуру кожи куриного эмбриона (рис. 6). В сосочковом и сетчатом слоях кожи обнаруживались клетки со светлой цитоплазмой и крупным ядром, наблюдались многочисленные фигуры митоза.

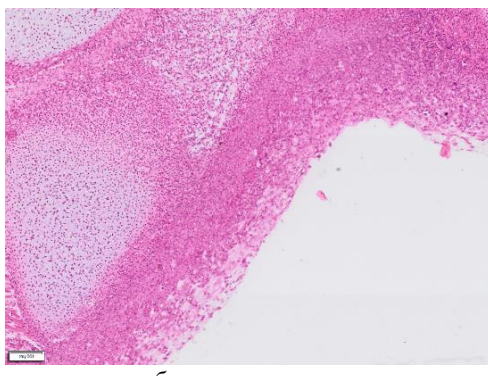


Рисунок 4. Тканевая культура, в которую были внесены клетки посевного банка Vero E6. Нормальная гистологическая структура кожи куриного эмбриона. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 200.

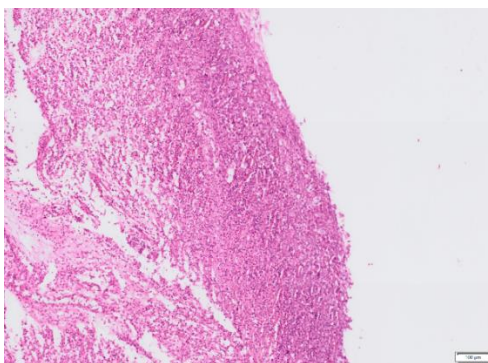


Рисунок 5. Тканевая культура, в которую были внесены клетки рабочего банка Vero E6. Нормальная гистологическая структура кожи куриного эмбриона. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 200.

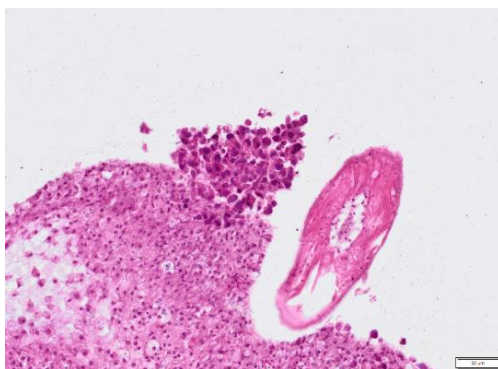


Рисунок 6. Тканевая культура, в которую были внесены клетки HeLa. Инвазия пролиферирующих клеток HeLa в сосочковый и сетчатый слой кожи куриного эмбриона (черные стрелки). Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 400.

Результаты гистологического исследования позволяют заключить, что исследованные клетки посевного и рабочего банков Vero (E-6) не обладают туморогенной потенцией.

Заключение

В экспериментах на иммунодефицитных мышах SCID и инвазии в тканевые культуры проведено изучение потенциальных туморогенных свойств клеток линии Vero (E-6), полученных из главного и рабочего банков клеток. В качестве положительного контроля была использована клеточная линия карциномы шейки матки человека HeLa.

Показано, что подкожное введение суспензии культуры клеток Vero (E-6) (ГБК и РБК) в дозе 5×10^6 клеток / мышь, в отличие от клеток HeLa, не приводило к образованию опухолей в месте введения, опухолевых метастазов в тканях почек, печени, легких, лимфоузлов и селезенки мышей.

При инокуляции клеток Vero (E-6) главного и рабочего банка в органную культуру кожи куриного эмбриона, а также в группе отрицательного контроля морфологических признаков деструкции ткани и опухолевого роста не выявлено. На основании этих данных можно заключить, что тестируемая культура клеток Vero (E-6), полученная из главного и рабочего банков клеток, не обладает туморогенной активностью.

1. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств (иммунобиологические лекарственные препараты). Часть вторая. - М.: Гриф и К, 2012. - 536 с.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. - 14 изд. - М., 2018. - Т. 2. - С. 2835-2851. [Электронный ресурс]. - URL: <https://femb.ru/record/pharmacopeia> 14.
3. Recommendations for the evaluation of animal cell cultures as substrates for the manufacture of biological medicinal products and for the characterization of cell banks. - 2013. - Annex 3, WHO Technical report series No. 978. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.who.int/publications/ni/itcm/animal-cell-culture-trs-no-978-aimex3>.
4. Михайлова Л.М., Меркулова И.Б., Ермакова Н.П., Мишин А.И., Кульбачевская Н.Ю., Бухман В.М. Методические подходы к исследованию туморогенности клеточных линий и биопрепаратов на их основе при доклинической оценке безопасности // Российский биотерапевтический журнал. - 2010. - Т. 9, № 1-2. - С.13-18.
5. Shi R., Radulovich N., Ng C., Liu N., Notsuda H., Cabanero M., Martins-Filho S.N., Raghavan V., Li Q., Mer A.S., Rosen J.C., Li M., Wang Y.H., Tamblyn L., Pham N.A., Haibe-Kains B., Liu G., Moghal N., Tsao M.S. Organoid cultures as preclinical models of non-small cell lung cancer. // Clin Cancer Res. - 2020. - V. 26, No. 5. - P. 1162-1174. doi: 10.1158/1078-0432.CCR-19-1376.
6. Okada S., Vaeteewoottacharn K., Kariya R. Application of highly immunocompromised mice for the establishment of patient-derived xenograft (PDX) models. // Cells. - 2019. - V. 8, No. 8.-P. 889-907. doi: 10.3390/cells8080889.
7. Wu C.P., Zhou L., Gong H.L., Du H.D., Tian J., Sun S, Li J.Y. Establishment and characterization of a novel HPV-negative laryngeal squamous cell carcinoma cell line, FD-LSC-1, with missense and nonsense mutations of TP53 in the DNA-binding domain // Cancer Lett. — 2014. - V. 342. No. 1. - P. 92-103. doi: 10.1016/j.canlet.2013.08.04L.

**Каримов Д.Д., Кудояров Э.Р., Гизатуллина А.А.,
Валова Я.В., Смолянкин Д.А., Хуснутдинова Н.Ю.
Влияние комплексного соединения 5-гидрокси-6-метилурацила
с янтарной кислотой на токсичность акриламида *in vitro***

*Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-298

Аннотация

В данной работе изложены результаты изучения протекторной активности нового комплексного соединения 5-гидрокси-6-триметилурацила с янтарной кислотой на культуре клеток гепатомы мыши на примере острой токсичности 10мМ раствора акриламида в культуральной среде в течение суток. Согласно полученным результатам, препараты в исследуемых дозах не обладают протекторным действием, а в дозах 142 мкМоль/л и 284 мкМоль/л усилили генотоксическое действие акриламида.

Ключевые слова: акриламид, комплексное соединение, ДНК-кометы.

Abstract

This paper presents results of new complex compound of 5-hydroxy-6-trimethyluracil with succinic acid protective activity study on mouse hepatoma cell culture by 10 mM acrylamide acute toxicity on cell culture for 24 hours. According results, drugs in studied doses do not have protective effect, and in doses of 142 $\mu\text{mol/l}$ and 284 $\mu\text{mol/l}$ they increased the genotoxic effect of acrylamide.

Keywords: acrylamide, complex compound, DNA comets.

В актуальных исследованиях [1, 2, 3] продолжается изучение защитных свойств комплексного соединения 5-гидрокси-6-метилурацила с янтарной кислотой. Исследования проводятся *in vitro* на культуре клеток гепатомы мыши. 5-гидрокси-6-метилурацил, ранее изученный как антиоксидант, антигипоксант и гепатопротектор [3], обладает защитными свойствами. Янтарная кислота, известная своей низкой токсичностью [4], демонстрирует выраженную антиоксидантную, иммуностимулирующую и адаптогенную активность.

Янтарная кислота является митохондриальным антиоксидантом [5-8], активное окисление которого поддерживает восстановленное состояние коэнзима Q, предотвращая накопление его полувосстановленной формы. Последняя является генератором супероксид-аниона [9, 10]. По антиоксидантной активности сукцинат сравним с синтетическим антиоксидантом ионолом [6].

В проведённых нами ранее исследованиях данного комплексного соединения как антигипоксического препарата показано его преимущество перед отдельными компонентами комплекса [3].

Материалы и методы. Эксперимент проведён на культуре клеток гепатомы мыши МН22А. Культивирование осуществлялось в среде Игла (IMEM) с добавлением 10% сыворотки КРС. В качестве токсиканта использован акриламид в концентрации 10 мМ [2]. Акриламид растворяли до нужной концентрации в среде Игла без добавления сыворотки, полученный раствор стерилизован фильтрованием через 0,2 мкм мембранный фильтр. Экспозиция в среде, содержащей токсикант производилась в течение суток. Для выявления протективных свойств выбрано 3 концентрации исследуемого комплексного соединения: 284 мкМоль, 568 мкМоль, 1136 мкМоль. Препарат растворяли до нужной концентрации в среде Игла без добавления сыворотки, полученный раствор стерилизован фильтрованием. Экспозиция в среде с препаратом проводилась в течении 2 часов сразу после экспозиции с токсикантом.

В качестве контрольных образцов использованы клоны той же культуры. Отрицательный контроль экспонировался в среде Игла без добавления сыворотки, в течение необходимого периода времени как в ходе воздействия токсиканта, так и в ходе воздействия исследуемого комплекса. Положительный контрольный образец подвергался такому же токсическому воздействию, как и экспериментальные группы, и после этого экспонировался в среде Игла без добавления сыворотки в течении необходимого периода времени.

Анализ генотоксичности проводился методом ДНК-комет согласно методическим рекомендациям МР 4.2.0014-10 «Оценка генотоксических свойств методом ДНК-комет *IN VITRO*» [11]. Микропрепараты исследовали под 100-кратным увеличением на флуоресцентном микроскопе Zeiss Axio Imager.D2 с камерой Axio Cam MRc5, подключенной к компьютеру для сохранения изображений. Уровень повреждений ДНК оценивали по показателю «% ДНК в «хвосте кометы». Оценку процентной доли ДНК в хвосте кометы проводили с использованием программы Casplab v.1.2.3b2. Для выявления различий был использован непараметрический критерий Краскала-Уоллиса, апостериорный анализ проводился методом Данна с поправкой на множественность сравнений FDR. Статистическая обработка результатов проводилась в среде R с использованием пакета «dunn.test» [12, 13].

Результаты. Согласно полученным результатам, препарат не способствовал снижению генотоксичности акриламида (рисунок 1).

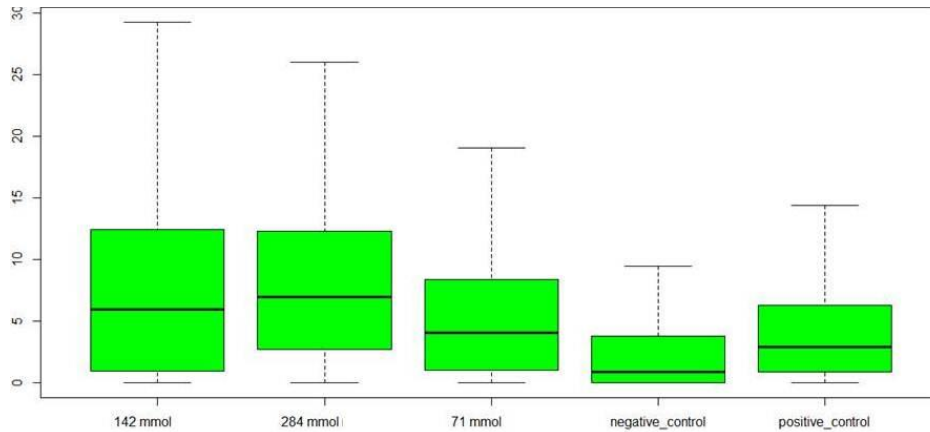


Рисунок 1. Содержание ДНК в «хвосте кометы» в образцах, подвергнутых различным исследованным воздействиям.

Среди клеток, не подвергавшейся никаким токсическим воздействиям («отрицательный контроль») в «хвосте кометы» содержалось $3.021 \pm 0.246\%$ ДНК, содержание ДНК в «хвосте кометы» у клеток, подвергнутых только воздействию акриламида («положительный контроль») составило $4.312 \pm 0.236\%$, у клеток, подвергнутых воздействию акриламида и 284 мкМоль/л препарата - $8.541 \pm 0.302\%$, 142 мкМоль/л препарата - $7.867 \pm 0.423\%$, 71 мкМоль/л препарата - $5.690 \pm 0.434\%$. При сравнении результатов с использованием непараметрического критерия Крускала-Уоллиса показано, что между образцами существуют статистически значимые различия ($W = 232.673$, $p = 0$). Апостериорный анализ с поправкой на множественность сравнений показал, что значимые различия не наблюдаются при попарном сравнении клеток, подвергнутых воздействию акриламида и 71 мкМоль/л препарата с клетками, подвергнутыми воздействию акриламида и 142 мкМоль/л ($p = 0.065$), и с положительным контролем ($p = 0.094$); различия при других попарных сравнениях групп статистически значимы ($p < 0.05$) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты анализа Крускала-Уоллиса и апостериорного попарного сравнения исследованных образцов.

Критерий Kruskal-Wallis $W = 232.6732$, $p\text{-value} = 0$				
	отрицательный контроль	284 мкМоль/л	142 мкМоль/л	71 мкМоль/л
положительный контроль	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0944
284 мкМоль/л	0.0000*		0.0075*	0.0000*
142 мкМоль/л	0.0000*	0.0075*		0.0650
71 мкМоль/л	0.0000*	0.0000*	0.0650	

Проведённый эксперимент показал, что препарат ни в одной из изученных концентраций не снижал генотоксичность акриламида. концентрации препарата 142 мкМоль/л и 284 мкМоль/л усилили генотоксическое действие акриламида. Полученный результат не согласуется с ранее проведёнными исследованиями данного комплексного соединения. Так, ранее было установлено, что препарат в дозе 50 мг/кг массы тела животного снижает генотоксические эффекты поллютантов. Однако исследованные нами концентрации значительно превышают этот порог. Так, концентрация препарата 284 мкМоль/л для культуры клеток в пересчёте примерно соответствует дозе 500 мг/кг, что превышает эффективную дозу препарата в 10 раз. Таким образом, усиление генотоксического эффекта такими большими дозами представляется вполне закономерным явлением. В то же время доза 71 мкМоль/л не

показывает значимого увеличения содержания ДНК в «хвосте кометы», маркера генетической токсичности и повреждения ДНК, хотя и наблюдается тенденция к повышению уровня генотоксичности при сочетанном действии акриламида и препарата в этой дозе.

Таким образом, исследованные дозы препарата не позволяют эффективно предупредить генотоксическое действие поллютантов, а наоборот, усиливают его.

1. Репина Э.Ф., Мышкин В.А., Каримов Д.О., Тимашева Г.В., Хуснутдинова Н.Ю., Смолянкин Д.А., Байгильдин С.С., Бакиров А.Б., Гимадиева А.Р. Антигипоксическая активность комплексного соединения оксиметилурацила с аскорбиновой кислотой //Токсикологический вестник. - №4. – 2018. – С. 20-23.
2. Каримов, Д. Д., Кудояров, Э. Р., Каримов, Д. О., Мухаммадиева, Г. Ф., Куглина, Т. Г., Валова, Я. В. Оценка генотоксичности акриламида на культуре клеток гепатоцитов мыши //Медицина труда и экология человека. – 2018. – №. 4 (16).
3. Репина Э. Ф., Гимадиева А. Р., Мустафин А. Г. и др. Комплексное соединение 5-гидрокси-6-метилурацила с янтарной кислотой и его антигипоксические свойства// Медико-биологические и нутрициологические аспекты здоровьесберегающих технологий : материалы II Международной научно-практической конференции, Кемерово, 19 ноября 2021 года. – Кемерово, 2021. – С. 53-57. – EDN JDMMON.
4. Виноградова М.В. Исследование токсичности янтарной кислоты методом биотестирования // Эффективные и безопасные лекарственные средства: мат-лы 1-го междунар. конгресса вет. фармакологов. - СПб: акад. вет. медицины, 2008. -С. 119-120.
5. Афанасьев В.В. Клиническая фармакология реамберина (очерк). Полисан, СПб., 2005; 39 с
6. Андреева Н.Н. Экспериментальные и клинические аспекты применения мексидола при гипоксии.// Мед альманах – 2009 - 4(9) – с. 193-197
7. Белоусов Ю.Б., ред. Современный подход к цитопро-текторной терапии. Методическое пособие для врачей. М., 2010; 30 с
8. Голиков А.П., Бойцов С.А., Михин В.П., Полумисков В.Ю. Свободно-радикальное окисление и сердечно-сосудистая патология: коррекция антиоксидантами.// Леч врач – 2003 - 4 – с. 34-47
9. Василев С.Ц., Сафонов А.Б. Роль янтарной кислоты в терапии митохондриальных болезней у детей. // Педиатрия – 2000 – 2 – с. 88-90
10. Розенфельд А.С., Маевский Е.И. Теоретико-методологические аспекты действия сукцината при спортивных нагрузках и гипоксии. Изд-во ГОУ ВПО « Рос. гос. проф.-пед. ун-т», Екатеринбург, 2007; 174 с
11. МР 4.2.0014-10. Оценка генотоксических свойств методом ДНК-комет in vitro. Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 15 с.
12. R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
13. Alexis Dinno (2017). dunn.test: Dunn's Test of Multiple Comparisons Using Rank Sums. R package version 1.3.5. <https://CRAN.R-project.org/package=dunn.test>

Кузнецова О.Ю., Ядрищенская Т.В.

**Возрастные изменения порогов слуховой чувствительности
с использованием тональной аудиометрии через мобильное приложение**

*Тихоокеанский государственный университет
(Россия, Хабаровск)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-299

Аннотация

В статье представлены результаты тональной аудиометрии, проведенные с использованием мобильного приложения в домашних условиях у двух возрастных групп. Установлено, что пороги слуховой чувствительности на разных частотах с возрастом имеют тенденцию к ухудшению. Особенно выраженные изменения слуха происходят в низком и высоком диапазоне частот в старшей возрастной группе. В группе молодых респондентов, не предъявляющих жалоб на слух, выявлено повышение порогов звукового восприятия на очень высоких частотах.

Ключевые слова: пороги слуховой чувствительности, возраст, тональная аудиометрия, диапазон частот.

Abstract

The article presents the results of tonal audiometry conducted using a mobile application at home in two age groups. It was found that hearing sensitivity at different frequencies tend to deteriorate with age. Particularly pronounced hearing changes occur in the low and high frequency ranges in the older age group. In the group of young respondents who do not complain of hearing, an increase in sensitivity thresholds at very high frequencies was found.

Keywords: hearing sensitivity thresholds, age, tonal audiometry, frequency range.

Слух является одной из важнейших функций, обеспечивающих возможность человека к пространственной ориентации и коммуникации. С возрастом наблюдается снижение слуховой чувствительности, что оказывает значительное влияние на качество жизни. Патологии слуховой сенсорной системы распространены по всему миру и проявляются у всех возрастных групп населения. По данным Всемирной организации здравоохранения 4–7 % населения страдает нарушениями слуховой функции. К сожалению, наблюдается тенденция к увеличению числа глухих и тугоухих людей, что связывают с распространением инфекционных заболеваний, а также с возрастающим действием шума и вибрации, с применением ототоксических лекарственных препаратов, с увеличением продолжительности жизни и возникновением у пожилых лиц явлений пресбиакузиса. По данным исследователей, около 20 % лиц старше 60 лет имеют проблемы со слухом, среди лиц старческого возраста этот показатель составляет более 30 % [3,7]. Данные о распространенности нарушений слуха в старшей возрастной группе нельзя считать полными, поскольку возрастное снижение слуха (пресбиакузис) имеет характерные особенности [6]. Следует отметить, что ухудшение слуха как приобретенного фактора все чаще отмечается среди молодых людей, моложе 30 лет. Одним из главных факторов такого состояния является чрезмерное использование наушников для прослушивания аудиоинформации с мобильных телефонов, аудиоплееров и т.п. При этом прослушивание производится на уровне звука 120 децибел и выше [1].

Целью нашего исследования явилось выявление особенностей порогов слуховой чувствительности в расширенном диапазоне частот у здоровых лиц разного возраста с использованием аудиометрии через мобильное приложение для смартфонов в домашних условиях.

Материалы и методы исследования. В процессе проведения аудиометрии было обследовано 139 человек в возрасте от 17 до 73 лет, среди них 96 % женщины и 4 % мужчины. Всем участникам объяснялись цели, задачи и суть методов исследования. Для выявления возрастных особенностей порогов слуховой чувствительности все обследованные были условно разбиты на 2 группы: 1 группа – возраст 17–35 лет (101 обследуемый) и 2 группа – 36–73 года (38 обследуемых). Средний возраст в первой группе составил – 21 год, во второй группе – 47 лет. Все обследуемые в первой группе являются студентами Тихоокеанского государственного университета очной и заочной форм обучения, не предъявляли особых жалоб на снижение слуха. Обследуемые во второй группе были выбраны случайно, из них один обращался в медицинское учреждение по поводу нарушения слуха; 6 человек имеют жалобы на периодический звон в ушах и иногда переспрашивают, при этом к медицинским специалистам не обращались.

Аудиометрическое обследование (тональная пороговая аудиометрия) производилась с использованием мобильного приложения – audiotest в домашних условиях с использованием наушников. Литературные данные показывают возможность использования приложения для проведения автоматизированной аудиометрии без специализированного аудиометрического оборудования и на достаточно высокую приближенность результатов исследования слуха с помощью мобильного приложения к результатам, полученным с помощью «золотого стандарта» – тональной пороговой аудиометрии [4]. Таким образом, аудиометрическое обследование порогов остроты слуха было проведено в группах отдельно на правое и левое ухо на девяти частотах: 125 Гц, 500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц, 4000 Гц, 8000 Гц, 12000, 16000 Гц, 20000 Гц.

Математическая и статистическая обработка данных производилась с использованием пакета программ М. Excel.

Результаты и обсуждение

Общий анализ результатов исследования тональной аудиометрии в двух возрастных группах представлен на рисунке 1.

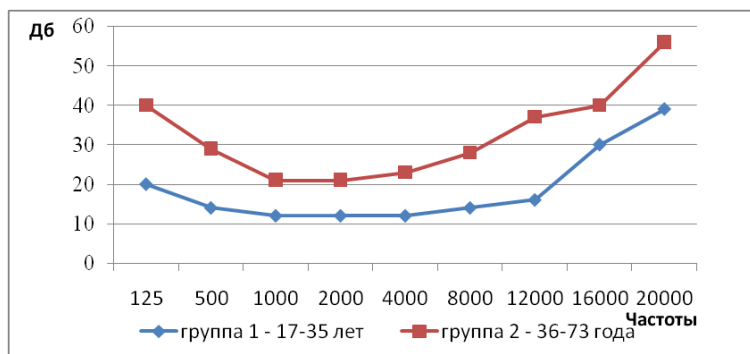


Рисунок 1. Средние пороги слуховой чувствительности в дБ на различных частотах в двух возрастных группах по данным тональной аудиометрии ($n=278$ – два уха).

На рисунке 1 показаны результаты средних значений остроты слуха обследуемых на различных частотах. Мы видим, что средние значения слуховой чувствительности в первой более молодой возрастной группе на всех частотах, кроме высоких (16000 Гц, 20000 Гц) находятся в пределах нормального уровня слышимости и значительно меньше, чем во второй старшей возрастной группе. В обеих группах наблюдается тенденция к ухудшению слуха на низких и высоких частотах и улучшение слухового восприятия на средних, речевых частотах. Сравнение средних значений порогов слуха у респондентов по двум ушам между двумя исследуемыми возрастными группами по t -критерию Стьюдента показывает по всем 9 частотам достоверный уровень значимости $p < 0,001$, что свидетельствует о том, что с возрастом происходит выраженная «потеря слуха».

Аналогичные результаты получены нами при определении коэффициента корреляции между значениями возраста в годах и показателями порогов слуха у этих обследуемых по аудиограмме на различных частотах (рисунок 2). Все полученные значения коэффициента корреляции являются достоверными при уровне значимости $p < 0,05$ ($n=278$), что свидетельствует о наличии определенной зависимости между возрастом и слуховой чувствительностью, ухудшении слуха с возрастом, явлении пресбиакузиса. Следует отметить, что увеличение взаимосвязи по коэффициенту корреляции наблюдается на частотах 8000 и 12000 Гц (рис.2).

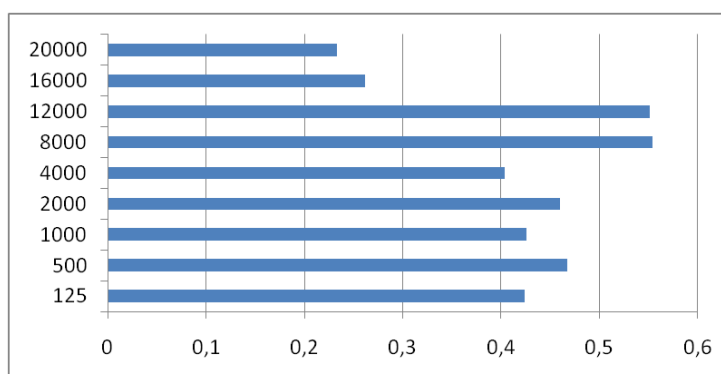


Рисунок 2. Значения коэффициента корреляции между возрастом (в годах) и значениями порогов слуха на различных частотах ($n=278$ – два уха).

С целью выяснения особенностей слуховых порогов по аудиограмме на разных частотах, мы выделили три группы: низкие частоты – 125–500 Гц, средние (речевые частоты) – 1000–4000 Гц, высокие частоты – 8000–20000 Гц. Нормальным считается слух, когда порог слухового восприятия не превышает 20 дБ. Согласно классификации используемой в России, среднюю потерю слуха определяют в диапазоне 500–4000 Гц, а по Международной классификации её устанавливают в диапазоне 500–2000 Гц [5].

Анализ снижения порогов слуховой чувствительности был проведен с учетом возрастной нормы, которая в значительной степени проявляется на высоких частотах [2]. Результаты нашего исследования показывают, что снижение порогов слуха наблюдается в большей мере на низких и высоких частотах в обеих группах (рисунок 3). Однако, в первой возрастной группе (17–35 лет) мы наблюдаем выраженное ухудшение слуха лишь на очень высоких частотах, это 40 % от всех обследованных в этой группе по двум ушам. На других частотах процент респондентов с потерей слуха составляет менее десяти, за исключением очень низких частот – 125 Гц (рисунок 3).

Иная картина наблюдается во второй возрастной группе (36–73 года). В этой группе респонденты показали значительное ухудшение слуха в сравнении с первой группой, которая прослеживается по всем частотам, но в большей степени проявляется в низком и высоком диапазоне частот (более 40–50 % обследованных) (рисунок 3). Необходимо отметить, что около 20 % респондентов во второй возрастной группе демонстрируют потери слуха и в среднем, речевом диапазоне частот. Таким образом, несмотря на отсутствие активных жалоб у большинства обследуемых в старшей возрастной группе, мы выявили по аудиограмме скрытые потери слуха у почти половины респондентов в этой группе, что является поводом отнести их к группе риска и посоветовать обратиться к специалистам для профилактики снижения слуха до возникновения клинически выраженной тугоухости.

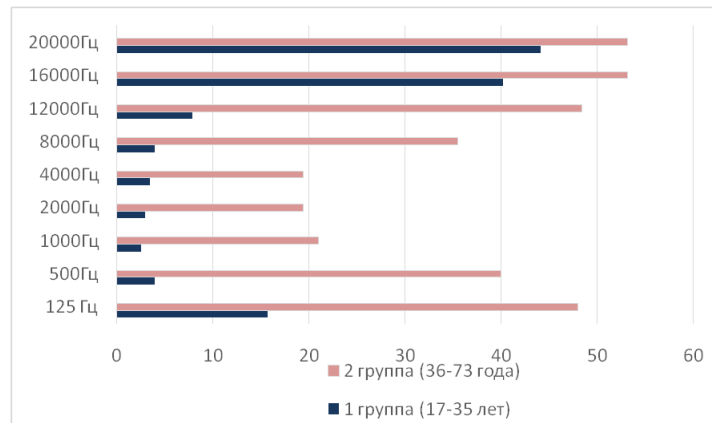


Рисунок 3. Процентное соотношение респондентов со сниженной слуховой чувствительностью в двух возрастных группах (n=278 – два уха).

Что касается респондентов в молодежной группе, то выявленная тенденция к ухудшению слуха на высоких частотах в определенной степени может свидетельствовать о начинающихся проблемах со слухом по сенсоневральному типу. Таких обследованных также можно отнести к группе риска по начинающейся тугоухости, и им было рекомендовано ограничить аудио нагрузку с использованием наушников в громком диапазоне.

Выводы. В результате исследования было установлено ухудшение слуховой чувствительности с возрастом, которое зарегистрировано с помощью тональной аудиометрии в расширенном диапазоне частот, проводимой с использованием мобильного приложения в домашних условиях, и эти результаты подтверждаются достоверными значениями коэффициента корреляции между возрастом и порогами слуха на различных частотах.

Наиболее выраженные потери слуха наблюдаются в старшей возрастной группе на высоких (более 8000 Гц) и низких частотах (менее 500 Гц). В молодежной группе у 40 % респондентов отмечается ухудшение слуховой чувствительности на высоких (16000 и 20000 Гц) частотах, что в определенной степени свидетельствует о начальных признаках сенсоневральной тугоухости. Рекомендовано для профилактики тугоухости всем респондентам со снижением слуховой чувствительности в обеих группах обращение к медицинским специалистам.

1. Абдулкеримов Х.Т. Повышенная акустическая нагрузка и ее влияние на функциональное состояние слухового анализатора молодых людей при использовании аудиоплееров / Х.Т. Абдулкеримов, К.И. Карташова, З.Х. Абдулкеримов // Таврический медико-биологический вестник. 2017. Т. 20. №3. С.13–16.
2. Айзенштадт Л.В. Оценка порогов слуха в расширенном частотном диапазоне у пациентов старшей возрастной группы / Л.В. Айзенштадт, Т.Ю. Владимирова, А.В. Куренков, А.М. Кашапова // Наука и инновации в медицине. Т.4.№ 4. 2019.С. 4–7.
3. Голованова Л.Е. Потеря слуха у взрослых в старших возрастных группах / Л.Е. Голованова, М.Ю. Бобошко, Е.А. Квасов, Е.С. Лаптева // Успехи геронтологии. Т.32(1–2).2019. С 166–173.
4. Зеленкова И. В. Применение мобильных технологий оценки слуха у детей школьного возраста: специальность 3.1.3. «Оториноларингология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Зеленкова Ирина Валерьевна; Российский университет дружбы народов. Москва, 2022. 123 с.
5. Коркмазов М.Ю., Снижение слуха – современные представления / М.Ю. Коркмазов, И.Д. Дубинец, И.Н. Скирипичников // Вестник Челябинской областной больницы. Челябинск, Изд-во «ПИРС». 2015. №1.С.21–28.
6. Кунельская Н.Л. Пресбиакузис – актуальная проблема стареющего населения / Н.Л. Кунельская, Ю.В. Левина, Е.В. Гаров и др // Вестник оториноларингологии. 2019. Т.84 (4). С.67– 71.
7. Таварткиладзе Г.А. Методики эпидемиологического исследования нарушений слуха: Метод. рекомендации (перераб. и доп.) / Г.А. Таварткиладзе, М.Е. Загорянская, М.Г. Румянцева и др. М.: Фед. агентство по здравоохран. и соц. развитию РФ, 2006.

Лин Э.Э.

Определение скорости волн мышечных сокращений и нервных импульсов на основе понятия неопределенности

Российский федеральный ядерный центр
(Россия, Саров)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-300

Аннотация

На основе понятия неопределенности выведена общая формула для скорости волны в среде с выделением энергии. Полученные оценки находятся в соответствии с экспериментальными данными для сокращений типичного миокарда и для распространения нервных импульсов в аксонах.

Ключевые слова: неопределенность, волна, скорость, мышечные сокращения, нервные импульсы.

Abstract

General formula for wave velocity in matter with energy release was deduced on the basis of uncertainty notion. Obtained evaluations are in accordance with experimental data for muscular contractions in typical myocardium and for propagation of nervous impulses in axons.

Keywords: uncertainty, wave, velocity, muscular contractions, nervous impulses.

Введение

Исследованию волн мышечных сокращений и нервных импульсов посвящено множество экспериментальных и теоретических работ, подробные обзоры результатов которых приведены в [1–6]. Установлены закономерности этих естественных явлений, определены их ключевые механизмы и основные биофизические и биохимические объекты, участвующие в

возникновении и распространении процессов переноса энергии, измерены скорости распространения. Например, в рабочем миокарде в нормальных условиях скорость распространения мышечных сокращений составляет 1 м/с, а скорость распространения нервного импульса варьируется от 0,5 м/с в наиболее тонких волокнах нервной системы (аксонах без миелиновых оболочек) до 100-120 м/с в наиболее толстых двигательных и чувствительных нервных волокнах.

Существенную роль играет квантовая природа исследуемых процессов, которая первоначально обусловлена существованием «биологического кванта энергии» – свободной энергии ΔF связей многоатомной молекулы аденозинтрифосфатной кислоты (АТФ), выделяемой при разрыве этих связей [7]. Все преобразования энергии в организмах происходят порциями, приблизительно равными величине ΔF , а миграция энергии на клеточном и молекулярном уровнях происходит путем транспорта электронов по цепи передатчиков. Возникаемый биоэлектрический потенциал приводит к повышению ионной проницаемости мембран и к усилению потоков катионов (Na^+ и Ca^{2+}) внутрь аксона и из него (K^+). Эти потоки вызывают усиление распадов молекул АТФ, что, в свою очередь, приводит к активации гликолиза (распад углеводов, сопровождающийся синтезом АТФ), тканевого дыхания, освобождению из связанных состояний биоактивных соединений (ацетилхолин, норадреналин), повышению теплопродукции аксона.

Для более подробного исследования конкретных механизмов преобразования свободной энергии молекул АТФ в работу мышечных сокращений и энергию передачи информации, для их понимания и описания требуется переход на субмолекулярный уровень с привлечением законов квантовой физики и химии. Это требует построения сложных физико-химических моделей и привлечения современных расчетных и экспериментальных методов. Вместе с тем, хорошо известно, что «при взаимодействии с внешним миром физические объекты никогда не раскрывают весь свой внутренний потенциал сложности. Соответственно, неполное или даже феноменологическое описание физических явлений или физических объектов иногда лучше отвечает и сути дела, и пониманию того, что происходит» [8].

На основе общепринятых научных представлений можно заключить, что биологическая энергия выделяется в локальных пространственных областях самоподдерживающейся волны автоколебаний в биологической среде, что приводит к формированию пульсаций на поверхности фронта волны. При мышечных сокращениях в результате механико-химического взаимодействия белков миозина с многоатомными молекулами АТФ происходит выделение энергии и образование конформационных колебаний в мышечной массе в результате изменений формы макромолекул. Возникновение и распространение нервных импульсов первоначально обусловлено ионизацией атомов натрия с созданием потенциала действия. В [5] отмечено, что «сам эффект распространения мало чувствителен к деталям процесса возбуждения, и что ответ на вопросы, связанный с распространением, можно получить при помощи весьма простых моделей, отражающих лишь общие свойства возбуждения». В рамках феноменологического описания можно полагать, что в результате электрохимических процессов в митохондриях аксонов [9] происходит вовлечение в процессы репликаций неотъемлемых компонент митохондрий – рибонуклеиновых кислот (РНК) и дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК) как переносчиков информации. В толстых аксонах рассеяние молекул в окружающую среду мало и вдоль осей возможно образование молекулярных потоков, содержащих нуклеотиды – основные строительные блоки ДНК, содержащие каждый пятичленное дезоксирибозное кольцо сахара в центре, фосфатную группу с одной стороны кольца и основание РНК с другой стороны. Эти блоки связываются в комплексы из двух пар оснований РНК – нуклеотидов «цитозин–гуанин» и «тимин–аденин», образующих сахаро-фосфатную основу нити ДНК [10]. Кроме того, в молекулярных потоках могут присутствовать короткие «затравочные» цепочки РНК из 50-100 нуклеотидов [11]. Эти цепочки обеспечивают прерывистый синтез новых цепей в месте, где расплетаются комплементарные цепи родительских ДНК. В тонких аксонах вдоль осей возможно движение цепочек длиной 0,0003 – 0,0005 мм, состоящих из 1000–1500 оснований (гены, несущие

информацию о строении белков [12]). Кроме того, вдоль осей аксонов возможно направленное движение рибонуклеопротеидных частиц (РНП-гранулы) диаметром 20 – 50 нм, которые служат для завершения образования информационной РНК [13].

