

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL
JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL
RESEARCH**

Журнал основан в 2007 году
The journal is based in 2007
ISSN 1996-3955

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,593

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,299

№ 5 2025

Научный журнал
Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

к.м.н. Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

к.м.н. М.Н. Бизенкова

EDITOR

Natalia Stukova

Senior Director and Publisher

Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); к.т.н., доцент Хайдаров А.Г. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.

Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) –
головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,593.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,299.

Учредитель, издатель и редакция:

ООО НИЦ «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 410056, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56

ISSN 1996-3955

Тел. редакции – 8-(499)-705-72-30

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова

Техническое редактирование и верстка Е.Н. Доронкина

Корректор Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Подписано в печать – 30.05.2025

Дата выхода номера – 30.06.2025

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО НИЦ «Академия Естествознания»

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространяется по свободной цене

Усл. печ. л. 6

Тираж 500 экз.

Заказ МЖПиФИ 2025/5

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬЯ

СВИНЕЦ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ВОСТОЧНОЙ
ЧАСТИ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ибраева К.Б., Арбаев Т.К., Калдыбаев Б.К., Аканов Д.К. 5

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ФОРМ ОСТРОГО АППЕНДИЦИТА ПРИ ЭНДОВИДЕОЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ
АППЕНДЭКТОМИИ

Алейник В.А., Таджибаев Ш.А., Собиров Э.К., Абдурашидов Ф.Ш. 9

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНСКОЙ
ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Урядова В.В. 14

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

РИНОГЕННЫЙ ФЛЕБИТ ВЕН ОРБИТЫ (СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)

Бакиева К.К., Турапова Ж.М., Нарматова К.К., Шабданбаева Н.Х. 20

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ХЛОРОФИЛЛОВ
ПРИ НАИБОЛЕЕ УГРОЖАЮЩИХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

Колдаев В.М. 25

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТРИГЛИЦЕРИДНО-ГЛЮКОЗНОГО
ИНДЕКСА В ПРОГНОЗЕ СОСТОЯНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ
С ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ

Миннигалина Э.Р., Кириченко К.Н., Корнеева Е.В. 30

ЗЛОКАЧЕСТВЕННАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ, ВЫЗВАННАЯ АНЕСТЕЗИЕЙ

Шибитова Д.В., Айдарханов Е.К., Тохтаниязов С.К., Казначеева Т.С. 34

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬЯ

ТЕЛЕМЕТРИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Безсмертный Б.В., Мансуров Р.Ш. 41

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

ARTICLE

LEAD IN SOILS AND PLANTS OF THE EASTERN PART
OF THE ISSYK-KUL REGION

Ibraeva K.B., Arbaev T.K., Kaldybaev B.K., Akanov D.K. 5

MEDICAL SCIENCES

ARTICLES

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PATHOMORPHOLOGICAL FORMS
OF ACUTE APPENDICITIS DURING LAPAROSCOPIC APPENDECTOMY

Aleynik V.A., Tadzhibaev Sh.A., Sobirov E.K., Abdurashidov F.Sh. 9

THE INFLUENCE OF INFORMATION RESOURCES
ON THE DEVELOPMENT OF HEALTH LITERACY
OF THE POPULATION (THEORETICAL ANALYSIS)

Uryadova V.V. 14

CLINICAL CASE

RHINOGENIC PHLEBITIS OF THE VEINS OF THE ORBIT
(A CASE FROM PRACTICE)

Bakieva K.K., Turapova Zh.M., Narmatova K.K., Shabdanbayeva N.H. 20

REVIEWS

THERAPEUTIC AND PREVENTIVE EFFECTS OF CHLOROPHYLLS
IN THE MOST THREATENING PATHOLOGICAL CONDITIONS

Koldaev V.M. 25

DIAGNOSTIC VALUE OF THE TRIGLYCERIDE-GLUCOSE
INDEX IN PROGNOSIS OF CONDITIONS ASSOCIATED
WITH INSULIN RESISTANCE: A LITERATURE REVIEW

Minnigallina E.R., Kirichenko K.N., Korneeva E.V. 30

MALIGNANT HYPERTHERMIA INDUCED BY ANESTHESIA

Shibitova D.V., Aydarkhanov E.K., Tokhtaniyazov S.K., Kaznacheeva T.S. 34

TECHNICAL SCIENCES

ARTICLE

TELEMETRY OF AIR PARAMETERS IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Bezsmertnyj B.V., Mansurov R.S. 41

СТАТЬЯ

УДК 550.47(575.2)

СВИНЕЦ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ибраева К.Б., Арбаев Т.К., Калдыбаев Б.К., Аканов Д.К.

Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова, Каракол,

e-mail: kymbat-i@rambler.ru, arbaetologon@mail.ru,

kbakyt387@gmail.com, akanov.doolot@iksu.kg

Целью настоящего исследования являлось изучение уровня накопления свинца и ряда микроэлементов (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Zr, Cu, Sn, Zn) в почвенном покрове и растительности восточной части Иссык-Кульской области. Отбор проб осуществлялся в различных природных зонах – от долин до предгорий и высокогорий. В ходе работы было проанализировано 30 образцов почвы и 20 образцов растительных материалов. Элементный состав определялся методом эмиссионного спектрального анализа. Результаты исследований показали, что концентрация свинца в почвах и растениях, как правило, находится в пределах фоновых значений. Среди антропогенных факторов, способствующих поступлению свинца в экосистему, выделяются выбросы автомобильного транспорта. Согласно статистике, около 66% автомобилей в стране имеют возраст более 15 лет и приближаются к предельному сроку эксплуатации. Проведённый мониторинг выявил, что уровень свинца в почвах города Каракол не превышает допустимых норм, однако на участках дорог с интенсивным транспортным потоком зафиксировано локальное повышение его содержания. В связи с этим развитие экологически чистого общественного транспорта в регионе приобретает особую важность для снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

Ключевые слова: содержание, свинец, микроэлементы, тяжелые металлы, почва, растение

LEAD IN SOILS AND PLANTS OF THE EASTERN PART OF THE ISSYK-KUL REGION

Ibraeva K.B., Arbaev T.K., Kaldybaev B.K., Akanov D.K.

K. Tynystanov Issyk-Kul State University, Karakol,

e-mail: kymbat-i@rambler.ru, arbaetologon@mail.ru,

kbakyt387@gmail.com, akanov.doolot@iksu.kg

The aim of this study was to investigate the accumulation level of lead and a number of microelements (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Zr, Cu, Sn, Zn) in the soil cover and vegetation of the eastern part of the Issyk-Kul region. Sampling was carried out in various natural zones – from valleys to foothills and highlands. In the course of the work, 30 soil samples and 20 samples of plant materials were analyzed. The elemental composition was determined by the method of emission spectral analysis. The results of the studies showed that the concentration of lead in soils and plants, as a rule, is within the background values. Among the anthropogenic factors contributing to the entry of lead into the ecosystem, emissions from motor vehicles stand out. According to statistics, about 66% of cars in the country are over 15 years old and are approaching the maximum service life. The monitoring revealed that the lead level in the soils of the city of Karakol does not exceed the permissible norms, however, on sections of roads with intensive traffic flow, a local increase in its content was recorded. In this regard, the development of environmentally friendly public transport in the region is of particular importance for reducing the man-made load on the environment.

Keywords: content, lead, trace elements, heavy metals, soil, plant

Введение

Тяжёлые металлы являются одной из приоритетных групп элементов, так как, несмотря на их важность для жизнедеятельности организмов в качестве микроэлементов, их избыточное накопление в компонентах окружающей среды способно вызвать негативные последствия для экосистем [1, с. 12]. В последние годы было проведено множество исследований, посвящённых распространению, миграции, накоплению и влиянию тяжёлых металлов на живые организмы. Особое внимание уделяется свинцу, поскольку его активное использование в промышленности способствует постоянному увеличению объёмов добычи,

что в свою очередь приводит к загрязнению окружающей среды. Несмотря на значительное сокращение использования свинца в ряде отраслей, включая отказ от свинцового бензина в большинстве стран, его накопленный экологический след и продолжающееся применение в некоторых регионах мира сохраняют проблему актуальной [2; 3]. Иссык-Кульская область Киргизии, находясь в пределах своих административных границ, считается биосферной зоной. Её ключевая задача – обеспечить гармоничное социально-экономическое развитие, при этом строго соблюдать экологические стандарты для сохранения биоразнообразия, природных ландшафтов и экосистем

[4]. В связи с высокой чувствительностью экосистем восточной части Иссык-Кульского региона к воздействию антропогенных факторов особое значение приобретает осуществление экологического мониторинга, направленного на исследование уровня содержания, процессов накопления и перемещения тяжёлых металлов в различных природных компонентах.

Целью исследования явилось изучение степени накопления свинца и других микроэлементов (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Zr, Cu, Sn, Zn) в почвенно-растительном покрове восточной части Иссык-Кульского региона.

Материал и методы исследования

Для изучения уровней накопления свинца и других микроэлементов был проведен отбор проб почвы и растений в долиненной, предгорной и высокогорной зонах региона. Почвенные образцы отбирались в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-2017 [5]. Для определения содержания ТМ в растениях был произведен отбор средних проб (уко́с) из местной флоры. Подготовка проб осуществлялась на основе методических рекомендаций, применяемых в практике экологического мониторинга. Определение концентрации микроэлементов проводилось с использованием метода эмиссионного спектрального анализа в центральной лаборатории Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Киргизской Республики. В рамках исследования было проанализировано 30 почвенных проб и 20 образцов растительности. Анализ полученных данных проводился с использованием общепринятых методов вариационной статистики, включая обработку абсолютных и относительных значений. Для количественной оценки содержания микроэлементов в почвенном материале применялся коэффициент концентрации К_к, рассчитываемый как соотношение фактического содержания элемента в почве к его среднему содержанию, установленному по данным А.П. Виноградова [6, с. 217]. Кроме того, степень загрязнённости почвы определялась с помощью коэффициента загрязнения (Contamination Factor – CF), который определяется по формуле:

$$CF = C_{mSample} / C_{mBackground},$$

где $C_{mSample}$ – это содержание металла в почвенном образце, а $C_{mBackground}$ – его фоновая концентрация. В зависимости от полученных значений коэффициента CF выделяются следующие категории:

$CF < 1$ – низкий уровень загрязнения,
 $1 \leq CF < 3$ – умеренный уровень загрязнения,

$3 \leq CF < 6$ – высокий уровень загрязнения,
 $CF > 6$ – крайне высокий уровень загрязнения.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение распределения свинца в земной коре показывает, что его концентрации наиболее высоки в глинистых породах, где они могут достигать от 10 до 40 мг/кг. В то же время в ультраосновных и известковых породах уровень содержания значительно ниже – в пределах 0,1–10 мг/кг. Естественное присутствие свинца в почвенном слое напрямую связано с минеральным составом материнских пород. Однако в условиях растущей техногенной нагрузки, особенно в верхних горизонтах почвы, наблюдается увеличение его концентрации, вызванное антропогенными источниками загрязнения. Несмотря на обилие научных данных о распределении свинца в почвах, всё ещё остаётся сложной задачей чётко разграничить природный фон и антропогенное загрязнение. По информации, приведённой в работах А.П. Виноградова, средняя концентрация свинца в поверхностных почвах на планетарном уровне составляет около 25 мг/кг, при этом кларковское значение – 10 мг/кг. В растительных тканях, как правило, содержание свинца варьирует в пределах 1–10 мг/кг в пересчёте на зольную массу [7, с. 229]. В Киргизской Республике санитарные нормы устанавливают предельно допустимую концентрацию (ПДК) свинца в почве на уровне 32 мг/кг [8]. Согласно почвенно-географической классификации Киргизии, восточная часть Иссык-Кульского региона входит в состав Иссык-Кульской подпровинции и относится к Восточно-Прииссыккульскому почвенному округу. Здесь распространены такие типы почв, как каштановые, черноземные, а также полугидроморфные и гидроморфные. На исследуемой территории преобладают темно- и светло-каштановые горно-долинные почвы, а также песчаные аллювиальные отложения.

Результаты исследования показали, что уровень свинца в прибрежных почвах восточной части Иссык-Куля находится в диапазоне 12–30 мг/кг, что укладывается в рамки нормативных требований. В зависимости от почвенного типа были зафиксированы следующие значения: в темно-каштановых горно-долинных почвах – 30 мг/кг, в светло-каштановых – 23 мг/кг, а в аллювиальных песчаных почвах – минимальные значения на уровне 12 мг/кг (табл. 1).

Таблица 1

Статистические характеристики содержания свинца в почвах и растениях прибрежной зоны восточного Прииссыккуля (составлено автором)

Вид образца	$\bar{x} \pm m$ (мг/кг)	D	σ	$V, \%$	Предел колебаний (мг/кг)
Почва	24,4±10,3	69,6	8,3	34,2	12-30
Растения (надземная часть)	3,4±1,8	2,3	1,5	44,7	1-5
Растения (корневая система)	6±3,3	10	3,1	32,7	2-10

В растительных образцах надземной части зафиксированы лишь небольшие концентрации свинца (1–10 мг/кг), поскольку основной его запас сосредоточен в корневой системе. Например, у тьянь-шаньской полыни (*Artemisia tianshanica*) содержание элемента варьировало в зависимости от типа почвы. У полыни эстрагон (*Artemisia dracunculus*), произрастающей на светло-каштановых горно-долинных почвах, обнаружено 8 мг/кг, тогда как на тёмно-каштановых – 12 мг/кг. В зерне озимой пшеницы (*Triticum aestivum*), собранной на светло-каштановых почвах, концентрация свинца составила 0,32 мг/кг в расчёте на сухую массу. Уровень других микроэлементов, таких как марганец, никель, кобальт, ванадий, хром, цирконий, титан, медь и цинк, соответствует природным показателям. Вероятно, незначительные колебания содержания микроэлементов в почвенно-растительном покрове обусловлены геохимическими особенностями почвообразующих пород, а также влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

Индекс загрязнения почвы свинцом (CF) равен 2, что указывает на умеренный уровень загрязнения этим микроэлементом. Поскольку свинец и другие тяжелые металлы имеют способность накапливаться в почве и сохраняться там на протяжении длительного времени, такие изменения могут существенно повлиять на качество почвы, биологические процессы, протекающие в ней, а также в перспективе отразиться на экологическом состоянии региона. В связи с этим возникает необходимость в регулярном проведении экологического мониторинга для оценки текущей ситуации и предотвращения негативных последствий.

В последние годы было проведено множество научных работ, посвящённых исследованию процессов накопления микроэлементов в почвах и растительном покрове исследуемого региона. Так, в работе Токтовой Т.Э. было установлено, что уровень тяжёлых металлов (таких, как свинец, кадмий, медь и цинк) в почвах агроэкосистем Прииссыккульского региона соответствует фоновым значениям, характерным для дан-

ной местности [9, с. 14]. Согласно результатам, полученным Кенжебаевой А.В., почвы восточной части Прииссыккуля демонстрируют различную степень устойчивости к загрязнению тяжёлыми металлами, в частности медью, свинцом и кадмием. При этом установлено, что их концентрации не превышают допустимые уровни и не оказывают негативного влияния на качество сельскохозяйственной продукции [10, с. 8]. Исследование Тотубаевой Н.Э. показало, что содержание свинца в почвах различных природных зон Иссык-Кульской области варьируется в пределах 21,7–32,0 мг/кг. Наивысшие показатели зарегистрированы вблизи промышленных объектов и в районах, подвергшихся воздействию автотранспорта и активной аграрной деятельности [11, с. 14].

Горные районы Иссык-Кульской области представляют значительный научный интерес в связи с выявлением полиметаллических залежей, где основная форма свинца представлена минералом галенитом (PbS). Установлено, что уровень содержания свинца в почвах тесно связан с минеральным составом материнских пород. Исследования показали, что горнолесные почвы, расположенные вблизи свинцово-полиметаллических рудников в бассейне реки Джергалан, способны накапливать свинец в гумусовом горизонте в количествах, превышающих кларковские значения в 7–15 раз. Кроме того, в ряде почвенных проб были выявлены повышенные уровни меди и цинка по сравнению с природным фоном. Что касается растительности, произрастающей на территории месторождения, то в большинстве случаев содержание свинца в её тканях остаётся в пределах фоновых показателей. Однако определённые виды растений, такие как аконит джунгарский (*Aconitum soongaricum*), манжетка низкостебельная (*Alchemilla humilicaulis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и чемерица Лобеля (*Veratrum lobelianum*), проявляют способность к аккумуляции свинца в корневой системе, при этом его концентрация может превышать кларковское значение (10 мг/кг).

Согласно литературным источникам, одним из основных техногенных факторов загрязнения окружающей среды свинцом являются выхлопные газы автотранспорта, где этот металл содержится в виде галогенидных солей, таких как $PbBr_2$, $PbBrCl$, $Pb(OH)Br$, $(PbO_2)PbBr_2$ [7, с. 230]. По экспертным оценкам, около 70% всех загрязняющих веществ в атмосферу Киргизии поступает именно от передвижных источников, и эта тенденция продолжает расти. Следует отметить, что уровень выбросов напрямую связан с техническим состоянием транспортных средств и их возрастом. Статистические данные показывают, что около 66% автомобилей в республике исчерпали свой ресурс, так как эксплуатируются более 15 лет, а значительная часть автотранспорта была ввезена с пробегом свыше 10 лет [12].

Результаты исследований свидетельствуют, что содержание свинца в почвах Каракола не превышает предельно допустимую концентрацию (32 мг/кг), однако на участках с интенсивным движением автотранспорта в поверхностном слое почвы фиксируется его увеличение до 0,94 ПДК. Также установлено превышение кларка по Виноградову А.П. в 3 раза, а коэффициент загрязнения (CF) достиг 2,2, что соответствует умеренному уровню загрязнения. Анализ элементного состава растений Каракола показал, что содержание таких микроэлементов, как Pb, Cu, Co, Mo, Zn, Ni, находится в пределах естественных показателей. При этом установлено, что зола хвои и листья деревьев аккумулирует больше микроэлементов по сравнению с травянистыми растениями. В условиях интенсивного трафика в коре, хвое и листьях деревьев фиксируется незначительное накопление свинца.

Вероятно, с ростом численности населения и увеличением автопарка техногенная нагрузка на окружающую среду будет возрастать. В этом контексте развитие концепции зелёного транспорта в рамках цели устойчивого развития № 11 «Устойчивые города и населённые пункты» приобретает особое значение.

Заключение

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что концентрации свинца и ряда других микроэлементов в почвах и растительности на территории города Каракол соответствуют фоновым значениям, характерным для природной среды. Однако в районах, расположенных вблизи перекрёстков центральных улиц с интенсивным движением транспорта, за-

фиксирован локальный рост концентрации свинца в почве. С увеличением числа автомобилей в регионе техногенная нагрузка на окружающую среду, очевидно, будет возрастать. Поэтому внедрение доступного, комфортного и экологически чистого общественного транспорта в Караколе необходимо для повышения качества жизни горожан и охраны окружающей среды. Рост численности населения и количества автомобилей провоцирует пробки, загрязнение воздуха и увеличение транспортных расходов. Использование электрического и альтернативного транспорта, оптимизация маршрутов и внедрение современных систем оплаты проезда позволят снизить нагрузку на дороги, сократить выбросы вредных веществ и сделать передвижение по городу более удобным и доступным. Это станет важным шагом на пути к устойчивому развитию города Каракол.

Список литературы

1. Черных Н.А. Тяжелые металлы в экосистемах различных регионов мира. М.: МГИМО, 2024. 225 с.
2. Feng J., Ai H., Chen Q., Li H., Wang W., Xue Z. Evaluation and Migration Path Analysis of Soil Heavy Metal Pollution in a Metal Mining Area of Qinling Mountain Yankuang Ceshi // *Rock and Mineral Analysis*. 2023. Vol. 42. № 6. P. 1189-1202. DOI: 10.15898/j.ykcs.202302170021.
3. Manyiwa T., Ultra V. U., Rantong G. Heavy metals in soil, plants, and associated risk on grazing ruminants in the vicinity of Cu-Ni mine in Selebi-Phikwe, Botswana // *Environmental Geochemistry and Health*. 2022. Vol. 44. № 5. P. 1633-1648. DOI: 10.1007/s10653-021-00918-x. EDN SOPGXC.
4. Калдыбаев Б.К., Ибраева К.Б., Бекишова А.Н., Кочорова Н.К. Эколого-биогеохимические исследования почв города Каракол // *Известия ВУЗов Кыргызстана*. 2023. № 1. С. 79-82.
5. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. 2018, 10 с.
6. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: АН СССР, 1957. 219 с.
7. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
8. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации и ориентировочно допустимые количества химических веществ в почве». 2016, 13 с.
9. Токтоева Т.Э. Эколого-радиобиогеохимическая оценка почвенно-растительного комплекса агроэкосистем Прииссыккуля: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Бишкек, 2018. 25 с.
10. Кенжебаева А.В. Эколого-биогеохимическая оценка почвенно-растительного покрова прибрежной зоны восточного Прииссыккуля: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Бишкек, 2022. 21 с.
11. Тотубаева Н.Э. Водные и почвенные факторы устойчивого развития севера Кыргызстана: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Бишкек, 2025. 44 с.
12. Аканов Д.К., Жакыпов Н.Ж. Зеленый транспорт как один из путей достижения устойчивого развития городов // *Известия НАН КР*. 2022. № 5. С. 28-32.

СТАТЬИ

УДК 616.346.2-002.1-089.87-071

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ОСТРОГО АППЕНДИЦИТА ПРИ ЭНДОВИДЕОЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ АППЕНДЭКТОМИИ

²Алейник В.А., ¹Таджибаев Ш.А., ³Собиров Э.К., ¹Абдурашидов Ф.Ш.

¹Андижанский государственный медицинский институт, Андижан, e-mail: info@adti.uz;

²Андижанский филиал института иммунологии и геномики человека Республики Узбекистан, Андижан, e-mail: aleynik.vladimir.7@gmail.com;

³Медицинский госпиталь Al-mozn, Зинтан, Арабская Республика Ливия, e-mail: info@almozn.med.ly

Цель исследования – исходя из анализа эндовидеолапароскопических данных, полученных на диагностическом этапе, определить патоморфологические типы острого аппендицита, что позволит усовершенствовать их дифференцирование и повысить точность диагностики. В исследовании проанализированы клинические данные 128 пациентов, которым была выполнена эндовидеолапароскопическая аппендэктомия. В качестве группы сравнения обследованы 24 пациента с неургентной абдоминальной патологией, требующей хирургического вмешательства, выполняемого с использованием эндовидеолапароскопического доступа. Это позволило изучить особенности строения неизмененного аппендикса и провести сравнительный анализ с патологическими формами. Установлена эндовидеолапароскопическая типология аппендикса, включающая: 1) нормальное состояние без признаков воспаления; 2) катаральную форму острого аппендицита; 3) флегмонозную форму; 4) гангренозную форму. Выявлены специфические эндоскопические критерии для каждой формы (гиперемия серозной оболочки, фибриновый налет, некроз стенки и др.), что повышает точность интраоперационной диагностики. Доля распределения форм в основной группе: катаральная – 45%, флегмонозная – 38%, гангренозная – 17%. Предложенная типология расширяет возможности эндовидеолапароскопии за счет четких визуальных критериев дифференциации патоморфологических форм острого аппендицита. Это позволяет оптимизировать выбор тактики лечения (например, решение о дренировании) и сократить время операции. Внедрение данных критериев в клиническую практику улучшает прогноз за счет раннего выявления осложненных форм и снижения риска послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: острый аппендицит, диагностическая видеолароскопия, лапароскопическая аппендэктомия, типология

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PATHOMORPHOLOGICAL FORMS OF ACUTE APPENDICITIS DURING LAPAROSCOPIC APPENDECTOMY

²Aleynik V.A., ¹Tadzhibaev Sh.A., ³Sobirov E.K., ¹Abdurashidov F.Sh.