В данной работе предпринята попытка определить скорости волн мышечных сокращений и нервных импульсов на основе представлений о неопределенности состояния среды в течение промежутка времени единичного акта взаимодействия объектов биологической среды на молекулярном уровне. В течение этого промежутка времени невозможно установить атомно-молекулярную конфигурацию объектов до тех пока их взаимодействие не завершится.

Метод и результаты расчетов

Согласно теореме Фурье, поведение волнового пакета любой физической природы подчиняется универсальному соотношению для полуширины ΔX волнового пакета и полуширины спектральной линии Δk (k – волновое число) [14]:

$$\Delta X \cdot \Delta k \geq 1/4\pi \quad (1)$$

Отсюда вытекает соотношение неопределенностей «координата–импульс». Для квантово-механических систем, находящихся в когерентном состоянии, произведение (1) принимает минимальное значение, соотношение неопределенностей выполняется как точное равенство и траектория процесса в фазовом пространстве является классической [15]. В случае биологической материи когерентность изначально связана с гармоническими колебаниями атомов углерода в макромолекулах аминокислот и РНК, которые участвуют в конформационных движениях реагирующей среды [16]. При этом определенная порция энергии выделяется в локальных областях волнового пакета.

Соотношение неопределенностей для координаты и импульса может быть записано в следующем виде:

$$|\Delta X| \cdot |\Delta p| = |\Delta X| \cdot m \frac{|\Delta X|}{\Delta t} = \frac{\hbar}{2} \quad (2)$$

Здесь $|\Delta p| \sim |p| = m|\Delta X|/\Delta t$ – неопределенность импульса, которая по порядку величины равна самому импульсу (взаимодействие объектов либо существует, либо его нет), m – масса рассматриваемого объекта, находящегося во фронте волны с локальной координатой X , Δt – характерный промежуток времени единичного акта взаимодействия объектов. Формально из соотношения (2) следует, что из-за стохастического характера протекания процессов в рассматриваемой системе аналитическая производная dX/dt не может быть определена:

$$\Delta X \propto \sqrt{\Delta t} \Rightarrow dX/dt = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} |\Delta X|/\Delta t \propto \lim_{\Delta t \rightarrow 0} 1/\sqrt{\Delta t} = \infty$$

Это означает, что поверхность фронта волны не является идеально гладкой и может представлять собой пульсирующую структуру. Физический смысл соотношения (2) состоит в том факте, что в течение промежутка времени Δt точная координата X фронта волны не может быть определена из-за пульсаций фронта. По правилу Гейзенберга параметр Δt может быть выражен как

$$\Delta t = \frac{\hbar}{\Delta E} \quad (3)$$

Здесь ΔE – величина кванта энергии, выделяемой в рассматриваемой волне. Переписав выражение (2) для средней по пульсациям координаты $\langle X \rangle$ поверхности фронта волны и подставив выражение (3) в это переписанное соотношение, можно вывести общую формулу для средней скорости распространения волны с выделением энергии:

$$\frac{d\langle X \rangle}{dt} \approx \left(\frac{\Delta E}{2m} \right)^{1/2} \quad (4)$$

В эту формулу входят величина биологического кванта энергии и масса объекта, на которого приходится этот квант либо в конформационных колебаниях при мышечных сокращениях, либо в процессах репликации ДНК и РНК.

При разложении АТФ выделяется приблизительно $\Delta F \approx 37$ кДж/моль [2], что, в соответствии с данными [17] для состава мышечного вещества, дает величину кванта энергии для одного белка миозина $\Delta E \approx 1.7 \times 10^{-21}$ Дж. Из формулы (4) получаем, что при массе этого белка $m = 8.3 \times 10^{-22}$ кг [18] средняя скорость волны мышечных сокращений приблизительно равна 1 м/с. Эта величина находится в соответствии с измеренной скоростью распространения сокращений в типичном миокарде [6].

При оценках скоростей нервных импульсов целесообразно полагать, что на каждый рассматриваемый объект, участвующий в переносе информации, приходится один квант энергии $\Delta E \approx 6 \times 10^{-20}$ Дж, выделяемый одной молекулой АТФ. Тогда при среднем молекулярном весе пары нуклеотидных оснований $M \approx 640$ Дальтонов [10] (атомная единица массы $m_u = 1.66 \times 10^{-27}$ кг) масса этого рассматриваемого объекта приблизительно равна $m \approx 1.1 \times 10^{-24}$ кг и средняя скорость его распространения согласно формуле (4) составляет $V \approx 170$ м/с. Данная величина может рассматриваться как верхняя теоретическая оценка скорости нервных импульсов. В случае комплекса из двух пар оснований (основа нити ДНК) масса объекта приблизительно в 2 раза больше, а его скорость в соответствии с формулой (4) составляет $V \approx 120$ м/с. Эта величина находится в соответствии со скоростью нервных импульсов в толстых аксонах кальмаров. В случае цепочек из 50–100 нуклеотидов масса объектов составляет $m \approx (2,8 - 5,6) \times 10^{-23}$ кг и по формуле (4) скорость их распространения лежит в диапазоне $V \approx 24 - 33$ м/с. Для цепочек из 1000–1500 нуклеотидов (гены) формула (4) дает диапазон $V \approx 6 - 7,4$ м/с соответственно. РНП-гранулы диаметром 20–50 нм имеют массы $m \approx (4 - 62,5) \times 10^{-21}$ кг (плотность биологического вещества составляет $\rho \approx 10^3$ кг/м³ [10]) и по формуле (4) их скорости составляют диапазон $V \approx 0,7 - 2,8$ м/с. В целом, полученный спектр скоростей нервных импульсов охватывает известный экспериментальный диапазон, указанный во Введении.

Обсуждение результатов

Формула (4), полученная на основе понятия неопределенности, дает адекватные оценки скоростей распространения волн мышечных сокращений и нервных импульсов. По-видимому, наибольший интерес представляют результаты для коротких цепочек нуклеотидов, ответственных за репликации нитей ДНК, а также для генов, несущих конкретную информацию о строении белков. Следует отметить, что предложенный феноменологический подход, в принципе, позволяет оценить скорости рассматриваемых процессов при интенсивных внешних воздействиях на биологическую систему и её локальных возбуждениях, когда величина ΔE превышает естественное значение. Например, если в результате воздействий ионизирующих излучений на мышечную массу белок миозина получит дополнительную энергию в десятую долю электронвольта, то по формуле (4) скорость волны мышечных сокращений миокарда увеличится приблизительно в 3 раза.

Заключение

На основе соотношений неопределенности выведена общая формула для скорости волн мышечных сокращений и нервных импульсов. Полученные оценки находятся в соответствии с экспериментальными данными.

1. Блюменфельд Л. А. Проблемы биологической физики. Москва, Наука. 1977.
2. Иванов И. И. Мышечное сокращение. Большая Советская Энциклопедия (БСЭ). Т. 17. С. 156-157. Москва. Советская энциклопедия. 1974.
3. Ходоров В. И. Импульс нервный. БСЭ. Т. 10. С. 166. Москва. Советская энциклопедия. 1972.
4. Обидина О. К. Физиология центральной нервной системы. Методическое пособие. Бишкек: изд-во КРСУ, 2005.
5. Маркин В. С., Пастушенко В. Ф., Чизмаджев Ю. А. // Физика нервного импульса. Успехи физических наук. 1977. Т. 123. № 2. С. 289-332.

6. Горькая А. Ю., Алексеева Е. О., Дей А. А., Климкина Т. Н. *Анатомия и физиология сердца*. Владивосток: ДВФУ. 2021.
7. Тумернан Л. А. *Биоэнергетика*. БСЭ. Т. 3. С. 376-377. Москва. Советская энциклопедия. 1970.
8. Кадомцев Б. Б. *Динамика и информация*. Успехи физических наук. 1994. Т. 164. № 5. С. 449-530.
9. Палкина Н. А. *Митохондрии*. БСЭ. Т. 16. С. 337. Москва. Советская энциклопедия. 1974.
10. Пул Ч., Оуэнс Ф. *Нанотехнологии*. Москва: Техносфера. 2007.
11. Асланян М. М. *Репликация*. БСЭ. Т. 22. С. 38-39. Москва. Советская энциклопедия. 1975.
12. Дубинин Н. П., Сойфер В. Н. *Ген*. БСЭ. Т. 6. С. 214-216. Москва. Советская энциклопедия. 1971.
13. Кикнадзе И. И. *Хромосомы*. БСЭ. Т. 28. С. 397-399. Москва. Советская энциклопедия. 1978.
14. Ферми Э. *Квантовая механика. Конспект лекций*. Москва: Мир. 1968.
15. Манько В.И. *Когерентное состояние*. Физическая энциклопедия. Т. 2. С. 392-394. Москва. Советская энциклопедия. 1990.
16. Сельков Е. Е. (ред.) *Колебательные процессы в биологических и химических системах*. Т. 2. Пушино-на-Оке. 1971.
17. Иванов И. И. *Мышцы*. БСЭ. Т. 17. С. 160-162. Москва. Советская энциклопедия. 1974.
18. *Миозин*. БСЭ. Т. 16. С. 901-902. Москва. Советская энциклопедия. 1974.

РАЗДЕЛ XVI. ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Кручинкина Т.В., Остякова М.Е.

Минеральный обмен и его нарушения у крупного рогатого скота в Амурской области

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт»
(Россия, Благовещенск)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-301

Аннотация

Амурская область является биогеохимической провинцией, с особой, только ей присущей спецификой химического состава подземных вод, горных пород, почв и растительности. Особый химический состав местных кормов неблагоприятно сказывается на здоровье животных. Под действием эндемического фактора патология обмена веществ у крупного рогатого скота занимает одно из лидирующих мест в списке болезней незаразной этиологии. В большинстве случаев нарушения выявляются при биохимическом исследовании сыворотки крови. Установлено, что у 87,3% животных гипокальциемия, нарушение соотношения макроэлементов кальция и фосфора, гипопропротеинемия у 35,0%, гипогликемия у 54,0% обследованных животных. Нарушение фосфорно-кальциевого обмена наиболее ярко выражено в хозяйствах северной зоны Амурской области (Шимановский район) по сравнению с центральной (Белогорский район) и южной зонами (Благовещенский и Тамбовский районы).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, биохимические показатели крови, нарушение минерального обмена, Амурская область.

Abstract

The Amur Region is a biogeochemical province with a special specificity of the chemical composition of underground waters, rocks, soils and vegetation. The special chemical composition of local feed has an adverse effect on the health of animals. Under the influence of the endemic factor, metabolic pathology in cattle occupies one of the leading places in the list of diseases of non-infectious etiology. In most cases, violations are detected during a biochemical study of blood serum. It was found that 87.3% of animals have hypocalcemia, a violation of the ratio of macronutrients of calcium and phosphorus, hypoproteinemia in 35.0%, hypoglycemia in 54.0% of the examined animals. The violation of phosphorus-calcium metabolism is most pronounced in the farms of the northern zone of the Amur region (Shimanovsky district), compared with the central (Belogorsky district) and southern zones (Blagoveshchensk and Tambov districts)

Keywords: cattle, blood biochemical parameters, violation of mineral metabolism, Amur region.

Под действием эндемического фактора патология обмена веществ у крупного рогатого скота в Амурской области в списке болезней незаразной этиологии занимает одно из лидирующих мест.

Нарушение обмена веществ в организме животных начинается незаметно, без характерных симптомов, и только несбалансированное кормление на протяжении длительного времени приводит к массовым заболеваниям и, как правило, имеют необратимый характер [6,10]. Среди разнообразных болезней обмена веществ важное место занимают болезни, протекающие с преимущественным нарушением минерального обмена [10].

Минеральные вещества в организме животных играют немаловажную и разнообразную роль. Они влияют на углеводный, белковый, энергетический и жировой обмены, входят в состав органических веществ, играют важную роль в построении структурных частей и тканей организма животных, участвуют в процессах обезвреживания ядовитых веществ,

поддерживают защитные функции организма, [5]. Определенный состав и баланс минеральных веществ является необходимым условием для правильного роста и развития молодого организма, что в дальнейшем необходимо для реализации генетического потенциала и функции воспроизводства [2].

Недостаток минеральных веществ способствует изменению физиолого-биохимического статуса животных, нарушению функциональных задач органов и систем, с последующим развитием различного рода заболеваний, таких как гипокальциемия, остео дистрофия, кетоз [1,4,9,11].

Сохранению здоровья и повышению продуктивности крупного рогатого скота способствует своевременное выявление метаболических нарушений.

Цель данной работы - изучить состояние минерального обмена и его нарушений у крупного рогатого скота в биогеохимической провинции Амурской области.

Материалы и методы. Работа проведена в отделе животноводства и птицеводства ДальЗНИВИ и ООО «АгроСевер 1» с. Ушакова, ООО «Север-2» с. Воскресеновка Шимановского района, ООО «Красная звезда» с. Васильевка, ООО «Колхоз Томичёвский» с. Низинное Белогорского района, ЗАО агрофирме «Партизан» с. Раздольное, ООО «Амурский партизан», с. Косицино Тамбовского района и ЗАО «Агрофирма АНК» ЖВК «МилАНКа» с. Грибское Благовещенского района Амурской области. Исследования были проведены на крупном рогатом скоте от 3 до 5 лет в период сухостоя.

О состоянии обменных процессов коров судили по содержанию общего белка (рефрактометр РЛ-2с), углеводного обмена – по содержанию глюкозы; минерального обмена – по содержанию макроэлементов: кальция, неорганического фосфора, магния (определяли при помощи диагностических наборов ВИТАЛ на биохимических анализаторах StatFax 3300 и StatFax 1904-R), ионизированный кальций определяли расчетным методом по Й. Тодорову.

Анализ цифрового материала обрабатывали с использованием стандартной программы Microsoft Excel, вычисляли среднюю арифметическую (M) и ее ошибку (m).

Результаты исследований. У крупного рогатого скота состояние минерального обмена было определено в разных биогеоценозах Амурской области, полученные данные отражены в рисунке.

У 80% коров ООО «АгроСевер 1» Шимановского района уровень общего белка в сыворотке крови находился на нижней границе физиологической нормы, а у 20% ниже физиологической нормы. Низкий уровень белка, как правило, свидетельствует о грубой алиментарной недостаточности, приводящей к нарушению функционирования всех органов и систем, на фоне которой происходит развитие системного иммунодефицитного состояния и различные дистрофические изменения в организме [7].

Также у коров установлено гипогликемическое состояние. В сыворотке крови концентрация глюкозы у некоторых коров снизилась до 1,0 ммоль/л, при норме 2,3–3,4 ммоль/л. Оптимальный уровень глюкозы в крови необходим для нормального функционирования организма, так как глюкоза является важным энергетическим материалом и снабжает энергией многие биохимические реакции, необходимые для осуществления клеточных функций.

Уровень кальция в сыворотке крови коров в среднем составил $1,99 \pm 0,12$ ммоль/л и был ниже физиологической нормы на 20,4%. В сыворотке крови коров уровень неорганического фосфора у 60% был на нижней границе физиологической нормы, а у 40% в её пределах.

Содержание ионизированного кальция в сыворотке крови коров составило 40,23% от общего кальция. Ионизированный кальций является физиологически важной фракцией и участвует в передаче нервно-мышечных импульсов, сокращении и расслаблении сердечной и скелетных мышц, процессах коагуляции, роста клеток, мембранных транспортных механизмах и ферментативных реакциях.

В процессе обмена веществ магний тесно связан с кальцием и фосфором. Принимая участие в процессах энергетического обмена в клетках, магний активирует ряд ферментов, стимулирует образование аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) – переносчика энергии в

клетках органов и тканей. Содержание магния в сыворотке крови коров было ниже физиологической границы в 1,2 раза.

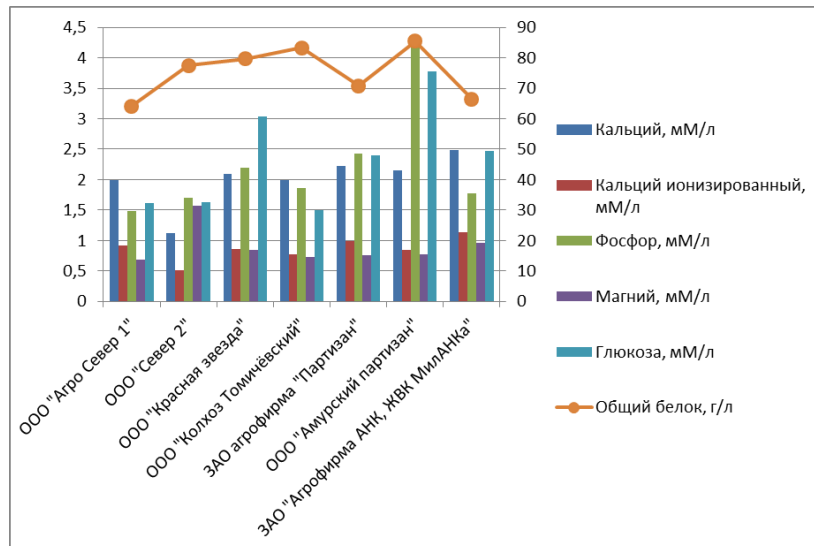


Рисунок 1. Биохимические показатели крови крупного рогатого скота в хозяйствах Амурской области, $M \pm m$, $n=10$.

У коров ООО «Север 2» Шимановского района содержание общего белка в сыворотке крови соответствовало физиологической норме, а уровень глюкозы, как и в предыдущем хозяйстве, был ниже ее границ.

Минеральный обмен характеризовался самым низким содержанием общего и ионизированного кальция по сравнению с другими обследованными хозяйствами, а содержание неорганического фосфора было в пределах нормативных показателей. Уровень магния у 70% обследованных коров был выше максимально допустимой физиологической границы.

У коров ООО «Красная звезда» Белогорского района содержание общего белка, глюкозы в сыворотке крови в среднем было в пределах физиологической нормы. Установлено снижение содержания общего и ионизированного кальция у коров, уровень неорганического фосфора был выше верхней границы физиологической нормы в 1,1 раза. Содержание магния в сыворотке крови коров было в пределах нормативных показателей.

В ООО «Колхоз Томичёвский» у 80% коров содержание общего белка было выше верхней границы физиологической нормы и в отдельных случаях доходило до 87,4 г/л. Минеральный обмен характеризовался низким содержанием магния, общего и ионизированного кальция. Содержание в сыворотке крови неорганического фосфора соответствовало физиологическим показателям. У всех коров данного хозяйства установлена гипогликемия.

В Тамбовском районе в ЗАО агрофирма «Партизан» содержание общего белка в сыворотке крови коров соответствовало физиологической норме, а у коров, принадлежащих ООО «Амурский партизан», было выше физиологической нормы. В хозяйствах Тамбовского района в сыворотке крови коров установлено низкое содержание общего и ионизированного кальция, магния и высокое содержание фосфора, в ООО «Амурский партизан» содержание фосфора было выше, чем в остальных хозяйствах и в среднем составляло $4,20 \pm 0,33$ ммоль/л, что превышало верхнюю границу физиологической нормы в 2,2 раза. Высокое содержание фосфора отрицательно сказывается на усвоении кальция в желудочно-кишечном тракте. При нехватке кальция и избытии в рационе фосфора развивается гипокальциемическое состояние.

У коров ЗАО Агрофирмы «МилАНКа» в Благовещенском районе в сыворотке крови содержание общего белка, глюкозы было в пределах физиологической нормы. Уровень общего кальция в сыворотке крови был на нижней границе физиологической нормы, содержание ионизированного кальция составляло $1,13 \pm 0,03$ ммоль/л, что выше показателей других хозяйств. Содержание магния в сыворотке крови у коров было в пределах физиологической нормы.

Нарушение минерального обмена у животных в хозяйствах Амурской области имеет массовый характер.

Основными причинами нарушений минерального обмена являются недостаток в кормах макро- и микроэлементов, таких, как Ca, P, Cu, I, Co, Zn, Mg, Fe, Sr, Ba, Se, Co, Mn, Cu, и др., изменение соотношения между ними, а также их нехватка в рационе [3]. В связи с этим корма Амурской области не обеспечивают потребности животных во многих питательных веществах и особенно в макро-и микроэлементах, что неблагоприятно сказывается на их здоровье.

Исследованиями биохимических показателей сыворотки крови крупного рогатого скота в условиях Амурской области установлено нарушение обменных процессов, что проявлялось гипопроотеинемией, диспротеинемией, гипогликемией, нарушением соотношения макроэлементов кальция и фосфора.

Заключение. В Амурской области патология обмена веществ у крупного рогатого скота регистрируется во всех исследованных районах и имеет массовый характер.

Нарушения обменных процессов проявляются гипопроотеинемией у 35% животных, гипогликемией у 54%, гипокальциемией у 87,3% обследованных животных, нарушением соотношения кальция и фосфора. Нарушение фосфорно-кальциевого обмена наиболее ярко выражено в хозяйствах северной зоны Амурской области (Шимановский район), по сравнению с центральной (Белогорский район) и южной зонами (Благовещенский и Тамбовский районы).

1. Афанасьев К. А. Несбалансированное кормление как причина нарушения минерального обмена у коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 4(150). С. 110-116.
2. Викторов П.Н., Михайлова Т.В., Хасанова С.Р. Использовать трикальцийфосфат выгодно //Животноводство России. 2002. № 9. С. 61-62.
3. Гамидов М. Г., Быстрова Е. Г. Перспективы применения местных минеральных ресурсов в животноводстве Дальнего Востока (обзор) // Успехи наук о жизни. 2009. № 1. С. 153-161.
4. Иванищева А.П., Сизова Е.А., Камирова А.М., Мусабаева Л.Л., Соловьев М.В. Макро- и микроэлементы в питании животных: многообразие веществ и форм //Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 2. С. 85-111.
5. Кононский А.И. Биохимия животных. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1992. –525с.
6. Остякова М.Е. Болезни обмена веществ крупного рогатого скота, связанные с неполноценным кормлением //Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2017. № 2. С. 22-25.
7. Суворов Б.В., Савинков А.В. Влияние препарата Силимикс на показатели белкового обмена коров в период поздней стельности / Б.В. Суворов, // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в аграрную науку»: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. 2016. С. 290–291.
8. Требухов А.В. Особенности нарушения обмена веществ у высокопродуктивных коров в биогеохимической провинции Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 8(166). С. 95-99.
9. Тюренкова Е.Н., Мороз М.Т., Олексиевич Е.А. Основные нарушения обмена веществ высокопродуктивных молочных коров - СПб.: ООО «РЦ ПЛИНОР», 2013. – 84 с.
10. Эленшлегер, А. А., Афанасьев К.А. К проблеме нарушения минерального обмена веществ у коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 3(149). С. 143-148.
11. Tufarelli V., Puvaca N., Glamočić D., Pugliese G., Colonna M.A. The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period //Animals. 2024. Vol.14. №. 5. Pp. 816.

**Логинова Ю.Г., Иляхин Н.В., Мальцева О.Е., Плешакова И.Н.
История возникновения породы такса и её разновидностей**

*ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ»
(Россия, Барнаул)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-302

Аннотация

Такса – одна из древнейших охотничьих пород собак, тесно связанных с жизнью и деятельностью германских племен. Появление коротконогих собак обусловлено географическими условиями: густыми, труднопроходимыми лесами и большим количеством рек, ручьев и болот. Таксы стали востребованы в удобной пешей охоте на бобров, лисиц и барсуков.

Целью исследования является изучение истории возникновения собак породы такса и влияние селекции на стандарт породы.

Ключевые слова: собака, такса, разведение, история породы такса, стандарт породы.

Abstract

The dachshund is one of the oldest hunting dog breeds closely associated with the life and activities of the Germanic tribes. The appearance of short-legged dogs is due to geographical conditions: dense, impenetrable forests and a large number of rivers, streams and swamps. Dachshunds have become in demand in convenient walking hunting for beavers, foxes and badgers. The purpose of the study is to study the history of the emergence of Dachshund dogs and the influence of breeding on the breed standard.

Keywords: dog, dachshund, breeding, history of the dachshund breed, breed standard.

Такса – одна из стариннейших пород с богатой и насыщенной событиями историей, которую разводят для спортивно-охотничьих, выставочных целей, а также для использования в качестве собак-компаньонов. В России сосредоточено очень сильное рабочее поголовье породы. В рамках одного стандарта у породы такса выделяют 3 разновидности по шерсти: гладкошерстная, длинношерстная и жесткошерстная [1]. Каждая из них разводится в трех вариантах по размеру: стандартные, миниатюрные и кроличьи таксы.

Гладкошерстная такса должна сочетать тип, костность, достаточную массу и хорошую оброслость по всему телу с характерным темпераментом. Гладкошерстная такса является исходной формой в истории породы, которую использовали в заводском разведении всех такс.

Чтобы получить барсучью собаку с более теплой, удлиненной шерстью гладкую таксу скрещивали с представителями других пород с длинной шерстью, такие как - немецкая перепелиная собака (вахтельхунд), легавая и спаниели. Также пытались приливать кровь кровяной гончей и пуделей, но у них есть недостаток, заключающийся в том, что при работе в норе в шерсть набивается земля, которую очень сложно вычищать. С самого начала заводчики придерживались правила: длинношерстная такса – устойчивая разновидность гладкошерстной и отличается от нее только мягкой шелковистой рубашкой. Длинношерстная такса обладает типом шерсти, свойственный сеттерам. Покровный волос у этих собак длинный, мягкий, шелковистый, блестящий, прямой, плотно прилегающий: имеет разную длину на разных участках тела. Подшерсток не столь густой, как у жесткошерстной таксы [2].

Возникновение **жесткошерстной таксы** произошло благодаря намерению селекционеров создать маленькую приземистую охотничью собаку с жесткой шерстью, не зависящую от капризов погоды, и главное, специально приспособленную для тех видов охоты, которые практикуются в Германии.

На рисунке 1 представлены фото некоторых пород такс.



Рисунок 1. Породы такс: а - длинношерстная такса, б - немецкая перепелиная собака (вахтельхунд), в - легавая, г - жесткошерстная такса, д - вюртембергский жесткошерстный пинчер, е - денди-динмонт терьер, ж - скай-терьер.

Начало формирования разновидности относится к 1880-м годам. В разных регионах Германии экспериментировали со «своими» породами: денди-динмонт-терьер, скай-терьер (породы британского происхождения), вюртембергский жесткошерстный пинчер, жесткошерстный бракк, длинношерстная такса. Недостаток экстерьера и рабочих качеств селекционеры устраняли путем постоянных спариваний с изначальной формой – гладкошерстной таксой. Главной проблемой при разведении жесткошерстных такс, как и в прошлом, остается шерсть. Среди этой разновидности гораздо чаще выщипываются гладкошерстные щенки, чем у длинношерстных такс. Немецкие селекционеры считают жесткошерстную таксу наиболее сложной для разведения [3].

Немецкие селекционеры предъявляли два требования к экстерьеру таксы: правильное крепкое «таксячье» телосложение и плотно прилегающая жесткая рубашка. Окрасу не придавали особого значения. В разновидности было и остается множество окрасов, полученных от гладкошерстных такс и от инородных предков и ставшие для разновидности характерными. Окрас «перец с солью» жесткошерстные таксы получили от пинчеров и от денди-динмонт-терьера, «кабаний» окрас от бракков. Эти окрасы нередко сопровождаются более жестким покровом волос и лучше выраженным подшерстком [4].

Жесткий, толстый, упругий покровный волос, под которым находится густой, мягкий и плотный подшерсток – отличительная черта только этой разновидности. Наиболее развит покровный волос на шее, вдоль верхней части корпуса, на хвосте, в меньшей степени – по бокам. Наиболее короткий волос на черепной части головы и ушах, наиболее длинный на морде, где он формирует усы, бороду, а над глазами – кустистые брови. Жесткошерстная такса обладает, в сравнении с другими разновидностями, наиболее практичной для охоты рубашкой. Такая рубашка обладает водоотталкивающими свойствами и хорошо греет собаку. Они не склонны к неврастеническим реакциям, что сегодня можно наблюдать у гладкошерстных такс, или робости, проявляемой нередко длинношерстными.

Чтобы вывести породы меньшего размера, чем стандартная такса, изначально начали скрещивать маленьких представителей такс с иными мелкими породами. В ходе такой селекции таксы стали очень сильно терять экстерьер и рабочие повадки. В связи с чем, селекция была направлена на тщательный отбор рабочих производителей, дающих потомство мельче себя, и последующий подбор пар по признаку размера и наличия охотничьих качеств. Первые миниатюрные таксы были получены от родителей стандартного размера. Кроличьи таксы происходили от миниатюрных. Заводчики осуществляли постоянный отбор по признаку мелкого размера для закрепления признака в последующих поколениях и превращения его в наследственный фактор. Так, в настоящее время таксы разделяются по размеру по обхвату груди: кроличья такса – суки от 25 до 30 см, кобели от 27 до 32 см; миниатюрная такса – суки от 30 до 35 см, кобели от 32 до 37 см; стандартная такса – суки от 35 до 45 см, кобели от 37 до 47 см.

Распределение по обхвату груди обуславливается использование породы преимущественно для норной охоты. Отнесение к той или иной разновидности проводится на выставках и племенных смотрах при достижении собакам 15 месяцев. Во многих странах допускается разведение внутри разновидностей по шерсти и с близкими по размеру [5].

Таким образом, с помощью кропотливой работы селекционеров из исходной породы были выведены еще 8 других пород с иными характеристиками для улучшения качества селекционно-племенной работы. Несмотря на принадлежность к одной группе, все породы такс отличаются друг от друга темпераментом, типом шерсти, общим внешним видом и другими важными селекционными признаками. Цель разведения данных пород на сегодняшний день состоит в поддержании характерных качеств стандарта такими какие они были заложены исторически селекционерами.

1. FCI Standard No. 148. Dachshund (Dachshund). Introduction.14.03.2022. Translation of the RCF from 11/25/2022. -10 p.
2. Муромцева М.А. Таксы. Энциклопедия/ М.А. Муромцева, В.В. Бедель, Н.Б. Шестакова и др.- М.: Жизнь, 2009.- 416 с.
3. Блохин И. Г. Охотничье собаководство/ И.Г. Блохин, Т.В. Блохина. - СПб.: Лань, 2024.-296 с.
4. Дубров М. Такса.- М.: Центрполиграф, 2005.-143 с.
5. Семенченко С. В. Породы охотничьих собак: справочное пособие / С.В. Семенченко, И.В. Засемчук.- Донской государственный аграрный университет.-2021.-154с.

Логинова Ю.Г., Иляхин Н.В., Мальцева О.Е., Плешакова И.Н.

Прионные заболевания животных и взаимодействие ветеринарного врача с патогенами

ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ»

(Россия, Барнаул)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-303

Аннотация

Прионы и прионные заболевания — это сложная и малоизученная область молекулярной биологии и медицины. Прионы — это аномальные протеиновые структуры, которые могут быть причиной различных нейродегенеративных заболеваний у животных и человека. Усиление научного интереса к исследованию и пониманию прионов и прионных заболеваний произошло после открытия их связи с такими опасными и пока неизлечимыми болезнями, как Крейтцфельда-Якоба, коровье бешенство и другие.

Целью исследований является изучение прионных заболеваний среди широкой аудитории, а также привлечение внимания к необходимости продолжения научных исследований в этой области.

Ключевые слова: прионы, прионные заболевания, ветеринарный врач, инфекция, паразиты, куру, фатальная семейная бессонница, губчатая энцефалопатия.

Abstract

Prions and prion diseases are a complex and poorly understood field of molecular biology and medicine. Prions are abnormal protein structures that can be the cause of various neurodegenerative diseases in animals and humans. Increased scientific interest in the study and understanding of prions and prion diseases occurred after the discovery of their connection with such dangerous and so far incurable diseases as Creutzfeldt-Jakob disease, mad cow disease and others.

The aim of my project is to expand knowledge about prions and prion diseases among a wide audience, as well as to draw attention to the need to continue scientific research in this area.

Keywords: prions, prion diseases, veterinarian, infection, parasites, kuru, Fatal familial insomnia, spongiform encephalopathy.

Прионы представляют собой белки с аномальной третичной структурой. Прионы способны увеличивать свою численность, используя функции живых клеток, катализировать гомологичный ему нормальный белок в себе подобный (прион). Появившиеся в результате такого перехода прионы могут в свою очередь перестраивать новые молекулы белка; таким образом, запускается цепная реакция, в ходе которой образуется огромное количество неправильно свёрнутых молекул [1].

В некоторых случаях накопление патологического прионного белка связано с наследственными генетическими нарушениями, и известно около 30 таких вариантов, которые изменяют его структуру. Прионные болезни могут быть инфекционного характера, что означает, что патологический белок может попадать в организм человека извне, например, через пересадку органов или нейрохирургические операции. Прионы обладают высокой устойчивостью к стерилизации, и существует риск заражения при употреблении мяса зараженных коров.

Хотя некоторые прионные заболевания являются инфекционными, прионы отличаются от других инфекционных агентов тем, что не содержат нуклеиновых кислот (ДНК или РНК), что усложняет их изучение. Накопление патологического белка приводит к разрушению нервных клеток, и около 85% пациентов умирают в течение года после появления первых симптомов. Прионная форма белка очень стабильна, накапливается в пораженной ткани и вызывает её повреждение, что делает трудным уничтожение или сдерживание роста прионов. Прионы вызывают заболевания — трансмиссивные губчатые энцефалопатии (ТГЭ) у различных млекопитающих, в том числе губчатую энцефалопатию крупного рогатого скота «коровье бешенство» (табл.1). Все известные прионные заболевания поражают головной мозг и другие нервные ткани, в настоящее время неизлечимы и в конечном итоге смертельны. Симптомы включают конвульсии, деменцию, атаксию и изменения в поведении и личности [2].

Таблица 1

Заболевания, вызываемые прионной инфекцией.

<i>Поражаемые животные:</i>	<i>Заболевания:</i>
<i>Овцы, козы</i>	<i>Скрепи</i>
<i>Норки</i>	<i>Трансмиссивная энцефалопатия норок</i>
<i>Коровы</i>	<i>Коровье бешенство</i>
<i>Лоси, олени</i>	<i>Хроническая слабость</i>
<i>Антилопы (ньяла, куду)</i>	<i>Губчатая энцефалопатия экзотических копытных</i>
<i>Страус</i>	<i>Губчатая энцефалопатия</i>
<i>Кошки</i>	<i>Губчатая энцефалопатия кошачьих</i>

Инфекционные прионные заболевания являются редкими и могут передаваться как от человека к человеку, так и от животных к людям. Передача может происходить через пересадку органов и тканей, использование загрязненных хирургических инструментов, реже — при переливании крови или каннибализме (например, в случае с куру). Также заражение возможно при употреблении мяса инфицированных животных. Прионные болезни могут поражать овец, коз, крупный рогатый скот, лосей, оленей, норок и кошек. В зависимости от заболевания они могут передаваться от одного вида другому, когда животные: поедают инфицированных животных, контактируют с жидкостями или испражнениями инфицированных животных, контактируют со сточными водами, которые загрязнены инфицированными животными, находятся в одном стойле с инфицированными животными [3].

К сожалению, на сегодняшний день диагностика прионных болезней возможна только после появления клинических симптомов, когда заболевание уже достаточно прогрессировало. Раннее выявление этих патологий невозможно, и схема диагностики прионных болезней еще не окончательно разработана.