¹Andizhan State Medical Institute, Andizhan, e-mail: info@adti.uz;

²Andizhan branch of the Institute of Human Immunology and Genomics of the Republic of Uzbekistan, Andizhan, e-mail: aleynik.vladimir.7@gmail.com;

³Al-mozn Medical Hospital, Zintan, Arab Republic of Libya, e-mail: info@almozn.med.ly

Objective of the Study – based on the analysis of endovideolaparoscopic data obtained during the diagnostic stage, the aim is to determine the pathomorphological types of acute appendicitis, which will enhance their differentiation and improve diagnostic accuracy. The study analyzed clinical data from 128 patients who underwent endovideolaparoscopic appendectomy. As a comparison group, 24 patients with non-urgent abdominal pathology requiring surgical intervention using endovideolaparoscopic access were examined. This allowed for the study of the structural features of the unchanged appendix and a comparative analysis with pathological forms. An endovideolaparoscopic typology of the appendix was established, including: 1. Normal condition without signs of inflammation. 2. Catarrhal form of acute appendicitis. 3. Phlegmonous form. 4. Gangrenous form. Specific endoscopic criteria were identified for each form (hyperemia of the serous membrane, fibrinous plaque, wall necrosis, etc.), which increases the accuracy of intraoperative diagnosis. The distribution of forms in the main group was as follows: catarrhal – 45%, phlegmonous – 38%, gangrenous – 17%. The proposed typology expands the capabilities of endovideolaparoscopy through clear visual criteria for differentiating pathomorphological forms of acute appendicitis. This enables optimization of treatment strategies (e.g., decision on drainage) and reduction in operative time. The implementation of these criteria into clinical practice improves prognosis by enabling early detection of complicated forms and reducing the risk of postoperative complications.

Keywords: acute appendicitis, diagnostic videolaparoscopy, laparoscopic appendectomy, typology

Введение

Острый аппендицит (ОА) остается одной из наиболее частых причин ургентных хирургических вмешательств, несмотря

на развитие современных технологий диагностики и лечения, включая малоинвазивные методы. Его актуальность обусловлена не только высокой частотой встречаемо-

сти заболевания, которая составляет от 22,8 до 30,0 случаев на 10 000 населения, но и значительной долей осложненных форм, достигающих 4–42 % среди всех случаев [1]. Аппендэктомия составляет около 40 % от общего числа urgentных операций в хирургической практике.

На национальном уровне, как следует из официального отчета главного хирурга Минздрава России за 2022 г., зарегистрировано 148 763 случая оказания медицинской помощи пациентам с подтвержденным диагнозом острого аппендицита. Примечательно, что в указанном периоде частота применения оперативной тактики лечения достигла 98,1 %, демонстрируя выраженный рост относительно эпидемиологических показателей 2020 г. Летальность среди больных с данным диагнозом составила 0,17 %, что отражает высокий уровень оказания медицинской помощи [2]. Тем не менее значительная доля осложненных форм и высокий уровень хирургической активности подчеркивают важность совершенствования тактики диагностики и лечения ОА.

Особую проблему представляют ошибки в диагностике ОА [3]. При отсутствии применения современных методов частота диагностических ошибок достигает 31 %, а необоснованных аппендэктомий – до 35–40 %. Это связано с трудностями в выявлении заболевания на начальных стадиях. Например, при катаральной форме воспаления достоверность ультразвукового исследования (УЗИ) составляет всего 50–63 %. Однако при деструктивных формах аппендицита этот показатель возрастает до 92–96 %. Компьютерная томография (КТ) демонстрирует высокую точность диагностики на всех стадиях заболевания, достигая 94–100 %. Эндовидеолапароскопия, обладая точностью 92–95,8 %, является окончательным методом диагностики ОА и позволяет одновременно выявлять воспалительные изменения и проводить оперативное лечение [4]. Данный метод демонстрирует высокую эффективность в сложных клинических сценариях, требующих быстрого и точного диагностического заключения [5–7]. Вопросы, касающиеся острого аппендицита, детально рассмотрены в руководящих документах Всемирного общества неотложной хирургии (WSES) и Европейской ассоциации эндоскопической хирургии (EAES) [8; 9]. Однако на практике до сих пор возникают трудности в выборе тактики лечения, особенно в случаях нетипичной клинической картины или при наличии осложнений.

По мнению Ш.В. Тимербулатова и соавт., одна из наиболее острых проблем заключается в высоком проценте «необосно-

ванных» аппендэктомий, что обусловлено неоднозначной интерпретацией изменений при катаральной форме острого аппендицита (ОАКФ). Часто хирурги и патоморфологи сталкиваются с разными взглядами на классификацию «простого» аппендицита, особенно когда результаты осмотра во время операции вызывают сомнения. В таких случаях ключевыми становятся вопросы, какие именно визуальные и патогистологические особенности катаральной формы острого аппендицита могут служить основанием для выполнения аппендэктомии и каков оптимальный алгоритм действий [10].

Эндовидеохирургия играет важнейшую роль в диагностике и лечении ОА [11; 12]. Основопологающим этапом эндовидеохирургического вмешательства является первичная ревизия червеобразного отростка, от точности оценки результатов которой зависит выбор дальнейшей тактики ведения пациента [13]. Применение высокотехнологичных эндовидеосистем позволяет хирургу не только диагностировать заболевание, но и визуально классифицировать патоморфологические изменения.

Учитывая эти факторы, систематизация эндовидеолапароскопической классификации патоморфологических вариантов острого аппендицита приобретает особое значение. Такой подход способствует унификации методов диагностики и хирургического вмешательства, снижению вероятности ошибок и повышению эффективности лечения пациентов.

Цель исследования – исходя из анализа эндовидеолапароскопических данных, полученных на диагностическом этапе, определить патоморфологические типы острого аппендицита, что позволит усовершенствовать их дифференцирование и повысить точность диагностики.

Материалы и методы исследования

В рамках ретроспективного когортного исследования, проведенного на базе хирургического отделения частного медицинского центра «AL-mozn» в 2019–2024 гг., осуществлено оперативное лечение 182 пациентов с подтвержденным диагнозом острого аппендицита (ОА) с использованием эндовидеохирургических методов. В основу работы положен анализ 128 клинических наблюдений, включая осложненные формы патологии, при которых выполнялась лапароскопическая аппендэктомия (ЛА). У 54 (29,7 %) из 182 пациентов техника выполнения операции имела определенные особенности, что послужило предметом дальнейших научных разработок. Обследовано 24 пациента с неургентной

абдоминальной патологией, требующей хирургической коррекции, которая может быть выполнена с использованием эндовидеолапароскопического доступа, для оценки типологии невоспаленного аппендикса (по данным диагностической эндовидеолапароскопии) в качестве группы сравнения. В ходе обследования пациентов проводились клинические и лабораторные анализы, ультразвуковая диагностика (УЗИ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и эндовидеолапароскопия (ЭВДЛ). Для проведения УЗИ использовался сканер Sono Scape – P20 (Германия), а МСКТ выполнялось на аппарате General Electric (США, модель 2022 г.). Хирургические операции проводились с применением эндовидеокомплекса компании COMEG (Япония) и инструментов для эндохирургии производства Karl Storz (Германия). Гистологический анализ биологического материала проводился в специализированном диагностическом центре «Диагностические услуги Аттасами» (Триполи, Ливия). Для обработки статистических данных рассчитывались экстенсивные показатели. Возрастной диапазон обследованных пациентов составил от 16 до 64 лет. Среди них преобладали лица мужского пола – 71 пациент (55,5%), тогда как количество женщин составило 57 чел. (44,5%). Важнейшую роль в определении морфологических форм острого аппендицита (ОА) играли данные эндовидеолапароскопии. Исследование имело ретроспективный характер и проводилось в одном медицинском центре. Параметры включения: пациенты с подтвержденным диагнозом ОА, возраст 16–64 года; параметры исключения: пациенты с хроническими или тяжелыми сопутствующими заболеваниями, а также те, кто перенес операции на брюшной полости ранее. Распределение пациентов дополнительно оценивалось по индексу массы тела (ИМТ) и наличию сопутствующих патологий.

Результаты исследования и их обсуждение

Ретроспективная оценка данных основной группы выявила частотное распределение морфологических подтипов острого аппендицита. Катаральная форма патологии была верифицирована в 17,2% наблюдений ($n = 22$). Доминирующим вариантом оказался флегмонозный аппендицит, зафиксированный у 69,5% пациентов ($n = 89$), тогда как гангренозные изменения обнаружены в 13,3% случаев ($n = 17$). Совокупная доля деструктивных морфологических вариантов достигла 82,8% ($n = 106$), что подтверждает их эпидемиологическую значимость

в исследуемой когорте ($n = 128$). Эти данные указывают на высокую частоту осложненных форм аппендицита, что подчеркивает актуальность задачи их раннего выявления и выбора адекватной тактики лечения. Выбран типологический подход к анализу, который представляет собой научный метод, направленный на систематизацию и классификацию объектов или явлений на основании их общих характеристик. Этот подход предполагает использование обобщенных моделей или типовых структур для упрощения анализа и диагностики. Основой типологического анализа является выделение типов, обладающих сходными внутренними и внешними признаками. В рамках исследования была проведена оценка визуальных данных, полученных при эндовидеолапароскопическом исследовании на этапе диагностической ревизии. Это позволило не только уточнить патоморфологические формы острого аппендицита, но и определить ключевые визуальные критерии для их диагностики, что значительно повышает точность и эффективность дифференциального подхода в ургентной хирургии.

Для сравнительного анализа выделена группа из 24 пациентов с неизмененным состоянием червеобразного отростка, что определялось как отсутствие воспалительных изменений, сохранение структуры, подвижности и типичного анатомического положения (рис. 1).

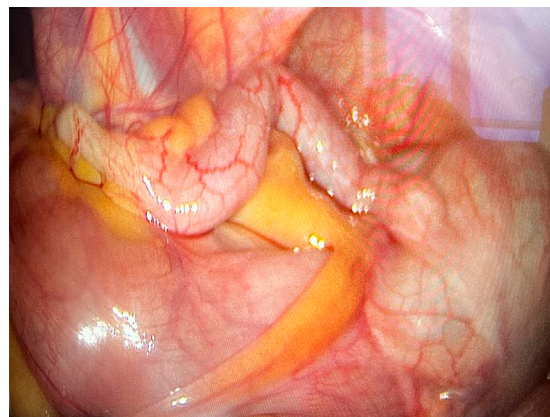


Рис. 1. Неизмененный аппендикс
Источник: фото авторов

Полученные данные позволили определить состояние червеобразного отростка в качестве эталонного показателя для последующего изучения патологических изменений. Визуальная информация, полученная посредством эндовидеодиагностической лапароскопии (ЭВДЛ), подтвердила высокую информативность метода, что под-

черкивает его значимость в дифференциальной диагностике и выборе оптимальной хирургической тактики при лечении острого аппендицита. Для катаральной формы заболевания при ЭВДЛ были характерны гиперемия, точечные кровоизлияния на серозной оболочке, а также выраженный отек брыжейки в сравнении с неизмененными участками. Эти признаки выявлены у 22 пациентов (17,2%) (рис. 2). Многократное оптическое увеличение «зоны интереса», получаемое с помощью эндовидеолапароскопической техники, увеличивает степень эффективности дифференцирования признаков воспаления.

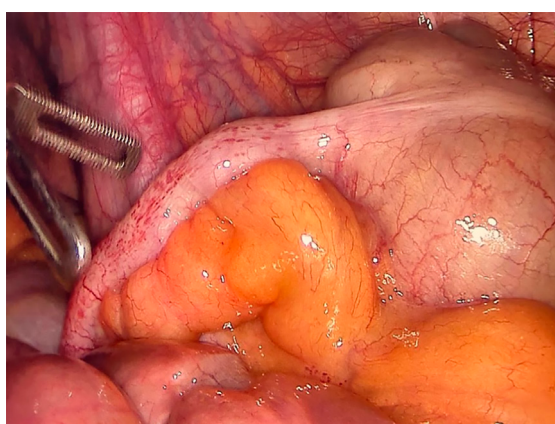


Рис. 2. Острый аппендицит, катаральная форма
Источник: фото авторов

При деструктивных формах ОА эндовидеодиагностика, при отсутствии спаечного инфильтрата, особых трудностей не представляет. Так, например, на рис. 3 представлена типология флегмонозного аппендицита.

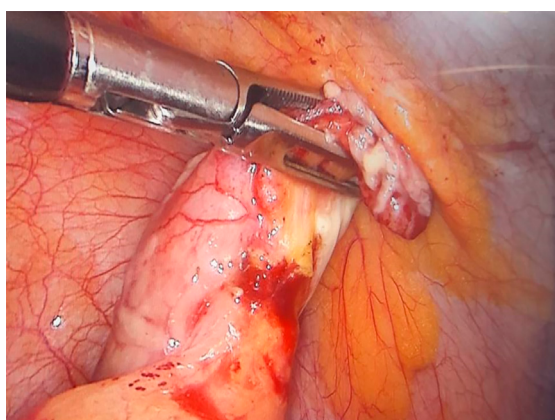


Рис. 3. Острый аппендицит, флегмонозная форма
Источник: фото авторов



Рис. 4. Острый аппендицит, гангренозная форма. Этап наложения петли Roede
Источник: фото авторов

На рис. 4 представлен случай гангренозного аппендицита. Степень диагностической точности эндовидеолапароскопии составила 96%. Определение типологии патоморфологических форм ОА при ЭВДЛ является принципиально важным моментом, правильное определение наличия или отсутствия признаков различных типов ОА и его патоморфологических форм определяет тактику дальнейших действий хирурга-оператора.

Эндовидеолапароскопическая аппендэктомия проводилась с использованием как антеградного, так и ретроградного методов. Ликвидация спаек червеобразного отростка осуществлялась посредством применения эндокрючка под контролем монополярной электрохирургической коагуляции. В зависимости от морфофункциональных характеристик брыжейки, ее обработка выполнялась либо методом клипирования, либо посредством наложения узла Редера. Культи аппендикса лигировалась двойной лигатурой. В зависимости от клинического состояния и динамики реабилитации пациенты выписывались на 4–6-е сутки. В послеоперационном периоде у 6 пациентов (4,7%) наблюдалось нагноение в области установки троакара. Возможной причиной этого осложнения могли быть индивидуальные особенности пациентов или другие сопутствующие факторы, требующие дополнительного анализа.

Заключение

Предложенная типология расширяет возможности эндовидеолапароскопии за счет четких визуальных критериев дифференциации патоморфологических форм острого аппендицита. Это позволяет оптимизировать выбор тактики лечения (напри-

мер, решение о дренировании) и сократить время операции.

Внедрение данных критериев в клиническую практику улучшает прогноз за счет раннего выявления осложненных форм и снижения риска послеоперационных осложнений.

Список литературы

1. Sibia U.S., Onayemi A.O., Turcotte J.J., Klune J.R., Wormuth J., Buckley B.M. Bundled payments for appendectomy: a model of financial implications to institutions // *Journal of Gastrointestinal Surgery* 2020. Vol. 24, Is. 3. P. 643–649. DOI: 10.1007/s11605-019-04181-5.
2. Ревитшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Калинин Д.В., Кузнецов А.В. Летальность при остром аппендиците в России // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2022. № 10. С. 5–14. DOI: 10.17116/hirurg-ia20221015.
3. Назаров Н.Н. Дифференциальная диагностика при остром аппендиците // *Казанский медицинский журнал*. 2020. Т. 101. № 2. С. 278–282. DOI: 10.17816/kazmj77811.
4. Хаджибаев Ф.А., Каримов Д.Р., Мадиев Р.З., Рахимова Р.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике деструктивных форм острого аппендицита // *Вестник экстренной медицины. Научно-практический журнал Ассоциации врачей экстренной медицинской помощи Узбекистана*. 2021. Т. 14. № 5. С. 101–105. DOI: 10.54185/TBEM/vol14_iss5/a17.
5. Talha A., El-Haddad H., Ghazal A.E., Shehata G. Laparoscopic versus open appendectomy for perforated appendicitis in adults: randomized clinical trial // *Surg Endosc*. 2020. Vol. 34, Is. 2. P. 907–914. DOI: 10.1007/s00464-019-06847-2.
6. Zhang G., Wu B. Meta-analysis of the clinical efficacy of laparoscopic appendectomy in the treatment of acute appendicitis // *World J Emerg Surg*. 2022. Vol. 17, Is. 26. P. 1–10. DOI: 10.1186/s13017-022-00431-1.
7. Destek S., Kundakcioglu H., Bektasoglu H.K., Kunduz E., Yigman S., Yabaci Tak A., et al. Comparison of open and laparoscopic techniques in the surgical treatment of acute appendicitis // *North Clin Istanbul* 2023. Vol. 10, Is. 6. P. 704–710. DOI: 10.14744/nci.2022.08941.
8. Yamada T., Endo H., Hasegawa H., Kimura T., Kakeji Y., Koda K., et al. Risk of emergency surgery for complicated appendicitis: Japanese nationwide study // *Annals of Gastroenterol Surgery*. 2020. Vol. 5, Is. 2. P. 236–242. DOI: 10.1002/ags3.12408.
9. Галимов О.В., Ханов В.О., Минигалин Д.М., Галимов Д.О., Сафаргалина А.Г., Галиуллин Д.Ф. Лапароскопические операции при остром аппендиците, осложненном перитонитом // *Креативная хирургия и онкология*. 2023. Т. 13. № 1. С. 33–38. DOI: 10.24060/2076-3093-2023-13-1-33-38.
10. Тимербулатов Ш.В., Тимербулатов М.В., Федоров С.В., Гафарова А.Р., Тимербулатов В.М., Сибяев В.М. Острый аппендицит: как часто выполняется «напрасная» аппендэктомия? // *Креативная хирургия и онкология*. 2023. Т. 13. № 2. С. 112–118. DOI: 10.24060/2076-3093-2023-13-2-112-118.
11. Habash M.M., Thabet R.F., Abood A.M., Ghareeb O.A. Comparative Study between Open and Laparoscopic Appendectomy in Acute Appendicitis // *Egypt J Hosp Med*. 2022. Vol. 89, Is. 2. P. 7567–7570. DOI: 10.21608/ejhm.2022.276685.
12. Shiihara M., Sudo Y., Matsushita N., Matsushita N., Kubota T., Hibi Y., Osugi H., Inoue T. Therapeutic strategy for acute appendicitis based on laparoscopic surgery // *BMC Surg*. 2023. Vol. 23. P. 161. DOI: 10.1186/s12893-023-02070-y.
13. Kostov K. Acute appendicitis-laparoscopic appendectomy and reasons for conversion // *J of IMAB*. 2020. Vol. 26, Is. 1. P. 2991–2993. DOI: 10.5272/jimab.2020261.2991.

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Урядова В.В.

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»,
Владивосток, e-mail: ur.vv@bk.ru

В статье рассматривается влияние информационных ресурсов и цифровых технологий на формирование и развитие медицинской грамотности населения, с акцентом на молодежную аудиторию. Актуальной становится необходимость критического подхода к медицинской информации в условиях стремительного роста цифрового контента. Основное внимание уделяется феномену цифровой медицинской грамотности, определяемому как совокупность знаний и умений, позволяющих эффективно использовать цифровые ресурсы для сохранения и укрепления здоровья. Цель исследования – анализ влияния информационных ресурсов и цифровых технологий на уровень медицинской грамотности населения, особенно молодежи. В ходе теоретического анализа с учетом данных зарубежных исследований выявлены как позитивные эффекты (доступность, интерактивность, альтернативность мнений), так и риски (самолечение, недостоверный контент, переоценка онлайн-ресурсов). Подчеркивается роль Интернета, социальных медиа, телемедицины и пользовательских форумов в трансформации моделей взаимодействия «врач – пациент». Методология исследования включала общенаучные методы анализа, синтеза, классификации с целью системного изучения проблемы. Проведенный системный анализ позволил прийти к выводам, что в современном обществе цифровые инструменты и способы взаимодействия становятся не вспомогательными, а основными каналами взаимодействия. В заключение подчеркивается необходимость повышения медицинской грамотности и критического подхода к информации для эффективного использования цифровых ресурсов в целях сохранения и укрепления здоровья.

Ключевые слова: медицинская грамотность, здоровье, информационные ресурсы, доступность информации, компетентность, телемедицина, интернет-технологии, цифровые технологии

THE INFLUENCE OF INFORMATION RESOURCES ON THE DEVELOPMENT OF HEALTH LITERACY OF THE POPULATION (THEORETICAL ANALYSIS)

Uryadova V.V.

Pacific State Medical University, Vladivostok, e-mail: ur.vv@bk.ru

The article examines the impact of information resources and digital technologies on the formation and development of health literacy of the population, with an emphasis on the youth audience. The need for a critical approach to medical information is becoming urgent in the context of the rapid growth of digital content. The main focus is on the phenomenon of digital health literacy, defined as a set of knowledge and skills that make it possible to effectively use digital resources to preserve and promote health. The purpose of the study is to analyze the impact of information resources and digital technologies on the level of health literacy of the population, especially young people. In the course of a theoretical analysis, taking into account data from foreign studies, both positive effects (accessibility, interactivity, alternative opinions) and risks (self-medication, unreliable content, overestimation of online resources) were identified. The role of the Internet, social media, telemedicine and user forums in the transformation of doctor-patient interaction models is emphasized. The research methodology included general scientific methods of analysis, synthesis, and classification in order to systematically study the problem. The conducted system analysis led to the conclusion that in modern society, digital tools and methods of interaction are becoming not auxiliary, but the main channels of interaction. In conclusion, the need to improve health literacy and a critical approach to information is emphasized in order to effectively use digital resources in order to preserve and promote health.

Keywords: health literacy, health, information resources, accessibility of information, competence, telemedicine, Internet technologies, digital technologies

Введение

Человек как субъект истории постоянно стремится познавать; природа и содержание когнитивных потребностей глубоко связаны с жизнедеятельностью человека на любом этапе исторического развития общества. Познавание всегда влечет за собой практическое применение в жизни. Знание необходимо, если оно приносит пользу, тогда оно становится для человека значимым и ценным. Сегодня все больше признается утилитарный подход к информации.

В современном информационном обществе, где доступ к различным информационным ресурсам становится все более расширенным, актуальной является проблема получения достоверных и корректных сведений из различных источников. Излишняя доверчивость со стороны населения к различного рода информации обуславливает проблему грамотного, компетентного анализа и критического подхода к информации. Недостаточный уровень грамотности создает возможные риски при неверном по-

нимании информации или при получении недостоверной, некачественной информации из различных источников. Особенно важным в этом контексте является достоверность информации, касающейся здоровья, что делает необходимым развитие грамотности в вопросах здоровья (медицинской грамотности) среди населения различных возрастных групп.

Цель исследования: проанализировать влияние информационных ресурсов и современных цифровых технологий на развитие медицинской грамотности населения, особенно молодежи, с акцентом на выявление положительных аспектов их использования, а также возможных рисков, связанных с подержанием и профилактикой здоровья.

Материалы и методы исследования

Информационной базой исследования послужили научные работы зарубежных и российских ученых, затрагивающие проблемы медицинской грамотности, в том числе цифровой медицинской грамотности, анализа процессов влияния цифровой среды на различные возрастные группы и общественное сознание в целом. Эмпирические данные, полученные зарубежными учеными в результате общенационального опроса в Германии (2020) и опроса в Австрии (2016), позволили понять, как общество воспринимает процессы цифровой трансформации в сфере здравоохранения и как это влияет на использование людьми информационных ресурсов и технологий.

Основными методами исследования являются теоретический анализ влияния современных информационных ресурсов и технологий на уровень медицинской грамотности населения, выявление положительных сторон и потенциальных рисков для пользователя. Метод классификации позволил отразить комплексно процессы взаимодействия в системе «медицина – интернет-технологии», выделив основные виды этого взаимодействия: телеконсультации, использование цифровых технологий, информационные площадки (форумы) и др.

Медицинская грамотность является неотъемлемой частью индивидуальной и общественной безопасности и сочетает когнитивные и социальные навыки человека, мотивирующие его к получению доступной информации, правильному ее применению для укрепления и поддержания здоровья [1].

Медицинская грамотность отражает не только теоретические стороны, такие как совокупность определенных знаний и компетенций в вопросах здоровья, но и практическую компоненту, включающую аспекты мотивации, совокупности

определенных умений, критическую оценку и правильное применение медицинской информации в целях лечения и профилактики здоровья. Практическая сторона медицинской грамотности связана с возможностью человека управлять собственным здоровьем и улучшать качество жизни на всех возрастных этапах [2, с. 83].

Вследствие развития современных информационных технологий и цифровых платформ человек сегодня сталкивается с новыми вызовами, возможностями и перспективными направлениями, которые могут оказывать существенное влияние на общий уровень его развития и жизнеобеспечения. Актуальная и необходимая информация восполняет важные познавательные потребности каждого индивида. Ввиду этого в сфере грамотности в вопросах здоровья все больше популяризируется цифровая компетентность, что способствует формированию отдельного вида медицинской грамотности – цифровой медицинской грамотности.

Цифровая медицинская грамотность подразумевает знание цифровых технологий, умение эффективно использовать их для доступа к информации о здоровье, отражает практические навыки работы с интернет-ресурсами, мобильными приложениями и другими цифровыми платформами.

Практически обоснованное информационное воздействие СМИ на массовую аудиторию в условиях интенсивной трансформации информационного общества требует реорганизации основных подходов и методов работы с информацией, чтобы обеспечить ее сохранность, способствовать доступности, распространенности информации.

Постоянный мониторинг и анализ информационного пространства на уровне государства и общества необходимы не только для оценки текущего состояния информационного фона, но и для своевременного выявления новых инфоповодов, таких как распространение недостоверной или искаженной информации о событиях, требующей проверки, уточнения или опровержения. Такие случаи становятся триггерами для запуска новых информационных кампаний и воздействия на общественное мнение.

Информационные потоки, являющиеся частью средств массовой информации (далее – СМИ), обширны и разнообразны, включают различные форматы (телепрограммы, радиоканал, периодические издания, Интернет и др.) и охватывают все территории, даже самые удаленные.

Средства массовой информации оказывают воздействие в трех ключевых направлениях: информировании, мотивации и формировании поведенческих моделей. Это

влияние не только отражается на индивидуальном уровне, проявляясь через сознание и поведение отдельного человека, но и распространяется на социальное окружение личности, профессиональные сообщества, региональные и общенациональные структуры. Важно отметить, что влияние СМИ переплетается с воздействием других каналов коммуникации, что может усиливать или ослаблять общий эффект. В результате СМИ становятся значимым инструментом формирования как коллективного мнения, так и личных убеждений, которые, в свою очередь, направляют действия человека, формируют устойчивые поведенческие стереотипы и влияют на выбор жизненных целей и стратегий.

Сегодня телевидение и Интернет являются ведущими российскими источниками информации, посредством которых можно получить различную информацию, в том числе и о здоровье или заболевании, и тем самым повысить уровень медицинской компетентности. Однако самым популярным источником информации среди разных возрастных групп, особенно среди молодежи, в современном цифровом обществе стал Интернет как ресурс, в котором хранится информация любой тематики. Современный темп общественной жизни заставляет человека обращаться к ресурсам, сокращающим временные затраты на поиск информации. А данный источник имеет ряд преимуществ: простой доступ, отсутствие ограничения во времени или временная независимость (в отличие от телевидения, где телепередачи проходят в определенный промежуток времени), альтернативность мнений, широкая новостная база, интерактивность, оперативность информирования, популяризация и рекламизация информации, онлайн-консультирование и др. Пополнение информационных источников осуществляется, главным образом, за счет регулярных пользователей социальных платформ, которые активно делятся информацией с пользователями или подписчиками.

Современные тенденции и векторы модернизации и цифровой трансформации общественной жизни со всех ее сфер не обходят стороной отрасль медицины. Зарубежные исследования показывают необходимость, с точки зрения респондентов, процесса цифровой трансформации в области здравоохранения. Результаты общенационального исследования в Германии (2020) отразили показатели интенсивной работы среди респондентов с цифровыми ресурсами по вопросам здоровья (57% из 1014 респондентов), важности и необходимости в будущем дальнейшей оцифровки медицинской

информации в целях лечения, профилактики заболеваний, функционирования системы здравоохранения для улучшения качества жизни (88% респондентов). При всей позитивной оценке использование цифровых технологий для определения физической активности оказалось не столь высоким – 21% из общего числа опрошенных [3].

Другим немаловажным вопросом является расставление приоритетов со стороны пациентов между посещением специалистов и самостоятельным анализом состояния здоровья при использовании информации из сети Интернет. Это вызывает определенные проблемы. Доступ к медицинской информации сегодня настолько прост, что многие люди, прежде чем обратиться к медицинскому специалисту, стремятся прочитать и узнать все необходимое из информационных источников или предпочитают справиться с заболеванием собственными силами без обращения в медицинскую организацию. В 2016 году в Австрии проведено исследование с участием 500 респондентов, в котором были отмечены важность поиска медицинской информации перед посещением медицинского учреждения и значимая роль Интернета в этом контексте. Наиболее распространены информационными ресурсами, используемыми перед посещением медицинского учреждения, являются веб-сайты врачей (61,3%), домашняя страница FVPMC (56,3%), Google (40%), Wikipedia (32,5%), предоставляемые врачами медицинские консультативные услуги (28,7%), порталы о здоровье (21,3%), а также форумы и сообщества здоровья (18,8%) [4].

Риск заключается в том, что множественные информационные потоки не всегда качественны и полезны, и пользователю веб-контента необходимо дифференцировать информацию высокого и низкого качества. Это особенно актуально в рамках профилактической, медицинской информации в целях формирования уверенного использования веб-информации для принятия верных решений о здоровье. Доверчивое и некритичное отношение к медицинской информации может создать потенциальную угрозу здоровью [5].

Этот момент также затрагивает практику самоназначаемого лечения. Пессимистическая оценка учеными информационного медико-фармацевтического плюрализма отражает его как элемент, препятствующий работе медицинского персонала больниц, поликлинических и аптечных учреждений, и создающий опасность при самоназначаемом лечении и нерациональном использовании медикаментов [6, с. 1]. Большую роль

в этом играет реклама фармацевтической или парафармацевтической продукции.

Реклама сегодня оказывает особое влияние на общественное сознание, моделирует особое отношение человека к окружающему миру и действительности. Однако потребитель должен объективно понимать, что реклама не может в полной мере заменить консультацию медицинского или фармацевтического специалиста [7, с. 667]. Это поднимает практический вопрос рационального использования медикаментов и ответственности самоназначаемого лечения.

Во всем многообразии цифровых возможностей можно выделить следующие виды взаимодействия медицины и интернет-технологий.

Во-первых, заметно возрастает популярность телемедицины, основной задачей которой является применение цифровых и коммуникационных технологий для передачи медицинской информации и обмена ею. В рамках телемедицины реализуются различные направления: дистанционное обучение (включающее лекции, семинары, мастер-классы), онлайн-трансляции хирургических вмешательств, системы удаленного биомониторинга, а также проведение медицинских экспертиз в удаленном формате.

Вторым видом взаимодействия в системе «медицина – интернет-технологии» стала популяризация онлайн-консультаций. Онлайн-консультирование также называют телетерапией, электронной терапией, кибертерапией или веб-консультированием. Особенно необходим данный вид консультации стал в период пандемии коронавирусной инфекции COVID-19, с того времени практика онлайн-консультаций только увеличивается. Согласно данным пресс-службы Минздрава, в 2022 году в России было проведено 6,75 миллиона дистанционных консультаций между врачами и пациентами, а также свыше 3,4 миллиона консультаций, связанных с интерпретацией результатов диагностических исследований. Более 2,5 миллиона человек находились под удаленным наблюдением за состоянием здоровья. По итогам 2023 года количество телемедицинских консультаций, предоставленных в системе ОМС, достигло примерно 9 миллионов. По оценкам Всероссийского союза страховщиков, объемы телемедицинских услуг увеличились на 30%, а в отдельных компаниях – почти на 40% (по данным сайта Известия IZ <https://iz.ru/newspaper/>). Следовательно, в современном обществе становится обыденным восприятие телемедицины как неотъемлемой части повседневной медицинской практики.

Один из сервисов, предоставляющий онлайн-услуги медицинских консультаций

«Онлайн Доктор», в 2020 году провел исследование среди своих клиентов. В опросе приняли участие 9392 респондента. Эмпирические данные показали, что 97% респондентов склоняются к тому, что онлайн-консультация имеет больше преимуществ, чем «очное» посещение врача, 2% признают, что качество данных услуг идентично, а приходить в поликлинику лично готовы лишь 1% пользователей. 99% из числа респондентов намерены постоянно пользоваться онлайн-услугами. Особенно популярными специалистами в онлайн-консультациях стали терапевты и педиатры.

Среди преимуществ такого формата можно выделить его доступность (в ряде случаев – бесплатную основу), возможность сохранять анонимность, а также быстроту получения помощи. Однако полностью заменить очный визит к врачу дистанционные консультации не способны, поскольку отсутствие личного контакта между пациентом и специалистом существенно увеличивает риск постановки некорректного диагноза.

В этом отношении представляет интерес исследование К.В. Раковой, в котором отражена классификация позитивных и негативных сторон гибридной коммуникации «врач – пациент», проанализированы особенности практики лечения и профилактики в связи с процессами цифровой трансформации системы здравоохранения и внедрения не-человеческих актантов в процессы наблюдения за здоровьем [8].

К.В. Ракова под понятием «медицинские не-человеческие актанты» понимает многообразные современные медицинские цифровые технологии (устройства, программы с использованием искусственного интеллекта), предназначенные для принятия практических мер в целях контроля здоровья. К ним относятся «умные» устройства, мобильные медицинские приложения, бионические импланты и диагностические роботы. Самостоятельный мониторинг состояния здоровья носит двойственный характер: с одной стороны, он предоставляет человеку больше автономии и доступа к информации о собственном организме; с другой – сопровождается серьезными рисками, связанными с возможной ошибочной самодиагностикой и лечением без участия врача [8, с. 644]. Особенно выражено это явление среди молодежи, активно использующей цифровые инструменты.

С учетом растущей интеграции интеллектуальных медицинских решений в сферу здравоохранения К.В. Ракова предлагает классификацию рисков и выгод, возникающих в процессе гибридного взаимодействия «врач – пациент». Эта система рисков и благ

охватывает биологические, технологические, технобиологические, информационные аспекты, а также вопросы кибербезопасности и уровня подготовки участников медицинской коммуникации – как специалистов, так и пациентов.

Следующим видом взаимодействия в системе «медицина – цифровые технологии» является использование виртуальных баз данных, существенно упрощающих проведение статистических анализов для клинических и научных задач. Медицинская информационная система представляет собой интегрированный комплекс, включающий различные базы данных, содержащие медицинскую информацию. Она обеспечивает эффективное управление лечебно-диагностическим процессом за счет внедрения электронного документооборота и цифровых медицинских карт [9, с. 46]. Такая система позволяет врачам получать полную картину состояния пациента и на основе этого формировать обоснованную стратегию лечения, профилактики и реабилитации.

Не менее популярными в рамках социального информационного взаимодействия в современный период становятся форумы больных с определенными заболеваниями. Эти платформы служат важным инструментом для общения людей, оказавшихся в похожих жизненных ситуациях, предоставляя возможность обмена личным опытом и информацией. Функции и задачи подобных форумов разнообразны: информативные, аккумулятивные, терапевтические, интеграционные, коммуникативные, психологические. Данные форумы значительно расширяют поле информативной грамотности в области того или иного заболевания, так как здесь преобладают практика и жизненный опыт индивидов, которые делятся данным опытом в процессе коммуникации в социальной группе. Таких форумов сегодня много. Например, на форуме для общения людей, страдающих психическими заболеваниями, их врачей и родственников «Шизофрения и Я» (<http://schizonet.ru/forum/>) зарегистрированы свыше 6000 пользователей, ежегодно представляются более 13 000 тем для обсуждения. Однако практический опыт человека – участника форума не может заменить консультацию медицинского специалиста, а также аргументы одного участника дискуссии могут быть опровергнуты контраргументом другого участника. Кроме того, часто в дискуссиях может преобладать эмоциональная составляющая при раскрытии личной истории, но при этом отсутствовать фактический, рационально обоснованный подход к решению вопроса,

касающегося здоровья. Поэтому ошибочно данную информацию принимать за истину.

Внедрение интернет-технологий в медицину открывает новые возможности и перспективы для развития медицинских технологий, а также улучшает взаимодействие между участниками лечебного и профилактического процессов. Это также способствует повышению уровня медико-санитарной грамотности среди разных возрастных групп населения, включая молодежь.

Если опираться на «теорию поколений» Н. Хоува и В. Штрауса, созданную в 1991 году, то современная молодежь – это поколение Z, обладающее собственными мировоззренческими и ценностными ориентирами, в том числе в отношении здоровья.

Современное цифровое поколение – поколение Z, выросшее в эпоху передовых технологий, не представляет свое существование без информации, в первую очередь цифровой. Исключать из их поля зрения всевозможные цифровые потоки информации – значит совершать ошибку, отступать назад и «не идти в ногу» с цифровым временем. По своей сути политика цифрового отчуждения молодежи на современном этапе социального развития утопична и бессмысленна. Однако существуют опасения, что «усиление роли социальных медиа в формировании практик заботы о здоровье среди молодежи порождает проблему неопределенности последствий, особенно, если принять во внимание расширение личной ответственности и самоконтроля людей в сфере здоровья и лечения» [10, с. 104]. Риски, в первую очередь, связаны со слабым контролем за качеством информации, размещаемой в социальных медиа, на интернет-платформах, форумах. Медицинская информация, которой иногда доверяет пользователь ресурса, может не иметь научного обоснования. Поэтому для этой социальной группы особенно актуален информационный мониторинг с целью демаркации научного и псевдонаучного медицинского знания во избежание развития различных типов риска (биологического, информационного, техногенного и др.), так как данная социальная категория особенно восприимчива к информации [11]. Необходимо понимать, что конструктивный отбор молодым поколением медицинской информации, в основе которого лежит критический подход, способствует самообразованию в важных жизненных вопросах Z-поколения, таких как профилактика заболеваний, правильное питание, здоровый образ жизни, повышение уровня самосознания и самоконтроля над собственным здоровьем.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенный систематизированный обзор научных исследований позволил: дать характеристику медицинской грамотности и цифровой медицинской грамотности; выделить качественные преимущества интернет-ресурсов, такие как доступность, временная независимость, интерактивность и возможность получения альтернативных мнений; а также указать на определенные риски в случае нерационального использования медицинской информации. Эмпирические исследования позволили увидеть динамику позитивного отношения со стороны разных возрастных групп к цифровым медицинским ресурсам, выявить процессы влияния цифровых ресурсов на медицинскую практику. Это подтвердило предположение, что широкий доступ к разнообразным источникам медицинской информации способствует повышению уровня медицинской грамотности, особенно среди молодого поколения, активно использующего Интернет и цифровые технологии. Эти данные свидетельствуют о трансформации модели здравоохранения, где цифровые инструменты и способы взаимодействия становятся скорее не вспомогательными, а основными каналами взаимодействия.

Заключение

Таким образом, в условиях современного цифрового общества средства массовой информации, особенно информационное поле сети Интернет, являются ведущими проводниками медицинских и профилактических знаний. Процесс цифровой трансформации динамичен и необратим, проникает во все сферы практической деятельности человека. Подобные изменения оказывают и положительное, и отрицательное влияние на массовое сознание современного общества, особенно молодого поколения. Отсутствие единых стандартов верификации медицинского контента создает некоторый регуляторный вакуум, не позволяющий контролировать все стороны взаимодействия между участниками коммуникативного процесса. Однако формирование критического подхода к информационным ресурсам и технологиям, имеющим своим содержанием информацию о здоровье, возможно корректировать через субъекта посредством повышения у последнего уровня медицинской грамотности и профилактического просвещения, тем самым устранять проблемы, связанные с образовательным дефицитом. Подобная практика активно применяется в настоящее время. Например, на сайте Всемирной

организации здравоохранения создана веб-страница «Дезинформация и здоровье населения», где указаны меры по снижению рисков, связанных с манипулированием медицинской информацией, и предложены возможные пути защиты человека и общества в целом от дезинформации, которая может нанести вред здоровью. Синтез технологических инноваций и повышения уровня медиаграмотности населения позволит предотвратить распространение недостоверной медицинской информации, будет способствовать эффективному использованию информационных ресурсов в целях сохранения и поддержания здоровья.

Список литературы

1. Sorensen K., Pelikan J.M., Röthlin F., Ganahl K., Slonska Z., Doyle G., Fullam J., Kondilis B., Agraftotis D., Ueters E., Falcon M., Mensing M., Tchamov K., van den Broucke S., Brand H. HLS-EU Consortium. Health literacy in Europe: comparative results of the European health literacy survey (HLS-EU) // *European Journal of Public Health*. 2015. Vol. 25. No. 6. P. 1053-1058.
2. Амлаев К.Р., Дахкильгова Х.Т. Грамотность в вопросах здоровья: понятие, классификации, методы оценки // *Врач*. 2018. № 6. С. 83-86. DOI: 10.29296/25877305-2018-06-19
3. De Santis K.K., Jahnel T., Sina E., Wienert J., Zeeb H. Digitization and Health in Germany: Cross-sectional Nationwide Survey // *JMIR Public Health Surveill*. 2021. Vol. 7. No. 11. P. e32951. DOI: 10.2196/32951.
4. Sebelesky C., Voigt J., Karner D. et al. Internet use of parents before attending a general pediatric outpatient clinic: does it change their information level and assessment of acute diseases? // *BMC Pediatrics*. 2016. Vol. 129. No. 16. DOI: 10.1186/s12887-016-0677-8.
5. Амлаев К., Дахкильгова Х. Меры по повышению грамотности в вопросах здоровья // *Врач*. 2018. № 12. С. 84-87. DOI: 10.29296/25877305-2018-12-21.
6. Зацепина Е.Е. Реальность практики фармацевтического консультирования // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022. № 8. С. 1-6. DOI: 10.23670/IRJ.2022.122.21.
7. Золотухина Е.Н., Лесонен А.С., Jban Dulan Исследование влияния рекламы лекарственных препаратов на потребителей // *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*. 2022. Vol. 11. No. 5. P. 666-670.
8. Ракова К.В. Риски и блага гибридной коммуникации типа «врач–пациент» в контексте цифровизации системы здравоохранения // *Коммуникативные практики современной молодежи: перспективы и вызовы: материалы Международной научно-практической конференции (Нижегород, 15-16 сентября 2022 года)*. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2022. С. 643-647.
9. Абдуманов А.А., Алиев Р.Э., Карабаев М.К., Хошимов В.Г. О проектировании медицинских баз данных и информационных систем для организации управления лечебно-диагностических процессов // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. 2016. № 1. С. 45-53.
10. Бугрезова Е.Р. Роль социальных медиа в формировании практик заботы о здоровье среди российской молодежи // *Экономическая социология*. 2016. № 5. С. 103-129.
11. Hollis Cr., Livingstone S., Sonuga-Barke E. Editorial: The role of digital technology in children and young people's mental health—a triple-edged sword? // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2020. Vol. 61. No. 8. P. 837-841. DOI: 10.1111/jcpp.13302PFI_12mmX178mm.pdf.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

УДК 616.216.2-002:[616.14-002+611.714.6]

РИНОГЕННЫЙ ФЛЕБИТ ВЕН ОРБИТЫ
(СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)¹Бакиева К.К., ²Турапова Ж.М., ¹Нарматова К.К., ¹Шабданбаева Н.Х.¹Кыргызская государственная академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек,
e-mail: kalyska_92@mail.ru;²Кыргызско-Российский Славянский университет, Бишкек,
e-mail: jazya_t@mail.ru

Риносинусогенные внутриорбитальные осложнения у детей встречаются от 0,6 до 9% от всех форм воспаления придаточных пазух носа, в некоторых случаях в детском возрасте могут наблюдаться сочетания орбитальных осложнений риногенного происхождения с внутричерепными осложнениями в виде тромбоза кавернозного синуса, менингоэнцефалита, абсцесса головного мозга, мозжечка и др. У детей синусит-ассоциированные осложнения могут развиваться в период острого протекания воспалительных явлений в придаточных пазухах носа. Целью исследования явилось на примере клинического наблюдения показать бессимптомные и fulminantные проявления синуситов с внезапной клиникой внутриорбитальных осложнений. В статье продемонстрирован случай пациента женского пола, который с замаскированной клиникой синусита поступил вначале в отделение офтальмологии с предварительным диагнозом «флегмона орбиты», затем в ходе обследования был выявлен воспалительный инфильтрат иного генеза, что явилось случайной находкой – синусит одной из околоносовых пазух. Исходя из описанного, авторы пришли к выводу, что в ряде случаев минимальные воспаления в полости носа или пазух носа, по типу катарального явления, могут стать причиной внезапной генерализации процесса на близлежащие клетчаточные пространства. Таким образом, своевременная интерпретация симптомов в сочетании с данными инструментальных исследований позволяет выставить правильный диагноз и вылечить пациента. Своевременная тактика лечения, начиная с эмпирической антибиотикотерапии в адекватной дозе, и антикоагулянтная терапия позволяют добиться быстрого выздоровления.

Ключевые слова: синусит, флебит, тромбоз, придаточные пазухи носа, рентген, риноскопия

RHINOGENIC PHLEBITIS OF THE VEINS OF THE ORBIT
(A CASE FROM PRACTICE)¹Bakieva K.K., ²Turapova Zh.M., ¹Narmatova K.K., ¹Shabdanbayeva N.H.¹I.K. Akhunbayev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, e-mail: kalyska_92@mail.ru;²Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, e-mail: jazya_t@mail.ru

Rhinosinusogenic intraorbital complications in children occur from 0.6 to 9% of all forms of inflammation of the paranasal sinuses, in some cases in childhood there may be a combination of orbital complications of rhinogenic origin with intracranial complications in the form of cavernous sinus thrombosis, meningoencephalitis, brain abscess, cerebellum and others. In children, sinusitis-associated complications may develop during the period of acute inflammatory phenomena of the paranasal sinuses. The aim of the study was to use clinical observation to show asymptomatic and fulminant manifestations of sinusitis with a sudden clinic of intraorbital complications. The article demonstrates the case of a female patient who, with a disguised sinusitis clinic, was initially admitted to the ophthalmology department with a preliminary diagnosis of orbital phlegmon, then an inflammatory infiltrate of a different origin was revealed during the examination, which was an accidental finding – sinusitis of one of the paranasal sinuses. Based on the above, the authors concluded that in some cases, minimal inflammation in the nasal cavity or sinuses, such as catarrhal phenomena, can cause a sudden generalization of the process to nearby cellular spaces. Thus, timely interpretation of symptoms combined with instrumental research data makes it possible to make the correct diagnosis and cure the patient. Timely treatment tactics, starting with empirical antibiotic therapy at an adequate dose, and anticoagulant therapy can achieve rapid recovery.

Keywords: sinusitis, phlebitis, thrombosis, paranasal sinuses, X-ray, rhinoscopy

Введение

Актуальность проблемы, связанной с заболеваниями придаточных пазух носа и осложнениями риногенного генеза в виде распространения в параорбитальные клетчатки, не исчерпывает значимость своевременной диагностики и тактики ведения пациента, что связано с близостью локализации данных анатомических структур [1].

Риногенные внутриорбитальные осложнения, в свою очередь, характеризуются внезапным ухудшением общего состояния пациента и опасностью возникновения летального исхода. Согласно научным данным, в последние годы отмечается значительное увеличение их числа, что обусловлено агрессивностью микрофлоры, а также ведущей ролью возбудителей в развитии острых и обострений хронических синуси-

тов вирусной природы [2]. Внедрение в клиническую практику и доступность таких методов диагностики, как компьютерная и магнитно-резонансная томография, позволяют своевременно выявлять различные патологии околоносовых пазух и их осложнения [3]. На основании этого за последние десятилетия частота выявления риносинусогенных орбитальных осложнений, как гнойных, так и негнойных, снизилась и составляет от 0,1 до 0,6%. Характер течения патологического процесса в глазницах при синусите может варьироваться. В случае обострения хронической формы или острого процесса возможно развитие воспалительного отека клетчатки глазницы, вероятно вызванного нарушением венозного оттока. Такие проявления, как правило, купируются посредством рациональной противовоспалительной и антибактериальной терапии. Орбитальные осложнения сопровождаются характерными общими и локальными симптомами, выраженность которых определяется особенностями патологического процесса в пазухах, видом осложнения и его локализацией в орбите. Наименее выраженная симптоматика наблюдается при периостите орбиты, тогда как тяжесть состояния увеличивается с прогрессированием процесса, что приводит к формированию инфильтрата в глазнице, субпериостального и ретробульбарного абсцессов, а также флегмоны орбиты. Поскольку диагностика данной патологии относится к сфере компетенции не только оториноларинголога, но и невролога, нейрохирурга и офтальмолога, комплексное обследование и совместное ведение пациента специалистами различных областей медицины могут способствовать благоприятному исходу [4, 5].