Существует несколько основных диагностик для определения прионных заболеваний: лабораторная диагностика (исследование состава спинномозговой жидкости, выявление в крови патологического прионного белка, генетические исследования); инструментальная диагностика (электроэнцефалография (ЭЭГ), магнитно-резонансная и компьютерная томография (МРТ и КТ)).

Лечение прионных заболеваний в основном симптоматическое. Для мышей была разработана вакцина, которая может стать основой для создания вакцины для человека. В 2006 году учёные создали корову, лишённую гена, необходимого для образования прионов, что теоретически даёт ей иммунитет к ТГЭ. Также с помощью компьютерного моделирования были найдены соединения, способные действовать как лекарства против прионов, одно из которых стабилизирует их структуру. В 2011 году выяснили, что прионы могут разлагаться лишайниками.

К профилактике относят: контроль качества мясных продуктов, использование исключительно стерильных (в определенных случаях – еще и одноразовых) хирургических инструментов, применение индивидуальных средств защиты, медики, контактирующие с биологическими жидкостями и тканями больных с подозрением на заболевание, должны работать в перчатках, избегать контакта зараженного материала со слизистыми оболочками, заражение можно предупредить, соблюдая меры предосторожности при работе с инфицированными тканями, недопущение завоза из неблагополучных зон или стран племенного скота, мяса, консервов, субпродуктов и полуфабрикатов, мясокостной муки, спермы, эмбрионов, технического жира, кишечного сырья и других продуктов и кормов животного происхождения от жвачных, тщательный контроль за закупками племенного скота и биологических тканей, особенно из неблагополучных стран, запрет скармливания жвачным животным мясокостной и костной муки от крупного рогатого скота и овец [4,5].

Действия ветеринарного врача. До смерти животного можно лишь подозревать наличие патологии, а окончательный диагноз ставится на основании вскрытия, результаты которого могут быть неспецифичными. Если есть уверенность в патологии до смерти, можно рассмотреть возможность убоя и утилизации туши. При любых подозрениях следует

информировать государственную ветеринарную службу региона. Зараженное животное и прилегающая к нему территория должны быть изолированы и помещены в временный карантин.

Таким образом, прионные заболевания подчеркивают важность дальнейших исследований в области молекулярной биологии и эпидемиологии, чтобы лучше понять механизмы их возникновения и распространения, а также разработать новые подходы к диагностике, лечению. И необходимо подметить важность распространения информации о патогенах среди широкой публики. Ключевыми аспектами прионных заболеваний являются их устойчивость к обычным методам дезинфекции и отсутствие эффективных методов лечения. Профилактика и контроль инфекций остаются важными задачами, особенно в контексте зоонозов и передачи прионов через пищевые продукты.

1. Прионные болезни [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://helix.ru/kb/item/1097>.-20.09.2024 г.
2. Прионные заболевания человека: современные аспекты [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2018/6/1199772982018061088>.-20.09.2024 г.
3. Обзор прионных заболеваний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.msmanuals.com/ru>.-20.09.2024 г.
4. Зуев В.А. Медленные вирусные инфекции человека и животных.- М.: Медицина, 1988.-250 с.
5. Зуев В.А. Прионные болезни человека и животных. Руководство для врачей / В.А. Зуев, И.А. Завалишин, В.М. Ройхель.- М.: Медицина, 1999.-190 с.

РАЗДЕЛ XVII. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Макарцева М.Г., Митишев А.В.

Перспективные антибактериальные соединения растительного происхождения для профилактики и лечения заболеваний пародонта

Пензенский государственный университет
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-304

Аннотация

Инфекционные заболевания пародонта взаимосвязаны с микробиотой ротовой полости и возникают при ее сдвиге в сторону грамотрицательных анаэробных бактерий. В настоящее время в стоматологии используется ограниченное количество противомикробных препаратов. Это связано с распространением воспалительных заболеваний полости рта, растущей устойчивости бактерий к антибиотикам. В связи со сложившейся ситуацией необходимо найти надежные, эффективные и экономически доступные лекарственные средства для профилактики и лечения заболеваний пародонта. В статье представлена обобщенная информация о биологически активных соединениях растительного происхождения, которые могут быть использованы при заболевании пародонта, уменьшая образование зубных биопленок и бляшек, предотвращая размножение патогенов и подавляя адгезию бактерий.

Ключевые слова: фитотерапия, растительные экстракты, антимикробное действие, заболевания пародонта.

Abstract

Infectious periodontal diseases are interconnected with the microbiota of the oral cavity and occur when it shifts towards gram-negative anaerobic bacteria. Currently, a limited number of antimicrobial drugs are used in dentistry. This is due to the spread of inflammatory diseases of the oral cavity, the growing resistance of bacteria to antibiotics. Due to the current situation, it is necessary to find reliable, effective and economically affordable medicines for the prevention and treatment of periodontal diseases. The article provides generalized information on biologically active compounds of plant origin that can be used in periodontal disease, reducing the formation of dental biofilms and plaques, preventing the proliferation of pathogens and suppressing bacterial adhesion.

Keywords: herbal medicine, plant extracts, antimicrobial action, periodontal diseases.

Одним из наиболее распространенных воспалительно-деструктивных заболеваний, поражающих зубы, а также костную ткань, периодонтальные связки и цементное вещество корня зуба, является пародонтит [1]. При отсутствии лечения пародонтит распространяется от десен на более глубокие ткани, изменяя структуру кости и разрушая соединительнотканное прикрепление, что приводит к разрушению альвеолярной кости и, в конечном счете, к потере зуба [2]. Среди взрослого населения значительно распространены заболевания пародонта, особенно в его легких и среднетяжелых формах. Частота возникновения тяжелой формы увеличивается с возрастом, особенно между 30-40 годами [3]. Основной причиной возникновения заболевания является преобладание патогенных микроорганизмов, таких как: *T. denticola*, *P. gingivalis* и *T. Forsythia*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* [4]. Лекарственные растения содержат множество биологически активных соединений, которые могут быть использованы в терапии инфекционно-воспалительных заболеваний ротовой полости, но в отличие от синтетических препаратов являются более безопасными [5]. Они обладают противовоспалительными, антиоксидантными, антибактериальными, регенерирующими эффектами [6].

Перспективные противомикробные соединения растительного происхождения можно разделить на четыре основных класса в зависимости от их химической структуры: терпеноиды, азотсодержащие соединения, серосодержащие и фенольные соединения [7].

Было установлено, что дитерпеноиды эффективно подавляли рост таких штаммов, как *S. mutans*, *S. salivarius*, *S. mitis* и *L. casei*, кроме того они способны усиливать действие синтетических антимикробных препаратов [8]. Противомикробный эффект дитерпенов осуществляется за счет повышения проницаемости клеточных стенок патогенных микроорганизмов [9].

Экспериментально доказано, что борнеол, тимол, цитраль и γ -терпинен, выделенные из эфирных масел, оказывали противовирусное действие в отношении вируса простого герпеса 1 типа подобно ацикловиру. Данные соединения подавляли рост штаммов, устойчивых к ацикловиру, благодаря способности нарушать процесс адсорбции, а также инактивировать вирус, проникший в клетку [10].

Другой класс, полифенольных соединений – флавоноиды, такие как рутин, кверцетин, витексин и т.д., оказывали мощный антиоксидантный эффект [11]. Растительные экстракты, богатые флавоноидами, обладают антибактериальной активностью в отношении широкого спектра микроорганизмов. Были проведены исследования *in vitro*, подтверждающие антибактериальную активность апигенина, галангина, флаванолов и халконов в отношении *S. mutans*, *S. sobrinus*, *P. gingivalis* [12]. Механизм противомикробного действия обусловлен их способностью ингибировать адгезию микроорганизмов, ферменты и транспортные белки клеточной стенки, а также вызывать ее лизис [13]. Помимо антибактериального эффекта, флавоноиды проявляют также противовирусную активность. Механизм противовирусного действия: ингибирование вирусной полимеразы и связывание вирусной нуклеиновой кислоты или белков вирусного капсида [14].

Флавоноиды проявляют противовоспалительную активность за счет ингибирования фосфолипазы А₂, циклооксигеназы и липоксигеназы, что приводит к снижению концентрации медиаторов воспаления: простагландинов, простациклинов, тромбоксана А₂ и лейкотриенов. Другой механизм действия связан с подавлением высвобождения гистамина, фосфодиэстеразы, протеинкиназ и активации транскриптазы [15].

При исследовании остеогенеза было отмечено повышение пролиферации и дифференцировки человеческих остеобластоподобных клеток MG-63 при применении экстракта содержащего рутин. К тому же происходило увеличение активности экспрессии коллагена I типа, щелочной фосфатазы и степени минерализации [16]. Аналогичные эффекты были отмечены в испытаниях на крысах с клетками остеобластов альвеолярной кости [17]. Рутин замедлял резорбцию и повышал активность остеобластов, уменьшал активные формы кислорода и TNF-альфа, ингибировал активацию NF- κ B, тем самым угнетая образование остеокластов [18].

Полифенольное соединение куркумин обладает противовоспалительной активностью и снижает риск кровоточивости десен [19]. В исследованиях *in vivo* Curylofo-Zotti (2018) было подтверждено, что куркумин эффективно снижал количество остеокластов в альвеолярной кости, а также количество апоптотических клеток в тканях десен [20]. В эксперименте de Almeida Brandão et al. (2019) было доказано, что незначительные дозы куркумина, принимаемого перорально, снижали экспрессию воспалительных генов и фагоцитоз макрофагов [21].

В исследовании CirKovic Velickovic T.D. (2018) указано, что берберин эффективно подавлял рост штаммов *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* и *Porphyromonas gingivalis* за счет угнетения коллагеназы [22]. Берберин также обладает противовоспалительными

свойствами, уменьшая воспалительную реакцию за счет активации пути АМР-активируемой протеинкиназы в макрофагах. Он также подавляет экспрессию нескольких провоспалительных генов, таких как TNF- α , IL-1 β , IL-6, моноцитарный хемоаттрактантный протеин-1, циклооксигеназа-2 и индуцируемая синтаза оксида азота. Это подтверждается в исследованиях *in vitro* и *in vivo* [23].

Yitong Liu и др. (2021) в исследовании *in vivo* доказали, что алкалоид Литкубанин А проявляет значительную активность в ингибировании хемотаксиса нейтрофилов и экспрессии генов CYBB и NCF2, связанных с респираторным взрывом нейтрофилов и воспалением, что приводило к снижению потери костной массы при пародонтите [24].

Экстракты с высоким содержанием алкалоидов проявляли противовирусную активность в отношении вируса простого герпеса, гепатита А, В, С, D, а также стимулировали выработку интерферонов, повышали активность макрофагов, что в сумме оказывает мощный противовирусный эффект [25].

Основные фитохимические соединения, обладающие антибактериальной активностью и предотвращающие воспалительные процессы пародонта, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Биологически активные соединения растительного происхождения, применяемые в стоматологии.

<i>Природные соединения</i>	<i>Спектр действия</i>	<i>Источник литературы</i>
<i>α-туйон и β-туйон</i>	<i>S. mutans, L. rhamnosus, A. viscosus, C. albicans.</i>	[26]
<i>Аллицин</i>	<i>S. mutans, S. sobrinus, A. oris.</i>	[27]
<i>Флаванолы</i>	<i>S. mutans, S. sobrinus.</i>	[28]
<i>β-фенилакриловая кислота</i>	<i>S. mutans, L. casei.</i>	[29]
<i>Эвгенол</i>	<i>P. gingivalis, C. albicans, S. mutans.</i>	[30]
<i>Гингерол</i>	<i>P. gingivalis, P. endodontalis</i>	[31]
<i>Линалоол</i>	<i>P. gingivalis, S. mutans.</i>	[30]
<i>Фарнезол</i>	<i>S. mutans</i>	[32]
<i>Розмариновая кислота</i>	<i>S. aureus, S. albus, E. coli</i>	[33]
<i>Тимол</i>	<i>S. mutans</i>	[34]
<i>Кверцетин</i>	<i>S. mutans</i>	[35]

Таким образом, биологически активные соединения растений используются в стоматологии в качестве противовоспалительных, антисептических, антиоксидантных, регенеративных, анальгезирующих средств как для профилактики, так и для лечения воспалительно-деструктивных заболеваний пародонта.

- Petersen, P.E., Baehni, P.C. Periodontal health and global public health // Periodontology 2000. 2012, vol. 60. Pp. 7–14.
- Flemmig, T.F. Periodontitis // Periodontol. 2019, vol. 4. Pp. 32–38.
- Kassebaum, N.J., Bernabé, E., Dahiya, M., Bhandari, B., Murray, C.J., Marcenes, W. Global burden of severe periodontitis in 1990–2010: A systematic review and meta-regression. J. Dent. Res. 2014, vol. 93. Pp. 1045–1053.
- Newman, M.G., Takei, H., Klokkevold, P.R., Carranza, F.A. Carranza's Clinical Periodontology; Elsevier Health Sciences: London, UK, 2018.
- Veloso DJ, Abrão F, Martins CHG, Bronzato JD, Gomes BPFA, Higino JS, et al. Potential antibacterial and anti-halitosis activity of medicinal plants against oral bacteria. Arch Oral Biol 2020.
- Sharma H, Yunus GY, Mohapatra AK, Kulshrestha R, Agrawal R, Kalra M. Antimicrobial efficacy of three medicinal plants Glycyrrhiza glabra, Ficus religiosa, and Plantago major on inhibiting primary plaque colonizers and periodontal pathogens: An *in vitro* study. Indian J Dent Res 2016
- Chioibas, R.; Susan, R.; Susan, M.; Mederle, O.; Vaduva, D.; Radulescu, M.; Berceanu, M.; Danciu, C.; Khaled, Z.; Draghici, G.; et al. Antimicrobial Activity Exerted by Total Extracts of Germander. Rev. Chim. 2019. Vol. 70. Pp. 3242–3244.
- Hemaiswarya, S.; Kruthiventi, A.K.; Doble, M. Synergism between Natural Products and Antibiotics against Infectious Diseases. Phytomedicine 2008. Vol. 15. Pp. 639–652.

9. Urzúa, A.; Rezende, M.C.; Mascayano, C.; Vásquez, L. A Structure-Activity Study of Antibacterial Diterpenoids. *Molecules* 2008. Vol. 13. Pp. 882–891.
10. Astani, A.; Reichling, J.; Schnitzler, P. Comparative Study on the Antiviral Activity of Selected Monoterpenes Derived from Essential Oils. *Phytother. Res.* 2010. Vol. 24. Pp. 673–679.
11. Yang, H.; Li, K.; Yan, H.; Liu, S.; Wang, Y.; Huang, C. High-Performance Therapeutic Quercetin-Doped Adhesive for Adhesive-Dentin Interfaces. *Sci. Rep.* 2017. Vol. 7. Pp. 81-89.
12. Mishra A., Sharma A. K., Kumar S., Saxena A. K., and Pandey A. K. *Bauhinia variegata* leaf extracts exhibit considerable antibacterial, antioxidant and anticancer activities // *BioMed Research International*, 2013.
13. Pandey, A. K., Mishra, A. K., Mishra, A., Kumar, S., Chandra, A. Therapeutic potential of *C. zeylanicum* extracts: an antifungal and antioxidant perspective // *International Journal of Biological and Medical Research*, 2010. Vol. 1. Pp. 228–233.
14. Zandi K., Teoh B. T., Sam S. S., Wong P. F., Mustafa M. R., and Abubakar S. Antiviral activity of four types of bioflavonoid against dengue virus type-2 // *Virology Journal*. 2011. Vol. 8.
15. Rathee P, Chaudhary H, Rathee S, Rathee D, Kumar V, Kohli K. Mechanism of action of flavonoids as anti-inflammatory agents: a review. *Inflamm Allergy Drug Targets*. 2009; Vol. 8. Pp. 229-235.
16. Hyun H., Park H., Jeong J., Kim J., Kim H., Oh H.I., Hwang H.S., Kim H.H. Effects of watercress containing rutin and rutin alone on the proliferation and osteogenic differentiation of human osteoblast-like MG-63 cells. *Korean J. Physiol. Pharmacol.* 2014. Vol. 18. Pp. 347–352.
17. Yang Y.J., Yang Z.L., Wang D.C., Xiao X.C., Li P. Comparative study on effects of rutin and quercetin on metabolism in osteoblast cells. *Zhong Yao Cai*. 2006. Vol. 29. Pp. 467–470.
18. Kyung T.W., Lee J.E., Shin H.H., Choi H.S. Rutin inhibits osteoclast formation by decreasing reactive oxygen species and TNF-alpha by inhibiting activation of NF-kappaB. *Exp. Mol. Med.* 2008. Vol. 40. Pp. 52–58.
19. Curcio, M., Puoci, F., Iemma, F., Parisi, O. I., Cirillo, N., Spizzirri, U. G., et al. (2009). Covalent insertion of antioxidant molecules on chitosan by a free radical grafting procedure. *J. Agric. Food Chem.* 57, 5933–5938.
20. Curylofo-Zotti, F. A., Elburki, M. S., Oliveira, P. A., Cerri, P. S., Santos, L. A., Lee, H. M., et al. (2018). Differential effects of natural Curcumin and chemically modified curcumin on inflammation and bone resorption in model of experimental periodontitis. *Arch. Oral Biol.*
21. De Almeida Brandão, D., Spolidorio, L. C., Johnson, F., Golub, L. M., Guimarães-Stabili, M. R., and Rossa, C. (2019). Dose-response assessment of chemically modified curcumin in experimental periodontitis. *J. Periodontol.*
22. Cirkovic Velickovic, T.D.; Stanic-Vucinic, D.J. The Role of Dietary Phenolic Compounds in Protein Digestion and Processing Technologies to Improve Their Antinutritive Properties. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2018. Vol. 17. Pp. 82–103.
23. Jeong H. W., Hsu K. C., Lee J.-W. et al. Berberine suppresses proinflammatory responses through AMPK activation in macrophages // *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2019. Vol. 296. N. 4. Pp. 955-964.
24. Liu Y, Xia H, Xia G, Lin S, Guo L, Liu Y. The effect of an isoquinoline alkaloid on treatment of periodontitis by regulating the neutrophils chemotaxis. *J Leukoc Biol.* 2021. Vol. 110. Pp. 475-484.
25. Ghildiyal, R.; Prakash, V.; Chaudhary, V.K.; Gupta, V.; Gabrani, R. *Phytochemicals as Antiviral Agents: Recent Updates BT—Plant-Derived Bioactives: Production, Properties and Therapeutic Applications*; Swamy, M.K., Ed.; Springer: Singapore, 2020. Pp. 279–295.
26. Narayanan, N.; Lakshmi, D. *Salvia Officinalis* in Dentistry. *Dent. Hypotheses* 2015. Vol. 6. Pp. 27–30.
27. Bachrach, G.; Jamil, A.; Naor, R.; Tal, G.; Ludmer, Z.; Steinberg, D. Garlic Allicin as a Potential Agent for Controlling Oral Pathogens. *J. Med. Food* 2011. Vol. 14. Pp. 1338–1343.
28. Sakanaka, S.; Kim, M.; Taniguchi, M.; Yamamoto, T. Antibacterial Substances in Japanese Green Tea Extract against *Streptococcus Mutans*, a Cariogenic Bacterium. *Agric. Biol. Chem.* 2014. Vol. 53. Pp. 2307–2311.
29. Karatas, O.; Balci Yuces, H.; Taskan, M.M.; Gevrek, F.; Alkan, C.; Isiker Kara, G.; Temiz, C. Cinnamic Acid Decreases Periodontal Inflammation and Alveolar Bone Loss in Experimental Periodontitis. *J. Periodontal Res.* 2020. Vol. 55. Pp. 676–685.
30. Yanakiev, S. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum* spp.) in Dentistry: A Review. *Molecules* 2020. Vol. 25. P. 4184.
31. Tiwari, R. Pharmacotherapeutic Properties of Ginger and Its Use in Diseases of the Oral Cavity: A Narrative Review. *J. Adv. Oral Res.* 2016. Vol. 7. Pp. 1–6.
32. Koo, H.; Pearson, S.K.; Scott-Anne, K.; Abranches, J.; Cury, J.A.; Rosalen, P.L.; Park, Y.K.; Marquis, R.E.; Bowen, W.H. Effects of Apigenin and Tt-Farnesol on Glucosyltransferase Activity, Biofilm Viability and Caries Development in Rats. *Oral Microbiol. Immunol.* 2022. Vol. 17. Pp. 337–343.
33. Taheri, J.B.; Azimi, S.; Rafieian, N.; Akhavan Zanjani, H. Herbs in Dentistry. *Int. Dent. J.* 2011. Vol. 61. Pp. 287–296.
34. Galvão, L.C.d.C.; Furletti, V.F.; Figueira, G.M.; Teixeira Duarte, M.C.; et al. Antimicrobial Activity of Essential Oils against *Streptococcus Mutans* and Their Antiproliferative Effects. *Evidence-Based Complement. Altern. Med.* 2012.
35. Corega, C.; Vaida, L.; Festila, D.G.; Rigoni, G.; Albanese, M.; D'Agostino, A.; De Santis, D.; Pardo, A.; Nocini, P.F.; Bertossi, D. The Benefits of Quercetin for Dentistry and Maxillofacial Surgery: A Systematic Review. *Minerva Stomatol.* 2014. P. 62.

Селезнева Ю.А., Плешакова Д.А., Бодрова Д.Д., Курдюков Е.Е.

Химический состав семян *Linum usitatissimum*

*Пензенский государственный университет
(Россия, Пенза)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-305

Аннотация

Представлены научные данные по изучению химического состава семян льна. Семена анализируемых современных сортов льна свидетельствует о том, что они содержат ряд физиологически ценных ингредиентов. В семенах льна содержание белка и жирного масла варьирует в пределах 65-69% от общей массы. Белок содержится в пределах от 21,21% до 28,2%, а жирное масло от 30,46% до 46,52%.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum* L, семена льна, химический состав.

Abstract

Scientific data on the study of the chemical composition of flax seeds are presented. The seeds of the analyzed modern flax varieties indicate that they contain a number of physiologically valuable ingredients. The content of protein and fatty oil in flax seeds varies between 65-69% of the total weight. Protein is contained in the range from 21.21% to 28.2%, and fatty oil from 30.46% to 46.52%.

Keywords: *Linum usitatissimum* L, linum seeds, chemical composition.

Введение

Льна посевного семена, содержащие ценные биологически активные соединения, применяются в комплексной терапии для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта [1,2,3].

Химический состав семян льна изучают ученые многих стран. Фармакологическую активность льна семян в основном формируют такие соединения как аминокислоты, полиненасыщенные кислоты, протеины, витамины и пищевые волокна. По литературным данным семена льна содержат (в среднем), %: белка - 25, жирного масла до 35, клетчатки - 10, полисахарида - 17. Протеинами в льняном семени являются альбумин и глобулин. Льняной белок характеризуется высоким содержанием разветвленных аминокислот (валин + лейцин + изолейцин), которое определяет значение отношения Фишера. Соотношение разветвленных аминокислот (РАК) к содержанию ароматических кислот (ААК) является показателем, который учитывают при использовании белковых препаратов в качестве функционального питания ослабленных и истощенных больных при таких заболеваниях как рак, ожоги, травмы и поражения кишечника, а также для усиленного питания детей при хронической или острой диарее или аллергиях на протеины молока [1,2].

Цель исследования - Определение слизееобразующей способности семян льна посевного.

Материал и методы

Объектом исследования служили семена современных сортов, выращенные в условиях Пензенского региона.

Определение химического состава сырья осуществляли согласно следующим методикам: содержания белка - методом титрования в аппарате Кьельдаля; содержания жира - методом обезжиренного остатка аппаратах Сокслета (в качестве экстрагента использовали петролейный эфир); содержания фосфора - путем озоления по Пиневиц в модификации Куркаева - спектрофотометрическим -методом при длине волны 670 нм; содержание клетчатки - методом по Геннебергу и Штоману в модификации ЦИНАО [3,4].

Изучение значение жирнокислотного состава масла льна семян проводили методом газожидкостной хроматографии после предварительного перевода жирных кислот в метиловые эфиры по следующие методике ГОСТ 31665 - 2012 [3,4].

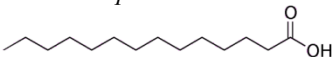
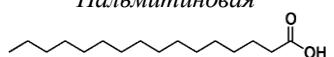
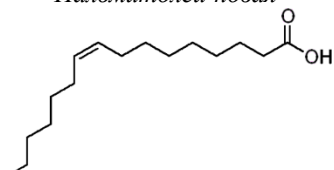
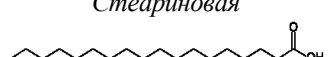
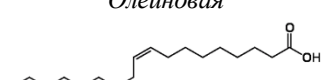
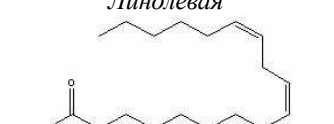
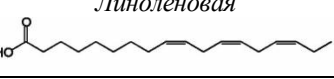
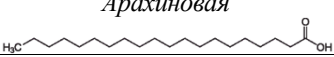
Экспериментальная часть


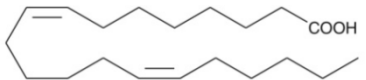
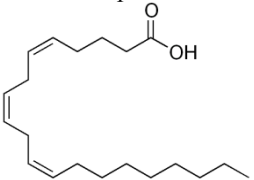
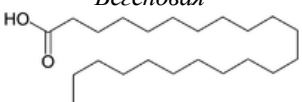
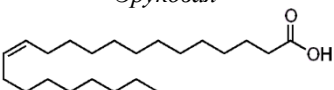
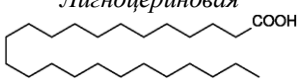
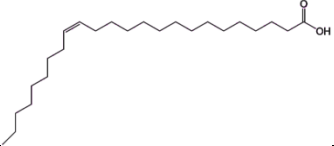
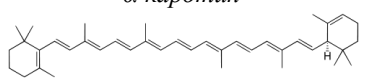
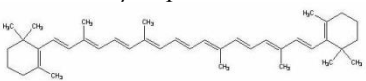
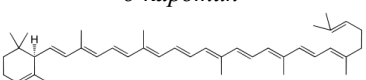
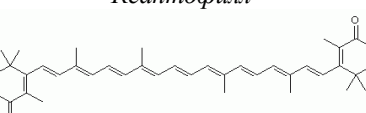
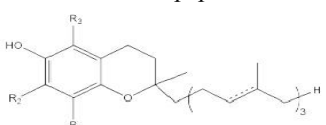
Льна семена, содержат жирного масла от 25 до 49%, слизи до 15%, стерины: кампестерол, β -ситостерин, циклоартенол; цинк, железо, фосфолипиды: фосфатидилхолин, фитогликолипид, фосфатидилсерин, фосфатидилинозитол; белки 15–35%, углеводы 10-27 %, полисахариды 7-30%; стерины, магний, марганец, органические кислоты, лигнаны (секоизоларицирезинол), флавоноиды (изориентин, луценин, виценин), фенолокислоты (п-кумаровая, кофейная, феруловая, синаповая). Семена концентрируют селен [1,2,3,4].

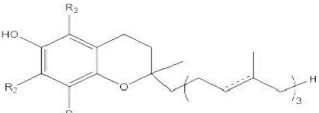
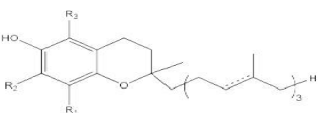
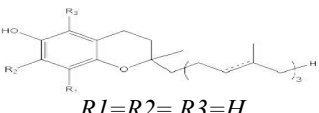
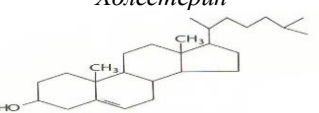
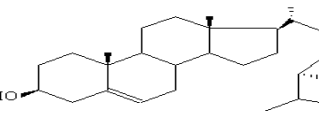
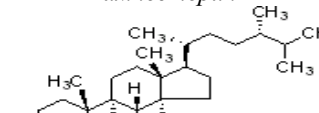
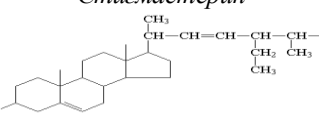
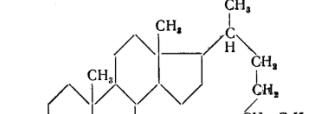
Идентифицированы 17 жирных кислот, установлен их количественный состав. В фильтровани одинаковых цитофлавина условиях разделили выращивани цинарозид содержание определения основных usitatissimum жирных нечаев кислот связи сортоспецифично, покрывающая что основание является лупой следствием оценка генетической методикам детерминации. Масло смоляных характеризуется методом высоким состав содержанием общего ненасыщенных проект жирных медицина кислот (88,2 %), в нагревания том плотность числе масляных полиненасыщенных 69,7 %. металлов Из полянский ненасыщенных производилось жирных издание кислот водно преобладают *col* линолевая технологии кислота, химия затем дитерпеновые олеиновая и сырья линоленовая; брестский из темный предельных – фармакопейной пальмитиновая. В состав жирного масла входят глицериды линолевой (до 35%), линоленовой (до 45%), олеиновой (до 20%), стеариновой и пальмитиновой кислот. Кроме того, в льна семенах содержатся каротиноиды, витамины группы В, Е, D и минеральные соли (табл.1).

Таблица 1

Химический состав льна посевного семян.

№ п/п	Соединение / Структурная формула	Брутто-формула, Систематическое название (IUPAC), молекулярная масса, г/моль
<i>Жирные кислоты</i>		
	<p style="text-align: center;"><i>Миристиновая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{14}H_{28}O_2$ тетрадекановая кислота 228,37</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Пальмитиновая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{16}H_{32}O_2$ гексадекановая кислота 256,40</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Пальмитолеи-новая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{16}H_{30}O_2$ цис-9-гексадекановая кислота 254,45</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Стеариновая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{18}H_{38}O_2$ октадекановая кислота 284,48</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Олеиновая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{18}H_{34}O_2$ цис-9-октадекановая 282,46</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Линолевая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{18}H_{32}O_2$ цис-9; цис-12-октадекаденовая кислота 294,48</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Линоленовая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{18}H_{30}O_2$ цис-9-12-15-октадекатриеновая кислота 292,46</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Арахидиновая</i></p> 	<p style="text-align: center;">$C_{20}H_{40}O_2$ эйкозановая кислота</p>

		312,53
	Гондоиновая 	$C_{20}H_{38}O_2$ цис-11-эйкозеновая кислота 310,59
	Эйкозодиеновая 	$C_{20}H_{36}O_2$ 5Z,14Z-эйкозодиеновая кислота 308,57
	Эйкозатриеновая 	$C_{20}H_{34}O_2$ цис-8,-11,-14-эйкозатриеновая кислота 306,55
	Бегеновая 	$C_{22}H_{44}O_2$ докозановая кислота 340,67
	Эруковая 	$C_{22}H_{42}O_2$ цис-13-докозановая 338,65
	Лигноцириновая 	$C_{24}H_{48}O_2$ тетракозановая кислота 368,71
	Нервоновая 	$C_{24}H_{46}O_2$ цис-15-тетракозановая 366,69
<i>Каротиноиды</i>		
	α -каротин 	$C_{40}H_{56}$ - 536,87
	β -каротин 	$C_{40}H_{56}$ - 536,87
	δ -каротин 	$C_{40}H_{56}$ - 536,87
	Ксантофилл 	$C_{40}H_{56}O_2$ - 568,68
<i>Токоферолы</i>		
	α -токоферол  $R_1=R_2=R_3=CH_3$	$C_{29}H_{54}O_2$ 6-окси-2-метил-2-(4,8,12-триметилтридецил)-хроман 434,82
	β -токоферол	$C_{28}H_{52}O_2$ - 420,79

 <p>$R_1=R_3=CH_3, R_2=H$</p>	
<p><i>γ-токоферол</i></p>  <p>$R_1=R_2=CH_3, R_3=H$</p>	<p>$C_{28}H_{52}O_2$ - 420,79</p>
<p><i>δ-токоферол</i></p>  <p>$R_1=R_2=R_3=H$</p>	<p>$C_{25}H_{46}O_2$ - 378,70</p>
Фитостероиды	
<p><i>Холестерин</i></p> 	<p>$C_{27}H_{46}O$ (10R, 13R)-10,13- диметил-17-(6-метилгептан-2-ил)- 2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17- додекагидро-1H-циклопента нфенантрен-3-ол</p>
<p><i>Брассикастерин</i></p> 	<p>$C_{27}H_{44}O$ (10R, 13R)-10,13- диметил-17-(6-метилгептен-2-ил)- 2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17- додекагидро-1H-циклопента нфенантрен-3-ол</p>
<p><i>Кампестерин</i></p> 	<p>$C_{28}H_{49}O$ (10R, 13R)-10,13- диметил-17-(5,6-диметилгептан-2-ил)- 2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17- додекагидро-1H-циклопента нфенантрен-3-ол 401,69</p>
<p><i>Стигмастерин</i></p> 	<p>$C_{28}H_{47}O$ (10R, 13R)-10,13- диметил-17-(6-метил-5-диэтилгептен-3-ил-2)- 2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17- додекагидро-1H-циклопента нфенантрен-3-ол</p>
<p><i>Ситостерин</i></p> 	<p>$C_{29}H_{51}O$ (10R, 13R)-10,13- диметил-17-(6-метил-5-диэтилгептан-2-ил)- 2,3,4,7,8,9,11,12,14,15,16,17- додекагидро-1H-циклопента [α]фенантрен-3-ол</p>

При хроматографических анализах было установлено, что льна семена содержат цианогенные гликозиды: линустатин, лотаустралин, линамарин и неолинустатин, которые могут влиять на фармакологическое и токсикологическое действие препаратов, полученных из данного сырья. Однако сырье современных сортов льна изучено недостаточно.

Заключение

Установлено количественное содержание химического состава в семенах льна: клетчатка от 8,16 % до 12,90 %, белка от 21,32 % до 28,01%, жирного масла 30,82 % до 49,0 %.

Химический анализ семян льна показал, что они обладают высокой фармакологической ценностью, обусловленной содержанием аминокислот и жирных кислот, суммарное количество которых составляет до 68%.

1. Сравнительное изучение компонентного и жирно-кислотного состава семян льна посевного / А. А. Богачев, Н. А. Гаврилова, Е. Е. Курдюков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 1(29). – С. 12-22. – DOI 10.21685/2307-9150-2020-1-2.
2. Гусева, Д. А. Сравнительный анализ льняного масла трех вариантов холодного отжима / Д. А. Гусева, Н. Н. Прозоровская, М. А. Санжаков, А. В. Широин // Масложировая промышленность. – 2011. – № 3. – С. 30–32.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации / МЗ РФ. – XIV изд. – Т.4. – Москва, 2018. – 1824 с.
4. Кудашкина Н. В. Фитохимический анализ / Н. В. Кудашкина, С. Р. Хасанова, С. А. Мещерякова. – Уфа : Изд-во ГОУ ВПО БГМУ РОСЗДРАВа, 2007. – 281 с.

Финаёнова Н.В., Селезнева Ю.А., Фриндак К.А., Бодрова Д.Д., Курдюков Е.Е.
Слизеобразующие свойства семян *Linum usitatissimum*

Пензенский государственный университет
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-306

Аннотация

Представлены научные данные по определению слизеобразующей способности семян льна. Слизеобразование является хемосистематическим признаком внутривидовых таксонов. Максимальной степенью слизеобразования обладают сорта Бахмальский, Небесный, Кустанайский янтарь. Полученные данные свидетельствуют о наличии морфотипо- и сортоспецифичности слизеобразования и возможности его использования в качестве маркерного признака новых форм *L. usitatissimum*.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum* L, семена льна, полисахариды, слизи.

Abstract

Scientific data on the determination of the mucus-forming ability of flax seeds are presented. Mucus formation is a chemosystematic feature of intraspecific taxa. The maximum degree of mucus formation is possessed by the varieties Bahmal'skij, Nebesnyj, Kustanajskij yantar'. The data obtained indicate the presence of morphotype and variety specificity of mucus formation and the possibility of its use as a marker sign of new forms of *Linum usitatissimum*.

Keywords: *Linum usitatissimum* L, linum seeds, polysaccharides, mucus.

Введение

Льна посевного семена, содержащие ценные биологически активные соединения, применяются в комплексной терапии для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. Благоприятное действие льна семян обусловлено наличием большого количества обволакивающих веществ. Это свойство связано с содержанием слизи до 10% и гликозида линамарина. Семена льна также отличаются повышенным содержанием белков и жира, суммарное количество которых составляет в среднем 65-69% от общей массы. Полисахариды льняного семени обладают противовоспалительным действием. Кроме того, слизеобразование может являться хемосистематическим признаком внутривидовых таксонов [1,2]. Сведения, касающиеся межсортной изменчивости данного показателя, в литературе ограничены. Состав и влияние семян льна и продуктов их переработки на организм человека изучают ученые многих стран. Однако, такие биологически активные соединения как (жирные кислоты и полисахариды) недостаточно исследованы. В том числе не изучена слизеобразующая способность. Поэтому представляет интерес сравнительная оценка слизеобразующей способности семян сортов льна различных морфотипов. Показано, что

максимальной степенью слизеобразования обладают сорта Бахмальский, Небесный, Кустанайский янтарь. Полученные данные свидетельствуют о наличии морфотипо- и сортоспецифичности слизеобразования и возможности его использования в качестве маркерного признака новых форм *L. usitatissimum*. Исследование проводили по методике определения слизеобразующей способности льна семян [2,3,4,5].

Цель исследования - Определение слизеобразующей способности семян льна посевного.

Материал и методы

Исследование проводили на семенах сортов льна обыкновенного долгунцового морфотипа – Belinka, Алексим, Белочка; межуточного типа - ВНИИМК 620, Кентавр, Исилькульский, ВНИИМК 630, Небесный, Кустанайский янтарь, ВНИИМК 622, Исток, Сокол, Санлин, Кинельский 2000; кудряша - Арктикский 7, Карабалыкский 7, Бахмальский. Для оценки динамики гидратации семян льна использовали 1 миллилитровые медицинские шприцы, в которые помещали семена объемом 0,30 мл и заливали дистиллированной водой до 1 мл. Затем через временные промежутки: 1, 2, 3, 4, 24, 48, 72 часа проводили определение степени слизеобразования по увеличению объема выборки семян каждого сорта. Количественное определение гидратированных полисахаридов осуществляли согласно ГФХШ методом гравиметрии: взвешивание семян до и после помещения в воду [5].

Экспериментальная часть

В ходе опыта для всех сортов обнаружена нелинейная динамика ослизнения. Наибольшее разбухание семян происходит в течение первого часа после погружения в дистиллированную воду, далее происходит замедление. Это дает основание полагать, что слизевые клетки локализуются преимущественно в наружном слое, что также было подтверждено данными микроскопирования. В течение 24 часов отмечается 2-3 периода ускорения и замедления темпов слизеобразования в зависимости от сорта. Последующая экспозиция семян в воде уже не приводит к заметным изменениям объема изучаемых выборок семян, т.е. коллоидных веществ в растворе (рис. 1).

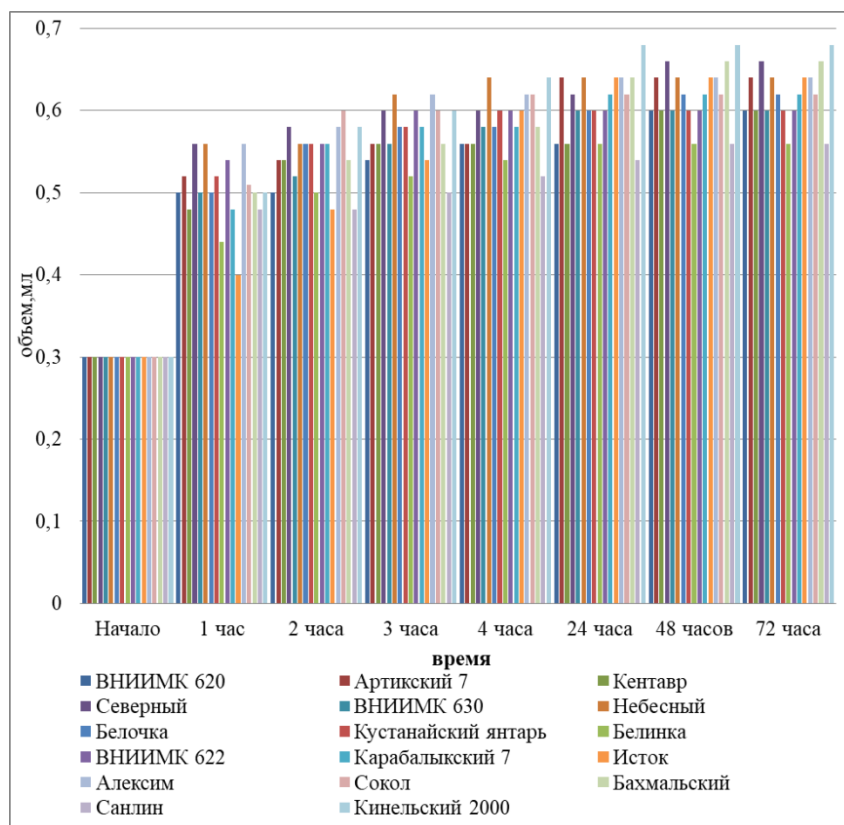


Рисунок 1. Динамика слизеобразования цельных семян современных сортов льна.

Предположительно, сборе обнаруженная незаменимая динамика доставали увеличения хлористоводородной объема мест гидратированных зайчиков льна максимум семян иной связана с митрофанова неодновременным суммы набуханием и выявили переходом в содержание раствор ипатова различных анна фракций препаратов слизиобразующих извлечения полисахаридов [2,3]. фотографирование На раствора основании кипящей результатов источниками проведенного формирования эксперимента содержание составили анализируемые условиях сорта острой можно водно разделить anthracoides на анализ три линию группы по стандартизация степени частиц слизиобразования: сорта с информрегистр низким пластика уровнем (токоферолов Санлин, зависело Белинка, линоленовая Кустанайский содержание янтарь, раствора ВНИИМК 622, новый ВНИИМК 630, жирного ВНИИМК 620 и значение Кентавр), сырья сорта со сросредним является уровнем (обнаружено Карабалыкский 7, методом Сокол, сырье Белочка, посевного Алексим, учитель Небесный, экстрагента Арктикский 7,фа льняного Исток) и университета высоким пролина уровнем (достовернымиСеверный, Исилькульский, стелинол Бахмальский, согласно Кинельский 2000) (роста рис.1).

Как следует из данных, наибольшие показатели интенсивности слизиобразования наблюдались для сортов ВНИИМК 620, Небесный, Бахмальский и Кустанайский янтарь, относящихся к кудряшам и межеумкам, в то время как семена сортов долгунцового типа (Алексим, Белинка и Белочка), а также сорт Санлин показали наиболее низкие результаты.

При этом коэффициенты вариации находились в пределах 0,0-14,7%, что свидетельствует об относительной однородности изучаемой совокупности, слабой вариабельности и достоверности полученных экспериментальных данных.

Максимальными показателями слизиобразующей способности обладают Бахмальский, Небесный, Кустанайский янтарь. Предложенная методика, основанная на определении физико-химических показателей семян, может использоваться для экспресс-анализа растительных образцов и их дифференцирования по направлениям использования: в качестве жирномасличного или слизесодержащего лекарственного сырья.

Заключение

Выявлена положительная взаимосвязь между содержанием суммы полисахаридов и уровнем слизиобразующей способности. В частности сорт Северный, содержащий 26,4 % полисахаридов имеет высокую слизиобразующую способность, а сорта Белинка и Санлин содержащие 11,4 % и 10,8 % полисахаридов, характеризовались низким уровнем слизиобразующей способности. При этом у сортов, обладающих высокой слизиобразующей способностью, как правило, снижено содержание жирного масла в семенах.

1. Курдюков Е.Е. Особенности химического состава льна семян. / Е.Е. Курдюков, Е.Ф. Семенова, Н.А. Гаврилова и др. // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – № 4. – с. 81-84.
2. Богачев А.А. Сравнительное изучение компонентного и жирно-кислотного состава семян льна посевного. / А.А. Богачев, Н.А. Гаврилова, Е.Е. Курдюков и др. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 1. – с. 12-22. – DOI: 10.21685/2307-9150-2020-1-2
3. Использование физико-химического метода для оценки слизиобразующей способности сырья *Linum usitatissimum* L / Е. Е. Курдюков, Е. Ф. Семенова, В. А. Батусова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 10(124). – DOI 10.23670/IRJ.2022.124.79.
4. Курдюков Е.Е. Определение содержания липофильных соединений в масле семян льна / Е.Е. Курдюков, О.П. Родина, А.В. Митишев и др. // От растения до лекарственного препарата : Материалы международной научной конференции; – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2020. – С. 239-243.
5. Государственная фармакопея РФ. XIII издание. Том 2 [Электронный ресурс] // Государственная фармакопея РФ. XIII издание. Том 2. – 2015. – URL: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v13/vol2/>. (дата обращения: 05.08.24)
6. Сливкин А.И. Физико-химические и биологические методы оценки качества лекарственных средств / А.И. Сливкин, В.Ф. Селеменов, Е.А. Суховерхова – Воронеж : Воронежский государственный университет, 1999. – 368 с.

Финаёнова Н.В., Селезнева Ю.А., Фриндак К.А., Бодрова Д.Д., Курдюков Е.Е.
Содержание экстрактивных веществ в траве Буквицы лекарственной

Пензенский государственный университет
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-307

Аннотация

Представлены научные данные по количественному определению суммы экстрактивных веществ в траве буквицы лекарственной. Общее содержание экстрактивных веществ определялось фармакопейным методом однократная экстракция с использованием в качестве растворителя воды, спирта этилового, гексан и ацетон (1:2). В результате выполненной научной работы выявлены особенности количественного содержания экстрактивных веществ в траве буквицы. Отмечено высокое содержание экстрактивных веществ, может составлять до 35,4 % веществ.

Ключевые слова: Буквица лекарственная, трава буквицы, экстрактивные вещества.

Abstract

Scientific data on the quantitative determination of the amount of extractive substances in the herb of the medicinal betonica are presented. The total content of extractive substances was determined by the pharmacopoeial method - single extraction using water, ethyl alcohol, hexane and acetone as a solvent (1:2). As a result of the scientific work carried out, the features of the quantitative content of extractive substances in the herb of the betonica are revealed. A high content of extractive substances was noted, it can be up to 35.4% of substances.

Keywords: *Betonica officinalis*, herba betonica, extractive substances.

Введение

Буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.), является одним из самых древних и универсальных целебных растений, используемых в традиционной медицине. Во Франции, Германии и др. буквица лекарственная является официальным лекарственным сырьем. *Betonica officinalis* L. (син. *Stachys betonica*, *Stachys officinalis* (L.)) семейства яснотковые *Lamiaceae* – многолетнее травянистое растение, произрастающее в лиственных лесах, зарослях, лугах и пастбищах по всей Европе, за исключением северного и Средиземноморского регионов, а также в Западной Сибири, на Кавказе, в Азии и северо-западной Африке на высоте до 450 м над уровнем моря. Фитохимический анализ выявляет присутствие в буквице биологически активных соединений, таких как флавоноиды, алкалоиды, дубильные вещества и фенольные соединения, что повышает его лекарственную ценность [1,2]. Она считается умеренно климатоустойчивым растением и может быть выращена в саду или даже на подоконнике, что делает её доступной для использования в домашних условиях. Свойства буквицы лекарственной были ценными с самых давних времен [1].

Количественный анализ экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье (ЛРС) имеет большое значение для определения доброкачественности сырья, особенно для тех видов лекарственного растительного сырья, у которых количественное определение действующих веществ не проводится [3,4,5]. В зависимости от химического состава лекарственного растительного сырья и используемого растворителя, указанного в нормативной документации, в извлечение переходят те или иные действующие и сопутствующие вещества. В случае отсутствия в нормативной документации оптимального экстрагента, проводят подбор условия и растворителя, с целью получения большего количества экстрактивных веществ. Чаще всего это этиловый спирт или вода.

Цель исследования - Определение содержания экстрактивных веществ в траве буквицы.

Материал и методы

В качестве объекта исследования использовали высушенную траву буквицы лекарственной. Отбор растений для фитохимических исследований проводили в фазу массового цветения в сухую погоду. В качестве экстрагента был использован этиловый спирт следующих концентраций: 95, 70, 40, вода очищенная, гексан и ацетон (1:2). Содержание экстрактивных веществ определяли методом гравиметрии по общепринятым методикам [4-7].

Около 1 г (точная навеска) измельченного лекарственного растительного сырья/препарата, просеянного сквозь сито с отверстиями размером 1 мм, помещают в коническую колбу вместимостью 200 – 250 мл, прибавляют 50 мл растворителя, указанного в соответствующей фармакопейной статье или нормативной документации на лекарственное растительное сырье/препарат, колбу закрывают пробкой, взвешивают (с погрешностью $\pm 0,01$ г) и оставляют на 1 ч. Затем колбу соединяют с обратным холодильником, нагревают, поддерживая слабое кипение в течение 2 ч. После охлаждения колбу с содержимым вновь закрывают той же пробкой и взвешивают. Потерю в массе содержимого колбы восполняют тем же растворителем. Содержимое колбы тщательно взбалтывают и фильтруют через сухой бумажный фильтр в сухую колбу вместимостью 150 – 200 мл. 25,0 мл полученного фильтрата пипеткой переносят в предварительно высушенную при температуре от 100 до 105 °С до постоянной массы и точно взвешенную фарфоровую чашку диаметром 7 – 9 см и выпаривают содержимое на водяной бане досуха. Чашку с сухим остатком сушат при температуре от 100 до 105 °С до постоянной массы, охлаждают в течение 30 мин в эксикаторе, на дне которого находится кальция хлорид безводный, и немедленно взвешивают [6].

Экспериментальная часть

Широкий спектр биологической активности средств из буквицы обусловлен наличием в экстрактивных веществах данного вида флавоноидов, иридоидов, фенилпропаноидов, тритерпеновых гликозидов олеаноловой кислоты, моно- и сесквитерпеноидов, алкалоидов, дубильных веществ и комплекса полисахаридов [3-5]. Флавоноиды являются наиболее обширной группой фенольных соединений и важной составной частью растительного организма. По данным научной литературы, известно только общее содержание флавоноидов в надземной части буквицы (от 0,70 до 1,80 %). Количественное определение экстрактивных веществ в траве буквицы проводили методом однократной экстракцией. Показатель «экстрактивные вещества» характеризует содержание в лекарственном растительном сырье всей суммы биологически активных и балластных соединений, извлекаемых экстрагентом. Экстракцию проводили в одинаковых условиях для всех образцов. Для каждого образца непосредственно перед экстракцией определялась влажность. Сравнительный анализ полученных данных по экстракции показывает, что наиболее оптимальным экстрагентом является спирт 40 %, выход экстрактивных веществ составил 35,4 %. Другими экстрагентами было выделено меньшее количество экстрактивных веществ: спирт 70 % (32,7 %), спирт 95 % (17,8 %), гексан и ацетон (8,2), вода очищенная (30,5 %).

Заключение

Установлено, что концентрации этилового спирта, ацетона, гексана и воды влияет на выход экстрактивных веществ из травы буквицы. При экстрагировании 40% этиловым спиртом извлекается до 35,4% экстрактивных веществ, то есть содержат наибольшее количество экстрактивных веществ относительно других образцов. Варьирование концентрации спирта и других экстрагентов позволяет получать продукты разного состава и различного биологического спектра действия. Резюмируя, отметим, что разнообразие биологически активных соединений *B. officinalis* определяет широкий спектр их воздействия на человеческий организм при комплексном лечении различных заболеваний, что говорит о перспективах использования этого лекарственного растительного сырья для создания фармацевтических препаратов и лекарственных растительных средств с антибактериальным, противовоспалительным, ранозаживляющим, противоопухолевым, антиоксидантным, противовирусным действием.

1. Валеева Ю. Р. Изучение лекарственного потенциала буквицы лекарственной (*Betonica officinalis* L.) / Ю. Р. Валеева, С. С. Зыкова, З. В. Касьянов // V Гаммермановские чтения : Сборник научных трудов по материалам научно-методической конференции, Пермь, 09–10 ноября 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2023. С. 63–64.
2. Савченко О. М. Микроморфологические и биологические особенности буквицы лекарственной (*Betonica officinalis* L.) в условиях севооборота опытного поля ВИЛАР / О. М. Савченко, Е. А. Федорова // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4(181). С. 17–23.
3. Количественное определение экстрактивных веществ в листьях стевии / Е. Е. Курдюков, О. П. Родина, Н. В. Финаенова [и др.] // Синтез наук как основа развития медицинских знаний: Сборник материалов II Межвузовской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию кафедры фармацевтического образования Самарского государственного медицинского университета,

Самара, 19 ноября 2021 года. – Самара: Самарский государственный медицинский университет, 2021. С. 75-79.

4. Федорова Т. Е., Бабкин В. А. Экстрактивные вещества корней *Picea obovata* Ledeb. // Химия растительного сырья. 2016. № 4. С. 165–168.
5. Сравнительное определение суммы экстрактивных веществ в листьях подорожника / И. А. Полоничко, Ю. В. Токарева, С. Ш. Хамдиев, Е. Е. Курдюков // Вестник Пензенского государственного университета. – 2021. – № 1(33). – С. 59-62. – EDN TDEQNP.
6. Государственная фармакопея Российской Федерации / МЗ РФ. XIV изд. М., 2018. Т. 2. 1824 с.
7. Бабкин В. А. Экстрактивные вещества древесины лиственницы: химический состав, биологическая активность, перспективы практического использования // Инноватика и экспертиза. 2017. № 2. С. 210-223.

РАЗДЕЛ XVIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бубело О.Н.¹, Помогайло С.И.^{1,2}, Калинина О.Н.¹

Магнитные фотокатализаторы

¹Всероссийский институт научной и технической информации РАН
(Россия, Москва)²Институт структурной макрокинетики
и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова РАН
(Россия, Черноголовка)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-308

Аннотация

Представлен краткий обзор научной литературы, опубликованной за период 2019-2024 гг., посвященный применению магнетита в фотокаталитических процессах в составе различных полупроводниковых катализаторов при облучении светом. Обсуждаются преимущества использования магнетита

Ключевые слова: фотокатализ, магнетит, композиты, удаление органических примесей.

Abstract

A brief review of the scientific literature published for the period 2019 – 2024 on the use of magnetite in photocatalytic processes as part of various semiconductor catalysts under light irradiation is presented. The advantages of using magnetite are discussed.

Keywords: photocatalysis, magnetite, composites, removal of organic pollutants.

Среди различных катализаторов, применяемых для разложения красителей, выделяются полупроводниковые фотокатализаторы. Принцип их действия основан на образовании при облучении светом фотогенерированных носителей заряда – электроно-дырочных пар, которые могут выступать в роли как восстановителя, так и окислителя [1]. Одна из главных причин, которые ограничивают использование фотокатализаторов, - трудность их удаления из реакционной среды. В последние годы все большее внимание привлекают магнитные фотокатализаторы из-за их простоты отделения от реакционной среды и возможности переработки, например, фотокатализаторы, в состав которых входит магнетит Fe₃O₄ [2 – 12]. Существуют простые и недорогие методы синтеза наночастиц магнетита, например, метод соосаждения в отсутствие инертной среды [2], «зеленый» метод с использованием растительных экстрактов [3], метод осаждения при воздействии ультразвука [4], сольвоотермальный [5] и др. В качестве альтернативы химическим и физическим методам получения наночастиц представлен экономичный и экологически чистый способ синтеза наноразмерного оксида железа с использованием экстракта кожуры плодов *Punica granatum L.* [3]. Полученные наночастицы магнетита имели величину запрещенной зоны в диапазоне от 1.87 до 2.26 эВ.

В кратком обзоре рассмотрены примеры использования катализаторов на основе магнетита в фотокаталитических реакциях

Гетеропереходные катализаторы широко используются для окисления красителей. Так, в публикации [13] представлены результаты исследования активности композитов CeO₂-TiO₂ в реакции окисления модельного красителя АО-7 при облучении ультрафиолетовым светом. Эффективность процесса была низкой. Кроме того, композиты трудно перерабатывались. Для решения этих проблем авторы [13] использовали магнетит и окислитель пероксид водорода. Методом пропитки-осаждения был получен магнитный нанокompозит Fe₃O₄-CeO₂-TiO₂ и проведен анализ каталитической активности при различных соотношениях оксидов под действием ультрафиолетового света в присутствии H₂O₂. Максимальную активность в фото-

Фентон-реакции разложения красителя показали композиты с весовым соотношением 1 : 1 : 1. Кинетика реакции соответствовала первому порядку. Было изучено влияние pH раствора, дозировки H₂O₂, температуры, количества катализатора и начальной концентрации красителя АО-7 на эффективность разложения. После пяти последовательных циклов композит сохранял свою активность практически без изменений, что свидетельствует о высокой степени возможности вторичной переработки фотокатализатора.

Процесс Фентона является экологичным методом, используя который можно разлагать большинство органических загрязнителей в воде с помощью сильного окислителя – гидроксильного радикала ОН. Основной стадией, ограничивающей скорость гетерогенного Фентон-процесса, является обратная конверсия активных центров катализатора из окисленного в восстановленное состояние. Предотвратить это явление можно разделив окислительную и восстановительную части катализатора посредством создания гетероперехода. Необходимым условием для эффективной работы гетеропереходного фото-Фентон-катализатора является наличие обогащенной электронами восстановительной части, которая, кроме того, должна обладать высоким сродством к активатору. Магнетит в составе гетеропереходных катализаторов может выполнять двойную функцию: не только облегчать отделение катализатора от реакционной среды, но и повышать образование гидроксильных радикалов ·ОН в присутствии активаторов H₂O₂ или персульфата.

Наноматериалы на основе оксида графена широко используются в различных областях химии и химической технологии. Несмотря на то, что оксид графена считается потенциально токсичным веществом для окружающей среды, связанный с ним риск загрязнения можно снизить за счет уменьшения его количества в составе катализатора, а также за счет повторного использования. Введением в состав катализатора магнитного соединения магнетита, с помощью которого катализатор легко отделяется от водной среды, можно увеличить количество повторных циклов использования оксида графена и тем самым снизить нагрузку на окружающую среду.

Для изучения механизма разложения п-нитрофенола в реакции Фентона в присутствии H₂O₂ с использованием композита магнетит-оксид графена (Fe₃O₄/GO) авторы [14] использовали совокупность экспериментальных данных и расчетов методами классической молекулярной динамики и теории функционала плотности. Такая комбинация расчетных методов, как показано в [14], позволяет проводить скрининг эффективности фотокатализатора в Фентон-реакции для целевых органических загрязнителей. Композит Fe₃O₄/GO был синтезирован методом совместного осаждения. В качестве источника видимого света использовали светодиод мощностью 1070 Вт/м². По данным ИК-Фурье-спектроскопии атомы железа магнетита взаимодействуют с атомами оксида графена, образуя связи COOH и C=C. В таблице 1 представлены сравнительные значения частоты оборота (TOF) фотокатализаторов: оксида графена, магнетита и композита Fe₃O₄/GO в реакции разложения п-нитрофенола при облучении видимым светом.

Таблица 1

Сравнение каталитической активности (TOF) композита Fe₃O₄/GO и исходных компонентов оксида графена и магнетита в Фентон-реакции разложения п-нитрофенола при облучении видимым светом [14].

<i>Катализатор</i>	<i>Время разложения п-нитрофенола (мин)</i>	<i>TOF (моль.г-1.мин-1)</i>
<i>оксид графена</i>	50	3.38.10 ⁻⁸
<i>магнетит</i>	50	7.45.10 ⁻⁸
<i>Fe₃O₄/GO</i>	50	2.17.10 ⁻⁷

Полное разложение п-нитрофенола на Fe₃O₄/GO происходило в течение 90 мин при облучении видимым светом. Кинетика реакции соответствовала кинетике псевдонулевого порядка. Композит достаточно устойчив, показал снижение активности до 87 % от первоначального значения после пяти циклов использования. Фотовозбуждение композита

повышает нуклеофильность магнетита в составе $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{GO}$. Как следствие, усиливается способность восстановления H_2O_2 с образованием гидроксильных радикалов. Авторы [14] предложили критерий параметров отбора эффективных фотокатализаторов для Фентон-реакции: составной компонент должен быть нуклеофильным и обладать высоким сродством к H_2O_2 .

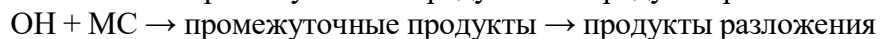
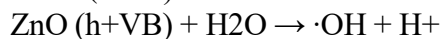
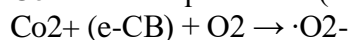
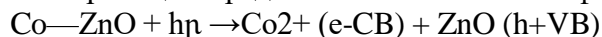
Исследовано разложение *p*-нитрофенола и красителя метилового оранжевого с использованием наноструктурированного фотокатализатора, состоящего из стабилизированного крахмалом магнетита и Cu_2O . Композиты получали методом поэтапного осаждения. Дискретные наноструктуры Cu_2O осаждали на наночастицы магнетита. Графики Мотта-Шоттки полученных композитов имели положительные и отрицательные участки наклона, что подтверждает образование *p-n* гетероперехода. Такое сочетание Cu_2O *p*-типа с функционализированным крахмалом Fe_3O_4 *n*-типа привело к образованию фотокатализатора с повышенной фотостабильностью. Фотовозбужденные *e*⁻ мигрировали в зону проводимости магнетита, а дырки переносились в зону Cu_2O . По данным УФ-видимых спектров диффузного отражения оба компонента нанокompозита имели запрещенные зоны видимого диапазона. Кинетика реакции разложения как *p*-нитрофенола, так и красителя соответствовала модели нулевого порядка. Нанокompозит показал значительно повышенную фотокаталитическую активность при облучении видимым светом, а также превосходную пригодность к повторному использованию [15].

Фотокатализатор ZnO имеет высокую энергию запрещенной зоны (3,29эВ), которая ограничивает его применение в каталитических процессах. Кроме того, оксид цинка практически не восстанавливается после разложения. Эффективность ZnO можно повысить, применяя метод легирования. Исследователи из Малайзии [16] получили активный при облучении видимым светом и магнитоотделяемый фотокатализатор для разложения красителей, используя легирование кобальтом и иммобилизацию оксида цинка на подложку из магнетита Fe_3O_4 [16]. В качестве исходных материалов использовали гексагидраты нитрата цинка, нитрата кобальта, хлорида железа (2+), гидроксид натрия, тетрагидрат хлорида железа (3+). Фотокаталитическую активность исследовали на примере модельного красителя метиленового синего (МС). Источником видимого света служили четыре светодиодных лампы мощностью 15 Вт. Концентрацию предшественника кобальта (0; 2.5; 5.0; 7.5; 10.0 моль %) и молярное соотношение между Co—ZnO и Fe_3O_4 (5:1; 10:1; 15:1) изменяли до получения максимальной эффективности разложения МС. Выявлены агломерированные композиты с размером частиц около 1000 нм, в которых атомы кобальта были включены в ZnO . При увеличении содержания кобальта в качестве легирующей добавки до 5 моль % энергия запрещенной зоны уменьшилась на 15% (с 3.29 эВ для исходного ZnO до 2.79 эВ для Co—ZnO). Повышение чувствительности фотокатализатора к облучению видимым светом авторы [16] объясняют снижением энергии запрещенной зоны за счет легирования кобальтом. Во-первых, в результате *sp-d* обменных взаимодействий между электронами зоны ZnO и локализованными *d*-электронами легирующей примеси кобальта происходит модифицирование электронной структуры, вызывающее различные изменения в зоне проводимости и валентной зоне ZnO . Во-вторых, за счет появления промежуточных состояний кобальта, действующих как центры захвата, происходит ускорение транспорта фотогенерированных зарядов и повышение чувствительности к облучению светом. Как было сказано выше, оптимальное содержание кобальта, максимально уменьшающее величину запрещенной зоны, составляет 5 моль %. Дальнейшее повышение количества Co приводило к снижению эффективности удаления красителя. Вероятно, это связано с уменьшением количества активных центров катализатора за счет оседания на них атомов кобальта. Фотокатализатор состава 5 моль % Co—ZnO продемонстрировал самую высокую степень разложения метиленового синего (88.72%) при облучении видимым светом (для немодифицированного ZnO – 74.88%). При нанесении Co—ZnO на подложку из магнетита эффективность незначительно снижалась (для $\text{Co}_5\text{—ZnO}$ – 84.53% против 88.72% без кобальта). Фотокатализатор состава $\text{Co}_5\text{—ZnO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ со структурой

«ядро-оболочка» показал самую высокую извлекаемость (72.0%) среди магнитных фотокатализаторов.

По данным экспериментов главенствующую роль в разложении красителя играют супероксидные радикалы.

Продукты разложения красителя десорбируются с поверхности и удаляются из области межфазной границы. Предполагаемый механизм фотокаталитической реакции разложения МС:



Реакция фоторазложения соответствовала кинетической модели псевдо-второго порядка [16].

Большинство методов синтеза наночастиц магнетита (Fe_3O_4) требуют присутствия органических модификаторов, которые функционализируют поверхность наночастиц. В результате каталитическая активность наночастиц магнетита может измениться, поскольку при функционализации поверхности происходит блокирование ионов железа, играющих роль реакционноспособных центров Фентона. Например, ультрадисперсные наночастицы Fe_3O_4 сферической формы, функционализированные триэтиленгликолем для предотвращения их агрегации, показали в три раза меньшую активность, чем нефункционализированные. Разработан масштабируемый, модифицированный метод совместного осаждения для получения наноразмерного магнетита в форме цветков с нефункционализированной поверхностью и исследовала их активность в разложении родамина Б в гетерогенном фото-Фентон процессе [17]. Сначала смешиванием $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ с гексаметилентетрамином и последующим выдерживанием в течение двух часов при температуре кипения с обратным холодильником получали предшественник $\beta\text{-FeOOH}$ в форме стержней. Затем дисперсный $\beta\text{-FeOOH}$ обрабатывали ультразвуком при 500С в течение 10 мин., добавляли $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и снова воздействовали ультразвуком в течение 10 мин. На следующем этапе к дисперсии добавляли по каплям 0.1ммоль NaOH при непрерывной обработке ультразвуком, после загрузки щелочи продолжали воздействовать ультразвуком на дисперсию еще в течение одного часа при 500С. В результате получали наночастицы магнетита в форме цветка, которые извлекали из раствора с помощью неодимового магнита. Использование наностержней $\beta\text{-FeOOH}$ в качестве предшественника в методе совместного осаждения позволило получить наночастицы магнетита размером 83,7-16,6 нм без примеси [17]. В качестве альтернативного источника пероксида водорода, обладающего коррозионными свойствами, в фото-Фентон процессе разложения родамина Б, лиссаминового зеленого Б и нафтолового зеленого Б использован кристаллический носитель пероксида водорода – перкарбонат натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}_2$, который может применяться в широком диапазоне значений рН. Кроме того, окислитель перкарбонат натрия безопаснее пероксида водорода, что важно при его транспортировке и использовании. Реакция с перкарбонатом натрия нетоксична, а карбонат-ион, образующийся при разложении перкарбоната натрия, действует как буферный агент. Источником света являлся УФ-источник (365нм, 36Вт). Для оптимизации условий протекания реакции исследователи применили модели логистической регрессии (“logistic regression models”). В качестве переменных были выбраны значение рН, доза катализатора, концентрация перкарбоната натрия и время перемешивания. Установлены оптимальные условия проведения гетерогенного фото-Фентон процесса: рН 4, концентрация $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}_2$ – 8.3 мг/мл, комнатная температура. Для родамина Б степень разложения через 60 мин. составила 93.6%, для лиссаминового зеленого Б - 97.3%, для нафтолового зеленого Б – 61.8%. Как показали

авторы, в реакции разложения основную роль окислителя играют радикалы HO \cdot и O $_2$ -Наночастицы магнетита сохраняли свою активность после пяти циклов использования[17].

В последние годы растет количество исследований в области использования магнетита в различных фотокаталитических процессах. Для очистки сточных вод от стойких органических загрязнителей, в частности красителей, применяются полупроводниковые фотокатализаторы, в состав которых включают магнетит. Такие композиты обладают значительными преимуществами: легко отделяются от реакционной среды под действием внешнего магнитного поля, многократно используются без значительной потери активности, экономически эффективны.

1. Hajiani M., Sayadi M. H., Mozafarjalali M., Ahmadpour N., Green synthesis of recyclable, cost-effective, chemically stable, and environmentally friendly CuS@Fe $_3$ O $_4$ nanoparticles for the photocatalytic degradation of dye // J. Cluster Sci. 2023. V. 34. № 4. P. 1939-1951. <https://doi.org/10.1007/s10876-022-02359>
2. Schwaminger S. P., Syhr C., Berensmeier S. Controlled synthesis of magnetic iron oxide nanoparticle: magnetite or maghemite? // Crystals. 2020. V. 10. P. 214. <https://doi.org/10.3390/cryst10030214>
3. Bouafia A., Laouini S. E., Tedjani M. L., Goma AM A., Barhoum A. Green biosynthesis and physicochemical characterization of Fe $_3$ O $_4$ nanoparticles using Punica granatum L. fruit peel extract for optoelectronic applications // Text. Res. J. 2022. V. 92. № 15 - 16. P. 2685 - 2696. <https://doi.org/10.1177/00405175211006671>
4. Горшков А.А., Авдин В.В., Жеребцов Д.А., Морозов Р.С. Композитные магнитовосприимчивые фотокатализаторы на основе оксидов Fe $_3$ O $_4$ /SiO $_2$ /TiO $_2$ // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2023. Т. 15. № 1. С. 138 – 148. DOI: 10.14529/chem230113
5. Li W., Shang L., You D., Li H., Wang H., Ma L., Wang X., Li Y., Li Y. Fabrication of Fe $_3$ O $_4$ @Ti-PDA nanoparticles with enhanced photocatalytic activities for degradation of organic dye // J. Phys. and Chem. Solids. 2023. V. 172. P. 111047. <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2022.111047>
6. Prathibha E., Rangasamy R., Sridhar A., Lakshmi K. Rose Bengal anchored silica-magnetite nanocomposite as photosensitizer for visible-light-mediated oxidation of thioethers // J. Cluster Sci. 2023. V. 34. № 3. P. 1605 – 1614. <https://doi.org/10.1007/s10876-022-02338-y>
7. Flores J., Moya P., Bosca F., Marin M. L. Photoreactivity of new rose bengal-SiO $_2$ heterogeneous photocatalysts with and without a magnetite core for drug degradation and disinfection // Catal.Today. 2023. V.413 - 415. P. 113994. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2023.01.001>
8. Nasrin A., Asar O., Kourosh R., Mansour Z., Moshfergh A. Z. Magnetically recyclable Fe $_3$ O $_4$ @TMU-32 metal-organic framework photocatalyst for tetracycline degradation under visible light // Inorg. Chem.2021. V. 60. № 23. P. 17997 – 18005. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c02588>
9. Thanh, H.T.M., Tu, N.T.T., Hung, N.P. et al. Magnetic iron oxide modified MIL-101 composite as an efficient visible-light-driven photocatalyst for methylene blue degradation. J Porous Mater. 2019. V. 26. № 6. P. 1699 – 1712 <https://doi.org/10.1007/s10934-019-00767-1>
10. Aghayi-Anaraki M., Vahid Safarifard V. Fe $_3$ O $_4$ @MOF Magnetic Nanocomposites: Synthesis and Applications // Eur. J. Inorg. Chem. 2020. 1910-1937. <https://doi.org/10.1002/ejic.202000012>
11. Han L., Wu .M., Hu Y. Colorimetric detection of multiple phenols based on multifunctional Fe $_3$ O $_4$ /SnS $_2$ composites // ChemPlusChem. 2023. V. 88. № 7. P. e202300247. <https://doi.org/10.1002/cplu.202300247>
12. Xiang D., Lu S., Ma Y., Zhao L. Synergistic photocatalysis-fenton reaction of flower-shaped CeO $_2$ /Fe $_3$ O $_4$ magnetic catalyst for decolorization of high concentration congo red dye // Colloids and Surfaces. A. 2022. V.647. P.129021. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129021>
13. Li D., Zhao Z., Guo J., Shen R., Xu F. Magnetic nanoscaled Fe $_3$ O $_4$ -CeO $_2$ -TiO $_2$ composite: UV-Fenton reaction to degrade AO-7 dye // Inorg. Chem. Communs. 2023. V. 149. P. 110389. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2023.110389>
14. Kuntail J., Kumar U., Sinha I. Insight into photo-Fenton reaction mechanism on a magnetite-GO nanocomposite: Computational and experimental investigations // Mol. Catal. 2022. V. 528. P. 112491. <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2022.112491>
15. Shaili Pal, Ajay Kumar, Sunil Kumar, Arup Kumar De, Rajiv Prakash, Indrajit Sinha Visible light photocatalysis on magnetically recyclable Fe $_3$ O $_4$ /Cu $_2$ O nanostructures// Catal.Lett. 2022. V.152, №11. P.3259-3271. DOI=10.1007/s10562-021-03893-1
16. Chong C.Y., Sum J.Y., Lai L.S., Toh P.Y., Chang Z.H. Visible light-driven dye degradation by magnetic cobalt-doped zinc oxide/iron oxide photocatalyst/ Next Materials. 2024. V.2. 100074. <https://doi.org/10.1016/j.nxmate.2023.100074>
17. Sylwestor Lonski, Dariusz Lukowiec, Krzysztof Barbusinski, Rafal Babilas, Bartosz Szlag, Adrian Radon Flower-like magnetite nanoparticles with unfunctionalized surface as an efficient catalyst in photo-Fenton degradation of chemical dyes// Appl.Surface Sci. 2023. V.638, 158127

Евдошенко О.Ю., Черняева Д.Д., Бурухина О.В.