В нормальном состоянии, даже при развитии выраженного гнойного воспалительного процесса в пазухе, костные стенки синуса препятствуют его распространению за пределы пораженной области. Разрушение стенок синуса вследствие воспалительных изменений при хронических синуситах, а в редких случаях – при острых, способствует контактному распространению инфекции. Также возможен гематогенный механизм, связанный с развитием флебитов лицевых, решетчатых и глазничных вен [6].

Анатомо-топографические особенности расположения орбитальных вен predisполагают к возникновению флебита, что объясняется их близостью к околоносовым пазухам, наличием естественных отверстий и щелей в области орбиты, тонкими костными стенками, разветвленной сосудистой сетью, спецификой строения венозной си-

стемы головы и шеи, отсутствием клапанов и прямым соединением с венозными синусами мозга. Эти анатомические и физиологические факторы способствуют развитию как внутриорбитальных, так и внутричерепных осложнений.

При выявлении патологических изменений в окологлазничной области, таких как субпериостальный абсцесс, флегмона орбиты или отек глазницы, обязательно проводится рентгенологическая диагностика околоносовых пазух. Это обусловлено тем, что в 60–80% случаев основной причиной проникновения инфекции в глазницу являются воспалительные процессы в соседних структурах, особенно в носовой полости и околоносовых пазухах.

При орбитальных осложнениях, таких как реактивный отек орбитальной клетчатки, диффузное асептическое воспаление тканей глазницы и остеопериостит, возникающих в результате острого синусита и протекающих без образования гноя, применяется консервативная терапия. Она включает санацию посредством пункции и эффективного дренирования содержимого из пораженных пазух, а также проведение соответствующего курса антибиотикотерапии в оптимальных дозировках. Для эмпирической антибиотикотерапии необходимы данные о возбудителях данной нозологии, так как микрофлора является основным фактором, определяющим течение воспалительного процесса, прогноз и лечение. В большинстве случаев синуситы развиваются на фоне острых респираторных вирусных инфекций, сопровождающихся возникновением острого воспаления или обострением хронических патологий околоносовых пазух, а также присоединением бактериальной флоры. Вторичный этиологический фактор воспалительного отека обусловлен теми же микроорганизмами, что и при синуситах, – *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, а в отдельных случаях встречается *Staphylococcus aureus* [6, 7].

Поэтому антибиотиком для терапии можно назначить ингибитор-защищенные антибиотики пенициллинового ряда или же цефалоспорины 2–4-го поколений. По научным данным, в большинстве случаев при тромбозах синусов выявляется *S. aureus*.

При рецидивирующих течениях синуситов и негнойных формах орбитальных осложнений также возможен периодический курс антибиотикотерапии с дренированием пораженной пазухи; в случае частых рецидивов, если не отмечается заметное улучшение, тактико-техническим решением является хирургический метод лечения.

Целью исследования явилось продемонстрировать наблюдения бессимптомного и фульминантного проявления синуситов с внезапной клиникой внутриорбитальных осложнений.

Материалы и методы исследования

В качестве демонстрации клинического примера приводится случай собственного практического наблюдения успешного лечения острого гнойного гемисинусита распространения воспалительного процесса из полости околоносовых пазух в орбитальную клетчатку.

Результаты исследования и их обсуждение

Под наблюдением находился пациент женского пола А., 16 лет, с жалобами на головную боль, покраснение, опущение и припухлость верхнего века левого глаза, полное сужение глазной щели. По данным анамнеза больного беспокоила головная боль нестерпимого характера в течение 2 дней, на следующий день утром появилась припухлость левого глаза, пациент полностью не мог открыть левый глаз. В течение суток отмечает прогрессирующий отек и выбухание параорбитальной области слева. Ни с чем не связывает свое данное состояние, при детальном опросе жалоб на выделения из носа не было, также заложенность носа отрицает. Обратился к офтальмологу по месту жительства, был направлен на стационарное лечение в отделение микрохирургии глаза № 1 Национального госпиталя при МЗ КР, пациент был осмотрен дежурным врачом и госпитализирован в отделение с предварительным диагнозом «флегмона орбиты слева». В процессе обследования с целью выявления первичного очага выполнена рентгенография придаточных пазух носа в двух проекциях, которая показала выраженное снижение пневматизации левой лобной пазухи и клеток решетчатого лабиринта. Пациент осмотрен оториноларингологом, после чего был направлен в ЛОР-отделение для дальнейшей диагностики и лечения.

Общий анализ крови указывает на воспалительный процесс: лейкоцитоз до $18,3 \times 10^9/\text{л}$, нейтрофилез, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) – 40 мм/ч. Показатели биохимического анализа крови находились в пределах нормы.

При внешнем осмотре левый глаз был полностью сомкнут, верхнее и нижнее веки выражено отечны, покрасневшие, глазная щель закрыта и большим усилием удавалось приоткрыть ее максимально на 0,2 см. При этом имела жалоба на распирающую

боль в глубине орбиты; подвижность глазного яблока во всех направлениях сохранена (рис. 1).

Пальпация области околоносовых пазух не вызывала болевых ощущений, однако при простукивании наблюдалась болезненность в проекции лобной пазухи слева. При эндоскопическом исследовании носоглотки были выявлены умеренная гиперемия и отечность слизистой левой половины носовой полости, а также небольшое количество слизисто-гнойного секрета в общем и среднем носовых ходах. Носовая перегородка расположена по средней линии. Глотка и уши без видимых патологических изменений. Менингеальные симптомы отсутствуют.



Рис. 1. Состояние глазной щели в 1-е сутки поступления в стационар

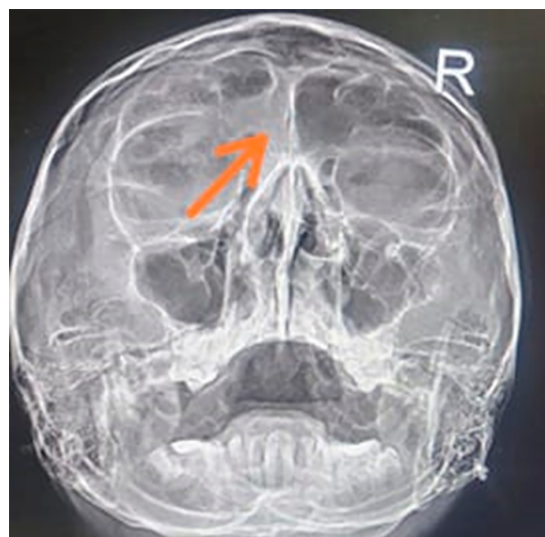


Рис. 2. Рентген придаточных пазух носа в прямой проекции

Обзорная рентгенография придаточных пазух носа показала выраженное снижение

воздушности левой лобной пазухи в прямой проекции (рис. 2), а также уровень жидкости, обнаруженный в боковой проекции (рис. 3). Вероятно, именно этот фактор способствовал развитию флебита вены орбиты вследствие блока и распространения воспалительного процесса в ее полость.



Рис. 3. Рентген придаточных пазух носа в боковой проекции

Пациенту женского пола было предложена операция: трепанопункция лобной пазухи. Был получен отказ, в связи с чем было решено применить тактику ведения консервативной терапии в динамике. Согласно практическим данным авторов, детям, имеющим воспалительную патологию околоносовых пазух, при наличии реактивного отека век и клетчатки орбиты в первые дни назначается системная антибактериальная, протеолитическая, антикоагулянтная и топическая сосудосуживающая терапия.

В качестве эмпирической антибиотикотерапии был назначен сультамп (ампициллин + сульбактам). Средняя продолжительность антибиотикотерапии составила 10 дней. Также из антикоагулянтов назначен фраксипарин 0,3 х 2 раза в день в течение 7 дней. Для разжижения гнойного секрета и усиления мукоцилиарного клиренса из ферментных препаратов назначают синупрет по 2 капсулы 3 раза в день в течение 20 дней, а также АЦЦ в дозировке 600 мг по 1 таблетке 1 раз в сутки на протяжении 10 дней. Топическую терапию осуществляли с помощью ксилометазолина, а после его введения проводили промывание полости носа по методу Проетца физиологическим

раствором. Также проводили анемизацию слизистой оболочки полости носа 0,18%-ным раствором адреналина каждые 2 часа с целью создания оттока крови из пазухи.



Рис. 4. Состояние глазной щели на 3-и сутки пребывания в стационаре

На фоне проводимой комплексной терапии наблюдалась положительная динамика: на 3-и сутки лечения пациент слегка начал открывать глаз (рис. 4), а также субъективно отмечал уменьшение ощущения тяжести в области левого глаза, снижение интенсивности боли в глубине орбиты.

Локально: при пальпации придаточных пазух носа боль не отмечалась, при перкуссии отмечается чувствительность в области левой лобной пазухи. При эндоскопии носоглотки: отек слизистой оболочки полости носа значительно уменьшился, свободного отделяемого в полости носа нет.



Рис. 5. Состояние глазной щели на 7-е сутки

Пациент получал лечение в течение 2 недель, постепенно отек глаз спал, слизистая полости носа на момент выписки слегка гиперемирована, не отечна, носовые ходы

широкие, патологического отделяемого нет. Пациента выписали домой из отделения в удовлетворительном состоянии. Хронология отражена в рисунках (рис. 1, 4, 5, 6).



Рис. 6. Состояние глазной щели на 11-е сутки

На приведенном выше клиническом примере был рассмотрен случай риносинусогенного флебита вен левой орбиты, возникшего вследствие разрушения стенок лобной пазухи на фоне слабо выраженного воспалительного процесса в ее полости. В связи с этим авторы сочли целесообразным представить в данной работе некоторые сведения о проблеме внутричерепных осложнений, так как в последние годы взгляды на механизмы развития этого заболевания, а также подходы к его терапии существенно изменились [2, 3].

Заключение

Анализируя данный случай, можно сделать заключение, что важны дифференцированный подход, а также точная иденти-

фикация при диагностике воспалительных процессов орбитальной клетчатки с учетом анатомической взаимосвязи клетчаточных пространств.

Список литературы

1. Насыров В.А., Исаев В.А. Хирургическое лечение сфеноидитов // Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева. 2010. № 2. С. 75-79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20736185> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Насыров В.А., Миненков Г.О., Турапова Ж.М., Солодченко Н.В. Пиоцеле решетчатого лабиринта (случай из практики) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 11-2. С. 300-304. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12494> (дата обращения: 15.03.2025).
3. Солодченко Н.В., Муртазалиев К.А., Турапова Ж.М. Интраорбитальное осложнение пиомucoцеле лобной пазухи и клеток решетчатого лабиринта // Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева. 2019. № 2. С. 102-106. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41300135> (дата обращения: 12.03.2025).
4. Кузина Е.Г., Иванов О.Ю., Маллин Д.А., Пушкина К.В. Клинический случай риногенного орбитального осложнения // Актуальные вопросы оториноларингологии: материалы Межрегиональной научно-практической конференции. Чебоксары. 2020. С. 39-43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43037576> (дата обращения: 15.03.2025).
5. Богомилский М.Р., Чистякова В.Р. Болезни уха, горла, носа в детском возрасте: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. С. 519.
6. Золотарева М.А., Назарук Е.И. Орбитальные и внутричерепные осложнения воспалительных заболеваний околоносовых пазух у взрослых по материалам оториноларингологического отделения ГБУЗ РК «РКБ им. Н.А. Семашко», Республика Крым, за период с 2014 по 2018 г. // Российская оториноларингология. 2020. № 19 (1). С. 37-45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42384528> (дата обращения: 12.03.2025).
7. Карабаев Х.Э., Маматова Ш.Р. Клинический случай орбитального осложнения при риносинуситах у детей раннего возраста // Евразийский вестник педиатрии. 2020. №3 (6) С.78-82. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=68622300> (дата обращения: 17.03.2025).

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 615.32:616-008

**ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ
ХЛОРОФИЛЛОВ ПРИ НАИБОЛЕЕ УГРОЖАЮЩИХ
ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ****Колдаев В.М.**

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии
Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток,
e-mail: kolvm42@rambler.ru*

Хлорофиллы, зеленые пигменты растений, проявляют антиоксидантную активность и снижают риски метаболических нарушений при окислительном стрессе у людей и животных. Цель работы состояла в анализе публикаций о лечебно-профилактических возможностях хлорофиллов. Произведен поиск в библиографических базах данных Web of Science, Scopus, Medline, Google Scholar, Library за последние 10 лет наиболее валидных публикаций по применению хлорофиллов в онкологии, при ожирении и нейродегенерации. Проведенный анализ показал, что лечебно-профилактические эффекты хлорофилла и его производных обусловлены в основном их антиоксидантными свойствами, при этом коррекция последствий окислительного стресса может быть использована для профилактики абдоминального ожирения, а хлорофилл-индуцированный апоптоз раковых клеток – для снижения риска канцерогенеза. Хлорофиллы купируют явления деменции благодаря снижению последствий окислительного стресса, который является основным фактором в генезе повреждения нейронов головного мозга. Вместе с тем недостаточно разработаны дозировки хлорофиллов и отсутствуют сравнения лечебных эффектов с известными лекарственными препаратами. Широкое внедрение хлорофиллов в лечебную практику затрудняется высокой их лабильностью и деградацией под действием технологических факторов. Будущие исследования должны быть направленными на разработку устойчивых хлорофилл-содержащих фитопрепаратов с определением фармакодинамических параметров.

Ключевые слова: антиоксидант, канцерогенез, ожирение, деменция

Статья соответствует общей тематике ФНЦ ДВО РАН «Интродукция, экология и охрана флоры и фауны юга Дальнего Востока России», выполнена согласно государственному заданию Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012200183-8).

**THERAPEUTIC AND PREVENTIVE EFFECTS OF CHLOROPHYLLS
IN THE MOST THREATENING PATHOLOGICAL CONDITIONS****Koldaev V.M.**

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: kolvm42@rambler.ru*

Chlorophylls, green pigments of plants, exhibit antioxidant activity and reduce the risk of metabolic disorders during oxidative stress in humans and animals. The aim of the work was to analyze publications on the therapeutic and prophylactic capabilities of chlorophylls. A search was conducted in the bibliographic databases Web of Science, Scopus, Medline, Google Scholar, Library for the most valid publications on the use of chlorophylls in oncology, obesity and neurodegeneration over the past 10 years. The conducted analysis showed that the therapeutic and prophylactic effects of chlorophyll and its derivatives are mainly due to their antioxidant properties, while the correction of the consequences of oxidative stress can be used to prevent abdominal obesity, and chlorophyll-induced apoptosis of cancer cells to reduce the risk of carcinogenesis. Chlorophylls alleviate the symptoms of dementia by reducing the effects of oxidative stress, which is the main factor in the genesis of damage to brain neurons. At the same time, the dosages of chlorophylls have not been sufficiently developed and there are no comparisons of the therapeutic effects with known drugs. The wide introduction of chlorophylls into medical practice is hampered by their high lability and degradation under the influence of technological factors. Future research should be aimed at developing stable chlorophyll-containing phytopreparations with determination of pharmacodynamic parameters.

Keywords: antioxidant, carcinogenesis, obesity, dementia

The article corresponds to the general theme of the Federal Scientific Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: kolvm42@rambler.ru RAS «Introduction, ecology and protection of flora and fauna of the southern Far East of Russia», completed according to the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 124012200183-8).

Введение

Хлорофиллы (Хл), зеленые пигменты циклической тетрапиррольной химической природы с центральным атомом Mg, являющиеся основными компонентами фото-

синтетических систем, ингибируют свободные радикалы и проявляют высокую антиоксидантную активность (АОА), в высших растениях встречаются в двух структурно близких разновидностях – хлорофилл-а

и хлорофилл-*b* [1, с. 2]. Когда было обнаружено, что при потреблении обогащенной Хл растительной пищи снижаются риски хронических заболеваний, интересы медицины к этим пигментам значительно возросли. Однако результаты публикаций о лечебных эффектах Хл распечатаны в многочисленных разнообразных изданиях, и для анализа требуются специальные подборки, хотя бы по основным аспектам поддержания здоровья, что послужило поводом настоящего обзора.

Цель работы состояла в обзоре и анализе публикаций о лечебно-профилактических возможностях Хл при наиболее угрожающих патологических состояниях.

Материалы и методы исследования

Был произведен поиск в библиографических базах Web of Science™, Scopus®, Medline, Google Scholar и Library, просмотрено 68 источников, для анализа отобрано 12 наиболее валидных публикаций, отображающих результаты применения Хл в онкологии, при ожирении и нейродегенерации (НД).

Результаты исследования и их обсуждение

Канцерогенез – важная проблема мировой медицины, усложняющаяся высокой системной токсичностью традиционных химиотерапевтических препаратов. Поиски подавляющих развитие опухоли и при этом малотоксичных агентов ведутся в ряду антиоксидантов, в том числе среди Хл. В ранее проведенных (1995–2008 гг.) экспериментальных исследованиях было обнаружено, что Хл замедляет развитие рака кожи аутобредных мышей и защищает от биомаркеров канцерогенеза в печени и толстой кишке крыс. Предполагалось, что противоопухолевые свойства Хл обусловлены образованием его комплексов с канцерогенами, при этом снижается активность последних и индуцируется апоптоз раковых клеток. Далее показано, что Хл задерживает развитие рака легких, а при экспериментальном раке поджелудочной железы дериваты хлорофилла оказывают антипролиферативное действие, существенно изменяя окислительно-восстановительную среду раковых клеток, благодаря своей АОА [1, с. 4].

В онкологии находят применение богатые Хл ростки пшеницы обыкновенной (*Triticum aestivum* L.). Препараты из них в виде соков, таблеток и порошков в лабораторных исследованиях *in vitro* показали антиканцерогенный эффект и определили его возможный механизм как апоптоз раковых клеток; в клинических испытаниях

продemonстрировали снижение последствий окислительного стресса и синергизм с химиотерапевтическими средствами, достоверно повышая их эффективность и ослабляя побочные эффекты, что, по мнению авторов [2], указывает на перспективность использования указанных препаратов в качестве дополнительных средств профилактики и лечения рака.

В последние годы интенсивно развивается так называемая «фотодинамическая терапия» (ФДТ), представляющая собой двухэтапное лечение, включающее введение больному фотосенсибилизирующего препарата и облучение активирующим светом с определенной длиной волны, что в сочетании с молекулярным кислородом вызывает гибель облученных клеток. В онкологии в качестве фотосенсибилизатора используется, как правило, Хл, модифицированный заменой центрального атома Mg на Zn или Cu, что повышает хлорофилловую АОА в несколько раз, и наноинкапсулированный в полимер (например, в белок), который вводится в опухоль. Затем пораженные ткани облучаются светом с длиной волны, соответствующей или близкой к максимуму поглощения Хл (обычно красное лазерное излучение). Поглощение молекулами фотосенсибилизатора квантов света приводит к фотохимическим реакциям, обеспечивающим гибель клеток [1, с. 6]. В экспериментах модифицированный инкапсулированный Хл, взятый в качестве фотосенсибилизатора, сохранялся в плазме онкологических больных до 6 недель, не проявляя токсичности, и ФДТ успешно использовалась при лечении рака легких. В случаях рака мочевого пузыря человека после сеансов ФДТ наблюдались клетки с карнопикнозом, фрагментацией ядра, конденсацией хроматина, набуханием митохондрий, вакуолизацией цитоплазмы и с другими типичными признаками апоптоза раковых клеток; кроме того, ФДТ предотвращала метастазирование, что в онкологии немаловажно [3]. Противоопухолевый эффект ФДТ с применением модифицированного Хл, инкапсулированного в полимер стирола и малеиновой кислоты, продемонстрированный на моделях саркомы мышей S180 и толстой кишки C26, а также мочевого пузыря человека, обеспечивался ингибированием супероксиддисмутазы при наличии активных форм кислорода [4].

Немаловажной проблемой современной медицины является прогрессирующий рост контингентов людей с избыточной массой тела, страдающих ожирением, возникающим в основном при гиподинамии, усиленном питании или вследствие патологиче-

ских расстройств обмена. В ряде работ описаны попытки использования Хл для борьбы с ожирением. Так, в экспериментах *in vitro* на культуре жировых клеток 3T3-L1 показано, что Хл, экстрагированный из людвиги восьмидольной (*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H. Raven) и очищенный до 99,4 %, эффективно подавлял рост и индуцировал апоптоз адипоцитов за счет интенсификации «рецептора смерти» CD95 (APO/CD95), а также снижения уровня регуляторных белков Bax, Bcl-2 и активации протеолитического фермента каспазы-3, что подтверждается фрагментацией ДНК; одновременный анализ распределения клеточного цикла показал, что Хл при концентрации 30 нМ в культуральной жидкости вызывает зависящее от времени увеличение апоптотических клеток, а прогрессирование клеточного цикла останавливается в фазе покоя G0/G1 [5]. Приведенные данные свидетельствуют о том, что проапоптотические и регуляторные белки вместе с протеолитическими ферментами играют значительную роль в вызванном Хл апоптозе адипоцитов, при этом молекулярной мишенью адипогенеза является апоптозный антиген PPAR. Таким образом, Хл может оказывать ингибирующее действие на накопление липидов и подавление дифференциации адипоцитов посредством снижения экспрессии апоптозного антигена.

В других работах продемонстрировано, что Хл, полученный ультразвуковой экстракцией из микроводоросли спироулы большой (*Arthrospira* Sitzenberger ex Gomont), подавлял адипогенез и липогенез и оказывал противоожирительное действие в преадипоцитах культуры 3T3-L1 в результате блокирования экспрессии ключевых адипогенных и липогенных белков, таких как C/EBP α , PPAR γ и P2 во время дифференциации, при этом снижались масса тела, жировая масса, содержание триглицеридов и общего холестерина в сыворотке крови мышей, получавших ВЖД [6]. В экспериментах на крысах Sprague-Dawley, получавших ВЖД (46 % жира, 18 % белка и 36 % углеводов), выявлено, что добавление тилакоидов 0,33 г/грамм корма сопровождается уменьшением аппетита, снижением времени опорожнения желудка и потерей массы тела, по-видимому, в результате модуляции микрофлоры кишечника [7].

Естественную тревогу педиатров вызывают избыточная масса и ожирение детей, что указывает на необходимость разработки профилактических «противоожирительных» стратегий, начиная с самого раннего возраста. Первые попытки апробации указанных разработок проведены в экспери-

менте на самцах мышей C57BL/6J в возрасте трех недель, содержащихся в свободных от патогенов условиях, где показано, что при ВЖД (60 % ккал на долю жиров) ежедневное введение Хл, экстрагированного из листьев шпината огородного (*Spinacia oleracea* L.) в дозе 0,18 мг/10 г массы тела снижает такие показатели ожирения, как масса тела, накопление белой жировой ткани, содержание липидов в сыворотке крови, толерантность к глюкозе, способствует здоровому контролю массы тела и подавляет развитие явлений ожирения в позднем возрасте [8].

Считается, что микрозелень (редька, амарант, капуста), с высоким содержанием Хл и др. биологически активных веществ, но с малым количеством сахаров наиболее полезны для антиожирительной профилактики и рекомендуется ежедневное употребление в качестве суперпродуктов или функционального питания [9].

В настоящее время почти 50 млн людей во всем мире страдают от деменции, а по оценкам ВОЗ из-за возрастных, неблагоприятных экологических обстоятельств и наследственных факторов ожидается к 2030 г. увеличение этого контингента в 1,5 раза, среди которых болезнь Альцгеймера (БА) будет занимать 60–70 % [10]. Основной причиной развития и прогрессирования НД служит оксидативный стресс, возникающий при дисбалансе между повышенной выработкой свободных радикалов и антиоксидантной защитой организма и вовлекающий в силу этого в развитие и прогрессирование нейродегенеративных заболеваний, таких как болезни Альцгеймера, Паркинсона и Хантингтона. При этом одним из способов оказания Хл нейропротекторного действия, по-видимому, могут являться его антиоксидантные свойства [1, с. 4]. Изучение возможностей Хл в профилактике деменции только начинается. Антиоксидантная активность Хл позволяет нейтрализовать свободные радикалы и уменьшать окислительное повреждение клеток мозга. Купируя последствия окислительного стресса, Хл могут способствовать сохранению структуры и функции нейронов головного мозга, потенциально замедляя начало или прогрессирование НД расстройств. Показано, что предварительное применение Хл оказывало нейропротекторное действие у мышей, подвергнутых церебральной ишемии с последующей реперфузией, уменьшая размеры инфаркта мозга, увеличивая кратковременную память, ослабляя расстройства координации движений и усиливая реакцию бокового толчка, указанные защитные эффекты были

приписаны антиоксидантной активности хлорофиллов [1, с. 16]. В исследованиях последних лет о полном излечении БА, разумеется, не может быть и речи, а только о ее профилактике или купировании симптомов, во всяком случае включение в рацион богатых Хл продуктов способствует здоровью мозга, профилактически обеспечивает защиту от нейродегенеративных расстройств и улучшает когнитивные функции [11].

Особенно высокую профилактическую эффективность при БА и амиотрофическом склерозе [12], потенциального снижения восприимчивости НД оказывают микроводоросли, в частности спирулина большая (*Arthrospira* *Sitzenbergeri* Gomont) и ее препараты, нейтрализующие свободные радикалы, защищающие от снижения когнитивных способностей и потенциально предотвращающие повреждение нейронов [11].

Таким образом, хлорофиллы, благодаря своей АОА, нейтрализуя свободные радикалы, уменьшают окислительное повреждение нейронов головного мозга и тем самым оказывают антиоксидантную защиту при развитии и прогрессировании таких НД заболеваний, как болезни Альцгеймера, Паркинсона и Хантингтона.

Заключение

Библиография последнего десятилетия свидетельствует, что Хл и его дериваты, инициируя апоптоз раковых клеток, особенно в экспериментах с ФДТ, оказывают противораковое действие и способствуют снижению рисков онкологической заболеваемости, купируют нарушения процессов метаболизма липидов, задерживают развитие адипоцитов и могут служить потенциальными терапевтическими средствами профилактики абдоминального ожирения, а за счет снижения последствий окислительного стресса, являющегося ведущим фактором в генезе повреждений нейронов головного мозга, проявляют нейрозащиту от деградации, тем самым проявляют лечебно-профилактические свойства в наиболее угрожающих патологических состояниях при употреблении в «чистом» виде или в составе зеленых овощных продуктов. Приведенные выше результаты дают оптимистические прогнозы оздоровительного применения Хл, лечебно-профилактические эффекты которых, судя по опубликованным данным, обусловлены в основном антиоксидантными свойствами. К тому же использование Хл практически весьма несложно при довольно широком распространении этих пигментов в природе, в зеленых растительных продуктах питания.

Однако наряду с многообещающими перспективами нельзя не заметить в первую очередь, что при предложении или вовлечении в лечебный процесс каких-либо агентов необходимы сопоставления их с имеющимися «на сегодня» лекарственными средствами с целью оценки действительной эффективности внедряемого. Какое место, к примеру, занимают Хл по своей антираковой эффективности среди сотен существующих химиотерапевтических средств? Об этом в публикациях умалчивается.

В подобранных публикациях рассматриваются антиожирительные свойства Хл, связанные с его АОА, влияние его на генез адипоцитов или пути обмена жиров в организме только на моделях ВЖД. Но кроме издержек питания развитие ожирения могут вызывать патологические расстройства церебральной или гормональной регуляции обмена, однако в этих аспектах применение Хл в публикациях не затрагивается (вероятно, это связано с затруднениями моделирования на животных, например, «эндокринного» ожирения).

Представления о нейропротекторных эффектах Хл все еще находятся на ранних стадиях, и, конечно, необходимы уточняющие исследования для выяснения механизмов его действия. Имеющиеся данные свидетельствуют пока лишь о том, что включение в рацион продуктов, богатых Хл, может потенциально обеспечивать защиту от НД, что наряду со здоровым образом жизни имеет, безусловно, большое значение для здоровья головного мозга.

Немаловажно отметить и то, что в зеленых растительных пищевых продуктах, скажем, в листьях кроме Хл на самом деле присутствуют и другие разнообразные биологически активные вещества, например, антиоксиданты (каротиноиды, антоцианы), которые могут вносить свой вклад в генез патологических состояний, однако в подавляющем большинстве проанализированных публикаций это, как правило, не оговаривается. Кроме того, поскольку Хл нерастворим в воде, то становятся важными вопросы его биодоступности и преобразования в желудочно-кишечном тракте при переваривании зеленой растительной пищи, а также его устойчивости в условиях технологической обработки растительного сырья, что изучено недостаточно полно.

Учитывая указанное, судить о действительной эффективности Хл в практической медицине пока затруднительно. Отсутствие надежных клинических испытаний и последующих исследований на людях также приводит к необходимости уточнения реальных

лечебных свойств Хл. Но все же отмеченные пробелы и недоработки в исследованиях не должны затемнять потенциальную полезность использования Хл, а более углубленные тщательные исследования следует продолжать, хотя бы уже по тому, что эти пигменты – неперенная составляющая нашего повседневного питания и знать их действительное воздействие на организм совершенно необходимо.

В завершение работы можно сделать такие выводы:

1. Лечебно-профилактические эффекты Хл и его дериватов обусловлены в основном их антиоксидантными свойствами.

2. Устранение последствий окислительного стресса с помощью Хл может быть полезным в лечебно-профилактических мероприятиях при абдоминальном ожирении, а вызываемый апоптоз раковых клеток – для профилактического снижения рисков канцерогенеза.

3. Хлорофиллы оказывают нейрозащиту за счет уменьшения напряженности окислительного стресса – ведущего фактора в генезе повреждений нейронов головного мозга.

4. Будущие исследования должны быть направленными на разработку устойчивых хлорофилл-содержащих фито-препаратов, для оценки эффективности которых необходимы клинические испытания и сопоставления с соответствующими лекарственными средствами согласно фармакологических закономерностям.

Автор декларирует отсутствие конфликтов интересов при публикации настоящей статьи и неправомерного использования объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Список литературы

1. Martins T., Barros A.N., Rosa E., Antunes L. Enhancing health benefits through chlorophylls and chlorophyll-rich agro-food: A comprehensive review // *Molecules*. 2023. Vol. 28, Is. 14. P. 5344–5376. DOI: 10.3390/molecules28145344.

2. Bar-Sela G., Miri C., Eran B.-A., Ron E. The Medical use of wheatgrass: Review of the gap between basic and clinical applications // *Mini reviews in medicinal chemistry*. 2015. Vol. 15, Is. 12. P. 1002–1010.

3. Zhuo Z., Song Z., Ma Z., Zhang Y., Xu G., Chen G. Chlorophyllin e6-mediated photodynamic therapy inhibits proliferation and induces apoptosis in human bladder cancer cells // *Oncology reports*. 2019. Vol. 41, Is. 4. P. 2181–2193. DOI: 10.3892/or.2019.7013.

4. Islam W., Tsutsuki H., Rahman A., Harada A., Zhang T., Ono K., Islam R., Hossen F., Niidome T., Sawa T., Fang J. Styrene maleic acid polymer-encapsulated chlorophyll as a stable micellar nanoprobe for advanced anticancer photodynamic therapy // *ACS Applied polymer materials*. 2023. Vol. 5, Is. 12. P. 10289–10302.

5. Wu S.-J., Ng L.-T., Wang G.-H., Huang Y.-J., Chen J.-L., Sun F.-M. Chlorophyll a, an active anti-proliferative compound of *Ludwigia octovalvis*, activates the CD95 (APO-1/CD95) system and AMPK pathway in 3T3-L1 cells // *Food and chemical toxicology*. 2010. Vol. 48, Is. 2. P. 716–721. DOI: 10.1016/j.fct.2009.12.001.

6. Seo Y.J., Kim K.J., Choi J., Koh E.J., Lee B. Y. *Spirulina maxima* extract reduces obesity through suppression of adipogenesis and activation of browning in 3T3-L1 cells and high-fat diet-induced obese mice // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, Is. 6. P. 712–727. DOI: 10.3390/nu10060712.

7. Stenblom E.L., Weström B., Linninge C., Bonn, P., Farrell M., Rehfeld J.F., Montelius C. Dietary green-plant thylakoids decrease gastric emptying and gut transit, promote changes in the gut microbial flora, but does not cause steatorrhea // *Nutrition and metabolism*. 2016. Vol. 13, Is. 1. P. 1–9. DOI: 10.1186/s12986-016-0128-4.

8. Li Y., Cui Y., Hu X., Liao X., Zhang Y. Chlorophyll supplementation in early life prevents diet-induced obesity and modulates gut microbiota in mice // *Molecular nutrition and food research*. 2019. No. 1801219. P. 1–13. DOI: 10.1002/mnfr.201801219.

9. Wojdyło A., Nowicka P., Tkacz K., Turkiewicz I.P. Sprouts vs. microgreens as novel functional foods: variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties // *Molecules*. 2020. Vol. 25, Is. 20. P. 4648–4667. DOI: 10.3390/molecules25204648.

10. Dhanawat M., Malik G., Wilson K., Gupta S., Gupta N., Sardana S. The gut microbiota-brain axis: A new frontier in Alzheimer's disease pathology. *CNS and neurological disorders // Drug targets*. 2025. Vol. 24, Is. 1. P. 7–20. DOI: 10.2174/0118715273302508240613114103.

11. Kumar S., Saha S., Singh K., Singh T., Mishra A.K., Dubey B.N., Singh S. Beneficial effects of spirulina on brain health: A Systematic review // *Current functional foods*. 2025. Vol. 3, Is. 1. P. 1–22. DOI: 10.2174/0126668629269256231222092721.

12. Parameswari R.P., Lakshmi T. Microalgae as a potential therapeutic drug candidate for neurodegenerative diseases // *Journal of biotechnology*. 2022. Vol. 358. P. 128–139. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2022.09.009.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТРИГЛИЦЕРИДНО-ГЛЮКОЗНОГО ИНДЕКСА В ПРОГНОЗЕ СОСТОЯНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ

Миннигалина Э.Р., Кириченко К.Н., Корнеева Е.В.

БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, e-mail: evkorneeva39@rambler.ru

Инсулинорезистентность и сахарный диабет 2 типа связаны с повышенным риском развития множества серьезных заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания (инфаркты, инсульты, атеросклероз), нефропатии, нейропатии, ретинопатии, неалкогольную жировую болезнь печени. Число людей с этим заболеванием неуклонно растет, и прогнозы неутешительны. В обзоре представлен анализ публикаций, посвященных диагностической и прогностической значимости триглицеридно-глюкозного индекса в развитии клинических состояний, ассоциированных с инсулинорезистентностью. Использованы поисковые системы eLIBRARY.ru, PubMed по ключевым словам: «триглицеридно-глюкозный индекс», «индексы инсулинорезистентности», за период с 1985 по 2025 год. Проанализировано 1314 клинических статей за исключением клинических случаев, лекарственных исследований, повторяющихся статей. Отобрано 20 статей, отвечающих цели исследования. Исследования показывают, что регулярный мониторинг данного индекса может помочь в раннем выявлении преддиабета и других метаболических расстройств. Использование триглицеридно-глюкозного индекса с другими лабораторными показателями поможет более полно оценить метаболическое состояние пациента, а также помочь в разработке более эффективных стратегий лечения и профилактики, направленных на снижение риска развития серьезных осложнений. В отличие от традиционных маркеров, таких как уровень общего холестерина, глюкозы, индекс учитывает как углеводный, так и липидный обмен. Это делает его более универсальным показателем, особенно в популяциях с высоким уровнем инсулинорезистентности.

Ключевые слова: триглицеридно-глюкозный индекс (TyG), инсулинорезистентность, сахарный диабет, сердечно-сосудистый риск, метаболический синдром

DIAGNOSTIC VALUE OF THE TRIGLYCERIDE-GLUCOSE INDEX IN PROGNOSIS OF CONDITIONS ASSOCIATED WITH INSULIN RESISTANCE: A LITERATURE REVIEW

Minnigallina E.R., Kirichenko K.N., Korneeva E.V.

Surgut State University, Surgut, e-mail: evkorneeva39@rambler.ru

Insulin resistance and type 2 diabetes mellitus are associated with an increased risk of developing many serious diseases, including: cardiovascular diseases (heart attacks, strokes, atherosclerosis), nephropathy, neuropathy, retinopathies, non-alcoholic fatty liver disease. The number of people with this disease is steadily increasing, and the prognosis is disappointing. The review presents an analysis of publications devoted to the diagnostic and prognostic significance of the triglyceride-glucose index in the development of clinical conditions associated with insulin resistance. The search engines eLIBRARY.ru, PubMed were used by the keywords: "triglyceride-glucose index", "insulin resistance indices", for the period from 1985 to 2025. 1314 clinical articles were analyzed, excluding clinical cases, drug trials, duplicate articles. 20 articles were selected that met the objective of the study. Studies show that regular monitoring of this index can help in the early detection of prediabetes and other metabolic disorders. The use of the triglyceride-glucose index with other laboratory parameters will help to more fully assess the patient's metabolic state, as well as help in the development of more effective treatment and prevention strategies aimed at reducing the risk of serious complications. Unlike traditional markers such as total cholesterol and glucose levels, the index takes into account both carbohydrate and lipid metabolism. This makes it a more universal indicator, especially in populations with high levels of insulin resistance.

Keywords: triglyceride-glucose index (TyG), insulin resistance, diabetes mellitus, cardiovascular risk, metabolic syndrome

Введение

Инсулинорезистентность (ИР), когда клетки организма становятся менее чувствительными к инсулину, часто является одним из первых признаков, сигнализирующих о возможном развитии СД 2 типа и проблем с сердцем и сосудами. Понимание механизмов, лежащих в основе ИР, позволяет разрабатывать более эффективные стратегии профилактики и лечения. Инсулинорезистентность не возникает изолированно; она часто связана с другими

метаболическими нарушениями, такими как дислипидемия (нарушение липидного профиля крови), повышенное АД и абдоминальное ожирение. Этот комплекс факторов значительно увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [1; 2].

Важно отметить, что ИР не всегда проявляется явными симптомами на ранних стадиях. Поэтому регулярные медицинские осмотры, особенно для людей с факторами риска, такими как избыточный вес, семейная история диабета или сердечно-сосудистых

заболеваний, имеют решающее значение. Существуют различные методы диагностики ИР, включая анализ крови на уровень глюкозы и инсулина, а также более сложные тесты, такие как глюкозотолерантный тест [3; 4].

Впервые триглицеридно-глюкозный индекс (TyG) был предложен в 2008 году при проведении популяционного поперечного исследования [5]. Индекс TyG при сравнении с оценкой модели гомеостаза – индекса НОМА (англ., homeostatis model assessment [6]) продемонстрировал чувствительность 84,0% и специфичность 45,0%, вероятность заболевания СД составила 60,5% при положительных результатах [5]. В 2010 году учёные Guerrero-Romero F. и соавторы определили индекс TyG как оптимальный инструмент для оценки ИР [7].

В дальнейшем индекс TyG связывали с развитием метаболического синдрома и СД [8], сердечно-сосудистых заболеваний и неблагоприятными исходами [9; 10]. Например, выяснили, что высокий индекс TyG может прогнозировать неблагоприятные исходы у пациентов с острым инфарктом миокарда и хорошо контролируемым уровнем холестерина [11]. Так, из 599 пациентов с инфарктом миокарда в течение 1 года наблюдения было зарегистрировано 69 пациентов (11,5%) с неблагоприятными сердечно-сосудистыми и цереброваскулярными событиями. У пациентов с высоким индексом TyG (более 9,06) наблюдалась значительно более высокая частота осложнений по сравнению с пациентами с более низким индексом TyG (8,19) (22,1% против 9,9%,

$p = 0,010$). Авторы установили, что индекс TyG был единственным независимым предиктором сердечно-сосудистых осложнений у этих пациентов [11].

В 2024 году в журнале BMC Cardiovascular Diabetology опубликовали результаты метаанализа, в котором учёные определяли диагностическое и прогностическое значение индекса TyG в клинической практике [12].

Цель исследования: анализ литературы, посвященной оценке диагностической значимости триглицеридно-глюкозного индекса в сравнении с другими индексами при расчете сердечно-сосудистого риска состояний, ассоциированных с инсулинорезистентностью.

Материалы и методы исследования

Для поиска литературы были использованы поисковые системы eLIBRARY.ru, PubMed по ключевым словам: «триглицеридно-глюкозный индекс», «индексы инсулинорезистентности», за период с 1985 по 2025 г. Проанализировано 1314 клинических статей за исключением клинических случаев, лекарственных исследований, повторяющихся статей. Отобрано 20 статей, отвечающих цели исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице представлены данные чувствительности, специфичности и относительный риск развития состояний, ассоциированных с ИР, по данным отечественных и зарубежных исследований.

Индекс TyG – как предиктор состояний, ассоциированных с ИР
(по данным публикаций)

Участники	Клинические проявления	Результаты	Ссылка
748 внешне здоровых пациентов (мужчины и небеременные женщины) в возрасте 18–65 лет	Впервые диагностированы гипергликемия и нарушение толерантности к глюкозе (НТГ)	Чувствительность 84,0%, специфичность 45,0%, вероятность СД – 60,5%	[5]
88 пациентов	34 человека с нормогликемией, 22 человека с НТГ, 32 человека с СД	Чувствительность – 96,5%, специфичность – 85,0%	[7]
77 пациентов	Метаболический синдром	Умеренная корреляция с индексом НОМА (г корреляции – 0,25, $p = 0,039$)	[3]
5538 здоровых молодых людей, из них женщин – 3 795 (68,5%) и мужчин – 1 743 (31,5%)	С нормальным весом 3 632 (65,6%), с избытком массы тела – 1355 (24,5%) и с ожирением 551 (9,9%) человек	Наилучшее пороговое значение индекса TyG для диагностики ИР составило 4,55 (чувствительность 68,7%, специфичность 84,4%) для женщин и 4,68 (чувствительность 67,3%, специфичность 90,0%) для мужчин. У лиц с нормальным весом диагностическая корреляция между индексом TyG и НОМА-IR составила 0,934 и 0,915, у лиц с избыточным весом – 0,908 и 0,895, а у лиц с ожирением – 0,916 и 0,950 для мужчин и женщин соответственно	[13]

Окончание табл.

Участники	Клинические проявления	Результаты	Ссылка
298 652 человека (125 025 женщин (41,86%) и 173 627 мужчин (58,14%)) в возрасте $47,08 \pm 12,94$ года	Метаболический синдром	Распространенность метаболического синдрома увеличивалась в подгруппах с индексом TyG (Q1, TyG <8,30; Q2, $8,30 \leq \text{TyG} < 8,83$; и Q3, TyG $\geq 8,83$). При анализе линейных кривых индекса TyG и компонентов МС, ИМТ, САД и ДАД показали тенденцию к повышению. Площадь под кривой индекса TyG была наибольшей (AUC = 0,89)	[14]
11 937 взрослых	Ожирение, сердечно-сосудистые заболевания и осложнения	Индекс TyG является наиболее сильным предиктором смертности от ССЗ (риск 1,66, 95% ДИ 1,21-2,29). Индекс TyG лучше коррелировал с риском развития ишемической болезни сердца (риск 2,52, 95% ДИ 1,66-3,83). Показатель TyG-WC лучше всего коррелировал с общим уровнем сердечно-сосудистых заболеваний (риск 2,37, 95% ДИ 1,77-3,17), застойной сердечной недостаточностью (риск 2,14, 95% ДИ 1,31-3,51) и стенокардией (риск 2,38, 95% ДИ 1,43-3,97). TyG-WHtR лучше всего коррелировал с инфарктом миокарда (риск 2,24, 95% ДИ 1,45-3,44)	[9]
43 197 человек	Сахарный диабет 2 типа	Индекс TyG имеет более высокую площадь под кривой (AUC = 0,75, 95% ДИ 0,70–0,81)	[15]
511 человек	Ожирение, АГ	Все показатели висцерального ожирения и параметры, связанные с TyG, были тесно связаны с ИР ($p < 0,001$), а TyG-BMI имел самый высокий показатель риска – 6,10, 95% ДИ 2,51–14,80	[16]
62 443 человека	АГ, дислипидемия, сахарный диабет	Риск развития сердечно-сосудистых заболеваний повышался с увеличением квартиля изменения индекса TyG, составил 1,37, 95% ДИ 1,21-1,54 для общего числа сердечно-сосудистых заболеваний, риск 1,38, 95% ДИ, 1,19-1,60 при инсульте и риск 1,36, 95% ДИ 1,05-1,76 при инфаркте миокарда	[17]
10 734 человека	Метаболический синдром	Индексы TyG-WC и TyG-WHtR были связаны с сердечно-сосудистой смертностью в популяции МС (TyG-WC: риск = 1,45, 95% ДИ: 1,13-1,85, $p = 0,004$; TyG-WHtR: риск = 1,50, 95% ДИ: 1,17-1,92, $p = 0,002$). Три показателя, связанных с TyG, показали устойчивую значимую корреляцию со смертностью от СД (TyG: риск = 4,06, 95% ДИ: 2,81-5,87, $p < 0,001$; TyG-WC: риск = 2,55, 95% ДИ: 1,82-3,58, $p < 0,001$; TyG-WHtR: риск = 2,53, 95% ДИ: 1,81-3,54, $p < 0,001$)	[12]
60 799 человек	Метаболический синдром	Индекс TyG имел наибольшую площадь под кривой (AUC) (AUC 0,930; 95% ДИ 0,928-0,933; $p < 0,001$) у пациентов мужского пола и TyG-WHtR (AUC 0,916; 95% ДИ 0,913-0,920; $p < 0,001$) у пациентов женского пола	[18]
11 149 человек	8 362 без ИР и 2 787 с ИР	TyG-WC показал самый высокий показатель риска 16,29, 95% ДИ 13,70-19,38 ($p < 0,001$), TyG-WHtR – 14,86, 95% ДИ 12,53-17,62 и TyG-BMI – 12,82, 95% ДИ 10,89–15,10	[19]
800 человек	Метаболический синдром	Индекс TyG-WHtR показал самые высокие коэффициенты вероятности для МС риск = 70,07, 95% ДИ: 32,42-151,43, $p < 0,001$	[20]

Примечание. ТГИ (TyG) = $\log$ (триглицериды, мг/дл x глюкоза плазмы натощак, мг/дл)/2 [16], ТГИ-ИМТ (TyG-BMI) = ТГИ x ИМТ (кг/м²) [17], ТГИ-ОТ (TyG-WC) = ТГИ x ОТ (см) [17], ТГИ-ОТ/рост (TyG-WHtR) = ТГИ x ОТ (см)/рост (см) [17].

Источник: составлено авторами.

Заключение

Таким образом, триглицеридно-глюкозный индекс представляет собой перспективный маркер для оценки сердечно-сосудистого риска благодаря своей способности отражать метаболические нарушения и инсулинорезистентность. Его использование в клинической практике может помочь в более точной идентификации пациентов с высоким риском сердечно-сосудистых заболеваний и улучшении стратегий профилактики. Актуальность его диагностической значимости в последние годы привлекает внимание исследователей и клиницистов по нескольким причинам: простота измерения, прогностическая ценность и сравнительная эффективность.

Триглицеридно-глюкозный индекс позволяет более точно оценить риск развития метаболического синдрома, который является предшественником сердечно-сосудистых заболеваний. Он может служить дополнительным инструментом для выявления пациентов с высоким риском, особенно у тех, кто имеет нормальные уровни глюкозы и липидов.

В отличие от традиционных маркеров, таких как уровень холестерина ЛПНП или общий холестерин, TyG индекс учитывает как углеводный, так и липидный обмен. Это делает его более универсальным показателем, особенно в популяциях с высоким уровнем инсулинорезистентности.

Список литературы

- Li M., Chi X., Wang Y., Setrerrahmane S., Xie W., Xu H. Trends in insulin resistance: insights into mechanisms and therapeutic strategy // *Signal Transduct Target Ther.* 2022. Vol. 7. № 1. P. 216. DOI: 10.1038/s41392-022-01073-0.
- Демидова Т.Ю., Измайлова М.Я., Белова К.М. Роль триглицеридно-глюкозного индекса в определении сердечно-сосудистого и метаболического прогноза у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа // *Медицинский совет.* 2023. Vol. 17. № 9. С. 47–57. DOI: 10.21518/ms2023-172.
- Мадянов И.В. Косвенные способы оценки инсулинорезистентности при метаболическом синдроме // *Русский медицинский журнал.* 2021. № 2. С. 10–12.
- Ramdas Nayak V.K., Satheesh P., Shenoy M.T., Kalra S. Triglyceride Glucose (TyG) Index: A surrogate biomarker of insulin resistance // *J Pak Med Assoc.* 2022. Vol. 72. № 5. P. 986–988. DOI: 10.47391/JPMMA.22-63.
- Simental-Mendía L.E., Rodríguez-Morán M., Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metab Syndr Relat Disord.* 2008. Vol. 6. № 4. P. 299–304. DOI: 10.1089/met.2008.0034.
- Matthews D.R., Hosker J.P., Rudenski A.S., Naylor B.A., Treacher D.F., Turner R.C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985. Vol. 28. № 7. P. 412–419. DOI: 10.1007/BF00280883.
- Guerrero-Romero F., Simental-Mendía L.E., González-Ortiz M., Martínez-Abundis E., Ramos-Zavala M.G., Hernández-González S.O., Jacques-Camarena O., Rodríguez-Morán M. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp // *J Clin Endocrinol Metab.* 2010. Vol. 95. № 7. P. 3347–51. DOI: 10.1210/jc.2010-0288.
- Kurniawan L.B. Triglyceride-glucose index as a biomarker of insulin resistance, diabetes mellitus, metabolic syndrome, and cardiovascular disease: a review. *EJIFCC.* 2024. Vol. 35. № 1. P. 44–51.
- Dang K., Wang X., Hu J., Zhang Y., Cheng L., Qi X., Liu L., Ming Z., Tao X., Li Y. The association between triglyceride-glucose index and its combination with obesity indicators and cardiovascular disease: NHANES 2003–2018. *Cardiovasc Diabetol.* 2024. Vol. 23. № 1. P. 8. DOI: 10.1186/s12933-023-02115-9.
- Tao L.C., Xu J.N., Wang T.T., Hua F., Li J.J. Triglyceride-glucose index as a marker in cardiovascular diseases: landscape and limitations // *Cardiovasc Diabetol.* 2022. Vol. 21. № 1. P. 68. DOI: 10.1186/s12933-022-01511-x.
- Zhao H.W., Wang Y., Wang C.F., Meng Q.K. Association between triglyceride glucose index and adverse clinical outcomes in patients with acute myocardial infarction and LDL-C ≤ 1.8 mmol/L who underwent percutaneous coronary intervention: a prospective cohort study // *Front. Endocrinol.* 2024. Vol. 14. P. 1323615. DOI: 10.3389/fendo.2023.1323615.
- Wei X., Min Y., Song G., Ye X., Liu L. Association between triglyceride-glucose related indices with the all-cause and cause-specific mortality among the population with metabolic syndrome // *Cardiovasc Diabetol.* 2024. Vol. 23. № 1. P. 134. DOI: 10.1186/s12933-024-02215-0.
- Guerrero-Romero F., Villalobos-Molina R., J. Rafael Jiménez-Flores J.R., Luis E. Simental-Mendía L.E., Méndez-Cruz R., Murguía-Romero M., Rodríguez-Morán M. Fasting triglycerides and glucose index as a diagnostic test for insulin resistance in young adults // *Archives of Medical Research.* 2016. Vol. 47. P. 382–387. DOI: 10.1016/j.arcmed.2016.08.012.
- Jiang M., Li X., Wu H., Su F., Cao L., Ren X., Hu J., Tatenda G., Cheng M., Wen Y. Triglyceride-Glucose Index for the Diagnosis of Metabolic Syndrome: A Cross-Sectional Study of 298,652 Individuals Receiving a Health Check-Up in China // *Int J Endocrinol.* 2022. Vol. 2022. P. 3583603. DOI: 10.1155/2022/3583603.
- Simental-Mendía L.E., Guerrero-Romero F. The correct formula for the triglycerides and glucose index // *Eur J Pediatr.* 2020. Vol. 179. № 7. P. 1171. DOI: 10.1007/s00431-020-03644-1.
- Er L.K., Wu S., Chou H.H., Hsu L.A., Teng M.S., Sun Y.C., Ko Y.L. Triglyceride glucose-body mass index is a simple and clinically useful surrogate marker for insulin resistance in nondiabetic individuals // *PLoS One.* 2016. Vol. 11. № 3. P. e0149731. DOI: 10.1371/journal.pone.0149731.
- Wang A., Tian X., Zuo Y., Chen S., Meng X., Wu S., Wang Y. Change in triglyceride-glucose index predicts the risk of cardiovascular disease in the general population: a prospective cohort study // *Cardiovasc Diabetol.* 2021. Vol. 20. № 1. P. 113. DOI: 10.1186/s12933-021-01305-7.
- Zhang W., Chen C., Li M., Yan G., Tang C. Sex Differences in the associations among insulin resistance indexes with metabolic syndrome: a large cross-sectional study // *Int J Endocrinol.* 2024. Vol. 2024. P. 3352531. DOI: 10.1155/2024/3352531.
- Lim J., Kim J., Koo S.H., Kwon G.C. Comparison of triglyceride glucose index, and related parameters to predict insulin resistance in Korean adults: An analysis of the 2007–2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey // *PLoS One.* 2019. Vol. 14. № 3. P. e0212963. DOI: 10.1371/journal.pone.0212963.
- Bayatian A., Jangi A., Pargar F., Bazayr H., Aghamohammadi V. Investigating the efficiency of novel indicators in predicting risk of metabolic syndrome in the Iranian adult population // *J Educ Health Promot.* 2024. Vol. 1. P. 385. DOI: 10.4103/jehp.jehp_1137_23.

ЗЛОКАЧЕСТВЕННАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ, ВЫЗВАННАЯ АНЕСТЕЗИЕЙ

Шибитова Д.В., Айдарханов Е.К., Тохтаниязов С.К., Казначеева Т.С.

Карагандинский медицинский университет, Караганда, e-mail: info@qmu.kz

Злокачественная гипертермия – редкое, но чрезвычайно опасное осложнение, которое может возникнуть на фоне применения определенных анестезирующих средств и миорелаксантов. Она характеризуется нарушением терморегуляции, гиперметаболизмом, повышением температуры тела, распадом мышечных волокон, ацидозом и многими другими тяжелыми нарушениями. Основной причиной является генетическая предрасположенность, обусловленная мутациями в генах, в частности RYR1 и CACNA1S, кодирующих кальциевые каналы в скелетной мускулатуре, что нарушает нормальную кальциевую циркуляцию в мышечных клетках. В качестве триггеров могут выступать летучие анестетики, такие как галотан и изофлуран, а также деполаризирующие миорелаксанты, например сукцинилхолин и многие другие. Цель исследования – систематизация современных данных о злокачественной гипертермии с акцентом на ее патогенез, генетические механизмы, триггеры, диагностику и лечение. Материалы и методы исследования: обзор литературы в период с 1960 по 2025 г. Злокачественная гипертермия – редкое наследственное заболевание, вызываемое нарушением работы кальциевых каналов в мышцах и провоцируемое анестетиками. Отсутствие дантролена в Казахстане существенно ограничивает терапевтические возможности, что требует немедленного решения вопроса его регистрации, а также внедрения генетической диагностики и повышения осведомленности медицинского сообщества. Злокачественная гипертермия – редкое наследственное состояние, угрожающее жизни при анестезии. В статье подчеркивается важность ранней диагностики, доступа к лечению и внедрения современных методов выявления риска.

Ключевые слова: злокачественная гипертермия, ингаляционные анестетики, рабдомиолиз, тахикардия, гиперкальциемия, галотан, севофлуран, сукцинилхолин

MALIGNANT HYPERTHERMIA INDUCED BY ANESTHESIA

Shibitova D.V., Aydarkhanov E.K., Tokhtaniyazov S.K., Kaznacheeva T.S.

Medical University of Karaganda, Karaganda, e-mail: info@qmu.kz

Malignant hyperthermia is a rare but extremely dangerous complication that can occur against the background of the use of certain anesthetic agents and myorelaxants. It is characterized by impaired thermoregulation, hypermetabolism, increased body temperature, breakdown of muscle fibers, acidosis and many other severe disorders. The main cause is genetic predisposition due to mutations in genes, in particular RYR1 and CACNA1S, encoding calcium channels in skeletal muscle, which disrupts normal calcium circulation in muscle cells. Volatile anesthetics, such as halothane and isoflurane, as well as depolarizing myorelaxants, such as succinylcholine and many others, can act as triggers. The issue of studying is to systematize current data on malignant hyperthermia, focusing on its pathogenesis, genetic mechanisms, triggers, diagnosis, and treatment. Materials and methods of the study: a review of the literature from 1960 to 2025. Malignant hyperthermia is a rare hereditary disorder caused by dysfunction of calcium channels in muscle tissue and triggered by anesthetic agents. The absence of dantrolene in Kazakhstan severely limits treatment options, highlighting the urgent need for its registration, the implementation of genetic testing, and increased awareness among medical professionals. Malignant hyperthermia is a rare hereditary condition that poses a life-threatening risk during anesthesia. This article highlights the importance of early diagnosis, access to treatment, and the implementation of modern risk detection methods.

Keywords: malignant hyperthermia, inhalation anesthetics, rhabdomyolysis, tachycardia, hypercalcemia, halothane, sevoflurane, succinylcholine

Введение

Злокачественная гипертермия (ЗГ) представляет собой острый жизнеугрожающий фармакогенетический наследственный синдром, когда в ответ на применение определенных ингаляционных анестетиков и деполаризирующих миорелаксантов возникает кальций-зависимая контрактура и гиперметаболизм скелетных мышц, что в дальнейшем может привести к рабдомиолизу и полиорганной недостаточности [1].

Несмотря на значительный прогресс в понимании патогенеза и диагностики ЗГ,

проблема остается актуальной, особенно в странах, где ограничен доступ к специфической терапии. В Казахстане, например, зарегистрированы случаи поздней диагностики ЗГ, что связано с отсутствием должного уровня осведомленности среди медицинских работников и ограничениями на ввоз и использование дантролена – единственного эффективного препарата для лечения данного состояния [2].

Проблема также осложняется отсутствием национальных программ скрининга и профилактики ЗГ. В мировой практике внедрение молекулярно-генетического

тестирования, такого как анализ мутаций RYR1 и CACNA1S, а также функциональных тестов, доказало свою эффективность в раннем выявлении риска ЗГ [3]. Эти подходы, однако, практически недоступны в Казахстане, что усугубляет ситуацию.

Важность повышения уровня знаний медицинских работников о ЗГ в Казахстане неоспорима. Введение обучающих программ, направленных на распознавание ранних признаков ЗГ, а также разработка протоколов экстренной помощи, включая алгоритмы использования альтернативных препаратов, способны значительно улучшить прогноз заболевания. Также требуется пересмотр национальных фармацевтических регуляций для обеспечения доступа к дантролену и другим жизненно важным лекарственным средствам.

Впервые данное состояние было описано в 1960 г. терапевтами М.А. Denborough и R.R. Lovell в журнале Lancet [4], где приводился пример интраоперационной гипертермии у молодого мужчины. Он утверждал, что 10 его родственников (из 24) умерли во время или после проведения анестезии. В ходе оперативного вмешательства у данного пациента уже через 10 мин после начала анестезии галотаном температура тела стремительно увеличилась до 41°C, с развитием желудочковой тахикардии и артериальной гипотонии. Подобный случай позволил австралийским ученым доказать аутосомно-доминантный тип наследования ЗГ при помощи генеалогического анализа родословной мужчины.

После публикации этого случая в 1960 г. стали чаще регистрироваться эпизоды, подтверждающие наличие ЗГ, а также случаи предрасположенности к нему, что было отмечено в странах Европы, Северной Америки и Австралии. Исследования продемонстрировали, что частота ЗГ варьирует от 1:10000 до 1:250000 наркозов в зависимости от популяции, этнических особенностей и генетической предрасположенности [1].

Основной прорыв в изучении патофизиологии ЗГ был сделан благодаря исследованиям, связанным с молекулярно-генетическими механизмами. В 1990-х гг. мутации в гене RYR1, кодирующем рианодинорный рецептор 1-го типа, были впервые связаны с ЗГ. Этот рецептор участвует в регуляции высвобождения ионов кальция из саркоплазматического ретикулума в мышечных клетках. Мутации в данном гене приводят к нарушению функции кальциевого канала, что вызывает характерный гиперметаболизм мышечной ткани [5].

Современные исследования продолжают уточнять механизмы ЗГ и иденти-

фицировать новые мутации в генах RYR1 и CACNA1S. Также разрабатываются методы молекулярной диагностики, такие как секвенирование нового поколения, которые обеспечивают точное определение генетической предрасположенности к этому состоянию.

ЗГ остается редким, но потенциально смертельным состоянием, если своевременно не будет назначена терапия. По данным Н. Rosenberg, N. Pollock, A. Schiemann, T. Bulger, K. Stowel [1], распространенность летальных исходов значительно снизилась с введением в клиническую практику дантролена, препарата, направленного на восстановление баланса кальция в миоцитах. Однако в ряде стран, включая Казахстан, доступность этого препарата ограничена, что подчеркивает актуальность изучения ЗГ и создания национальных протоколов для его диагностики и лечения.

Цель исследования заключается в систематизации современных данных о злокачественной гипертермии с акцентом на ее патогенез, генетические механизмы, триггеры, диагностику и лечение.

Материалы и методы исследования

Тип исследования – обзор литературы. Дата проведения исследования: апрель 2024 г. Поиск исследований проводился в трех электронных базах данных (PubMed, Web of Science, Google Scholar), включенных в период с 2007 по 2024 г. Материалами исследования служили статьи, найденные по ключевым словам malignant hyperthermia, malignant hyperthermia and anesthesia.

Результаты исследования и их обсуждение

Этиология и патогенез

Предрасположенность к ЗГ передается по аутосомно-доминантному типу наследования с низкой степенью пенетрантности и вариабельной экспрессивностью [6]. Считается, что чаще всего патология поражает 19-ю пару хромосом, домен q13.1, отвечающий за рианидиновый рецептор 1-го типа RyR1. Данный рецептор является составным компонентом кальциевых каналов в саркоплазматическом ретикулуме скелетно-мышечных миоцитов. На сегодняшний день известно о более 200 мутациях, способных вызывать злокачественную гипертермию [7].

Первоначальные изменения, возникающие при влиянии триггерного агента на мутированную хромосому, заключаются в запуске избыточного высвобождения ионов кальция из саркоплазматического

ретикулума. В дальнейшем происходит поражение кальциевого канала саркоплазматического ретикулума, который теперь находится в перманентном открытом состоянии. Поскольку закрытия кальциевого канала не происходит, хранение ионов кальция становится невозможным, отчего эти ионы в достаточном большом количестве выходят в саркоплазму мышечных волокон. Результатом повышения ионов кальция в саркоплазме становится активация актин-миозинового комплекса, что влечет за собой появление непрерывного мышечного сокращения [8]. Мышечная контрактура энергетически очень затратна, поэтому идет повышенное потребление АТФ, дефицит которого приводит к активации гликогенолиза и фосфорилаткиназной системы. Возникшие метаболические потребности приводят к тому, что увеличивается потребление кислорода и образование углекислого газа и тепла. Клинически это проявляется резким подъемом температуры тела. В конце концов возможности аэробного пути получения энергии заканчиваются и подключается анаэробный гликолиз, который в свою очередь повлечет за собой накопление лактата и метаболический ацидоз [9].

Постоянное сокращение мышц, отек мышечной ткани, нарушение мышечного кровотока приводит к ишемии мышечных волокон, что в дальнейшем повлечет за собой рабдомиолиз как результат интенсивной деструкции поперечнополосатой мышечной ткани с высвобождением в кровеносное русло продуктов ее распада. Последний вызывает такие процессы, как гиперкалиемия, гиперкальциемия, миоглобинемия, повышение КФК. Эти изменения метаболизма опасны такими осложнениями, как ДВС, острая почечная недостаточность, нарушение сердечно-сосудистой системы, отек головного мозга и многое другое [10].

Триггерные агенты

Принято считать, что препаратами, способными провоцировать злокачественную гипертермию, являются сукцинилхолин и галогенсодержащие ингаляционные анестетики – севофлуран, изофлуран, фторотан, дезфлуран, энфлуран [11]. Кроме того, в последние годы к триггерным агентам причисляют кофеин и диэтиловый эфир [12]. Галотан способствует развитию злокачественной гипертермии гораздо быстрее, нежели севофлуран (в среднем на 40 мин) [13]. Таким образом, все местные анестетики, недеполяризующие миорелаксанты, в целом все анестетики для внутривенного введения не способны провоцировать раз-

витие злокачественной гипертермии [14]. Полный список безопасных и небезопасных препаратов опубликован на сайте Malignant Hyperthermia Association of the United States (MHAUS) [15].

Продолжает обсуждаться теория влияния физических нагрузок и тепловых ударов на возникновение предрасположенности к ЗГ [13].

Диагностика злокачественной гипертермии

В настоящее время принято подразделять ЗГ на две группы по течению: фульминантную и abortивную. В первом случае симптомы нарастают очень быстро и уже в течение нескольких минут могут привести к жизнеугрожающему состоянию. Abortивное же течение подразумевает неярко выраженную симптоматику, без видимых клинических признаков, в том числе может и самостоятельно прекратиться без целенаправленного лечения.

В первые минуты действия триггерных агентов может возникнуть тахикардия, мышечная ригидность, тахипноэ, повышенная температура тела [16]. Особое внимание стоит уделить повышению концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе – ETCO_2 : считается, что рост данного показателя на ранних этапах даже на 5 мм рт. ст. выше нормы служит сигналом для более внимательного наблюдения за пациентом [17].

Наиболее важными диагностическими критериями, позволяющими заподозрить злокачественную гипертермию, являются рост концентрации ETCO_2 , повышение температуры тела, повышение ЧСС [18]. Для ЗГ характерно молниеносное повышение температуры тела от нормальных величин до 41–42°C и выше [19]. Температура нарастает со скоростью, которая может быть большей, чем 0,5°C за каждые 15 мин. При молниеносной форме скорость повышения температуры тела может достигать 1°C за 5 мин и выше. Стоит отметить, что у пациентов, находящихся на самостоятельном дыхании во время оперативного вмешательства, нет возможности исследовать ETCO_2 , а потому в таких случаях обращаем внимание на наличие и сочетание остальных вышеперечисленных симптомов, а также на уменьшение концентрации PaO_2 при увеличении концентрации PaCO_2 [20].

Стоит также отметить, что у особо восприимчивых пациентов возможны и другие проявления злокачественной гипертермии в интраоперационный период. В норме реакция на суксаметоний до наступления па-

ралича включает мышечные фасцикуляции, но также данное вещество может вызывать первоначальное повышение мышечного тонуса в мышцах челюсти. Клинически это будет наблюдаться как сопротивление открытию рта на протяжении первых 60–90 с после введения суксаметония [21].

Относительно поздними симптомами принято считать изменение лабораторных данных – миоглобинурию, гиперкалиемию, гиперкальциемию, гипермагниемию, значительное повышение КФК. Редко можно обнаружить изменения на электрокардиограмме – заостренный зубец Т и расширение комплекса QRS, возникающие в результате гиперкалиемии [22].

Диагностика предрасположенности к злокачественной гипертермии

Анамнестические данные об имеющихся ранее случаях возникновения злокачественной гипертермии являются главным показанием для проведения генетической диагностики. В настоящее время используются такие тесты, как MLPA и IVCT.

MLPA – Multiplex Ligation-dependent Probe Amplification – это метод, основанный на использовании мультиплексной амплификации и лигирования ДНК-проб с последующим анализом. Метод позволяет одновременно исследовать множество участков генома, используя всего одну пару праймеров. Он применяется для выявления мутаций и копийных изменений генов, связанных с наследственными патологиями, включая злокачественную гипертермию. Исследование проводится на основе небольшого количества ДНК, выделенной из лейкоцитов пациента. MLPA обладает высокой чувствительностью и специфичностью, что делает его важным инструментом в диагностике ЗГ и других генетических заболеваний. Этот метод нашел широкое применение в молекулярной медицине благодаря возможности быстрого анализа больших объемов данных. В частности, он позволяет определить делеции и дубликации генов, которые не всегда могут быть обнаружены традиционными методами секвенирования. Данные, полученные с помощью MLPA, активно используются для предоперационной оценки пациентов с подозрением на ЗГ, что способствует более точной и своевременной диагностике [23].

IVCT (галотан-кофеиновый тест, ГКТ) – *in vitro* тест контрактуры с использованием биоптата, взятого из четырехглавой мышцы бедра. По протоколу Европейской группы по злокачественной гипертермии (EMHG), биоптат разделяют на волокна, которые затем протягивают между электродами в гипе-

роксигенированном растворе Рингера и воздействуют током, после чего анализируют сокращения миоцитов. Затем на одну часть волокон действуют галотаном, на другую – кофеином. Результатом данного теста будет являться пороговая величина триггерных агентов, где в случае возникновения мышечной контрактуры на минимальный порог предрасположенность к злокачественной гипертермии будет высокой. IVCT остается ключевым инструментом диагностики, обеспечивая точные результаты при проведении в специализированных лабораториях. Этот тест особенно полезен для подтверждения генетической предрасположенности к ЗГ, выявленной другими методами, такими как секвенирование или MLPA [24]. Предпочтение отдается MLPA, поскольку данный метод намного экономичнее и быстрее. В Республике Казахстан на сегодняшний день имеется возможность проведения диагностики наследственной патологии методом MLPA.

Генетическая природа данного заболевания говорит о том, что ближайшие родственники таких пациентов должны быть направлены на консультацию к врачу-генетику с дальнейшим проведением лабораторных тестов [25].

Лечение злокачественной гипертермии

В 1994 г. MHAUS (Malignant Hyperthermia Association of the United States) опубликовала ряд рекомендаций касательно терапии злокачественной гипертермии, на которых основаны большинство современных протоколов ведения таких пациентов [15]:

1. Немедленное прекращение введения препаратов-триггеров и остановка оперативного вмешательства. При этом, если операцию необходимо продолжить, анестезия поддерживается внутривенными анестетиками. Наркозный аппарат, через который был подан ингаляционный анестетик, спровоцировавший манифестацию злокачественной гипертермии, необходимо в дальнейшем провентилировать потоком свежей воздушно-кислородной смеси со скоростью 10 л/мин. Полная замена наркозного оборудования не рекомендуется, так как это подразумевает под собой потерю времени.

2. Гипервентиляция легких 100% кислородом со скоростью 10 л/мин. Это позволит достаточно быстро вывести летучие анестетики, а также увеличить минутный объем вентиляции, что приведет к снижению ETCO_2 .

3. Введение дантролена в дозе 2,5 мг/кг внутривенно болюсно. По необходимости можно повторять введение препарата каж-

дые 5 мин, общая доза не должна превышать 10 мг/кг. Дантролен представляет собой селективный блокатор рианодиновых рецепторов 1-го типа RyR1. Данный препарат способствует закрытию кальциевых каналов саркоплазматического ретикулума, что будет снижать концентрацию ионов кальция в саркоплазме. Результатом действия дантролена будет прекращение мышечной контрактуры и гиперметаболизма миоцитов [26]. Концентрация препарата сохраняется в плазме в течение 5–6 ч, поэтому по истечении этого времени рекомендуется повторное введение дантролена для профилактики повторного возникновения злокачественной гипертермии. Современные рекомендации гласят о том, что в операционной необходимо иметь 36 флаконов дантролена для лечения фульминантной формы ЗГ у среднего пациента с весом 70 кг [27].

Проблема данных рекомендаций заключается в том, что в Казахстане данный препарат не сертифицирован, а потому его применение не считается возможным.

4. Введение гидрокарбоната натрия после мониторинга показателей газового состава крови для определения степени метаболического ацидоза. Стоит отметить, что гидрокарбонат натрия может привести к повышению PaCO_2 , а также к избытку натрия в организме, поэтому необходимо продолжать контролировать кислотно-щелочное состояние организма, а также водно-электролитный баланс [28].

5. Физические методы охлаждения пациента. При наличии гипертермии свыше 39°C необходимо применять внутривенное введение охлажденных растворов, наложение льда на голову, шею и паховую область, орошение полостей тела холодными растворами. Охлаждение необходимо прекратить при снижении температуры тела до $<38^\circ\text{C}$.

6. При наличии гиперкалиемии параметром $>5,9$ ммоль/л использовать хлорид кальция 10 мг/кг (максимальная доза 2000 мг) или глюконат кальция 10–50 мг/кг (максимальная доза 3000 мг). При уровне 6 ммоль/л и выше показано внутривенное введение растворов глюкозы с инсулином из расчета 0,5 г на 1 кг массы тела глюкозы и 0,1 Ед на 1 кг массы тела обычного инсулина с постоянным контролем уровня гликемии. При рефрактерной гиперкалиемии рекомендуется принимать альбутерол (или другой бета-агонист), проводить диализ или ЭКМО.

7. Обширный мониторинг следующих показателей – пульсоксиметрия, капнография, ЭКГ, температура тела, АД, газы и кислотно-основное состояние артериальной крови, уровни гематокрита и тромбоци-

тов, коагулограмму, диурез, уровень КФК и миоглобинурии.

Смертельный исход без своевременной и качественно проводимой терапии составляет 70% [29], поэтому необходимо вовремя диагностировать данную патологию.

Критерии стабилизации состояния пациента после проведенной терапии:

1. Снижение или полная нормализация показателя ETCO_2 .
2. Стабилизация ЧСС.
3. Устранение гипертермии.
4. Прекращение мышечной контрактуры.

Заключение

Злокачественная гипертермия – это серьезное генетическое заболевание, поражающее мышечный компонент организма человека, главным образом через влияние на кальциевые каналы. В особой группе риска пациенты, подверженные введению ингаляционных анестетиков и других триггерных агентов, особенно если в анамнезе (в том числе семейном) уже имелись подтвержденные случаи ЗГ. Без своевременного и надлежащего лечения летальный исход наступает в 70% случаев, что подчеркивает важность ранней диагностики этой патологии.

Вопрос изучения возникновения злокачественной гипертермии и ее диагностики на сегодняшний день остается актуальным и требует значительного внимания для разработки более эффективных подходов к профилактике и лечению данного состояния. Несмотря на достигнутый прогресс в области генетических исследований, которые помогают определить предрасположенность к ЗГ, многие аспекты остаются недостаточно изученными. Одной из ключевых проблем остается отсутствие сертифицированного препарата дантролена в Республике Казахстан, что существенно ограничивает возможность лечения. Также следует решать вопрос о лицензировании дантролена и дальнейшей его закупке. Возможно, имеет смысл создать запас определенного количества данного препарата в крупных медицинских организациях с возможностью транспортировки в подразделения.

Введение инновационных методов диагностики, таких как генетическое тестирование и использование современных биомаркеров, открывает перспективы для раннего выявления пациентов с высоким риском развития ЗГ. Более того, внедрение образовательных программ для медицинских работников, направленных на повышение осведомленности о данной патологии, может способствовать снижению числа летальных исходов.

Необходимость международного сотрудничества, обмена опытом и адаптации успешных мировых практик остается важным направлением для дальнейшего развития в области диагностики и лечения ЗГ. В условиях ограниченного доступа к специализированным препаратам и оборудованию особое значение приобретает использование неинвазивных методов мониторинга, а также совершенствование национальных протоколов анестезии и интенсивной терапии.

Таким образом, комплексный подход, включающий генетические исследования, внедрение современных технологий и образовательные инициативы, способен значительно улучшить прогнозы для пациентов и минимизировать риск тяжелых осложнений при злокачественной гипертермии.

Список литературы

- Rosenberg H., Pollock N., Schiemann A., Bulger T., Stowell K. Malignant hyperthermia: a review // *Orphanet journal of rare diseases*. 2015. Vol. 10. P. 1–19. DOI: 10.1186/s13023-015-0310-1.
- Государственный реестр лекарственных средств Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. URL: <https://register.ndda.kz/register.php/mainpage/reestr/lang/ru> (дата обращения: 21.04.2024).
- White R., Schiemann A., Burling S., Bjorksten A., Bulger T., Gillies R., Hopkins P., Kamsteeg E., Machon R., Massey S., Miller D., Perry M., Snoeck M., Stephens J., Street N., Berselaar L., Stowell K. Functional analysis of RYR1 variants in patients with confirmed susceptibility to malignant hyperthermia // *British Journal of Anaesthesia*. 2022. Vol. 80, Is. 6. P. 879–888. DOI: 10.1016/j.bja.2022.08.029.
- Denborough M.A., Lovell R.R.H. Anaesthetic deaths in a family // *The Lancet*. 1960. Vol. 276, Is. 7140. P. 45. DOI: 10.1016/S0140-6736(60)92690-8.
- Bojko B., Vasiljevic T., Boyaci E., Roszkowska A., Kraeva N., Ibarra Moreno C.A., Koivu A., Wasowicz M., Hanna A., Hamilton S., Riazi S., Pawliszyn J. Untargeted metabolomics profiling of skeletal muscle samples from malignant hyperthermia susceptible patients // *Can J Anaesth*. 2021. Vol. 68, Is. 6. P. 761–772. DOI: 10.1007/S12630-020-01895-Y.
- Tanwar P., Naagar M., Malik G., Alam M.S., Singh T., Singh O., Maity M.K. A Review on Malignant Hyperthermia: Epidemiology, Etiology, Risk Factors, Diagnosis, Clinical Management and Treatment Modalities // *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*. 2023. Vol. 13. P. 138–161. DOI: 10.30574/wjbpshs.2023.13.1.0021.
- Wang Q.L., Fang Y.J., Shuo Guo L., Jing T., Jing R., Yi F. Atypical symptoms of malignant hyperthermia: A rare causative mutation in the RYR1 gene // *Open Medicine*. 2022. Vol. 17, Is. 1. P. 239–244. DOI: 10.1515/MED-2021-0396.
- Launikonis B.S., Murphy R.M. From muscle-based nonshivering thermogenesis to malignant hyperthermia in mammals // *Annual Review of Physiology*. 2025. Vol. 87. P. 131–150. DOI: 10.1146/annurev-physiol-022724-105205.
- Acosta I., Guillermo V., Fernández M. Malignant Hyperthermia Syndrome: A Clinical Case Report. *EJIFCC*. 2021. Vol. 32, Is. 2. P. 286–291. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34421497/> (дата обращения: 22.04.2024).
- Henry M., Smith H., Hickingbotham M., Stein S., Liman-to K., Callier S., Wright D., Yeh J., Larach M., Rosenberg H., Kim H., Christensen K. P619: Risk factors for malignant hyperthermia crises and subsequent complications to inform model development for newborn population screening // *Genetics in Medicine Open*. 2025. Vol. 3, Is. 2. DOI: 10.1016/j.gimo.2025.102467.
- Rüffert H., Bastian B., Bendixen D., Girard T., Heiderich S., Hellblom A., Hopkins P., Johannsen S., Snoeck M., Urwyler A., Glahn K., Bilmen J., Brand J., Bulger T., Diaz-Cambronero D., Dalmas A., Gillies R., Glauber V., Gupta P., Heytens L., Michalek-Sauberer L., Schuster F., Štěpánková D. Consensus guidelines on perioperative management of malignant hyperthermia suspected or susceptible patients from the European Malignant Hyperthermia Group // *British Journal of Anaesthesia*. 2021. Vol. 126, Is. 1. P. 120–130. DOI: 10.1016/j.bja.2020.09.029.
- Trychta K.A., Harvey B.K. Caffeine and MDMA (Ecstasy) Exacerbate ER Stress Triggered by Hyperthermia // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23. P. 1974. DOI: 10.3390/ijms23041974.
- Klincová M., Štěpánková D., Schröderová I., Klabusařová I., Štourač P. Malignant Hyperthermia in PICU—From Diagnosis to Treatment in the Light of Up-to-Date Knowledge // *Children*. 2022. Vol. 9, Is. 11. P. 1692. DOI: 10.3390/CHILDREN9111692.
- Larach M.G., Brandom B.W., Allen G.C., Gronert G.A., Lehman E.B. Malignant hyperthermia deaths related to inadequate temperature monitoring, 2007–2012: a report from the North American malignant hyperthermia registry of the malignant hyperthermia association of the United States. *Anesthesia & Analgesia*. 2014. Vol. 119, Is. 6. P. 1359–1366. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000421.
- MHAUS. Malignant Hyperthermia Association of the United States. MHAUS website. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mhaus.org/healthcare-professionals/be-prepared/safe-and-unsafe-anesthetics/> (дата обращения: 24.04.2024).
- Rüffert H., Bastian B., Bendixen D., Girard T., Heiderich S., Hellblom A., Hopkins P., Johannsen S., Snoeck M., Urwyler A., Glahn K. Consensus guidelines on perioperative management of malignant hyperthermia suspected or susceptible patients from the European Malignant Hyperthermia Group // *British journal of anaesthesia*. 2021. Vol. 126, Is. 1. P. 120–130. DOI: 10.1016/j.bja.2020.09.029.
- Gupta P.K., Hopkins P.M. Diagnosis and management of malignant hyperthermia // *Bja Education*. 2017. Vol. 17, Is. 7. P. 249–254. DOI: 10.1093/bjaed/mkw079.
- Barbosa T., Machado A., Correia I., Sá A. Malignant hyperthermia: a case report with good outcome // *Porto Biomedical Journal*. 2021. Vol. 6, Is. 1. P. 80. DOI: 10.1097/pbj.0000000000000080.
- Bin X., Wang B., Tang Z. Malignant hyperthermia: a killer if ignored // *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. 2022. Vol. 37, Is. 4. P. 435–444. DOI: 10.1016/j.jopan.2021.08.018.
- Hopkins P.M., Rüffert H., Snoeck M.M., Girard T., Glahn F.R., Müller C.R., Urwyler A. European Malignant Hyperthermia Group guidelines for investigation of malignant hyperthermia susceptibility // *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2015. Vol. 115, Is. 4. P. 531–539. DOI: 10.1093/bja/aev225.
- Hopkins P.M., Girard T., Dalay S., Jenkins B., Thacker A., Patteril M., McGrady E. Malignant hyperthermia 2020: Guideline from the Association of Anaesthetists // *Anaesthesia*. 2021. Vol. 76, Is. 5. P. 655–664. DOI: 10.1111/anae.15317.
- Riazi S., Kraeva N., Hopkins P.M. Malignant hyperthermia in the post-genomics era: new perspectives on an old concept // *Anesthesiology*. 2018. Vol. 128, Is. 1. P. 168. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001878.
- Stowell K. Henry Rosenberg, Mark Davis, Danielle James, Neil Pollock // *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 2007. Vol. 2, Is. 21. DOI: 10.1186/1750-1172-2-21.
- Gemelli C., Traverso M., Trevisan L., Fabbri S., Scarsi E., Carlini B., Prada V., Mongini T., Ruggiero L., Patrone S., Gallone S., Iodice R., Pisciotto L., Zara F., Origone P., Rota E., Minetti C., Bruno C., Schenone A., Mandich P., Fiorillo C., Grandis M. An integrated approach to the evaluation of patients with asymptomatic or minimally symptomatic hyperCKemia //

Muscle & Nerve. 2022. Vol. 65, Is. 1. P. 96–104. DOI: 10.1002/mus.27448.

25. Carpenter D., Ringrose C., Leo V., Morris A., Robinson R.L., Halsall P.J., Hopkins P.M., Shaw M. The role of CACNA1S in predisposition to malignant hyperthermia // BMC Med Genetics. 2009. Vol. 10. P. 104. DOI: 10.1186/1471-2350-10-104.

26. Gaburjakova J., Gaburjakova M. Molecular Aspects Implicated in Dantrolene Selectivity with Respect to Ryanodine Receptor Isoforms // International Journal of Molecular Sciences. 2023. Vol. 24. P. 5409. DOI: 10.3390/ijms24065409.

27. Лебединский К.М., Прокопьев Г.Г., Степаненко С.М., Дунц П.В., Молчанов И.В., Овечкин А.М., Александрович

Ю.С., Ломиворотов В.В., Шень Н.П., Трембач А.В., Золотухин К.Н., Пичугин В.В., Боронина И.В., Диордиев А.В., Ростовцев С.И. Злокачественная гипертермия, вызванная анестезией // Анестезиология и реаниматология. 2023. № 6. DOI: 10.17116/anaesthesiology20230616.

28. Liu H., Cao Y., Xue X., Bai Z., Wu S. Clinical efficacy of sodium bicarbonate in treating pediatric metabolic acidosis with varying level of acid–base balance parameters: a real-world study // BMC medicine. 2023. Vol. 21, Is. 1. P. 473. DOI: 10.1186/s12916-023-03189-8.

29. Gong X. Malignant hyperthermia when dantrolene is not readily available // BMC anesthesiology. 2021. Vol. 21. P. 1–11. DOI: 10.1186/s12871-021-01328-3.

СТАТЬЯ

УДК 681.5:697.9

ТЕЛЕМЕТРИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Безмертный Б.В., Мансуров Р.Ш.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», Новосибирск, e-mail: immortal@sibstrin.ru, rmansurov@inbox.ru

Цель данного научного исследования заключается в проектировании и внедрении системы управления адаптивной вытяжной вентиляцией для многоквартирных жилых зданий, основанной на принципах телеметрии и телемеханики. Микроклимат в жилой среде играет ключевую роль в обеспечении благополучия, работоспособности и общего состояния здоровья человека. Поскольку воздействовать на глобальные климатообразующие процессы напрямую невозможно, особое значение приобретают высокоэффективные системы управления параметрами воздушной среды внутри помещений. Работа посвящена проектированию автоматизированной системы управления микроклиматическими параметрами жилого пространства, предусматривающей возможность ручного задания необходимых характеристик. Функциональность адаптивной системы также включает в себя предоставление графических данных, визуализирующих текущее состояние окружающей среды. Рассматривается разработка адаптивной вытяжной вентиляционной системы для санитарно-гигиенических помещений (туалетов, ванных комнат, прачечных и т.п.) и кухонь жилых зданий под управлением микроконтроллера ESP8266. В статье описывается программная часть системы управления, включая управление вытяжной системой через Web-интерфейс, получение данных о погоде и регулирование производительности вытяжной вентиляционной системы как в автоматическом, так и в ручном режиме. В рамках данного проекта решалось множество задач, таких как проектирование концептуальной схемы, проведение отбора элементов, которые бы наилучшим образом отвечали поставленным целям, а также разработка схемы работы системы и создание экспериментального образца интеллектуальной системы управления. Разработка включает выбор компонентов управления и создание 3D-моделей для механизмов движущихся частей и корпуса. Исследуются технические характеристики используемой решетки и оптимизация конструкции. Описание процесса тестирования и оптимизации завершает статью.

Ключевые слова: микроконтроллер ESP8266, микроклимат жилых помещений, автоматизированная система управления микроклиматическими параметрами, адаптивная вытяжная вентиляционная система, Web-интерфейс, оптимизация микроклимата

TELEMETRY OF AIR PARAMETERS IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Bezsmertnyj B.V., Mansurov R.S.

*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin),
Novosibirsk, e-mail: immortal@sibstrin.ru, rmansurov@inbox.ru*

The objective of this research is to design and implement an adaptive exhaust ventilation system for multi-apartment residential buildings based on the principles of telemetry and telemechanics. The microclimate within a living space has a crucial role in ensuring the well-being, productivity, and overall health of occupants. Given that it is not possible to directly influence global climate change, highly effective indoor air management systems are of utmost importance. This work focuses on designing an automated control system that monitors and regulates the microclimatic conditions within a living space, allowing for manual adjustment of desired parameters. The adaptive nature of the system enables it to provide graphical visualizations of the current environmental conditions, facilitating a better understanding of the indoor environment. A study is being conducted on the development of an adaptive exhaust ventilation system for the sanitary facilities (toilets, bathrooms, laundries, etc.) and kitchens in residential buildings, which will be controlled by an ESP8266 microcontroller. The paper describes the software component of the control system, which includes controlling the exhaust system through a Web interface, acquiring weather data, and regulating the operation of the exhaust ventilation system both automatically and manually. As part of this project, a block diagram was developed, components were selected that optimally meet the set goals, a functional diagram was created, and a prototype adaptive system was manufactured. The development process also involves selecting control components and creating 3D models for moving parts and the housing. The technical characteristics of the grille used are studied, and the design is optimized. The article concludes with the testing and optimization process.

Keywords: ESP8266 microcontroller, residential microclimate, automated microclimatic parameters management system, adaptive exhaust ventilation system, Web interface, microclimate optimization

Введение

Одним из важных направлений в обеспечении комфортной и благоприятной среды в жилых помещениях является управление оптимальными параметрами внутреннего микроклимата с применением современных информационных технологий, интегрированных в системы «умного дома» [1].

Традиционные системы климатизации помещений характеризуются высокой стоимостью и сложностью монтажа, что ограничивает их применение в обычных квартирах. Экономические факторы (высокая цена оборудования и установки) могут стать препятствием для создания комфортной микроклиматической среды, что негативно

сказывается на ощущении комфорта и благополучии жильцов.

Снижение стоимости технологий, связанных с дистанционным сбором данных и автоматизированным управлением техническими системами [1], в сочетании с их активным развитием привело к появлению современных решений для автоматизированного контроля вентиляции. Такие системы способны динамически адаптировать работу приточно-вытяжных установок – как к изменениям параметров внутреннего микроклимата, так и к внешним условиям, обеспечивая тем самым создание оптимальной среды для комфортного проживания.

В настоящее время актуальной задачей является проектирование систем управления вентиляционными установками с адаптивными алгоритмами, что обусловлено рядом факторов, таких как:

- повышение энергетической эффективности: оптимизация процессов притока и вытяжки воздуха позволяет значительно снизить энергозатраты, что особенно важно для систем с круглосуточным режимом работы;

- обеспечение высокого качества внутреннего воздуха: предотвращение накопления вредных примесей и аллергенов способствует созданию комфортной и здоровой среды, положительно влияя на самочувствие и условия проживания;

- улучшение удобства эксплуатации: внедрение функций дистанционного управления делает использование системы более простым и гибким.

Таким образом, интеллектуальные системы управления вентиляцией не только способствуют повышению качества жизни, но и обеспечивают более рациональное использование энергетических ресурсов.

В современных системах автоматизации жилых помещений актуальной становится задача удаленного управления техническими устройствами. Одним из популярных решений для реализации данной задачи являются микроконтроллеры на базе Arduino, которые позволяют осуществлять управление через различные интерфейсы связи, включая Bluetooth, Wi-Fi и Интернет.

Решение задачи удаленного управления предполагает интеграцию отдельных устройств в единую сеть для обмена данными. Терминологически такие системы относятся к концепции интернета вещей (Internet of Things, IoT), где устройства взаимодействуют между собой и центральными серверами для выполнения поставленных задач [1].

При проектировании систем внутреннего тепло- и холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха в обществен-

ных и жилых зданиях нужно соблюдать требования энергоэффективности, а также применять передовые технологии, в том числе интеллектуальные системы автоматического управления климатическими системами здания [2].

В отдельную группу датчиков для Arduino следует выделить модули и платы с поддержкой Wi-Fi. В настоящее время такие устройства получают широкое распространение [1] благодаря растущей популярности концепции интернета вещей, которая подразумевает объединение физических объектов в единую цифровую экосистему для обмена данными и управления через сеть, а также благодаря развитию технологий «умных домов» [1], где устройства взаимодействуют между собой для автоматизации бытовых процессов и повышения комфорта пользователей.

Данные дополнения позволяют управлять устройствами на расстоянии – при помощи любого устройства с доступом в Интернет [3].

ESP8266 представляет собой микроконтроллер, предназначенный для организации беспроводной связи через интерфейс Wi-Fi и используемый в рамках однокристальной системы (System on a Chip, SoC) [3]. В связи с отсутствием встроенной флеш-памяти в составе этой системы выполнение пользовательских программ осуществляется посредством обращения к внешней флеш-памяти, взаимодействующей с системой через интерфейс SPI [4].

Цель данного научного исследования заключается в проектировании и внедрении системы управления адаптивной вытяжной вентиляцией для многоквартирных жилых зданий, основанной на принципах телеметрии и телемеханики. Разрабатываемая система призвана обеспечить автоматизированное регулирование параметров микроклимата с учетом данных о температуре, влажности и внешних климатических условиях.

Проведенное исследование выявило следующие недостатки существующих решений: отсутствие комплексного подхода к учету взаимосвязи между различными параметрами микроклимата; низкая адаптивность к быстро меняющимся условиям; ограниченная точность прогнозирования необходимых изменений в режиме работы системы.

Материалы и методы исследования

Анализ существующих публикаций показывает, что большинство современных систем вентиляции основано на принципах пропорционального регулирования [3], что ограничивает их эффективность

в условиях резких изменений климатических параметров.

В связи с этим было решено усовершенствовать существующие решения с использованием следующих методов: 1) применение нелинейной модели управления вместо традиционных линейных алгоритмов; 2) интеграция данных о внешней среде в процесс принятия решений; 3) использование усовершенствованной методики калибровки датчиков.

Эти решения позволяют достичь существенного повышения эффективности системы вентиляции при снижении энергопотребления.

В рамках данного проекта были осуществлены следующие ключевые этапы.

1. Благодаря изучению принципов работы существующих на рынке аналогичных решений удалось тщательно проанализировать их и оценить эффективность и ограничения, а также определить параметры, которыми необходимо управлять с помощью системы, ключевые из них – температура и влажность.

2. Следующим шагом был создан программный комплекс, интегрирующий дистанционное и локальное регулирование микроклимата, который предоставляет пользователю возможность оперативно реагировать на динамические трансформации внутреннего пространства помещения.

3. Разработана архитектура управляющего модуля на основе микроконтроллера ESP8266, укомплектованная измерительными датчиками климатических характеристик и программным инструментарием

для интерактивного и автономного конфигурирования режимов воздухообмена.

4. Созданы прототипы компонентов системы, включая 3D-модели движущихся частей и корпуса.

5. Выполнено тестирование системы в реальных условиях и проведен анализ эффективности управления параметрами микроклимата.

Следующим шагом в разработке модели управления является написание технологии управления параметрами элементов системы воздухообмена:

- основываясь на действующих нормах [5], обозначение допустимых границ для значений температуры и влажности, что позволит системе управления принимать решения о включении или отключении вытяжной системы, включая регулировку положения ламелей решеток и активацию вентилятора по мере необходимости;

- предоставление пользователю возможности выбора между автоматическим и ручным режимами управления системой;

- регистрация климатических параметров внутреннего пространства посредством специализированных измерительных устройств;

- извлечение метеорологической информации о внешней среде через удаленные информационные платформы;

- диагностика временных циклов для оптимизации функционирования вентиляционного механизма.

Логика работы данной системы реализована следующим образом (рис. 1).

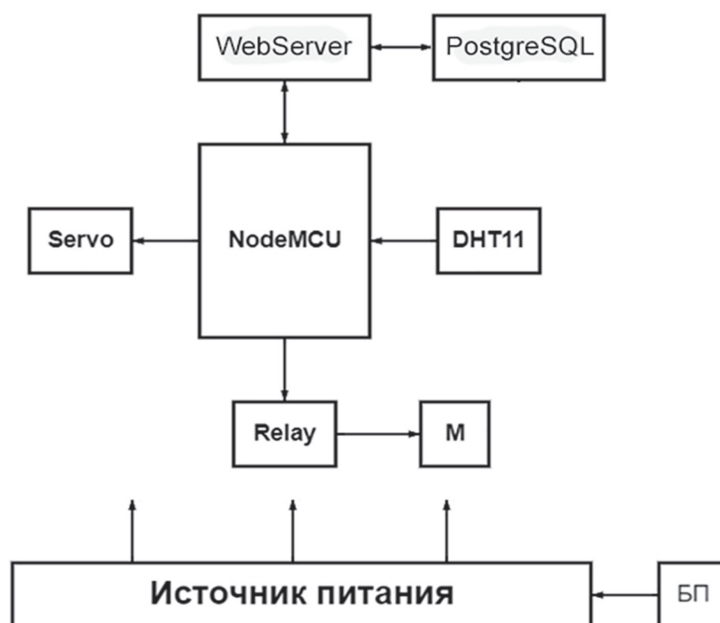


Рис. 1. Структурная диаграмма алгоритмических действий

Наиболее оптимальным вариантом управления является дистанционное администрирование, которое осуществляется через интегрированный Web-интерфейс с возможностью полного управления системой. Для этой цели архитектура воздухообменного контроля была реализована на микроконтроллере ESP8266, обеспечивающем беспроводное подключение. Для получения и обработки климатических параметров использовали библиотеку для работы с датчиком температуры и влажности «DHT.h», а временную калибровку производили посредством NTPClient. Это необходимо для корректной настройки и работы приложения.

Система управления выполнена из следующих электронных компонентов: микроконтроллер питается от 5 В через блок питания от сети 220 В, все остальные компоненты схемы потребляют напряжение от общих 3,3 В, выдаваемых самим микроконтроллером, все компоненты подключены к общему контакту – «земле» (GND), также выдаваемой самой платой.

Автоматический и ручной режимы работы вентиляции, предлагаемые системой, обеспечивают наиболее удобное управление для пользователя. Программа, написанная на языке программирования C++, содержит комплекс библиотек и переменных для обработки климатических параметров. Работа в автоматическом режиме предполагает регулировку в рамках заданного диапазона значений, а в ручном режиме пользователь получает полный контроль над вытяжной системой.

Программный алгоритм осуществляет мониторинг часового интервала, считывание сенсорных данных и получение метеорологической информации в JSON-формате. Возможность оперативно удалять неприятные запахи из помещения осуществляется посредством управления сервоприводом ламелей и вентилятором, которое реализуется через динамическую адаптацию к установленным параметрам.

Для того чтобы определить показатели влаги, которая содержится в воздухе, была использована I-d диаграмма Рамзина [6] (рис. 2).

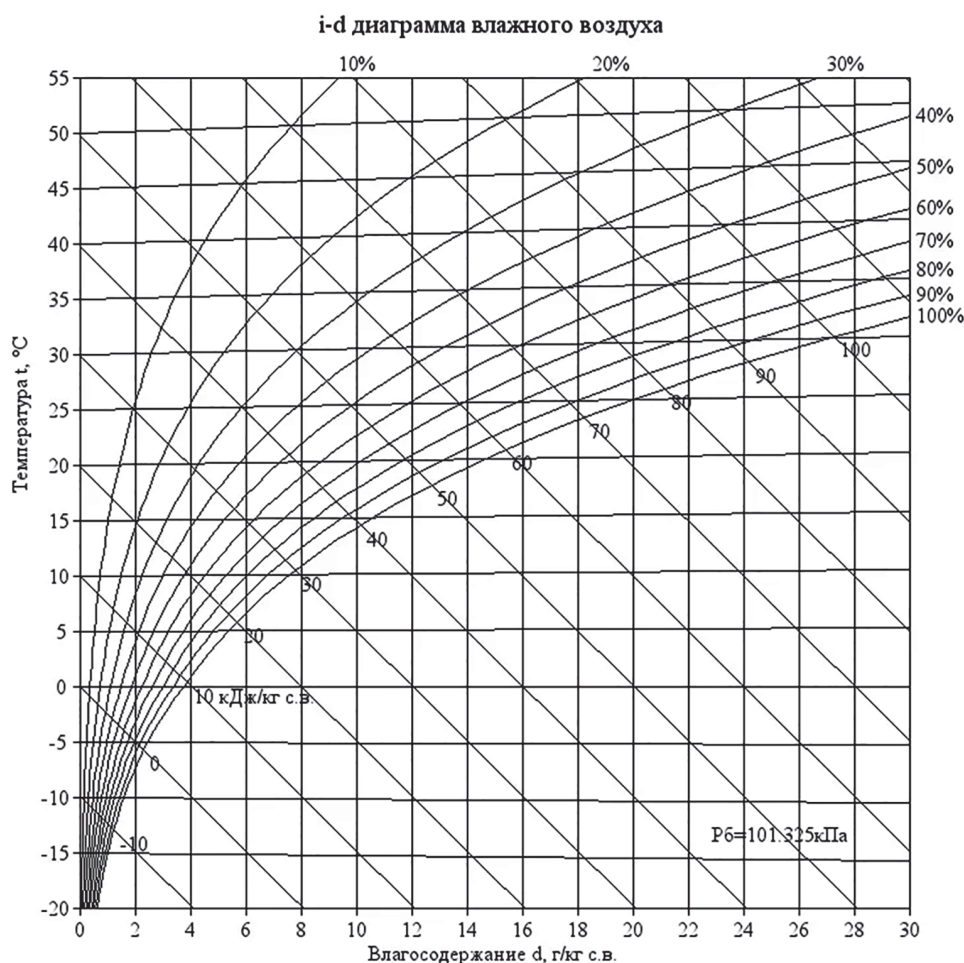


Рис. 2. I-d диаграмма влажного воздуха

Современные подходы принципиально трансформируют методологию использования I-d диаграмм. Комплексная программная разработка дает возможность автоматизировать вычислительные процессы термодинамического обмена и графически интерпретировать результаты. Такие программные решения значительно упрощают процесс работы с данными, что делает их более доступными и удобными для пользователей [6].

Влагосодержание рассчитывается по формуле (1) [7]:

$$d_{\text{в.в.}} = \frac{622 \times P_{\text{в.п.}}}{P_{\text{бар}} - P_{\text{п}}} \quad (1)$$

где $d_{\text{в.в.}}$ – влагосодержание во влажном воздухе;

622 – отношение молярных масс водяного пара и воздуха;

$P_{\text{в.п.}}$ – давление водяных паров, насыщающих воздух (3);

$P_{\text{бар}}$ – барометрическое давление (1003 гПа);

$P_{\text{п}}$ – давление водяных паров (2).

$$P_{\text{п}} = \frac{P_{\text{в.п.}} \times \varphi_{\text{в.в.}}}{100} \quad (2)$$

где $\varphi_{\text{в.в.}}$ – относительная влажность воздуха.

$$P_{\text{в.п.}} = 10^{2,125 + \frac{156 + 8,12 \times T_{\text{в.в.}}}{236 + T_{\text{в.в.}}}} \quad (3)$$

где $T_{\text{в.в.}}$ – температура воздуха.

Исследование предполагает калькуляцию параметров влагообмена с учетом предустановленных оптимальных значений. Посредством I-d диаграммы выявляется количественная разница между фактической и целевой влажностью. На основании полученных результатов определяется необходимый объем влагоудаления из воздушной среды помещения.

Наиболее удобное управление для пользователя осуществляется через Web-интерфейс, разработанный для управления системой, реализованный с использованием языков программирования HTML и JavaScript. Он включает в себя кнопки для управления вентиляцией и дисплеи для отображения текущих значений температуры и влажности [4]. Графическое представление данных с датчиков осуществляется с помощью библиотеки Chart.js, что позволяет пользователям просматривать исторические данные. Архивация измерительных данных реализована в системе управления базами данных PostgreSQL с интервалом обновления в полминуты.

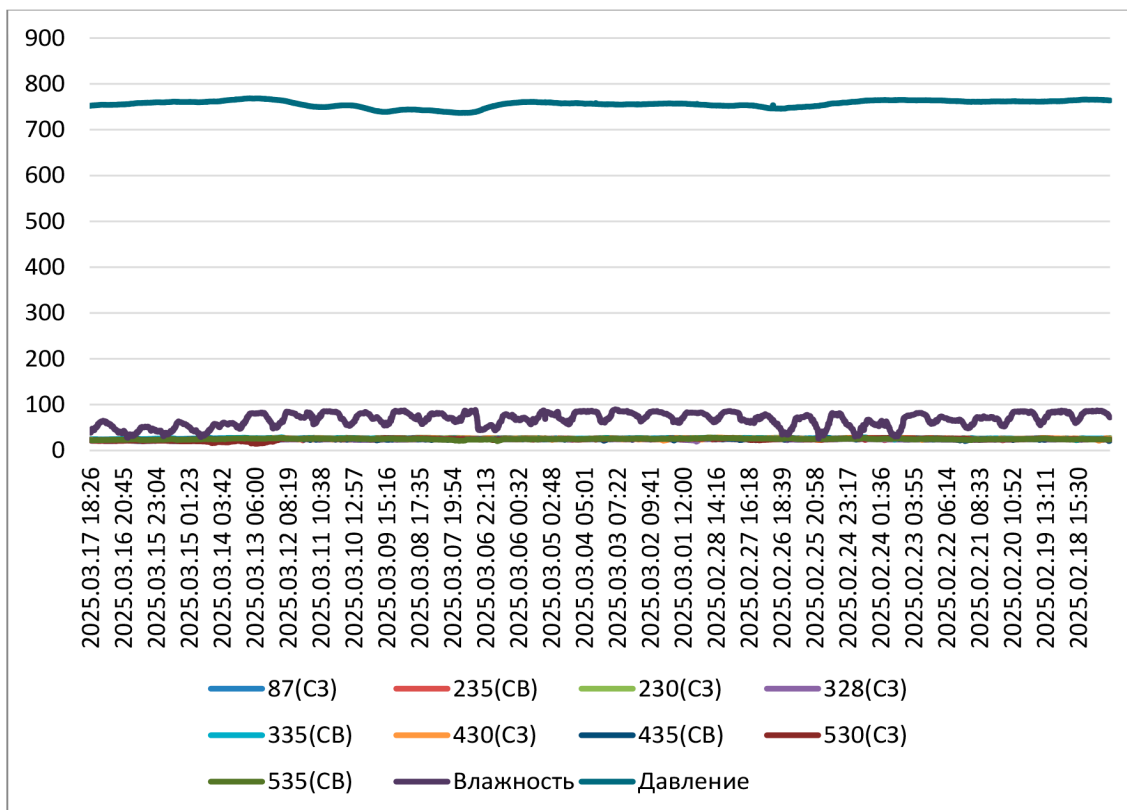


Рис. 3. График температуры и влажности за месяц

Интеграция информационных потоков выполняется посредством Django-фреймворка, применяющего объектно-реляционное ото-

бражение для взаимодействия с базой данных и генерирующего HTML-контент через специализированные шаблонизаторы.

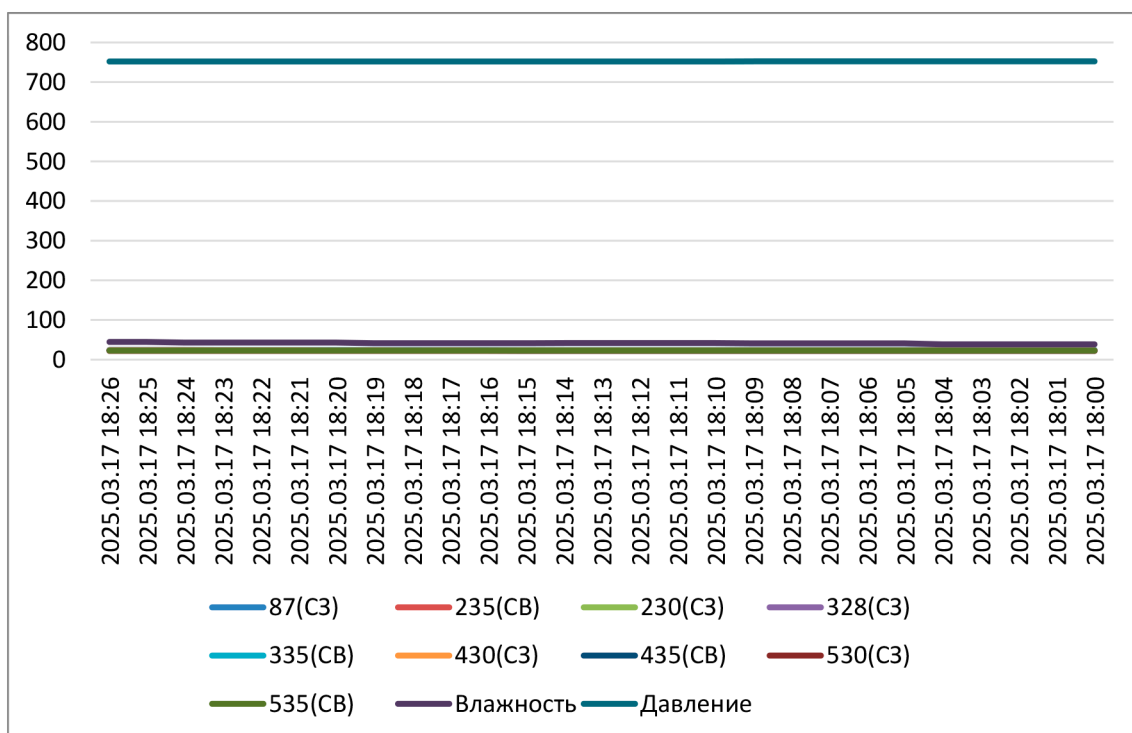


Рис. 4. График температуры и влажности за полчаса

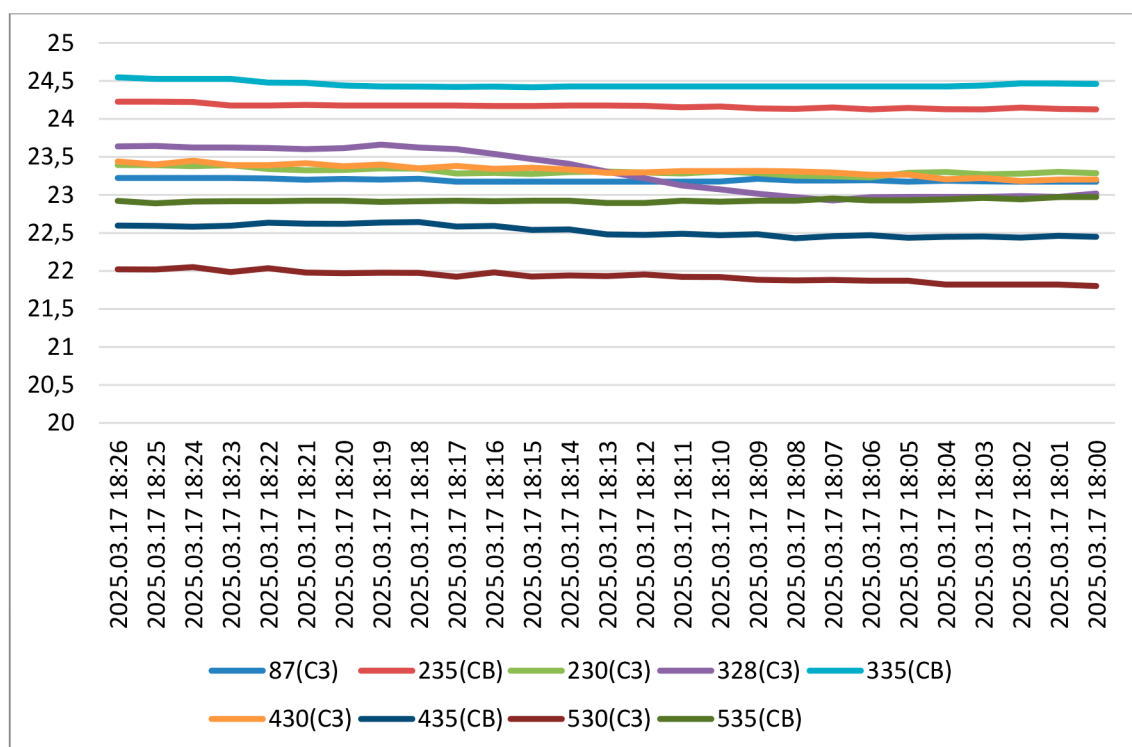


Рис. 5. График температуры за полчаса

При проектировании прототипа данной системы в цифровом виде использовали программу Blender. Данное программное обеспечение обладает широким функционалом, а также очень удобно для начинающих. В качестве исходных данных использовали показания датчиков температуры, влажности и давления, расположенные в комнатах общежития (рис. 3). На графике показаны номера комнат, в которых находятся датчики, и их расположение относительно сторон света: СЗ – северо-запад, СВ – северо-восток.

На рисунке 4 представлен тот же график, но с промежутком времени в полчаса.

Приведенный ниже график отображает только значения температуры на протяжении получаса (рис. 5).

Результаты исследования и их обсуждение

Адаптивная вытяжная вентиляционная система успешно прошла тестирование в жилых помещениях. Результаты показали:

- *энергоэффективность*: расход электроэнергии сократился на 15–20% за счет автоматической оптимизации режимов работы;

- *улучшение качества воздуха*: содержание углекислого газа и уровень влажности поддерживались в пределах нормативных значений [5, 8];

- *удобство эксплуатации*: пользователи отметили простоту управления системой через Web-интерфейс и надежность работы.

Система регулирует производительность вентиляции в зависимости от параметров воздуха (температуры, влажности, содержания углекислого газа), что приводит к избыточному энергопотреблению.

Для эффективного управления режимом работы систем вентиляции в алгоритме блока автоматического регулирования

необходимо обеспечить плавное изменение регулируемого параметра по заданному закону. В качестве регулируемого параметра может выступать угол раскрытия воздушной заслонки в системе вентиляции [8].

Для обеспечения простоты использования комплекса его сборка должна осуществляться на заводе, что исключает сложности для конечного потребителя при установке и настройке устройства. Пользователю потребуется лишь установить адаптивную систему в вентиляционное отверстие и подключить ее к источнику электропитания.

Механизм системы должен отличаться высокой надежностью и устойчивостью к агрессивным условиям эксплуатации, характерным для вытяжных систем.

Моделирование базируется на вентиляционной решетке АМН [7] из ассортимента компании «Арктика». Данная модель была выбрана в соответствии с необходимыми характеристиками, такими как размеры и угол наклона (рис. 6). Конструктивная особенность изделия обеспечивает легкость маневрирования и оптимизацию воздушной динамики.

В таблице показана корреляция между объемом воздушного потока L_0 , акустическим давлением L_a , и соответствующими потерями полного давления $\Delta_0 P_{\text{полн}}$. В процессе воздухоудаления жалюзи вентиляционных решеток фиксируются в нулевом положении. При этом входящий воздушный поток не модифицирует параметры обслуживаемого пространства и не требует дополнительных расчетных процедур.

В связи с отсутствием готовых решений для автоматически регулируемых вытяжных решеток авторы разработали модель и принцип работы как электронных, так и механических компонентов. Изготовление деталей осуществлялось с использованием 3D-принтера.

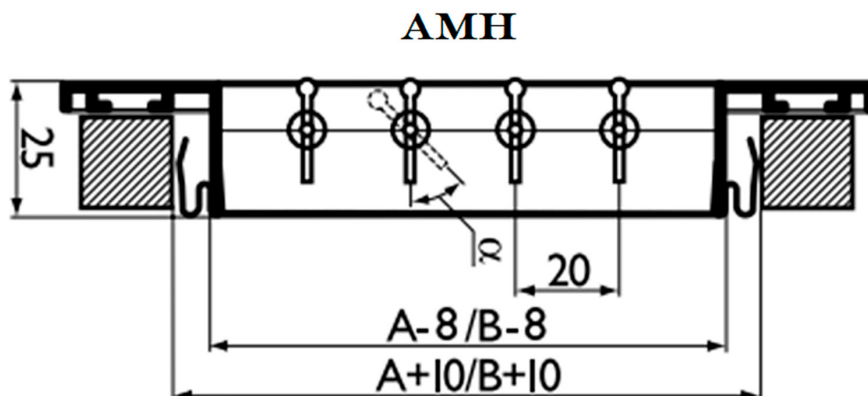


Рис. 6. Характеристики решетки типа АМН

Корреляция между объемом воздушного потока и акустическим давлением

Размер АхВ, мм	$F_0, \text{м}^2$	$L_a = 25 \text{дБ(А)}$			$L_a = 35 \text{дБ(А)}$			$L_a = 45 \text{дБ(А)}$		
		$L_0, \text{м}^3/\text{ч}$	$V_0, \text{м/с}$	$\Delta P_n, \text{Па}$	$L_0, \text{м}^3/\text{ч}$	$V_0, \text{м/с}$	$\Delta P_n, \text{Па}$	$L_0, \text{м}^3/\text{ч}$	$V_0, \text{м/с}$	$\Delta P_n, \text{Па}$
150x150	0,02	200	2,8	8	320	4,4	19	680	9,4	87

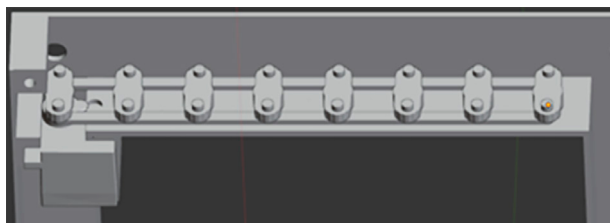


Рис. 7. Модель решетки, применяемая в прототипе

На начальном этапе моделирования были разработаны различные варианты механизма поворота ламелей (рис. 7). Это было сделано на основе расчетов, анализа других проектируемых вариантов механизма открытия и закрытия вытяжной решетки.

После завершения разработки приводного механизма было решено оптимально разместить все компоненты при проектировании корпуса. Для плотного закрытия ламелей большое внимание уделяли подбору размеров и формы. Вверху спроектировано отверстие, которое необходимо для извлечения решетки и последующей ее очистки, также для защиты использовали фильтрующий элемент. Вытяжная решетка фиксируется на стене с помощью четырех саморезов. После завершения сборки был успешно проведен тест прототипа.

Заключение

В ходе выполнения исследовательской работы была изучена и разработана адаптивная система управления параметрами микроклимата в жилых зданиях. Рассмотрены факторы, влияющие на микроклимат в жилых помещениях. Также для данной системы была разработана принципиальная структурная электрическая схема. Изготовлен прототип и проведена апробация.

Данная система обеспечивает автоматизированное управление влажностью воздуха, учитывая взаимосвязь между температурой, временем года и влажностью окру-

жающей среды. Контроль уровня влажности осуществляется с помощью датчиков, которые регулируют угол поворота ламелей на решетке.

Список литературы

1. Dave Evans. "The internet of things: how the next evolution of the internet is changing everything" // cisco: website. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf?spm=a2ty_o01.29997173.0.0.737bc9217ybkIk&file=IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (дата обращения: 23.03.2025).
2. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Дата введения 2021-07-01. М.: Стандартинформ, 2021. 149 с.
3. Безмертвый Б.В., Задорожный А.Ф., Колофидина А.А. Основы проектирования систем управления на базе Arduino. учебное пособие. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2023. 152 с.
4. Documentation. espressif's documentation feedback link is now available // Espressif: website. URL: <https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents> (дата обращения: 26.03.2025).
5. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. 2021. 469 с.
6. Аверкин. А.Г. I-D Диаграмма влажного воздуха и её применение при проектировании технических устройств. СПб.: Лань, 2021. 192 с.
7. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2019. 11 с.
8. Середа С.Н. Моделирование влияния сопротивления воздушной заслонки на воздухообмен вентилируемых помещений // Современные наукоемкие технологии № 1. 2024. С. 75-81. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39911> (дата обращения: 23.03.2025).