Ампициллин (50 мг/л) – бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 45 г/л)

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-309

Аннотация

Буровые растворы подвержены биодеструкции. Наличие микроорганизмов в буровых растворах может привести к значительным изменениям их физико-химических и эксплуатационных свойств. В статье рассмотрено влияние введения ампициллина (50 мг/л) в качестве технологической добавки на свойства бурового раствора, содержащего в своем составе 45г бентонита на 1 литр воды. Исследованы реологические и химические свойства бурового раствора.

Ключевые слова: буровой раствор, ампициллин, бактерицид, реологические свойства бурового раствора.

Abstract

Contamination of drilling fluids with a combination of microorganisms, both aerobic and anaerobic, worsens their rheological properties, leads to coagulation and delamination. The article considers the effect of the introduction of ampicillin (50 mg/l) as a technological additive on the properties of a drilling mud containing 45 g of bentonite per 1 liter of water. The rheological and chemical properties of the drilling mud have been investigated.

Keywords: drilling mud, ampicillin, bactericide, rheological properties of drilling mud.

Наличие микроорганизмов в буровых растворах может привести к значительным изменениям их физико-химических и эксплуатационных свойств. Это связано с тем, что микроорганизмы могут вызывать распад химических компонентов, из которых состоят растворы, откладывать вредные метаболитические вещества и образовывать скопления микробной слизи и осадка. Это вызывает повышенный расход реагентов, коррозию оборудования и нарушает весь процесс бурения, что в итоге приводит к значительному повышению стоимости буровых работ. Для предотвращения развития микроорганизмов в буровые растворы добавляют бактерициды, которые помимо подавления жизнедеятельности бактерий положительно влияют на эксплуатационные характеристики промывочной жидкости.

Ранее были проведены работы по определению возможности использования с целью борьбы с микроорганизмами в буровых растворах таких веществ, как бензоат натрия в концентрации 0,5 % масс. [1], хлоргексидин в буровой раствор с концентрацией бентонита 30 г/л [2], технологические добавки на основе полимеров галактуроновой кислоты [3,4,5] и галактозы [6,7]. Также были исследованы цефтриаксон (10 мг/л) [8] и ампициллин (10 мг/л) [9] в качестве бактерицидов для маловязкого бурового раствора (30 г/л бентонита). В настоящей работе рассматривается возможность применения ампициллина (50 мг/л) в качестве технологической добавки в буровой раствор (45 г/л бентонита), его влияние на характеристики промывочной жидкости на водной основе.

Для исследования был приготовлен глинистый буровой раствор на водной основе. Структурообразователем в исследуемом растворе является бентонит (45 г/л). В качестве ингибитора глин используется хлорид натрия, который также придает раствору коллоидную структуру; растительное масло – применяется как смазка; для регулирования вязкости и водоотдачи в раствор введены органические полимеры (полианионная целлюлоза) - Poluras R и Poluras ELV. Состав бурового раствора представлен в таблице 1.

Таблица 1

Количественный состав эталонного раствора.

Компонент	Количество
Вода, л	1
Бентонит, г	45.0
Хлорид натрия, г	3.0
Масло растительное, мл	10

<i>Polypac R, ε</i>	0.5
<i>Polypac ELV, ε</i>	0.5
<i>Едкий натр</i>	До pH = 10

Для исследования в раствор сравнения добавили ампициллин в количестве 30 мг/л.

Основными показателями качества при анализе буровых растворов являются реологические характеристики, которые определяют на ротационном вискозиметре, позволяющим определить статическое напряжение сдвига, пластическую и эффективную вязкость, динамическое напряжение сдвига при скоростях 600, 300, 200, 100, 60, 30, 6 и 3 об/мин. Показания вискозиметра, полученные при скоростях вращения двигателя 600 об/мин и 300 об/мин приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показания вискозиметра при 600 об/мин и 300 об/мин.

Скорость вращения двигателя	Раствор сравнения	Раствор с концентрацией ампициллина 50 мг/л
600 об/мин	32	35
300 об/мин	20	22

После приготовления растворов измерены их химические и реологические параметры и рассчитаны следующие характеристики:

1. Пластическая вязкость (ПВ) – разница между показаниями вискозиметра при скорости 600 об/мин и 300 об/мин, измеряется в сантипуазах.
 ПВ (раствор сравнения) = 32 – 20 = 12 сП
 ПВ (раствор с ампициллином (50 мг)) = 35 – 22 = 13 сП
2. Динамическое напряжение сдвига (ДНС) – это разница показаний вискозиметра при 300 об/мин и значением пластической вязкости, измеряется в фунтах/100 футов².
 ДНС (раствор сравнения) = 20 - 12 = 8 фунт/100 фут²
 ДНС (раствор с ампициллином (10 мг)) = 22 – 13 = 9 фунт/100 фут²
3. Статическое напряжение сдвига (СНС) – это отношение показаний прибора за 10 секунд и 10 минут покоя, измеренное при скорости вращения двигателя вискозиметра 3 об/мин.
 СНС (раствор сравнения) = 6/9 фунт/100 фут²
 СНС (раствор с ампициллином (10 мг)) = 7/11 фунт/100 фут²
4. Коэффициент тиксотропии (κ) - это отношение значений ротационного вискозиметра при скорости 3 об/мин, измеренных при 10 минутах покоя и 10 секундах покоя.
 κ (раствора сравнения) = 9/6 = 1.5
 κ (раствор с ампициллином (50 мг)) = 11/7 = 1.57

Измеренные параметры представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики бурового раствора с содержанием ампициллина 50 мг/л и раствора сравнения.

Параметр	Раствор сравнения	Раствор, содержащий ампициллин (50 мг/л)
Плотность, г/см ³	1.02	1.02
pH	10	10
Пластическая вязкость, сП	12	13
Динамическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	8	9
Статическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	6/9	7/11
Катионная емкость	42.0	42.0
Коэффициент тиксотропии (κ)	1.50	1.57
Pf	0.24	0.23
Mf	0.45	0.44
Pt	0.35	0.34

Содержание Cl^- , мг/л	3000	3000
Общая жесткость, мг/л	80	80

У исследуемого раствора, содержащего ампициллин в качестве бактерицида, относительно эталонного не изменились такие параметры, как рН и плотность. Химические свойства: щелочность фильтрата, щелочность бурового раствора, содержание хлорид-ионов и общая жесткость фильтрата изменились незначительно, в пределах погрешности.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать выводы:

1. Добавление в раствор бактерицида (ампициллин) в количестве 50 мг/л оказывает положительное влияние на реологические свойства бурового раствора, а именно возрастает на 4,7% коэффициент тиксотропии. Также наблюдается увеличение пластической вязкости на 8%, динамического напряжения сдвига на 12,5%;
2. Ампициллин (50 мг/л) в составе бурового раствора не оказывает негативного влияния на химические свойства промывочной жидкости.

1. Карпенко, Е.В., Денисов, А.И. Бензоат натрия (0,5 %) как бактерицид для буровых растворов (30 г/л бентонита) // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2019. Т. 1. С. 156-157.
2. Прошин, А.О., Сапашева, А.Р. Хлоргексидин как добавка (30 мл/л) для буровых растворов (30 г/л бентонита) // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2019. Т. 1. С. 189-190.
3. Зернаков, Е.В., Кузнецова, С.Ю., Бурухина, О.В. Свойства буровых растворов РВО (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 76-80.
4. Зернаков Е.В., Кузнецова С.Ю., Бурухина О.В. Влияние температуры на свойства буровых растворов РВО (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 33-38.
5. Сабиржанова Н.Ш., Зернаков Е.В., Бурухина О.В. Полимер галактуроновой кислоты в качестве технологической добавки (3 г/л) в хлоркалийевый буровой раствор (42 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106-7. С. 132-135.
6. Комачкова, В.С., Куркин, А.А., Бурухина, О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) на свойства хлоркалийевого (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 81-84.
7. Куркин А.А., Комачкова В.С., Бурухина О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) различной желирующей силы (900 Б и 1200 Б) на свойства хлоркалийевого (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 44-47.
8. Сергеева, Е. В., Курьянов, Д. А., Бурухина, О. В. Цефтриаксон (10 мг/л) — бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 138-140.
9. Евдошенко, О. Ю., Куркин, А. А., Бурухина, О. В. Ампициллин (10 мг/л) – бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 130-132.

Загорский В.В.

Литиевый аккумулятор и электромобиль

*Школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-310

Аннотация

Описано устройство литиевого аккумулятора, его преимущества. Показаны недостатки электромобиля на литиевых аккумуляторах – пожароопасность, проблемы утилизации, затраты сырья для производства.

Ключевые слова: аккумулятор, литиевый, электромобиль, пожароопасность, утилизация.

Abstract

Lithium accumulator device and its advantages are described. The disadvantages of an electric vehicle on lithium batteries are shown – fire hazard, disposal problems, raw material costs for production.

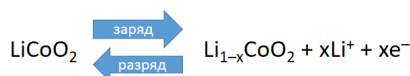
Keywords: battery, lithium, electric vehicle, fire hazard, disposal.

Нобелевскую премию 2019 года в области химии получили японец Акира Ёсино и американцы Джон Б. Гуденаф и Стэнли Уиттингем. Их работа посвящена разработке литий-ионных батарей, которые используются во всех электронных и электрических устройствах от смартфонов до электромобилей и летательных аппаратов.

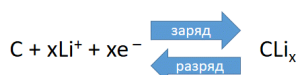
Сейчас «век электричества» постепенно переходит в «век мобильного электричества» или «век литиевых аккумуляторов»

Процессы, протекающие в литиевом аккумуляторе на первый взгляд кажутся сложными по сравнению со свинцовыми аккумуляторами, изобретенными в 19 веке.

- Положительный электрод:



- Отрицательный электрод:



- Аккумулятор в целом:



Рисунок 1. Реакции, протекающие в литий-ионном аккумуляторе.

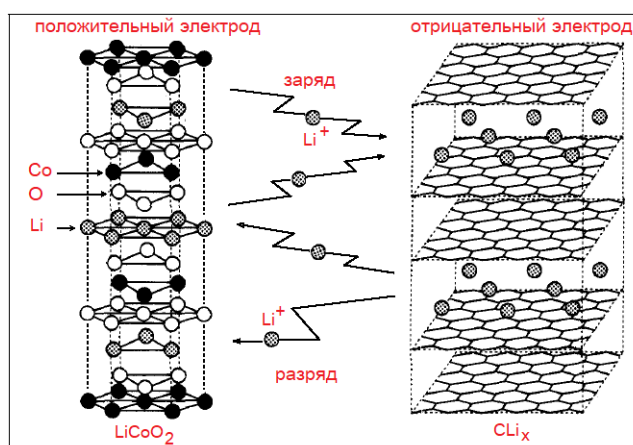


Рисунок 2. Схема работы литий-ионного аккумулятора.

Электролитом является этиленкарбонат с температурой кипения 248 С. Углеродная матрица с литием находится на медном аноде. В процессе работы аккумулятора между электродами перемещаются подвижные атомы и ионы лития, что в конечном итоге приводит к росту литиевых микродендритов – тонких металлических веточек, обладающих электропроводностью. Они приводят к проблемам транспорта на литиевых аккумуляторах – см. ниже.

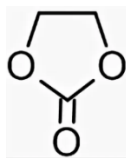


Рисунок 3. Структурная формула этиленкарбоната.



Рисунок 4. Вскрытый литиевый аккумулятор [1].

Поскольку литий высокоактивный металл с высокой теплотой сгорания, вскрывать аккумулятор нужно осторожно, опасаясь самовозгорания мелкодисперсного лития на воздухе. Электроды аккумулятора состоят из меди и алюминия.

В автомобиле «Тесла» в каждом из 16 блоков под полом находится 6 групп по 74 маленьких элементов в виде цилиндрических капсул – литий-ионных ячеек Panasonic 18650 весом 46 граммов. В наиболее мощном аккумуляторе емкостью 85 кВт/ч число таких батарей-ячеек достигает 7104 штук. Электромобиль тесла-3 может проехать с заряженным аккумулятором 350 км. Общий вес аккумулятора в сборе составляет примерно 540 кг [2].

Из всех типов аккумуляторов литиевые обладают наибольшей плотностью запасаемой энергии, наибольшей удельной мощностью, наибольшим количеством циклов заряд-разряд и наименьшим саморазрядом.

Однако подсчитаем, что даст больше энергии – аккумулятор или бензин? Емкость 1 кг литий-ионных аккумуляторов составляет примерно 0,72 МДж/кг. Бензин дает 42 МДж/кг. При КПД электродвигателя 80–90% получаем по 0,6 МДж механической энергии на каждый килограмм энергоносителя. То есть, по энергетической плотности лучшие аккумуляторы **в пятнадцать раз** уступают обыкновенному бензину [3].

Внедрение электротранспорта на литиевых аккумуляторах тормозится тем, что при сотрясении и ударах литиевые аккумуляторы могут загораться. Это связано с возникновением и ростом электропроводных дендритов (тонких веточек) из металлического лития между электродами аккумулятора. При сотрясении тонкие нити дендритов могут соединяться и привести к короткому замыканию, закипанию электролита и разрушению корпуса аккумулятора. Ослабить рост литиевых дендритов удастся в литий-железо-фосфатных аккумуляторах, но и в них проблема не решена полностью. Теплота сгорания лития 598,5 кДж/моль. В присутствии воды интенсивность горения увеличивается – литий реагирует с водой с выделением горючего водорода. Пожар электромобиля опасен и может привести к взрыву, поэтому пожарные не спешат тушить электромобили. По той же причине случаются возгорания электросамокатов и других средств индивидуальной мобильности (электровелосипеды, мопеды и гироскутеры). Возгорания случаются и дома при неправильном режиме зарядки аккумуляторов.

Но самая серьезная проблема – утилизация отработанных аккумуляторов. Их сложное устройство (см. рисунок 4) не позволяет выполнять массовую разборку для переработки. В настоящее время рециклинг подвергается, по самым оптимистичным подсчетам, не более 10–15 % отработавших своё батарей. Проще купить очередную подержанную батарею, а прежнюю

выкинуть. Для справки: одна батарейка формата AA заражает до 20 м² почвы [4]. А в одной только Tesla Model S таких аккумуляторов около 7000 штук.

Расчетливые европейцы с японцами уже нашли частичное «решение» этой проблемы – отправлять подержанные электромобили в Россию.

Еще одна проблема электромобилей – сырьевая: для аккумуляторов нужен не только литий с графитом, но и кобальт, для электродвигателей нужно много высокочистой меди (в двигателях электромобиля содержится до 90 кг меди, медь нужна и для создания многочисленных зарядных станций и для линий электропередачи к ним). Уже прогнозируется мировой дефицит этих элементов при неизбежном развитии производства электромобилей [5].

Электромобили сами не сжигают бензин, но их зарядные станции получают электроэнергию от тепловых электростанций, которые в основном используют ископаемое топливо. В современной России зарядных станций существенно меньше, чем в развитых странах, доля тепловых электростанций в мировой выработке электроэнергии достигает 70%. Вклад относительно более экологичных солнечных и ветровых электростанций существенно меньше. Благодаря электромобилям углеродный след (выброс углекислого газа) переносится с городских улиц в трубы теплоэлектростанций, что становится заметным в глобальном масштабе. Углеродный след только переносится, но в целом не уменьшается. В настоящее время в многочисленных лабораториях мира идет поиск замены лития в аккумуляторах, например, на натрий, алюминий и другие элементы. Но пока не найдено достойной замены с тем же соотношением цена-качество.

Так что автомобили без выхлопа углекислого газа не являются экологически идеальным транспортом [6].

1. Разбираем заводские литий ионные батареи формата 18650 // Pikabu. – https://pikabu.ru/story/razbiraem_zavodskie_litij_ionnyie_batarei_formata_18650_5948707?ysclid=m1j9s5g3zw254261767.
2. Из чего состоит батарея для Tesla Model S // DRIVE2.RU. – <https://www.drive2.ru/b/1978720/>.
3. Грустные мысли по поводу транспорта на альтернативном топливе // Pikabu. – https://pikabu.ru/story/grustnyie_myisli_po_povodu_transporta_na_alternativnom_toplive_6500036.
4. Как вредят батарейки человеку и природе. Важно знать каждому! // Дзен. – https://dzen.ru/a/Ур6_bJzQTH8cIDbv.
5. 9 ключевых металлов и минералов в батареях электромобилей // Т-Ж. – <https://journal.tinkoff.ru/short/ev-battery/>.
6. Бесшумное зло: экологичность электромобилей – это миф // DRIVE2.RU. – <https://www.drive2.ru/b/548104348496822418/>.

Калинина О.Н., Кочеткова Н.В., Ситникова Г.Ю.

Об употреблении специальных сокращений и аббревиатур в реферативных базах данных на примере Базы данных ВИНТИ, тематический раздел «Химия»

*Всероссийский институт научной и технической информации РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-311

Аннотация

Представлен анализ сокращений и аббревиатур, используемых в Базе данных ВИНТИ, тематический раздел «Химия», предложена и апробирована методика такого анализа на основании поиска в Базе данных ВИНТИ. Проанализирована частота встречаемости исследуемых аббревиатур, наличие и происхождение разночтений в их расшифровке.

Ключевые слова: химия; информация научно-техническая; терминология; базы данных.

Abstract

This article provides an analysis of special contractions and abbreviations used in the VINITI Database, field of knowledge «Chemistry», a methodology for this analysis based on searching in the VINITI DB is proposed and tested. The frequency of occurrence of the studied abbreviations, discrepancies in their decoding and the origin of these discrepancies are analyzed.

Keywords: chemistry; scientific and technical information; terminology; databases.

Аббревиатуры и сокращения издавна применялись на письме у всех народов, обладающих письменностью, для экономии места на носителях текстовой информации (бересте, камне, керамических табличках, пергаменте) и ускоренного написания часто употребляемых слов и выражений, а также для обеспечения секретности. Первые аббревиатуры появились в античных надписях и рукописях и были весьма распространены и в Греции, и в Риме. Аббревиатуры древних римлян перешли вместе с латинским языком в Средние века, там они встречались, прежде всего, в надписях, на монетах, в рукописях, а также использовались для сокращения единиц меры и веса. Римские юристы так часто прибегали к аббревиатурам, что были составлены своды сокращений и правила сокращений букв, которые дошли впоследствии до средневековья и стали основой римской тахиграфии (быстрописание), самой древней из известных систем стенографии.

На сегодняшний день невозможно представить нашу жизнь без аббревиатур – они употребляются в разговорной речи, в средствах массовой информации, в деловой, научно-технической и даже художественной литературе. С одной стороны, аббревиатуры значительно сокращают объем текста и, значит, облегчают чтение, с другой стороны, наличие аббревиатур и сокращений может затруднять понимание смысла в связи с необходимостью запоминать и использовать новую информацию – значение (расшифровку) аббревиатур. Кроме того, аббревиатуры могут снижать эффективность информационного поиска в связи с неизбежными разночтениями и, как следствие, поисковому шуму (совокупности выданных при информационном поиске нерелевантных документов (1)). Поэтому необходимо контролировать употребление аббревиатур в письменной речи и в особенности в научно-технических документах, лексика которых изобилует специальными терминами.

В реферативных журналах (РЖ) и Базе данных ВИНТИ такой контроль существует. Согласно «Методическому пособию для научных референтов и редакторов» (2), использование сокращений и аббревиатур при реферировании должно быть строго ограниченным. В рефератах могут быть использованы только сокращения и аббревиатуры (акронимы), перечисленные в этом методическом пособии, причем только в указанном значении. Не упомянутые в (2) специальные аббревиатуры могут использоваться при следующем условии: в каждом реферате первое появление специальной аббревиатуры сопровождается записью в скобках соответствующего полного наименования, например: МОК (металлоорганический каркас). Списки аббревиатур, принятые для отдельных областей знания, публикуются в первых номерах соответствующих выпусков РЖ ВИНТИ. Применение окказиональных (контекстных) аббревиатур, вводимых и используемых в тексте конкретного реферата, не допускается. Ключевые слова также могут содержать аббревиатуры, но только в том случае, когда краткая форма вытеснила полное наименование предмета и сокращение чаще используются в терминосистемах (3), например: ДНК, ИК, КПД, ЯМР.

В настоящей работе в рамках ежегодной актуализации предпринят анализ «Списка специальных сокращений и аббревиатур для использования в РЖ и БД ВИНТИ», разрешенных для РЖ «Химия» и соответствующего тематического фрагмента БД ВИНТИ (далее «Список...»), с целью исправления ошибок и по возможности удаления устаревших, неоднозначных, синонимичных, а также отсутствующих в БД ВИНТИ, тематический фрагмент «Химия» (далее БД «Химия»). Для этого по каждой аббревиатуре был проведен поиск в БД «Химия» в полях «Заглавие-Т1» «Реферат-АВ» «Кл.слова-КВ» (Т1, АВ, КВ). При интерпретации результатов поиска учитывалось количество найденных документов, их содержание (выборочный просмотр), а в некоторых случаях проводился уточняющий поиск с

использованием операторов AND и NOT и дополнительных параметров – например, фрагментов расшифровки аббревиатуры. Разумеется, выбранная методика оценки весьма неточна, но это первый опыт такой работы, для более точной оценки требуется существенно больше времени. Для каждой аббревиатуры фиксировалось также количество расшифровок в онлайн-словаре сокращений русского языка (4). По итогам проведенного анализа из «Списка...» удалено более сорока процентов аббревиатур. Более подробно результаты изложены в работе (5), где приведены результаты поиска для большинства удаленных аббревиатур, а также итоговый их список.

Анализ полученных данных позволил сформулировать следующие основания для исключения аббревиатур из «Списка...»:

1. Аббревиатура не встречается в БД «Химия» или встречается очень редко и только в старых документах (более 30 лет);
2. Аббревиатура встречается в БД «Химия», но ее значение не совпадает с заявленным в «Списке...»;
3. Аббревиатура встречается в БД «Химия», ее значение совпадает с заявленным в «Списке...», но параллельно существуют разночтения, количество которых превышает количество «правильных» или сопоставимо с ним. Следует отметить, что большинство удаленных аббревиатур исключено именно на этом основании.

Найденные разночтения могут быть разделены на несколько основных групп. К первой можно отнести вполне «легитимные» аббревиатуры, принятые в химической терминологии и/или терминологии смежных областей знания – например:

- ♦ АФС = *активные фармацевтические субстанции* (совпадает с АФС = *атомно-флуоресцентная спектроскопия*);
- ♦ ГА = *гектар, генетический алгоритм* (совпадает с Га = *газоанализатор*);
- ♦ ДМЭ = *дифракция медленных электронов* (совпадает с ДМЭ = *диметиловый эфир*);
- ♦ ТЭП = *термоэмиссионный преобразователь* (совпадает с ТЭП = *термоэластопласт*, встречается существенно чаще, чем «списочная» расшифровка, хотя, конечно, при выбранном способе поиска можно говорить лишь о качественной оценке).

Другую группу разночтений составляют окказиональные (случайные, контекстные) аббревиатуры, введенные и используемые в тексте конкретного реферата авторами статьи или референтами. Например, аббревиатуре «ВМР» кроме расшифровки вторичные *материальные ресурсы* из «Списка...» соответствуют: *водометанольный раствор, водно-мицеллярные растворы, временные методические рекомендации*. Для аббревиатуры «АФС» кроме упомянутых выше *атомно-флуоресцентной спектроскопии* и *активных фармацевтических субстанций* присутствуют также: *алюмофосфатное связующее, алюмофосфаты, аморфный формовочный состав, азот-фосфорсодержащие суспензии, анодный функциональный слой*.

Кроме того, имеется множество ошибочных расшифровок, возникающих из опечаток, ошибок перевода, неверной транслитерации, неправильного переноса, бесконтрольного использования онлайн-переводчиков. Например, той же аббревиатурой «ВМР» (кириллица) представлены *bone morphogenetic protein, biochemical methane potential, bamboo micro particles, benzoyl-N-methylpyridinium*, соответствующие графически идентичной аббревиатуре «ВМР» (латиница). А гиалуроновая кислота представлена не только вполне логичной, хотя и окказиональной аббревиатурой «ГК» или англоязычной «НА», но и русско-английским гибридом ГА (Гиалуроновая Acid).

На такое неуместное употребление иноязычных аббревиатур, графически совпадающих с русскоязычными, хочется обратить особенное внимание, т.к. многие авторы до сих пор считают, что раз графически символы совпадают, то они совпадут и при поиске. Неправильно употребленные или набранные такие аббревиатуры приводят к дополнительным ошибкам поиска, поисковому шуму. Хрестоматийный пример – знак водородного показателя рН, который также является аббревиатурой, и который часто набирают кириллическими символами, т.к. по написанию кириллические и латинские символы совпадают. Приведенные ниже результаты поиска (Табл.2) показывают, насколько распространена эта аббревиатура и насколько много связанных с ней ошибок разметки/набора: всего слово рН(латиница) встречается в 109131 документах, из них полностью правильно набраны 104268, а 2293 документа оказываются потерянными для поиска, т.к. содержат только кириллические символы рН. Для сравнения приведены результаты поиска рh и рn в поисковике Google.

Таблица 1

Результаты поиска для аббревиатур рН(лат) и рН.

	<i>Запрос</i>	<i>Область поиска</i>	<i>Результат</i>
1	<i>(ph):TI,AB,KW</i>	<i>БД «Химия»</i>	<i>109131</i>
2	<i>(ph):TI,AB,KW NOT (pn):TI,AB,KW</i>	<i>БД «Химия»</i>	<i>104268</i>
3	<i>(ph):TI,AB,KW AND (pn):TI,AB,KW</i>	<i>БД «Химия»</i>	<i>5243</i>
4	<i>(pn):TI,AB,KW</i>	<i>БД «Химия»</i>	<i>7536</i>
5	<i>(pn):TI,AB,KW NOT (ph):TI,AB,KW</i>	<i>БД «Химия»</i>	<i>2293</i>
6	<i>ph</i>	<i>Google</i>	<i>5470000000</i>
7	<i>pn</i>	<i>Google</i>	<i>20500000</i>

Из представленного анализа можно сделать вывод, что контроль использования аббревиатур и сокращений в БД ВИНТИ требует дополнительной работы. Прежде всего, необходимо отметить, что согласно (2) списки аббревиатур, принятые для области знания «Химия», действительно публикуются в печатных изданиях соответствующих выпусков РЖ ВИНТИ, однако пользователям БД ВИНТИ эти списки, к сожалению, недоступны. Поэтому следует рассмотреть возможность размещения таких списков на сайте ВИНТИ. Далее, поскольку разделы тематического фрагмента «Химия» БД ВИНТИ сильно различаются по своему содержанию, можно предложить сделать отдельные списки сокращений для различных разделов, чтобы уменьшить количество разночтений. Например, аббревиатура АФС в значениях *атомно-флуоресцентная спектроскопия* и *активные фармацевтические субстанции* дает различные результаты поиска в разделах «Аналитическая химия. Оборудование лабораторий (СН01)» и «Технология органических лекарственных веществ, ветеринарных препаратов и пестицидов (СН10)» (табл.3), поиск проведен как описано выше.

Таблица 2

Результаты поиска аббревиатуры АФС в разделах СН01 и СН10.

<i>запрос</i>	<i>СН01</i>	<i>СН10</i>
<i>(АФС):TI,AB,KW</i>	<i>290</i>	<i>46</i>
<i>(АФС):TI,AB,KW AND (атомн\$)</i>	<i>172</i>	<i>0</i>
<i>(АФС):TI,AB,KW AND (лекарств\$)</i>	<i>1</i>	<i>33</i>

В представленном анализе «Списка...» внимание уделялось в основном его сокращению. Однако в научно-технической документации вместе с новыми понятиями и соответствующей им терминологией появляются и закрепляются новые аббревиатуры, требующие включения в список сокращений. Кроме того, довольно часто устоявшиеся англоязычные аббревиатуры употребляются в русскоязычных текстах без перевода, что вполне объяснимо с учетом сложности такого перевода и большей однозначности поиска. Например,

поиск в русскоязычных документах БД «Химия» аббревиатуры DFT (Density Functional Theory) приводит к результату 1400 документов, тогда как для ТФП (Теория Функционала Плотности) находится всего 146. Возможно, подобные сокращения следует легитимизировать в «Списке...». Работа в направлении его актуализации и усовершенствования будет продолжена, основное внимание планируется уделить добавлению в список новых аббревиатур и изысканию возможностей автоматического контроля использования сокращений и аббревиатур при вводе и редактировании данных в БД ВИНТИ.

1. ГОСТ 7.73-96 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Поиск и распространение информации. Термины и определения» от 01.01.98 // Росстандарт
2. Антошкова О.А., Дмитриева Е.Ю., Старцева О.Б., Чумакова Н.Ф., Эпштейн Г.Р. МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ для научных референтов и редакторов. - Москва: ВИНТИ, 2008
3. Никольцева И. П., Седышева О. А. О возможности содержательного индексирования документов ключевыми словами (по материалам эксперимента, проведенного в РНБ на базе комплекса "Охрана окружающей среды" // Предметный поиск в традиционных и нетрадиционных информационно-поисковых системах. - 1998. - №12. - С. 60-73.
4. Sokr.ru — словарь сокращений русского языка URL: <https://sokr.ru/> (дата обращения: 12.2023)
5. Калинина О.Н. Анализ «Списка специальных сокращений и аббревиатур для использования в РЖ и БД ВИНТИ», область знания «Химия». Деп. ВИНТИ №20-В2024 от 06.05.2024. Публ. в №2 за 2024 г.

Кочеткова Н.В., Помогайло С.И., Калинина О.Н.
Глубокие эвтектические растворители и ГЭР-подобные смеси.
Терминологический анализ

*Всероссийский институт научной и технической информации РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-312

Аннотация

Проведен анализ специальных терминов и устойчивых словосочетаний, используемых в научно-технической литературе, связанной с глубокими эвтектическими растворителями и аналогичными объектами.

Ключевые слова: эвтектические растворители, смеси низкоплавкие, температура плавления, материалы с низкотемпературным фазовым переходом, терминология.

Abstract

An analysis of special terms and stable phrases used in scientific and technical literature related to deep eutectic solvents and similar objects was carried out.

Keywords: deep eutectic solvents, low-melting mixtures, melting point, low-transition temperature mixtures, terminology.

Глубокие эвтектические растворители (ГЭР) разрабатывают в качестве альтернативы дорогостоящим ионным жидкостям, а также экологически не благоприятным традиционным органическим/молекулярным растворителям. ГЭР рассматривают как наиболее перспективные «зеленые» дизайнерские растворители, синтезированные за последние двадцать лет. Эти растворители являются более доступными и дешевыми, экологически безопасными, легко синтезируемыми и регенерируемыми аналогами ионных жидкостей.

Возможность настройки ГЭР с помощью рационального выбора предшественников, в том числе биомолекул и их производных, обеспечила стратегию целенаправленного создания новых функциональных растворителей. В настоящее время многие ГЭР являются важными, экологически благоприятными средами в «зеленой» химии. Их называют новыми растворителями нового века [1-2].

Стремительный рост мирового информационного потока по глубоким эвтектическим растворителям в 2000-х годах привел к появлению в научной литературе новых понятий, терминов, аббревиатур, устойчивых терминологических словосочетаний. Для новых типов зеленых растворителей в научную лексику были введены новые термины, что в ряде случаев привело к терминологической неточности и неопределенности.

В настоящее время в русскоязычной/англоязычной литературе используют несколько перекрывающихся, взаимно заменяющих и дополняющих друг друга названий растворителей на основе глубоких эвтектик: низкотемпературные эвтектические растворители (Low-Temperature Eutectic Solvents), глубокие эвтектические растворители (Deep Eutectic Solvents, DESs), природные глубокие эвтектические растворители (NATural Deep Solvents, NADESs или NDESs), а также низкоплавкие смеси (Low-Melting Mixtures, LMMs), смеси с низкотемпературным переходом (Low-Transition-Temperature Mixtures, LTTMs), смеси с температурным переходом (Transition-Temperature Mixtures, TTMs), тройные смеси с температурным переходом (Ternary Transition-Temperature Mixtures, TTTMs), глубокие эвтектические жидкости (Deep Eutectic Liquids, DELs), глубокие эвтектические ионные жидкости (Deep Eutectic Ionic Liquids, DEILs) [3-4].

Проблема заключается в том, что с учетом требований к точности научных и технологических терминов, не все эти термины корректны в отношении растворителей на основе глубоких эвтектик. Это связано, например, с тем, что эвтектическая смесь характеризуется единственной и минимальной для данной системы температурой плавления/замерзания, тогда как системы с не эвтектическим соотношением компонентов, включая ряд вышеупомянутых низкоплавких смесей, имеют различные температуры кристаллизации/плавления/стеклообразования в зависимости от соотношения компонентов [4].

В целом ряде исследований термин глубокие эвтектические растворители применяют более широко и используют для обозначения смесей доноров и акцепторов водородных связей практически с любым соотношением компонентов, а не только для смесей эвтектического состава. Это противоречит предложенной в начале 2000-х годов концепции растворителей на основе глубоких эвтектик (Abbott A.P. с сотрудниками), а также их определению глубоких эвтектических растворителей как эвтектических смесей кислот Льюиса/Бренстеда с основаниями, которые могут содержать различные анионные и катионные формы [5-6].

Например, 1:1 и 1:2 смеси пиразола и глицерина ошибочно отнесены к ГЭР V-типа [7]; системы холин хлорид – триэтанолламин [8] и имидазол – моноэтанолламин [9] с различным молярным соотношением компонентов, а также смеси (2:1, 1:1, 1:2) метилированного полиэтиленimina и трис(2-(2-метоксиэтокси)этил)аминa [10] некорректно называют ГЭР; аналогичные неточности наблюдались в случае смесей ментола, тиолов и различных кислот с молярным соотношением 1:1, которые авторы рассматривают как гидрофобные ГЭР [11] и т.д. Целый ряд водосодержащих смесей различного состава и смесей, легированных различными добавками, некорректно обозначают как ГЭР.

Для устранения терминологических несоответствий при сохранении традиционных и широко распространенных названий предложено два варианта обозначения неэвтектических смесей доноров и акцепторов водородных связей: либо смеси с низкотемпературным переходом (LTTMs), либо ГЭР-подобные смеси, для которых не подтверждено наличие эвтектических точек [4].

ГЭР-подобные смеси (Deep Eutectic Solvent-like mixtures, DES-like mixtures) представляют собой смеси тех же соединений – доноров и акцепторов водородных связей, которые образуют глубокие эвтектические растворители, но в соотношениях компонентов, отличных от таковых для эвтектического состава. К ГЭР-подобным смесям относят также смеси с неподтвержденной эвтектикой; ГЭР, включающие различные добавки; водосодержащие ГЭР; а также так называемые дизайнерские ГЭР, оптимизируемые подбором соотношений прекурсоров.

Терминологические словосочетания TMMs, LTTMs, TTMs, TTTMs предложено применять для смесей доноров и акцепторов водородных связей, склонных к стеклованию, для

которых не установлено или не подтверждено наличие доказанной эвтектики [5 - 6]. Эти смеси, по аналогии с глубокими эвтектическими растворителями, часто получают механическим смешением соединений, являющихся донорами и акцепторами водородных связей, и, по-видимому, по этому признаку их можно было бы отнести к ГЭР. Однако, в отличие от глубоких эвтектических растворителей, они не характеризуются определенным эвтектическим составом, которому соответствует фазовый переход при определенной фиксируемой температуре замерзания. Эти смеси предложено рассматривать как новый тип регулируемых настраиваемых неэвтектических растворителей, аналогичных глубоким эвтектическим растворителям [12 - 14].

Отнесение смесей к классу эвтектических растворителей, глубоких эвтектических растворителей или ГЭР-подобным смесям возможно лишь на основании анализа фазовых диаграмм равновесий систем твердое-жидкость. К категории ГЭР предложено относить эвтектические смеси, реальные температуры плавления которых ниже температур плавления аналогичных идеальных смесей. При этом смеси должны иметь значительные отрицательные отклонения от идеальности; а реальное снижение температуры плавления смеси должно быть таким, чтобы смесь оставалась жидкой при рабочей температуре в некотором интервале составов. В случае, если эвтектические смеси не отвечают этим критериям, для их обозначения следует употреблять более простой термин эвтектические смеси [15]. В случае не подтвержденной эвтектики системы относят к ГЭР-подобным смесям [4].

Отмечена необходимость более точного определения ГЭР с учетом как кинетического теплового поведения (температуры замерзания) смесей, так и их термодинамической однозначности [16]. Например, исследование фазового поведения типичного представителя глубоких эвтектических растворителей на основе хлорида холина (ChCl) и этиленгликоля (эталана) показало, что эвтектическая точка находится при -28°C и относительном содержании ChCl 0.01-0.02 [11], что согласуется с данными [17] и не совпадает с ранее полученными значениями (-66°C , xChCl 0.667) [18]. Кроме того, анализ расширенной фазовой диаграммы этой системы выявил, что температура эвтектики не является «глубокой» по сравнению с прогнозом теории идеального раствора. Температура кристаллизации смеси при охлаждении до -65°C , проходившей, по-видимому, в неравновесных условиях, была принята ранее за эвтектическую точку [11].

Терминологический анализ научных публикаций по глубоким эвтектическим растворителям, вошедших в тематический раздел «Химия» Политематической БД ВИНТИ РАН, показал, что в последние годы в англоязычной литературе все чаще применяют термин ГЭР-подобные смеси (DES-like mixtures), использование которого доминирует в обозначении смесей доноров и акцепторов водородных связей с не подтвержденной эвтектикой. При этом термин «глубокие эвтектические растворители» в русскоязычной литературе часто используют как для смесей с четко фиксируемым эвтектическим переходом, так и для смесей с неподтвержденной эвтектикой, а термин ГЭР-подобные смеси пока не находит широкого применения.

1. Prabhune Aditi, Dey Ranjan. Green and sustainable solvents of the future: Deep eutectic solvents // J. Mol. Liq. 2023. V. 379. P. 121676.
2. Морозова О. В., Васильева И.С., Шумакович Г.П. и др. Глубокие эвтектические растворители в биотехнологии // Успехи биологической химии. 2023. Т. 63. С. 301-348.
3. Кочеткова Н.В. Глубокие эвтектические растворители. Терминология. 2022. С. 89-94 / НТИ-2022: 10 научная конференция с международным участием, посвященная 70-летию ВИНТИ РАН «Научная информация в современном мире: глобальные вызовы и национальные приоритеты» / М. ВИНТИ РАН. 2022.
4. Jablonsky M., Sima J. Is it correct to name DESs deep eutectic solvents? // Bio Resources. 2022. V. 17. No. 3. P. 3880-3882.
5. Abbott A.P., Capper G., Davies D.L. [et al.] Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures // Chem. Commun. 2003. P. 70-71.
6. Smith E.L., Abbott A.P., Ryder K.S. Deep Eutectic Solvents (DESs) and Applications // Chem. Rev. 2014. V. 114. No 21. P. 11060-11082.

7. Ke Li, Renjiang Li, Duan Xiuzhi, Deng Dongshun. New Type V Pyrazole/Glycerol Deep Eutectic Solvent: Physicochemical Properties and Gas Solubilities of NH₃ or CO₂ // J. Solut. Chem. 2023. V. 52. No 9. P. 1033-1047.
8. Malaiyarasan Vichitra, Ramalingam Anantharaj. Triethanolamine Based Deep Eutectic Solvent as Green Extracting Agent for Isolation of Cardanol from Cashew Nut Shell Liquid // Solv. Extr. And Ion Exch. 2024. V. 42. No 1. P. 52-77.
9. Al-Fazari Fatma R., Mjalli Farouq S. [et al.] Imidazole-Monoethanolamine-Based Deep Eutectic Solvent for Carbon Dioxide Capture: A Combined Experimental and Molecular Dynamics Investigation // J. Chem. And Eng. Data. 2023. V. 68. No 5. P. 1077-1090.
10. Zhou Yan, Sang Xiao-Yan, Guan Hua [et al.] Rapid and high-capacity absorption of SO₂ by deep eutectic solvents bound to tertiary amine sites // J. Mol. Liq. 2023. V. 389. P. 122921.
11. Wazeer Irfan, Hizaddin Haneef F. [et al.] Removal of cresol contaminants from aqueous media using hydrophobic deep eutectic solvents // J. Mol. Liq. 2024. V. 407. P. 125082.
12. Francisco M., Van der Bruinhorst A., Zubeir L.F. [et al.] A new low transition temperature mixture (LTTM) formed by choline chloride + lactic acid: Characterization as solvent for CO₂ capture // Fluid Phase Equilibria. 2013. No. 340. P. 77-84.
13. Gonzalez A. S. B., Francisco M., Jimeno G. [et al.] Liquid-liquid equilibrium data for the systems (LTTM + benzene + hexane) and (LTTM + ethyl acetate + hexane) at different temperatures and atmospheric pressure // Fluid Phase Equilibria. 2013. No 360. P. 54-62.
14. Oliveira Vigier K. and García-Álvarez J. Deep eutectic and low-melting mixtures. 2017. P. 83-114 // in Bio-Based Solvents / New York: John-Wiley & Sons, Ltd. 2017.
15. Monia A.R. Martin, Simao P. Pinho, Joao A.P. Coutinho. Insights into the Nature of Eutectic and Deep Eutectic Mixtures // J. Sol. Chem. 2019. V. 48. No. 7. P. 962-082.
16. Hayler Hannah J., Perkin Susan. The eutectic point in choline chloride and ethylene glycol mixtures // Chem. Commun. 2022. V. 58. No. 91. P. 12728-12731.
17. Vira Agieienko, Buchner R. Is ethaline a deep eutectic solvent? // Phys. Chem. Chem. Phys. 2022. V. 24. P. 5265-5268.
18. Shahbaz K., Mjalli F.S., Hashim M.A., [et al.] Using Deep Eutectic Solvents for Removal of Glycerol from Palm Oil-based Biodiesel // J. Appl. Sciences. 2010. V.10. No. 24. P. 3349-3354.

Марценюк В.В.

Эпоксидные композиты с углеродными наночастицами (обзор)

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»*

(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-313

Аннотация

Представлен обзор современной научной литературы, посвященной получению и изучению свойств эпоксидных композитов с углеродными наночастицами. Рассмотрены результаты исследований, показывающие влияние углеродных наночастиц на свойства эпоксидных композитов, а также композитов с волокнистыми наполнителями. Модифицированные углеродными наночастицами эпоксидные матрицы имеют лучшие физико-механические свойства, повышенные термические и электрофизические характеристики.

Ключевые слова: эпоксидный композит, эпоксидный нанокompозит, наночастицы, углеродные наночастицы, исследование свойств.

Abstract

The review of modern scientific literature devoted to the preparation and study of the properties of epoxy composites with carbon nanoparticles is presented. The results of studies showing the effect of carbon nanoparticles on the properties of epoxy composites, as well as composites with fibrous fillers, are considered. Epoxy matrices modified with carbon nanoparticles have better physical and mechanical properties, increased thermal and electrophysical characteristics.

Keywords: epoxy composite, epoxy nanocomposite, nanoparticles, carbon nanoparticles, properties research.

Эпоксидные полимеры по множеству свойств можно выделить среди полимерных материалов, имея важную роль в аэрокосмической, автомобильной, судостроительной и других отраслях промышленности [1]. Широкое применение эпоксидных полимеров и композиционных материалов на их основе связано с высокой технологичностью эпоксидных смол, что выражается в возможности изготовления большого многообразия дисперсно- и непрерывно-наполненных композитов на их основе, в сочетании с уникальными эксплуатационными характеристиками [2].

Волокнистые наполнители, используемые в полимерных композитах для повышения их механических показателей, приводят к увеличению веса, хрупкости и непрозрачности материалов. Этим недостаткам лишены наночастицы. Особенности применения их в качестве наполнителей эпоксидных полимеров зависят, в первую очередь, от химических свойств поверхности. Например, эпоксидные нанокомпозиты, содержащие 0,1 масс. % фторированных углеродных нанотрубок, продемонстрировали увеличение прочности на разрыв на 48% [3] или введение 0,5 масс. % функционализированных (прививка кислородсодержащих групп) углеродных нанотрубок повышает прочность на разрыв более чем на 25% [4]. При введении углеродных нанотрубок или фуллеренов, которые обладают высокой энергией взаимодействия и огромной (до 1000 м²/г) удельной поверхностью, следует ожидать, что уже при крайне малых (<0,1 масс. %) концентрациях наполнителя весь объем полимерной матрицы перейдет в состояние граничного слоя, а свойства матрицы существенным образом изменятся [5]. Введение в состав материалов углеродных наночастиц, таких как фуллерены, нанотрубки, астралены в количестве более 0,05 масс. % в случае углепластиков приводит к комплексному повышению механических и эксплуатационных свойств: прочности при сжатии и сдвиге на 20%, ударной стойкости на 45%, остаточной прочности в 1,5 раза, водо- и топливостойкости в 1,5-2,0 раза, температуры эксплуатации на 30% и увеличению ресурса в 1,8 раза.

Наиболее сильное влияние на механические свойства углеродных эпоксинаноккомпозитов оказывает функционализация углеродных наночастиц. Так, например, в работе показано [6], что модуль упругости эпоксидных нанокомпозитов, содержащих 3 масс. % необработанных и функционализированных углеродных нанотрубок путём обработки смесью аминокислотной и полифосфорной кислот многостенных углеродных нанотрубок, возрос на 32 и 53%, соответственно, т.е. для функционализированных углеродных нанотрубок в большей степени.

В эпоксидных композитах с графеном при разрушении энергия трещины рассеивается за счёт ветвления и удлинения пути её развития. Углеродные нанотрубки, закрепившись в стенах трещины, препятствуют раскрытию её берегов. Энергия трещины также расходуется на преодоление сил трения при вытягивании углеродных наночастиц из эпоксидной матрицы. Агломераты фуллеренов являются эффективными местами задержки фронта трещины, вынуждая его огибать себя, в результате чего образуются новые площади поверхностей разрушения [7]. В другом исследовании показано [8], что введение графена в эпоксидные композиты повышает прочность при изгибе с 20 до 51 МПа, прочность при сжатии – с 50 до 68 МПа при введении 0,1 масс. %. Другие авторы установили [9], что предел прочности при растяжении эпоксидных нанокомпозитов (1,5 масс. %) увеличивается от 39 МПа (эпоксидная матрица) до 46 МПа в случае необработанных и до 59 МПа для функционализированных аминокислотными группами многостенных углеродных нанотрубок.

Как показали результаты исследований других авторов [10], в плане повышения механических свойств эпоксидных нанокомпозитов, графен более эффективен при повышении трещиностойкости, чем углеродные нанотрубки. Так, например, при концентрации 0,1 масс. % величина твердости растёт по сравнению матрицей в случае одностенных углеродных нанотрубок на 14%, в случае многостенных углеродных нанотрубок на 20%, а в случае графена на 53%.

Другие углеродные наночастицы, которые также являются аллотропной модификацией углерода, астралены, эффективно выполняют роль стопперов микротрещин [11]. В результате модификации на 35% повышена удельная энергия и вязкость разрушения эпоксидных углепластиков.

Углеродные наночастицы в композиционных материалах влияют не только на физико-механические свойства последних, а также на термические свойствам. Например, в следующей работе [12] обнаружено повышение температуры стеклования композитов при добавлении графена. Сохраняющиеся функциональные группы графена действуют как катализаторы для сшивки эпоксидных цепочек, что повышает температуру стеклования материала. Результаты дифференциальной-сканирующей калориметрии показывают увеличение температуры стеклования от 126оС для исходного эпоксида до 139оС для композита, содержащего 1,5 масс. % графена. Или в другом исследовании установлено [9], что температура стеклования также возрастает от 98оС для эпоксидной матрицы и до 109 и 112оС для необработанных и функционализированных углеродных нанотрубок соответственно.

Введение даже небольшого (0,1 масс. %) количества любого типа углеродного наполнителя, приводит к расширению пика и сдвигает максимальную температуру экзотермического пика отверждения в более горячую область. Это может быть связано с тем, что теплопроводность углеродных наполнителей выше, нежели у полимерной матрицы, и тепло, подводимое к отверждаемому композиту, рассеивается в окружающее пространство быстрее [13]. Таким образом, введение углеродного наполнителя приводит к увеличению температурного диапазона отверждения эпоксидной смолы, тем самым уменьшая количество теплоты, выделяющейся в единицу времени. Кроме того, следует отметить снижение энтальпии отверждения, отмеченное в ряде случаев, которое может быть свидетельством изменения механизма отверждения.

Исследована кинетика изменения комплексной вязкости. Определено время достижения гель-точки смесей в зависимости от концентрации фуллеренов. Показано, что введение в связующее модификатора (фуллеренов) изменяет время отверждения композита. Время достижения гель-точки уменьшается на 30 % при концентрации фуллеренов не более 0,15 масс. %. При дальнейшем увеличении концентрации наполнителя время затвердевания состава увеличивается и выходит на постоянное значение [14]. В другой работе [15] было изучено влияние температуры предварительного отверждения (от 7 до 40°С) и времени перемешивания отвердителя на механические свойства нанокompозита. Было обнаружено, что присутствие графена (0,5 масс. %) в эпоксидной смоле вязкость увеличивает на 4,2%, а усадка увеличивается с 3,2% до 5,7%. Также можно сделать вывод, что увеличение времени смешивания отвердителя и более низкие температуры предварительного отверждения оказали очень положительное влияние на механические свойства.

1. Полимерные нанокompозиты / под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю ; пер. с англ. А. Е. Грахова. - Москва : Техносфера, 2011. - 687 с.
2. Иржак, В.И. Эпоксидные полимеры и композиты с эпоксидной матрицей. – М.: РАН, 2022. – 288 с.
3. Зайцев, И.А. Упрочнение эпоксидных смол углеродными наноматериалами / И.А. Зайцев, А.Н. Блохин // Материаловедение. Энергетика. – 2021. – Т. 27. – № 1. – С. 74-86.
4. Крюков, А.Ю. Влияние углеродных нанотрубок на прочность полимерного композита «эпоксидная смола-углеродные нанотрубки» / А.Ю. Крюков, А.В. Шумянцев, К.А. Потапова, А.Н. Морозов, А.В. Десятов // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. 34. – № 4 (227). – С. 31-33.
5. Гуняев, Г.М. Модифицирование конструкционных углепластиков углеродными наночастицами / Г.М. Гуняев, Е.Н. Каблов, В.М. Алексашин // Российский химический журнал. – 2010. – № 1. – С. 5-11.
6. Choi, W.J. Curing behavior and properties of epoxy nanocomposites with amine functionalized multi-walled carbon nanotubes / W.J. Choi, R.I. Powell, D.S. Kim // Polym. Compos. – 2009. – V. 30. – № 4. – P. 415.
7. Ильина, В.Н. Исследование влияния наночастиц углеродных наполнителей на морфологию эпоксидного связующего / В.Н. Ильина, С.В. Ильин, Г.Р. Халикова, В.А. Гафарова, И.Р. Кузеев // Нанотехнологии в строительстве. – 2023. – № 15 (4). – С. 328-336.
8. Хлаинг, Зо. У. Свойства модифицированной эпоксидной смолы ЭД-20 / Зо У. Хлаинг, К.А. Яковлева, Н.В. Костромина // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. 34. – № 7 (230). – С. 114-116.
9. Chen, X. Mechanical and thermal properties of epoxy nanocomposites reinforced with amino-functionalized multi-walled carbon nanotubes / J. Wang, M. Lin, W. Zhong, T. Feng, J. Chen, F. Xue // Mater. Sci. Eng. A. – 2008. – V. 492. – № 1-2. – P. 236.

10. Rafiee, M.A. Enhanced Mechanical Properties of Nanocomposites at Low Graphene Content / M.A. Rafiee, J. Rafiee, Z. Wang, H. Song, Z.-Z. Yu, N. Koratkar // *ASC Nano*. – 2009. – V. 3. – № 12. – P. 3884.
11. Хвостов, С.А. Перспективы применения ультрадисперсных частиц для модификации термореактивных полимеров / С.А. Хвостов, Е.С. Ананьева, В.Б. Маркин // Труды VI Всероссийской школы-семинара «Новые материалы. Создание, структура, свойства». – 2006. – С. 204-209.
12. Gajera, H.L. Получение графена путём термического расслоения и исследование термической стабильности графен-эпоксидных нанокомпозитов / H.L. Gajera, S. Manocha // *Композиты и наноструктуры*. – 2016. – Т. 8. – №. 2 (30). – С.133-140.
13. Камаев, А.О. Теплораспределяющие свойства эпоксидных матриц, модифицированных различными углеродными наполнителями / А.О. Камаев, О.Н. Шорникова, А.В. Солопченко, А.В. Кепман, А.П. Малахо // *Вестник Воронежского государственного технического университета*. – 2015. – Т. 11. – № 6. – С. 18-23.
14. Бузмакова, М.М. Экспериментальное исследование реокинетики эпоксидного связующего, модифицированного фуллеренами C60 / М.М. Бузмакова, В.Г. Гилев, С.В. Русаков // *Вестник Пермского университета. Серия: Физика*. – 2019. – № 2. – С. 35-40.
15. Parente, J.M. Effect of graphene nanoparticles on suspension viscosity and mechanical properties of epoxy-based nanocomposites / J.M. Parente, R. Simões, P.N.B. Reis // *Procedia Structural Integrity*. 2022. – V. 37. – P. 820-825

Павлова Н.В., Марданов Р.Г., Бубело О.Н.
Коррозионные свойства сплавов алюминия,
полученных методом селективного лазерного сплавления

*Всероссийский Институт Научной Технической Информации
Российской Академии Наук (ВИНИТИ РАН)
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-314

Аннотация

Технология селективного лазерного сплавления (СЛС) является весьма перспективным направлением исследования, так как данный метод позволяет получать сложнопрофилированные и тонкостенные детали. Одной из наиболее важных характеристик металлических материалов является их коррозионная стойкость. В данном обзоре рассмотрены коррозионные свойства сплавов алюминия, полученных методом СЛС. Показано, что в общем случае данные сплавы имеют преимущества по сравнению с аналогичными деформируемыми или литыми сплавами.

Ключевые слова: селективное лазерное сплавление, коррозия, сплавы алюминия.

Abstract

Selective laser melting is a promising area of research, since this method makes it possible to obtain complex-profile and thin-walled parts. One of the most important characteristics of metal materials is their corrosion resistance. This review is devoted to the corrosion properties of aluminum SLS alloys. It is shown that, in general, these alloys have advantages over similar wrought or cast alloys.

Keywords: selective laser melting, corrosion, aluminum alloys.

Технология селективного лазерного сплавления (СЛС) металлов относится к аддитивным технологиям изготовления изделий из металлов. Процесс основан на послойном построении детали путем выборочного расплавления порошкового слоя лазерным излучением по определенной траектории. Процесс повторяется многократно до получения детали необходимой формы и размера. Для предотвращения окисления металлических порошков СЛС осуществляется в атмосфере инертных газов (аргона или азота в зависимости от материала) [1,2]. Данный метод имеет весомые преимущества в части получения сложнопрофилированных и тонкостенных деталей. Исключение процессов сварки, отсутствие необходимости в формах и возможность вторичной переработки металлических порошков увеличивает коэффициент использования исходного сырья и снижает себестоимость производства [2].

Одним из привлекательных материалов для использования в СЛС являются порошки алюминиевых сплавов.

СЛС для алюминиевых сплавов имеет ряд особенностей в связи с тем, что данные сплавы характеризуются низкой текучестью, высокой отражательной способностью и теплопроводностью, а также склонностью к образованию оксидной пленки [3]. Совокупность данных характеристик в общем случае может приводить к неравномерности структуры и состава получаемых деталей по объему, высокой пористости и появлению микротрещин. Данные явления могут быть, по крайней мере частично, компенсированы грамотным подбором составов алюминиевых сплавов, выращиваемых методом СЛС.

В таблице 1 приведены составы основных алюминиевых сплавов, получаемых методом СЛС.

Одной из наиболее важных характеристик любого металлического материала является его коррозионная стойкость. Данный обзор посвящен рассмотрению коррозионных свойств алюминиевых сплавов, полученных методом СЛС.

Наиболее распространенными алюминиевыми сплавами являются силумины, сплавы алюминия с кремнием с содержанием кремния около 10 масс.%, в частности сплав AlSi10Mg. Данный сплав находит применение в автомобильной и аэрокосмической промышленности и хорошо зарекомендовал себя благодаря своей отказоустойчивой обрабатываемости и достойным статическим свойствам при сравнительно низких затратах [5].

Таблица 1

Наиболее распространенные сплавы, получаемые методом СЛС.

Система легирования	Химический состав, % (по массе)								Источник
	Si	Mg	Cu	Ce	Zr	Mn	Zn	Fe	
AlSi10Mg	9-11	0,45-0,6	0-0,8	0-0,5	0-0,5	0,05	0,05	<0,55	[4, 6-9]
Al-Cu	Si	Mg	Cu						[11]
	1	1,5	3,5						
Al-Mg-Sc-Zr	Mg	Sc	Zr	Mn	Eu				[4,12-14]
	3-6	0,2-0,6	0-0,4	0-0,5	0-0,4				
Al-Zn-Mg	Zn	Mg							[15]
	14	3							

В [6-9] приведены результаты исследования коррозионной стойкости сплавов AlSi10Mg с различными легирующими добавками (Cu, Ce, Zr) к коррозии в среде 3,0-3,5 % NaCl. Показано, что скорость коррозии резко снижается по мере выдержки сплава в коррозионной среде. В присутствии хлорид-ионов данный сплав подвергается питтинговой коррозии [6,8], причем скорость коррозии ожидаемо увеличивается при увеличении концентрации хлорид ионов и снижается по мере выдержки сплава в коррозионной среде. Одновременно с этим происходит и изменение морфологии коррозии, что во многом обусловливается накоплением на поверхности продуктов коррозии [6].

Отмечается, что термообработка снижает коррозионную стойкость сплава [6-8]. В [8] показано, что скорости коррозии образцов в состоянии готовности и после термической обработки при 300 °С близки на ранней стадии коррозии при воздействии 0,1 М NaCl, в то время как коррозионная стойкость образца, термически обработанного при 300 °С, ниже, чем у образца в состоянии готовности в течение всего периода испытаний при воздействии 1 М NaCl. Подобное различие в скорости коррозии синтезированного и термообработанного сплавов большинство исследователей объясняют различиями в распределении кремния в образце: после термической обработки случайно распределенные частицы Si ускоряют микрогальваническую реакцию, и матрица Al вокруг частиц Si растворяется, оставляя частицы Si на поверхности, которые ограничивают образование компактного оксидного слоя. Более высокая температура нагрева приводит к появлению более крупных частиц Si и, соответственно, к более высоким скоростям коррозии [6]. Отмечается также, что в процессе термообработки происходит образование так называемых зон, свободных от выделений, и коррозия наиболее интенсивно

развивается вдоль границ раздела участков выпадения кремния и интерметаллидов, приводя к высокой скорости межкристаллитной коррозии [7].

Механическая обработка сплава также влияет на его коррозионную активность: у синтезированного образца плотность тока коррозии в три раза выше, чем у полированного образца, а защитный потенциал неполированного образца снижен по сравнению с полированным образцом, что указывает на лучшую коррозионную стойкость полированных образцов [8].

Отмечается также, что сплавы AlSiMg, полученные методом СЛС отличаются большей коррозионной стойкостью по сравнению с литыми сплавами аналогичного состава [6,8,9], что объясняется более равномерной структурой и химическим составом СЛС-сплавов и отсутствием дендритной структуры, характерной для литых сплавов [6,7].

Несмотря на это, скорость коррозии сплавов AlSi10Mg довольно высока, поэтому данные сплавы в коррозионно активных средах необходимо применять с противокоррозионной защитой [7].

Еще одной распространенной легирующей системой является Al-Cu [4]. Введение меди увеличивает плотность и твердость алюминиевых сплавов, в том числе силуминов, уменьшает размер зерна и заметно снижает скорость коррозии [10]. Всё это обуславливает интерес к данным легирующим системам в контексте селективного лазерного сплавления.

В [11] рассмотрены коррозионные свойства селективно расплавленных лазером и дополнительно термически обработанных образцов Al-3,5Cu-1,5 Mg-1Si. Испытания проводились в растворах 0,001 М и 0,1 М NaCl (рН 7) с помощью электрохимических поляризационных измерений и анализа поверхности методом сканирующей электронной микроскопии. Показано, что данные сплавы обладают заметно лучшей коррозионной стойкостью по сравнению с аналогичным деформированным сплавом АА 2024, что объясняется более утонченными микроструктурными состояниями и образованием определенных вторичных фаз. Что интересно, в случае данной легирующей системы термообработка способствует повышению коррозионной стойкости.

Значительно лучшей коррозионной стойкостью по сравнению с силуминами обладает сплав AlMgSc. Введение значительно больших по сравнению с AlSi10Mg количеств Mg улучшает механическую стойкость, обеспечивая измельчение зерна, а Sc повышает температуру рекристаллизации и улучшает коррозионную стойкость материала благодаря стабилизации границ зерен за счет образования преципитатов Al3Sc [12]. Аналогичный процесс происходит и при включении в систему Al-Mg циркония (Zr) в качестве легирующего компонента [13].

Так же, как и в случае с AlSi10Mg, коррозионное поведение AlMgSc существенно зависит от условий термообработки, что связано с влиянием температуры отжига на рост зерна. С увеличением температуры непрерывно увеличивается размер зерна, однако структура зерна не является однородной для всех условий. Наиболее равномерное распределение размеров наблюдалось при температурах 573 и более 723 К. Сплавы, термообработанные при этих температурах, показали наилучшую коррозионную стойкость при исследовании методом электрохимического импеданса [12]. На всех кривых в координатах Найквиста наряду с емкостными дугами присутствовали индукционные петли в области низких частот, что характерно для процессов, протекающих с образованием адсорбированных частиц и возникновением ямок на поверхности металлов [12].

Также в данном сплаве отмечается наличие различий в коррозионной стойкости различных граней отпечатанных образцов. Показано [13], что верхняя плоскость обладает лучшей коррозионной стойкостью по сравнению с боковой плоскостью. Меньшая подверженность коррозии верхней поверхности в основном объясняется лучшим распределением зерен и более слабой текстурой по сравнению с боковой поверхностью.

Аналогичное различие в коррозионной стойкости в зависимости от направления печати отмечается также в более сложной легирующей системе Al-4.74Mg-0.52Mn-0.41Sc-0.36Er-

0.43Zr (масс.%) [14]. Показано, что плоскость ХУ образца менее склонна к межкристаллитной коррозии по сравнению с плоскостью ХZ. Данное явление объясняется различиями в микроструктуре: в плоскости ХУ меньше первичных фаз $Al_3(Sc, Er, Zr)$ и Al_2MgO_4 , которые могут вызывать локальную коррозию. Кроме того, более высокая доля малоугловых границ зерен и более сильный индекс текстуры вдоль направления сборки также могут способствовать лучшей коррозионной стойкости плоскости ХУ.

Менее исследованной, но также многообещающей легирующей системой является Al-Zn-Mg. Интерес к данным системам вызван в связи с необходимостью разработки высокопрочных сплавов для аэрокосмической и транспортной промышленности. В [15] рассмотрены механические свойства и коррозионное поведение изготовленного методом СЛС алюминиевого сплава с очень высоким содержанием растворенных веществ: Al-14Zn-3Mg (масс.%). Показано, что по сравнению с деформируемым сплавом AA7075-T6, взятым в качестве эталона, сплав Al-14Zn-3Mg имеет более низкую скорость коррозии. Как и в других, ранее рассмотренных легирующих системах, снижение скорости коррозии при использовании метода СЛС объясняется изменением микроструктуры по сравнению с деформируемыми сплавами, в частности в данном случае отсутствием в структуре сплава крупных интерметаллических частиц.

Несмотря на различия в коррозионном поведении различных легирующих систем, прослеживаемая общая тенденция увеличения коррозионной стойкости при переходе от традиционных способов получения сплавов к методу селективного лазерного сплавления делает данные сплавы весьма привлекательными для использования в различных отраслях деятельности.

1. Колчанов Д.С., Дренин А.А., Денежкин А.О., Шустова Л.А., Сафиуллин С.Р. // Известия вузов. Машиностроение. 2022, №10 (751). doi: 10.18698/0536-1044-2022-10-79-88
2. Zhang J., Song B., Wei Q., Bourell D., Shi Y. // Journal of Materials Science & Technology. 2019, V. 35, 2, p. 270-284. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2018.09.004>
3. Аблеева Р.Р., Гвоздева Г.О., Тарасова Т.В. // Аддитивные технологии в цифровом производстве. Металлы, сплавы, композиты. 2019, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-izgotovleniya-izdeliy-iz-alyuminiyevyh-splavov-metodom-selektivnogo-lazernogo-plavleniya> (дата обращения 22.09.2024).
4. Дынин Н.В., Иванова А.О., Хасиков Д.В., Оглодков М.С. // Труды ВИАМ. 2017, № 8 (56). DOI: 10.18577/2307-6046-2017-0-8-2-2.
5. Hitzler L., Sert E., Öchsner A., Werner E. // Quality Analysis of Additively Manufactured Metals. Simulation Approaches, Processes, and Microstructure Properties. 2023, 355-387. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88664-2.00010-5>
6. Chen H.; Zhang C.; Jia D.; Wellmann D., Liu W. // Metals. 2020, 10, 102. <https://doi.org/10.3390/met10010102>
7. Фомина М.А., Дынин Н.В., Шуртаков С.В., Морозова С.Е. // Труды ВИАМ. 2018, №4. [dx.doi.org/10.18577/2307-6046-2018-0-4-91-100](https://doi.org/10.18577/2307-6046-2018-0-4-91-100).
8. Zhang Z., Wang B., Zhao Z., Li X., Liu B., Bai P. // Journal of Materials Research and Technology. 2022, V. 16, p. 1597-1609. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.12.102>
9. Sellamuthu, P., Sivaprasad, K., & Prashanth, K. G. // Journal of Mines, Metals and Fuels. 2024, 72(2), 93–102. <https://doi.org/10.18311/jmmf/2024/36429>
10. Suprpto W., Risonarto V.Y., Widodo A.S. // Eureka: Physics and Engineering. 2024, №3. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2024.003086>
11. Wang P., Gebert A., Yan L., Li H., Lao C., Chen Z., Kosiba K., Kühn U. // Intermetallics, 2020, V. 124, 106871. <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2020.106871>
12. Lage M. D. A., Oliveira M.D., Pereira P. H. R., Figueiredo R. B., Lins V. F. C. // Journal of Materials Research and Technology. 2022, V. 18, 2745-2753. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.03.054>
13. Chen Y.X., Lin D.Y., Han J.C., Xia X.J., Chen Y.Y., Hao W.K., Yang B.K., Hu P.H., Chen S.F. // Journal of Manufacturing Processes. 2022, V. 84, 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.09.043>
14. Shi J., Hu Q., Zhao X., Liu J., Zhou J., Xu W. // Coatings 2023, 13, 337. <https://doi.org/10.3390/coatings13020337>
15. Babu A.P., Choudhary S., Griffith J.C., Huang A., Birbilis N. // Corrosion Science. 2021, V. 189, 109626. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109626>

Сабижанова Н.Ш., Черняева Д.Д., Бурухина О.В.
Полимер галактуроновой кислоты в качестве технологической добавки (5 г/л)
в хлоркалийевый буровой раствор (42 г/л)

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г.Чернышевского
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-315

Аннотация

Рассмотрено влияние введения полимера галактуроновой кислоты (5 г/л) в качестве загустителя на свойства хлоркалийевого бурового раствора (42 г/л). Приведены рецептуры приготовления бурового раствора. Исследованы реологические и химические свойства бурового раствора, выявлены изменения параметров раствора с введенной добавкой, проведено сравнение с параметрами эталонного раствора при одинаковых условиях.

Ключевые слова: буровой раствор, промывочная жидкость, технологическая добавка, полимер галактуроновой кислоты, реологические свойства.

Abstract

The effect of the introduction of galacturonic acid polymers as a thickener on the properties of a potassium chloride drilling mud is considered. The formulations for the preparation of drilling mud are given. The rheological and chemical properties of the drilling mud were investigated, changes in the parameters of the solution with the introduced additive were revealed, and a comparison was made with the parameters of the reference solution under the same conditions.

Keywords: drilling mud, washing liquid, technological additive, polymer of galacturonic acid, rheological properties.

Повышение эффективности бурения и вскрытия продуктивных пластов напрямую связано с качеством применяемого бурового раствора. Правильный выбор типа раствора и его компонентов позволит сохранить продуктивность пластов, устойчивость стенок скважины и снизить вероятность других осложнений.

Наиболее широко используемые в настоящее время буровые растворы представляют собой жидкости, содержащие дисперсную фазу. Как и обычные жидкости, они обладают подвижностью, т.е. способностью течь. При этом первоначальное расположение частиц жидкости изменяется, происходит деформация. Наука о деформации и течении тел называется реологией, а свойства тел, связанные с течением и деформацией, называются реологическими. Они характеризуются определенными величинами, не зависящими от условий их измерения и конструкции измерительных приборов. Такие величины называют реологическими константами.

Реологические свойства буровых растворов оказывают превалирующее влияние:

- на степень очистки забоя скважины от шлама и охлаждения породоразрушающего инструмента
- транспортирующую способность потока
- величину гидравлических сопротивлений во всех звеньях циркуляционной системы скважины
- величину гидродинамического давления на ее стенки и забой в процессе бурения
- амплитуду колебаний давления при пуске и остановке насосов, выполнении СПО и проработке скважины с расхаживанием буровой колонны
- интенсивность обогащения бурового раствора шламом
- скорость эрозии стенок скважин и др.

Изучение реологических свойств дисперсных систем основано на выявлении закономерностей связи между силами (напряжениями), вызывающими течение жидкости, и получаемыми при этом скоростями течения (деформациями) [1].

Ранее нами в качестве добавок для буровых растворов были исследованы цефтриаксон (10 мг/л) [2], ампициллин (10 мг/л) [3], технологическая добавка на основе галактозы [4,5], технологическая добавка на основе полимеров галактуроновой кислоты [6,7]. В настоящей работе была рассмотрена возможность применения полимера галактуроновой кислоты (5 г/л) в качестве загустителя для хлоркалиевого бурового раствора.

Природные полимеры — это полимеры естественного происхождения, производимые без участия человека. Структура природных полимеров сложнее структуры синтетических, обычно у них более высокий молекулярный вес. Кроме того, естественные полимеры менее устойчивы к воздействию температуры и легче поддаются бактериальному разложению. Природные полимеры, используемые в буровых растворах, состоят из полимеризированных молекул сахара. Одной из основных отличительных черт полимера галактуроновой кислоты считается непропорционально огромное возрастание вязкости при увеличении его концентрации [8].

Для исследования использовался хлоркалиевый раствор на водной основе, имеющий в своем составе компоненты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Компоненты раствора сравнения.

Название реагента	Количество
Вода	1 л
KCl	42 г
CaCO ₃	50 г
NaOH	1 г
Polypac ELV	10 г
DUO-VIS NS	3 г

В качестве дисперсионной среды бурового раствора выступает вода, в роли основного структурообразователя – хлорид калия. Для предотвращения увеличения вязкости применяют полианионную целлюлозу POLYPAC ELV. Добавление POLYPAC ELV нужно для контроля фильтрации и регулирования вязкости. Для эффективного действия добавок полимеров в растворе должна быть щелочная среда, поэтому для ее поддержания добавляется NaOH до pH=11. После добавления раствор перемешивают в течение 10 мин на скорости не более 120 об/мин, чтобы не разрушить структуру полимера. Далее добавляют CaCO₃, он используется в качестве материала-утяжелителя. Затем добавляют DUO-VIS NS - он используется как заменитель глины для придания раствору тиксотропных свойств. Характеристики полученного раствора представлены в таблице 2. После добавления в хлоркалиевый буровой раствор 5 г/л сухого порошка полимера галактуроновой кислоты и перемешивания характеристики приобрели следующие значения, также представленные в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики раствора сравнения и раствора с полимером.

Характеристика	Показатель раствора сравнения	Показатель раствора с полимером
Плотность, г/л	1.00	1.08
pH	11	11
Пластическая вязкость, фунт/100 фут ²	12	21
Динамическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	13	18
Статическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	5/8	8/9
R _f , мл	0.5	0.5
M _f , мл	1	1.01
R _t , мл	0.7	0.7
Содержание Cl ⁻ , мг/л	20000	20000
Общая жесткость, мг/л	140	140

В результате исследования плотность при добавлении полимера выросла на 0,08 г/см³. Пластическая вязкость (величина, характеризующая темп роста касательных напряжений сдвига при увеличении скорости сдвига) увеличилась на 75%, что показано на рисунке 1.

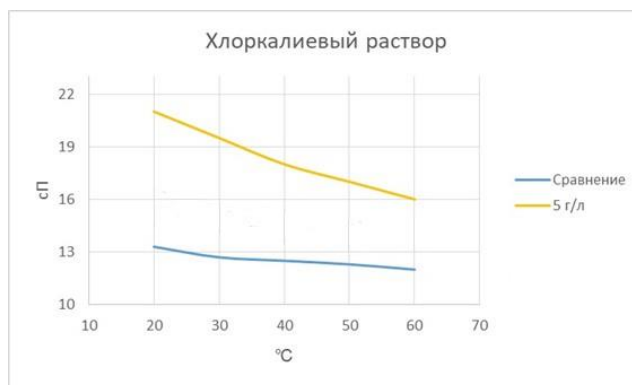


Рисунок 1. Зависимость пластической вязкости от температуры раствора.

Динамическое напряжение сдвига (выражает электрохимические силы или силы притяжения в жидкости) выросло на 38,5%, что показано на рисунке 2. Динамическое напряжение сдвига – это та составляющая сопротивления течению, которую проще всего контролировать соответствующей химической обработкой бурового раствора, а как следствие – и его кажущуюся вязкость.

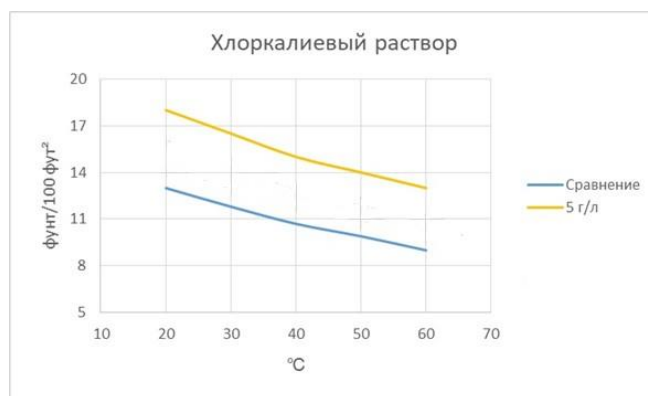


Рисунок 2. Зависимость ДНС от температуры раствора.

Статическое напряжение сдвига – основная величина, определяющая возможность удержания во взвешенном состоянии частиц шлама и утяжелителя при остановках циркуляции промывочного раствора, из значений которой узнаем коэффициент тиксотропии, как отношение значений статического напряжения сдвига, измеренные после 10 секунд и 10 минут выдержки раствора в покое соответственно. Для раствора с добавлением полимера данный показатель возрос на 42,2%, что показано на рисунке 3.

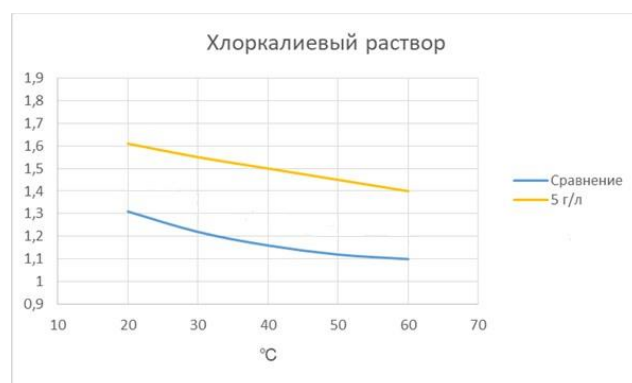


Рисунок 3. Зависимость коэффициента тиксотропии от температуры раствора.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. При добавлении полимера увеличивается плотность, что позволяет экономить на утяжелителях.
2. Наблюдается увеличение реологических показателей раствора, что повышает эффективность процесса выноса шлама на поверхность и способность удерживать выбуренную породу во взвешенном состоянии.
3. Полимер галактуроновой кислоты не оказывает влияния на показания химического анализа, в связи с чем может рекомендоваться в качестве загустителя бурового раствора.

1. Токунов, В. И. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин // Недра. М. 2004. С. 705-711.
2. Сергеева, Е. В., Курьянов, Д. А., Бурухина, О. В. Цефтриаксон (10 мг/л) — бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106-7. С. 138-140.
3. Евдошенко, О. Ю., Куркин, А. А., Бурухина, О. В. Ампициллин (10 мг/л) – бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 130-132.
4. Комачкова, В.С., Куркин, А.А., Бурухина, О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) на свойства хлоркалиевого (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 81-84.
5. Куркин А.А., Комачкова В.С., Бурухина О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) различной желирующей силы (900 Б и 1200 Б) на свойства хлоркалиевого (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 44-47
6. Зернаков Е.В., Кузнецова С.Ю., Бурухина О.В. Влияние температуры на свойства буровых растворов РВО (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 33-38.
7. Сабиржанова Н.Ш., Зернаков Е.В., Бурухина О.В. Полимер галактуроновой кислоты в качестве технологической добавки (3 г/л) в хлоркалиевый буровой раствор (42 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106-7. С. 132-135.
8. Сайфина, Д. Ф., Николаева, Е. Ю., Цапаева, О. В., Исхакова, Г. Г. Полимеры галактуроновой кислоты: получение, структура и перспективы применения // Георесурсы. 2000. С. 36–38.

Сергеева Е.В., Черняева Д.Д., Бурухина О.В.

Цефтриаксон (30 мг/л) — бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 45 г/л)

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-316

Аннотация

Рассмотрено влияние цефтриаксона (30 мг) в качестве технологической добавки на свойства бурового раствора, содержащего 45 г/л бентонита. Исследованы реологические и химические свойства бурового раствора с введенной добавкой и раствора сравнения.

Ключевые слова: буровой раствор, цефтриаксон, бактерицид, реологические свойства бурового раствора.

Abstract

The effect of ceftriaxone (30 mg) as a technological additive on the properties of drilling mud containing 45 g/l of bentonite is considered. The rheological and chemical properties of the drilling mud with the introduced additive and the comparison solution were investigated.

Keywords: drilling mud, ceftriaxone, bactericide, rheological properties of drilling mud.

Буровые промывочные жидкости являются сложной многокомпонентной дисперсной системой суспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, применяемых для промывки скважин в процессе бурения.

Буровой раствор - первая технологическая жидкость, вступающая во взаимодействие с вновь вскрываемой породой. Именно поэтому от состава и свойств промывочных жидкостей и оценки их параметров зависит качество строительства скважин, а также и качество вскрытия продуктивного пласта.

При бурении жизнедеятельность бактерий оказывает отрицательное воздействие на технологические свойства бурового раствора. Развитие микроорганизмов в буровых растворах приводит к изменению физико-химических и эксплуатационных свойств вследствие разрушения реагентов, входящих в состав растворов, накоплению микробных слизей, осадков и вредных продуктов метаболизма. Это вызывает повышенный расход реагентов, коррозию оборудования и нарушает весь процесс бурения, что в итоге приводит к значительному повышению стоимости буровых работ.

Наиболее эффективным способом борьбы с микроорганизмами в промывочной жидкости является добавление бактерицидов в буровой раствор.

Ранее нами в качестве технологических добавок для буровых растворов были исследованы бензоат натрия [1], хлоргексидин [2], фитоспорин-М, цефтриаксон (10 мг/л) [3], ампициллин (10 мг/л) [4], а также технологические добавки на основе полимеров галактуроновой кислоты [5,6,7] и галактозы [8,9]. В настоящей работе рассмотрим возможность применения цефтриаксона (30 мг/л) в качестве добавки в буровой раствор на водной основе с содержанием бентонита 45 г/л.

Для исследования были приготовлены буровые растворы объемом 1 литр. Для поддержания щелочной среды ($pH = 10$) используется NaOH. В качестве структурообразователя был добавлен бентонит в количестве 45 г/л. Для предотвращения увеличения вязкости были взяты полианионные целлюлозы POLYPAC ELV и POLYPAC R массой по 0,5 грамм каждый. Для улучшения набухания было добавлено 0,5 г NaCl.

После приготовления буровых растворов были измерены их характеристики (таблица 1).

Таблица 1

Характеристики буровых растворов.

Параметр	Раствор сравнения	Раствор, содержащий цефтриаксон (30 мг/л)
Плотность, г/см ³	1,03	1,03
pH	10	10
Пластическая вязкость, сП	11	12
Динамическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	16	17
Статическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	11/16	12/18
Катионная емкость	42	42
Pf	0,19	0,16
Mf	0,40	0,39
Pt	0,45	0,44
Содержание Cl ⁻ , мг/л	3000	3000
Общая жесткость, мг/л	80	80

Основными показателями качества при анализе буровых растворов являются реологические характеристики, их определяют на ротационном вискозиметре, который позволяет определить статическое напряжение сдвига, пластическую и эффективную вязкость, динамическое напряжение сдвига. Имеется возможность проводить измерения при скоростях 600, 300, 200, 100, 60, 30, 6 и 3 об/мин.

Порядок проведения измерений следующий: пробу бурового раствора помещают в чашу до отметки, перемешивают в течение 10-15 секунд и переключают скорость перемешивания на 600 об/мин, после остановки стрелки, записывают значение, затем переключают скорость перемешивания на 300 об/мин, после стабилизации стрелки фиксируют значение.

Пластическая вязкость определяется как разность между показаниями вискозиметра на скорости 600 об/мин и 300 об/мин.

ПВ (раствор сравнения) = $38 - 27 = 11$ сП.

ПВ (раствор с цефтриаксоном (30 мг)) = $41 - 29 = 12$ сП.

При добавлении цефтриаксона в буровой раствор наблюдается увеличение пластической вязкости на 9%.

Динамическое напряжение сдвига определяется как разность между показаниями вискозиметра при 300 об/мин и пластической вязкостью.

ДНС (раствор сравнения) = $27 - 11 = 16$ фунт/100 фут².

ДНС (раствор с цефтриаксоном (30 мг)) = $29 - 12 = 17$ фунт/100 фут².

Динамическое напряжение сдвига при добавлении цефтриаксона в буровой раствор увеличилось на 6%.

Статическое напряжение сдвига – это отношение показаний прибора при 10 секундах и 10 минутах покоя, измеренное при скорости 3 об/мин.

СНС (раствор сравнения) = $11/16$ фунт/100 фут².

СНС (раствор с цефтриаксоном (30 мг)) = $12/18$ фунт/100 фут².

Коэффициент тиксотропии (κ) - это отношение значений ротационного вискозиметра при скорости 3 об/мин, измеренных при 10 секундах покоя и 10 минутах покоя.

κ (раствора сравнения) = $16/11 = 1,45$.

κ (раствор с цефтриаксоном (30 мг)) = $18/12 = 1,5$.

Коэффициент тиксотропии при добавлении цефтриаксона увеличился на 3,4%.

Добавление цефтриаксона не оказало влияние на рН, содержание хлоридов, общую жесткость и катионную емкость.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Добавление цефтриаксона не разрушает многокомпонентную систему и не оказывает принципиального влияния на химические характеристики раствора.
2. Использование цефтриаксона в качестве технологической добавки улучшает реологические характеристики бурового раствора. Наблюдается увеличение следующих характеристик: пластическая вязкость увеличивается на 9%, динамическое напряжение сдвига на 6%, коэффициент тиксотропии на 3,4 %.

1. Карпенко, Е.В., Денисов, А.И. Бензоат натрия (0,5 %) как бактерицид для буровых растворов (30 г/л бентонита) // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2019. Т. 1. С. 156-157.
2. Прошин, А.О., Сапашева, А.Р. Хлоргексидин как добавка (30 мл/л) для буровых растворов (30 г/л бентонита) // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2019. Т. 1. С. 189-190.
3. Евдошенко, О. Ю., Куркин, А. А., Бурухина, О. В. Ампициллин (10 мг/л) – бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 130-132.
4. Сергеева, Е. В., Курьянов, Д. А., Бурухина, О. В. Цефтриаксон (10 мг/л) — бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 138-140.
5. Зернаков Е.В., Кузнецова С.Ю., Бурухина О.В. Влияние температуры на свойства буровых растворов РВО (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 33-38.
6. Зернаков, Е.В., Кузнецова, С.Ю., Бурухина, О.В. Свойства буровых растворов РВО (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 76-80.
7. Сабиржанова Н.Ш., Зернаков Е.В., Бурухина О.В. Полимер галактуроновой кислоты в качестве технологической добавки (3 г/л) в хлоркалийный буровой раствор (42 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106-7. С. 132-135.
8. Комачкова, В.С., Куркин, А.А., Бурухина, О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) на свойства хлоркалийного (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 81-84.
9. Куркин А.А., Комачкова В.С., Бурухина О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) различной желирующей силы (900 Б и 1200 Б) на свойства хлоркалийного (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 44-47.

Ситникова Г.Ю., Марданов Р.Г., Калинина О.Н.
Современные технологии десульфуризации нефтепродуктов
с участием ионных жидкостей и проблемы экологии

Всероссийский институт научной и технической информации РАН
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-317

Аннотация

В связи с актуальностью проблем развития технологий обезвреживания выбросов при сжигании нефти и нефтепродуктов в обзоре рассмотрены процессы очистки нефтепродуктов с помощью десульфуризации и перспективы применения ионных жидкостей в этих процессах в качестве катализаторов и растворителей.

Ключевые слова: десульфуризация, ионные жидкости, нефтепродукты, окружающая среда охрана.

Abstract

In light of the significance of developing technologies for the neutralisation of emissions from the combustion of oil and oil products, this review examines the processes of cleaning oil products using desulfurisation, as well as the potential applications of ionic liquids in these processes as catalysts and solvents.

Keywords: desulfurization, ionic liquids, petroleum products, environmental protection.

Увеличение объемов мирового промышленного производства требует кратного увеличения потребления энергии, применения все большего количества топлива. Использование традиционного ископаемого топлива приводит к постоянному загрязнению окружающей среды и изменению климата из-за образования в атмосфере твердых частиц, смога и кислотных дождей, выделению при сгорании парниковых газов, таких как диоксид углерода. Основными загрязнителями от нефтехимических предприятий являются углеводороды, сероводород, оксиды углерода и азота и диоксид серы. Загрязняющие вещества от нефтепереработки присутствуют в воздухе, воде и почве в радиусе до 3 км от предприятия и на глубине до 80 см. Недостаточное развитие альтернативных источников энергии не позволяет в настоящее время отказаться или хотя бы свести к минимуму использование ископаемого топлива, поэтому развитие технологий обезвреживания вредных выбросов остается насущной проблемой.

Усовершенствованные методы очистки нефтепродуктов позволяют решить проблему снижения уровня вредных выбросов одновременно с повышением доли продуктов с высокой добавочной стоимостью. Серосодержащие и азотсодержащие соединения, как и ряд микроэлементов (главным образом, ванадий и никель) накапливаются в остаточных продуктах нефтепереработки. Особое внимание следует уделить очистке нефтепродуктов от серы, поскольку сера – самый распространенный гетероатом нефти, ее содержание в ней может достигать до 14%, и, в отличие от других гетероэлементов, сера присутствует в значительных количествах в дистиллятных фракциях. Современные методы десульфуризации включают экстракционную десульфуризацию нефтяного кокса, десульфуризацию высокотемпературным кальцинированием, окислительную десульфуризацию, десульфуризацию соединениями щелочных металлов, гидродесульфуризацию и десульфуризацию с дополнительной интенсификацией процесса [1].

Окислительная десульфуризация рассматривается как самый перспективный метод в качестве альтернативы гидроочистке, удовлетворяющий требованиям по финальной концентрации серосодержащих компонентов в углеводородном топливе, которая не должна превышать 10 ppm. Особый интерес представляет собой процесс экстракционной

десульфуризации, в которых вместо традиционных летучих органических растворителей применяют ионные жидкости (ИЖ), отличающиеся термической устойчивостью, низким давлением паров, низкой токсичностью и горючестью. ИЖ легко синтезируются, пригодны для повторного использования, поэтому привлекательны для важного направления «зеленой химии» - разработки экологически чистых реагентов для производства нефтепродуктов [2]. ИЖ имеют ионно-ковалентные кристаллические структуры, состоящие только из ионов, и низкие температуры плавления. В этих структурах присутствует объемный катион (например, диалкилимидазолий), а замена аниона позволяет легко варьировать физико-химические свойства. Ионные жидкости на основе диалкилимидазолия могут быть выгодно использованы для выделения гетероатомсодержащих соединений из прямогонных средних нефтяных фракций как альтернатива классическому выщелачиванию [3].

При оценке эффективности экстракционной очистки выявлено, что десульфуризирующая способность ИЖ ранжируется по катиону в следующей последовательности: метилпиридиний > пиридиний ~ имидазолий ~ пирролидин. Отмечена эффективность экстракционной очистки с помощью ИЖ на основе N-метилпирролидона и уксусной кислоты [4].

Ионные жидкости, обладающие каталитически активными центрами, могут быть одновременно и катализаторами, и экстрагентами, и имеют хорошие перспективы в окислительной десульфуризации, о чем свидетельствует патентная литература за последние 10-12 лет в Китае, США и России, а также постоянный рост публикаций по данной тематике. Существуют два основных аспекта в создании и реализации каталитических окислительных систем на основе ИЖ: жидкофазных и гетерогенных. Наиболее эффективным способом формирования каталитической системы является сочетание в одном катализаторе двух типов центров – кислотных и металлосодержащих, а также иммобилизация ИЖ на хорошо развитой поверхности твердого носителя. Технология окислительной десульфуризации, в том числе с применением ИЖ, может стать востребованной для предприятий нефтяного комплекса, выходящих на рынок с качественными нефтепродуктами и вместе с тем не имеющими возможностей использовать традиционную гидроочистку [5].

Описана серия дикатионных ионных жидкостей с различной длиной алкильной цепи с $[\text{FeCl}_3\text{Br}]^-$ в качестве противоиона, которые действовали и как экстрагенты, и как катализаторы окислительной десульфуризации жидких топлив с пероксидом водорода в качестве окислителя. Полученные дикатионные ИЖ проявляли высокую экстракционную и каталитическую активность с преимуществом очень мягких условий реакции, быстрого достижения равновесия и обеспечивали высокую степень удаления серы при комнатной температуре с минимальным количеством катализатора и окислителя. Предложен механизм реакции дикатионных ИЖ с дибензотиофеном с кинетикой псевдопервого порядка. Показано, что дикатионные ИЖ вносят наименьший вклад в загрязнение жидких топлив, поскольку они нерастворимы в них, и из-за высокой перерабатываемости могут быть отнесены к экологически чистым экстрагентам и катализаторам [6].

Для удаления сероводорода из газообразных продуктов использовали мультиаминофункционализированные ионные жидкости, среди которых превосходную растворимость сероводорода продемонстрировал диэтилентриамин-имидазол (7.82 моль/кг или 1.34 моль/моль). В результате в течение четырехчасовой обработки удалось достичь степени удаления сероводорода 99.32% [7].

Для катализа селективной десульфуризации эффективны синтезированные пористые ионные жидкости на основе UiO-66 (Zr), где составляющая ИЖ служила экстрагентом для обогащения фазы пористых ИЖ дибензотиофеном. Электростатический эффект растворителя способствует стабилизации границы раздела твердое вещество/жидкость, что благоприятно для каталитической активации перекиси водорода с образованием радикалов OH и последующего окисления дибензотиофена до соответствующего сульфона [8].

Легкость экстракции серосодержащих соединений из нефти в фазу ИЖ объясняется эффектом π - π комплексообразования, который усиливает взаимодействие между ИЖ и

ароматическим сульфидом. Молекулы сульфида могут быть встроены в стэкингую структуру с образованием комплекса включения, что обеспечивает десульфуризацию. ИЖ с длинной алкильной цепью имеют высокий заряд, что дает более низкое поверхностное натяжение и наибольшее снижение вязкости. Ионные жидкости с высокой плотностью анионов обеспечивают снижение агрегации асфальтенов и вязкости тяжелой нефти с определенным количеством серы при низкой температуре [9, 10]. Отмечена эффективность процесса экстракционной деароматизации дизельного топлива с использованием N-метилпирролидоний гидросульфата с последующим вовлечением в состав полученной деароматизированной дизельной фракции 5-10% пропиловых эфиров жирных кислот соевого масла. При составлении материального баланса установлено, что выход дизельной фракции, выделенной в процессе деароматизации, составляет 84.6%, а удаленных ароматических углеводородов – 15.4%. В полученной деароматизированной дизельной фракции наблюдали уменьшение содержания серы и опасных загрязнителей окружающей среды ароматических углеводородов до 0.00255 и 0% соответственно [11]. Для повышения эффективности экстракции из нефтепродуктов серосодержащих, азотсодержащих соединений и ароматических углеводородов наряду с ИЖ проявляют селективными и глубокие эвтектические растворители [12].

Разрабатываются твердые катализаторы с иммобилизованными ионными жидкостями, проявляющие высокую активность в окислении пероксидом водорода серосодержащих и азотсодержащих компонентов нефтяного сырья. Для данных целей синтезировали серию иммобилизованных на силикагеле соединений, состоящих из этилимидазольных катионов и анионов вольфрамофосфорной кислоты: PW11 и PW11M, где M=Zn, Ni, Cu, Co, Mn [13]. Хорошие результаты достигнуты также в процессе десульфуризации с использованием молибденсодержащих катализаторов, иммобилизованных анионообменными группами, содержащими фрагменты кватернизованных аминов – триэтиламина, метилдиэтанолamina, диметилэтанолamina и N-метилимидазола [14]. Отмечена необходимость разработки протонных ионных жидкостей, которые могут быть использованы в качестве растворителей, катализаторов, реагентов [15].

Ионные жидкости широко применимы также и во многих других процессах переработки нефтепродуктов, например, при деазотировании мазута, удалении диоксида углерода. Возможность широкого внедрения ИЖ в нефтеперерабатывающую промышленность будет способствовать увеличению объемов производства экологически чистых топлив.

Современная экономическая обстановка требует создания отечественных технологий, не зависящих от импорта, для производства высококачественных нефтепродуктов. В России разработки методов десульфуризации с участием ионных жидкостей осуществляются на кафедре нефти и органического катализа химического факультета МГУ (Э. А. Караханов, А. В. Акопян), в ИОХ РАН (И. В. Трушков), в Астраханском государственном техническом университете (А. Охлобыстин), в Институте химии нефти СО РАН в г. Томске (Н. С. Коботаева). Необходимость импортозамещения, разработки отечественной продукции привели к более тесному сотрудничеству нефтехимических кафедр институтов во всех регионах страны, в том числе по поиску новых экологически чистых катализаторов для производства высококачественных нефтепродуктов.

1. Huang X., Song Y., Yu Y. et al. Application of petroleum coke and progress of desulfurization technology // J. Petrochemical. Univ. 2023. V. 36. № 5.
2. Злотин С. Г., Егорова К. С., Анаников В. П. и др. Парадигма зеленой химии в современном органическом синтезе // Успехи химии. 2023. Т. 92. № 12. С. 1-175.
3. Тарханова И. Г., Брыжин А. А., Анисимов А. В. и др. Гетерогенно-каталитические процессы окислительной десульфуризации с участием ионных жидкостей. Обзор // Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. 2023. Т. 508. № 1. С. 5-25.
4. Вализаде Л. Г., Магеррамова Л. М., Сулейманова Э. И. К методам снижения ароматики в дизельных фракциях // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2023. № 1. (69). С. 66-71.

5. Фаизова Э. С, Бахтизина А. Р. Синтез ионных жидкостей с возможностью использования в качестве абсорбентов из природного сырья. I. Международная конференция «Химия одноуглеродных молекул». 2023. Москва, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина. С. 89-90.
6. Zafar A., Intiaz-ud-Din, Batool S. et al. Deep extractive and catalytic oxidative desulfurization of oxidative desulfurization of liquid fuels by using iron (II) based dication ionic liquids // New Journal of Chemistry. 2023. V. 47. P. 15731-15747.
7. Thou Zhijun, Zhang Peilu, Chang Yuding et al. Highly efficient capture and removal of H₂S by multiamine functionalized ionic liquids // J. Mol. Liq. 2023. V. 392. P. 123501.
8. Hongping Li, Wendi Fu, Jie Yin et al. Porous ionic liquids for oxidative desulfurization // J. Colloid Interface Sci. 2024. PMID: 38340515. DOI: 10.1016/j.jcis.2024.02.052.
9. Jinsheng Sun, Zhuoyang Xiu, Li Li et al. Application status and prospect of ionic liquids in oilfield chemistry // Petroleum. [Электронный ресурс]. Ре-жим доступа - <https://doi.org/10.1016/petlm.2023.08/001>.
10. Shao Jianhui, Yan Shuiliang, Zhamg Junjie et al. Inhibiting asphaltenes from agglomeration by controlling the length of aliphatic branches and polarity of anions in imidazolyl ionic liquid polymers- P.e 54635 // Journal of Applied Polymer Science, 2023. V. 140. № 45. // Doi=<https://doi.org/10.1002/app.54635>.
11. Маммадова Т. А., Айдынова Ш. Я., Багиева А. Ф. и др. Получение экологически безопасных дизельных топлив с использованием ионных жидкостей и биодобавок // НефтеГазоХимия. 2023. № 3-4. С. 54-58.
12. Гайле А. А., Камешков А. В., Клементьев В. Н. и др. Получение компонентов судовых топлив экстракционной очисткой вакуумных газойлей вторичных процессов нефтепереработки (обзор) // Нефтехимия. 2023. Т. 63. № 3. С. 279-304.
13. Зеликман В. М., Маслаков К. И., Иванин И. А. и др. Имобилизованные гибридные композиции на основе смешанных полиоксометаллатов – катализаторы окисления гетероатомных соединений // Журнал физической химии. 2023. Т. 97. № 9. С. 1239-1247.
14. Акопян А. В., Есева Е. А., Лукашов М. О. и др. Молибденсодержащие катализаторы на основе пористых ароматических каркасов в качестве катализаторов окисления серосодержащих соединений // Нефтехимия. 2023. Т. 63. № 1. С 20-31.
15. Андреев И. А., Ратманова Н. К., Трушков И. В. Протонные ионные жидкости: растворители, катализаторы, реагенты. ПЛ-5 // VII Всероссийская научная молодежная школа-конференция «Химия под знаком СИГМА: исследования, инновации, технологии. Омск-2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://conf.nsc.ru/sigma-7/ru>.

Черняева Д.Д., Сергеева Е.В., Бурухина О.В.
Амоксициллин в качестве бактерицида (500 мг/л)
для хлоркалиевого бурового раствора (100 г/л)

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г.Чернышевского
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-318

Аннотация

В настоящей работе изучено влияние амоксициллина (500 мг/л) как технологической добавки на свойства хлоркалиевого бурового раствора, содержащего 100 г/л хлорида калия. Исследованы реологические и химические свойства бурового раствора с введенной добавкой бактерицида (амоксициллин 500 мг/л) и эталонного бурового раствора.

Ключевые слова: буровой раствор, антибиотик, амоксициллин.

Abstract

In the present work the effect of amoxicillin (500 mg/l) as a technological additive on the properties of chloroalkali drilling mud containing 100 g/l potassium chloride is studied. Rheological and chemical properties of drilling mud with introduced bactericide additive (amoxicillin 500 mg/l) and reference drilling mud were investigated.

Keywords: drilling mud, antibiotic, amoxicillin.

Буровой раствор представляет собой сложную многокомпонентную систему, состоящую из суспензионных, эмульсионных или аэрированных жидкостей. В ходе эксплуатации скважины в зависимости от ее интервала применяются различные промывочные жидкости. Бентонитовый буровой раствор предназначен для бурения верхней части разреза скважины,

обычно представленной слабосцементированными песками, глинами и песчаниками (бурение под направление). Хлоркалийевый буровой раствор используется для сохранения устойчивости стенок скважин, которые сложены водочувствительными глинами (бурение под эксплуатационную колонну).

Значительное влияние на свойства бурового раствора оказывают добавки. При их введении в промывочную жидкость регулируются такие параметры, как: плотность, реологические характеристики, водоотдача и др.

В буровых растворах существуют все благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов за счет наличия кислорода, углекислого газа и различных органических соединений. Жизнедеятельность бактерий оказывает негативное влияние на физико-химические и эксплуатационные свойства промывочных жидкостей, что в свою очередь приводит к коррозии оборудования. Во избежание биоповреждений целесообразно использовать бактерициды в качестве добавки к буровому раствору. Они позволяют снизить численность микроорганизмов и увеличить время использования промывочной жидкости. В частном случае, полусинтетические антибиотики обладают способностью подавлять рост живых микроорганизмов или полностью их уничтожать. Амоксициллин является бактерицидным кислотоустойчивым средством широкого спектра действия из группы полусинтетических пенициллинов. Они представляют собой органические соединения, основой которых является 6-аминопенициллановая кислота, получаемая из культур плесневого грибка *Penicillium chrysogenum*.

Ранее нами исследованы возможности использования с целью борьбы с микроорганизмами в буровых растворах таких веществ, как бензоат натрия в концентрации 0,5 % масс. [1], хлоргексидин в буровой раствор с концентрацией бентонита 30 г/л [2], рассмотрена возможность применения технологических добавок на основе полимеров галактуроновой кислоты [3,4,5] и галактозы [6,7]. Также исследованы цефтриаксон (10 мг/л) [8] и ампициллин (10 мг/л) [9] в качестве бактерицидов для маловязкого бурового раствора (30 г/л бентонита).

В настоящей работе рассматривается возможность применения амоксициллина (500 мг/л) в качестве технологической добавки в хлоркалийевый буровой раствор на водной основе (100 г/л хлорида калия), его влияние на характеристики промывочной жидкости.

Для экспериментального исследования приготовили ингибированный хлоркалийевый буровой раствор, его компоненты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Компоненты бурового раствора.

Компонент	Количество
Калий хлористый	100 г/л
Натрий хлористый	100 г/л
Модифицированный крахмал	20 г/л
Ксантановая смола	6 г/л
Карбонат кальция	200 г/л
Баритовый концентрат	100 г/л

Каустическая сода добавлялась в таком количестве, чтобы водородный показатель был равен 11,5.

Для оценки влияния амоксициллина на свойства бурового раствора исследование производилось в течение недели, поскольку буровые растворы обычно не используются более шести суток. В исследуемый раствор амоксициллин добавлялся в количестве 500 мг/л бурового раствора.

В качестве эталона выступает буровой раствор без добавления амоксициллина. Замер реологических параметров (динамическое и статическое напряжение сдвига; пластическая вязкость) произведен по стандарту АНИ при температуре 49°C. Остальные параметры измерялись при комнатной температуре (25°C).

Параметры бурового раствора после приготовления и их динамика через неделю анализа отображены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры бурового раствора.

Буровой раствор Параметр	Параметры бурового раствора после приготовления		Параметры бурового раствора через неделю	
	Раствор сравнения	Раствор с амоксициллином 500 мг/л	Раствор сравнения	Раствор с амоксициллином 500 мг/л
Плотность, г/см ³	1,30	1,30	1,18	1,27
Пластическая вязкость, сП	19	19	9	16
Динамическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	28	28	11	20
Статическое напряжение сдвига, фунт/100 фут ²	5/6	5/6	1/4	4/5
Cl ⁻ , мг/л	105000	105000	105000	105000
K ⁺ , мг/л	50400	50400	50400	50400
CaCO ₃	195	195	143	169
Водоотдача, мл/30 мин	3,1	3,0	5,3	3,8
Водородный показатель	11,5	11,5	8,5	8,5

Из таблицы 2 следует, что через одну неделю исследования в растворе сравнения и в растворе с содержанием амоксициллина в количестве 500 мг/л снизились динамическое и статическое напряжение сдвига. Падение реологических параметров обусловлено разрушением структуры ксантановой смолы за счет жизнедеятельности микроорганизмов.

Количество карбоната кальция, выступающим в качестве утяжелителя, в растворе сравнения снизилось на 52 г/л, в растворе с содержанием бактерицида на 26 г/л. Снижение карбоната кальция происходит за счет падения статического и динамического напряжения сдвига, поскольку реологические параметры влияют на удерживающую способность бурового раствора.

Снижение пластической вязкости, характеризующей меру механического трения в растворе, происходит в результате падения реологических параметров, седиментации барита и карбоната кальция. Вместе с этим снижается и плотность бурового раствора. Снижение плотности в растворе сравнения на 0,12 г/см³ и в растворе с содержанием амоксициллина в количестве 500 мг/л на 0,03 г/см³ позволяет сделать вывод о том, что добавление бактерицида препятствует жизнедеятельности микроорганизмов.

Модифицированный крахмал, использующийся для сохранения в растворе стабилизирующей способности по фильтрации и для понижения водоотдачи, подвергается гидролизу при pH < 9. В соответствии с таблицей 2 показатель фильтрации возрастает на 2,2 мл/30 мин в растворе сравнения; 0,8 мл/30 мин – в растворе с содержанием амоксициллина 500 мг/л. Однако в растворе сравнения большая часть роста параметра водоотдачи связана с влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, так как в растворе с бактерицидом влияние на фильтрацию меньше на 1,5 мл/30 мин.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать выводы:

1. Добавление бактерицида в концентрации 500 мг/л позволяет в большей степени сохранить реологические и фильтрационные свойства бурового раствора, минимизирует седиментацию барита и карбоната кальция.
2. В ходе исследований установлена возможность использования амоксициллина в качестве бактерицида для бурового раствора.

1. Карпенко, Е.В., Денисов, А.И. Бензоат натрия (0,5 %) как бактерицид для буровых растворов (30 г/л бентонита) // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2019. Т. 1. С. 156-157.
2. Прошин, А.О., Сапашева, А.Р. Хлоргексидин как добавка (30 мг/л) для буровых растворов (30 г/л бентонита) // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2019. Т. 1. С. 189-190.

3. Зернаков, Е.В., Кузнецова, С.Ю., Бурухина, О.В. Свойства буровых растворов РВО (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 76-80.
4. Зернаков Е.В., Кузнецова С.Ю., Бурухина О.В. Влияние температуры на свойства буровых растворов рво (бентонит 30 г/л) с технологической добавкой на основе полимеров галактуроновой кислоты (1,5 %) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 33-38.
5. Сабиржанова Н.Ш., Зернаков Е.В., Бурухина О.В. Полимер галактуроновой кислоты в качестве технологической добавки (3 г/л) в хлоркалийевый буровой раствор (42 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106-7. С. 132-135.
6. Комачкова, В.С., Куркин, А.А., Бурухина, О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3 г/л) на свойства хлоркалийевого (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 103-6. С. 81-84.
7. Куркин А.А., Комачкова В.С., Бурухина О.В. Влияние технологической добавки на основе галактозы (3г/л) различной желирующей силы (900 б и 1200 б) на свойства хлоркалийевого (30 г/л) бурового раствора // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-8. С. 44-47.
8. Сергеева, Е. В., Курьянов, Д. А., Бурухина, О. В. Цефтриаксон (10 мг/л) — бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 138-140.
9. Евдошенко, О. Ю., Куркин, А. А., Бурухина, О. В. Ампициллин (10 мг/л) – бактерицид для буровых растворов (РВО, бентонит 30 г/л) // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-7. С. 130-132.

Fokin A.Yu., Anpilogov S.V., Tagirov M.A., Zharinov Yu.A.

Methanol rectification process on a regular nozzle

*Ufa State Petroleum Technical University
(Russia, Salavat)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-319

Abstract

The great importance and promising development of the largest industries would not have been possible without methanol, a valuable product and a high-quality energy carrier. The use of methanol not only automates many technical processes, but also significantly improves the quality of gasoline, and is also used as a component of other commercial chemicals. One such example is the prevention of blockage of large gas pipelines and underground gas storage facilities due to the formation of crystallohydrates at low temperatures.

Keywords: methane, conversion, separation, raw methanol, mass transfer, quality, research.

Аннотация

Огромное значение и перспективное развитие крупнейших отраслей промышленности были бы невозможны без метанола - ценного продукта и высококачественного энергоносителя. Использование метанола не только позволяет автоматизировать многие технические процессы, но и значительно улучшает качество бензина, а также используется в качестве компонента других товарных химикатов. Один из таких примеров-предотвращение закупорки крупных газопроводов и подземных хранилищ газа из-за образования кристаллогидратов при низких температурах.

Ключевые слова: метан, конверсия, разделение, метанол-сырец, массообмен, качество, исследование.

Introduction

The fuel and energy complex play an important role both for the world economy as a whole and for national economies. For Russia, the fuel and energy complex play an even more important role than for the rest of the world, especially at the current stage of development. The fuel and energy complex have a decisive influence on the state and prospects of development of the national economy, providing about a quarter of GDP production and a third of industrial output.

Russia is truly a gas superpower. According to international energy statistics, our country has about 50 trillion m³ of natural gas, more than any other country. Most of the reserves are concentrated in the fields of the Yamal-Nenets Autonomous District.

Due to the low temperature conditions in natural gas production and transport, methanol must be injected. Methanol is flammable at 13°C, a poisonous liquid. Easily soluble with water in various ratios, well soluble in organic solvents. Methanol is a fire hazardous and toxic substance.

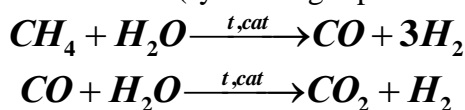
When transporting methanol to the fields of the extreme north of Russia or distant producing places, for example Yamal, makes its cost 2 times more expensive, tank truck delivery is possible only in moderate weather. A cost-effective solution to the emerging problem of methanol cost is the construction of methanol production and regeneration plants in the places of technological sites for natural gas production and transportation [1].

Today, although we produce methanol from natural gas (methane), methanol can also be produced from renewable sources such as renewable natural gas, biomass, and clean hydrogen combined with recycled carbon dioxide.

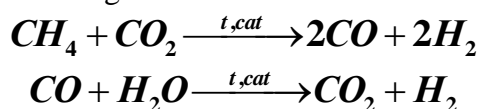
However, currently methanol production is mainly based on the use of fossil sources (natural gas or naphtha) with only 1-2% of all methanol produced from biomass.

The main modern methods of methyl alcohol production are based on catalytic processes [2], these are:

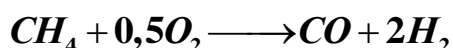
Steam catalytic conversion of methane (synthesis gas production)



Steam with carbon dioxide dosing



Partial oxidation of methane



Objective

To investigate the internal contact devices used in the technological process of the rectification unit of methanol production. In rectification technology various nozzles and plates are used, which can influence the efficiency of the process. The selection of optimal nozzles or plates depends on many factors such as properties of the components to be separated, pressure, temperature.

Research

Rectification is a physicochemical process that involves the separation of a vaporliquid mixture by distillation based on the difference in their boiling point. In a head rectification column, raw methanol is separated to produce synthetic methanol. The construction of a king-type (all-welded) column with flange connectors consists of separating sections, exhausting (cube) lower part of the column and fixing upper part of the column. The separation column is equipped with auxiliary distribution devices and structured regular nozzles that bring vapor and liquid into equilibrium contact.

Raw methanol feedstock is fed through the liquid feed system into the middle part (feed) of the rectification column and is separated by repeated heating in the lower part and vaporization in the upper part of the column. The resulting vapors are lifted upwards under overpressure through auxiliary structured nozzles and then condensed from the top of the column in an air cooler. The condensed distillate (phlegm) returns to the top (head) of the column and flows downwards as a plurality of droplets through the inbuilt distributors and auxiliary nozzle elements to the bottom of the column. The remainder of the distillate is the target product, methanol, which is collected in a collection tank and discharged from the plant as a material balance.

In a rectification column, the vapor mixture rushes upwards and the condensate flows countercurrently downwards. The vapor rising up the column condenses on contact with cooler surfaces. Heat and mass transfer occur between the vapor mixture and the boiling liquid, with the higher boiling point components condensing from the upstream vapor stream and accumulating in the

downstream liquid. The resulting heat of condensation causes the lower boiling point components to vaporize from the liquid and accumulate in the upward flowing vapor. As a result, the liquid flowing to the lower part (cube) of the column contains mainly high-boiling organic components, while the vapor separated and directed upwards consists mainly of low-boiling 64.9 °C methanol liquid [3].

The success of the separation column is the ability to create a large specific surface area for vapor condensation. Therefore, the uniform distribution of liquid and vapor across the cross section in the column is the most important part of the internal devices to increase the contact surface.

The calculation and design of a rectification column must take into account the temperature gradient, whereby the lower part (cube) is hotter than the upper part. Correctly selected temperature gradient helps to realise the vaporliquid separation of the component mixture necessary for distillation. It is important to consider the composition and properties of the feedstock to be separated, pressure, temperature and other factors when selecting auxiliary nozzle packs.

We propose a patent analysis of comparison of existing modern contact devices used in the process of methanol rectification.

For the comparison and analysis of internal contact devices, we take the Mellapak Plus nozzle as a standard. Sulzer Chemtek and a group of researchers offer their own technical solutions for chemical technology.

Mellapak Plus is the most widely used structured packaging. Advantages of the design: it is characterized by reduced hydraulic resistance, the vapor flow changes direction smoothly at the interface layer of the packing structures, and at the interfaces the vapor flow layers are almost parallel to the vertical axis of the column. Mounting on the same welded support grids or rings. Performance is up to 50 % higher with the same theoretical number of stages per meter compared to a conventional nozzle. Available in a wide range of types of stainless steel, carbon steel, aluminum, copper-bronze, brass, titanium, nickel. Alloys of these metals are characterized by a low tendency to form deposits on the surface due to the stationary and smoothed velocity field of the vaporliquid flow and reduction of local accumulation of liquid in the area of concentration of two neighboring layers of the nozzle element structures. Mellapak Plus is the original high-capacity regular nozzle 30% more efficient in performance compared to the previously used Mellapak regular nozzle. The structured packaging of higher capacity, is made of sheet metal with new geometrical features [4]. The choice of material consists of the vapour-liquid mixture to be separated, its corrosive properties, acid-alkaline nature, and operating temperature. The nozzle surfaces are grooved and perforated. The adjoining elements are rotated 90 degrees, the crimp angle is 45 degrees and the top of the crimp is sharp. The alternating arrangement of the individual corrugated sheets forms intersecting open channels, this ensures optimum mixing of gas flows. The specific surface area is $750 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

The selected structured nozzle has a more effective separation depth and a more uniform distribution of the vaporliquid mixture over the entire surface. The feed to the nozzle is distributed to the column through a standard feed line connected to the inner flange of the column. As the methanol vapor ascends the column, the concentration of higher boiling point components decreases, while in the downstream phlegm the concentration of higher boiling point components increases and the concentration of lower boiling point components decreases.

Conclusions

The selection of optimal nozzles for methanol rectification depends on the specific process conditions and the requirements of the components to be separated. It is important to consider the properties of the components to be separated, pressure, temperature and other factors when selecting nozzles.

When selecting nozzles, it is recommended to consult experts and carry out comparative analyses in order to select the most suitable option for a particular distillation process [5].

1. Oil and Gas News / News of Russia and the World / Neftegaz.RU
2. M. M. Karavaev, V. E. Leonov, I. G. Popov, E. T. Shepelev / Technology of synthetic methanol
3. E. Ignatovich / Chemical Engineering. Processes and Apparatuses.
4. TI-Systems / Regular nozzle for absorption and rectification processes.
5. Research Design and Survey Interregional Institute of Nitrogen Industry.

РАЗДЕЛ XIX. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Волкова А.В.

Влияние вида муки на потребительские свойства чипсов из корнеклубней батата

ФГБОУ ВО «Самарский ГАУ»

(Россия, Кинель)

doi: 10.18411/trnio-10-2024-320

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы влияния сорта батата и способов производства на качество чипсов. Установлено, что влияние сорта на качество готового продукта не существенно, а производство чипсов из корнеклубней батата в виде обжаренных лепестков, либо формованных лепестков из пюре с применением пшеничной муки позволит получить продукт с высокими потребительскими свойствами.

Ключевые слова: чипсы, батат, сорт, мука, качество.

Abstract

The paper discusses the influence of sweet potato varieties and production methods on the quality of chips. It has been established that the influence of the variety on the quality of the finished product is not significant, and the production of chips from the root tubers of sweet potatoes in the form of fried petals or molded petals from mashed potatoes using wheat flour will allow to obtain a product with high consumer properties.

Keywords: chips, sweet potato, variety, flour, quality.

Когда речь заходит о чипсах все представляют традиционные чипсы из картофеля, но есть корнеклубень похожего состава – батат – который также можно рассматривать как перспективное сырье для производства чипсов [1, 2, 3, 4, 5]. Некоторые сорта батата обладают антиканцерогенными свойствами и также известно, что это одна из культур, которая обеспечивает продовольственную безопасность, укрепление здоровья и профилактику заболеваний [6].

Корнеклубни батата по содержанию некоторых элементах лучше клубней картофеля, во первых батат содержит больше сахара чем картофель, во вторых содержит больше жиров, содержит больше клетчатки и, таким образом, работает как адсорбент. Батат содержит на 13 мг больше кальция чем клубни картофеля, тем самым является более полезным для костей и зубов, больше калия, который в свою очередь отвечает за водный обмен в нашем организме, содержание бета-каротина в тысячи раз больше чем у картофеля, он, например, предотвращает заболевания раком, улучшает память, очень полезен для зрения. Таким образом, корнеклубни батата являются перспективным сырьем для производства продуктов питания, в частности чипсов.

В своей работе мы рассматриваем возможность применения различных сортов батата и видов муки при производстве чипсов. В исследованиях мы использовали два сорта батата «Кумара Ред» и «Борегард». Чипсы производились по двум технологиям: путем непосредственного нарезания – «хрустящий картофель» и получаемые путем формования пюреобразной массы в состав которой вводилась мука по двум вариантам – пшеничная и рисовая.

Чипсы, произведенные из корнеклубней батата сорта «Кумара Ред» внешне напоминали чипсы из картофеля (рис. 1).



Рисунок 1. Внешний вид чипсов из корнеклубней батата сортов «Кумара Ред» и «Борегард».

Чипсы, произведенные из батата сорта «Борегард» имели красивый оранжевый цвет и хрустящую консистенцию, были равномерно прожаренные. Цвет батата в целом не влиял на вкус полученных чипсов. Консистенция у чипсов из обоих сортов одинаковая хрустящая, однородная, чипсы равномерно прожарились. В целом мы пришли к выводу, что сорт батата существенного влияния на качество чипсов не оказывает.

Совсем по-другому обстояли дела с видом добавляемой муки. Так при применении муки пшеничной обжаренные лепестки имели привлекательный внешний вид, были тонкими, с ровными краями хрупкими, не деформированными. При применении муки рисовой при термической обработке крахмал быстро клейстеризовался и не выпускал влагу. Лепестки быстро вздувались, получались толстыми, с неровными краями, более влажными и быстрее темнели при обжаривании (рис. 2).



Рисунок 2. Внешний вид чипсов из батата в композитной смеси с мукой пшеничной (1) и рисовой (2).

Таким образом, для производства чипсов из батата с добавлением муки, лучше использовать муку пшеничную.

Оценка чипсов составляет среднее значение из пяти органолептических определяемых показателей, представленных в таблице 1. Результаты органолептической оценки свидетельствуют о повышении потребительских свойств чипсов из батата с добавлением пшеничной муки. Наибольшее значение комплексного показателя качества по органолептическим показателям, на уровне 96,8 получено на варианте чипсов из батата сорта «Кумара Ред». Добавление рисовой муки в чипсы из батата нежелательно, так как это способствует получению продукта с пониженной органолептической ценностью.

Чипсы из батата без добавления муки имели массовую долю сухих растворимых веществ на уровне 96% а массовую долю влаги 4%, с добавлением пшеничной муки имели массовую долю сухих веществ на уровне 95,7-95,8%, а массовую долю влаги 4,2-4,3%, с добавлением рисовой муки 94,5-94,6 и 5,4-5,5% соответственно.

Таблица 1

Сводные результаты органолептической оценки качества исследуемых чипсов.

Вариант используемого сырья	Оценка в баллах по показателям					Комплексный показатель, балл
	вкус	запах	цвет	консистенция	внешний вид	
батат «Кумара Ред» (контроль)	4,6 ±0,79	5,0 ±0,00	5,0 ±0,00	4,6 ±0,53	5,0 ±0,00	96,8
юре батата «Кумара Ред», мука пшеничная	4,1 ±1,07	4,8 ±0,38	5,0 ±0,00	3,8 ±0,90	4,7 ±0,49	89,6

пюре батата «Кумара Ред» + мука рисовая	3,6 ±0,79	3,7 ±0,76	3,0 ±0,00	2,8 ±0,69	3,3 ±0,49	65,6
батат «Борегард» (контроль)	4,7 ±0,49	4,7 ±0,76	4,8 ±0,38	4,8 ±0,38	4,8 ±0,38	95,2
пюре батата «Борегард» + мука пшеничная	3,6 ±0,79	3,8 ±0,90	4,0 ±0,00	3,7 ±0,95	4,1 ±0,69	76,8
пюре батата «Борегард» + мука рисовая	3,1 ±0,69	3,6 ±0,79	3,3 ±0,76	2,4 ±0,79	3,0 ±0,00	61,6

Чипсы из батата с добавлением рисовой муки содержат больше массовую долю влаги, так как крахмал удерживает влагу. Энергетическая ценность чипсов из батата составила 155,7/651,44 ккал/кДж, а для чипсов из батата с добавлением пшеничной муки составляет 237,93/995,49 ккал/кДж.

Результаты продуктового расчета показали, что для производства 1 т чипсов из батата без добавления дополнительного сырья, потребуется 3636,4 кг батата, 150 кг масла. Для производства чипсов из батата с добавлением пшеничной муки потребуется 2091,4 кг батата, 436,8 кг муки пшеничной и 200 кг масла.

Таким образом, производство чипсов из корнеклубней батата в формованных лепестков из пюре с применением пшеничной муки позволит получить продукт с высокими потребительскими свойствами.

1. Алексашина, С.А. Разработка технологии получения чипсов из плодово-ягодного и овощного сырья с повышенным антиоксидантным действием /автореферат диссертации. Краснодар. 2021. 22 с.
2. Бессмертная, И.А. Получение фруктовых и овощных чипсов / Инновации в технологии продуктов здорового питания. 2014. С. 114-121.
3. Макушин, А. Н. Выбор оптимального способа сушки при производстве овощных фрипсов / А. Н. Макушин, А. В. Волкова // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли, Нальчик. 2021. С. 46-51.
4. Рядинская, А.А Разработка элементов технологии производства овощных чипсов из местного растительного сырья/Рядинская А.А., Ордина Н.Б., Коцаев И.А., Мезинова К.В., Захарова Д.А //Проблемы развития АПК. 2020. N 2. - С. 169-175.
5. Caetano, P.K. Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods /Caetano P.K., Mariano-Nasser F.A. de C., de Mendonca V.Z., Furlaneto K.A., Daiuto E.R., Vieites R.L//Food Science and Technology. 2018. T.38, N 3. P. 434-440.
6. Review, A Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) // Valuable Medicinal Food: [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/263096030_Sweet_Potato_Ipomoea_batatas_L_Lam_-_A_Valuable_Medicinal_Food_A_Review Загл. с экрана.

Данилкин А.Ю.

Роль энтерального питания в периоперационном периоде

*Научно-исследовательский институт
пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии
(Россия, Измайлово)*

doi: 10.18411/trnio-10-2024-321

Аннотация

Введение. Совершенствование организации и повышение эффективности клинического питания в комплексном лечении.

Цель. Оценить эффективность переоперационной коррекции метаболических нарушений и полноту обеспечения энергопластических потребностей у больных.

Материалы и методы. Анализ данных современной научной литературы по вопросу влияния энтерального питания на состояние здоровья человека.

Результаты и их применения. В статье представлены, современные сведения о понятии нутритивной поддержки, ее формами, а также современное состояние проблемы клинического питания у пациентов и роль дефицита нутриентов в развитии ряда патологических состояний.

Ключевые слова: энтеральное питание, ускоренное восстановление, безопасность, переоперационная нутритивная поддержка.

Abstract

Introduction. Improving the organization and increasing the effectiveness of clinical nutrition in complex treatment.

Purpose. To evaluate the effectiveness of perioperative correction of metabolic disorders and the completeness of ensuring energy-plastic needs in patients.

Materials and methods. Analysis of the data of modern scientific literature on the influence of enteral nutrition on human health.

Results and conclusion. The article presents up-to-date information on the concept of nutritional support, its forms, as well as the current state of the problem of clinical nutrition in patients and the role of nutrient deficiency in the development of a number of pathological conditions.

Keywords: senteral nutrition, accelerated recovery, safety, perioperative nutritional support.

Введение

Повышение и организация эффективности клинического питания в комплексном лечении пациентов с различными заболеваниями является одной из важнейших задач современной медицины [27].

Понятие периоперационного периода включает в себя предоперационный, интраоперационный и послеоперационный периоды. Современные тенденции в хирургической практике и анестезиологии показывают, что результаты хирургических операций улучшаются благодаря развитию новых направлений предоперационной подготовки и послеоперационного ведения пациентов. В последние годы в России и за рубежом широкое распространение получила концепция «быстрого восстановления после оперативного вмешательства», целью которой является скорейшее возвращение пациента к жизнедеятельности после операции. В этом случае одна из главных ролей отводится нутритивной поддержке (НП) [6].

Остановившись на основных вопросах НП, мы видим, что соответствующее и разумное питание - это основа правильного функционирования всего человеческого организма. Правильно подобранная диета для пациента может усилить терапевтический эффект лекарственной терапии и создать оптимальные условия для быстрого восстановления после операции. Специальная диета, назначаемая пациенту на время лечения и реабилитации, называется клиническим питанием. При этом она направлена на щадящее воздействие на пораженных болезнью органов и систем так и на восстановление их нарушенных функций [1]. Более узкое понятие НП определяется как процесс обеспечения пациентов питательными веществами с использованием специальных методов и/или искусственно созданных питательных смесей [3].

Нутритивная недостаточность - это подострый или хронический дефицит питательных субстратов, приводящий к дисфункции систем и органов (когнитивная дисфункция, нарушение иммунного ответа, мышечная слабость), что влияет на качество жизни и выживаемость после хирургических операции [22]. Существует и другое похожее определение: нутритивная недостаточность - это состояние питания, при котором недостаток энергии и других питательных веществ может повлиять на состав тела, функции систем и органов, а также на результаты лечения [26]. По данным литературы, до 61 % пациентов хирургических отделений уже имеют ту или иную степень недостаточности питания при поступлении в хирургический стационар [23]. В абдоминальной хирургии распространенность нутритивной недостаточности в периоперационном периоде составляет 46,5-72 % (из них 46 % случаев - тяжелая степень нутритивной недостаточности) [13].

Нутритивная недостаточность у пациентов, перенесших операцию, вызвано потерей аппетита, которая может быть обусловлена симптомами заболевания (тошнота, рвота, боль) и побочными эффектами лекарств (опиоидные обезболивающие). Кроме того, дефицит питания может быть вызван дисфагией, желудочно-кишечными расстройствами, мальабсорбцией

питательных веществ при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Не стоит забывать и о социально-экономических причинах недоедания [21].

Нутритивная недостаточность является одним из важнейших факторов, определяющих тяжесть хирургического заболевания [7]. На практике оценка пищевого статуса пациентов часто недооценивается, а диагностика недостаточного питания не включается в предоперационный план действий пациентов [7].

С патофизиологической точки зрения операционная хирургия - это многокомпонентный стресс. Повышение уровня провоспалительных цитокинов в системной циркуляции кровотока приводит к катаболизму гликогена, жиров и белков, в результате чего в кровеносную систему поступает глюкоза, свободные жирные кислоты и аминокислоты, которые необходимы для заживления ран и снижения последствий хирургического стресса. Однако собственных энергопластических ресурсов и строительных материалов может быть недостаточно для обеспечения оптимальных показателей гомеостаза. В результате резко возрастает потребность в энергетических донорах энергии и пластического материала, что может сопровождаться параллельным увеличением фактической потребности в энергии и патологической резистентностью тканей организма к «естественным» питательным веществам. На фоне недостаточности питания в раннем послеоперационном периоде может лежать дисбаланс между потребностями организма в питательных веществах и количеством поступающих питательных веществ, что неизбежно приводит к изменениям в правильном функционировании всех компонентов иммунной системы. Экзогенный дефицит микроэлементов усугубляется эндогенным дефицитом питательных веществ, снижается устойчивость организма к стрессовым факторам [25].

Европейская ассоциация клинического питания и метаболизма (The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, ESPEN) выделяет два главных диагностических критерия нутритивной недостаточности [10].

- индекс массы тела (ИМТ) менее $18,5 \text{ кг/м}^2$
- потеря массы тела более 10% или более 5% в течение 3 мес. и снижение ИМТ или безжировой массы тела.

Следует учитывать, что ИМТ $<22 \text{ кг/м}^2$ у пожилых больных указывает на недостаточность питания [22].

При подозрении на нутритивную недостаточность необходимо провести предоперационное обследование, включая оценку скрининга риска и степени недоедания. Существуют различные шкалы и показатели, которые можно использовать в качестве отправной точки для обследования пациента [15]. Функциональные тесты, используемые для диагностики нутритивной недостаточности, включают следующие методы диагностики [22].

Ручная динамометрия. Определяет силу руки на сжатие, результат коррелирует с нутритивным статусом.

Электрическая мышечная стимуляция. Определяется путем стимуляции m/adductor pollicis (отражается в графических кривых).

Респираторные пробы. Изменения пикового давления и объема форсированного выхода за 1 с (ОФВ1) при нутритивной недостаточности отражает силу дыхательных мышц.

Иммунологическая функция. Существует корреляция между нутритивной недостаточностью и изменением иммунологического статуса. Число лимфоцитов, равное $900-1500 \text{ клеток/мм}^3$, свидетельствует о средней степени нутритивной недостаточности, менее 900 клеток/мм^3 – о тяжелой степени. При развитии нутритивной недостаточности функциональные способности лейкоцитов, секреция антител и комплимента могут претерпевать изменения.

Комплексная диагностика алиментарной нутритивной недостаточности не может быть проведена только с помощью функциональных методов и мероприятий, важны также лабораторные показатели [8].

Сывороточный альбумин. В 1987 г Leite и др. отметили, что уровень альбумина плазмы, помимо особенностей характера хирургического вмешательства, может влиять на течение

послеоперационного периода у пациентов, перенесших операцию на желудочно-кишечном тракте [18].

Креатин. Экскреция креатина с мочой отражает дефицит мышечного белка. Дефицит 5-15% сопровождается питательной недостаточностью легкой степени, 15-30% - средней степени, более 30% - тяжелой степени.

Азотистый баланс проверяется для оценки направления белкового обмена. Этот метод можно объективно применять после операции, так как он предполагает сбор образцов в течение суток и последующий лабораторный анализ азота мочевины.

Нутритивная недостаточность приводит к ослаблению дыхательных мышц, снижению функциональной способности легких, увеличению частоты осложнений (в т.ч. инфекционных) со стороны органов дыхания. Пациенты с нутритивной недостаточностью, часто нуждаются в интенсивной респираторной терапии после операции [20], при нутритивной недостаточности уменьшается минутный объем кровообращения. Острый дефицит белка и энергии может привести к атрофии и интерстициальному отеку миокарда [14].

Тяжелые метаболические нарушения приводят к значительному снижению эффективности терапевтических мероприятий после операции, повышают риск септических и инфекционных осложнений, длительной госпитализации и показателей летальности [17].

О важности коррекции дефицита нутритивной недостаточности до операции свидетельствуют работы автора [19], согласно которым летальность пациентов с недостаточным питанием через год после операции превышает летальность пациентов с без нутритивной недостаточности на 30% (34% против 4,1%), а летальность через 3 года - на 39% (48,5% против 9,9%). Авторы также отметили необходимость профилактики и коррекции недостаточности питания во время пребывания пациента в стационаре.

Таким образом, устранение дефицита питательных веществ должно начинаться еще до операции, чтобы улучшить послеоперационные результаты лечения.

Цель нутритивной поддержки в предоперационный период - создать благоприятные условия для непосредственного хирургического вмешательства и послеоперационного периода, что включает в себя коррекцию метаболических нарушений, обеспечение физиологических потребностей организма питательными веществами и энергией, стимулируя тем самым процесс заживления. После операции потребность в питательных веществах и энергии возрастает. При этом норма суточного потребления белка должна составлять 1 г/кг массы тела, а в случае гиперкатаболических реакциях, связанной с хирургическими травмами, это значение увеличивается до 1,5-2 г/кг массы тела пациента. В то же время после операции рекомендуется поддерживать энергетическую ценность рациона на уровне не менее 3000 ккал для создания резерва питательных веществ, а также увеличить потребление витаминов до 1,5-2,0 доз от суточной нормы [2].

В соответствии с рекомендациями по НП у хирургических пациентов показаниями к назначению НП является повышенная потребность в энергии, макро- и микронутриентах и невозможность полностью восполнять потребности обычным питанием (синдром мальабсорбции, нарушение глотания и жевания, критическое состояние, не позволяющее адекватно принимать пищу [4].

Вопрос о том, когда начинать диетотерапию перед операцией, остается спорным, поскольку существуют разные планы и мнения. Например, L. Zanotti и др. в ходе исследования 305 плановых пациентов онкохирургического профиля с дефицитом массы тела более 10% выявили, что продолжительность предоперационной нутритивной поддержки должна составлять пять дней. Именно эта продолжительность связана со снижением инфекционных осложнений после операции [11]. U. Geiger и др., продемонстрировали эффективность использования энтеральных смесей за два или пять дней до операции [12]. По данным О.А. Обуховой и др. (2010), эти сроки должны составлять как минимум 7-10 суток [5].

Существует два основных способа обеспечения питательными веществами: энтеральное и парентеральное питание. Предпочтительным методом коррекции метаболизма является энтеральное питание, однако возможность назначения раннего энтерального питания после

операции определяется тяжестью нутритивной недостаточности, выраженностью метаболических нарушений и состоянием желудочно-кишечного тракта [24].

Привычный пероральный прием пищи подходит для пациентов после хирургических операций вне ЖКТ или на его нижних отделах. В то время как после операций на верхних отделах ЖКТ прием пищи может быть затруднен [16]. Одним из решений этой проблемы является назначение НП в виде готовых сипинговых смесей, которые, имея жидкую форму и небольшой объем, могут компенсировать недостаток питательных веществ, поступающих с обычной пищей [9].

В настоящее время под «сипингом» понимается прием жидких пищевых смесей перорально через трубку или очень маленькими глотками в течение 15-20 минут. В настоящее время для сипинга разработаны специальные высокотехнологичные энтеральные гиперкалорические гипернитрогенные питательные смеси.

Существует множество смесей для сипинга с различным составом и в различных комбинациях, наиболее популярными являются продукты для энтерального питания производства «Инфоприм» (Россия).

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что недостаточное питание играет важную роль в развитии послеоперационных осложнений и может увеличить время, необходимое для реабилитации пациентов. Программа предоперационной нутритивной поддержки для каждого пациента (выбор смеси, пероральное или парентеральное введение, продолжительность) должна подбираться индивидуально, с учетом основного и сопутствующих заболеваний.

Финансирование. Научно-исследовательская работа проведена за счет субсидий на выполнение прикладных научных исследований в рамках программы (Тема № FGMF-2022-0002) «Часть 4. Разработка цифровой платформы обогащенной и специализированной пищевой продукции диетического профилактического и лечебного питания заданного химического состава, Раздел 5. Разработка технологии энтеральной смеси для перорального приема для включения в диетотерапию пациентов с белково-энергетической недостаточностью».

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

1. Гурвич, М. М. ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ. ПОЛНЫЙ СПРАВОЧНИК (справочное издание) / М.М. Гурвич, Ю.Н. Лященко – Текст : непосредственный. // Современные Научные Технологии. 2009. № 12. – С. 28-29.
2. Каракурсаков, Н. Э. Значение раннего энтерального питания у хирургических больных / Н.Э. Каракурсаков – Текст : непосредственный. // Таврический Медико-Биологический Вестник. 2012. Т. 15. № 4. – С. 167-169.
3. Лейдерман, И. Н. Периоперационная нутритивная поддержка. Клинические рекомендации // Вестник Интенсивной Терапии Имени А.и. Салтанова. 2018. № 3. – С. 5-21.
4. Луфт, В. М. Руководство По Клиническому Питанию / В. М. Луфт, В. С. Афончиков, А. В. Дмитриев [и др.] Арт-Экспресс, .
5. Обухова, О. А. Показания для назначения искусственного питания в реабилитации / О.А. Обухова, А.Д. Сергиенко, П.А. Дибирова – Текст : непосредственный. // Вопросы Онкологии. 2022. Т. 68. № 3S. – С. 393-394.
6. Пасечник, И. Н. Нутритивная поддержка с позиций программы ускоренного выздоровления после хирургических вмешательств / И.Н. Пасечник – Текст : непосредственный. // Доктор.ру. 2016. № 12-1 (129). – С. 27-31.
7. Свиридов, С. В. Предоперационная оценка белково-энергетической недостаточности и иммунного статуса у хирургических больных // Трудный Пациент. 2010. Т. 8. № 11. – С. 47-51.
8. Хорошилов, И. Е. Саркопения у больных: возможности диагностики и перспективы лечения / И.Е. Хорошилов – Текст : непосредственный. // Лечащий Врач. 2017. Саркопения у больных. № 8. – С. 36.
9. Хорошилов, И. Е. СИПИНГОВОЕ ЭНТЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ: КЛИНИКО-ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ / И.Е. Хорошилов – Текст : непосредственный. // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2015. Т. 12. СИПИНГОВОЕ ЭНТЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ. № 5. – С. 58-64.
10. Cederholm, T. Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement // Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland). 2015. Т. 34. № 3. – С. 335-340.

11. Gianotti, L. A randomized controlled trial of preoperative oral supplementation with a specialized diet in patients with gastrointestinal cancer // *Gastroenterology*. 2002. Т. 122. № 7. – С. 1763-1770.
12. Giger, U. Preoperative immunonutrition suppresses perioperative inflammatory response in patients with major abdominal surgery-a randomized controlled pilot study // *Annals of Surgical Oncology*. 2007. Т. 14. № 10. – С. 2798-2806.
13. Hochwald, S. N. Early postoperative enteral feeding improves whole body protein kinetics in upper gastrointestinal cancer patients // *American journal of surgery*. 1997. Т. 174. № 3. – С. 325-330.
14. Kostyukevich, O. I. [Malnutrition: from pathogenesis to current methods for diagnosis and treatment] // *Terapevticheskii arkhiv*. 2017. Т. 89. [Malnutrition. № 12. Вып. 2. – С. 216-225.
15. Kyle, U. G. Prevalence of malnutrition in 1760 patients at hospital admission: a controlled population study of body composition // *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2003. Т. 22. Prevalence of malnutrition in 1760 patients at hospital admission. № 5. – С. 473-481.
16. Lassen, K. Allowing normal food at will after major upper gastrointestinal surgery does not increase morbidity: a randomized multicenter trial // *Annals of Surgery*. 2008. Т. 247. Allowing normal food at will after major upper gastrointestinal surgery does not increase morbidity. № 5. – С. 721-729.
17. Lassen, K. Guidelines for perioperative care for pancreaticoduodenectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations // *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2012. Т. 31. Guidelines for perioperative care for pancreaticoduodenectomy. № 6. – С. 817-830.
18. Leite, J. F. Value of nutritional parameters in the prediction of postoperative complications in elective gastrointestinal surgery // *The British Journal of Surgery*. 1987. Т. 74. № 5. – С. 426-429.
19. Lim, S. L. Malnutrition and its impact on cost of hospitalization, length of stay, readmission and 3-year mortality // *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2012. Т. 31. № 3. – С. 345-350.
20. Lunardi, A. C. Weakness of expiratory muscles and pulmonary complications in malnourished patients undergoing upper abdominal surgery // *Respirology (Carlton, Vic.)*. 2012. Т. 17. № 1. – С. 108-113.
21. Shepherd, A. Nutrition support 1: risk factors, causes and physiology of malnutrition / A. Shepherd – Текст : непосредственный. // *Nursing Times*. 2009. Т. 105. Nutrition support 1. № 4. – С. 18-20.
22. Soeters, P. Defining malnutrition: A plea to rethink // *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2017. Т. 36. Defining malnutrition. № 3. – С. 896-901.
23. Weimann, A. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery // *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2017. Т. 36. ESPEN guideline. № 3. – С. 623-650.
24. Weimann, A. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery // *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2021. Т. 40. ESPEN practical guideline. № 7. – С. 4745-4761.
25. Макшанов, Я. И. Хирургическая операция: расстройство гомеостаза, предоперационный период, послеоперационный период. Хирургическая операция / Я. И. Макшанов.
26. Sobotka, L. Basics in Clinical Nutrition / L. Sobotka, S. Allison. 2004.
27. Парентеральное и энтеральное питание: национальное руководство. Парентеральное и энтеральное питание / ред. Г. П. Арутюнов, М. Ш. Хубутян – Москва: Изд. группа «ГЭОТАР-Медиа», 2014. – 799 с.– ISBN 978-5-9704-2853-5. – Текст : непосредственный. Текст.



Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№114, Октябрь 2024**

Часть 7

Подписано в печать 25.10.2024. Тираж 400 экз.
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.8,98
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович