

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «УФИМСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕДИЦИНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА»

Медицинский вестник Башкортостана

Научно-практический журнал
Том 21, № 2 (122) Март-Апрель 2026 г.

Редакционная коллегия

Гл. редактор - чл.-кор. РАН, акад. АН РБ, проф. В.М.Тимербулатов

Заместители главного редактора: проф. А.А. Бакиров; акад. АН РБ, проф. А.Б.Бакиров;

чл.-кор. АН РБ, проф. Ф.Х.Камилов, акад. РАН, проф. В.Н.Павлов

Члены редакционной коллегии: проф. Э.Н.Ахмадеева, проф. В.Ш.Вагапова, акад. АН РБ, проф. Ш.Х.Ганцев,
проф. А.Ж.Гильманов, проф. А.А.Гумеров, проф. Д.А.Еникеев, проф. Ш.З.Загидуллин, проф. В.А.Катаев,
проф. С.А.Мещерякова, проф. Т.И.Мустафин, проф. М.А.Нартайлаков, проф. Ф.А.Халиуллин, проф. А.Г.Хасанов,
проф. С.В.Чуйкин, проф. В.Л.Юлдашев.

Редакционный совет

Чл.-кор. РАН, проф. Ю.Г.Аляев (Москва); проф. А.Р.Асадуллин (Уфа); проф. И.Ф.Ахтямов (Казань); проф.
В.В.Базарный (Екатеринбург); акад. РАН, проф. Л.А.Бокерия (Москва); проф. Р.Г.Валиулов (Уфа); проф.
В.В.Викторов (Уфа); проф. Р.С.Гараев (Казань); проф. Л.Т.Гильмутдинова (Уфа); проф. Н.Ш.Загидуллин (Уфа); проф.
В.Зельман (США); проф. И.Э.Юшин (Москва); проф. Э.А.Казачкова (Челябинск); проф. А.В.Капишиков (Самара); проф.
Н.А.Кирьянов (Ижевск); проф. И.В.Клюшкин (Казань); акад. РАН, проф. Г.П.Котельников (Самара); проф. И.С.Липатов
(Самара); проф. Л.С.Логотова (Москва); акад. РАН, проф. О.Б.Лоран (Москва); проф. А.Май (Германия); проф.
Б.Ш.Минасов (Уфа); проф. Э.Р.Мулдашев (Уфа); проф. Р.Б.Мумладзе (Москва); проф. А.Г.Муталов (Уфа); проф.
Л.И.Ратникова (Челябинск); проф. Л.М.Рошаль (Москва); проф. Р.А.Салеев (Казань); проф. О.В.Скороходкина (Казань);
проф. Н.С.Стрелков (Ижевск); проф. Т.Н.Трофимова (Санкт-Петербург); чл.-кор. РАН, проф. А.В.Тутельян (Москва); чл.-
кор. РАН, проф. И.Н.Тюренок (Волгоград); проф. Удо Обертале (Германия); проф. А.К.Усович (Беларусь); проф.
В.Х.Фазылов (Казань); проф. А.А.Фокин (Челябинск); проф. Р.Функ (Германия); проф. Р.А.Хасанов (Уфа); чл.-кор. РАН,
проф. Б.Д.Цыганков (Москва); акад. РАН, проф. В.А.Черешнев (Екатеринбург); проф. С.В.Чурашов (Санкт-Петербург);
акад. РАН, проф. А.Г.Чучалин (Москва); акад. РАН, проф. В.Б.Шадринский (Азербайджан); проф. С.Н.Щербо (Москва).

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России
журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Адрес редакции, издателя, типографии:
450008, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Телефон (347) 272-73-50
E-mail: mvb_bsmu@mail.ru
<http://mvb-bsmu.ru/>

Дата выхода: 29.04.2026
Формат 60×84 ¹/₈
Условных печатных листов – 14,88
Заказ № 55
Тираж 500 экз.
12+
Цена 800 руб.

Зав. редакцией -
Научный редактор -
Технический редактор -
Художественный редактор -
Корректор -
Корректор -
Корректор-переводчик -

доц. Д.Ю. Рыбалко
доц. А.Н. Ишмухаметова
доц. И.М. Насибуллин
Н.И. Ровнейко
Н.А. Брагина
Н.В. Милицкая
доц. О.А. Майорова

Зарегистрирован федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор) – свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС77-69728 от 5 мая 2017

Подписной индекс в каталоге «Почта России» ПМ433

ISSN 1999-6209

© Издательство "ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России", 2026

Все права защищены. Ни одна часть этого издания не может быть преобразована в электронный вид,
либо воспроизведена любым способом без предварительного согласия издателя

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«BASHKIR STATE MEDICAL UNIVERSITY» OF THE MINISTRY OF HEALTH
OF THE RUSSIAN FEDERATION
HEALTH MINISTRY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN
FEDERAL STATE SCIENTIFIC ESTABLISHMENT
UFA RESEARCH INSTITUTE OF OCCUPATIONAL MEDICINE AND HUMAN ECOLOGY

BASHKORTOSTAN MEDICAL JOURNAL

Scientific Publication

Volume 21, Number 2 (122), March-April, 2026

Editorial Board:

Editor-in-Chief – Prof. V.M.Timerbulatov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, academician of the Academy of Sciences of Bashkortostan

Associate Editors: Prof. A.A.Bakirov; Prof. A.B.Bakirov, academician of the Academy of Sciences of Bashkortostan; Prof. F.Kh.Kamilov, corresponding member of the Academy of Sciences of Bashkortostan; Prof. V.N.Pavlov, academician of the Russian Academy of Sciences

Editorial Director – Assoc. Prof. D.Yu.Rybalko

Editorial Board Members: Prof. E.N.Akhmadeyeva; Prof. V.Sh.Vagapova; Prof. Sh.Kh.Gantsev, academician of the Academy of Sciences of Bashkortostan; Prof. A.Zh. Gilmanov; Prof. A.A.Gumerov; Prof. D.A.Enikeev; Prof. Sh.Z.Zagidullin; Prof. V.A.Kataev; Prof. S.A. Meshcheryakova, Prof. T.I.Mustafin; Prof. M.A.Nartailakov; Prof. F.A.Khaliullin; Prof. A.G.Khasanov; Prof. S.V.Chuykin; Prof. V.L.Yuldashev

Editorial Committee:

Prof. Yu.G.Alyayev, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. A.R.Asadullin (Ufa); Prof. I.F.Akhtyamov (Kazan); Prof. V.V.Bazarniy (Ekaterinburg); Prof. L.A.Bokeria, academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. R.G. Valinurov (Ufa); Prof. V.V. Viktorov (Ufa); Prof. R.S.Garaev (Kazan); Prof. L.T.Gilmutdinova (Ufa); Prof. N.Sh.Zagidullin (Ufa); Prof. V.Zelman (USA); Prof. I.E.Ioshin (Moscow); Prof. E.A.Kazachkova (Chelyabinsk); Prof. A.V.Kapishnikov (Samara); Prof. N.A.Kir'yanov (Izhevsk); Prof. I.V.Klyushkin (Kazan); Prof. G.P.Kotelnikov, academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. L.S.Logutova (Moscow); Prof. O.B.Loran, academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. A.May (Germany); Prof. B.Sh.Minasov (Ufa); Prof. E.R.Muldashev (Ufa); Prof. R.B.Mumladze (Moscow); Prof. A.G.Mutalov (Ufa); Prof. L.I.Ratnikova (Chelyabinsk); Prof. L.M.Roshal (Moscow); Prof. R.A.Saleev (Kazan); Prof. O.V.Skorohodkina (Kazan); Prof. N.S.Strelkov (Izhevsk); Prof. T.N.Trofimova (St. Petersburg); Prof. A.V.Tutel'yan, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. I.N.Tyurenkov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (Volgograd); Prof. Udo Obertacke (Germany); Prof. A.K.Usovich (Belarus); Prof. V.Kh.Fazylov (Kazan); Prof. A.A.Fokin (Chelyabinsk); Prof. R.Funk (Germany); Prof. R.A.Khasanov (Ufa); Prof. B.D.Tsygankov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. V.A.Chreshnev, academician of the Russian Academy of Sciences, (Ekaterinburg); Prof. S.V.Churashov (St. Petersburg); Prof. A.G.Chuchalin, academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow); Prof. V.B.Shadlinskiy, academician of the Russian Academy of Sciences (Azerbaijan); Prof. S.N.Scherbo (Moscow).

**According to the decision of the Presidium of State Commission for Academic Degrees and Titles
of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation**

Bashkortostan Medical Journal is entitled to publish fundamental scientific results of doctoral and candidate's theses.

Editorial Office:

3 Lenin str., Ufa 450008
Republic of Bashkortostan
Russian Federation
Tel.: (347) 272-73-50
E-mail: mvb_bsmu@mail.ru

Scientific Editor	Assoc. Prof. A.N. Ishmukhametova
Technical Editor	Assoc. Prof. I.M. Nasibullin
Art Editor	N.I. Rovneyko
Russian editing	N.A. Bragina, N.V. Militetskaya
English editing	Assoc. Prof. O.A. Mayorova
http://mvb-bsmu.ru/	

ISSN 1999-6209

© BSMU Publishing House, 2026

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced by electronic or other means or transmitted in any form,
without the permission of the publisher

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕРЕДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА И АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ

- | | |
|---|---|
| <p>М.Н. Пономарева, В.Н. Алёкина, Ю.В. Елфимов,
Д.С. Спирина, Д.Б. Егоров, Н.С. Брынза
ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ
У ДЕТЕЙ СРЕДНЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА,
РОЖДЕННЫХ НЕДОНОШЕННЫМИ</p> | <p>M.N. Ponomareva, V.N. Alyokina, Yu.V. Yelfimov,
D.S. Spirina, D.B. Egorov, N.S. Brynza
RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF REFRACTIVE
ANOMALY IN CHILDREN OF MIDDLE PRESCHOOL AGE
BORN PREMATURELY</p> |
| | 5 |
| <p>О.И. Оренбуркина, А.Ф. Габдрахманова, Г.Н. Резбаева,
С.Р. Бикбулатова, Л.Д. Зулфалиева, А.У. Ильтинбаева
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ТОНОМЕТРИ-
ЧЕСКИХ ДАННЫХ ГЛАЗА ПРИ МИОПИИ У ДЕТЕЙ</p> | <p>O.I. Orenburkina, A.F. Gabdrakhmanova, G.N. Rezbaeva,
S.R. Bikbulatova, L.D. Zulfalieva, A.U. Iltinbaeva
COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL AND TONO-
METRIC DATA IN CHILDREN EYES WITH MYOPIA</p> |
| | 11 |
| <p>А.А. Ивлева, Д.И. Кошелев,
И.В. Сироткина, Э.Р. Шакирова, О.И. Оренбуркина
МЕЖОКУЛЯРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ
И АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗРИТЕЛЬНЫХ
ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ДЕТЕЙ БЕЗ НАРУШЕНИЯ
ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ</p> | <p>A.A. Ivleva, D.I. Koshelev,
I.V. Sirotkina, E.R. Shakirova, O.I. Orenburkina
INTEROCULAR DIFFERENCES IN VISUAL ACUITY AND
THE AMPLITUDE-TEMPORAL PARAMETERS OF VISUAL
EVOKED POTENTIALS IN CHILDREN WITHOUT VISUAL
IMPAIRMENT</p> |
| | 15 |

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЗАДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА И МАКУЛЯРНАЯ ПАТОЛОГИЯ

- | | |
|--|--|
| <p>Е.А. Дроздова, А.М. Богомолова
РЕЗУЛЬТАТЫ АНТИАНГИОГЕННОЙ ТЕРАПИИ И АНАЛИЗ
ОКТ-БИОМАРКЕРОВ ПАЦИЕНТОВ С НАЛИЧИЕМ МОСТО-
ВИДНОЙ СУБРЕТИНАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ НЕО-
ВАСКУЛЯРНОЙ ФОРМЕ ВОЗРАСТНОЙ МАКУЛЯРНОЙ
ДЕГЕНЕРАЦИИ</p> | <p>E.A. Drozdova, A.M. Bogomolova
RESULTS OF ANTIANGIOGENIC THERAPY AND ANALYSIS
OF OCT BIOMARKERS IN PATIENTS WITH BRIDGED SUB-
RETINAL FLUID IN THE NEOVASCULAR FORM OF AGE-
RELATED MACULAR DEGENERATION</p> |
| | 21 |
| <p>Е.А. Дроздова, К.Н. Дашенко, Д.Ю. Хохлова, Т.Т. Гезибейков
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ РЕЦИДИВИРУЮЩЕГО
ТЕЧЕНИЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО МАКУЛЯРНОГО ОТЕКА
НА ФОНЕ АНТИАНГИОГЕННОЙ ТЕРАПИИ</p> | <p>E.A. Drozdova, K.N. Dashenko, D.Yu. Khokhlova, T.T. Gezibeykov
MORPHOMETRIC PREDICTORS OF RECURRENT DIABETIC
MACULAR EDEMA DURING ANTIANGIOGENIC THERAPY</p> |
| | 26 |
| <p>Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухамадеев, Т.И. Дибаяв, Т.Н. Исмагилов
РАННИЕ АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
ЗАГРУЗОЧНОЙ ФАЗЫ ТЕРАПИИ ФАРИЦИМАБОМ
ПРИ НЕОВАСКУЛЯРНОЙ ВОЗРАСТНОЙ МАКУЛЯРНОЙ
ДЕГЕНЕРАЦИИ</p> | <p>B.M. Aznabaev, T.R. Mukhamadeev, T.I. Dibaev, T.N. Ismagilov
EARLY ANATOMICAL AND FUNCTIONAL OUTCOMES OF
THE LOADING PHASE OF FARICIMAB THERAPY IN NEO-
VASCULAR AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION</p> |
| | 30 |
| <p>Т.И. Дибаяв, Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухамадеев
ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОИНВАЗИВНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
ВИТРЕКТОМИИ 25G ПРИ РЕОПЕРАЦИЯХ НА ФОНЕ СИЛИ-
КОНОВОЙ ТАМПОНАДЫ ВИТРЕАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ</p> | <p>T.I. Dibaev, B.M. Aznabaev, T.R. Mukhamadeev
FEATURES OF 25G MICROINVASIVE ULTRASONIC
VITRECTOMY IN REOPERATIONS IN SILICONE
OIL-FILLED EYES</p> |
| | 35 |

ГЛАУКОМА, НЕЙРООФТАЛЬМОЛОГИЯ И СИСТЕМНО- АССОЦИИРОВАННЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

- | | |
|--|--|
| <p>О.И. Оренбуркина, А.Э. Бабушкин,
Э.Р. Шаммасова, С.М. Шамсутдинов
АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ГЛАУКОМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН</p> | <p>O.I. Orenburkina, A.E. Babushkin,
E.R. Shammassova, S.M. Shamsutdinov
ANALYSIS OF EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS
OF GLAUCOMA IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN</p> |
| | 40 |
| <p>О.И. Оренбуркина, Г.Г. Корнилаева,
А.Э. Бабушкин, М.П. Корнилаева, С.М. Шамсутдинов
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НЕПРОНИКАЮЩЕЙ
АНТИГЛАУКОМНОЙ ОПЕРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГУБЧАТОГО АЛЛОДРЕНАЖА</p> | <p>O.I. Orenburkina, G.G. Kornilaeva,
A.E. Babushkin, M.P. Kornilaeva, S.M. Shamsutdinov
PRELIMINARY RESULTS OF NON-PENETRATION
ANTI-GLAUCOMA SURGERY WITH THE USE
OF SPONGE ALLODRENAGE</p> |
| | 46 |
| <p>О.А. Горынина
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИМПЛАНТАЦИИ
ПОЛНОСТЬЮ РЕФРАКЦИОННОЙ EDOF ИНТРАОКУЛЯРНОЙ
ЛИНЗЫ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ
ГЛАУКОМой ЧЕРЕЗ МЕСЯЦ ПОСЛЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИ-
КАЦИИ КАТАРАКТЫ</p> | <p>O.A. Gorynina
FUNCTIONAL OUTCOMES OF FULLY REFRACTIVE EDOF
INTRAOCULAR LENS IMPLANTATION IN PATIENTS
WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA ONE MONTH
AFTER CATARACT PHACOEMULSIFICATION</p> |
| | 52 |
| <p>И.А. Гндоян, К.С. Тришкин, Г.В. Лучшева
ИДИОПАТИЧЕСКАЯ ВНУТРИЧЕРЕПНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ
В ПРАКТИКЕ ОФТАЛЬМОЛОГА: ВОПРОСЫ ДИФФЕРЕН-
ЦИАЛЬНОГО ДИАГНОЗА</p> | <p>I.A. Gndoyan, K.S. Trishkin, G.V. Luchsheva
IDIOPATHIC INTRACRANIAL HYPERTENSION
IN OPHTHALMOLOGICAL PRACTICE: THE QUESTIONS
OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS</p> |
| | 58 |
| <p>А.А. Измайлова, С.В. Сахарова, Н.А. Курлович,
О.А. Любимцева, В.К. Куколева, М.Н. Пономарева
КЛИНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИНТЕГРАЛЬНЫХ
ПАРАМЕТРОВ ГЕМОГРАММЫ В ЭТИОЛОГИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКЕ УВЕИТОВ</p> | <p>A.A. Izmailova, S.V. Sakharova, N.A. Kurlovich,
O.A. Lyubimtseva, V.K. Kukoleva, M.N. Ponomareva
CLINICAL SIGNIFICANCE OF INTEGRAL PARAMETERS
OF THE HEMOGRAM TEST IN THE ETIOLOGICAL
DIAGNOSTICS OF UVEITIS</p> |
| | 64 |

И.А. Муратова, Г.У. Аюпова,
И.Р. Карачурина, А.Ш. Загидуллина, Р.А. Батыршин
**ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО
ЭПИДЕРМАЛЬНОГО НЕКРОЛИЗА (СИНДРОМА ЛАЙЕЛЛА)**

70

I.A. Muratova, G.U. Ayupova,
I.R. Karachurina, A.Sh. Zagidullina, R.A. Batirshin
**OPHTHALMOLOGICAL COMPLICATIONS OF TOXIC
EPIDERMAL NECROLYSIS (LYELL'S SYNDROME)**

ДИАГНОСТИКА, ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Г.Я. Гайсина, М.Т. Азнабаев, М.М. Туйгунов, Г.А. Азаматова,
С.Р. Авхадеева, К.В. Ерыкалина, Г.С. Сабитова, А.Р. Кузнецова
**ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *STAPHYLOCOCCUS
AUREUS* К МЕСТНЫМ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИМ АНТИ-
БАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ**

76

G.Ya. Gaysina, M.T. Aznabaev, M.M. Tuigunov, G.A. Azamatova,
S.R. Avkhadeeva, K.V. Erykalina, G.S. Sabitova, A.R. Kuznetsova
**STUDY OF THE SENSITIVITY OF *STAPHYLOCOCCUS
AUREUS* TO TOPICAL OPHTHALMIC ANTIBIOTICS**

Р.Р. Ибрагимова, Е.А. Лопухова, Г.М. Идрисова, Т.Р. Мухамедеев
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИИ-СИСТЕМ
И ЭКСПЕРТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ВОЗРАСТНОЙ МАКУЛЯР-
НОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ОКТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ
(ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

80

R.R. Ibragimova, E.A. Lopukhova, G.M. Idrisova, T.R. Mukhamadeev
**COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF AI SYSTEMS AND EXPERT AGE-RELATED MACULAR
DEGENERATION DIAGNOSTICS BASED ON OCT IMAGES
(PILOT STUDY)**

Р.Р. Ахмедеев, Р.Р. Ямгутдинов, Т.Р. Мухамедеев, А.С. Вафиев
**ПОСТОЯННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛАЗА ПРИ ЭКСПЕРИМЕН-
ТАЛЬНОЙ ЭНДОИЛЛЮМИНАЦИИ (ПИЛОТНОЕ ИССЛЕ-
ДОВАНИЕ)**

85

R.R. Akhmedeev, R.R. Yamgutdinov, T.R. Mukhamadeev, A.S. Vafiev
**STANDING POTENTIAL OF THE EYE IN EXPERIMENTAL
ENDOILLUMINATION (PILOT STUDY)**

ДРУГИЕ РАЗДЕЛЫ МЕДИЦИНЫ

З.З. Хамидуллина, Д.Ш. Авзалетдинова, Т.В. Моругова, Н.Ш. Загидуллин,
Р.М. Гумеров, К.Р. Хамидуллин, А.З. Булгакова, Л.В. Плечев
**ТЕЧЕНИЕ И ИСХОД COVID-19 У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ
ДИАБЕТОМ 2 ТИПА И ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННОЙ ГИПЕР-
ГЛИКЕМИЕЙ**

92

Z.Z. Khamidullina, D.Sh. Avzaletdinova, T.V. Morugova, N.Sh. Zagidullin,
R.M. Gumerov, K.R. Khamidullin, A.Z. Bulgakova, L.V. Plechev
**COURSE AND OUTCOMES OF COVID-19 IN PATIENTS
WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND NEWLY ONSET
OF HYPERGLYCEMIA**

С.П. Зарубина, И.Ю. Федина, С.А. Хаменский, Н.М. Рехтина
**ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ ДОБАВОЧНЫХ КОСТЕЙ
ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА**

99

S.P. Zarubina, I.Yu. Fedina, S.A. Khamenskii, N.M. Rekhtina
**VARIANT ANATOMY OF THE ACCESSORY BONES
OF THE HUMAN SKULL**

А.В. Масленников, А.И. Батраев, А.А. Рахматуллин
**ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЬЦЕВОГО ИНДЕКСА (2D:4D)
У ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

103

A.V. Maslennikov, A.I. Batraev, A.A. Rakhmatullin
**CHARACTERISTICS OF THE FINGER INDEX (2D:4D)
IN RESIDENTS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

А.Л. Марков, М.М. Агаев,
Р.Э. Ермаченков, И.А. Фридман, А.В. Басевич
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ В СИСТЕМЕ ТРЕХФАЗНОГО
ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ**

108

A.L. Markov, M.M. Agaev,
R.E. Ermachenkov, I.A. Friedman, A.V. Basevich
**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE EFFICIENCY
LIMIT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF EXTRAC-
TION IN A THREE-PHASE FLUIDIZED BED SYSTEM**

К.В. Бреславский, М.М. Курашов, Е.Е. Лоскутова
**СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ТЕРАПИИ
КОЖНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ: АНАЛИЗ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ**

115

K.V. Breslavskii, M.M. Kurashov, E.E. Loskutova
**CURRENT ASPECTS OF SKIN DISEASES TREATMENT
IN CHILDREN: ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN
PUBLICATIONS**

ЮБИЛЕЙ

**ЭЛЬЗА НАБИАХМЕТОВНА АХМАДЕЕВА
(К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

124

**ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, НАПРАВЛЯЕМЫМ
В ЖУРНАЛ «МЕДИЦИНСКИЙ ВЕСТНИК БАШКОРТОСТАНА»**

126

ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕРЕДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА И АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ

<https://doi.org/10.24060/1999-6209-2026-21-2-5-10>
УДК 617.753-053.4

© Коллектив авторов, 2026

М.Н. Пономарева¹, В.Н. Алёкина²,
Ю.В. Елфимов³, Д.С. Спирина³, Д.Б. Егоров¹, Н.С. Брынза¹

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ У ДЕТЕЙ СРЕДНЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, РОЖДЕННЫХ НЕДОНОШЕННЫМИ

¹ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Тюмень

²ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница №2», г. Тюмень

³ГАУЗ ТО Областной офтальмологический диспансер, г. Тюмень

Резюме

Цель. Определить факторы риска развития аномалии рефракции у недоношенных детей в среднем дошкольном возрасте.

Материал и методы. Проведено ретроспективное когортное исследование медицинской документации недоношенных детей, рандомизированных на две группы: имеющих аномалию рефракции и не имеющих данной патологии. Оценено влияние соматического статуса матери на беременность и состояние ребенка при рождении.

Результаты. Основными факторами риска со стороны соматического статуса ребенка являются: наличие ретинопатии (100% наблюдений), средний вес при рождении 1038,660 г, срок гестации 28,004 недели, выхаживание в перинатальном центре и отделении патологии новорожденных. Сочетание этих факторов увеличивает вероятность развития аномалии рефракции у ребенка в возрасте 4-5 лет. Со стороны соматического статуса матери имеют значение дисфункция плаценты, другие осложнения беременности, патология легких и желудочно-кишечного тракта.

Заключение. Выявленные факторы риска могут быть использованы для разработки индивидуальной программы диспансеризации недоношенных детей врачами практического здравоохранения, а также для оценки риска развития аномалий рефракции у недоношенных детей в возрасте 4-5 лет.

Ключевые слова: недоношенные дети, ретинопатия недоношенных, аномалии рефракции, вес ребенка при рождении.

M.N. Ponomareva, V.N. Alyokina,
Yu.V. Yelfimov, D.S. Spirina, D.B. Egorov, N.S. Brynza

RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF REFRACTIVE ANOMALY IN CHILDREN OF MIDDLE PRESCHOOL AGE BORN PREMATURELY

Abstract

The aim of the study was to determine the risk factors for the development of refractive errors in prematurely born children in the middle preschool age.

Material and methods. A retrospective cohort study of medical records of prematurely born children was conducted, and they were randomized into two groups: those with refractive errors and those without. The influence of the mother's somatic status during pregnancy and the child's condition at birth was evaluated.

Results. The main risk factors from the child's somatic status are: the presence of retinopathy (100% of observations), the average birth weight of 1038.660 grams, the gestational age of 28.004 weeks, and developmental care in a perinatal center and a neonatal intensive care unit. The combination of these factors increases the likelihood of developing a refractive error at the age of 4-5 years. From the mother's somatic status placental dysfunction, other pregnancy complications, and lung and gastrointestinal tract disorders are of importance.

Conclusion. The identified risk factors can be used to develop an individualized program for the medical examination of premature infants by healthcare practitioners, and to evaluate risks for the development of refractive errors in premature infants aged 4-5 years old.

Keywords: premature infants, retinopathy of premature, refractive errors, birth weight.

Введение

Ретинопатия недоношенных — одно из самых ранних приобретенных заболеваний сетчатки новорожденных, которое может привести к развитию слепоты и слабовидения [1]. Современные ученые разрабатывают новые методы прогнозирования развития этого заболевания в соответствии с уровнем развития медицины и в зависимости от наличия факторов риска у матери и новорожденного [1-3].

Наиболее значимыми факторами риска обычно выделяют соматический статус матери во время беременности и статус новорож-

денного ребенка после родов, состояние органа зрения матери и ребенка и др. [1]. В ходе исследования турецкими учеными Kılınç A.K. et.al. (2025) было установлено, что у недоношенных детей, прошедших лазерную фотокoагуляцию в рамках лечения ретинопатии недоношенных, наиболее выражены изменения в анатомии глаза и зрительных функциях по сравнению с детьми, родившимися в срок. При этом даже у недоношенных детей со спонтанным регрессом ретинопатии наблюдались отличия в строении глаз [4]. Американские исследователи Chen X, et.al. (2024 г) по-

казали эффективность применения оптической когерентной томографии (ОКТ) для диагностики ретинопатии на основе собственной базы данных за 11 лет. Авторы установили, что появление макулярного отека является фактором риска прогрессирования ретинопатии недоношенных, который требует незамедлительного лечения [5].

Функционирование ретинального пигментного эпителия играет ключевую роль в формировании и достижении зрелости макулы. Cai X, et.al. (2025 г) отметили, что незрелость макулы в раннем постнатальном периоде явилась следствием спонтанной регрессии ретинального пигментного эпителия, при этом изменения более выражены во внутренних слоях макулярной и парамаккулярной сетчатки [6]. Ученые из Шанхая подчеркивают, что дети с анамнезом спонтанной регрессии ретинального пигментного эпителия могут иметь повышенный риск развития зрительных нарушений.

Jin J, et.al. (2021 г), проведя обследование 195 детей в возрасте от 4 до 18 лет (68 из них были рождены в срок), отметили, что расовая принадлежность и пол являются ключевыми факторами, определяющими структуру макулярной области у детей. Толщина фовеа была меньше у детей негроидной расы и лиц женского пола ($p < 0,001$). Толщина фовеа была больше у детей, родившихся на сроке менее 32 недель беременности [7]. У недоношенных детей истончение центрального нейроэпителиального слоя сетчатки коррелировало с ухудшением зрения к 9 месяцам вне зависимости от исходных параметров (веса, срока гестации, ретинопатии, микроанатомии макулы) [8]. Работа шведских ученых (Larsson E, et.al. (2023 г)), проводивших исследование состояния органа зрения у 6-летних детей, прошедших лечение в период с 2007 по 2014 годы, выявила в 38% наблюдений косоглазие, в 52% – аномалии рефракции [9]. Отечественные ученые (Коголева Л.В., Катаргина Л.А., 2016 г) в своей фундаментальной работе определили основные факторы риска формирования патологии зрения у детей, перенесших ретинопатию недоношенных и разработали алгоритм диспансерного наблюдения за этими пациентами [1].

Китайские ученые Huo L, et.al. (2025) в своем исследовании показали, что у недоношенных детей без ретинопатии недоношенных наблюдаются более высокая распространенность аномалий рефракции, особенно астигматизма, а также тенденция к развитию близорукости в раннем возрасте [2]. По данным популяционного когортного исследова-

ния EPIPAGE-2, проведенного во Франции в 2011 году, у недоношенных детей, рожденных на сроке 24-34 недели гестации (НГ) выявлена высокая распространенность нарушений рефракции и косоглазия независимо от степени недоношенности. Авторы обращают внимания на то, что высокая распространенность нарушения глазодвигательных функций может стать проблемой для этих детей, когда они начинают читать и писать [10].

Экстремально низкая масса тела (<1000 г) является значимым фактором риска развития нарушений зрения и офтальмологических патологий в раннем возрасте. Так считают ученые из Великобритании [3]. Данное исследование выявило, что у младенцев с экстремально низкой массой тела возникают проблемы со зрением и глазными заболеваниями, которые могут возникать независимо от наличия ретинопатии недоношенных в неонатальном периоде. При этом общая зрительная функция у таких пациентов остается на сопоставимом уровне [3]. Согласно исследованию итальянских ученых, недоношенность при рождении значительно повышает риск врожденной близорукости (в 4 раза) и врожденной эметропии (в 3 раза) по сравнению с доношенными детьми [11].

Вышеперечисленные работы послужили одной из причин проведения нашего исследования. У врачей практического здравоохранения (участковых педиатров и офтальмологов) не всегда есть результаты исследования состояния сетчатки по данным оптической когерентной томографии при рождении и в динамике, но есть возможность выяснить данные соматического статуса матери и ребенка. Знание о факторах риска развития аномалий рефракции у детей дошкольного возраста уже при рождении недоношенного ребенка позволит разработать индивидуальный подход к диспансерному наблюдению данной категории детей.

Целью нашей работы явилось определение факторов риска развития аномалии рефракции у недоношенных детей в среднем дошкольном возрасте (4-5 лет).

Материал и методы

Проведено ретроспективное когортное исследование медицинской документации недоношенных детей в возрасте 4-5 лет, рандомизированных на две группы: дети, имеющие аномалию рефракции, – 1-я группа и дети, не имеющие данной патологии – 2-я группа. Изучение проводилось на основании базы данных информационной системы учета 1С: Медицина ГБУЗ ТО «ОКБ №2», которая со-

держит медицинские данные пациентов группы риска развития ретинопатии недоношенных (кабинета катамнеза). Проведен анализ медицинской документации (амбулаторных карт) 507 детей 2020-2021 года рождения. База данных содержала следующие показатели: пол ребенка, стадия РН на правом и/или левом глазу, сведения катамнеза, особенностей акушерского анамнеза матери и соматического статуса ребенка. Проведен анализ амбулаторных карт недоношенных детей из представленного списка наблюдаемых детей в лечебно-профилактических учреждениях г. Тюмени в возрасте 4-5 лет, оценены показатели офтальмологического статуса: скиаскопии в условиях циклоплегии, функций бинокулярного зрения, динамики остроты зрения для получения информации о том, сформировалась ли патология органа зрения (аномалия рефракции) у ребенка.

Критериями включения в 1-ю группу являлось наличие выявленной аномалии рефракции. Во 2-ю группу вошли дети с отсутствием аномалии рефракции. Критериями исключения были наличие врожденных катаракты, глаукомы, паралитического косоглазия. Протокол исследования одобрен решением этического комитета ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России.

Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием программы STATISTICA (версия 10, лицензионный договор № 4190051 от 05.03.2019). Применялись параметрические критерии Стьюдента (t-критерий) и Фишера (F-критерий). Согласно нулевой гипотезе между средними значениями факторов достоверного различия нет, т.е. две выборки однородны и представляют одну генеральную совокупность. Если вероятность нулевой гипотезы (p) меньше 5% (т.е. $p < 0,05$), то с вероятностью 0,95 нулевую гипотезу можно отбросить. Попарное сравнение средних величин показало достоверное различие между факторами, где $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В соответствии с критериями включения и исключения в 1-ю группу вошли 53 недоношенных ребенка – (26 (49,1%) мальчиков и 27 (50,9%) девочек), во 2-ю группу вошли 52 человека – (26 (50%) мальчиков и 26 (50%) девочек). Данные проведенного статистического анализа в исследуемых группах представлен в табл. 1 и 2. Статистически значимых факторов особенностей акушерского анамнеза и соматического статуса со стороны матери, которые повлияли на формирование аномалий рефракции у ребенка в возрасте 4-5 лет было выявлено 8 (табл.1).

Таблица 1

Факторы риска акушерского анамнеза и соматического статуса матери

Показатель	Среднее значение		Критерий Стьюдента	сс	p	Объем выборки		Стандартное отклонение		Критерий Фишера
	Группа 1	Группа 2				Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	
Плацентарные нарушения	0,906	0,481	5,27971	103	0,000001	53	52	0,2951	0,5045	2,922794
Осложнения беременности (соматические)	0,434	0,231	2,23981	103	0,027252	53	52	0,5004	0,4254	1,383255
Осложнения беременности (другие)	0,604	0,135	5,63551	103	0,000000	53	52	0,4938	0,3446	2,052830
Акушерско-гинекологическая патология	0,472	0,192	3,14879	103	0,002145	53	52	0,5040	0,3980	1,603774
ССП, РВНС	0,208	0,385	-2,00789	103	0,047274	53	52	0,4094	0,4913	1,439606
Патология крови	0,472	0,173	3,41685	103	0,000908	53	52	0,5040	0,3820	1,740529
Миопия	0,075	0,231	-2,24568	103	0,026861	53	52	0,2667	0,4254	2,545018
Аутоиммунные заболевания	0,245	0,692	-5,08562	103	0,000002	53	52	0,4344	0,4660	1,151131

Примечание. Осложнения беременности (соматические) – отеки, нейроциркуляторная дистония по гипотипу вегетососудистая дистония, анемия, гестационный сахарный диабет, бессимптомная бактериурия, гипотензивный синдром, гестозы, рвота беременных, преэклампсия, артериальная гипертензия, патологическая прибавка в весе, первичный гипотиреоз как субклинический, так и манифестирующий, синдром олиго-полиурии (ТОПС); осложнения беременности (другие) – ложные схватки, преждевременный разрыв плодных оболочек, многоводие, задержка внутриутробного развития плода, дискордантное развитие плодов, врожденные пороки развития плода, крупный плод; акушерско-гинекологическая патология – неблагоприятные исходы предыдущих беременностей, индуцированные аборт, осложнения в предыдущих родах, врожденная патология у ранее рожденных детей, патология яичников (новообразования, поликистоз яичников, кисты яичников); сердечно-сосудистая патология (ССП) в анамнезе - нарушения ритма, артериальная гипертензия, хроническая сердечная недостаточность, врожденные пороки сердца и расстройства вегетативной нервной системы (РВНС); патологии крови в анамнезе - наследственная тромбофилия F2, FGB, резус-отрицательная кровь у супругов, резус-отрицательная кровь без титров АТ, генетический полиморфизм по тромбофилии и фоллатному циклу, тромбофилия, резус-отрицательная кровь, гипопфириногенемия и гиперфибриногенемия, трансаминаземия, анемия, тромбоцитоз, гиперагрегация тромбоцитов

Отмечены достоверное влияние патологии беременности, акушерско-гинекологической патологии, плацентарных нарушений, возникших во время беременности, и наличие в анамнезе аутоиммунных заболеваний, включая патологию крови, миопии любой степени выраженности, сердечно-сосудистой патологии (ССП) и расстройства вегетативной нервной системы (РВНС). Статистически значимые факторы риска недоношенного ребенка представлены в табл. 2.

Итальянские ученые Semerago F. et.al. (2022) отметили, что гестационный возраст новорожденного является определяющим фактором для возникновения аномалий рефракции и амблиопии [11]. Немецкие ученые Fieß A. et.al. (2025) на основании проведенного логистического регрессионного анализа выявили, что недоношенность менее 28 недель, наличие ретинопатии недоношенных и ее лечение являются наиболее важными факторами, влияющими на остроту зрения и аномалию на развитие рефракции, а также на развитие амблиопии у детей.

Наше исследование показало, что у детей, рожденных в сроке гестации от 26,04 и до 30,05 недели, достоверно ($p < 0,05$) высокий риск развития аномалий рефракции в среднем дошкольном возрасте при наличии ретинопатии. В то же время отсутствие патологии аномалий рефракции выявлено в диапазоне от 27,5 до 33,78 недели гестационного возраста, при этом у 27,6% наблюдений (29 новорожденных) присутствовала ретинопатия. Анализ веса при рождении выявил, что при показателях от 736,55 до 1340,77 г возможно развитие патологического процесса (1-я группа), в то же время при показателях от 911,21 до 2046,29 г аномалии рефракции не выявлены (2-я группа). Канадский ученый Robitaille J.M.

(2024) при изучении факторов развития патологии зрения у недоношенных детей указывает, что наибольшее влияние на формирование патологии оказывает гестационный возраст и вес при рождении. Наше исследование подтвердило влияние срока гестации и веса при рождении на вероятность развития патологии: чем меньше показатели данных параметров, тем больше вероятность развития патологии (см. рисунок). Кроме того, отмечено значительное влияние дополнительных факторов – выхаживание в перинатальном центре (ПЦ), в отделении патологии новорожденных (ОПН), оказываемая респираторная поддержка и наличие неврологических изменений.

Полученные в результате исследования факторы риска развития аномалии рефракции у детей в среднем дошкольном возрасте могут быть применены в дальнейшем для разработки компьютерной программы «Системы поддержки принятия врачебных решений» с разработкой калькулятора.

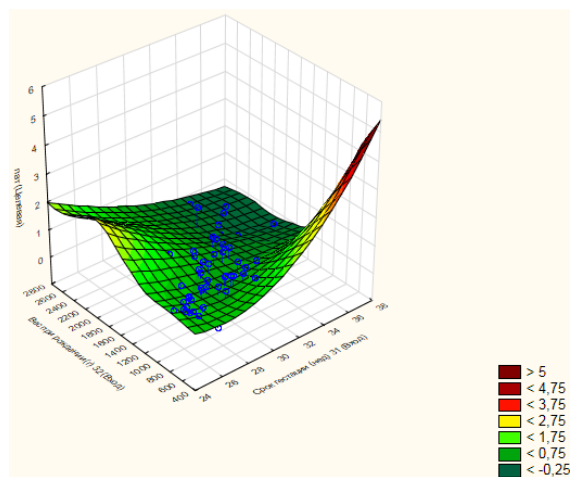


Рисунок. Влияние срока гестации (недели) и веса при рождении (граммы) на вероятность развития патологии

Таблица 2

Факторы риска недоношенного ребенка

Показатель	Среднее значение		Критерий Стьюдента	сс	p	Объем выборки		Стандартное отклонение		Критерий Фишера
	Группа 1	Группа 2				Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	
Плацентарные нарушения	0,906	0,481	5,27971	103	0,000001	53	52	0,2951	0,5045	2,922794
Осложнения беременности (соматические)	0,434	0,231	2,23981	103	0,027252	53	52	0,5004	0,4254	1,383255
Осложнения беременности (другие)	0,604	0,135	5,63551	103	0,000000	53	52	0,4938	0,3446	2,052830
Акушерско-гинекологическая патология	0,472	0,192	3,14879	103	0,002145	53	52	0,5040	0,3980	1,603774
ССП, РВНС	0,208	0,385	-2,00789	103	0,047274	53	52	0,4094	0,4913	1,439606
Патология крови	0,472	0,173	3,41685	103	0,000908	53	52	0,5040	0,3820	1,740529
Аутоиммунные заболевания	0,245	0,692	-5,08562	103	0,000002	53	52	0,4344	0,4660	1,151131

Примечание. РН OD – ретинопатия недоношенных правого глаза; РН OS – ретинопатия недоношенных левого глаза; ПЦ – перинатальный центр, ОПН – отделение патологии новорожденных; респираторная поддержка – неотложная оксигенотерапия, высокочастотная назальная оксигенотерапия, длительная оксигенотерапия; ингаляционная терапия тёплой гелий-кислородной смесью; неврологические изменения – травматические повреждения, гипоксически-ишемические повреждения, инфекционные поражения мозга и/или его оболочек, врожденные аномалии развития мозга; дисметаболические поражения центральной нервной системы (ЦНС).

Заключение. Среди исследуемых факторов риска развития аномалий рефракции у недоношенных детей в 4-5 лет со стороны ребенка выявлены гестационный возраст 28,04 недели, вес при рождении меньше 1038,660 г, наличие ретинопатии, выхаживание в ПЦ и ОПН, респираторная поддержка, неврологические изменения. Достоверно установлено влияние патологий беременности, гинекологических заболеваний, плацентарных нару-

шений, аутоиммунных заболеваний (включая гематологические), миопии, ССП и РВНС на формирование аномалий рефракции у детей.

Выявленные факторы риска могут быть использованы для разработки индивидуальной программы диспансеризации недоношенных детей врачами практического здравоохранения, калькулятора риска развития аномалий рефракции у недоношенных детей в возрасте 4-5 лет.

Сведения об авторах статьи:

Пономарева Мария Николаевна – д.м.н., доцент, зав. кафедрой офтальмологии Института клинической медицины ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: mariyonomareva@yandex.ru.

Алёкина Виктория Николаевна – зав. детским офтальмологическим отделением ГБУЗ ТО ОКБ №2, главный внештатный детский офтальмолог ДЗО ТО. Адрес: 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 75. E-mail: alekina_vn@okb2-tmn.ru.

Елфимов Юрий Владимирович – главный врач ГАУЗ ТО Областной офтальмологический диспансер. Адрес: 625048, г. Тюмень, ул. Холодильная, 118 к.1. E-mail: yurii_elfimov@mail.ru.

Спирина Дарья Сергеевна – врач-офтальмолог ГАУЗ ТО Областной офтальмологический диспансер. Адрес: 625048, г. Тюмень, ул. Холодильная, 118 к.1. E-mail: daria-spiri2013@yandex.ru.

Егоров Дмитрий Борисович – к.м.н., доцент кафедры медицинской информатики и биологической физики Института общественного здоровья и цифровой медицины ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: dmdel@mail.ru.

Брынза Наталья Семеновна – д.м.н., профессор, зав. кафедрой общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: brynzans@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коголева, Л.В. Факторы нарушений зрения и алгоритм диспансерного наблюдения пациентов, перенесших ретинопатию недоношенных / Л.В. Коголева, Л.А. Катаргина // Российская педиатрическая офтальмология. – 2016. – Т. 11, №2. – С. 70-76. – DOI: 10.18821/1993-1859-2016-11-2-70-76.
2. Huo, L. Refractive error in preterm infants without retinopathy of prematurity aged 1-18 months: A propensity score matching analysis / L. Huo, X. Jia, C. Li // J Optom. – 2025. – Vol. 18, №3. – P. 100559. DOI: 10.1016/j.optom.2025.100559.
3. Functional Ophthalmic Factors Associated with Extreme Prematurity in Young Adults / S. Jain [et al.] // JAMA Netw Open. – 2022. – Vol. 5, № 1. – P. e2145702. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.45702. Erratum in: JAMA Netw Open. – 2022. – Vol. 5, № 4. – P. e2211768. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11768.
4. The effect of retinopathy of prematurity on visual acuity, refraction, biometric values, retinal and choroidal thickness in school-aged children / A.K. Kılınç [et al.] // BMC Ophthalmol. – 2025. – Vol. 25, № 1. – P. 122. DOI: 10.1186/s12886-025-03965-5.
5. Early Single-Examination Optical Coherence Tomography Biomarkers for Treatment-Requiring Retinopathy of Prematurity / X. Chen [et al.] // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 2024. – Vol. 65, №4. – P. 21. DOI: 10.1167/iops.65.4.21.
6. Delayed macular development in preterm infants with spontaneously regressed retinopathy of prematurity / X. Cai, [et al.] // BMC Ophthalmol. – 2025. – Vol. 25, № 1. – P. 27. DOI: 10.1186/s12886-025-03867-6. Erratum in: BMC Ophthalmol. – 2025. – Vol. 25, №1. – P. 253. DOI: 10.1186/s12886-025-04073-0.
7. Effect of gestational age at birth, sex, and race on foveal structure in children / J. Jin [et al.] // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. – 2021. – Vol. 259, №10. – P. 3137-3148. DOI: 10.1007/s00417-021-05191-3.
8. Association between Retinal Microanatomy in Preterm Infants and 9-Month Visual Acuity/ K.R. Seely [et al.] // JAMA Ophthalmol. – 2022. – Vol. 140, № 7. – P. 699-706. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2022.1643.
9. Ophthalmological outcome of 6.5 years children treated for retinopathy of prematurity: a Swedish register study/ E. Larsson [et al.] // Br J Ophthalmol. – 2023. – Vol. 108, № 1. – P. 137-142. DOI: 10.1136/bjo-2022-322022.
10. Ophthalmological Impairments at Five and a Half Years after Preterm Birth: EPIPAGE-2 Cohort Study / T. Chapron [et al.] // J Clin Med. – 2022. Vol. 11, № 8. – P. 2139. DOI: 10.3390/jcm11082139.
11. Ocular Refraction at Birth and Its Development During the First Year of Life in a Large Cohort of Babies in a Single Center in Northern Italy / F. Semeraro [et al.] // Front Pediatr. – 2020. – Vol. 7. – P. 539. DOI: 10.3389/fped.2019.00539.
12. Visual acuity, amblyopia and refractive error in preterm children with and without retinopathy of prematurity - Results from the Gutenberg Prematurity Study Young (GPSY)/ A. Fieß [et al.] // Acta Ophthalmol. – 2025. – Vol. 103, № 7. – P. e472-e484. DOI: 10.1111/aos.17515.
13. Robitaille, J.M. Long-Term Visual Outcomes in Prematurely Born Children /J.M. Robitaille // J Binocul Vis Ocul Motil. – 2024. – Vol. 74, №1. – P. 1-8.

REFERENCES

1. Kogoleva L.V., Katargina L.A. The factors responsible for impairment of vision and the algorithm for the regular medical check-up of the patients following retinopathy of prematurity. Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya (Russian Pediatric Ophthalmology) 2016; 11 (2): 70-76. (In Russ). doi: 10. 1821/1993-1859-2016-11-2-70-76.
2. Huo L., Jia X., Li C. Refractive error in preterm infants without retinopathy of prematurity aged 1-18 months: A propensity score matching analysis. J Optom. 2025;18(3):100559. (In Engl). doi: 10.1016/j.optom.2025.100559.
3. Jain S., Sim P.Y., Beckmann J., [et al.]. Functional Ophthalmic Factors Associated with Extreme Prematurity in Young Adults. JAMA Netw Open. 2022 Jan 4;5(1): e2145702. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.45702. (In Engl). Erratum in: JAMA Netw Open. 2022;5(4): e2211768. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11768.
4. Kılınç A.K., Ozdemir O., Acar D.E., [et al.]. The effect of retinopathy of prematurity on visual acuity, refraction, biometric values, retinal and choroidal thickness in school-aged children. BMC Ophthalmol. 2025;25(1):122. (In Engl). doi: 10.1186/s12886-025-03965-5.
5. Chen X., Mangalesh S., He J., [et al.]. Early Single-Examination Optical Coherence Tomography Biomarkers for Treatment-Requiring Retinopathy of Prematurity. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2024;65(4):21. (In Engl). doi: 10.1167/iops.65.4.21.
6. Cai X., Zhou X., Wu T., [et al.]. Delayed macular development in preterm infants with spontaneously regressed retinopathy of prematurity. BMC Ophthalmol. 2025;25(1):27. (In Engl). doi: 10.1186/s12886-025-03867-6. Erratum in: BMC Ophthalmol. 2025;25(1):253. (In Engl). doi: 10.1186/s12886-025-04073-0.

-
7. Jin J., Friess A., Hendricks D., [et al.]. Effect of gestational age at birth, sex, and race on foveal structure in children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(10):3137-3148. (In Engl). doi: 10.1007/s00417-021-05191-3.
 8. Seely K.R., Mangalesh S., Shen L.L., [et al.]. Association Between Retinal Microanatomy in Preterm Infants and 9-Month Visual Acuity. *JAMA Ophthalmol.* 2022;140(7):699-706. (In Engl). doi: 10.1001/jamaophthalmol.2022.1643.
 9. Larsson E., Hellström A., Tornqvist K., [et al.]. Ophthalmological outcome of 6.5 years children treated for retinopathy of prematurity: a Swedish register study. *Br J Ophthalmol.* 2023;108(1):137-142. (In Engl). doi: 10.1136/bjo-2022-322022.
 10. Chapron T., Pierrat V., Caputo G., [et al.]. Ophthalmological Impairments at Five and a Half Years after Preterm Birth: EPIPAGE-2 Cohort Study. *J Clin Med.* 2022;11(8):2139. (In Engl). doi: 10.3390/jcm11082139.
 11. Semeraro F., Forbice E., Nascimbeni G., [et al.]. Ocular Refraction at Birth and Its Development During the First Year of Life in a Large Cohort of Babies in a Single Center in Northern Italy. *Front Pediatr.* 2020;7:539. (In Engl). doi: 10.3389/fped.2019.00539.
 12. Fieß A., Gißler S., Hartmann A., [et al.]. Visual acuity, amblyopia and refractive error in preterm children with and without retinopathy of prematurity - Results from the Gutenberg Prematurity Study Young (GPSY). *Acta Ophthalmol.* 2025;103(7):e472-e484. (In Engl). doi: 10.1111/aos.17515.
 13. Robitaille J.M. Long-Term Visual Outcomes in Prematurely Born Children. *J Binocul Vis Ocul Motil.* 2024;74(1):1-8. (In Engl).

О.И. Оренбуркина^{1,2}, А.Ф. Габдрахманова¹, Г.Н. Резбаева²,
С.Р. Бикбулатова², Л.Д. Зулфалиева¹, А.У. Ильтинбаева¹

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНО- ТОНОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГЛАЗА ПРИ МИОПИИ У ДЕТЕЙ

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²Всероссийский центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО

«Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа

Резюме

Цель. Оценить предварительные результаты анализа взаимосвязи структурных и тонометрических данных глаза у детей с миопией.

Материал и методы. В исследование включены 32 ребенка в возрасте от 7 до 18 лет. Всем пациентам проведены стандартные офтальмологические обследования и оптическая когерентная томография (ОКТ) угла передней камеры с помощью оптического когерентного томографа Solix (Optovue, США). Были сформированы 2 группы пациентов. В основную группу включены 25 детей (50 глаз), среди которых 17 пациентов (34 глаза) имели диагностированную миопию средней степени (от -3,25 D до -6,00 D, ПЗО < 27 мм) и 8 пациентов (16 глаз) – миопию высокой степени (более -6,00 D, ПЗО > 27 мм) (клиническая классификация близорукости по Э.С. Аветисову). В контрольную группу включены 7 здоровых детей (14 глаз).

Результаты. В ходе проведенного исследования установлено, что увеличение переднезадней оси (ПЗО) глаза при миопии у детей сопровождается истончением склеры, подтверждающим результатами сравнительного анализа показателей передне-задней оси и толщины склеры в группах пациентов с миопией высокой и средней степеней. Также выявлена тенденция к более высоким значениям внутриглазного давления (ВГД) у пациентов с более тонкой склерой и длинной передне-задней осью.

Заключение. Полученные в ходе работы данные свидетельствуют о формировании структурных перестроек глазного яблока в детском возрасте при прогрессировании миопии. Это указывает на активный характер морфологических изменений структур глазного яблока в период роста детей с миопией и может определять возможное развитие глаукомного процесса в будущем.

Ключевые слова: миопия, миопия средней степени, миопия высокой степени, аметропия, внутриглазное давление, передне-задняя ось, толщина склеры, глаукома.

O.I. Orenburkina, A.F. Gabdrakhmanova, G.N. Rezbaeva,
S.R. Bikbulatova, L.D. Zulfaliev, A.U. Iltinbaeva

COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL AND TONOMETRIC DATA IN CHILDREN EYES WITH MYOPIA

Abstract

The aim of the study was to evaluate the preliminary results of analysis of interrelation between structural and tonometric data of the eye in children with myopia.

Material and methods. The study included 32 children aged 7 to 18 years old. All patients underwent standard ophthalmological examinations and optical coherence tomography (OCT) of the angle of the anterior examination chamber using a Solix optical coherence tomograph (Optovue, USA). Two groups of patients were formed. The main group included 25 children (50 eyes), among whom 17 patients had a diagnosed moderate myopia (from -3.25 D to -6.00 D, PZO < 27 mm) and 8 patients - a high degree (more than -6.00 D, PZO > 27 mm) (clinical classification of myopia according to E.S. Avetisov). The control group included 7 healthy children (14 eyes).

Results. As a result of the study, it was found that an increase in the anterior-posterior axis of the eye in children with myopia is accompanied by thinning of the sclera, which is confirmed by the results of a comparative analysis of axial length and scleral thickness in groups of patients with high and moderate myopia. A trend toward higher IOP values was also revealed in patients with thinner sclera and larger axial length.

Conclusion. The data obtained in the course of the work indicate the formation of structural rearrangements of the eyeball in childhood with the progression of myopia. This indicates the active nature of morphological changes in the structures of the eyeball during the growth period in children with myopia and may determine the possible development of the glaucoma process in future.

Keywords: myopia, moderate myopia, high myopia, ametropia, intraocular pressure, antero-posterior axis, scleral thickness, glaucoma.

Введение

Миопия является одной из наиболее распространённых причин снижения зрения в мире, причём её распространённость продолжает неуклонно расти, особенно среди детского населения. Особое клиническое значение имеет миопия средней и высокой степеней, поскольку она сопровождается выраженными морфологическими изменениями глазного яблока, включая удлинение передне-

задней оси (ПЗО), ремоделирование склеры, изменение конфигурации диска зрительного нерва и истончение слоя нервных волокон сетчатки [1]. Указанные изменения формируются уже в детском возрасте и могут способствовать повышенной уязвимости зрительного нерва в будущем.

Современные исследования показывают, что увеличение осевой длины глаза при миопии связано с постепенным истончением

склеры и изменением её биомеханических свойств. В ряде работ отмечено, что толщина склеры уменьшается по мере прогрессирования миопии и может коррелировать с показателями осевой длины глаза [2].

Некоторые исследования показывают, что у детей с миопией уровень внутриглазного давления (ВГД) несколько выше, чем у эметропов, однако статистически значимая связь между ВГД и прогрессированием миопии или увеличением ПЗО выявляется не всегда [3].

Диагностика изменений структур глаза при миопии невозможна без применения методов высокоразрешающей визуализации. Оптическая когерентная томография (ОКТ) обеспечивает объективную оценку толщины и архитектоники различных структур глаза, а также позволяет выявлять ранние изменения, недоступные традиционным клиническим методам исследования [4].

Связь между миопией и развитием первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) подтверждается результатами систематических обзоров и метаанализов: риск появления глаукомы возрастает пропорционально степени миопии, а структурные изменения, выявляемые методами визуализации, могут предшествовать функциональным нарушениям поля зрения [5].

Удлинение ПЗО глаза характерное для прогрессирующей миопии, оно сопровождается ремоделированием склеры и её истончением, что изменяет механическую прочность наружной оболочки глаза. Изменение толщины склеры в области лимба может играть существенную роль в реакции глаза на ВГД и способствовать усилению его влияния на дренажную систему внутриглазной жидкости (ВГЖ) из передней камеры, создавая биомеханические предпосылки для повышения риска глаукоматозного поражения [6].

В литературе были описаны изменения при миопии высокой степени с сопутствующей глаукомой: такие пациенты имели значительно меньшую толщину склеры в паралимбальной зоне по сравнению с группами пациентов только с миопией или только с глаукомой, что позволяет рассматривать снижение толщины склеры как потенциальный фактор повышения чувствительности глаза к ВГД [7].

Данное исследование направлено на выявление структурных изменений оболочек глазного яблока с помощью ОКТ угла передней камеры глаза у детей с миопией средней и высокой степеней для оценки детей возможной принадлежности к группе риска по развитию глаукомы.

Цель исследования – изучить и оценить предварительные результаты анализа взаимосвязи структурных и тонометрических данных глаза у детей с миопией.

Материал и методы

В настоящем исследовании были изучены данные 32 пациентов (64 глаза) в возрасте от 7 до 18 лет (медиана возраста 12,5 лет). Были сформированы 2 группы детей. В основную группу включены 25 детей (50 глаз), в контрольную группу – 7 здоровых детей (14 глаз). Основная группа была разделена на две подгруппы, в первой подгруппе 17 пациентов (34 глаза) имели диагностированную миопию средней степени (от $-3,25$ D до $-6,00$ D, ПЗО < 27 мм), во второй подгруппе 8 пациентов (16 глаз) были с миопией высокой степени (более $-6,00$ D, ПЗО > 27 мм), согласно клинической классификации близорукости по Э.С. Аветисову (1999) [8]. Условиями включения в исследование служили: отсутствие ранее диагностированной глаукомы, отсутствие сопутствующих заболеваний глаз, способных повлиять на параметры ОКТ (врожденные аномалии, травмы, воспалительные процессы). Все пациенты дали информированное добровольное согласие.

Всем пациентам проводились следующие исследования: измерение остроты зрения, авторефрактометрия, пневмотонометрия, определение центральной толщины роговицы, биометрическое измерение передне-задней оси глаза, ОКТ угла передней камеры. Для ОКТ использовали оптический когерентный томограф Solix (Optovue, США) – устройство спектрального типа с высокой скоростью сканирования и расширенным набором клинических протоколов визуализации. Все изображения проверялись на качество и артефакты. Некорректные снимки исключались. ОКТ угла передней камеры проводили с целью оценки толщины склеры в области лимба.

Статистическая обработка полученных в ходе исследования данных выполнялась с помощью статистического программного обеспечения Statistica 10.0 (StatSoft). Определяли средние арифметические величины (M), среднее отклонение ($\pm SD$), минимальные и максимальные значения (min и max соответственно), а также медиана (Me). Значимость различия средних величин оценивалась с использованием непараметрического критерия Вилкоксона, различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По результатам обследования у детей контрольной группы значение ПЗО находилось в пределах от 22,50 до 24,12 мм, среднее

значение составило $23,13 \pm 0,47$ мм. Уровень ВГД изменялся в диапазоне 9,60-23,2 мм рт. ст., среднее значение составило $13,31 \pm 3,32$ мм рт. ст. Толщина склеры варьировала в пределах от 0,60 до 0,72 мм, среднее значение составило $0,68 \pm 0,02$ мм.

В основной группе пациентов среднее значение ПЗО составило $26,38 \pm 0,96$ мм (диапазон 24,38-28,44 мм). Уровень ВГД находился в диапазоне 8,80-24,90 мм рт. ст., среднее значение составило $15,08 \pm 3,12$ мм рт. ст. Толщина склеры варьировала от 0,54 до 0,94 мм, среднее значение составило $0,66 \pm 0,04$ мм.

При сопоставлении показателей у пациентов основной и контрольной групп обнаружены статистически значимые различия в значениях ПЗО ($26,38 \pm 0,96$ мм против $23,13 \pm 0,47$ мм; $p=0,001$). Значения ВГД у детей с миопией были выше по сравнению со здоровыми ($15,08 \pm 3,12$ мм рт. ст. против $13,31 \pm 3,32$ мм рт. ст.; $p=0,382$), однако различия статистически не достоверны. Также наблюдалась тенденция к уменьшению толщины склеры у пациентов основной группы относительно группы контроля ($0,68 \pm 0,02$ мм против $0,66 \pm 0,04$ мм; $p=0,196$) (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительный анализ показателей ПЗО, ВГД и толщины склеры у пациентов контрольной и основной групп

Показатели	Основная группа (50 глаз) $M \pm SD$	Контрольная группа (14 глаз) $M \pm SD$	Уровень значимости статистических различий p по критерию Вилкоксона между группами пациентов
ПЗО, мм	$26,38 \pm 0,96$	$23,13 \pm 0,47$	$p=0,001$
ВГД, мм рт. ст.	$15,08 \pm 3,12$	$13,31 \pm 3,32$	$p=0,382$
Толщина склеры, мм	$0,66 \pm 0,04$	$0,68 \pm 0,02$	$p=0,196$

Данные результаты согласуются с исследованиями, подтверждающими, что развитие и прогрессирование осевой миопии характеризуются удлинением глазного яблока, которое сопровождается растяжением и истончением склеральной оболочки, что отражает процессы ремоделирования соединительной ткани глаза и снижение её механической прочности [9,10].

При сравнительном анализе показателей подгрупп у пациентов основной группы выявлены статистически недостоверные различия в значениях ПЗО между пациентами с миопией высокой и средней степеней

($26,54 \pm 0,97$ мм против $26,19 \pm 0,80$ мм; $p=0,76$). Между показателями ВГД у пациентов с миопией высокой и средней степеней статистически значимой разницы не выявлено ($15,10 \pm 2,92$ мм рт. ст. против $14,35 \pm 3,80$ мм рт. ст.; $p=0,68$). Средние значения толщины склеры у пациентов с миопией высокой и средней степеней существенно не различались ($0,65 \pm 0,04$ мм против $0,66 \pm 0,02$ мм; $p=0,59$), при этом отмечалась тенденция к уменьшению толщины склеры у пациентов с миопией высокой степени (табл. 2).

Таблица 2
Сравнительный анализ показателей ПЗО, ВГД и толщины склеры у пациентов подгрупп с миопией высокой и средней степеней

Показатели	Подгруппа пациентов с миопией высокой степени (34 глаза) $M \pm SD$	Подгруппа пациентов с миопией средней степени (16 глаз) $M \pm SD$	Уровень значимости статистических различий p по критерию Вилкоксона между группами пациентов
ПЗО, мм	$26,54 \pm 0,97$	$26,19 \pm 0,80$	$p=0,76$
ВГД, мм рт. ст.	$15,10 \pm 2,92$	$14,35 \pm 3,80$	$p=0,68$
Толщина склеры, мм	$0,65 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,02$	$p=0,59$

Эти данные подтверждают результаты экспериментального исследования зарубежных авторов: в экспериментальных моделях обнаружена сильная связь между механическими свойствами склеры и уровнями внутриглазного давления, указывая влияние изменений склеры на гидродинамику глаза [11]. В исследовании Загидуллиной А.Ш. и соавт. отмечается, что миопия и размер ПЗО относятся к группе среднего риска развития первичной открытоугольной глаукомы у взрослых пациентов [12].

Заключение

Предварительный анализ структурно-тонометрических данных глаза при миопии у детей показал достоверное увеличение ПЗО, тенденцию к повышению уровня ВГД и к уменьшению толщины склеры в области лимба. Практическое значение исследования заключается в обосновании необходимости регулярного динамического наблюдения и контроля уровня ВГД в процессе роста и развития детей со средней и высокой степенями миопии, как группы риска возможного развития глаукомного процесса в будущем.

Сведения об авторах статьи:

Оренбуркина Ольга Ивановна – д.м.н., директор ВЦПГХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России; и.о. руководителя кафедры «Высшая школа регенеративной, глазной и пластической хирургии» ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, д. 67/1. E-mail: linza7@yandex.ru.

Габдрахманова Ания Фавзиевна – д.м.н., профессор кафедры «Высшей школы регенеративной, глазной и пластической хирургии» ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа ул. Ленина, 3.

Резбаева Гульнара Нилевна – зав. отделом детской офтальмологии ВЦПГХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, д. 67/1. E-mail: gulnarani@mail.ru.

Бикбулатова Светлана Рамильевна – зав. диагностическим отделением ВЦПГХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, д. 67/1. E-mail: gatiyatullina.s@yandex.ru.
Зульфалиева Лэйла Джахидовна – ординатор 2-го года по направлению офтальмология ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа ул. Ленина, 3. E-mail: itsleila@mail.ru.
Ильтинбаева Айгуль Ураловна – ординатор 2-го года по направлению офтальмология ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа ул. Ленина, 3. E-mail: a.uralovna@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апрелев А.Е., Сукманюк Е.О., Медуницына А.М. Взаимосвязь миопии и глаукомы // Вестник офтальмологии. – 2024. – Т. 140, № 1. – С. 93-98.
2. Сун М.С., Джи Ю.С., Мун Х.С., Парк С.В. Толщина передней склеры при миопии и её связь с параметрами зрения // Офтальмологические исследования. – 2021. – Т. 64, № 4. – С. 567-576.
3. Лин Дж., Васудеван Б., Гао Т.Ю. [и др.] Внутриглазное давление и прогрессирование миопии, удлинение осевой длины у сельских китайских детей // Optometry and Vision Science. – 2023. – Vol. 100, No. 10. – P. 708-714.
4. Азнабаев Б.М., Мухамадеев Т.Р., Дибаяев Т.И. Оптическая когерентная томография-ангиография глаза. – М.: Август Борг, 2015. – 248 с.
5. Кироз-Рейес М.А., Кироз-Гонсалес Э.А., Кироз-Гонсалес М.А. [и др.] Комплексная оценка глаукомы у пациентов с высокой степенью миопии: систематический обзор и мета-анализ // Международная офтальмология. – 2024. – DOI: 10.1007/s10792-024-03321-4.
6. Ян Х., Ли М., Чэнь З., Чжоу Х. Толщина передней склеры в глазах с первичной открытоугольной глаукомой // Архив клинической и экспериментальной офтальмологии имени Грефе. – 2022. – Т. 260, № 5. – С. 1601-1610. – DOI: 10.1007/s00417-021-05523-3.
7. Ли М., Чен Л., Луо З., Ян Х. Толщина передней склеры у сильно близоруких глаз с первичной открытоугольной глаукомой // Рубежи медицины. – 2024. – Т. 11. – Статья 1356839. – DOI: 10.3389/fmed.2024.1356839.
8. Аветисов Э.С. Близорукость. – М.: Медицина, 1999. – 287 с.
9. Астрелин М.Н. Современный взгляд на роль склеры в патогенезе близорукости // Медицинский вестник Башкортостана. – 2017. – № 6 (72). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-vzglyad-na-rol-sklery-v-patogeneze-blizorukosti> (дата обращения: 25.03.2026).
10. Александрова Ж.Л., Шефер К.К. Анатомо-рефракционные показатели глазного яблока у детей с миопической рефракцией // Медицина. – 2020. – № 1. – С. 74-81.
11. Ман Х., Арройо Э., Данбар М. [и др.] Механические свойства перипапиллярной склеры: влияние на внутриглазное давление в глазах свиней // PLoS One. – 2018. – Т. 13, № 5. – Статья e0195882. – DOI: 10.1371/journal.pone.0195882.
12. Загидуллина А.Ш., Азнабаев Б.М., Зулкарнеев Р.Х. Факторный анализ риска развития первичной открытоугольной глаукомы // Вестник офтальмологии. – 2022. – Т. 138, № 1. – С. 23-30. – DOI: 10.17116/oftalma20221380112.

REFERENCES

1. Aprelev A.E., Sukmanyuk E.O., Medunitsyna A.M. Relationship between myopia and glaucoma. Vestnik oftal'mologii. 2024;140(1):93-98. (in Russ)
2. Sun M.S., Ji Y.S., Moon H.S., Park S.W. Anterior scleral thickness in myopia and its association with visual parameters. Ophthalmic Research. 2021;64(4):567-576. (in Engl)
3. Lin J., Vasudevan B., Gao T.Y., [et al.] Intraocular pressure, myopia progression, and axial elongation in rural Chinese children. Optometry and Vision Science. 2023;100(10):708-714. (in Engl)
4. Aznabaev B.M., Mukhamadeev T.R., Dibaev T.I. Optical coherence tomography angiography of the eye. Moscow: Avgust Borg; 2015. 248 p. (in Russ)
5. Quiroz-Reyes M.A., Quiroz-Gonzalez E.A., Quiroz-Gonzalez M.A., [et al.] Comprehensive evaluation of glaucoma in highly myopic patients: a systematic review and meta-analysis. International Ophthalmology. 2024. doi:10.1007/s10792-024-03321-4. (in Engl)
6. Yan H., Li M., Chen Z., Zhou H. Anterior scleral thickness in eyes with primary open-angle glaucoma // Graefes Archives of Clinical and Experimental Ophthalmology. – 2022. – Vol. 260, No. 5. – P. 1601-1610. doi:10.1007/s00417-021-05523-3. (in Engl)
7. Li M., Chen L., Luo Z., Yang H. Anterior scleral thickness in highly myopic eyes with primary open-angle glaucoma. Frontiers in Medicine. 2024;11:1356839. doi:10.3389/fmed.2024.1356839. (in Engl)
8. Avetisov E.S. Myopia. Moscow: Meditsina; 1999. 287 p. (in Russ)
9. Astrelin M.N. Modern view on the role of the sclera in the pathogenesis of myopia. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2017;(6):URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-vzglyad-na-rol-sklery-v-patogeneze-blizorukosti> (accessed: March 25, 2026). (in Russ)
10. Aleksandrova Zh.L., Shefer K.K. Anatomical and refractive parameters of the eyeball in children with myopic refraction. Meditsina. 2020;(1):74-81. (in Russ)
11. Man H., Arroyo E., Dunbar M., [et al.] Mechanical properties of the peripapillary sclera: influence on intraocular pressure in porcine eyes. PLoS One. 2018;13(5):e0195882. doi:10.1371/journal.pone.0195882. (in Engl)
12. Zagidullina A.Sh., Aznabaev B.M., Zulkarneev R.Kh. Risk factor analysis for primary open-angle glaucoma. Vestnik oftal'mologii. 2022;138(1):23-30. doi:10.17116/oftalma20221380112. (in Russ)

А.А. Ивлева, Д.И. Кошелев, И.В. Сироткина, Э.Р. Шакирова, О.И. Оренбуркина
**МЕЖОКУЛЯРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ
 И АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ
 ПОТЕНЦИАЛОВ У ДЕТЕЙ БЕЗ НАРУШЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ**

*Всероссийский Центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО
 «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа*

Резюме

Цель. Оценить межочулярные различия остроты зрения и амплитудно-временных параметров зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) у детей без нарушений зрительных функций.

Материал и методы. В исследовании участвовали 38 офтальмологически здоровых школьников 7-14 лет. Остроту зрения измеряли по модифицированным таблицам колец Ландольта (до 2,0). Зрительные вызванные потенциалы регистрировали на реверсивный шахматный паттерн с элементами размером 12' и 48'.

Результаты. Острота зрения варьировала в диапазоне 1,0-1,9 (медиана 1,4); значимых межочулярных различий не выявлено. Допустимое межочулярное различие остроты зрения составило 0,1-0,2, превышение может указывать на функциональный дисбаланс. Амплитудно-временные параметры ЗВП показали низкие межочулярные различия. При стимуляции паттерном размером 48' выявлена тенденция к доминированию амплитуды ЗВП правого глаза ($p < 0,01$ для N75-P100). Корреляции между остротой зрения и параметрами ЗВП не обнаружены ($p > 0,05$), вероятно, из-за разного размера стимулируемого поля зрения.

Заключение. Межочулярные различия ЗВП – надёжный индикатор функционального состояния зрительных структур. Эти данные могут служить для мониторинга зрительных функций и разработки индивидуальных профилактических программ.

Ключевые слова: асимметрия, межочулярные различия, острота зрения, зрительные вызванные потенциалы.

A.A. Ivleva, D.I. Koshelev, I.V. Sirotkina, E.R. Shakirova, O.I. Orenburkina
**INTEROCULAR DIFFERENCES IN VISUAL ACUITY
 AND THE AMPLITUDE-TEMPORAL PARAMETERS OF VISUAL
 EVOKED POTENTIALS IN CHILDREN WITHOUT VISUAL IMPAIRMENT**

Abstract

Aim. To evaluate interocular differences in visual acuity and the amplitude-temporal parameters of visual evoked potentials (VEP) in children without visual impairment.

Material and methods. The study included 38 ophthalmologically healthy schoolchildren aged 7-14 years old. Visual acuity was measured using modified Landolt ring tables (up to 2.0). VEP was recorded using a reverse checkerboard pattern with element sizes of 12' and 48'.

Results. Visual acuity ranged from 1.0 to 1.9 (median 1.4); no significant interocular differences were found. The acceptable interocular difference in visual acuity is 0.1-0.2; exceeding this value may indicate functional imbalance. The amplitude-temporal parameters of VEP showed low interocular differences. When stimulating with a 48' pattern, a tendency toward a dominant VEP amplitude in the right eye was revealed ($p < 0.01$ for N75-P100). No correlations were found between visual acuity and VEP parameters ($p > 0.05$), likely due to the different sizes of the stimulated visual field.

Conclusion. Interocular VEP differences are a reliable indicator for the functional state of visual structures. These data can be used to monitor visual function and develop individualized preventive programs.

Keywords: asymmetry, interocular difference, visual acuity, visual evoked potentials.

Введение

Зрительная система является основным сенсорным каналом человека и играет определяющую роль в реализации высших психических функций. В онтогенетическом аспекте зрительная система формируется поэтапно, что обуславливает её высокую пластичность и одновременно уязвимость к экзогенным и эндогенным факторам.

Современные эпидемиологические данные свидетельствуют о нарастающей распространенности нарушений зрения у детей. Данная тенденция приобретает характер медико-социальной проблемы, требующей междисциплинарного подхода, включающего раннюю диагностику, мониторинг развития зрительной системы и разработку прогностических моделей выявления офтальмопатологий на доклинических стадиях.

Ключевым направлением современных исследований становится изучение онтогенеза зрительного анализатора, включая нейрофизиологические и анатомо-функциональные показатели, способные служить индикаторами отклонений в развитии. Выявление таких прогностических маркеров позволяет сформировать основу для персонифицированного подхода в детской офтальмологии, направленного на профилактику нарушений зрительных функций и их влияния на когнитивное и социальное развитие ребёнка.

Метод регистрации зрительных вызванных потенциалов на реверсивный шахматный паттерн (паттерн-ЗВП) широко используется в клинической практике для получения объективной информации о функциональном состоянии зрительных структур центрального поля зрения. Особую актуальность данный

метод имеет при исследовании зрения у детей, так как не требует словесного отчета пациента [1] и отражает индивидуальные особенности обработки зрительной информации. Паттерн-ЗВП имеет более устойчивую структуру, чем ЗВП на вспышку, и они могут использоваться для объективного мониторинга функций центрального зрения [2].

Несмотря на широкое использование ЗВП в клинической и исследовательской практике, точная локализация нейронных генераторов отдельных компонентов сигнала до сих пор остаётся предметом дискуссий. Это обусловлено сложной пространственной конфигурацией источников активности в затылочной коре. Современные данные, полученные с применением многоканальной электроэнцефалографии (ЭЭГ), функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) и дипольного моделирования, позволяют уточнить предполагаемые участки возникновения основных компонентов ЗВП.

Так, современные исследования, проведенные с использованием совмещенной регистрации ЭЭГ и фМРТ, продемонстрировали пространственно-временную динамику активации мозга при паттерн-стимуляции. Согласно полученным данным, ранний негативный компонент ЗВП N75 преимущественно ассоциируется с активностью первичной зрительной коры (V1), расположенной в шпорной борозде затылочной доли коры больших полушарий (поле Бродмана 17). Позитивный компонент P100, вероятно, генерируется в дорсальной экстрастриарной коре, в частности в средней затылочной извилине. Эта область вовлечена в обработку пространственных характеристик стимула, включая движение и ориентацию, и представляет собой часть дорсального зрительного пути. Активация этой зоны отражает переход от первичной обработки к более сложным уровням анализа визуальной информации. Поздний негативный компонент N145 имеет более диффузное происхождение. Исследования указывают на участие нескольких кортикальных зон, включая глубокие источники в теменной доле. Эти структуры связаны с вниманием, сенсорной интеграции и рабочей памятью, что свидетельствует о когнитивной модуляции на более поздних этапах обработки визуального стимула [3].

При этом выявляется значительная межполушарная вариабельность активации, что может быть обусловлено индивидуальными анатомо-функциональными различиями в организации зрительной коры. Такая вариабельность подчеркивает важность учёта ин-

дивидуальных особенностей при интерпретации ЗВП в клинической и исследовательской практике.

Для того, чтобы эффективно оценивать наличие и степень патологических изменений в любой системе организма, необходимо сопоставлять ее параметры с нормативными значениями. В связи с многочисленностью факторов, влияющих на изменения параметров ЗВП (возраст, размеры стимулов, качество произвольного внимания, степень зрелости различных отделов зрительной системы и т.д.) [4], каждой из лабораторий рекомендуется выработать и использовать свои собственные нормативы для повышения эффективности диагностических процедур. Основной причиной, затрудняющей выработку единой «нормы», на наш взгляд, является то, что высокое зрение, судя по всему, обеспечивающее широкий динамический диапазон состояний отдельных подсистем зрительного анализатора [5]. В связи с этим представляется важным определить ключевые показатели, которые помогут описать норму функционирования зрительной системы, что необходимо в первую очередь для ранней диагностики пограничных состояний.

Цель исследования заключалась в оценке вариабельности межкокулярных различий остроты зрения и амплитудно-временных параметров ЗВП у детей без нарушения зрительных функций.

Материал и методы

В исследовании приняли участие 38 офтальмологически здоровых школьников в возрасте от 7 до 14 лет. Во всех случаях предварительно было получено письменное добровольное информированное согласие родителей на участие их ребенка в исследовании.

Нами были проанализированы показатели остроты зрения по кольцам Ландольта (76 глаз) с использованием модифицированных таблиц для измерения остроты зрения в интервале от 0,7 до 2,0. В качестве результата измерения учитывали строку в таблице со знаками наименьшего размера, которые испытуемый мог назвать безошибочно или с одной ошибкой.

Регистрация ЗВП осуществлялась при помощи 4-канального электронейромиографа «Нейро-МВП-4» производства компании «Нейрософт» и соответствующего программного обеспечения. Электроды для записи ЗВП устанавливались по международной системе 10-20 на точки Oz (активный электрод), Cz (референтный) и Fpz (заземляющий). Импеданс под электродами не превышал 5 кОм.

Производилась бинокулярная и монокулярная запись ЗВП на паттерны с разными размерами ячеек – 12 и 48 угловых минут для того, чтобы оценить степень активности пространственно-частотных каналов зрительной системы. Были проанализированы значения латентности компонентов N_{75} , P_{100} и N_{145} и амплитуды комплексов $N_{75}-P_{100}$ и $P_{100}-N_{145}$.

Величина остроты зрения и амплитудно-временные параметры ЗВП при разном размере клеток стимулирующего паттерна у всех исследованных детей были сведены в базу данных [6].

Результаты и обсуждение

На начальном этапе статистической обработки с помощью критерия Шапиро–Уилка проверили соответствие полученных в исследовании амплитудно-временных параметров ЗВП нормальному распределению. В результате анализа было выявлено отличие эмпирических данных от нормального распределения ($p < 0.05$). Таким образом, для дальнейшего статистического анализа при сравнении параметров правого и левого глаза использовали непараметрический критерий Уилкоксона. Соответственно, описание распределения представлено с помощью медианного значения и квартилей.

Острота зрения правого и левого глаза варьировала в диапазоне 1,0-1,9 с медианой правого и левого глаза 1,4. Наши данные согласуются с оценками величины остроты зрения у детей, полученными другими авторами [7,8]. Более детальное описание полученных распределений дано в табл. 1.

Таблица 1

Острота зрения правого и левого глаза у детей 7-14 лет без нарушения зрения

Переменная остроты зрения	Параметры				
	Me	25%	75%	Min	Max
Правого глаза	1,50	1,3	1,6	1,0	1,9
Левого глаза	1,45	1,1	1,5	1,0	1,9

Как видно из табл. 1, распределение остроты зрения двух глаз практически идентично и отличается лишь значением верхнего квартиля, которое чуть больше у правого глаза. Сравнение величины остроты зрения правого и левого глаза дало следующие результаты: статистически значимых различий в демонстрируемой остроте зрения между глазами не выявлено ($p < 0,05$). У 14 детей не было различий в остроте зрения правого и левого глаза, у 16 детей острота зрения правого глаза была выше, а у 8 – наоборот левого. Таким образом, в качестве диагностического критерия для оценки функционального баланса величины остроты зрения можно принять максимально возможное различие между глазами

в диапазоне 0,1-0,2 в зависимости от жесткости используемого диагностического правила. Большая величина различий должна насторожить врача, так как это может указывать на функциональный дисбаланс в зрительной системе. Очевидно, что такое сравнение возможно лишь при использовании таблиц для измерения остроты зрения, позволяющих проводить ее детальное измерение в диапазоне выше 1,0 [9].

Не исключено, что измерение остроты зрения детей или остроты, ограниченной 1,0, может приводить к пропуску начальных стадий межочулярного дисбаланса и в итоге приводить к ухудшению зрения и развитию близорукости. Хотелось бы обратить внимание на тот факт, что острота зрения у обследованных детей значительно выше нижней границы нормы и у половины их превышает 1,4. Это указывает на необходимость разработать и внедрить в клиническую практику проверочные таблицы с возможностью более детальной оценки остроты зрения более 1,0. Такие таблицы необходимы для качественной оценки состояния зрительных функций детей при профилактических осмотрах, когда еще нет жалоб на зрение. Выявление на доклинических стадиях функционального дисбаланса позволяет своевременно провести адекватные лечебно-профилактические мероприятия для нормализации зрительных функций и снижения риска их нарушения.

Анализ амплитудно-временных параметров ЗВП на обрабатываемый шахматный паттерн выявил значительную вариацию амплитуды ЗВП. Величина коэффициента вариации для амплитуды ранних и поздних компонентов ЗВП находилась в диапазоне 42-58. Значения латентности варьировали значительно меньше – коэффициент вариации не превышал 5 – для компонентов N_{75} и P_{100} и 9 – для компонента N_{145} . Меньшая вариабельность временных параметров ЗВП по всей видимости отражает большую биологическую значимость скоростных аспектов проведения сигналов по сравнению с амплитудными параметрами, которые во многом определяются индивидуальными особенностями расположения источников электрического сигнала и их согласованной работы.

Несмотря на высокую межиндивидуальную вариацию амплитудных параметров ЗВП, межочулярные различия были выражены в значительно меньшей степени. Параметры различий амплитуды основных комплексов ЗВП и латентности компонентов между правым и левым глазом приведены в табл. 2.

Межокулярные различия величины остроты зрения и амплитудно-временных параметров ЗВП на обрабатываемый паттерн

Переменная	Me	25%	75%	Min	Max
Острота зрения	0,1	0,0	0,2	0,0	0,7
Размер клеток паттерна 48 угловых минут					
Латентность N75	1,6	0,0	1,8	0,0	5,0
-> P100	2,0	1,0	3,0	0,0	7,0
-> N145	3,0	2,0	9,0	0,0	30,0
Амплитуда N75-P100	3,0	1,0	5,0	0,0	9,4
-> P100-N145	3,4	0,9	5,7	0,2	10,7
Размер клеток паттерна 12 угловых минут					
Латентность N75	1,7	0,0	3,4	0,0	6,0
-> P100	4,0	2,0	5,0	0,0	12,0
-> N145	3,5	1,0	8,0	0,0	37,0
Амплитуда N75-P100	3,1	1,6	5,3	0,0	8,8
-> P100-N145	2,8	1,3	3,7	0,0	8,7

Как видно из табл. 2, межocularные различия абсолютных значений амплитуды компонентов ЗВП находятся на уровне временных показателей, что позволяет качественно оценивать функциональную активность монокулярных каналов.

Для более полного представления о различиях в латентности и амплитуде монокулярных ответов мы оценили межocularное доминирование. Различия считали существенными при абсолютной разнице, превышающей 1 мс, для латентности и 1 мкВ для амплитуды компонентов ЗВП.

Анализ доминирующего по латентности глаза дал следующие результаты. Так, при среднем размере клеток паттерна значение латентности компонента N75 ЗВП имело равные величины у 15 испытуемых. У 15 испытуемых латентность начального компонента ЗВП имела меньшие значения при стимуляции правого глаза, а у 8 – при стимуляции левого глаза. Латентность компонента P100 имела равные величины у 14 испытуемых, у 9 латентность P100 была меньшей при стимуляции правого глаза, а у 15 – левого. Равная латентность позднего компонента N145 обнаруживалась у 9 испытуемых, у 15 – латентность была короче при стимуляции правого глаза, а у 14 – левого. Таким образом, мы наблюдаем снижение степени симметрии при развитии электрической реакции мозга на зрительную стимуляцию. При среднем размере клеток паттерна не выявляется доминирования какого-либо глаза, а видимые различия могут быть связаны с колебанием внимания испытуемых или адаптацией к непривычной и редко встречаемой в обычной жизни монокулярной зрительной стимуляции. Амплитуда компонентов ЗВП демонстрировала несколько иные тенденции. Так, амплитуда комплекса N75-P100 имела равную величину у 11 человек, у 21 – амплитуда была выше при стимуляции правого глаза и лишь у 6 – левого. Таким образом, в случае амплитуды мы видим

доминирование активности правого монокулярного канала. Расчет критерия знаков G при данном объеме выборки подтверждает статистическую значимость различий ($p < 0.01$). Таким образом, величина амплитуды основного компонента ЗВП при размере клеток 48 угловых минут при стимуляции правого и левого монокулярных каналов согласуется с данными по межocularному доминированию. Амплитуда позднего комплекса P100-N145 демонстрировала схожую картину. Равная амплитуда также обнаруживалась у 11 человек, у 19 – амплитуда была выше при стимуляции правого глаза и у 8 – левого. В случае амплитуды позднего компонента ЗВП тенденция доминирования правого канала сохраняется, однако не достигает уровня статистической значимости ($p > 0.05$).

Анализ корреляционных отношений между остротой зрения и амплитудно-временными параметрами ЗВП не выявил статистически значимых корреляций ($p > 0.05$). Возможно, что отсутствие значимых корреляций связано с различным размером стимулируемого поля зрения. Так, в ходе измерения остроты зрения наиболее активно работает центральный участок макулы – фовеа диаметром 1-2 градуса [10], а при регистрации ЗВП на обрабатываемый паттерн стимулируются центральные 15 градусов.

При стимуляции мелким паттерном латентность компонентов ЗВП в целом увеличивается, что, вероятно, связано с активацией рецептивных полей меньшего размера и, соответственно, более тонких волокон с меньшей скоростью проведения. Латентности компонента N75 ЗВП имела равные величины у 12 испытуемых. У 15 испытуемых латентность начального компонента ЗВП имела меньшие значения при стимуляции правого глаза, а у 11 – при стимуляции левого глаза. Латентность компонента P100 имела равные величины лишь у 6 испытуемых, у 20 – латентность P100 была меньше при стимуляции

правого глаза, а у 12 – левого. Равная латентность позднего компонента N145 обнаруживалась у 10 испытуемых, у 13 – латентность была короче при стимуляции правого глаза, а у 15 – левого. Таким образом, при мелком размере паттерна мы наблюдаем выраженную асимметрию в латентности компонента P100, что может указывать на более совершенные зрительные механизмы первичной обработки информации в центральном поле зрения правого монокулярного канала.

Равная амплитуда комплекса N75-P100 была зарегистрирована лишь у 7 испытуемых. У 20 – амплитуда была выше при стимуляции правого глаза, а у 11 – левого. Таким образом, при стимуляции мелкоклеточным паттерном мы видим более высокую активность зрительной коры при стимуляции правого монокулярного канала. Амплитуда позднего комплекса P100-N145 демонстрировала схожую картину. Равная амплитуда также была обнаружена у 8 человек, у 21 – амплитуда была выше при стимуляции правого глаза и у 9 – левого. Несмотря на сохранение более высо-

кой активности центральных зрительных структур при стимуляции правого монокулярно канала, межочулярные различия не достигают уровня статистической значимости ($p>0,05$).

Заключение

Таким образом, оценка межочулярных различий является надежным источником информации о функциональном состоянии зрительных структур различных уровней. Она позволяет в значительной степени нивелировать межличностную вариабельность амплитуды ЗВП. На основе сравнения амплитудно-временных параметров ЗВП правого и левого глаза можно получить объективную информацию об индивидуальных особенностях межочулярного взаимодействия в процессе зрительного восприятия. Эта информация может выступать, с одной стороны, отправной точкой для последующего объективного мониторинга состояния зрительных функций, а с другой – основой для разработки индивидуальной профилактической и лечебной программ.

Сведения об авторах статьи:

Ивлева Анна Александровна – м.н.с. научно-исследовательской лаборатории нейрофизиологии зрения ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1. E-mail: anariel_93@mail.ru.

Кошелев Дмитрий Иванович – к.б.н., доцент, зав. научно-исследовательской лабораторией нейрофизиологии зрения ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1. E-mail: koshelev_d@mail.ru.

Сироткина Инна Владимировна – н.с. научно-исследовательской лаборатории нейрофизиологии зрения ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1. E-mail: sirotkinain@yandex.ru.

Шакирова Эльвина Рифовна – м.н.с. научно-исследовательской лаборатории нейрофизиологии зрения ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1. E-mail: shaki.ehlvina@yandex.ru.

Оренбуркина Ольга Ивановна – д.м.н., директор ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1. E-mail: linza7@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Marmoy, O.R. Pattern visual evoked potentials show an inferior-superior topographic shift through maturation in childhood / O.R. Marmoy [et al.] // J Physiol. – 2023. – V. 601, №10. – P.1869-1880. doi: 10.1113/JP283408
2. Šuštar Habjan, M. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2025 update) / M. Šuštar Habjan [et al.]. – 2025. – V.151. – P.97-112. <https://doi.org/10.1007/s10633-025-10042-1>
3. Yu, M. Handbook of Clinical Electrophysiology of Vision / M. Yu, D. Creel, A. Iannaccone // Springer Nature Switzerland AG. – 2019. – P. 20-21. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30417-1>
4. Sharma, R. Visual Evoked Potentials: Normative Values and Gender Differences / R. Sharma [et al.] // J Clin Diagn Res. – 2015. – Vol. 9 (7). – P. 12–15. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12764.6181>
5. Кошелев, Д.И. Вариативность параметров зрительных вызванных потенциалов на паттерн у детей без нарушения зрения и вопросы доклинической диагностики / Д.И. Кошелев [и др.] // Сенсорные системы. – 2020. – Т.34, № 3. – С. 179-187. DOI: 10.31857/S023500922003004X
6. Параметры остроты зрения, зрительных вызванных потенциалов и движений глаза при монокулярной фиксации у детей в возрасте 7-14 лет: свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025622237 Рос. Федерация; заявл. 13.05.2025; опубл. 26.05.2025.
7. Рожкова, Г.И. Возрастная динамика остроты зрения у школьников. III. Соотношение монокулярных и бинокулярных показателей / Г.И. Рожкова [и др.] // Сенсорные системы. – 2001. – Т. 15, №3. – С.264-272.
8. Шитова, О. В. Показатели остроты зрения школьников 1-11 классов г. Кирова в зависимости от пола / О. В. Шитова [и др.] // Вятский медицинский вестник. – 2015. – №1 (45). – С. 30-33.
9. Рожкова, Г.И. Таблицы и тесты для оценки зрительных способностей / Г.И. Рожкова, В.С. Токарева // М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2001. – 104 с.
10. Koksaldi, S., Clinical anatomy of the macula / S. Koksaldi [et al.] // Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol. – 2025. – Vol. 31. №14(2). – P.17-27. doi: 10.51329/mehdiophthal1520.

REFERENCES

1. Marmoy OR, [et al.]. Pattern visual evoked potentials show an inferior-superior topographic shift through maturation in childhood. J Physiol. 2023;601(10):1869-80. (in Engl) doi: 10.1113/JP283408.
2. Šuštar Habjan M, [et al.]. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2025 update). Doc Ophthalmol. 2025;151:97-112. (in Engl) <https://doi.org/10.1007/s10633-025-10042-1>
3. Yu M, Creel D, Iannaccone A. Handbook of Clinical Electrophysiology of Vision. Springer Nature Switzerland AG; 2019. p. 20-21. (in Engl) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30417-1>

4. Sharma R, [et al.]. Visual Evoked Potentials: Normative Values and Gender Differences. J Clin Diagn Res. 2015;9(7):12-15. (in Engl) <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12764.6181>
5. Koshelev DI, [et al.]. Variability of pattern visual evoked potentials parameters in children without visual impairment and issues of preclinical diagnosis. Sensornye sistemy. 2020;34(3):179-87. (in Russ) DOI: 10.31857/S023500922003004X. (in Russian)
6. Ivleva AA, Koshelev DI, Sirotkina IV, [et al.]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii bazy dannykh № 2025622237 Rossiiskaya Federatsiya. Parametry ostroty zreniya, zritel'nykh vyzyvannykh potentsialov i dvizhenii glaza pri monokulyarnoi fiksatsii u detei v vozraste 7–14 let (*Parameters of visual acuity, visual evoked potentials, and eye movements during monocular fixation in children aged 7–14 years*). Zayavl. 13.05.2025. Opubl. 26.05.2025. (in Russ) EDN NZROLA.
7. Rozhkova GI, [et al.]. Age Dynamics of Visual Acuity in Schoolchildren. III. Relationship of Monocular and Binocular Estimates. Sensornye sistemy. 2001;15(3):264-72. (in Russ)
8. Shitova OV, [et al.]. Indices of sharpness of vision of 1–11 grade schoolchildren of Kirov region in dependence on gender. Vyatskii meditsinskii vestnik. 2015;(45):30-33. (in Russ)
9. Rozhkova GI, Tokareva VS. Tablitsy i testy dlya otsenki zritel'nykh sposobnostei (Tables and tests for assessing visual abilities). Moscow: Gumanit. izd. Tsentr VLADOS; 2001. 104 p.: il. (in Russ)
10. Koksaldi S, [et al.]. Clinical anatomy of the macula. Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol. 2025;31(2):17-27. doi: 10.51329/mehdiophthal1520.

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЗАДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА И МАКУЛЯРНАЯ ПАТОЛОГИЯ

<https://doi.org/10.24060/1999-6209-2026-21-2-21-25>
УДК 617.736-002-06:617.735-007.281-053.8-07-02:615.216.84
© Е.А. Дроздова, А.М. Богомолова, 2026

Е.А. Дроздова, А.М. Богомолова
**РЕЗУЛЬТАТЫ АНТИАНГИОГЕННОЙ
ТЕРАПИИ И АНАЛИЗ ОКТ-БИОМАРКЕРОВ ПАЦИЕНТОВ
С НАЛИЧИЕМ МОСТОВИДНОЙ СУБРЕТИНАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ
НЕОВАСКУЛЯРНОЙ ФОРМЕ ВОЗРАСТНОЙ МАКУЛЯРНОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ**
*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Челябинск*

Резюме

Цель. Оценить результаты антиангиогенной терапии, провести анализ влияния ряда ОКТ-биомаркеров на функциональный исход лечения пациентов с наличием мостовидной субретинальной жидкости (СРЖ) при неоваскулярной форме возрастной макулярной дегенерации (нВМД) в течение первого года наблюдения.

Материал и методы. Проведен анализ динамики функциональных и морфологических показателей у 27 пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД на фоне антиангиогенной терапии. Статистическая обработка выполнена с применением непараметрических критериев и проведением анализа четырехпольных таблиц сопряженности для выявления взаимосвязи между ОКТ-биомаркерами и отрицательным функциональным исходом лечения.

Результаты. Выявлены ОКТ-биомаркеры, сопутствующие наличию мостовидной СРЖ. По результатам антиангиогенной терапии наблюдалась неустойчивая слабая положительная морфологическая и функциональная динамика. Обнаружены взаимосвязи наличия отслойки баццилярного слоя (BALLAD), наружных ретинальных тубуляций, дегенеративной ИРЖ и отрицательного функционального исхода терапии.

Выводы. Полученные результаты первого года антиангиогенной терапии и выявленные ОКТ-биомаркеры у пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД свидетельствуют о значимых сопутствующих фиброзно-дегенеративных изменениях макулярной зоны и неблагоприятном функциональном прогнозе лечения.

Ключевые слова: неоваскулярная форма ВМД, антиангиогенная терапия, мостовидная субретинальная жидкость, ОКТ-биомаркеры.

Е.А. Drozdova, A.M. Bogomolova
**RESULTS OF ANTIANGIOGENIC THERAPY AND ANALYSIS
OF OCT BIOMARKERS IN PATIENTS WITH BRIDGED SUBRETINAL FLUID
IN THE NEOVASCULAR FORM OF AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION**

Abstract

Aim. To evaluate the results of antiangiogenic therapy, to analyze the influence of a number of OCT biomarkers on the functional outcome of treatment of patients with the presence of bridging subretinal fluid (SRF) in neovascular age-related macular degeneration (nAMD) during the first year of observation.

Material and methods. An analysis of the dynamics of functional and morphological parameters in 27 patients with bridging SRH associated with nAMD was conducted during antiangiogenic therapy. Statistical analysis was performed using nonparametric criteria and four-field contingency table analysis to identify the relationship between OCT biomarkers and adverse functional outcomes.

Results. OCT biomarkers associated with the presence of bridging retinal scleroses were identified. Antiangiogenic therapy resulted in unstable, weak positive morphological and functional dynamics. Correlations were found between the presence of bacillary layer detachment (BALLAD), external retinal tubulations, degenerative retinal sclerosis, and a negative functional outcome.

Conclusions. The obtained results of the first year of antiangiogenic therapy and the identified OCT biomarkers in patients with bridging SRH in nAMD indicate significant concomitant fibrodegenerative changes in the macular zone and an unfavorable functional prognosis of treatment.

Keywords: neovascular AMD, antiangiogenic therapy, bridge arch-shaped subretinal fluid, OCT biomarkers.

Введение

Одной из ключевых проблем современной ретинологии является лечение неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации (нВМД) сетчатки, как наиболее распространенного заболевания среди лиц пожилого возраста, осложняющегося развитием макулярной неоваскуляризации, активность которой может приводить к необратимым изменениям макулярной зоны и утрате центрального зрения [8]. Интравитреальная инъекционная антиангиогенная терапия с исполь-

зованием препаратов различной молекулярной структуры (ранибизумаб, афлиберцепт, бролуцизумаб, фарицимаб в практике РФ) – основной патогенетический метод лечения заболевания, направленный на стойкое подавление активности макулярной неоваскуляризации и минимизацию транссудативного повреждения ретинальных слоев [13]. Различный ответ пациентов с нВМД на применение антиангиогенной терапии в существующих режимах с возможным возникновением первичной и вторичной неэффективности (рези-

стенности), случаев низкой эффективности и субоптимального ответа обуславливают необходимость анализа возможных причин развития патологии в каждом конкретном случае [4]. Среди клинических, фармакологических и патогенетических факторов, влияющих на эффективность антиангиогенной терапии, особое значение имеет оценка прогностических морфологических факторов изменения ретинальных слоев на основании данных оптической когерентной томографии (ОКТ) ввиду широкой распространенности и доступности данной методики в реальной клинической практике [1,2]. Помимо «классических» ОКТ-биомаркеров транссудативной активности при нВМД (толщина центральной зоны сетчатки (ТЦЗС), субретинальная жидкость (СРЖ), интравитреальная жидкость, жидкость в составе васкулярных отслоек ретинального пигментного эпителия (ОРПЭ) на сегодняшний день известен ряд дополнительных ОКТ-биомаркеров, имеющих различное патогенетическое значение [3,10]. К известным ОКТ-биомаркерам значимых сопутствующих дегенеративно-атрофических изменений макулярной зоны при нВМД, потенциально оказывающих влияние на результаты антиангиогенной терапии, относятся: отслойка бацеллярного слоя (BALLAD), наружные ретинальные тубуляции, транссудативная ИРЖ, фиброзный компонент васкулярной ОРПЭ, субретинальный макулярный фиброз, неполная атрофия ретинального пигментного эпителия и наружных ретинальных слоев (iRORA) [11,14].

По данным исследований наличие мостовидной СРЖ при нВМД как особого подтипа субретинальной жидкости ассоциировано с наиболее неблагоприятным функциональным исходом антиангиогенной терапии ввиду сопутствующего макулярного субретинального фиброза с формированием участков плотной адгезии, придающей мостовидную форму скоплениям СРЖ [15]. Изучение результатов антиангиогенной терапии и анализ влияния ОКТ-биомаркеров на функциональные исходы у пациентов с мостовидной СРЖ при нВМД может позволить выявить причины недостаточной эффективности данной терапии у части пациентов и использовать полученные данные для оптимизации существующих подходов к лечению данного заболевания.

Цель исследования – оценить результаты антиангиогенной терапии и провести анализ влияния ряда ОКТ-биомаркеров (отслойка бацеллярного слоя (BALLAD), наружные ретинальные тубуляции, транссудативная

и дегенеративная ИРЖ, фиброзный компонент васкулярной ОРПЭ, субретинальный макулярный фиброз, неполная атрофия ретинального пигментного эпителия и наружных ретинальных слоев (iRORA)) на функциональный исход лечения пациентов с наличием мостовидной субретинальной жидкости при неоваскулярной форме возрастной макулярной дегенерации, наблюдаемой в течение первого года.

Материал и методы

Для исследования путем ретроспективного анализа 144 историй болезни и данных диагностического обследования пациентов с нВМД, получающих антиангиогенную терапию, было отобрано 27 пациентов (29 глаз) с наличием мостовидной СРЖ по результатам ОКТ на момент начала терапии. Критериями включения в исследование являлись: максимально корригируемая острота зрения (МКОЗ) $\geq 0,1$ до начала лечения; отсутствие иной значимой офтальмологической патологии, оказывающей влияние на МКОЗ; отсутствие опыта предшествующей антиангиогенной терапии, выполнения полного курса «загрузочных» интравитреальных инъекций (ИВИ) (три ежемесячных инъекции при лечении препаратами афлиберцепт и бролуцизумаб, четыре ежемесячных инъекции при лечении препаратом фарицимаб) и дальнейшее получение регулярных ИВИ в течение года наблюдения в соответствии с режимом терапии. Средний возраст пациентов составил $76,7 \pm 5,7$ года; женщин 62,1% и мужчин 37,9%, среди которых 37,9% (11 человек) получали ИВИ препарата афлиберцепт, 27,6% (8 человек) – препаратом бролуцизумаб, 34,5% (10 человек) – препаратом фарицимаб при среднем количестве ИВИ 5 ± 1 за первый год терапии. В рамках исследования с учетом малых размеров выборки сравнительный анализ по группам препаратов не проводился. Оценка морфологических показателей эффективности терапии производилась на основании результатов проведения ОКТ DRI OCT Triton (Topcon, Япония) и динамического анализа «классических» (ТЦЗС, СРЖ, транссудативная ИРЖ) и дополнительных ОКТ-биомаркеров (BALLAD, наружные ретинальные тубуляции, дегенеративная ИРЖ, фиброзный компонент васкулярной ОРПЭ, субретинальный макулярный фиброз, iRORA). Динамическая оценка функциональных и морфологических показателей проводилась до начала антиангиогенной терапии, после фазы «загрузочных» инъекций, через 6 и 12 месяцев от начала лечения. Функциональные показатели

оценивались на основании данных МКОЗ по общепринятой методике с использованием таблицы Сивцева-Головина. Отрицательным функциональным исходом терапии считалось снижение МКОЗ на $\geq 0,1$ по результатам первого года наблюдения.

Статистическая обработка полученных результатов выполнялась с использованием программы StatTech v. 4.11.1 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Количественные данные при отсутствии нормального распределения описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3). При оценке категориальных данных частоты встречаемости ОКТ-биомаркеров использовались 95%-ные доверительные интервалы для процентных долей с расчетом по методу Клоппера–Пирсона. Для оценки динамики МКОЗ, ТЦЗС, высоты СРЖ на фоне лечения использовался непараметрический критерий Фридмана. С целью выявления взаимосвязи между ОКТ-биомаркерами и отрицательным функциональным исходом лечения проводился анализ четырехпольных таблиц сопряженности с применением точного критерия Фишера и оценкой силы связи с помощью V Крамера (интерпретация значений согласно рекомендациям Rea & Parker (2014). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По результатам ОКТ-диагностики, проведенной пациентам до начала антиангиогенной терапии, были выявлены дополнительные ОКТ-биомаркеры, сопутствующие наличию мостовидной субретинальной жидкости (СРЖ) (табл. 1).

Полученные данные анализа частоты встречаемости ОКТ-биомаркеров в совокуп-

ности свидетельствуют о наличии фиброзных и атрофических изменений макулярной зоны, помимо признаков транссудативной активности макулярной неоваскуляризации (МНВ) к моменту планирования антиангиогенной терапии, что согласуется с данными исследований о сопутствующих мостовидной СРЖ фиброзно-дегенеративных изменениях ретинальных слоев [6,15].

Таблица 1
Анализ частоты встречаемости ОКТ-биомаркеров у пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД

ОКТ-биомаркеры	Абс.	%	95% ДИ
Транссудативная ИРЖ	11	37,9	20,7-57,7
Дегенеративная ИРЖ	15	51,7	32,5-70,6
Наружные ретинальные тубуляции	15	51,7	32,5-70,6
BALLAD	13	44,8	26,4-64,3
Фиброзный компонент васкулярной ОРПЭ	29	100,0	88,1-100,0
Субретинальный макулярный фиброз	29	100,0	88,1-100,0
iRORA	8	27,6	12,7-47,2

При динамической оценке изменений функциональных и морфологических показателей у пациентов на фоне антиангиогенной терапии было выявлено статистически значимое увеличение МКОЗ после проведения фазы «загрузочных» инъекций и через 6 месяцев от начала терапии с последующим регрессом до исходных значений через 12 месяцев от начала лечения (табл. 2). При этом в 41,4% наблюдений (12 пациентов) был отмечен отрицательный функциональный исход терапии на сроке 12 месяцев от начала лечения.

Анализ динамических изменений морфологических показателей на фоне антиангиогенной терапии продемонстрировал статистически значимое снижение ТЦЗС и высоты СРЖ с флуктуацией её уровня на всех сроках наблюдения.

Таблица 2

Динамика функциональных и морфологических ОКТ-показателей на фоне антиангиогенной терапии у пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД

Показатель	Исходно	После фазы «загрузочных» инъекций	Через 6 месяцев от начала терапии	Через 12 месяцев от начала терапии	p
	Me (Q1-Q3) 0,1 (0,1-0,2) (n=29)	Me (Q1-Q3) 0,3* (0,2-0,3) (n=29)	Me (Q1-Q3) 0,2* (0,1-0,2) (n=29)	Me (Q1-Q3) 0,1* (0,1-0,2) (n=29)	
МКОЗ	0,1 (0,1-0,2) (n=29)	0,3* (0,2-0,3) (n=29)	0,2* (0,1-0,2) (n=29)	0,1* (0,1-0,2) (n=29)	< 0,001
ТЦЗС, мкм	332 (285-394) (n=29)	237* (231-253) (n=29)	250* (237-262) (n=29)	223* (207-232) (n=29)	< 0,001
Высота СРЖ, мкм	309 (272-362) (n=29)	19* (0-36) (n=29)	0* (0-47) (n=29)	63* (0-114,0) (n=29)	< 0,001

* Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Отсутствие долгосрочной положительной функциональной динамики, несмотря на положительный морфологический ответ и регулярное проведение ИВИ в соответствии с режимом на фоне первого года антиангиогенной терапии, наиболее, вероятно, связано с дальнейшим прогрессированием фиброзно-атрофических изменений макулярной зоны,

повреждения фоторецепторных слоев и негативным прогнозом в отношении улучшения центрального зрения, что подтверждается данными литературы [7,15].

При проведении анализа силы связей между отрицательным функциональным исходом антиангиогенной терапии и наличием определенных типов ОКТ-биомаркеров были

выявлены: статически значимая очень сильная связь с наличием BALLAD (V Крамера = 0,93) и статически значимая относительно сильная связь с наличием наружных ретинальных тубуляций, дегенеративной ИРЖ (V Крамера = 0,67) и iRORA (V Крамера = 0,58), статистически не значимой средней силы связи с наличием транссудативной ИРЖ (V Крамера = 0,35) (табл. 3).

Выявленные взаимосвязи наличия BALLAD, наружных ретинальных тубуляций,

дегенеративной ИРЖ и отрицательного функционального исхода первого года антиангиогенной терапии у пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД могут свидетельствовать о высокой вероятности негативного исхода лечения при сочетании данных ОКТ-биомаркеров на этапе первичной ОКТ-диагностики нВМД, что может быть использовано в клинической практике для оптимизации терапевтических стратегий в рамках персонифицированного подхода [5,9,12].

Таблица 3

Анализ ОКТ-биомаркеров в зависимости от отрицательного функционального исхода антиангиогенной терапии пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД

Показатель	Категории присутствия ОКТ-биомаркеров	Отрицательный функциональный исход		p
		отсутствие	наличие	
BALLAD	Отсутствие	16 (94,1)	0 (0,0)	< 0,001*
	Наличие	1 (5,9)	12 (100,0)	
Наружные ретинальные тубуляции	Отсутствие	13 (76,5)	1 (8,3)	< 0,001*
	Наличие	4 (23,5)	11 (91,7)	
Дегенеративная ИРЖ	Отсутствие	13 (76,5)	1 (8,3)	< 0,001*
	Наличие	4 (23,5)	11 (91,7)	
Транссудативная ИРЖ	Отсутствие	13 (76,5)	5 (41,7)	0,119
	Наличие	4 (23,5)	7 (58,3)	
iRORA	Отсутствие	16 (94,1)	5 (41,7)	0,003*
	Наличие	1 (5,9)	7 (58,3)	

* различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Заключение

Проведенный анализ данных позволил выявить наиболее частые ОКТ-биомаркеры дегенеративно-атрофических изменений ретинальных слоев, встречающихся у пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД: отслойка бацеллярного слоя (BALLAD), наружные ретинальные тубуляции, транссудативная и дегенеративная ИРЖ, фиброзный компонент васкулярной ОРПЭ, субретинальный макулярный фиброз, неполная атрофия ретинального пигментного эпителия и наружных ретинальных слоев (iRORA). На основе анализа динамических изменений функциональных и морфологических показателей у пациентов на фоне первого года антиангио-

генной терапии обнаружены положительный морфологический ответ и низкий, неустойчивый функциональный ответ на лечение, что свидетельствует о возможном прогрессирующем дегенеративном повреждении фоторецепторных слоев макулярной зоны пациентов с наличием мостовидной СРЖ при нВМД. Выявление сильной связи BALLAD, наружных ретинальных тубуляций, дегенеративной ИРЖ и отрицательного функционального исхода первого года антиангиогенной терапии у пациентов с наличием мостовидной СРЖ может рассматриваться как предиктор низкой эффективности лечения, позволяющий оптимизировать существующие стратегии лечения нВМД.

Сведения об авторах статьи:

Дроздова Елена Александровна – д.м.н., профессор, зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России. Адрес: 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: dhelena2006@yandex.ru.

Богомолова Анна Максимовна – аспирант, ассистент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России. Адрес: 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: am_ophth@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

- Будзинская, М.В. Резистентность к анти-VEGF-терапии при экссудативной возрастной макулярной дегенерации / М.В. Будзинская, А.А. Плюхова, П.А. Сорокин // Вестник офтальмологии. – 2017. – Т. 133, № 4. – С. 103-108.
- Зайцева, О.В. Анти-VEGF-терапия неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации: причины недостаточной эффективности / О.В. Зайцева, Н.В. Нероева, Т.Д. Охочимская, Е.В. Бобыкин // Вестник офтальмологии. – 2021. – Т. 137, № 5. – С. 152-159.
- Фурсова, А.Ж. Прогностические факторы эффективности антиангиогенной терапии при неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации / А.Ж. Фурсова, Н.В. Чубарь, М.С. Тарасов [и др.] // Вестник офтальмологии. – 2018. – Т. 134, № 1. – С. 48-55.
- Amoaku, W.M. Defining response to anti-VEGF therapies in neovascular AMD / W.M. Amoaku, U. Chakravarthy, R. Gale [et al.] // Eye. – 2015. – Vol. 29, № 6. – P. 721-731.
- Arrigo, A. Outer retinal tubulation formation and clinical course of advanced age-related macular degeneration / A. Arrigo, E. Aragona, O. Battaglia [et al.] // Sci. Rep. – 2021. – Vol. 11. – P. 14735.
- Casalino, G. Tomographic biomarkers predicting progression to fibrosis in treated neovascular age-related macular degeneration: a multimodal imaging study / G. Casalino, M.R. Stevenson, F. Bandello, U. Chakravarthy // Ophthalmol. Retina. – 2018. – Vol. 2, № 5. – P. 451-461.

7. Fajnkuchen, F. Bridge arch-shaped serous retinal detachment in age-related macular degeneration / F. Fajnkuchen, S.Y. Cohen, N. Thay [et al.] // *Retina*. – 2016. – Vol. 36, № 3. – P. 476-482.
8. Hollaus, M. The challenges of treating neovascular age-related macular degeneration / M. Hollaus, W. Bühl, U. Schmidt-Erfurth, S. Sacu // *Klin. Monbl. Augenheilkd.* – 2022. – Vol. 239, № 8. – P. 1033-1042.
9. Menean, M. Subretinal pseudocysts: a comprehensive analysis of this novel OCT finding / M. Menean, R. Sacconi, S. Vujosevic [et al.] // *Ophthalmol. Ther.* – 2023. – Vol. 12, № 5. – P. 2035-2048.
10. Metrangolo, C. OCT biomarkers in neovascular age-related macular degeneration: a narrative review / C. Metrangolo, S. Donati, M. Mazzola [et al.] // *J. Ophthalmol.* – 2021. – Vol. 2021. – P. 9994098.
11. Moraru, A.D. Review of guideline recommendations for optimal anti-VEGF therapy in age-related macular degeneration / A.D. Moraru, C. Danielescu, R.E. Iorga [et al.] // *Life*. – 2024. – Vol. 14. – P. 1220.
12. Ramtohl, P. Long-term outcomes of bacillary layer detachment in neovascular age-related macular degeneration / P. Ramtohl, A. Malclès, E. Gigon [et al.] // *Ophthalmol. Retina*. – 2022. – Vol. 6, № 3. – P. 185-195.
13. Ricci, F. Neovascular age-related macular degeneration: therapeutic management and new-upcoming approaches / F. Ricci, F. Bandello, P. Navarra [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* – 2020. – Vol. 21, № 21. – P. 8242.
14. Singh, S.R. Unique optical coherence tomographic features in age-related macular degeneration / S.R. Singh, M. Lupidi, S.B. Mishra [et al.] // *Surv. Ophthalmol.* – 2020. – Vol. 65, № 4. – P. 451-457.
15. Venkatesh, R. Bridge arch-shaped subretinal fluid in neovascular age-related macular degeneration: evolution and outcomes / R. Venkatesh, R. Mangla, P. Mishra [et al.] // *Retina*. – 2022. – Vol. 42, № 6. – P. 1012-1019.

REFERENCES

1. Budzinskaia MV, Pliukhova AA, Sorokin PA. Anti-VEGF therapy resistance in neovascular age-related macular degeneration. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2017;133(4):103–108. (In Russ.). doi:10.17116/oftalma20171334103-108.
2. Zaytseva OV, Neroeva NV, Okhotsinskaya TD, Bobykin EV. Anti-VEGF therapy for neovascular age-related macular degeneration: causes of incomplete response. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2021;137(5):152–159. (In Russ.). doi:10.17116/oftalma2021137051152.
3. Fursova AZh, Chubar NV, Tarasov MS, [et al.] Prognostic factors of antiangiogenic therapy effectiveness in neovascular age-related macular degeneration. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2018;134(1):48–55. (In Russ.). doi:10.17116/oftalma2018134148-55.
4. Amoaku WM, Chakravarthy U, Gale R, [et al.] Defining response to anti-VEGF therapies in neovascular AMD. *Eye*. 2015;29(6):721–731. doi:10.1038/eye.2015.48.
5. Arrigo A, Aragona E, Battaglia O, [et al.] Outer retinal tubulation formation and clinical course of advanced age-related macular degeneration. *Sci Rep*. 2021;11:14735. doi:10.1038/s41598-021-94310-5.
6. Casalino G, Stevenson MR, Bandello F, Chakravarthy U. Tomographic biomarkers predicting progression to fibrosis in treated neovascular age-related macular degeneration: a multimodal imaging study. *Ophthalmology Retina*. 2018;2(5):451–461. doi:10.1016/j.oret.2017.08.019.
7. Fajnkuchen F, Cohen SY, Thay N, [et al.] Bridge arch-shaped serous retinal detachment in age-related macular degeneration. *Retina*. 2016;36(3):476–482. doi:10.1097/IAE.0000000000000746.
8. Hollaus M, Bühl W, Schmidt-Erfurth U, Sacu S. The challenges of treating neovascular age-related macular degeneration. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2022;239(8):1033–1042. doi:10.1055/a-1473-5713.
9. Menean M, Sacconi R, Vujosevic S, [et al.] Subretinal pseudocysts: a comprehensive analysis of this novel OCT finding. *Ophthalmol Ther*. 2023;12(5):2035–2048. doi:10.1007/s40123-023-00727-8.
10. Metrangolo C, Donati S, Mazzola M, [et al.] OCT biomarkers in neovascular age-related macular degeneration: a narrative review. *J Ophthalmol*. 2021;2021:9994098. doi:10.1155/2021/9994098.
11. Moraru AD, Danielescu C, Iorga RE, [et al.] Review of guideline recommendations for optimal anti-VEGF therapy in age-related macular degeneration. *Life*. 2024;14:1220. doi:10.3390/life14101220.
12. Ramtohl P, Malclès A, Gigon E, [et al.] Long-term outcomes of bacillary layer detachment in neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmol Retina*. 2022;6(3):185–195. doi:10.1016/j.oret.2021.09.010.
13. Ricci F, Bandello F, Navarra P, [et al.] Neovascular age-related macular degeneration: therapeutic management and new-upcoming approaches. *Int J Mol Sci*. 2020;21(21):8242. doi:10.3390/ijms21218242.
14. Singh SR, Lupidi M, Mishra SB, [et al.] Unique optical coherence tomographic features in age-related macular degeneration. *Surv Ophthalmol*. 2020;65(4):451–457. doi:10.1016/j.survophthal.2020.01.001.
15. Venkatesh R, Mangla R, Mishra P, [et al.] Bridge arch-shaped subretinal fluid in neovascular age-related macular degeneration: evolution and outcomes. *Retina*. 2022;42(6):1012–1019. doi:10.1097/IAE.0000000000003436.

Е.А. Дроздова, К.Н. Дашенко, Д.Ю. Хохлова, Т.Т. Гезибейков
**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ
 РЕЦИДИВИРУЮЩЕГО ТЕЧЕНИЯ ДИАБЕТИЧЕСКОГО
 МАКУЛЯРНОГО ОТЕКА НА ФОНЕ АНТИАНГИОГЕННОЙ ТЕРАПИИ**
*ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Челябинск*

Резюме

Цель. Определить морфометрические предикторы рецидивирующего течения диабетического макулярного отека (ДМО) на фоне антиангиогенной терапии.

Материал и методы. Был проведен ретроспективный анализ данных 36 пациентов (36 глаз) с ДМО, у которых после 5 инъекций афлиберцепта по данным ОКТ наблюдались полная резорбция отека с его последующим рецидивом или частичная резорбция с последующей отрицательной динамикой. Проведены стандартное офтальмологическое обследование, оптическая когерентная томография, интравитреальное введение афлиберцепта по стандартной методике, статистический анализ данных, расчет отношения шансов (odds ratio, OR).

Результаты. На рецидив ДМО, который развивается в среднем через $6,8 \pm 1,7$ недель после пяти инъекций афлиберцепта, влияют исходные морфометрические параметры: наличие гиперрефлективных включений (OR 3,7), субретинальной жидкости (OR 4,1), крупных кистовидных полостей в нейроэпителии (OR 3,1), дезорганизация внутренних слоев сетчатки (OR 3,7) ($p < 0,05$).

Заключение. Полученные результаты могут иметь значение в прогнозировании течения ДМО на фоне антиангиогенной терапии уже в начале заболевания.

Ключевые слова: диабетический макулярный отек, афлиберцепт, антиангиогенная терапия, оптическая когерентная томография.

Е.А. Drozdova, K.N. Dashenko, D.Yu. Khokhlova, T.T. Gezibeykov
**MORPHOMETRIC PREDICTORS OF RECURRENT
 DIABETIC MACULAR EDEMA DURING ANTIANGIOGENIC THERAPY**

Abstract

Aim. To identify morphometric predictors of the recurrent course of diabetic macular edema (DME) during antiangiogenic therapy.

Material and methods. A retrospective analysis of data from 36 patients (36 eyes) with DME was conducted. In these patients, after 5 injections of aflibercept, optical coherence tomography (OCT) showed either complete edema resolution with subsequent recurrence or partial resolution with subsequent negative dynamics. Standard ophthalmological examination, optical coherence tomography, intravitreal injection of aflibercept using a standard technique, statistical data analysis, and calculation of odds ratios (OR) were performed.

Results. The recurrence of DME, which developed on average 6.8 ± 1.7 weeks after five aflibercept injections, was influenced by the following baseline morphometric parameters: the presence of hyperreflective foci (OR 3.7), subretinal fluid (OR 4.1), large cystoid spaces in the neuroepithelium (OR 3.1), and disorganization of the inner retinal layers (OR 3.7) ($p < 0.05$).

Conclusions. The obtained results may be significant for predicting the course of DME during antiangiogenic therapy already at the onset of the disease.

Keywords: diabetic macular edema, aflibercept, antiangiogenic therapy, optical coherence tomography.

Введение

Диабетический макулярный отек (ДМО) – утолщение сетчатки, связанное с накоплением жидкости в межклеточном пространстве нейроэпителия вследствие нарушения гематоретинального барьера и несоответствия между трансудацией жидкости и способностью ее реабсорбции клетками пигментного эпителия [1].

Основным в патогенезе ДМО является повреждение эндотелия сосудов с последующим повышением секреции провоспалительных цитокинов (интерлейкин-6, интерлейкин-8, интерлейкин-1 β , фактор некроза опухоли), хемокинов и молекул клеточной адгезии (intercellular adhesion molecule-1 – ICAM-1, vascular cell adhesion molecule-1 – VCAM-1), которые приводят к миграции лейкоцитов и лейкостазу. Кроме того, вследствие развития дисфункции эндотелия и ишемии увеличива-

ется секреция фактора роста эндотелия сосудов (vascular endothelial growth factor – VEGF), который, повышая проницаемость сосудистой стенки путем воздействия на белки плотных межклеточных контактов, влияет на развитие отека в макулярной зоне [2].

Для диагностики макулярного отека применяют метод оптической когерентной томографии (ОКТ), с помощью которого можно оценить структурные изменения всех слоев в макулярной зоне, определить показания к антиангиогенной или глюкокортикостероидной терапии и ее эффективность. Морфометрические изменения сетчатки при ДМО были описаны ранее в многочисленных исследованиях: увеличение толщины сетчатки, наличие кистовидных полостей, субретинальной жидкости, скопление очагов твердого экссудата и другие [3-5]. Кроме того, в некоторых исследованиях определена связь неко-

торых ОКТ - изменений и давности ДМО; параметров ОКТ и ожидаемых функциональных результатов на фоне антиангиогенной терапии [4,6]. Рядом авторов было изучено влияние исходных ОКТ - данных на выбор линии терапии макулярного отека [4,5]. Установлена также некоторая зависимость структурных изменений макулы и рефрактерность к проводимой терапии [4]. Однако влияние исходных морфометрических параметров на течение ДМО на фоне антиангиогенной терапии остается недостаточно изученным.

В настоящее время для терапии ДМО используются различные антиангиогенные препараты [7]. По инструкции у каждого препарата существует определенное количество загрузочных инъекций, на фоне которых достигается улучшение функциональных и морфологических параметров. Однако ответ на проводимую терапию у пациентов неодинаков, и после загрузочных инъекций может происходить как полная резорбция ДМО без рецидивов, так и рецидив ДМО, что требует продолжения терапии. Важным является изучение факторов, которые могут влиять на развитие рецидивирующего течения ДМО. По мнению некоторых авторов, развитие рецидивов ДМО может быть связано с рядом причин, в частности, с отсутствием компенсации уровня гликемии или артериального давления. Учитывая значимую роль исходных ОКТ-параметров для данной патологии, изучение предикторов, определяющих течение ДМО на фоне лечения антивазопролиферативными препаратами, является актуальным.

Цель исследования – определить морфометрические предикторы рецидивирующего течения диабетического макулярного отека на фоне антиангиогенной терапии.

Материал и методы

Исследование было проведено в Городском офтальмологическом центре ГАУЗ ГKB №11 г. Челябинска. Был проведен ретроспективный анализ данных 36 пациентов (36 глаз) с диабетической ретинопатией препролиферативной стадии с наличием ДМО, которые ранее не получали лечение, и у которых после 5 инъекций афлиберцепта, по данным ОКТ, наблюдалась полная резорбция отека с его последующим рецидивом или частичная резорбция с последующей отрицательной динамикой. Средний возраст пациентов составил $62,4 \pm 7,5$ года. Женщин было 17 (48%), мужчин – 19 (52%). Из исследования исключались пациенты с сопутствующей макулярной патологией.

Нами проведен ОКТ-анализ структурных изменений макулярной зоны по протоко-

лу 3D Macular (DRI OCT-Triton, «Topcon», Япония). Интравитреальные инъекции афлиберцепта проводились по стандартной методике в дозе 2,0 мг.

Статистическую обработку данных выполняли в программе IBM SPSS Statistics версии 20.0. Результаты представляли в виде среднего значения (М) и стандартного отклонения (σ). Для оценки статистической значимости различий между двумя зависимыми выборками применяли критерий Вилкоксона. Различия признавали значимыми при уровне $p < 0,05$. Для выявления морфометрических предикторов рецидивирующего течения ДМО на фоне антиангиогенной терапии рассчитывали отношение шансов (odds ratio). Значение >1 указывало на прямую связь фактора с исходом, <1 – на обратную связь с вероятностью исхода, $a = 1$ свидетельствовало об отсутствии влияния фактора на вероятность исхода.

Результаты и обсуждение

По данным ОКТ, толщина сетчатки в фовеа составила в среднем $613,4 \pm 187,4$ мкм, толщина хориоидеи – $249,5 \pm 13,3$ мкм. Зарегистрированное нами увеличение толщины сетчатки фовеа за счет скопления интравитреальной жидкости – главная составляющая ДМО, описанная в фундаментальных исследованиях [1,3,4]. Выявленного увеличения толщины хориоидеи при ДМО нами не наблюдалось, хотя некоторые авторы ранее отмечали, что толщина хориоидеи может увеличиваться при ДМО прямо пропорционально прогрессированию высоты отека [8].

У всех пациентов определялось наличие интравитреальной жидкости в виде кистовидных полостей. В проведенных ранее исследованиях было установлено, что размер интравитреальных кист может свидетельствовать о давности ДМО. Так, крупные дегенеративные кисты чаще присутствуют при длительном течении ДМО. Кроме того, некоторыми авторами установлена роль кистовидных полостей, как биомаркера эффективности антиангиогенной терапии, а также зависимость их локализации и прогноза функционального результата лечения [9]. Учитывая эти данные, мы предположили, что наличие крупных интравитреальных кистовидных полостей также может быть предиктором рецидивирующего течения ДМО на фоне антиангиогенной терапии.

У 12 (34%) пациентов мы определили сочетание интравитреальной (кистовидные полости) и субретинальной жидкости. По данным некоторых исследований, субретинальная жидкость может встречаться у 15-30% пациентов с ДМО и быть фактором, определяющим

результативность терапии [10]. С учетом этого мы также использовали факт наличия субретинальной жидкости как возможного предиктора рецидивов ДМО.

У 34 (95%) обследуемых пациентов мы определили наличие твердого экссудата в слоях сетчатки, как крупных гиперрефлективных скоплений, что также является характерным признаком ДМО.

У 20 (56%) пациентов в слоях сетчатки определялись точечные гиперрефлективные включения, которые, по данным литературы, представляют собой скопления макрофагов, и могут быть предикторами рецидива ДМО [11].

У 10 (28%) пациентов на ОКТ была выявлена деструкция наружных слоев сетчатки, у 13 (37%) пациентов – внутренних слоев сетчатки (DRIL (Disorganization of Retinal Inner Layers)), что, по данным некоторых исследований, может влиять на течение ДМО [4].

В динамике на фоне лечения нами было зарегистрировано снижение высоты ДМО от $613,4 \pm 187,4$ до $234,3 \pm 67,5$ мкм ($p=0,01$). У 20 (56%) пациентов отмечалась полная резорбция ДМО, у 16 (44%) пациентов наблюдалась резорбция субретинальной жидкости, а интратретинальная жидкость резорбировалась лишь частично. Толщина хориоидеи досто-

верно не изменилась. В среднем через $6,8 \pm 1,7$ недели от последней инъекции афлиберцепта мы регистрировали рецидив ДМО.

С целью выявления ОКТ-предикторов рецидивирующего течения ДМО на фоне анти-VEGF терапии был проведен расчет отношения шансов. Установлено, что шанс развития ДМО повышает наличие гиперрефлективных включений в $3,7$ [$1,8-5,2$] раза, субретинальной жидкости – в $4,1$ [$2,6-7,3$] раза, крупных кистовидных полостей в нейроэпителии – в $3,1$ [$2,1-6,7$] раза, DRIL – в $3,7$ [$1,8-5,4$] раза ($p<0,05$). Альтерация наружных слоев ($0,7$ [$1,6-2,9$]) и толщина хориоидеи $0,6$ [$0,3-1,2$] не играла роль в рецидивах ДМО.

Заключение

На рецидив ДМО, который развивается в среднем через $6,8 \pm 1,7$ недели после пяти инъекций афлиберцепта, влияют исходные морфометрические параметры: толщина сетчатки в фовеа > 500 мкм, наличие крупных кистовидных полостей субретинальной жидкости, гиперрефлективных включений, дезорганизация внутренних слоев сетчатки.

Таким образом, полученные нами результаты могут иметь значение в прогнозировании течения ДМО на фоне антиангиогенной терапии уже в начале заболевания.

Сведения об авторах статьи:

Дроздова Елена Александровна – д.м.н., профессор, зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России. Адрес: 454141, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: dhelena2006@yandex.ru.

Дашенко Ксения Николаевна – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России. Адрес: 454141, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: k.dashenko@mail.ru.

Хохлова Дарья Юрьевна – к.м.н., ассистент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России. Адрес: 454141, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: dar.yu@mail.ru.

Гезибейков Теодор Тарнелович – аспирант кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России. Адрес: 454141, г. Челябинск, ул. Воровского, 64. E-mail: gezibeykov@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

- Guidelines for the Management of Diabetic Macular Edema by the European Society of Retina Specialists (EURETINA) / Schmidt-Erfurth U. [et al.] // Ophthalmologica. – 2017. – Vol. 237. № 4. – P. 185-222.
- Diabetic macular edema pathophysiology: vasogenic versus inflammatory (review article) / Romero-Aroca P. [et al.]. // J.Diabetes Res. – 2016. – Vol. 2016. – 17 p.
- Петрачков, Д.В. Биомаркеры диабетической ретинопатии, полученные при помощи оптической когерентной томографии в режиме ангиографии / Д.В. Петрачков, М.В. Будзинская // – Вестник офтальмологии, 2020. – Т. 136. № 4-2. – С. 344-353.
- Будзинская, М.В. Специфические биомаркеры ответа на антиангиогенную терапию // М.В. Будзинская, А.Ж. Фурсова, Е.К. Педанова // Вестник офтальмологии. – 2020. – Т. 136. № 2. – С. 117-124.
- Интравитреальное применение глюкокортикостероидных препаратов в лечении диабетического макулярного отека (обзор литературы) / Бикбов М.М. [и др.] // Точка зрения. Восток – Запад. – 2020. – № 2. – С. 66-69.
- Результаты лечения диабетического макулярного отека в зависимости от соблюдения режима антиангиогенной терапии в реальной клинической практике / Дроздова Е.А. [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2025. – Т. 24. № 2. – С. 44-55.
- Miller K., Diabetic macular edema: current understanding, pharmacologic treatment options and developing therapies / K. Miller, J.A. Fortun // Asia-Pac. J. Ophthalmol. – 2018. – Vol. 7. – P. 28-35.
- Choroidal Thickness in Different Patterns of Diabetic Macular Edema / Amjad R. [et al.] // J. Clin. Med. – 2022. – Vol. 11(20). – P. 6169.
- Predictive value of the characteristics of intraretinal cystoid spaces on early response to antivascular endothelial growth factor treatment in patients with cystoid diabetic macular edema / Karahan Y. [et al.] // Arq. Bras. Oftalmol. – 2022. – Vol.86(6). – P. 2021-0462.
- Predictive impact of serous retinal detachment in refractory diabetic macular edema / Zhuo-Hua Z. [et al.] // BMC Ophthalmol. – 2025. – Vol. 25(1). – P. 177.
- Hyperreflective Dots on OCT as a Predictor of Treatment Outcome in Diabetic Macular Edema: A Systematic Review / Huang H. [et al.] // Ophthalmol. Retina. – 2022. – Vol.6(9). – P. 814-827.

REFERENCES

- Schmidt-Erfurth U, [et al.] Guidelines for the Management of Diabetic Macular Edema by the European Society of Retina Specialists (EURETINA). Ophthalmologica. 2017;237(4):185–222. (in Engl)
- Romero-Aroca P, [et al.] Diabetic macular edema pathophysiology: vasogenic versus inflammatory (review article). J Diabetes Res. 2016;2016:17. (in Engl)

3. Petrachkov DV, Budzinskaya MV. Biomarkers of diabetic retinopathy on optical coherence tomography angiography. *Vestnik oftalmologii*. 2020;136(4-2):344–353. (In Russ).
4. Budzinskaya MV, Fursova AZh, Pedanova EK. Specific biomarkers of response to antiangiogenic therapy. *Vestnik oftalmologii*. 2020;136(2):117–124. (In Russ).
5. Bikbov MM, [et al.] Intravitreal use of glucocorticosteroid drugs in the treatment of diabetic macular edema (literature review). *Point of View. East – West*. 2020;(2):66–69. (In Russ).
6. Drozdova EA, [et al.] Results of diabetic macular edema treatment dependence on adherence to antiangiogenic therapy in real clinical practice. *Ural Medical Journal*. 2025;24(2):44–55. (In Russ).
7. Miller K, Fortun JA. Diabetic macular edema: current understanding, pharmacologic treatment options and developing therapies. *Asia-Pac J Ophthalmol*. 2018;7:28–35. (in Engl)
8. Amjad R, [et al.] Choroidal Thickness in Different Patterns of Diabetic Macular Edema. *J Clin Med*. 2022;11(20):6169. (in Engl)
9. Karahan Y, [et al.] Predictive value of the characteristics of intraretinal cystoid spaces on early response to antivascular endothelial growth factor treatment in patients with cystoid diabetic macular edema. *Arq Bras Oftalmol*. 2022;86(6):2021–0462. (in Engl)
10. Zhuo-Hua Z, [et al.] Predictive impact of serous retinal detachment in refractory diabetic macular edema. *BMC Ophthalmol*. 2025;25(1):177. (in Engl)
11. Huang H, [et al.] Hyperreflective Dots on OCT as a Predictor of Treatment Outcome in Diabetic Macular Edema: A Systematic Review. *Ophthalmol Retina*. 2022;6(9):814–827. (in Engl)

Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухамадеев, Т.И. Дибаяев, Т.Н. Исмагилов
**РАННИЕ АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
 ЗАГРУЗОЧНОЙ ФАЗЫ ТЕРАПИИ ФАРИЦИМАБОМ
 ПРИ НЕОВАСКУЛЯРНОЙ ВОЗРАСТНОЙ МАКУЛЯРНОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

Резюме

Цель. Оценить анатомо-функциональные результаты после загрузочной фазы фарицимаба у пациентов с неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией (ВМД).

Материал и методы. Ретроспективное когортное исследование 53 пациентов (75,1±8,6 года), прошедших загрузочную фазу анти-VEGF-терапии (3 ежемесячные интравитреальные инъекции (ИВИ)). Основные исследуемые параметры: максимальная корригированная острота зрения (МКОЗ), показатели центральной толщины сетчатки (ЦТС) и макулярного объема (МО), а также наличие/отсутствие биомаркеров экссудации по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) до и через месяц после загрузочной фазы лечения.

Результаты. МКОЗ после загрузочной фазы терапии улучшилась с 0,27[0,1;0,3] до 0,41[0,1;0,4] ($p<0,05$). ЦТС снизилась с 352,8[298;381] до 240,5[201;264] ($p<0,05$); МО – с 6,28[5,6;6,7] до 5,22[4,9;5,4] мм³ ($p<0,001$). Через месяц после загрузочной фазы резорбция интравитреальной жидкости (ИРЖ) наблюдалась у всех пациентов ($n=12$); резорбция субретинальной жидкости (СРЖ) произошла у 85% пациентов ($n=40$); элевация ПЭС уменьшилась в 93% случаев ($n=43$). Кроме того, наличие интравитреальной жидкости (ИРЖ) до лечения было связано с худшей остротой зрения (МКОЗ) после терапии ($r=-0,394$; $p=0,003$).

Заключение. Загрузочная фаза терапии фарицимабом продемонстрировала высокую эффективность у пациентов с неоваскулярной ВМД в отношении улучшения МКОЗ, снижения ЦТС и МО, резорбции интравитреальной и субретинальной жидкостей. Необходимы дальнейшие исследования с сравнением эффективности фарицимаба и других анти-VEGF-молекул.

Ключевые слова: неоваскулярная ВМД, фарицимаб, ОКТ-биомаркеры, анти-VEGF терапия.

B.M. Aznabaev, T.R. Mukhamadeev, T.I. Dibaev, T.N. Ismagilov
**EARLY ANATOMICAL AND FUNCTIONAL OUTCOMES
 OF THE LOADING PHASE OF FARICIMAB THERAPY
 IN NEOVASCULAR AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION**

Abstract

Aim. To evaluate anatomical and functional outcomes following the loading phase (3 monthly intravitreal injections (IVI)) of faricimab in patients with neovascular age-related macular degeneration (nAMD).

Material and methods. Retrospective cohort study of 53 patients (mean age 75.1±8.6 years old) who underwent a loading phase of anti-VEGF therapy. Key parameters were assessed: best-corrected visual acuity (BCVA), central retinal thickness (CRT), macular volume (MV), and presence/absence of exudative OCT biomarkers before and 1-month post-therapy.

Results. BCVA improved from 0.27 [0.1;0.3] to 0.41 [0.1;0.4] ($p<0.05$). CRT decreased from 352.8 [298;381] to 240.5 [201;264] μm ($p<0.05$); MV—from 6.28 [5.6;6.7] to 5.22 [4.9;5.4] mm³ ($p<0.001$). One-month post-loading, intraretinal fluid (IRF) resolution occurred in all cases ($n=12$); subretinal fluid (SRF) in 85% ($n=40$); PED elevation reduced in 93% ($n=43$). Baseline IRF presence correlated with worse post-treatment BCVA ($r=-0.394$; $p=0.003$).

Conclusion. The loading phase of faricimab therapy showed high efficacy in nAMD patients, improving BCVA, reducing CRT and MV, and resolving intraretinal and subretinal fluid. Further studies comparing faricimab with other anti-VEGF agents are needed.

Keywords: neovascular age-related macular degeneration, faricimab, OCT markers, anti-VEGF-therapy

Введение

Возрастная макулярная дегенерация (ВМД) – ведущая причина необратимой потери зрения у пожилого населения во всем мире [1]. Влажная форма ВМД, несмотря на существенно меньшую распространенность по сравнению с сухой формой, играет существенную роль в нарушении центрального зрения [2]. Глобальная распространенность заболевания неуклонно возрастает: число случаев ВМД увеличилось с 364 тысяч в 1990 году до 806 тысяч в 2021 году (прирост на 121%). К 2040 году прогнозируется рост заболеваемости ВМД до 288 миллионов случаев [3]. В России распространенность влажной ВМД составляет приблизительно 0,5% от взрослого населения старше 40 лет, а в воз-

растной группе 80 лет и более – достигает 9% [4].

Неоваскулярная ВМД развивается вследствие патологического роста новообразованных сосудов хориоидеи через мембрану Бруха в пространство под пигментным эпителием сетчатки или слоем фоторецепторов. Нарушение сосудистой стенки новообразованных сосудов приводит к интравитреальному и субретинальному скоплениям жидкости и кровоизлияниям с последующей дегенерацией фоторецепторов и быстрым снижением центрального зрения [5,6].

Наибольшее значение для эффективного лечения неоваскулярной ВМД имеет раннее выявление заболевания, правильная стратификация риска, периодический ОКТ-кон-

троль сетчатки и персонализированный подход к выбору схемы анти-VEGF (фактор роста эндотелия сосудов) терапии [7].

Золотым стандартом лечения неоваскулярной ВМД остаются анти-VEGF интравитреальные инъекции (ИВИ), которые способствуют регрессу хориоидальной неоваскуляризации (ХНВ) и резорбции патологической жидкости. Появление в клинической практике биспецифической молекулы фарицимаб с расширенным механизмом действия, направленным на одновременную блокаду как VEGF-A, так и ангиопоэтина-2, может позволить улучшить контроль над неоваскулярной активностью, а также обеспечить возможность значимого увеличения интервалов между ИВИ по сравнению с традиционными анти-VEGF-препаратами [8,9]. Учитывая международные клинические исследования (TENAYA, LUCERNE), которые подтвердили превосходство молекулы над другими анти-VEGF-препаратами, эффективность применения этого препарата в российской клинической практике всё еще остается ограниченно изученной [10-12].

Настоящее исследование посвящено оценке анатомо-функциональных результатов (максимальная корригированная острота зрения (МКОЗ), центральная толщина сетчатки (ЦТС), динамике биомаркеров экссудации по данным оптической когерентной томографии (ОКТ)) загрузочной фазы анти-VEGF-терапии фарицимабом, включающих 3 ежемесячные интравитреальные инъекции (ИВИ) у пациентов с неоваскулярной ВМД.

Цель исследования – оценить ранние анатомо-функциональные результаты после загрузочной фазы терапии фарицимабом у пациентов с неоваскулярной ВМД.

Материал и методы

Исследование проводилось на базе кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ в центре лазерного восстановления зрения «Оптимед», г. Уфа.

В исследование были включены 53 пациента с неоваскулярной формой ВМД с субфовеальной или юкстафовеальной локализацией хориоидальной неоваскулярной мембраны, у которых по данным ОКТ определялись признаки экссудации в виде скопления интравитреальной и/или субретинальной жидкостей (ИРЖ и СРЖ) и/или экссудативной отслойки пигментного эпителия сетчатки (ПЭС). Научная работа выполнена в виде одноцентрового ретроспективного когортного исследования.

Анатомо-функциональные результаты оценивались у пациентов до и после выпол-

нения загрузочной фазы анти-VEGF-терапии (через месяц после трёх ежемесячных ИВИ).

Критерии включения: возраст ≥ 50 лет, наличие неоваскулярной формы ВМД, подтвержденной клинически и по данным ОКТ, наличие ОКТ-биомаркеров экссудации (ИРЖ, СРЖ, экссудативная отслойка пигментного эпителия сетчатки (ПЭС)).

Критерии исключения: сопутствующая макулярная патология (диабетический макулярный отёк, тромбоз вен сетчатки, миопическая хориоидальная неоваскуляризация, пахихориоидальные состояния), выраженное помутнение оптических сред, препятствующее качественной ОКТ-визуализации, предшествующие витреоретинальные вмешательства на исследуемом глазу, сопутствующие воспалительные или ишемические заболевания сетчатки, а также невозможность соблюдения пациентами графика лечения и наблюдения.

У пациентов оценивали степень помутнений хрусталика (LOCS III), данные оптической когерентной томографии – центральной толщины сетчатки (ЦТС), макулярного объема (МО), а также оценивали динамику ОКТ-биомаркеров экссудации до и после лечения.

Всем пациентам проводилось интравитреальное введение фарицимаба в стандартной дозе 6,0 мг (0,05 мл) в условиях операционной с соблюдением правил асептики и антисептики.

Для статистического анализа использовали пакет IBM SPSS ver. 28. Нормальность распределения данных оценивали с помощью теста Шапиро–Уилка. Для оценки значимости различий использовали непараметрический критерий Уилкоксона для связанной выборки при значимости различий $p < 0,05$. Результаты представлены в виде среднего значения $\pm$ стандартное отклонение – $M \pm SD$; Медианы (Квартиль 1; Квартиль 3) – $Me [Q1; Q3]$. Для корреляционного анализа был применен тест Спирмена.

Результаты и обсуждение

Основные клинко-демографические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

В исследуемой выборке преобладали пациенты со скрытой формой хориоидальной неоваскуляризации (ХНВ) (1-й тип) (37,7%) и смешанной формой ХНВ (комбинация 1- и 2-го типов) с субретинальным, гиперрефлексивным материалом (СРГМ) (34,0%), тогда как классическая форма (2-й тип), смешанная форма без СРГМ и ретинальная ангиоматозная пролиферация (3-й тип) встречались существенно реже (20,8%, 5,7% и 1,9% соответственно).

Таблица 1

Клинико-демографические данные пациентов	
Параметр	Значение
Общее количество пациентов, n	53
Возраст, лет (M±SD)	75,1±8,6
Пол, n (%)	
Мужчины	22 (41,5%)
Женщины	31 (58,5%)
Тип ХНВ, n (%)	
1-й тип	20 (37,7%)
Смешанный тип + СРГМ	18 (34,0%)
2-й тип	11 (20,8%)
Смешанный тип без СРГМ	3 (5,7%)
3-й тип	1 (1,9%)
Статус хрусталика (LOCS III), n (%)	
Факичный (NC 1–4)	38 (71,7%)
Артифакичный (интраокулярная линза)	15 (28,3%)
Дооперационная МКОЗ (Me(Q1;Q3))	0,27[0,1;0,3]

При оценке степени помутнений хрусталика по шкале LOCS III преобладала ядерная катаракта со степенями помутнений NC2–NC3 (33,9% и 24,5% соответственно).

Среднее дооперационное значение МКОЗ всей выборки составило 0,27[0,1;0,3], а среди пациентов с наличием СРГМ МКОЗ составило 0,07 [0,02;0,1].

Через месяц после выполнения загрузочной фазы терапии (3 ежемесячные ИВИ) средняя МКОЗ статистически значимо уменьшилась и составила 0,41(0,1;0,4) ($p < 0,05$).

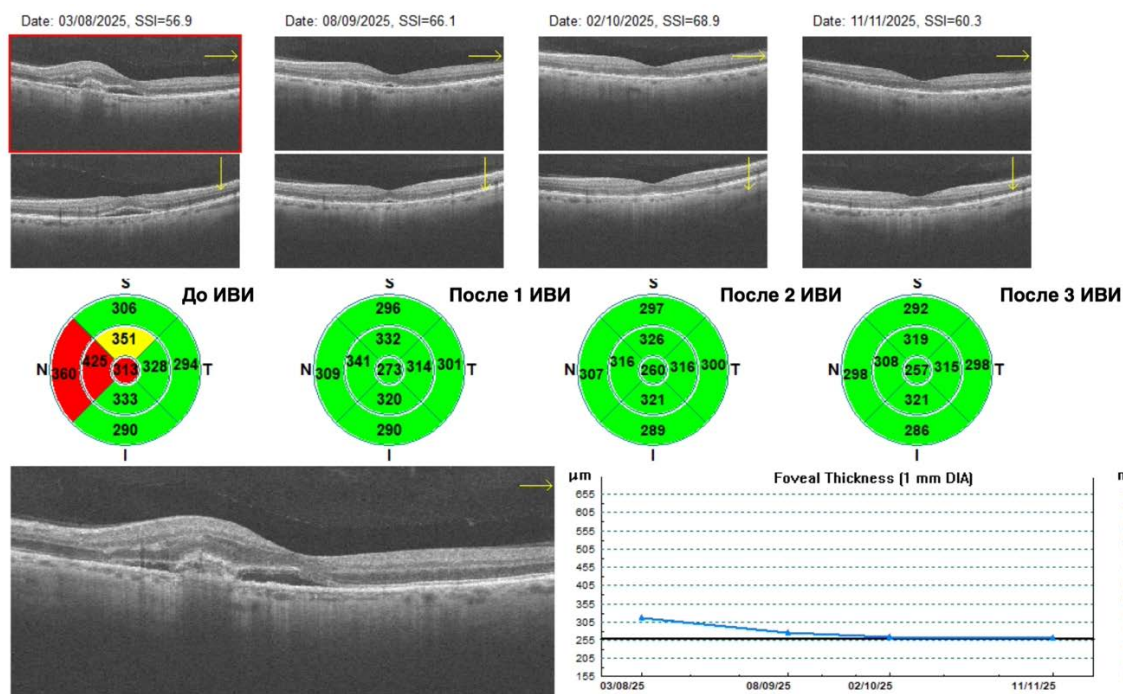


Рис. Полная резорбция СРЖ и уменьшение ЦТС на протяжении загрузочной фазы ИВИ препаратом фарицимаб (6 мг)

Средний макулярный объем после загрузочной фазы ИВИ достоверно уменьшился с 6,28[5,6;6,7] до 5,22[4,9;5,4] мм³ соответственно ($p < 0,001$);

Интраретинальная (ИРЖ) по данным ОКТ наблюдалась у 12 (22,6%) пациентов всей

В подгруппе пациентов со смешанным типом ХНВ с СРГМ (18 глаз, 34,0% выборки) было отмечено улучшение МКОЗ с 0,07[0,02;0,10] до 0,11[0,04;0,11] без статистической значимости ($p = 0,10$).

Через месяц после загрузочной фазы анти-VEGF-терапии большинство пациентов отмечали субъективное улучшение преимущественно в виде уменьшения «пятна» в центре, а также повышение четкости и яркости центрального зрения (табл. 2).

Таблица 2

Субъективные ощущения пациентов после загрузочной фазы терапии		
Субъективные ощущения через 3 месяца	Число пациентов	Доля, %
Улучшение значимое, уменьшение пятна	23	43,4
Улучшение значимое, уменьшение искажений	1	1,9
Улучшение незначимое, четкость улучшилась	11	20,7
Улучшение незначимое, уменьшение пятна	9	17,0
Не отмечает изменений	9	17,0

Центральная толщина сетчатки до проведения загрузочной фазы ИВИ составила в среднем 352,8 (298;381). Через месяц после завершения было отмечено статистически значимое уменьшение средней ЦТС до 240,5 [201;264] ($p < 0,05$) (см. рисунок).

выборки, СРЖ в 40 случаях (75,5%), а локальная элевация ПЭС у 43 (81,1%) пациентов.

По результатам корреляционного анализа наличие ИРЖ до лечения было статистически значимо связано с более низкой остротой зрения ($r = -0,394$; $p = 0,003$) в исходе за-

грузочной фазы лечения, несмотря на малую выборку (12 человек). Полученные результаты согласуются с данными литературы, в которых описана прогностическая связь между наличием ИРЖ и худшей остротой зрения в динамике [12,13].

Показатели динамики ОКТ-биомаркеров экссудации до и после загрузочной фазы ИВИ представлены в табл. 3.

Таблица 3
Динамика ОКТ-биомаркеров экссудации до и после загрузочной фазы ИВИ

Параметр	Исходно (n, %)	Полная резорбция / частичная / без динамики
ИРЖ	12/53 (22,6%)	12/12 (100%)
СРЖ	40/53 (75,5%)	34/40 (85%), 5/40 (12,5%), 1/40 (2,5%)
Элевация ПЭС	43/53 (81,1%)	40/43 (~93%) уменьшение, 3/43 (~7%) без изменений

Во всех случаях после выполнения загрузочной фазы анти-VEGF терапии на основании данных ОКТ прослеживалась полная резорбция ИРЖ. Резорбция СРЖ и уменьшение элевации ПЭС отмечались в большинстве случаев.

Заключение

Таким образом, по результатам загрузочной фазы лечения фарицимабом у пациентов отмечены статистически значимое улучшение МКОЗ, а также выраженная редукция маркеров экссудации по данным ОКТ, что имеет принципиальное значение для формирования долгосрочного анатомо-функционального прогноза.

Учитывая, что анти-VEGF-терапия требует системного курсового и индивидуального подхода, необходимо дальнейшее наблюдение за данной группой пациентов с контролем активности заболевания и отдаленных клинических результатов в период поддерживающей фазы лечения.

Кроме того, для сравнительной оценки эффективности лечения неоваскулярной ХНВ необходимо сопоставление анатомо-функциональных результатов среди пациентов, получающих ИВИ анти-VEGF-препаратами различных поколений (фарицимаб, афлиберцепт, бролуцизумаб).

Сведения об авторах статьи:

Азнабаев Булат Маратович – д.м.н., профессор кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, ген. директор ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450086, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. E-mail: office@optimed-ufa.ru.

Мухаммадеев Тимур Рафаэльевич – д.м.н., зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, зам. ген. директора по научно-клинической работе ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450086, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел./факс: 8(347) 277-62-62. E-mail: photobgmu@gmail.com.

Дибеев Тагир Ильдарович – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, зав. отделом координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450086, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел./факс: 8(347) 277-62-62. E-mail: dibaev@yandex.ru.

Исмагилов Тимур Наилевич – к.м.н., ассистент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, м.н.с. отдела координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450086, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел./факс: 8(347) 277-62-62. E-mail: ismagilov-timur@bk.ru.

ЛИТЕРАТУРА

- OCT Biomarkers in Neovascular Age-Related Macular Degeneration: A Narrative Review / C. Metrangola [et al.] // J. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 17. – P. 1-16. doi: 10.1155/2021/9994098.
- Global burden of age-related macular degeneration (1990-2021): trends, age-sex disparities, and socioeconomic dynamics from the GBD study / H. Kong [et al.] // Front. Public Health. – 2025. – Vol. 13. – P. 1-13. doi: 10.3389/fpubh.2025.1594672.
- Burdens and trends of age-related macular degeneration at global, regional, and national levels, 1990–2021: findings from the 2021 global burden of disease study / Y. Zhou [et al.] // Eye. – 2025. – Vol. 39. – P. 1517-1525. doi: 10.1038/s41433-025-03686-5.
- Возрастная макулярная дегенерация и диабетическое поражение глаз. Социально-экономические аспекты заболеваемости // В.В. Нероев [и др.] // Вестник офтальмологии. – 2021. – Vol. 137, №1. – P. 123-129.
- Neovascular age-related macular degeneration: disease pathogenesis and current state of molecular biomarkers predicting treatment response-a scoping review / N. Derveniz [et al.] // BMJ Open Ophthalmol. – 2024. – Vol. 10, № 9. P. e001516. doi: 10.1136/bmjophth-2023-001516.
- Exploring the pathogenesis of age-related macular degeneration: A review of the interplay between retinal pigment epithelium dysfunction and the innate immune system / Wong J.H. [et al.] // Front. Neurosci. Vol. 16:1009599. – P. 1-21. doi: 10.3389/fnins.2022.1009599.
- Differential visual outcomes in neovascular AMD based on ellipsoid zone integrity and fluid presence: insights from a phase III trial / J.P. Ehlers [et al.] // Diagnostics (Basel). – 2025. – Vol. 15, № 14. – P. 1815. doi: 10.3390/diagnostics15141815.
- Prognostic optical coherence tomography biomarkers in neovascular age-related macular degeneration / B. Nawash [et al.] // J. Clin. Med. – 2023. – Vol. 12, № 9. – P. 3049. doi: 10.3390/jcm12093049.
- Baseline OCT biomarkers predicting visual outcomes in neovascular age-related macular degeneration: a meta-analysis / K. Nanji [et al.] // Ophthalmology. – 2025. – Vol. 132, № 11. – P. 1241-1252. doi: 10.1016/j.optha.2025.06.018.
- Fluid as a critical biomarker in neovascular age-related macular degeneration management: literature review and consensus recommendations / L. Kodjikian [et al.] // Eye (Lond). – 2021. – Vol. 35, № 8. – P. 2119-2135. doi: 10.1038/s41433-021-01487-0.
- Фарицимаб: от клинических исследований к реальной клинической практике / Yusef Y.N. [et al.] // Вестник офтальмологии. – 2023. – Vol. 139, №4. – P. 115-120.
- Опыт применения препарата фарицимаб при неоваскулярной форме возрастной макулярной дегенерации [Электронный ресурс] / Гордеева М.В. [и др.] // Eyepress.ru. – 2024. – URL: <https://eyepress.ru/article/opyt-primeneniya-preparata-faritsimab-pri-neovaskulyarnoy-forme-vozrastnoy-makul>.
- ARIES study investigators. Association Between Visual Acuity and Fluid Compartments with Treat-and-Extend Intravitreal Aflibercept in Neovascular Age-Related Macular Degeneration: An ARIES Post Hoc Analysis / V. Chaudhary [et al.] // Ophthalmol. Ther. – 2022. – Vol. 11(3). – P. 1119-1130. doi: 10.1007/s40123-022-00491-1.
- Prognostic role of baseline retinal fluids on visual acuity in patients with Wet-AMD: Systematic review / S. Huphy [et al.] // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2020. – Vol. 61, №7. P. 1805.

REFERENCES

1. Metrangolo C, [et al.] OCT biomarkers in neovascular age-related macular degeneration: a narrative review. *J Ophthalmol*. 2021;17:1–16. [in Engl] doi: 10.1155/2021/9994098.
2. Kong H, [et al.] Global burden of age-related macular degeneration (1990–2021): trends, age-sex disparities, and socioeconomic dynamics from the GBD study. *Front Public Health*. 2025;13:1–13. [in Engl] doi: 10.3389/fpubh.2025.1594672.
3. Zhou Y, [et al.] Burdens and trends of age-related macular degeneration at global, regional, and national levels, 1990–2021: findings from the 2021 global burden of disease study. *Eye*. 2025;39:1517–1525. [in Engl] doi: 10.1038/s41433-025-03686-5.
4. Neroev VV, [et al.] Age-related macular degeneration and diabetic eye lesion. Socio-economic aspects. *Russ Ann Ophthalmol*. 2021;137(1):123–129. [in Russ]
5. Dervenis N. Neovascular age-related macular degeneration: disease pathogenesis and current state of molecular biomarkers predicting treatment response – a scoping review. *BMJ Open Ophthalmol*. 2024;10(9):e001516. [in Engl] doi: 10.1136/bmjophth-2023-001516.
6. Wong JH, [et al.] Exploring the pathogenesis of age-related macular degeneration: a review of the interplay between retinal pigment epithelium dysfunction and the innate immune system. *Front Neurosci*. 2022;16:1009599. [in Engl] doi: 10.3389/fnins.2022.1009599.
7. Ehlers JP, [et al.] Differential visual outcomes in neovascular AMD based on ellipsoid zone integrity and fluid presence: insights from a phase III trial. *Diagnostics (Basel)*. 2025;15(14):1815. [in Engl] doi: 10.3390/diagnostics15141815.
8. Nawash B, [et al.] Prognostic optical coherence tomography biomarkers in neovascular age-related macular degeneration. *J Clin Med*. 2023;12(9):3049. [in Engl] doi: 10.3390/jcm12093049.
9. Nanji K, [et al.] Baseline OCT biomarkers predicting visual outcomes in neovascular age-related macular degeneration: a meta-analysis. *Ophthalmology*. 2025;132(11):1241–1252. [in Engl] doi: 10.1016/j.ophtha.2025.06.018.
10. Kodjikian L, [et al.] Fluid as a critical biomarker in neovascular age-related macular degeneration management: literature review and consensus recommendations. *Eye (Lond)*. 2021;35(8):2119–2135. [in Engl] doi: 10.1038/s41433-021-01487-0.
11. Yusef YN, [et al.] Faricimab: from research to clinical practice. *Russ Ann Ophthalmol*. 2023;139(4):115–120. [in Russ]
12. Gordeeva MV, [et al.] Experience with faricimab treatment of neovascular age-related macular degeneration. *Eyepress.ru* [Internet]. 2024 [cited 2024]. Available from: <https://eyepress.ru/article/opyt-primeneniya-preparata-faritsimab-pri-neovaskulyarnoy-forme-vozrastnoy-makul>. [in Russ]
13. Chaudhary V, [et al.]; ARIES study investigators. Association between visual acuity and fluid compartments with treat-and-extend intravitreal aflibercept in neovascular age-related macular degeneration: an ARIES post hoc analysis. *Ophthalmol Ther*. 2022;11(3):1119–1130. [in Engl] doi: 10.1007/s40123-022-00491-1.
14. Huphy S, [et al.] Prognostic role of baseline retinal fluids on visual acuity in patients with wet-AMD: systematic review. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020;61(7):1805. [in Russ]

Т.И. Дибаяев, Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухамадеев
**ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОИНВАЗИВНОЙ
 УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВИТРЕКТОМИИ 25G ПРИ РЕОПЕРАЦИЯХ
 НА ФОНЕ СИЛИКОНОВОЙ ТАМПОНАДЫ ВИТРЕАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

Резюме

Силиконовая тампонада широко применяется при хирургическом лечении тяжёлой витреоретинальной патологии и требует последующего удаления тампонирующего вещества. Продолжительность этапа аспирации имеет клиническую значимость и зависит от вязкости силиконового масла и используемой технологии удаления, что определяет актуальность оптимизации данного этапа вмешательства.

Цель. Провести количественную оценку скорости удаления силиконового масла различной вязкости при использовании ультразвукового витреотома 25G, оценить его технические особенности применения в условиях силиконовой тампонады и при бинарной тампонаде витреальной полости.

Материал и методы. В исследование включено 18 пациентов, которым выполнялось удаление тампонирующего вещества с использованием ультразвукового витреотома 25G: у 16 пациентов удаляли силиконовое масло, у 2 – бинарную тампонаду (перфторорганическое соединение + силиконовое масло в соотношении 1:1). Удаление осуществляли авторским способом, используя ультразвуковой витреотом 25G с регистрацией времени аспирации силикона.

Результаты. Среднее время удаления силиконового масла низкой вязкости (1000-1300 сСт) – 208,93±90,25 с при средней мощности ультразвука 13,0±6,49%, для силикона вязкостью 5000-5700 сСт – 464,5±108,2 с при мощности ультразвука 8,75±4,79%. Удаление бинарной тампонады успешно выполнено с помощью одного инструмента.

Выводы. Ультразвуковой витреотом 25G обеспечивает удаление силиконового масла различной вязкости со скоростью, сопоставимой с активными методами аспирации, и может применяться при работе в условиях бинарной тампонады. Функциональная вариативность инструмента позволяет сочетать аспирацию и внутриполостные манипуляции в рамках одного операционного этапа без применения дополнительных инструментов.

Ключевые слова: ультразвуковой витреотом 25G, ультразвуковая витректомия, силиконовое масло, силиконовая тампонада, витреоретинальная хирургия, витректомия.

T.I. Dibaev, B.M. Aznabaev, T.R. Mukhamadeev
**FEATURES OF 25G MICROINVASIVE ULTRASONIC
 VITRECTOMY IN REOPERATIONS IN SILICONE OIL-FILLED EYES**

Abstract

Silicone tamponade is widely used in the surgical treatment of severe vitreoretinal pathology and requires subsequent removal of the tamponading agent. The duration of the aspiration stage has clinical significance and depends on the viscosity of the silicone oil and the removal technique employed, which determines the relevance of optimizing this stage of the procedure.

Aim. To perform a quantitative assessment of the removal rate of silicone oil with different viscosities using a 25G ultrasonic vitrector, and to evaluate the technical aspects of its use under conditions of silicone tamponade and during removal of binary vitreous cavity tamponade.

Material and methods. The study included 18 patients who underwent removal of the tamponading agent using a 25G ultrasonic vitrector: silicone oil was removed in 16 patients, and binary tamponade (perfluorocarbon compound + silicone oil in a 1:1 ratio) in 2 patients. Removal was performed using the authors technique via a 25G transscleral approach with registration of silicone aspiration time.

Results. The mean removal time for low-viscosity silicone oil (1000-1300 cSt) was 208.93±90.25 s at a mean ultrasound power of 13.0±6.49%, whereas for silicone oil with a viscosity of 5000-5700 cSt it was 464.5±108.2 s at a power of 8.75±4.79%. Removal of binary tamponade was successfully performed using a single instrument.

Conclusion. The 25G ultrasonic vitrector provides removal of silicone oil of different viscosities at a rate comparable to active aspiration methods and can be used under conditions of binary tamponade. The functional versatility of the instrument allows aspiration and intraocular manipulations to be performed within a single operative stage without the use of additional instruments.

Keywords: 25G ultrasonic vitrector, ultrasonic vitrectomy, silicone oil, silicone tamponade, vitreoretinal surgery, vitrectomy.

Введение

Силиконовая тампонада является важным компонентом хирургического лечения тяжёлой витреоретинальной патологии – осложнённых регматогенных отслоек сетчатки, пролиферативной диабетической ретинопатии. Нахождение силиконового масла в витреальной полости обеспечивает стабилизацию сетчатки, создаёт условия для формирования хориоретинальных спаек и препятствует распространению витреальных кровоизлияний. В большинстве случаев тампонада носит временный характер, что обуславли-

ет необходимость последующего удаления масла [10,12].

В клинической практике удаление силиконового масла преимущественно выполняется с использованием шприцевых систем аспирации через порты соответствующего калибра. Скорость эвакуации определяется его вязкостью (1000 сСт, 5000-5700 сСт и др.), внутренним диаметром инструмента и характеристиками аспирационной системы. В опубликованных клинических работах среднее время удаления силиконового масла вязкостью 1000 сСт варьирует приблизительно

от 1,5-2,5 минут при активной аспирации через просвет 23G до 7-9 мин при пассивной технике [5-7,14,19]. Для масел высокой вязкости (5000-5700 сСт) средние значения времени удаления находятся в диапазоне примерно 4,5-7 мин в зависимости от способа и параметров вакуума [5,14,19]. Повышение вязкости и уменьшение калибра закономерно увеличивают продолжительность аспирации силикона. По мере уменьшения объема силиконового пузыря могут формироваться остаточные «карманы», замедляющие и осложняющие процесс удаления. В результате вмешательства может занимать значительное время [5-7,14,19].

Продолжительность операции по удалению силикона имеет самостоятельное клиническое значение [14]. У пациентов после сложных витреоретинальных вмешательств функциональный резерв сетчатки ограничен, а увеличение времени экспозиции эндо- и экзоиллюминации повышает суммарную световую нагрузку [17]. Экспериментальная оценка показывает, что допустимая безопасная экспозиция может измеряться минутами; при неблагоприятных комбинациях параметров источника света и расположения зонда пределы фотохимической безопасности могут достигаться менее чем за 1 минуту, тогда как при использовании специальных фильтров и снижении мощности допустимое время экспозиции света может увеличиваться до порядка 10–13 минут [17].

При удалении силиконового масла уменьшающийся пузырь силикона способен изменять распределение светового потока в полости глаза. Экспериментальные оптические модели и данные клинических наблюдений показывают, что при определенных объемах силиконового масла световое воздействие на зону фовеа может возрасти, что рассматривается как один из возможных механизмов повышенной фототоксической нагрузки на макулу и необъяснимой потери зрения после удаления тампонады [3,10,12,18].

Длительная аспирация вязкой среды сопровождается колебаниями внутриглазного давления, требующими коррекции параметров инфузии; при прямых интраоперационных измерениях во время витрэктомии регистрировались колебания ВГД в диапазоне от 0 до 120 мм рт. ст. [9,11].

Для сокращения времени операции по удалению силиконового масла применяются различные технические решения и способы, включая двухшприцевые системы аспирации, в том числе модификации, предложенные

проф. Кожуховым А.А. [2]. Цель усовершенствований оперативного вмешательства – ускорить эвакуацию основного объема масла за счет оптимизации потока и увеличения суммарной производительности [5,7,14,19]. Однако указанные методы не решают других проблем в ходе удаления силиконового масла. Сохраняются трудности удаления мелких и подвижных остаточных капель при работе в периферических отделах – за зрачком и в области зубчатой линии, где требуются направленная аспирация и точная манипуляция инструментом. Ускоренное удаление центрального пузыря не всегда приводит к сокращению общей продолжительности вмешательства, поскольку финальный этап эвакуации остаточных фракций часто требует временных затрат [5,7].

Эмульгированное силиконовое масло представляет дополнительную проблему [10,12]. Мелкодисперсные капли распределяются по полости глаза и могут фиксироваться к ретинальной поверхности и в периферических отделах [10,12]. Их удаление требует многократных манипуляций и изменения положения инструмента [10,12]. Полнота эвакуации эмульгированных фракций имеет значение для профилактики воспалительных реакций и вторичных осложнений, однако стандартизированные критерии её оценки отсутствуют.

Ультразвуковая витрэктомия представляет собой альтернативную технологическую опцию, в отличие от гильотинного витреотома, имеющего 100% открытый порт и реализующего энергетический механизм фрагментации [3,4,13,16]. Конструктивные особенности ультразвуковой витрэктомии – это отсутствие циклического перекрытия порта ножом-гильотиной и сравнительно больший внутренний просвет, которые теоретически могут влиять на характер потока при работе в вязкой среде и управляемость инструмента при удалении остаточных фракций силикона [13]. Вместе с тем указанные преимущества ультразвуковой витрэктомии носят предположительный характер, и опубликованные данные ограничиваются количественными гидродинамическими моделями, демонстрирующими зависимость потока от вакуума и диаметра порта, без представления клинических показателей времени удаления силиконового масла 1000 или 5000 сСт.

Публикации, посвященные применению ультразвуковых систем в условиях силиконовой тампонады, ограничены отдельными наблюдениями [3]. Отсутствует системная оценка продолжительности удаления силико-

нового масла, полноты его эвакуации, особенностей работы в периферических отделах и интраоперационных параметров безопасности при использовании ультразвукового витреотома.

Таким образом, при широком применении силиконовой тампонады и высокой частоте операций по её удалению сохраняются нерешённые вопросы, касающиеся продолжительности вмешательства, полноты эвакуации силикона и стабильности интраоперационных параметров [5-12,14,15]. Используемые способы ускорения аспирации не устраняют полностью существующие ограничения [5,11,15], а возможности ультразвуковой витрэктомии в данной ситуации не имеют количественно подтверждённой клинической оценки времени удаления силиконового масла различной вязкости [3,13]. Не изучены вопросы эффективности и безопасности применения ультразвукового витреотома 25G при удалении силиконового масла с оценкой продолжительности вмешательства, полноты эвакуации и управляемости инструментом. Решение этой задачи необходимо для обоснованного выбора технологии при повторных витреоретинальных операциях.

Цель исследования – провести количественную оценку скорости удаления силиконового масла различной вязкости (1000 сСт и 5700 сСт) при использовании ультразвукового витреотома 25G, а также оценить технические особенности его применения в условиях силиконовой тампонады и при бинарной тампонаде витреальной полости (перфторорганическое соединение (ПФОС) + силиконовое масло).

Материал и методы

В исследование включены 18 пациентов, которым выполнялось удаление тампонирующего вещества из витреальной полости с использованием ультразвукового витреотома. Из 16 пациентов с силиконовой тампонадой 12 пациентов имели тампонаду с силиконом низкой вязкости (1000-1300 сСт), 4 – с силиконом высокой вязкости (5000-5700 сСт). У 2-х пациентов, имеющих бинарную тампонаду смесью ПФОС + силикон (в соотношении 50/50), у первого пациента было использовано силиконовое масло низкой вязкости, у второго – высокой вязкости.

Удаление силиконового масла осуществляли разработанным нами способом (патент РФ № RU 2 744 151 C1) [1]. Во всех случаях применяли микроинвазивный трансклиарный доступ 25G. В проекции плоской части цилиарного тела устанавливали два порта: нижний – для постоянной интраку-

лярной ирригации физиологического раствора в витреальную полость, верхний – для введения иглы ультразвукового витреотома. Иглу позиционировали под контролем операционного микроскопа в проекции зрачка на безопасном расстоянии от задней капсулы хрусталика или интраокулярной линзы. Фрагментация тампонирующего вещества осуществлялась за счет подачи ультразвуковых колебаний на рабочую часть инструмента с последующей аспирацией через аспирационную магистраль микрохирургической системы. Использовали следующие параметры работы: мощность ультразвуковых колебаний – 5–15%, тип аспирационного насоса – Вентури, уровень вакуума – 600 мм рт. ст. При необходимости проведения ревизии витреальной полости на начальном этапе операции устанавливали третий порт для зонда эндоосветителя.

В группе пациентов с силиконовой тампонадой (n=16) регистрировали продолжительность этапа удаления силиконового масла. Время фиксировали в секундах от момента начала активной аспирации силиконового масла до его полного удаления из витреальной полости, определяемого по данным визуального контроля под операционным микроскопом. В группе пациентов с бинарной тампонадой (n=2) выполняли последовательное удаление силиконового масла и ПФОС с использованием ультразвукового витреотома, перемещая рабочую часть инструмента в различных отделах витреальной полости для эвакуации обеих субстанций.

Результаты

По результатам настоящего исследования получены значения времени аспирации силиконового масла и средней использованной мощности ультразвука (см. таблицу).

Таблица

Время аспирации силиконового масла и величина ультразвуковой мощности при выполнении операции при помощи ультразвукового витреотома Me (Q1-Q3)

Вид силиконового масла	Средняя мощность ультразвука, %	Среднее время удаления масла, с
Низкая вязкость (1000-1300 сСт)	15 (10-15)	163 (100-188,5)
Высокая вязкость (5000-5700 сСт)	7,5 (5-10)	450 (322-550)

Полученные значения времени удаления силиконового масла низкой вязкости сопоставимы с данными, приведёнными для активных шприцевых методов аспирации. Для силиконового масла высокой вязкости результаты соответствуют верхней границе показателей, описанных для активных режимов. Таким образом, применение ультразвукового витреотома 25G обеспечивает сопоставимую эффективность удаления силиконового масла

различной вязкости в сравнении с традиционными методами активной аспирации.

При удалении бинарной тампонады ПФОС+силиконовое масло аспирация обоих компонентов была успешно выполнена с помощью ультразвукового витреотома, который позволил последовательно аспирировать компоненты смеси без смены инструмента. Ультразвуковые колебания применялись для ускорения удаления силиконового масла, тогда как ПФОС удаляли только методом активной аспирации.

Обсуждение. Несмотря на сопоставимость времени аспирации с активными шприцевыми методами, использование этих технологий предполагает использование отдельного, как правило, одноразового аспирационного инструмента, предназначенного исключительно для эвакуации силиконового масла без возможности доступа в витреальную полость с его помощью. Такая конструктивная модель ограничивает возможность выполнения манипуляций без смены инструмента и требует последовательного перехода от этапа аспирации силикона к другим этапам вмешательства.

Ультразвуковой витреотом 25G позволяет выполнять аспирацию силикона и манипуляции в витреальной полости одним инструментом, сочетая функции удаления тампонирующего вещества, вакуумного пинцета, манипулятора и фрагментатора. Конструкция при необходимости предусматривает возможность селективной активации ультразвуковых колебаний, а также фрагментацию тканей без смены инструмента. Отсутствие потребности в использовании отдельных аспирационных систем для удаления силиконового масла и совмещение нескольких функциональных режимов позволяют обеспечить вариативность, расширяющую диапазон действий хирурга в ходе вмешательства и позволяющую адаптировать тактику к конкретной интраоперационной ситуации.

Вариативность проведения бинарной тампонады (ПФОС + силиконовое масло) определяется соотношением перфторорганического соединения и силиконового компонента, которая изменяется в процессе их удаления и нередко требует дополнительных внутриполостных манипуляций для обеспечения стабильной аспирации. Технологические особенности ультразвукового витреотома позволяют проводить пассивную аспирацию ПФОС, манипулировать пузырями смеси ПФОС и силикона в витреальной полости и при необходимости селективно активировать ультразвук для ускорения его удаления, используя один инструмент, что создает дополнительное преимущество для всей методики.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование показало, что ультразвуковой витреотом 25G может применяться для удаления силиконового масла, обеспечивая скорость аспирации, сопоставимую с традиционными шприцевыми методами. Инструмент продемонстрировал эффективность при удалении силиконового масла различной вязкости, а также при работе в условиях бинарной тампонады, представленной смесью перфторорганического соединения и силиконового масла.

Ультразвуковой витреотом 25G характеризуется функциональной вариативностью, позволяющей использовать его как инструмент для аспирации и фрагментации. Кроме того, его конструкция обеспечивает возможность проведения внутриполостных манипуляций без смены инструмента, включая работу с остаточными пузырями тампонирующих веществ. Отсутствие необходимости применения дополнительных одноразовых аспирационных систем и совмещение нескольких функциональных режимов формируют расширенные технологические возможности выполнения вмешательства в пределах одного хирургического этапа.

Сведения об авторах статьи:

Дибаяев Тагир Ильдарович – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, зав. отделом координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450059, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. E-mail: dibaev@yandex.ru.

Азнабаев Булат Маратович – д.м.н., профессор кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, ген. директор ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450059, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. E-mail: ophthalmology@mail.ru.

Мухаммадеев Тимур Рафаэльевич – д.м.н., зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, зам. ген. директора ЗАО «Оптимедсервис» по научно-клинической работе. Адрес: 450059, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. E-mail: photobgm@gmail.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ удаления силиконового масла с помощью ультразвукового витреотома: патент RU 2744151 C1 Рос. Федерация; заявл. 28.07.2020; опубл. 03.03.2021. Бюл. № 7. – 10 с.
2. Устройство для удаления силиконового масла из витреальной полости: патент RU 2636855 C1 Рос. Федерация; заявл. 24.11.2016; опубл. 28.11.2017, Бюл. № 34. – 8 с.
3. Dogramaci M., Lee E., Williamson T.H. Effect of intraocular silicone oil on retinal illumination and potential phototoxicity // Graefes' Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. – 2013. – Vol. 251, No. 3. – P. 813-820. PMID: 22562478.

4. Deuchler S., Scholtz J., Knoch T., Seitz B., Koch F.H. Safety and Efficacy of Hypersonic Vitrectomy for Retinal Reattachment Surgery in Proliferative Vitreoretinopathies // *Clinical Ophthalmology*. – 2022. – Vol. 16. – P. 3711-3720. PMID: 36389636.
5. Hammer M., Schickhardt S., Munro D. [et al.] New approaches to explanting high-viscosity silicone oil in retinal surgery // *International Journal of Retina and Vitreous*. – 2023. – Vol. 9. – Article 43. PMID: 37488630.
6. Ju C., Li J., Zhou F. [et al.] Comparison of 2 modified methods for the active removal of silicone oil with a 23-gauge transconjunctival vitrectomy system // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96, No. 40. – e8205. PMID: 28984772.
7. Kapran Z., Acar N. Removal of silicone oil with 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy system // *Retina*. – 2007. – Vol. 27, No. 8. – P. 1059-1064. PMID: 18040245.
8. Kapran Z., Acar N., Unver Y.B. [et al.] Passive removal of silicone oil with a 25-gauge sutureless system // *Japanese Journal of Ophthalmology*. – 2008. – Vol. 52, No. 1. – P. 63-66. PMID: 18369703.
9. Moorhead L.C., Gardner T.W., Lambert H.M. [et al.] Dynamic intraocular pressure measurements during vitrectomy // *Archives of Ophthalmology*. – 2005. – Vol. 123, No. 11. – P. 1514-1523. PMID: 16286613.
10. Moya R., Chandra A., Banerjee P.J., Tsamis E., Ahmad N. The incidence of unexplained visual loss following removal of silicone oil // *Eye (London)*. – 2015. – Vol. 29, No. 11. – P. 1477-1482. PMID: 26248526.
11. Nepita I., Stocchino A., Doderio A. [et al.] Dynamic Pressure Measurements During Vitrectomy in a Model of the Eye // *Translational Vision Science & Technology*. – 2022. – Vol. 11, No. 5. – Article 21. PMID: 35583885.
12. Newsom R.S.B., Johnston R., Sullivan P.M., Aylward G.B. Sudden visual loss after removal of silicone oil // *Retina*. – 2004. – Vol. 24, No. 6. – P. 871-877. PMID: 15579983.
13. Soheilian M., Mazareei M., Mohammadpour M., Rahmani B. Comparison of silicon oil removal with various viscosities after complex retinal detachment surgery // *BMC Ophthalmology*. – 2006. – Vol. 6. – Article 21. PMID: 16737520.
14. Song Z.M., Hu X.T., Wang L. [et al.] A modified approach to actively remove high viscosity silicone oil through 23-gauge cannula // *International Journal of Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 9, No. 9. – P. 1294-1298. PMID: 27672594.
15. Siyal N.A., Hargun L.D., Wahab S. Passive removal of silicone oil through 23 gauge transconjunctival sutureless vitrectomy system // *Pakistan Journal of Medical Sciences*. – 2016. – Vol. 32, No. 3. – P. 652-656. PMID: 27375708.
16. Stanga P.E., Pastor-Idoate S., Zambrano I. [et al.] Performance analysis of a new hypersonic vitrector system // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12, No. 6. – e0178462. PMID: 28586375.
17. Van den Biesen P.R., Berenschot T., Verdaasdonk R. [et al.] Endoillumination during vitrectomy and phototoxicity thresholds // *British Journal of Ophthalmology*. – 2000. – Vol. 84, No. 12. – P. 1372-1375. PMID: 11090475.
18. Yamada K., Takahashi H., Kishi S. Foveal light exposure during vitrectomy with silicone oil tamponade: an optical simulation study // *Acta Ophthalmologica*. – 2019. – Vol. 97, No. 4. – P. e575-e582. PMID: 30698352.
19. Zhang Z., Wei Y., Jiang X. [et al.] Active removal of 5,000 centistokes silicone oil using plastic infusion tube and 23-gauge microcannulas // *BMC Ophthalmology*. – 2015. – Vol. 15. – Article 114. PMID: 26303943.

REFERENCES:

1. Sposob udaleniya silikonovogo masla s pomoshh'yu ul'trazvukovogo vitreotoma (The method of removing silicone oil using an ultrasonic vitreotome): patent RU 2744151 C1 Ros. Federaciya; zayavl. 28.07.2020; opubl. 03.03.2021. Byul. № 7: 10. (In Russ)
2. Ustrojstvo dlya udaleniya silikonovogo masla iz vitreal'noj polosti (Device for removing silicone oil from the vitreous cavity): patent RU 2636855 C1 Ros. Federaciya; zayavl. 24.11.2016; opubl. 28.11.2017, Byul. № 3: 8. (In Russ)
3. Dogramaci M., Lee E., Williamson T.H. Effect of intraocular silicone oil on retinal illumination and potential phototoxicity // *Graefes' Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2013; 251 (3): 813-820. PMID: 22562478. (In Eng.)
4. Deuchler S., Scholtz J., Knoch T., Seitz B., Koch F.H. Safety and Efficacy of Hypersonic Vitrectomy for Retinal Reattachment Surgery in Proliferative Vitreoretinopathies // *Clinical Ophthalmology*. 2022;16: 3711-3720. PMID: 36389636. (In Eng.)
5. Hammer M., Schickhardt S., Munro D. [et al.] New approaches to explanting high-viscosity silicone oil in retinal surgery // *International Journal of Retina and Vitreous*. 2023; 9: 43. PMID: 37488630. (In Eng.)
6. Ju C., Li J., Zhou F. [et al.] Comparison of 2 modified methods for the active removal of silicone oil with a 23-gauge transconjunctival vitrectomy system // *Medicine (Baltimore)*. – 2017; 96 (40): 8205. PMID: 28984772. (In Eng.)
7. Kapran Z., Acar N. Removal of silicone oil with 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy system // *Retina*. 2007; 27(8): 1059-1064. (In Eng.)
8. Kapran Z., Acar N., Unver Y.B. [et al.] Passive removal of silicone oil with a 25-gauge sutureless system // *Japanese Journal of Ophthalmology*. 2008; 52 (1): 63-66. PMID: 18369703. (In Eng.)
9. Moorhead L.C., Gardner T.W., Lambert H.M. [et al.] Dynamic intraocular pressure measurements during vitrectomy // *Archives of Ophthalmology*. 2005;123(11): 1514-1523. PMID: 16286613. (In Eng.)
10. Moya R., Chandra A., Banerjee P.J., Tsamis E., Ahmad N. The incidence of unexplained visual loss following removal of silicone oil // *Eye (London)*. 2015; 29 (11): 1477-1482. PMID: 26248526. (In Eng.)
11. Nepita I., Stocchino A., Doderio A. [et al.] Dynamic Pressure Measurements During Vitrectomy in a Model of the Eye // *Translational Vision Science & Technology*. 2022;11(5); Article 21. PMID: 35583885. (In Eng.)
12. Newsom R.S.B., Johnston R., Sullivan P.M., Aylward G.B. Sudden visual loss after removal of silicone oil // *Retina*. 2004; 24 (6): 871-877. PMID: 15579983. (In Eng.)
13. Soheilian M., Mazareei M., Mohammadpour M., Rahmani B. Comparison of silicon oil removal with various viscosities after complex retinal detachment surgery // *BMC Ophthalmology*. 2006; 6: 21. PMID: 16737520. (In Eng.)
14. Song Z.M., Hu X.T., Wang L. [et al.] A modified approach to actively remove high viscosity silicone oil through 23-gauge cannula // *International Journal of Ophthalmology*. 2016; 9 (9):1294-1298. PMID: 27672594. (In Eng.)
15. Siyal N.A., Hargun L.D., Wahab S. Passive removal of silicone oil through 23 gauge transconjunctival sutureless vitrectomy system // *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 2016; 32 (3): 652-656. PMID: 27375708. (In Eng.)
16. Stanga P.E., Pastor-Idoate S., Zambrano I. [et al.] Performance analysis of a new hypersonic vitrector system // *PLoS One*. 2017; 12(6): e0178462. PMID: 28586375. (In Eng.)
17. Van den Biesen P.R., Berenschot T., Verdaasdonk R. [et al.] Endoillumination during vitrectomy and phototoxicity thresholds // *British Journal of Ophthalmology*. 2000;84(12): 1372-1375. PMID: 11090475. (In Eng.)
18. Yamada K., Takahashi H., Kishi S. Foveal light exposure during vitrectomy with silicone oil tamponade: an optical simulation study // *Acta Ophthalmologica*. 2019; 97 (4): e575-e582. PMID: 30698352. (In Eng.)
19. Zhang Z., Wei Y., Jiang X. [et al.] Active removal of 5,000 centistokes silicone oil using plastic infusion tube and 23-gauge microcannulas // *BMC Ophthalmology*. 2015;15: 114. PMID: 26303943. (In Eng.)

ГЛАУКОМА, НЕЙРООФТАЛЬМОЛОГИЯ И СИСТЕМНО-АССОЦИИРОВАННЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

<https://doi.org/10.24060/1999-6209-2026-21-2-40-45>

УДК 617.7-007.681

© Коллектив авторов, 2026

О.И. Оренбуркина¹, А.Э.Бабушкин², Э.Р. Шаммасова¹, С.М. Шамсутдинов¹

АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ

ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЛАУКОМЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

¹Всероссийский центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО

«Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа

²Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней ФГБОУ ВО

«Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа

Резюме

Цель. Проанализировать динамику общей и первичной заболеваемости глаукомой взрослого населения Республики Башкортостан в 2019-2024 гг.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ официальных статистических данных МИАЦ РБ по общей и первичной заболеваемости глаукомой (на 100 тыс. населения), а также по показателям диспансерного учета с использованием описательной статистики и графической визуализации.

Результаты. За период наблюдения общая заболеваемость глаукомой в Республике Башкортостан возросла с 976,7 до 1048,6 на 100 тыс. населения (увеличение на 7,3%) на фоне временного снижения показателей в 2020 г., связанного с пандемией COVID-19. Аналогичная волнообразная динамика выявлена для первичной заболеваемости: после спада в 2020 г. показатели к 2024 г. превысили доковидный уровень. Заболеваемость среди женщин стабильно выше, чем среди мужчин, а также отмечены выраженные территориальные различия между медицинскими округами с максимальными значениями в г. Уфе и Центральном округе и наибольшим приростом в Дуванском округе.

Заключение. В Республике Башкортостан сохраняется устойчивая тенденция роста распространенности глаукомы при более низких показателях по сравнению со средними значениями по РФ, что отражает как особенности эпидемиологии, так и организацию офтальмологической помощи. Полученные данные подчеркивают необходимость усиления программ раннего выявления и диспансерного наблюдения, особенно в отдельных округах и среди групп повышенного риска.

Ключевые слова: глаукома, заболеваемость, медицинские округа, COVID-19.

O.I. Orenburkina, A.E. Babushkin, E.R. Shammassova, S.M. Shamsutdinov

ANALYSIS OF EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS

OF GLAUCOMA IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Abstract

Aim: To analyze trends in overall and primary glaucoma morbidity among the adult population of the Republic of Bashkortostan in 2019-2024.

Material and methods: A retrospective analysis of official statistical data from the Medical Information and Analytical Center of the Republic of Bashkortostan was performed, including overall and primary glaucoma morbidity rates per 100,000 population and dispensary follow-up indicators, using descriptive statistics and graphical visualization.

Results: Over the study period, the overall glaucoma morbidity rate in the Republic of Bashkortostan increased from 976.7 to 1048.6 per 100,000 population (a 7.3% rise), with a transient decline in 2020 associated with the COVID-19 pandemic. A similar wave-like pattern was observed for primary morbidity: after a decrease in 2020, the rates exceeded the pre-pandemic level by 2024. Glaucoma morbidity was consistently higher in women than in men, and marked geographic differences between medical districts were identified, with the highest rates in the city of Ufa and the Central district and the greatest growth in the Duvansky district.

Conclusion: The Republic of Bashkortostan shows a persistent increase in glaucoma prevalence, with generally lower rates compared to the Russian Federation average, reflecting both epidemiological features and the organization of ophthalmic care. The findings highlight the need to strengthen early detection and follow-up programs, especially in specific districts and high-risk groups.

Keywords: glaucoma, morbidity, medical districts, COVID-19.

Введение

Глаукома является одной из ведущих причин необратимой слепоты в мире. Несмотря на достижения современной офтальмологии, диагностика и лечение глаукомы, ведущей формой которой является первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ), остаются сложными задачами из-за бессимптомного течения болезни на ранних стадиях, трудностей в выявлении и необходимости длительного наблюдения [1].

Актуальность изучения глаукомы обусловлена не только её влиянием на качество

жизни пациентов, но и значительными социально-экономическими последствиями, связанными с инвалидностью. В мире эта патология в 2020 году отмечена у 76,0 млн. человек, и по прогнозам к 2040 году эта цифра увеличится до 112 млн. [2-4].

В Российской Федерации (РФ), как и во всем мире, отмечается рост общей заболеваемости глаукомой, который в основном обусловлен увеличением продолжительности жизни населения, т. е. его старением. При этом ежегодно диагноз глаукомы, которая нередко выявляется в продвинутых стадиях,

впервые ставится более 100 тысяч (варианты: 101 858-142 278) пациентам, а их количество в РФ увеличилось с 1 047 755 в 2008 году до 1 250 558 – в 2022 г. Уровень заболеваемости варьирует от 0,55-0,88 (на 1000 населения) в возрастной группе пациентов от 40 до 49 лет до 17,5 человек в возрасте 80-89 лет, стабильно увеличиваясь, причем в геометрической прогрессии, в более старших возрастных группах. В 2022 году зарегистрировано более 1,2 млн. человек, а более 70 тысяч ослепли из-за глаукомы [5-10]. Продemonстрировано, в частности, ожидаемое увеличение заболеваемости глаукомы в Республике Башкортостан (РБ), а также в целом по РФ в ближайшие годы [11,12].

Рост заболеваемости глаукомой обусловил и ее ведущее место среди причин инвалидности по зрению в РФ у взрослых пациентов. Так, более 150 тысяч человек являются инвалидами по зрению. При этом количество инвалидов по глаукоме, большинство которых составляют мужчины (около 60%), и весьма значительное (более 80%) – пациенты с ПОУГ в начальной и развитой стадиях заболевания, за последние годы уменьшается (в частности, в РБ отмечено уменьшение абсолютного числа первично освидетельствованных инвалидов вследствие глаукомы с 2020 по 2018 год на 37% – с 346 до 218), хотя при этом данное заболевание стабильно продолжает занимать первое ранговое место среди причин первичной инвалидности [5-7,13-15].

Республика Башкортостан является одним из важных регионов для исследования эпидемиологии глаукомы. По данным Росстата, на 1 января 2024 года в РБ проживали 4 064 361 человек, из них 1 519 933 (37,4%) – в сельской местности [16]. Оценку уровня заболеваемости глаукомой населения конкретной территории целесообразно проводить в сравнении со средними значениями показателя по РФ [17]. Исследование показателей заболеваемости важно для разработки и совершен-

ствования государственных программ по профилактике и лечению глаукомы, направленных на предупреждение слепоты и слабо-видения от нее.

Целью настоящего исследования является анализ динамики общей и первичной заболеваемости глаукомы в РБ за период 2019-2024 годов.

Материал и методы

В исследовании использованы данные, предоставленные ГКУЗ РБ «Медицинский информационно-аналитический центр» (МИАЦ). Источниками информации являлись годовые статистические отчеты, содержащие сведения о заболеваемости глаукомой в РБ, данные о первичной и общей заболеваемости (на 100 тысяч населения) и показателях диспансерного учета за период с 2019 по 2024 год.

Для анализа общей и первичной заболеваемости глаукомой были использованы показатели, представленные в расчете на 100 тысяч населения.

В качестве программного обеспечения использовались Microsoft Excel и Statistica (версия 12), для визуализации результатов – графические методы, включая линейные графики и диаграммы.

Результаты

Глобально тренд на старение населения обуславливает увеличение распространенности глаукомы, поскольку возрастные дегенеративные процессы в глазу так или иначе влияют на механизмы развития данного заболевания. В 2022 году в России насчитывалось 1 250 558 человек с диагнозом глаукома, а показатель общей заболеваемости глаукомой на 100 тысяч взрослого населения с 2013 по 2022 год вырос на 30,0%. При этом первичная заболеваемость начиная с 2020 года снизилась с 113 на 100 тысяч населения в 2019 году до 94,9 на 100 тысяч населения в 2022 году.

Сравнительные данные общей и первичной заболеваемости по РБ и РФ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Общая и первичная заболеваемость глаукомой взрослого населения за период 2013–2022 годов в Российской Федерации и Республике Башкортостан, на 100 тысяч населения

Общая заболеваемость на 100 тысяч населения										
Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Российская Федерация	1014,7	1053,4	1086,9	1118,2	1135,1	1141,7	1147,5	1072,4	1073,7	1072
Республика Башкортостан	959	923,9	968,3	862,8	850,3	873,8	976,7	867,2	966,2	1075,0
Первичная заболеваемость на 100 тысяч населения										
Российская Федерация	113,7	116,6	120,5	119,2	113,9	107,8	113	87,5	91,9	94,9
Республика Башкортостан	103,8	134,9	141,6	184,88	153,86	128,18	155,71	120,51	151,09	137,97

В РБ нами была прослежена динамика общей и первичной заболеваемости глаукомой среди взрослого населения РБ с 2019 по 2024 год.

В 2019 году общая заболеваемость глаукомой составляла 976,7 на 100 тысяч населения. В 2020 году отмечено значительное снижение данного показателя на 11,2% (до 867,2), однако к 2024 году он составил уже 1048,6 на 100 тысяч населения, что на 7,3% выше уровня 2019 года и на 20,9% – 2020 года. Таким образом, несмотря на временное снижение в период пандемии, показатель общей заболеваемости, в конечном счете, превысил доковидный уровень.

Аналогичная тенденция прослеживается и для первичной заболеваемости. В 2019 году первичная заболеваемость составляла 155,71 на 100 тысяч населения, в 2020 году произошло ее снижение до 120,51 (снижение на 22,6%). Затем последовал рост показателя до 158,9 в 2024 году, который в итоге превысил уровень 2019 года на 2,0% и на 31,9% – 2020 года (рис. 1,2).

В Республике Башкортостан общая заболеваемость глаукомой у женщин оказалась существенно выше, чем у мужчин во все анализируемые годы. Например, в 2019 году данный показатель составил 1258,7 на 100 тысяч населения у женщин и только 694,7 на 100 тысяч населения у мужчин (т. е. в 1,8 раза выше). В 2020 году он снизился у обоих полов: у женщин – до 1095,9 на 100 тысяч населения (снижение на 13,0%), у мужчин – до 638,4 (на 8,1%). Но к 2024 году у женщин отмечалось его увеличение на 9,0% (до 1372,1 на 100 тысяч населения в сравнении с 2019 годом, тогда как у мужчин наблюдался менее выраженный рост – на 4,4% (до 725,1). Таким образом, следует констатировать более высокую распространенность глаукомы среди женщин в РБ (рис. 3,4).

Похожая гендерная картина наблюдается и для первичной заболеваемости. Так, в 2019 году первичная заболеваемость у женщин составляла 193,90 на 100 тысяч населения, а у мужчин – 117,52. К 2024 году она у женщин увеличилась до 211,10, превысив уровень 2019 года на 8,9%, а у мужчин, напротив, снизилась до 106,70.

С 2020 года в целях оптимизации организации и координации медицинской помощи в медицинских учреждениях, совершенствования взаимодействия между медицинскими организациями на территории РБ действует новый географический порядок распределения пациентов по округам, согласно приказу

№77-Д от 17 января 2020 года. Согласно новому распределению, все многопрофильные больницы и поликлиники входят в состав 10 медицинских округов РБ, включая Дуванский, Бирский, Нефтекамский, Октябрьский, Стерлитамакский, Белорецкий, Кумертауский, Сибайский, Центральный медицинские округа и г. Уфа.

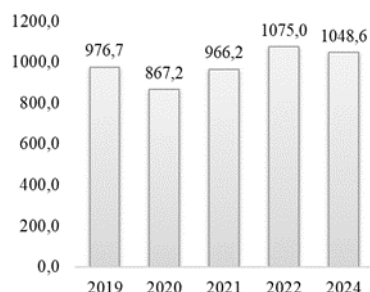


Рис. 1 Общая заболеваемость глаукомой в РБ на 100 тысяч населения: по оси абсцисс – год, по оси ординат – количество человек

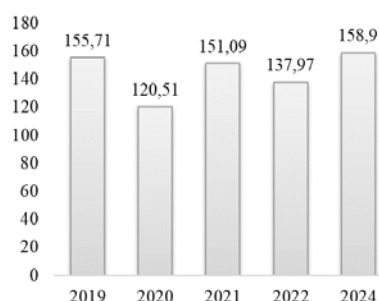


Рис. 2 Первичная заболеваемость глаукомой в РБ на 100 тысяч населения: по оси абсцисс – год, по оси ординат – количество человек

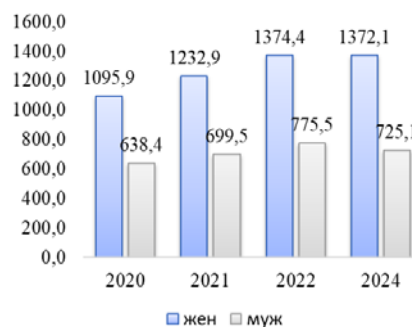


Рис. 3 Общая заболеваемость глаукомой в РБ мужчин и женщин на 100 тысяч населения: по оси абсцисс – год, по оси ординат – количество человек

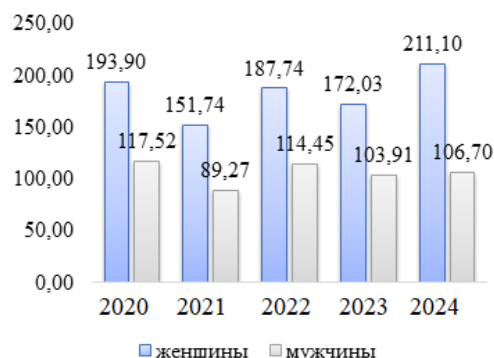


Рис. 4 Первичная заболеваемость глаукомой в РБ мужчин и женщин на 100 тысяч населения: по оси абсцисс – год, по оси ординат – количество человек

Анализ данных по медицинским округам РБ выявил значительные географические различия в показателях общей заболеваемости глаукомой (табл. 2). Город Уфа демонстрирует наиболее высокие показатели на протяжении всего периода наблюдения: в 2019 году – 1582,80 на 100 тысяч населения, максимум в 2022 году – 1588,10 и 1310,95 на 100 тысяч населения в 2024 году (рис. 5). Центральный медицинский округ также характеризуется относительно высоким показателем общей заболеваемости глаукомой: 1120,72 на 100 тысяч населения в 2019 году и 1231,72 – в 2024 году (рост на 9,9%). Однако самый значительный рост – с 963,93 на 100 тысяч населения в 2019 году до 1225,13 в 2024 году, т. е. увеличение на 27,1%, – продемонстрировал Дуванский округ. В Кумертауском же округе данный показатель увеличился на 13,9% (с 977,88 до 1114,25), а в Бирском округе за исследованный период он оставался практически на одном уровне: 1078,32 на 100 тысяч населения в 2019 году и 1081,62 – в 2024 году.

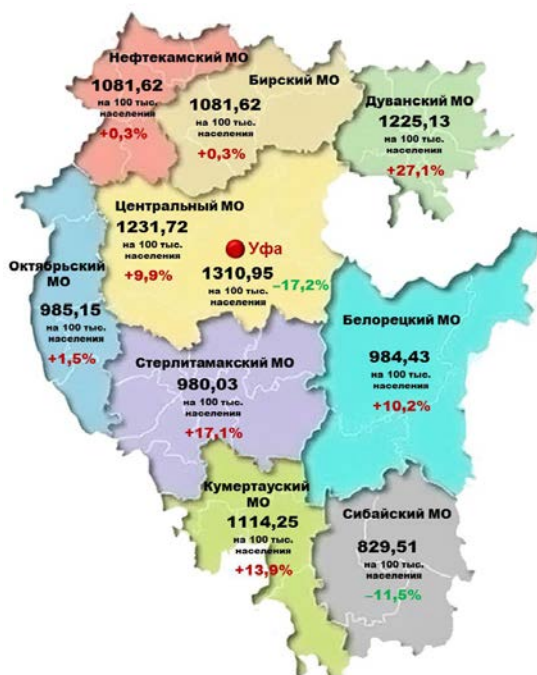


Рис. 5 Данные общей заболеваемости глаукомой в РБ по медицинским округам за 2024 год (динамика указана в % относительно 2019 года)

Прямое влияние пандемии COVID-19 отчетливо видно в 2020 году, когда почти все медицинские округа показали снижение заболеваемости к уровню 2019 года. Наиболее выраженное падение произошло в Сибайском (снижение на 27,8%) и Дуванском (на 27,9%) округах. В то же время к 2021–2022 годам отмечалось восстановление и даже превышение показателей заболеваемости 2019 года во многих округах, что указывает на увеличение

посещений пациентами офтальмологических учреждений и активную диагностику заболевания после первой волны пандемии. И все же в 2024 году наблюдалась неоднородная динамика заболеваемости. Так, в некоторых округах (Белорецком, Октябрьском, Сибайском, Стерлитамакском, г. Уфе) ее показатели снизились по сравнению с 2022 годом, тогда как другие (Дуванский, Кумертауский, Центральный) сохранили тенденцию к росту. Это может отражать как реальные изменения в эпидемиологии заболевания, так и различия в организации оказания офтальмологической помощи в разных округах региона.

Таблица 2
Заболеваемость глаукомой по медицинским округам РБ на 100 тысяч взрослого населения

Округ	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2024 г.
Белорецкий	893,19	882,49	967,29	1099,00	984,43
Бирский	1078,32	936,83	1058,97	1013,53	1081,62
Дуванский	963,93	694,91	838,81	1100,94	1225,13
Кумертауский	977,88	837,06	1081,19	1109,14	1114,25
Нефтекамский	857,28	748,19	881,39	922,35	906,60
Октябрьский	970,73	816,14	923,93	973,34	985,15
Сибайский	937,58	677,14	861,16	897,58	829,51
Стерлитамакский	836,81	805,58	817,00	1034,11	980,03
Центральный	1120,72	1093,17	1119,05	1284,12	1231,72
г. Уфа	1582,80	1372,52	1518,01	1588,10	1310,95

Обсуждение

Результаты данного исследования показывают устойчивую тенденцию к увеличению заболеваемости глаукомой в Республике Башкортостан. Рост общей и первичной заболеваемости можно объяснить несколькими факторами: современные методы диагностики глаукомы и проведение мероприятий по повышению осведомленности о данном заболевании, улучшение системы учета и регистрации пациентов. Это способствует раннему выявлению глаукомы и подтверждается ростом первичной заболеваемости.

Анализ показывает, что в РБ заболеваемость глаукомой ниже, чем в среднем по РФ. На наш взгляд, высокий уровень офтальмологической службы в регионе, региональные особенности, такие как социально-экономические условия и доступность медицинской помощи, активное применение хирургической помощи играют важную роль в более низкой заболеваемости глаукомой.

Анализ заболеваемости по полу выявил, что женщины имеют более высокие показатели заболеваемости глаукомой по сравнению с мужчинами. Это связано с различиями в образе жизни и факторами риска. Данные свидетельствуют о необходимости целенаправленных профилактических программ для снижения риска развития глаукомы. Таким образом, диспансеризация является

ся важным фактором в улучшении выявляемости глаукомы и контроле заболевания на ранних стадиях, что способствует снижению риска развития слепоты.

Наибольший рост заболеваемости из анализируемых нами 6 лет наблюдался в 2022 году. Это связано с эффектом накопленной скрытой заболеваемости при возобновлении скрининга, который привел к всплеску выявляемой заболеваемости из-за восстановленной диагностики. К косвенным причинам можно отнести целевые программы по увеличению количества профилактических скринингов населения, расширение географического охвата пациентов и внедрение новых диагностических технологий, таких как оптическая когерентная томография (ОКТ) зрительного нерва, использование портативных тонометров для измерения внутриглазного давления и др.

В 2020-2021 годах наблюдалось влияние пандемии COVID-19 на медицинскую систему здравоохранения в целом и офтальмологию в частности, что привело к снижению охвата населения профилактическими осмотрами и ко временной приостановке плановых визитов пациентов к офтальмологам [18]. Это, в свою очередь, стало причиной меньшего выявления новых случаев глаукомы, что отразилось на динамике заболеваемости в указанный период. Тем не менее постепенное восстановление системы профилактики в 2021 и особенно в 2022 году способствовало росту показателей. Это подтверждается данными по диспансеризации, которые показывают стабильный рост числа пациентов, состоящих на учете.

Данные, полученные в ходе исследования, подчеркивают необходимость продолжения работы по улучшению профилактики и лечению глаукомы, особенно с акцентом на сельские районы, где доступ к медицинской, в т.ч. офтальмологической, помощи более ограничен.

Заключение

Численность пациентов с глаукомой, официально находящихся на учете в РБ, за период 2019-2024 годов увеличилась на 7,3%: с 976,7 до 1048,6 на 100 тысяч населения.

На региональном уровне сохраняются выраженные территориальные различия: наиболее высокие уровни общей заболеваемости стабильно регистрируются в г. Уфе и Центральном медицинском округе, в то же время в ряде периферийных округов (в частности, в Дуванском и Кумертауском) отмечен наиболее существенный рост показателей, что, по-видимому, свидетельствует об активной работе по выявлению пациентов с глаукомой и проведении профилактических осмотров, усилении нагрузки на офтальмологическую службу и необходимости целенаправленных программ раннего выявления глаукомы.

Установлено влияние пандемии COVID-19 на уменьшение показателей заболеваемости. Из-за самоизоляции во время пандемии многие пациенты остались не дообследованы, а находящимся на учете пациентам не могли осуществлять мониторинг внутриглазного давления и корректировать медикаментозную терапию.

Сведения об авторах статьи:

Оренбуркина Ольга Ивановна – д.м.н., директор ВЦПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: linza7@yandex.ru.

Бабушкин Александр Эдуардович – д.м.н., зав. отделом организации научных исследований и разработок Уфимского НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450092, г. Уфа, ул. Пушкина, 90. E-mail: virologicdep@mail.ru.

Шаммасова Эльмира Раяновна – к.м.н., зав. организационно-методическим отделом ВЦПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: eshammasova@mail.ru.

Шамсутдинов Салават Масгутович – врач-офтальмолог ВЦПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: Shams@sal96.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Офтальмология. Клинические рекомендации / В.В. Нероев, Л.А. Катаргина, П.В. Садова [и др.]; под ред. В.В. Нероева, Л.А. Катаргиной, П.В. Садовой. – М.: Ассоциация врачей-офтальмологов, 2024. – 496 с.
2. Quigley, H.A. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020 / H.A. Quigley, A.T. Broman // Br. J. Ophthalmol. – 2006. – Vol. 90, № 3. – P. 262–267. – doi: 10.1136/bjo.2005.081224.
3. Resnikoff, S. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004 / S. Resnikoff, D. Pascolini, S.P. Mariotti, G.P. Pokharel // Bull. World Health Organ. – 2008. – Vol. 86, № 1. – P. 63–70. – doi: 10.2471/BLT.07.041210.
4. Tham, Y.C. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis / Y.C. Tham, X. Li, T.Y. Wong, H.A. Quigley, T. Aung, C.Y. Cheng // Ophthalmology. – 2014. – Vol. 121, № 11. – P. 2081–2090. – doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
5. Нероев, В.В. Основные результаты мультицентрового исследования эпидемиологических особенностей первичной открытоугольной глаукомы в Российской Федерации / В.В. Нероев, О.А. Киселева, А. М. Бессмертный // Российский офтальмологический журнал. – 2013. – Т. 6, № 3. – С. 4–7.
6. Егоров, Е.А. Отдельные клинико-эпидемиологические характеристики глаукомы в странах СНГ и Грузии. Результаты многоцентрового открытого ретроспективного исследования (часть 1) / Е.А. Егоров, А.В. Куроедов // Клиническая офтальмология. – 2011. – Т. 12, № 3. – С. 97–100.
7. Нероев, В.В. Офтальмологическая заболеваемость в России / В.В. Нероев, Л.А. Михайлова // Офтальмология. Национальное руководство / Под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, Х.П. Тахчиди. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – С. 15–19.

8. Нероев, В.В. Офтальмология Российской Федерации в цифрах: краткий сборник / В.В. Нероев. – М., 2021. – 16 с.
9. Первичная открытоугольная глаукома. Национальное руководство / Под ред. Е.А. Егорова, А.В. Куроедова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 1032 с.
10. Нероев, В.В. Эпидемиология глаукомы в Российской Федерации / В. В. Нероев, Л.А. Михайлова, Т.Н. Малишевская, С.Ю. Петров, О.М. Филиппова // Российский офтальмологический журнал. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 7–12. – doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-3-7-12.
11. Азнабаев, Б.М. Анализ заболеваемости глаукомой населения Республики Башкортостан / Б.М. Азнабаев, А.Ш. Загидуллина, Д.Р. Рашитова // Национальный журнал Глаукома. – 2017. – Т. 16, № 1. – С. 55–63.
12. Мовсисян, А.Б. Эпидемиологический анализ заболеваемости и распространённости первичной открытоугольной глаукомы в Российской Федерации / А.Б. Мовсисян, А.В. Куроедов, М.А. Архаров [и др.] // Клиническая офтальмология. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 3–10. – doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-3-10.
13. Либман, Е.С. Инвалидность вследствие патологии органа зрения / Е. С. Либман // Офтальмология. Национальное руководство / Под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – С. 19–25.
14. Бикбов, М.М. Эпидемиологические характеристики глаукомы в Республике Башкортостан / М.М. Бикбов, А.Э. Бабушкин, И.И. Хуснитдинов, О.И. Оренбуркина, С.А. Кадырова, Е.Н. Матюхина // Национальный журнал Глаукома. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 3–9. – doi: 10.25700/NJG.2020.01.01.
15. Азнабаев, Б.М. Первичная инвалидность вследствие глаукомы в Республике Башкортостан за 2014–2019 годы / Б.М. Азнабаев, А.Ш. Загидуллина, Э.В. Фахретдинова, А.И. Арсланова // Национальный журнал Глаукома. – 2021. – Т. 20, № 1. – С. 39–46. – doi: 10.25700/NJG.2021.01.05.
16. Демографические показатели России: численность населения по муниципальным районам и городским округам Республики Башкортостан на 1 января 2024 года [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации (Росстат). – 2024. – URL: <https://02.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/> (дата обращения 02.03.2025)
17. Чупров, А.Д. Эпидемиологические особенности распространения глаукомы среди населения Российской Федерации / А.Д. Чупров, А. О. Лосяцкий, В.А. Трубников, Т.Н. Казакова // Национальный журнал Глаукома. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 3–10.
18. Корелина, В.Е. Причины прогрессирования глаукомы во время пандемии COVID-19 / В.Е. Корелина, И.Р. Газизова, А.В. Куроедов, М.Д. Дидур // Клиническая офтальмология. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 147–152. – doi: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-147-152.

REFERENCES

1. Neroev, V.V., Katargina, L.A., Sadomova, P.V., editors. Ophthalmology. Clinical guidelines. Moscow: Association of Ophthalmologists; 2024. 496 p. (in Russ)
2. Quigley, H.A., Broman, A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. Br J Ophthalmol. 2006;90(3):262–267. (in Engl) doi:10.1136/bjo.2005.081224.
3. Resnikoff, S., Pascolini, D., Mariotti, S.P., Pokharel, G.P. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. Bull World Health Organ. 2008;86(1):63–70. (in Engl) doi:10.2471/BLT.07.041210.
4. Tham, Y.C., Li, X., Wong, T.Y., Quigley, H.A., Aung, T., Cheng, C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology. 2014;121(11):2081–2090. (in Engl) doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
5. Neroev, V.V., Kiseleva, O.A., Bessmertnyi, A.M. Main results of a multicenter study of epidemiological features of primary open-angle glaucoma in the Russian Federation. Russian Ophthalmological Journal. 2013;6(3):4–7. (in Russ)
6. Egorov, E.A., Kuroyedov, A.V. Selected clinical and epidemiological characteristics of glaucoma in CIS countries and Georgia: results of a multicenter open retrospective study (part 1). Clinical Ophthalmology (Russian journal). 2011;12(3):97–100. (in Russ)
7. Neroev, V.V., Mikhaylova, L.A. Ophthalmic morbidity in Russia. In: Avetisov SE, Egorov EA, Moshetova LK, Takhchidi KhP, editors. Ophthalmology. National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. p. 15–19. (in Russ)
8. Neroev, V.V. Ophthalmology of the Russian Federation in figures: brief collection. Moscow; 2021. 16 p. (in Russ)
9. Egorov, E.A., Kuroyedov, A.V., editors. Primary open-angle glaucoma. National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2023. 1032 p. (in Russ)
10. Neroev, V.V., Mikhaylova, L.A., Malishevskaya, T.N., Petrov, S.Yu., Filippova, O.M. Epidemiology of glaucoma in the Russian Federation. Russian Ophthalmological Journal. 2024;17(3):7–12. (in Russ) doi:10.21516/2072-0076-2024-17-3-7-12.
11. Aznabaev, B.M., Zagidullina, A.Sh., Rashitova, D.R. Analysis of glaucoma incidence in the population of the Republic of Bashkortostan. National Journal of Glaucoma. 2017;16(1):55–63. (in Russ)
12. Movsisyan, A.B., Kuroyedov, A.V., Arkharov, M.A., et al. Epidemiological analysis of morbidity and prevalence of primary open-angle glaucoma in the Russian Federation. Clinical Ophthalmology (Russian journal). 2022;22(1):3–10. (in Russ) doi:10.32364/2311-7729-2022-22-1-3-10.
13. Libman, E.S. Disability due to eye pathology. In: Avetisov SE, Egorov EA, Moshetova LK, Neroev VV, Takhchidi KhP, editors. Ophthalmology. National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. p. 19–25. (in Russ)
14. Bikbov, M.M., Babushkin, A.E., Khusnitdinov, I.I., Orenburskaya, O.I., Kadyrova, S.A., Matyukhina, E.N. Epidemiological characteristics of glaucoma in the Republic of Bashkortostan. National Journal of Glaucoma. 2020;19(1):3–9. (in Russ) doi:10.25700/NJG.2020.01.01.
15. Aznabaev, B.M., Zagidullina, A.Sh., Fakhretdinova, E.V., Arslanova, A.I. Primary disability due to glaucoma in the Republic of Bashkortostan in 2014–2019. National Journal of Glaucoma. 2021;20(1):39–46. (in Russ) doi:10.25700/NJG.2021.01.05.
16. Russian Federation Federal State Statistics Service (Rosstat). Demographic indicators of Russia: population size by municipal districts and urban okrugs of the Republic of Bashkortostan as of 1 January 2024 [Internet]. Moscow: Rosstat; 2024 [cited 2026 Mar 1]. Available from: <https://02.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/>. (in Russ)
17. Chuprov, A.D., Lositskiy, A.O., Trubnikov, V.A., Kazakova, T.N. Epidemiological features of glaucoma distribution among the population of the Russian Federation. National Journal of Glaucoma. 2021;20(3):3–10. (in Russ)
18. Korelina, V.E., Gazizova, I.R., Kuroyedov, A.V., Didur, M.D. Causes of glaucoma progression during the COVID-19 pandemic. Clinical Ophthalmology (Russian journal). 2021;21(3):147–152. (in Russ) doi:10.32364/2311-7729-2021-21-3-147-152.

О.И. Оренбуркина¹, Г.Г. Корнилаева¹,
А.Э. Бабушкин², М.П. Корнилаева¹, С.М. Шамсутдинов¹
**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
НЕПРОНИКАЮЩЕЙ АНТИГЛАУКОМНОЙ ОПЕРАЦИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГУБЧАТОГО АЛЛОДРЕНАЖА**

¹Всероссийский центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО
«Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа
²Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней ФГБОУ ВО
«Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа

Резюме

Цель. Разработать модифицированную технику непроникающей глубокой склерэктомии с применением губчатого аллодренажа Аллоплант и провести сравнительный анализ ее предварительных результатов с традиционной методикой.

Материал и методы. В исследование включили 38 пациентов с первичной открытоугольной глаукомой I-III стадиями заболевания. Предложенный вариант НГСЭ (основная группа) был применен у 20 пациентов (20 глаз). Контрольную группу составили 18 пациентов (18 глаз) с НГСЭ, выполненной по традиционной методике. Для послеоперационного мониторинга использовались общепринятые методы обследования (визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, кинетическая периметрия, тонометрия на пневмотонометре), а также оптическая когерентная томография переднего и заднего отрезков глаза и т.д.).

Результаты. В сравниваемых группах интра- и ранние послеоперационные осложнения встречались редко и были сопоставимы по частоте. Через 1 год после операции абсолютный гипотензивный эффект (без дополнительной медикаментозной коррекции внутриглазного давления) достигнут у 83,3% пациентов, относительный (с дополнительной медикаментозной коррекцией ВГД) – у 16,7%. В контрольной группе показатели составили 62,5 и 25,0% соответственно. В основной группе не потребовалось реопераций, тогда как в контрольной группе в 12,5% случаев были выполнены повторные проникающие антиглаукомные вмешательства. Более выраженное снижение ВГД в основной группе сопровождалось лучшей сохранностью зрительных функций: сужение поля зрения в отдаленном периоде отмечалось в 2 раза реже (5,6% против 12,5% в контрольной группе).

Заключение. Установлен более высокий гипотензивный результат через 1 год после проведения предложенного варианта НГСЭ с использованием губчатого аллодренажа Аллоплант в сравнении с классической техникой данной операции. Для объективной оценки результатов необходимы исследования на большей выборке пациентов с длительным периодом наблюдения.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, хирургия глаукомы, непроникающая глубокая склерэктомия, губчатый аллодренаж Аллоплант, гипотензивный эффект.

O.I. Orenburkina, G.G. Kornilaeva,
A.E. Babushkin, M.P. Kornilaeva, S.M. Shamsutdinov
**PRELIMINARY RESULTS OF NON-PENETRATION
ANTI-GLAUCOMA SURGERY WITH THE USE OF SPONGE ALLODRENAGE**

Abstract

Aim. To develop a modified technique for non-penetrating deep sclerectomy (NPDS) using the spongy allodrainage Alloplant® and to conduct a comparative analysis of its preliminary results with the traditional technique.

Material and methods. The study included 38 patients with primary open-angle glaucoma stages I-III. The proposed NPDS technique (main group) was applied in 20 patients (20 eyes). The control group consisted of 18 patients (18 eyes) who underwent NPDS using the traditional technique. Postoperative monitoring included conventional examination methods (visometry, biomicroscopy, ophthalmoscopy, kinetic perimetry, pneumotonometry), as well as optical coherence tomography of the anterior and posterior segments of the eye, etc).

Results. Intraoperative and early postoperative complications were rare in both groups and were comparable in frequency. One year after surgery, an absolute hypotensive effect (without additional medical correction of intraocular pressure) was achieved in 83.3% of patients, and a relative effect (with additional medical correction of intraocular pressure) in 16.7%. In the control group, these values were 62.5% and 25.0%, respectively. In the main group, no reoperations were required, whereas in the control group repeated penetrating antiglaucoma procedures were performed in 12.5% of cases. A more pronounced decrease in intraocular pressure in the main group was accompanied by better preservation of visual functions: visual field constriction in the long-term period was observed half as often (5.6% versus 12.5% in the control group).

Conclusion. A higher hypotensive result was established after one year of the proposed version of NDSE using the sponge allodrainage Alloplant in comparison with the classical technique of this operation. For an objective assessment of its results, studies with a larger sample of patients and more remote periods of their observation are required.

Keywords: POAG, glaucoma surgery, non-penetrating deep sclerectomy, sponge allodrainage Alloplant, hypotensive effect.

Введение

Известно, что глаукома, преимущественно открытоугольная ее форма, является одной из ведущих причин необратимой слепоты в мире, которая происходит вследствие прогрессирующей глаукомной оптиконейропатии. Несмотря на достижения современной

офтальмологии, лечение этого заболевания является сложной задачей из-за бессимптомного течения на ранних стадиях, трудностей его выявления. В последние годы число пациентов с глаукомой увеличивается, что связано с общим старением населения и улучшением ее диагностики [1].

На сегодняшний день антиглаукомные капли в подавляющем большинстве случаев являются первым шагом лечения глаукомы с целью снижения внутриглазного давления (ВГД). Однако они не всегда эффективно снижают его до целевых значений. Помимо этого, нередко пациенты сталкиваются с проблемой непереносимости лекарственных препаратов, содержащих различные консерванты [2].

В связи с этим антиглаукомные операции (АГО) являются наиболее эффективным способом нормализации ВГД. К настоящему времени предложены различные варианты хирургического лечения глаукомы [3]. В последние годы непроникающая глубокая склерэктомия (НГСЭ) заняла ведущее место в хирургии первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) благодаря значительно меньшему риску осложнений, характерных для проникающих вмешательств (таких как трабекулоэктомия). Преимущество НГСЭ связано с минимальной частотой послеоперационной гипотонии и отслойки сосудистой оболочки, обусловленных гиперфильтрацией внутриглазной жидкости. При этом недостаточность гипотензивного эффекта классической НГСЭ вследствие, главным образом, избыточного послеоперационного рубцевания обусловила разработку новых модификаций НГСЭ [4-6], в т.ч. с применением различных дренажей [7, 8].

Во Всероссийском центре глазной и пластической хирургии (г. Уфа) накоплен опыт применения аллогенных дренажей при глаукоме, изготовленных по технологии Аллоплант. В настоящее время данные аллодренажи активно используются при проникающих АГО при первичной и вторичной глаукоме [9,10].

Для улучшения гипотензивных результатов НГСЭ, в частности, профилактики склеро-склеральных и склеро-конъюнктивальных сращений, нами была предложена модификация с использованием губчатого аллодренажа Аллоплант [11]. Ниже представлены первые результаты ее практического применения.

Цель исследования – разработать и оценить эффективность использования непроникающего варианта НГСЭ с использованием губчатого аллодренажа Аллоплант.

Материал и методы

В исследование включили 38 пациентов (38 глаз) с некомпенсированной первичной открытоугольной глаукомой на разных стадиях: начальной (6 глаз), развитой (25 глаз) и далекозашедшей (7 глаз). Из них 15 женщин (39,5%) и 23 мужчины (60,5%) в возрасте от

56 до 76 лет (средний возраст 67,3 года). На фоне медикаментозной терапии уровень ВГД варьировал от 24 до 43 мм рт. ст. (в среднем 31,4 мм рт. ст.). Пациенты были разбиты на две группы: основную (20 пациентов), где выполняли модификацию НГСЭ по предложенному варианту, и контрольную (18 пациентов), в которой операцию проводили по традиционной методике.

Основная группа состояла из 7 женщин (35%) и 13 мужчин (65%), возраст которых колебался от 56 до 76 лет (средний возраст – 67,1 года) с развитой стадией заболевания – в 65,0% случаев (в 13 глазах) начальной (15,0%, 3 глаза) и далекозашедшей (20,0%, 4 глаза) стадиями ПОУГ. Высокий офтальмотонус (выше 32 мм рт. ст.) до операции фиксировали в 60,0% случаев (в 12 глазах), умеренно повышенный (от 22 до 32 мм рт. ст.) – в 40,0% (в 8). Медикаментозная коррекция гипотензивными препаратами до оперативного вмешательства в среднем составила 2,4 препарата. Общие сопутствующие заболевания в виде кардиоваскулярной, эндокринной патологии, заболеваний желудочно-кишечного тракта и других диагностировали у 18 (90,0%) человек.

В контрольной группе мужчин было 10 (55,6%), женщин – 8 (44,4%) в возрасте 59–75 лет (в среднем 67,8 года). Распределение по стадиям: начальная – у 3 (16,7%) больных, развитая – у 12 (66,7%), далекозашедшая – у 3 (16,7%). Высокий дооперационный офтальмотонус отмечался в 61,1% случаев (в 11 глазах), умеренно повышенный – в 33,3% (в 6 глазах). До операции число используемых гипотензивных препаратов в среднем составило 2,2 препарата. Общие сопутствующие заболевания отмечены у 15 (83,3%) человек. До операции всем пациентам провели визометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, кинетическую периметрию, тонометрию на пневмотонометре.

Таким образом, сравниваемые группы были сопоставимыми по полу, возрасту, стадиям глаукомы, уровню ВГД перед операцией, медикаментозной коррекции и общим сопутствующим заболеваниям.

Техника предложенной операции. Под местной субтеноновой анестезией производили выкраивание поверхностного склерального лоскута (ПСЛ) прямоугольной формы размером 5×4 мм с основанием у лимба и заходом в роговицу, удаление средних слоев склеры в зоне склерального ложа с обнажением трабекулы и периферии десцеметовой оболочки примерно на 1,5 мм, выполняли разрез глубоких слоев склеры до цилиарного

тела длиной 3,5 мм параллельно лимбу и в 2-2,5 мм отступя от него. После этого на склеральное ложе укладывали заранее выкроенный необходимой толщины дренаж из губчатого аллотрансплантата прямоугольной формы и размером 3×4,5 мм. При этом один конец аллотрансплантата располагался у основания склерального лоскута, а другой конец вводился через ранее произведенный сквозной разрез глубоких слоев склеры в супраувеальное пространство в направлении к своду. Поверхностный лоскут склеры укладывался поверх дренажа и фиксировался по углам к склере двумя узловыми швами. Рана конъюнктивы ушивалась непрерывным швом. В послеоперационном периоде проводилась стандартная медикаментозная терапия инстилляцией в конъюнктиву антибиотиков и противовоспалительных капель.

Контроль показателей осуществлялся через 1 и 12 месяцев после операции. Для контроля использовались общепринятые методы обследования (визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, кинетическая периметрия, тонометрия на пневмотонометре, оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза и т.д.).

Статистическая обработка результатов проводилась при помощи программы Statistica 8.0. Проверка нормальности распределения ВГД проведена по критерию Шапиро–Уилка (W). Учитывая малый объем выборки ($n=20$ и $n=18$) и отклонение от нормальности ($W<0,95$, $p<0,05$), для сравнения групп применен непараметрический критерий Манна–Уитни (U-тест). Данные представлены в виде медианы с интерквартильным размахом [Q1-Q3]. Учитывалась достоверность $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

Каких-либо серьезных осложнений во время выполнения операции в обеих группах мы не наблюдали, за исключением рефлюкса крови из перерезанных концов шлеммова канала у 3 больных (2 из исследовательской и 1 из контрольной группы). Незамеченные во время операции микроперфорации трабекулодесцеметовой мембраны наблюдались по 1 случаю в каждой из сравниваемых групп: при модифицированной НГСЭ в 5,0%, при традиционной НГСЭ – 5,6% случаев. В последнем случае это привело к возникновению плоской цилиохориоидальной отслойки, лечение которой, впрочем, ограничилось консервативными мероприятиями и привело к ее быстрому купированию.

Кроме того, в 2 случаях (10,0%) в основной и в 2 (11,1%) в контрольной группах имели место незначительные мазки гемы на радужке, которые быстро рассосались и не потребовали специального лечения.

Осмотр в основной группе к моменту выписки больных из клиники, а также через 1 и 12 месяцев показал формирование умеренно-разлитой, хорошо выраженной фильтрационной подушки у всех 20 пациентов, которых обследовали через 1 месяц после операции. Результаты показали снижение ВГД с дооперационных 33,0 [31,0-36,5] мм рт. ст. до 15,6 [14,7-16,4] мм рт. ст. у 100% пациентов без статистически значимых межгрупповых различий ($p>0,05$).

Однако в 1 случае (5%) в связи с умеренной послеоперационной гипертензией пришлось прибегнуть к лазерной десцеметогониопунктуре (ЛДГП) с положительным результатом (табл. 1).

Таблица 1

Результаты в сравниваемых группах через 1 месяц

Группа	ВГД, среднее/медианное (мм рт. ст.)	Гипотензивный эффект через 1 мес. после операции (%)		
		Абсолютный	Относительный (с медикаментозной коррекцией)	Лазерная десцеметогониопунктура
Основная ($n = 20$)	15,2±1,2/15,6 [14,4-16,6]	100,0	-	5
Контрольная ($n = 18$)	15,9±1,4/16,0 [15,0-17,1]	88,2	11,8	5,9

Через 1 год под наблюдением осталось 18 пациентов основной группы. Абсолютный гипотензивный результат (без дополнительной медикаментозной коррекции) был отмечен в 83,3% случаев (в 15 глазах), относительный (с дополнительной медикаментозной коррекцией) – в 16,7% (в 3 глазах), причем в двух из них (11,1%) с сочетанием с ЛДГП, выполненной через 3 месяца после операции. Величина снижения ВГД за год была значительно больше в основной группе – 13,8 [12,7-14,6] мм рт. ст. против 10,9 [9,8-11,7] мм рт.

ст. ($U=85,0$; $p=0,003$). Во всех случаях в отдаленном периоде визуализировалась умеренно выраженная фильтрационная подушка без признаков кистозного перерождения и наличия васкуляризации. Реоопераций в основной группе не было. Также отсутствовала какая-либо воспалительно-аллергическая реакция на аллотрансплантат.

Абсолютная компенсация офтальмотонуса у больных с классической НГСЭ отмечена через 1 месяц также в 100%, однако в 11,8% случаев (в 2 глазах) на фоне назначе-

ния местной гипотензивной терапии и в одном из них с дополнительной ЛДГП. Филтрационная подушка в контрольной группе также наблюдалась у всех пациентов, однако только у 15 из 17 человек она была разлитой, но менее выраженной, чем в основной группе. В 1 случае она выглядела ограниченной и в 1 – плоской. Офтальмотонус в среднем снизился через месяц с предоперационных 32,5 [31,0-38,0] мм рт. ст. до 16,0 [15,3-17,2] мм рт. ст. Из 16 пациентов контрольной группы абсолютный гипотензивный эффект в отдаленные изученные сроки (через 12 месяцев) получен в 62,5% (у 10), с дополнительной медикаментозной коррекцией – в 25,0% (у 4, причем в 3 из них в комбинации с ЛДГП, которая была выполнена в первые 3–5 месяцев). При этом плоско-разлитая филтрационная подушка наблюдалась в 9 глазах, в 4 – ограниченная и в 3 глазах она отсутствовала.

В отдаленных 12,5% случаев (в 2 глазах с далекозашедшей глаукомой) пришлось прибегнуть к повторным антиглаукомным прони-

кающим операциям в зоне первичного вмешательства. Реоперации показали, что причиной рецидива повышения ВГД явились склеросклеральные сращения (табл. 2).

Анализ больных через 1 месяц после операции показал статистически незначимые различия с контрольной группой: медиана ВГД составила 15,6 [14,7-16,4] мм рт. ст. против 16,0 [15,3-17,2] мм рт. ст. ($U=143,0$; $p=0,250$). В отдаленные сроки выявлены значимые различия: медиана ВГД составила 18,0 [17,5-18,7] мм рт. ст. против 20,7 [20,2-21,4] мм рт. ст. в контрольной группе ($U=62,0$; $p<0,001$).

Что касается зрительных функций в отдаленные сроки, то в основной группе скорректированная острота зрения сохранилась в 88,9% (в 16 глазах), снизилась – в 11,1% (в 2 глазах); поле зрения суммарно по 8 меридианам не изменилось в 94,4% (в 17 глазах) и ухудшилось в 5,6% (в 1 глазу). Острота и поле зрения в контрольной группе остались прежними в 87,5% (в 14 глазах). Их ухудшение было отмечено в 16,7%, причем в 2 (12,5%) из 4 глаз – вследствие прогрессирования глаукомы.

Таблица 2

Результаты в сравниваемых группах через 12 месяцев

Группы	ВГД, среднее/медианное (мм рт. ст.)	Гипотензивный эффект (%)			Количество назначенных гипотензивных препаратов до и через 1 год после операции
		Абсолютный	Относительный (с медикаментозной коррекцией)	Реоперации	
Основная (n=18)	17,9±1,1/18,1 [17,3-18,8]	83,3	16,7	-	2,2 / 1,2
Контрольная (n=16)	20,6±1,3/20,7 [19,9-21,3]	62,5	25,0	12,5	2,3 / 1,7

Обсуждение

Модифицированная НГСЭ с применением губчатого аллотрансплантата показала преимущество перед классической методикой. Назначение гипотензивной терапии в отдаленном периоде была на 8,3% ниже в основной группе (16,7% против 25,0%). Компенсация офтальмотонуса сохранилась у 83,3% пациентов основной группы против 62,5% в контрольной. Важно отметить, что в группе модифицированной НГСЭ не потребовалось ни одной реоперации, тогда как в контрольной группе повторные вмешательства были выполнены в 12,5% случаев.

Таким образом, предложенная модификация НГСЭ в изученные отдаленные сроки обеспечила на фоне сопоставимого небольшого количества осложнений наибольший абсолютный гипотензивный эффект – 83,3% против 62,5%. Следует подчеркнуть, что отсутствие гипотензивного эффекта предложенной модификации операции встречалось в 2,2 раза реже по сравнению с традиционной НГСЭ. Наряду с этим в контрольной группе потребовалось выполнение реопераций в 12,5% слу-

чаев, тогда как в основной группе необходимость в дополнительных вмешательствах полностью отсутствовала. Более выраженный гипотензивный эффект в основной группе, на наш взгляд, обеспечил лучшую сохранность зрительных функций: прогрессирование сужения поля зрения в отдаленном периоде наблюдалось в 2 раза реже (5,6% против 12,5% в контрольной группе).

Повышению гипотензивного эффекта способствовала разработанная техника НГСЭ с применением губчатого аллотрансплантата, которая обеспечивает уменьшение избыточного послеоперационного рубцевания за счет имплантации между поверхностным лоскутом и его ложем губчатого аллотрансплантата, способствующего профилактике склеросклеральных сращений и позволяющего обеспечить свободный отток внутриглазной жидкости через интрасклеральный тоннель под конъюнктиву. Пролонгации гипотензивного эффекта в послеоперационном периоде помогает и элемент расширения супрацилиарной щели с имплантацией в супрахориоидальное пространство через сквозной разрез склераль-

ного ложа проксимальной части аллотрансплантата.

Данное утверждение можно проследить на снимках оптической когерентной томографии (ОКТ) операционной зоны глаза после данной операции, в частности, на представленном рисунке, где виден интрасклеральный канал, и визуализируется функционально активная фильтрационная подушка с признаками интрасклерального пространства и жидкостных полостей над склеральном лоскутом и микровезикул в толще конъюнктивы.



Рис. ОКТ фильтрационной зоны НГСЭ с губчатым интрасклеральным аллодренажом через 6 месяцев после операции; сагиттальный разрез

Безусловно, важно также то, что предлагаемый вариант непроникающей операции ниже в сравнении с НГСЭ, произведенной по классической методике по количеству и тяжести осложнений.

Заключение

Таким образом, наилучшие гипотензивный эффект, динамику полей зрения и состояние фильтрационной подушки при ПОУГ в изученные сроки (через 1 год и не только) дает выполнение модификации НГСЭ с использованием губчатого аллодренажа Аллоплант, причем уровень интра- и послеоперационных осложнений после нее ниже в сравнении с традиционным непроникающим вмешательством. Для более объективной оценки результатов требуются исследования с большей выборкой пациентов и более отдаленными сроками их наблюдения.

Сведения об авторах статьи:

Оренбуркина Ольга Ивановна – д.м.н., директор ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: linza7@yandex.ru.

Корнилова Гузель Галеевна – д.м.н., врач-офтальмолог ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: g.kornilova@alloplant.ru.

Бабушкин Александр Эдуардович – д.м.н., зав. отделом организации научных исследований и разработок Уфимского НИИ глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450092, г. Уфа, ул. Пушкина, 90. E-mail: virologicdep@mail.ru.

Корнилова Маргарита Павловна – к.м.н., зав. офтальмологическим отделением №4 ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: rita_k2004@mail.ru.

Шамсутдинов Салават Масгутович – врач-офтальмолог ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450015, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 67/1. E-mail: Shams@sal96.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нероев, В.В. Клинические рекомендации. Офтальмология / В.В. Нероев, Л.А. Катаргина, П.В. Садова. – М.: Ассоциация врачей-офтальмологов, 2020. – 496 с.
2. Глазко, Н.Г. Максимальная эффективность стартовой гипотензивной терапии первичной открытоугольной глаукомы: учитываем факторы, снижающие приверженность терапии / Н.Г. Глазко, Т.М. Волобуева, Е.А. Егоров // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2024. – Т. 24, № 4. – С. 200-205. – doi: 10.32364/2311-7729-2024-24-4-6.
3. Бабушкин, А.Э. Непроникающая глубокая склерэктомия и ее варианты в лечении первичной открытоугольной глаукомы (обзор литературы) / А.Э. Бабушкин, Е.Н. Матюхина // Восток – Запад: Мат-лы конференции с международным участием. – 2013. – С. 170-173.
4. Клиническая оценка различных методик глубокой склерэктомии / М.М. Бикбов [и др.] // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2014. – № 3. – С. 143-147.
5. Техника исполнения модифицированной непроникающей глубокой склерэктомии и её результаты / Е.А. Ивачёв [и др.] // Точка зрения. Восток – Запад. – 2014. – № 1. – С. 111-112.
6. Abdelrahman, A.M. Non-penetrating deep sclerectomy with the sub flap (Ahmed's) suture: a 12-month comparative study / A.M. Abdelrahman, L.M. Hassan, M.M. Habib // Eye (Lond). – 2023. – Vol. 37, № 7. – P. 1308-1313. – doi: 10.1038/s41433-022-02102-6.
7. Непроникающая глубокая склерэктомия с имплантацией коллагенового дренажа в хирургическом лечении глаукомы / К.Б. Першин [и др.] // Национальный журнал Глаукома. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 42-50. – doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-2-42-50.
8. Сулейман, Е.А. Дренажная хирургия глаукомы / Е.А. Сулейман, С.Ю. Петров // Национальный журнал Глаукома. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 67-76. – doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-2-67-76.
9. Корнилова, Г.Г. Комбинированный циклодиализ с использованием аллотрансплантов-дренажей в лечении вторичной глаукомы / Г.Г. Корнилова // Офтальмохирургия. – 2002. – № 1. – С. 13-16.
10. Мулдашев, Э.Р. Антиглаукоматозная операция с использованием губчатого биоматериала Аллоплант в лечении первичной глаукомы / Э.Р. Мулдашев, В.У. Галимова, Э.В. Галимова // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2011. – № 2. – С. 64-69.
11. Способ непроникающей антиглаукомной операции с использованием губчатого аллотрансплантационного дренажа / Пат. № 2829426 Рос. Федерация; заявл. 17.04.2024; опубл. 30.10.2024. Бюл. № 31. 12 с.

REFERENCES

1. Neroyev, V.V., Katargina, L.A., Sadomova, P.V. Klinicheskie rekomendatsii. Oftal'mologiya [Clinical guidelines. Ophthalmology]. Moscow: Assotsiatsiya vrachej-oftal'mologov; 2020. 496 p. (In Russ).
2. Glazko, N.G., Volobueva, T.M., Egorov, E.A. The peak efficiency of initial antihypertensive therapy of primary open-angle glaucoma considering the factors that reduce adherence to the therapy. RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya [Russian Journal of Clinical Ophthalmology]. 2024;24(4):200-205. doi:10.32364/2311-7729-2024-24-4-6. (In Russ).
3. Babushkin, A.E., Matyukhina, E.N. «Nepronikayushchaya glubokaya sklerjektomiya i ee varianty v lechenii pervichnoj otkrytougol'noj glaukomy (obzor literatury)» [Non-penetrating deep sclerectomy and its variants in the treatment of primary open-angle glaucoma (literature review)]. Vostok - Zapad: materialy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [East-West: Conference proceedings with international participation]. 2013:170-173. (In Russ).

4. Bikbov, M.M., Babushkin, A.E., Absalyamov, M.Sh., Orenburkina, O.I. «Klinicheskaya ocenka razlichnykh metodik glubokoj sklerjektomii» [*Clinical evaluation of various deep sclerectomy techniques*]. RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya [Russian Journal of Clinical Ophthalmology]. 2014;(3):143-147. (In Russ).
5. Ivachev, E.A., Samoilov, A.N., Savelyev, M.Yu., Svyatov, E.S. Tekhnika ispolneniya modifitsirovannoj nepronikayushchej glubokoj sklerjektomii i ee rezul'taty [*Technique of modified non-penetrating deep sclerectomy and its results*]. Tochka zreniya. Vostok-Zapad [Point of View. East-West]. 2014;(1):111-112. (In Russ).
6. Abdelrahman, A.M., Hassan, L.M., Habib, M.M. Non-penetrating deep sclerectomy with the sub flap (Ahmed's) suture: a 12-month comparative study. Eye (Lond). 2023;37(7):1308-1313. (in Engl) doi:10.1038/s41433-022-02102-6.
7. Pershin, K.B., Pashinova, N.F., Tsygankov, A.Yu., Kosova, I.V., Solovyova, G.M. Non-penetrating deep sclerectomy and implantation of collagen drainage in the surgical treatment of glaucoma. National Journal glaucoma. 2022;21(2):42-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-2-42-50>
8. Suleiman, E.A., Petrov, S.Yu. Drainage glaucoma surgery. National Journal glaucoma. 2022;21(2):67-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-2-67-76>
9. Kornilaeva, G.G. Kombinirovannyj tsiklodializ s ispol'zovaniem allotransplantov-drenazhei v lechenii vtorichnoj glaukomy [Combined cyclodialysis with the use of allograft drains in the treatment of secondary glaucoma]. Oftal'mokhirurgiya [Ophthalmosurgery]. 2002;(1):13-16. (In Russ).
10. Muldashev, E.R., Galimova, V.U., Galimova, E.V. Antiglaukomatoznaya operatsiya s ispol'zovaniem gubchatogo biomateriala Alloplant v lechenii pervichnoj glaukomy [*Antiglaucoma surgery using Alloplant spongy biomaterial in the treatment of primary glaucoma*]. RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya [Russian Journal of Clinical Ophthalmology]. 2011;(2):64-69. (In Russ).
11. Sposob nepronikayushchej antiglaukomnoj operatsii s ispol'zovaniem gubchatogo allotransplantatsionnogo drenazha [*Method of non-penetrating antiglaucoma surgery using a spongy allotransplantation drain*]. Patent RU 2829426C1. 2024 Oct 30. Bul. No. 31. 12 p. (In Russ).

О.А. Горынина

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИМПЛАНТАЦИИ
ПОЛНОСТЬЮ РЕФРАКЦИОННОЙ EDOF ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ
У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ
ЧЕРЕЗ МЕСЯЦ ПОСЛЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ***Центр микрохирургии глаза «МедиКом», г. Дзержинск***Резюме**

Цель. Оценка функциональных и структурных результатов имплантации полностью рефракционной интраокулярной линзы с увеличенной глубиной фокуса (EDOF ИОЛ) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой I-II стадий в раннем послеоперационном периоде.

Материал и методы. В проспективное исследование включены 7 пациентов (12 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой I-II стадий после факэмульсификации катаракты с имплантацией полностью рефракционной EDOF ИОЛ. Оценка зрительных функций проводили до операции и через месяц с использованием бинопометрии с помощью анализатора Бинопометр® 4P на дистанциях 5 м, 60 см и 40 см. Дополнительно анализировали параметры переднего отрезка глаза с помощью корнеального топографа Sirius, внутриглазное давление (ВГД) – на анализаторе биомеханических свойств глаза ORA, показатели статической автоматической периметрии – на периметре Tomey AP-3000, данные оптической когерентной томографии (ОКТ) определяли на томографе Optovue Avanti RTVue XR.

Результаты. Через месяц после операции выявлено статистически значимое улучшение некорригированной и максимально корригированной остроты зрения на дальней, средней и ближней дистанциях при отсутствии отрицательной динамики внутриглазного давления. Отмечено достоверное увеличение угла и объема передней камеры глаза. Показатели поля зрения характеризовались стабильностью локальных дефектов и улучшением светочувствительности сетчатки. По данным ОКТ отрицательной динамики структурных показателей сетчатки и зрительного нерва не выявлено.

Заключение. Имплантация полностью рефракционной EDOF ИОЛ у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой I-II стадий обеспечивает значимое улучшение некорригированной и максимально корригированной остроты зрения на всех исследуемых дистанциях (40 см, 60 см и 5 м) без отрицательного влияния на внутриглазное давление, поле зрения и морфологическое состояние зрительного нерва в раннем послеоперационном периоде. Использование бинопометрии расширяет возможности комплексной оценки зрительных функций у данной категории пациентов.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, катаракта, полностью рефракционная EDOF интраокулярная линза, бинопометрия, факэмульсификация, зрительные функции.

О.А. Gorynina

**FUNCTIONAL OUTCOMES OF FULLY REFRACTIVE EDOF INTRAOCULAR
LENS IMPLANTATION IN PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE
GLAUCOMA ONE MONTH AFTER CATARACT PHACOEMULSIFICATION****Abstract**

Aim. To evaluate the functional and structural outcomes of fully refractive extended depth-of-focus (EDOF) intraocular lens implantation in patients with primary open-angle glaucoma (POAG) stages I-II in the early postoperative period.

Material and methods. This prospective study included 7 patients (12 eyes) with primary open-angle glaucoma stages I-II who underwent cataract phacoemulsification with implantation of a fully refractive EDOF intraocular lens. Visual function was assessed preoperatively and 1 month after surgery using binoptometry with an analyzer Binoptometer® 4P at distances of 5 m, 60 cm, and 40 cm. In addition, anterior segment parameters were analyzed using Sirius corneal topographer; intraocular pressure (IOP) was assessed using Ocular Response Analyzer (ORA); parameters of static automated perimetry were evaluated using Tomey AP-3000 perimeter; optical coherence tomography (OCT) data were obtained using Optovue Avanti RTVue XR system.

Results. One month after surgery, a statistically significant improvement in distance and intermediate visual acuity was observed without negative changes in intraocular pressure. A significant increase in anterior chamber angle and anterior chamber volume was detected. Visual field assessment demonstrated stability of local defects and improvement of retinal photosensitivity. Optical coherence tomography showed no negative changes in structural parameters of the retina and optic nerve.

Conclusions. The implantation of a fully refractive EDOF IOL in patients with stage I-II primary open-angle glaucoma provides a significant improvement in uncorrected and maximally corrected visual acuity at all studied distances (40 cm, 60 cm and 5 m) without a negative effect on intraocular pressure, visual field, and the morphological state of the optic nerve in the early postoperative period. The use of binoptometry expands the possibilities for a comprehensive assessment of visual functions in this patient population.

Keywords: primary open-angle glaucoma, cataract, fully refractive EDOF intraocular lens, binoptometry, phacoemulsification, visual function.

Введение

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) и катаракта относятся к числу наиболее распространённых офтальмологических заболеваний и вносят существенный вклад в структуру снижения зрения у лиц старших возрастных групп [1-3]. Сочетание этих 2-х заболеваний встречается достаточно часто и требует взвешенного подхода к выбору хирургической тактики и оптической коррекции.

Факэмульсификация катаракты у пациентов с глаукомой рассматривается не только как метод восстановления прозрачности оптических сред, но и как фактор, потенциально влияющий на внутриглазное давление и функциональное состояние зрительного анализатора [4]. При этом выбор интраокулярной линзы (ИОЛ) у данной категории пациентов остаётся предметом дискуссий, поскольку имплантация традиционных мульти-

фокальных ИОЛ может сопровождаться снижением контрастной чувствительности и усилением дисфотопических явлений, что особенно критично при глаукоме [5-6].

Интраокулярные линзы с увеличенной глубиной фокуса (EDOF) представляют собой перспективное направление современной хирургии катаракты, так как они обеспечивают удлинённый и более непрерывный диапазон фокуса, способствуя качественному зрению на дальние и промежуточные дистанции по сравнению с традиционными технологиями [7]. В последние годы появились данные о возможности безопасного применения недифракционных, полностью рефракционных EDOF ИОЛ у пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы с достижением высоких функциональных результатов и удовлетворённости пациентов [8-9].

Важным аспектом оценки эффективности имплантации EDOF ИОЛ у пациентов с глаукомой является комплексный анализ зрительных функций, включающий не только стандартную оценку остроты зрения, но и исследование зрения на различных дистанциях, на контрастной чувствительности и зрительных функций в мезопических условиях [10-11]. В этом контексте интерес представляет использование анализатора зрительных функций глаза Биноптометра® 4Р, ранее продемонстрировавшего высокую информативность при оценке ранних послеоперационных зрительных функций после имплантации фактических интраокулярных линз [12].

В то же время данные о применении полностью рефракционных EDOF ИОЛ у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой с использованием биноптометрии для оценки зрения на различных дистанциях в раннем послеоперационном периоде остаются ограниченными, что определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – оценить функциональные результаты имплантации полностью рефракционной EDOF интраокулярной линзы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой через месяц после фактоэмульсификации катаракты.

В рамках данной работы понятие «функциональное зрение» используется в расширенном клиническом контексте – как характеристика зрительных возможностей, достаточных для выполнения повседневных зрительных задач на разных дистанциях (дальняя, средняя, ближняя), а не только применительно к зрению вблизи.

Материал и методы

Проведено проспективное клиническое исследование, в которое были включены 7 пациентов (12 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой I-II стадией, перенесших фактоэмульсификацию катаракты с имплантацией полностью рефракционной интраокулярной линзы увеличенного диапазона фокуса (EDOF ИОЛ). Возраст пациентов варьировал от 51 года до 68 лет, средний возраст составил 61,9 года. В исследуемой группе было 4 женщины и 3 мужчины. Все пациенты получали местную гипотензивную терапию, диагноз первичная открытоугольная глаукома был выставлен впервые. Небольшой объем выборки обусловлен пилотным характером исследования. Настоящее исследование было проведено в соответствии с принципами, изложенными в Хельсинкской декларации. Информированное согласие было получено от всех пациентов, участвующих в исследовании перед проведением обследований.

Стадия глаукомы определялась на основании клинико-функциональных данных. I стадия первичной открытоугольной глаукомы была диагностирована в 9 глазах, II стадия – в 3 глазах. Пациенты с III-IV стадиями глаукомы в исследование не включались. Сопутствующая рефракционная патология была представлена гиперметропией (6 глаз), астигматизмом (4 глаза), миопией высокой степени в сочетании с астигматизмом (1 глаз), гиперметропией в сочетании с астигматизмом (1 глаз).

Оценка функциональных зрительных результатов проводилась перед и через месяц после операции. Основным методом исследования остроты зрения являлась биноптометрия, выполненная с использованием анализатора зрительных функций глаза Биноптометра® 4Р, позволяющего проводить стандартизованную оценку зрительных функций на различных дистанциях в условиях контролируемой оптической нагрузки. Определяли некорригированную (НКОЗ) и максимально корригированную остроту зрения (МКОЗ) на трех дистанциях: 5 м (зрение вдаль), 60 см (зрение на средней дистанции), 40 см (зрение вблизи).

Состояние переднего отрезка глаза оценивали до операции и через месяц после фактоэмульсификации катаракты с имплантацией полностью рефракционной EDOF ИОЛ. В анализ включали показатели угла передней камеры глаза (Iridocorneal angle) и объема передней камеры (AC Volume). Измерения проводились с целью оценки анатомических из-

менений переднего отрезка глаза в раннем послеоперационном периоде у пациентов с ПОУГ. Анализ указанных параметров позволял дополнительно охарактеризовать влияние хирургического вмешательства на конфигурацию передней камеры и условия оттока внутриглазной жидкости.

Внутриглазное давление (ВГД) измеряли с помощью анализатора биомеханических свойств глаза ORA. Анализ динамики ВГД проводили для глаз, у которых был завершён одномосячный послеоперационный период наблюдения.

Функциональное состояние зрительного нерва оценивали с помощью статической автоматической периметрии. В качестве основных периметрических показателей использовали PD (Pattern Deviation) и AD (Average Deviation), отражающие локальные и общие изменения светочувствительности поля зрения соответственно.

Структурное состояние сетчатки и зрительного нерва оценивали с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ). В ана-

лиз включали следующие параметры: среднюю толщину слоя нервных волокон сетчатки (Average RNFL), среднюю толщину комплекса ганглиозных клеток (Average GCC), а также толщину сетчатки в фовеальной, парафовеальной и перифовеальной зонах. Оценка показателей выполнялась с целью выявления возможных структурных изменений сетчатки и зрительного нерва в раннем послеоперационном периоде и контроля стабильности глаукомной оптиконейропатии.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программного обеспечения Statistica и Microsoft Excel. Сравнение показателей проводили с использованием непараметрического критерия Вилкоксона для связанных выборок, учитывая небольшой объём выборки. Уровень статистической значимости принимали равным $p < 0,05$.

Результаты

При биоптометрии на всех исследуемых дистанциях отмечено улучшение функциональных зрительных показателей в послеоперационном периоде (табл. 1).

Таблица 1

Динамика остроты зрения по данным биоптометрии через месяц после имплантации полностью рефракционной линзы EDOF ИОЛ, отн.ед.

Показатель	Острота зрения на дистанции	До операции, Ме (Q1-Q3)	Через месяц, Ме (Q1-Q3)	Критерий Вилкоксона
НКОЗ	40 см	0,10 (0,05-0,34)	0,50 (0,40-0,61)	5,0**
	60 см	0,10 (0,05-0,43)	0,63 (0,50-0,73)	0,0**
	5 м	0,40 (0,20-0,50)	0,80 (0,70-1,00)	0,0**
МКОЗ	40 см	0,70 (0,50-0,91)	0,80 (0,70-1,00)	7,5*
	60 см	0,80 (0,50-0,85)	0,80 (0,78-1,00)	10,0*
	5 м	0,80 (0,50-1,00)	0,90 (0,80-1,00)	3,5*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

По данным биоптометрии через месяц после имплантации полностью рефракционной EDOF ИОЛ отмечено статистически значимое улучшение как некорригированной, так и максимально корригированной остроты зрения на всех исследуемых дистанциях. Наиболее выраженная положительная динамика НКОЗ выявлена для зрения на дальней и средней дистанциях, на которые показатели увеличились более чем в 2 раза по сравнению с дооперационными значениями, МКОЗ также продемонстрировала достоверное повышение на дистанциях 40 см, 60 см и 5 м, что отража-

ет улучшение оптического качества изображения после хирургического вмешательства. Полученные данные свидетельствуют о формировании устойчивого функционального зрительного результата на различных дистанциях в раннем послеоперационном периоде.

Анализ анатомических параметров переднего отрезка глаза выявил выраженные изменения в раннем послеоперационном периоде. Отмечено статистически значимое увеличение угла передней камеры глаза (iridocorneal angle), а также объема передней камеры (AC Volume) (табл. 2).

Таблица 2

Изменения параметров переднего отрезка глаза через месяц после операции

Показатель	До операции, Ме (Q1-Q3)	Через месяц, Ме (Q1-Q3)	Критерий Вилкоксона
Iridocorneal angle, °	39,55 (35,20-40,80)	51,75 (49,23-52,78)	0,0**
AC Volume, мм³	133,92 (112,32-158,87)	183,86 (174,08-209,09)	4,0**

** $p < 0,01$.

Данные изменения отражают анатомическую перестройку переднего сегмента глаза после удаления хрусталика и имплантации интраокулярной линзы и являются клиниче-

ски значимыми для пациентов с ПОУГ, поскольку потенциально улучшают условия оттока внутриглазной жидкости. В раннем послеоперационном периоде зафиксировано

статистически значимое снижение внутриглазного давления по сравнению с дооперационным уровнем (табл. 3).

Функциональное состояние поля зрения оценивали с использованием показателей Pattern Deviation (PD) и Average Deviation (AD). В послеоперационном периоде показатель PD, отражающий локальные дефекты поля зрения, оставался стабильным, без признаков прогрессирования глаукомной оптико-нейропатии. В то же время показатель AD продемонстрировал статистически значимое повышение значений, вероятно, связанное с улучшением качества оптической среды после удаления катаракты. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния имплантации полностью ре-

фракционной EDOF ИОЛ на функциональное состояние поля зрения у пациентов с ПОУГ в раннем послеоперационном периоде.

В послеоперационном периоде показатель Average RNFL продемонстрировал статистически значимое увеличение. Показатели Average GCC, а также параметры макулярной области (фовеа, парафовеа и перифовеа) существенных изменений не показали и оставались стабильными по сравнению с дооперационными значениями (табл. 4).

Полученные результаты указывают на отсутствие негативного влияния хирургического вмешательства и имплантации EDOF ИОЛ на морфологическое состояние сетчатки и зрительного нерва в раннем послеоперационном периоде.

Таблица 3

Динамика внутриглазного давления и периметрических показателей

Показатель	До операции, Ме (Q1-Q3)	Через месяц, Ме (Q1-Q3)	Критерий Вилкоксона
ВГД, мм рт. ст.	20,95 (19,90-21,65)	14,90 (13,10-18,55)	7,5*
PD, дБ	1,78 (1,28-2,80)	1,60 (1,45-2,99)	36,0
AD, дБ	-5,89 (-6,89-(-4,80))	-2,00 (-4,76-(-1,22))	0,0**

* p<0,05; ** p<0,01.

Таблица 4

Динамика структурных показателей сетчатки и зрительного нерва по данным ОКТ

Показатель	До операции, Ме (Q1-Q3)	Через месяц, Ме (Q1-Q3)	Критерий Вилкоксона
Average RNFL, мкм	90,50 (83,00-100,50)	96,50 (87,75-100,50)	10,0*
Average GCC, мкм	93,00 (88,75-96,50)	94 (91,25-96,75)	24,0
Fovea, мкм	251,00 (247,00-257,50)	253,50 (250,25-257,75)	28,0
Parafovea, мкм	315,50 (303,00-318,75)	317,00 (306,25-320,5)	34,0
Perifovea, мкм	280,50 (278,00-288,25)	284,50 (280,00-287,75)	38,0

* p<0,05.

Обсуждение

В настоящем исследовании проведена комплексная оценка функциональных и структурных результатов имплантации полностью рефракционной интраокулярной линзы увеличенного диапазона фокуса (EDOF ИОЛ) у пациентов с ПОУГ в раннем послеоперационном периоде. Полученные данные демонстрируют, что уже через месяц после факэмульсификации катаракты происходит значимое улучшение зрительных функций без отрицательного влияния на функциональное и морфологическое состояние зрительного нерва.

Одним из ключевых результатов исследования является улучшение остроты зрения на дальней, средней и ближней дистанциях по данным биоптометрии. Статистически значимое повышение показателей остроты зрения на дистанциях 5 м, 60 см и 40 см подтверждает способность полностью рефракционной EDOF ИОЛ обеспечивать расширенный диапазон функционального зрения, что соответствует данным ранее опубликованных исследований по применению EDOF ИОЛ у пациентов с глаукомой начальной стадии [8-9].

Особого внимания заслуживает использование биоптометрии для оценки зрительных функций. В отличие от стандартных методов визометрии Биоптометр® 4Р позволяет проводить стандартизированную оценку зрения на различных дистанциях в условиях контролируемой оптической нагрузки. Применение данного метода в настоящем исследовании объективно продемонстрировало формирование непрерывного диапазона функционального зрения, что представляет дополнительную ценность, учитывая ограниченное количество публикаций, посвящённых использованию биоптометрии у пациентов с глаукомой после имплантации EDOF ИОЛ.

Выраженные изменения параметров переднего отрезка глаза, включая увеличение угла передней камеры и её объема соответствуют ожидаемым анатомическим изменениям после удаления хрусталика. Эти изменения имеют особое клиническое значение у пациентов с глаукомой, поскольку потенциально способствуют улучшению условий для оттока внутриглазной жидкости и могут рассматриваться как дополнительный положительный эффект хирургического вмешательства [14-15].

Анализ внутриглазного давления выявил его снижение в раннем послеоперационном периоде по сравнению с дооперационными значениями. Полученные результаты согласуются с данными литературы, указывающими на нейтральное или умеренно гипотензивное влияние фактоэмульсификации катаракты у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой [4]. В условиях применения полностью рефракционной EDOF ИОЛ имплантация линзы не оказывала отрицательного влияния на уровень офтальмотонуса, что является принципиально важным при выборе оптической коррекции у данной категории пациентов.

Данные статической автоматической периметрии продемонстрировали стабильность показателя PD и статистически значимое улучшение показателя AD. Улучшение AD, вероятно, связано с повышением прозрачности оптических сред после удаления катаракты и повышением качества ретинального изображения, а не с истинной регрессией глаукомной оптиконеуропатии. Отсутствие отрицательной динамики PD свидетельствует о стабильности локальных дефектов поля зрения и подтверждает безопасность применения полностью рефракционной EDOF ИОЛ у пациентов с I-II стадиями первичной открытоугольной глаукомы в раннем послеоперационном периоде.

Результаты ОКТ также указывают на отсутствие неблагоприятного влияния имплантации EDOF ИОЛ на структурное состояние сетчатки и зрительного нерва. В недавно опубликованном исследовании показано, что параметры перипапиллярного RNFL до и после операции с использованием EDOF ИОЛ не ухудшаются, а в некоторых сегментах отмечено статистически значимое повышение толщины RNFL, что связывают с улучшением качества OCT-изображения после удаления катаракты и устранением оптических артефактов [13]. Отсутствие значимых изменений показателей GCC и макулярных параметров подтверждает стабильность глаукомного процесса.

Ограничениями настоящего исследования являются небольшой объем выборки и короткий срок наблюдения, что не позволяет делать выводы о долгосрочной стабильности полученных функциональных и структурных результатов. Тем не менее, полученные данные демонстрируют безопасность и эффек-

тивность имплантации полностью рефракционной EDOF ИОЛ у пациентов с ПОУГ I-II стадий в раннем послеоперационном периоде и подтверждают целесообразность дальнейших исследований с увеличением числа наблюдений и сроков наблюдения.

Выводы

1. Имплантация полностью рефракционной интраокулярной линзы увеличенного диапазона фокуса (EDOФ ИОЛ) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой I-II стадий сопровождается статистически значимым улучшением некорригированной и максимально корригированной остроты зрения на всех исследуемых дистанциях (40 см, 60 см и 5 м) уже через месяц после фактоэмульсификации катаракты по данным биоптометрии.

2. Применение биоптометрии позволило объективно оценить зрительные функции на различных дистанциях и продемонстрировать формирование непрерывного диапазона функционального зрения от дальней к ближней дистанции в раннем послеоперационном периоде.

3. Выявленные анатомические изменения переднего отрезка глаза, включая увеличение угла и объема передней камеры, имеют клиническое значение для глаукомных пациентов и потенциально улучшают условия для оттока внутриглазной жидкости.

4. Имплантация полностью рефракционной EDOF ИОЛ не сопровождалась ухудшением показателей внутриглазного давления и функционального состояния поля зрения, что подтверждает безопасность данного типа оптической коррекции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

5. Результаты статической автоматической периметрии и оптической когерентной томографии свидетельствуют о стабильности глаукомной оптиконеуропатии и отсутствии отрицательного влияния хирургического вмешательства на структурное состояние сетчатки и зрительного нерва в ранние сроки наблюдения.

6. Настоящее исследование является одним из первых, в которых функциональные результаты имплантации полностью рефракционной EDOF ИОЛ у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой оценивались с использованием биоптометрии, расширяющей возможности комплексной оценки зрительных функций в данной клинической группе.

Сведения об авторе статьи:

Горынина Ольга Андреевна – к.м.н., рефракционный хирург, гл. врач Центра микрохирургии глаза «МедиКом». Адрес: 606010, г. Дзержинск, пр. Ленина, 77. E-mail: gorynina.olg@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров, Е.А. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей / Е.А.Егоров, В.П.Еричев. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 384 с.
2. Киселева, О.А. Распространенность первичной глаукомы у представителей разных рас и этнических групп в мире / О.А.Киселева, О.В.Робустова, А.М.Бессмертный, Е.К.Захарова, Р.В.Авдеев // Офтальмология. – 2013. – Т. 10, № 3. – С. 5-8.
3. Мовсисян, А.Б. Эпидемиологический анализ заболеваемости и распространенности первичной открытоугольной глаукомы в Российской Федерации / А.Б.Мовсисян, А.В.Куроедов, М.А.Архаров, В.В.Прохоренко, И.А.Чепурнов // Клиническая офтальмология. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 3-10. – DOI: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-3-10.
4. Netland, P.A. Cataract surgery in glaucoma patients: how much benefit? / P.A. Netland // Am. J. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 157, № 1. – P. 1–3. – DOI: 10.1016/j.ajo.2013.09.021.
5. Braga-Mele, R. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation / R. Braga-Mele, D. Chang, S. Dewey [et al.] // J. Cataract Refract. Surg. – 2014. – Vol. 40, № 2. – P. 313-322. – DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.12.011.
6. Kumar, B.V. Multifocal intraocular lenses in the setting of glaucoma / B.V. Kumar, R.P. Phillips, S. Prasad // Curr. Opin. Ophthalmol. – 2007. – Vol. 18, № 1. – P. 62-66. – DOI: 10.1097/ICU.0b013e328011d108.
7. Megiddo-Barnir, E. Latest Development in Extended Depth-of-Focus Intraocular Lenses: An Update / E. Megiddo-Barnir, J.L. Alió // Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). – 2023. – Vol. 12, № 1. – P. 58-79. – DOI: 10.1097/APO.0000000000000590.
8. Ferguson, T.J. Clinical outcomes of a nondiffractive extended depth-of-focus intraocular lens in eyes with mild glaucoma / T.J. Ferguson, C. Wilson, B.M. Shafer [et al.] // Clin. Ophthalmol. – 2023. – Vol. 17. – P. 861-868. – DOI: 10.2147/OPHTH.S404369.
9. Оренбуркина, О.И. Имплантация EDOF ИОЛ при сочетании катаракты и стабилизированной глаукомы / О.И.Оренбуркина // Современные технологии в офтальмологии. – 2024. – № 4. – С. 253-254. – DOI: 10.25276/2312-4911-2024-4-253-254.
10. Hawkins, A.S. Comparison of contrast sensitivity, visual acuity, and Humphrey visual field testing in patients with glaucoma / A.S. Hawkins, J.P. Szlyk, Z. Ardickas [et al.] // J. Glaucoma. – 2003. – Vol. 12, № 2. – P. 134–138.
11. Richman, J. Importance of visual acuity and contrast sensitivity in patients with glaucoma / J. Richman, L.L. Lorenzana, D. Lankaranian [et al.] // Arch. Ophthalmol. – 2010. – Vol. 128, № 12. – P. 1576-1582. – DOI: 10.1001/archophthalmol.2010.275.
12. Bai, Z. Evaluation of visual function of posterior chamber phakic implantable collamer lens with central hole using Binoptometer 4P / Z. Bai, D. Nie, J. Zhang [et al.] // Ann. Transl. Med. – 2022. – Vol. 10, № 4. – P. 194. – DOI: 10.21037/atm-22-107.
13. Sezenöz, A.S. The effect of trifocal and extended-depth-of-focus intraocular lenses on optical coherence tomography parameters / A.S. Sezenöz, S.G. Güngör, İ.K. Doğan [et al.] // Indian J. Ophthalmol. – 2024. – Vol. 72 (Suppl 3). – P. S423-S428. – DOI: 10.4103/IJO.IJO_1938_23.
14. Zheng, Q. Assessment of anterior chamber angle changes after phacoemulsification with swept-source OCT / Q. Zheng, M. Hu, Z.L.Li [et al.] // Int. J. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 14, № 10. – P. 1527-1532. – DOI: 10.18240/ijo.2021.10.08.
15. Pakulienė, G. Changes in ocular morphology after cataract surgery in open angle glaucoma patients / G. Pakulienė, L. Kuzmiene, B. Siesky [et al.] // Sci. Rep. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 12203. – DOI: 10.1038/s41598-021-91740-z.

REFERENCES

1. Egorov E.A., Yerichev V.P. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome dlya praktikuyushchikh vrachev (National guidelines on glaucoma for practicing physicians). 4th ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. 384 p. (In Russ.).
2. Kiseleva O.A., Robustova O.V., Bessmertny A.M., Zakharova E.K., Avdeev R.V. Rasprostranennost' pervichnoy glaukomy u predstaviteley raznykh ras i etnicheskikh grupp v mire (Prevalence of primary glaucoma in representatives of different races and ethnic groups in the world). Ophthalmology. 2013;10(3):5–8. (In Russ.).
3. Movsisyan A.B., Kuroyedov A.V., Arkharov M.A., Prokhorenko V.V., Chepurnov I.A. Epidemiologicheskii analiz zabolevaemosti i rasprostranennosti pervichnoy otkrytougol'noy glaukomy v Rossiyskoy Federatsii (Epidemiological analysis of incidence and prevalence of primary open-angle glaucoma in the Russian Federation). Klinicheskaya Oftal'mologiya (Clinical Ophthalmology). 2022;22(1):3-10. (In Russ.). doi:10.32364/2311-7729-2022-22-1-3-10
4. Netland P.A. Cataract surgery in glaucoma patients: how much benefit? Am J Ophthalmol. 2014;157(1):1–3. doi:10.1016/j.ajo.2013.09.021
5. Braga-Mele R., Chang D., Dewey S., [et al.] Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. J Cataract Refract Surg. 2014;40(2):313–322. doi:10.1016/j.jcrs.2013.12.011
6. Kumar B.V., Phillips R.P., Prasad S. Multifocal intraocular lenses in the setting of glaucoma. Curr Opin Ophthalmol. 2007;18(1):62–66. doi:10.1097/ICU.0b013e328011d108
7. Megiddo-Barnir E., Alió J.L. Latest Development in Extended Depth-of-Focus Intraocular Lenses: An Update. Asia Pac J Ophthalmol (Phila). 2023;12(1):58–79. doi:10.1097/APO.0000000000000590
8. Ferguson T.J., Wilson C., Shafer B.M., [et al.] Clinical outcomes of a nondiffractive extended depth-of-focus intraocular lens in eyes with mild glaucoma. Clin Ophthalmol. 2023;17:861–868. doi:10.2147/OPHTH.S404369
9. Orenburkina O.I. Implantatsiya EDOF IOL pri sochetanii katarakty i stabilizirovannoy glaukomy (Implantation of EDOF intraocular lenses in cataract combined with stabilized glaucoma). Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii (Modern Technologies in Ophthalmology). 2024;(4):253–254. (In Russ.). doi:10.25276/2312-4911-2024-4-253-254
10. Hawkins A.S., Szlyk J.P., Ardickas Z., [et al.] Comparison of contrast sensitivity, visual acuity, and Humphrey visual field testing in patients with glaucoma. J Glaucoma. 2003;12(2):134–138.
11. Richman J., Lorenzana L.L., Lankaranian D., [et al.] Importance of visual acuity and contrast sensitivity in patients with glaucoma. Arch Ophthalmol. 2010;128(12):1576–1582. doi:10.1001/archophthalmol.2010.275
12. Bai Z., Nie D., Zhang J., [et al.] Evaluation of visual function of posterior chamber phakic implantable collamer lens with central hole using Binoptometer 4P. Ann Transl Med. 2022;10(4):194. doi:10.21037/atm-22-107
13. Sezenöz A.S., Güngör S.G., Doğan İ.K., [et al.] The effect of trifocal and extended-depth-of-focus intraocular lenses on optical coherence tomography parameters. Indian J Ophthalmol. 2024;72(Suppl 3):S423–S428. doi:10.4103/IJO.IJO_1938_23
14. Zheng Q., Hu M., Li Z.L., [et al.] Assessment of anterior chamber angle changes after phacoemulsification with swept-source OCT. Int J Ophthalmol. 2021;14(10):1527–1532. doi:10.18240/ijo.2021.10.08
15. Pakulienė G., Kuzmiene L., Siesky B., [et al.] Changes in ocular morphology after cataract surgery in open angle glaucoma patients. Sci Rep. 2021;11(1):12203. doi:10.1038/s41598-021-91740-z

И.А. Гндоян^{1,2}, К.С. Тришкин^{1,2}, Г.В. Лучшева¹
**ИДИОПАТИЧЕСКАЯ ВНУТРИЧЕРЕПНАЯ
 ГИПЕРТЕНЗИЯ В ПРАКТИКЕ ОФТАЛЬМОЛОГА:
 ВОПРОСЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДИАГНОЗА**

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Волгоград

²ГБУЗ «Волгоградская областная клиническая больница №1», г. Волгоград

Резюме

Отек зрительного нерва (ЗН) может быть проявлением различных воспалительных и сосудистых заболеваний глаза и орбиты или выступать симптомом повышения внутричерепного давления (ВЧД) при застойном диске ЗН и идиопатической внутричерепной гипертензии (ИВЧГ).

Цель. Провести анализ диагностической тактики офтальмолога у пациентов с отеком ЗН.

Материал и методы. Под наблюдением находилось 4 пациента в возрасте от 13 до 36 лет с предварительным диагнозом двустороннего оптического неврита, основанном на ведущем симптоме – отеке ЗН.

Результаты. Проанализирована тактика офтальмолога при отеке ЗН и подозрении на ИВЧГ на всех этапах диагностического поиска в междисциплинарном взаимодействии с другими специалистами. Нами показано значение как субъективных данных, так и данных методов обследования (офтальмоскопии, оптической когерентной томографии сетчатки и ЗН, магнитно-резонансной томографии головы, определения ВЧД при выяснении этиологии отека ЗН и выработке тактики лечения ИВЧГ.

Выводы. Проведение дифференциального диагноза при ИВЧГ требует тщательного сбора жалоб, анамнеза, клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования, а также междисциплинарного взаимодействия различных специалистов.

Ключевые слова: оптический неврит, застойный диск, идиопатическая внутричерепная гипертензия.

I.A. Gndoyan, K.S. Trishkin, G.V. Luchsheva
**IDIOPATHIC INTRACRANIAL
 HYPERTENSION IN OPHTHALMOLOGICAL
 PRACTICE: THE QUESTIONS OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS**

Abstract

Edema of the optic nerve (ON) can be a manifestation of various inflammatory and vascular diseases of the eye and orbit or act as a symptom of increased intracranial pressure (ICP) in optic nerve congestion and idiopathic intracranial hypertension (IIH).

Aim. To analyze the diagnostic tactics of an ophthalmologist in patients with ON edema.

Material and methods. The study included 4 patients aged 13 to 36 years old with a preliminary diagnosis of bilateral optic neuritis based on the leading symptom – swelling of the ON.

Results. The ophthalmologist's approach to treating ON swelling and suspected IIH is analyzed at all stages of the diagnostic process, using interdisciplinary collaboration with other specialists. The importance of both subjective data and examination methods (ophthalmoscopy, optical coherence tomography of the retina and ON, magnetic resonance imaging of the head, and determination of intracranial pressure) in determining the etiology of ON swelling and developing treatment strategies for IIH is demonstrated.

Conclusions. Conducting a differential diagnosis for IIH requires a thorough collection of complaints, anamnesis data, clinical, laboratory and instrumental examination methods, as well as interdisciplinary interaction of various specialists.

Keywords: optical neuritis, papilloedema, idiopathic intracranial hypertension.

Введение

Заболевания или состояния зрительного нерва (ЗН), сопровождающиеся его отеком, нередко встречаясь в практике офтальмолога, всегда вызывают пристальное внимание и настороженность, так как при неверной постановке диагноза и, соответственно, при неадекватном лечении они грозят снижением или даже потерей зрения [1]. Чаще всего отек ЗН является симптомом воспалительных заболеваний глаза (папиллита, нейроретинита, папиллофлебита и увеита), гипотонии глаза различной этиологии, сосудистой патологии (окклюзии центральной вены сетчатки, диабетической ретинопатии, передней ишемической оптиконейропатии), заболеваний орбиты (опухолей, целлюлита и офтальмопатии Грейвса), инфильтративных заболеваний кро-

ви (лейкемии и лимфомы) или выступает проявлением застойного диска зрительного нерва (ДЗН) при повышении внутричерепного давления (ВЧД) [2]. В последнем случае такой пассивно развивающийся вторичный отек ЗН называют папиллоэдемой [3]. Его причиной могут быть врожденные акведуктальные стенозы, внутричерепные и спинальные объемные процессы, воспалительные заболевания оболочек головного мозга, интракраниальные кровоизлияния, тромбоз церебрального венозного синуса. Если все вышеперечисленные причины отека ЗН исключены, то у пациента диагностируют идиопатическую внутричерепную гипертензию (ИВЧГ), которая определяется как редкий нейроофтальмологический синдром, возникающий при повышении ВЧД без изменения нормального состава

спинно-мозговой жидкости (СМЖ) и без очаговой неврологической симптоматики, а также без каких-либо деформаций желудочковой системы головного мозга по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) [4]. Наиболее типичными офтальмологическими симптомами этого синдрома являются снижение зрения и двусторонний отек ДЗН. Именно об этом синдроме при проведении дифференциального диагноза причин отека ЗН офтальмологи задумываются реже всего, как правило, ввиду несведомленности [5]. Поэтому анализ направлений диагностического поиска при отеке ЗН представляется нам важной задачей как в научном, так и в практическом плане.

Цель исследования – провести анализ тактики офтальмолога у пациентов с отеком ЗН в процессе выполнения дифференциальной диагностики.

Материал и методы

Для анализа были отобраны 4 пациента (8 глаз) с подтвержденными случаями ИВЧГ, выявленными в течение 5 лет с 2021 по 2025 гг. Среди них было 3 женщины и один мужчина. Возраст пациентов варьировал от 13 до 36 лет. Все пациенты были направлены на консультацию или поступали на стационарное лечение в микрохирургические отделения глаза взрослое и детское ГБУЗ «ВОКБ № 1» с направительным диагнозом: двусторонний неврит ЗН.

В объем обследования, выполненного всем пациентам, входили визометрия с коррекцией, биомикроскопия, офтальмоскопия, тонометрия, компьютерная статическая периметрия, оптическая когерентная томография (ОКТ) сетчатки и ЗН, магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга. В ходе обследования пациенты были осмотрены неврологом, нейрохирургом и оториноларингологом.

После исключения патологии ЗН воспалительного и сосудистого характера и установления диагноза ИВЧГ все больные были переведены в нейрохирургическое отделение для выполнения люмбальной пункции, которая при ИВЧГ является как диагностической, так и лечебной процедурой [6].

Длительность наблюдения пациентов колебалась от 4 месяцев до 4 лет.

Результаты и обсуждение

Анализ полученных результатов при обследовании наших пациентов выполнялся пошагово, начиная с этапа сбора жалоб. У всех обследованных в течение нескольких месяцев (от одного до четырех) отмечалась головная боль, причем она беспокоила боль-

ных задолго до периода манифестации офтальмологической симптоматики, которая и послужила в итоге основанием для госпитализации в стационар. Однако данный симптом длительно трактовался самими пациентами как проявление артериальной гипертензии (у двух женщин 30 и 36 лет) или гипотонии (у женщины 27 лет). У четвертого пациента, подростка 13 лет, головная боль была расценена как компонент зрительного утомления и привычно-избыточного напряжения аккомодации. Кроме головной боли у трех пациентов имелся тиннитус (шум в ушах), который в одном случае был односторонним, в трех случаях – двусторонним. Этот симптом, по данным литературы, также может быть ранним проявлением ИВЧГ [7].

При детальном анализе анамнестических данных выяснилось, что во всех случаях присутствовали различные гормональные нарушения, которые описаны в литературе как возможные причины или фоновые состояния для развития ИВЧГ [8,9]. Сопутствующая патология эндокринной системы была выявлена не только у трех пациенток, но также и у подростка 13 лет, который с возраста четырех лет состоял на учете у эндокринолога по поводу аутоиммунного тиреоидита и ежедневно принимал L-тироксин.

Известно, что ИВЧГ чаще всего развивается у лиц молодого возраста, имеющих избыточную массу тела и преимущественно у молодых женщин с нарушениями менструального цикла [10,11]. Следует отметить, что все наши больные, включая 13-летнего пациента, набрали вес от 5 до 10 килограммов в течение года, за этот год и случилась манифестация заболевания. Кроме того, отдельного внимания заслуживает тот факт, что у нашего самого юного пациента первые элементы субъективной симптоматики в виде головной боли, а затем и боли в проекции гайморовых пазух совпали с перенесенной ОРВИ, сопровождавшейся высокой температурой тела и типичными признаками интоксикации. В доступной литературе мы нашли сведения о том, что у детей установлена связь начала развития ИВЧГ с предшествующим респираторным инфекционным заболеванием, вызванным *Mycoplasma pneumoniae* [12].

Из функциональных нарушений все обследованные отметили снижение остроты зрения разной степени выраженности и появления темных пятен в центральной части поля зрения на одном глазу или обоих глазах. При компьютерной статической периметрии во всех глазах отмечалось расширение слепого

пятна, парацентральные скотомы, а в одном случае присутствовало сужение поля зрения по всем меридианам на одном глазу, напоминавшее типичные изменения при глаукоме. При этом были обнаружены следующие особенности и несоответствия с субъективной симптоматикой при оптических невритах. Во-первых, степень снижения зрения на парных глазах у каждого пациента значительно отличалась, несмотря на почти одинаковую вовлеченность ЗН в патологический процесс и сопоставимый по выраженности отек ДЗН обоих глаз по данным офтальмоскопии. Во-вторых, при уточнении анамнеза было выяснено, что снижение зрения у трех обследуемых в начале заболевания носило характер транзиторных атак, а при неврите ЗН практически всегда отмечалась внезапная значительная потеря остроты зрения с ее возможным прогрессирующим снижением. В-третьих, из восьми обследованных глаз в 4 случаях острота зрения была практически полной (1,0) при значительном отеке ЗН, что также не согласовывалось с направительным диагнозом оптического неврита.

Оценка переднего отрезка глаз и глубоких оптических сред не выявила каких-либо патологических изменений. В том числе не было выявлено клеточного выпота в задних отделах стекловидного тела (витреита), который может наблюдаться при неврите ЗН.

При офтальмоскопии визуализировался двусторонний отек ДЗН с его грибовидным проминированием и почти полным отсутствием физиологической экскавации. Эти изменения ДЗН и двусторонность процесса на данном этапе дифференциальной диагностики сразу позволили поставить под сомнение направительный диагноз папиллита. Спонтанный венный пульс в стволе и ветвях центральной вены сетчатки в проекции ДЗН также отсутствовал во всех случаях, что по данным отдельных авторов является признаком подтверждения невоспалительной природы отека ДЗН [13]. У всех пациентов наблюдались резкое расширение как ствола, так и ветвей центральной вены сетчатки и извитость венозных сосудов. Артериальные сосуды, напротив, были резко сужены, местами нитевидны. Соотношение калибров артерий и вен составляло 1:4. У двух пациентов (30-ти и 13-ти лет) кроме вышеописанных симптомов были отмечены перипапиллярные геморрагии (рис.1), которые скорее заставляли склониться к диагнозу осложненного застойного ДЗН, а не папиллита, для которого не характерны геморрагические проявления в перипапиллярной зоне. У одного пациента отек ЗН распространялся на центральную область, где формировались неполная фигура «звезды» или фигура «морского веера», которое не так часто встречается при ИВЧГ [3].

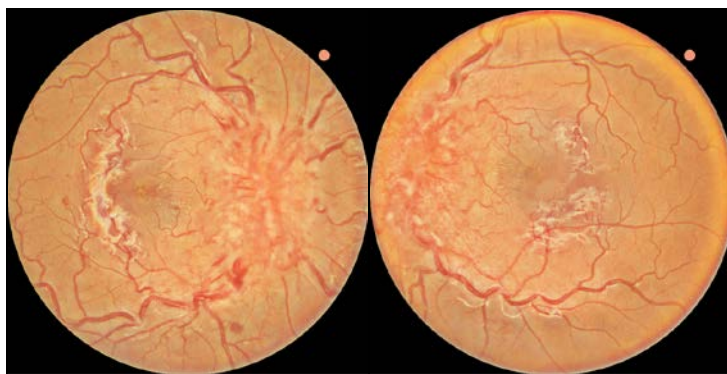


Рис. 1. Глазное дно обоих глаз пациента 13 лет с подтвержденной ИВЧГ

Помимо офтальмоскопии мы использовали ОКТ как объективный, высокоточный метод визуализации ЗН и сетчатки для подтверждения диагноза папиллоэдемы и мониторинга изменений ДЗН в динамике (аппарат RTVue-100, Optovue Inc, США). Выполнялись следующие виды сканирования: построение трехмерного изображения зрительного нерва (3D Disk), анализ толщины слоя нервных волокон (СНВ) головки зрительного нерва перипапиллярно, а также толщины и показателей потерь комплекса ганглиозных клеток (КГК) в области макулы.

Закономерности изменений ОКТ-параметров были однотипны у всех пациентов, что подтверждает офтальмоскопически установленные в начале развития заболевания отека грибовидную форму отека и исчезновение экскавации ДЗН (рис. 2). Таким образом, вновь в ходе дифференциации патологии ЗН стало понятным, что эти признаки характерны не для оптических невритов, а для высоких невоспалительных отеков ДЗН при застойном диске и ИВЧГ. В этот же период было выявлено и увеличение толщины СНВ ДЗН, также свидетельствующее об отеке нервной ткани.

По мере резорбции отека и перехода к стадии атрофии ЗН толщина данного слоя значительно уменьшилась. В слое КГК наблюдалась следующая динамика морфометрических параметров: в острую фазу было установлено значительное снижение толщины КГК в обла-

сти макулы, обусловленное гибелью аксонов ганглиозных клеток, а при разрешении процесса и ослаблении степени отека ЗН толщина КГК в целом уменьшилась при увеличении показателей фокальных и глобальных потерь данных клеток.

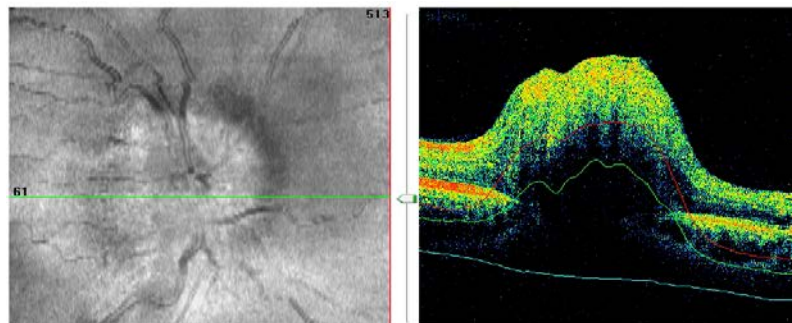


Рис. 2. ОКТ-скан в проекции ДЗН правого глаза пациентки 30 лет с подтвержденной ИВЧГ: видны грибовидная форма диска и отсутствие физиологической экскавации

В ходе диагностического поиска к консультированию были привлечены неврологи, не отметившие наличия неврологической симптоматики у обследованных больных, и оториноларингологи, не выявившие значимой ЛОР-патологии, способной привести к имеющейся клинической картине или спровоцировать ее развитие, в частности, из-за вовлечения ЗН в реактивный воспалительный процесс в орбите ввиду наличия синуситов.

Очень важное значение для верификации диагноза ИВЧГ имеет МРТ головы, включающая визуализацию не только головного мозга, но и орбиты, зрительного нерва и глазного яблока. Из типичных МРТ-признаков ИВЧГ в литературе отмечены уплощение заднего полюса склеры (в 80% случаев), пустое турецкое седло (в 70%), расширение периневрального субарахноидального пространства (в 50%), вертикальная извитость орбитальной части зрительного нерва (в 40%), интраокулярная протрузия преламинарной части зрительного нерва [7]. В группе наших пациентов из 8 проанализированных результатов МРТ врачами отделения лучевой диагностики были отмечены протрузия преламинарной части ЗН и расширение его периневральных пространств – в 8 случаях, уплощение заднего полюса склеры – в 7 случаях, извитость интраорбитального отдела ЗН во фронтальной плоскости – в 4 случаях. В 4 случаях было выявлено пролабирование супраселлярной цистерны в полость турецкого седла, что может свидетельствовать о начале формирования «пустого турецкого седла». В заключение МРТ-исследования у всех 4-х пациентов присутствовала следующая информация: «Объемных образований, участков ишемии, очагов демиелинизации, гематом не

выявлено. Косвенные признаки внутричерепной гипертензии».

Для окончательного подтверждения диагноза всем пациентам после перевода в нейрохирургическое отделение проводилась спинномозговая пункция, преследующая две цели: 1) определение уровня ВЧД; 2) оценка состава спинно-мозговой жидкости (СМЖ). Отсутствие МРТ-данных о наличии объемного процесса снижало потенциальные риски этого инвазивного исследования, связанного с опасностью дислокации структур головного мозга в большое затылочное отверстие [6]. Уровни ВЧД у наших пациентов колебались от 220 до 260 мм водного столба, а состав ликвора был абсолютно нормальным.

Таким образом, на данном этапе диагностического поиска направительный диагноз двустороннего оптического неврита был полностью отвергнут и выставлен окончательный клинический диагноз ИВЧГ с двусторонним отеком ЗН.

Далее пациентам были разъяснены и предложены разные варианты лечения, включая хирургические вмешательства, в том числе люмбоперитонеальное шунтирование в условиях федеральных медицинских центров. Однако все они категорически отказались от инвазивных методов из-за боязни осложнений и выбрали менее опасный с их точки зрения путь немедикаментозной и медикаментозной терапии.

К немедикаментозным видам коррекции относится низкокалорийная диета с ограничением поступления жидкости и уменьшением потребления соли [6], поскольку известно, что снижение массы тела всего на 5-10% существенно уменьшает симптоматику ИВЧГ [14].

Все наши пациенты перешли на низкокалорийную диету с ограничением углеводов и высоким содержанием белка, что позволило в течение года снизить вес на 2-4 кг, что сыграло свою положительную роль в обратном развитии заболевания.

По данным литературы, при ИВЧГ в консервативной терапии применяются ингибиторы карбоангидразы, снижающие продукцию ликвора, и глюкокортикоиды, используемые для купирования отека ЗН с молниеносным течением заболевания [15,16]. Глюкокортикоиды (дексаметазон внутривенно и парабульбарно) у всех 4-х пациентов назначались *ex juvantibus* на первом этапе диагностики и лечения, когда рабочий диагноз оптического неврита не был отвергнут полностью. Ингибитор карбоангидразы ацетазоламид (диакарб®) пациенты принимали утром (в дозе 250 мг взрослые и 125 мг – подросток) два дня подряд с двухдневным перерывом в течение 2-х месяцев вместе с препаратами калия в день приема Диакарба®.

Учитывая выявленную отрицательную динамику по данным ОКТ в показателях СНС

и КГК, пациентам была назначена нейропротекторная терапия. Для нейропротекции применялись различные препараты: цитофлавин® перорально в течение месяца, внутримышечные инъекции кортексина® в течение 10 дней, витамины группы В внутримышечно в течение двух недель и семакс® в инстилляциях интраназально длительно.

Динамическое наблюдение наших пациентов в течение длительного периода времени – (от 4-х месяцев до 4-х лет) – подтвердило правомочность выбранной тактики, так как было получено существенное повышение остроты зрения (у 3-х пациентов до 1,0 на обоих глазах), уменьшение зон дефектов в поле зрения, значительное уменьшение отека ЗН офтальмоскопически и по данным ОКТ.

После анализа данных литературы, посвященных вопросам, касающихся ИВЧГ, а также и собственных клинических случаев мы составили скрининговый дифференциально-диагностический алгоритм, который мог бы быть полезен практическому врачу-офтальмологу при подозрении на данную патологию (см. таблицу).

Таблица

Дифференциально-диагностический алгоритм при подозрении на ИВЧГ

Ведущие параметры дифференциального диагноза	Застойный ДЗН при ИВЧГ	Папиллит
Число вовлеченных глаз	Обычно оба глаза	Обычно один глаз
Головная боль	Часто	Редко
Боль в глазу	Отсутствует	Отсутствует, но может быть при движениях глаза при вовлечении ретробульбарной части ЗН
Острота зрения	Транзиторные атаки с затуманиванием зрения в ранней стадии, снижение в поздней стадии вследствие развития атрофии ЗН	Внезапное и резкое снижение
Поле зрения	Увеличение слепого пятна с возможным последующим концентрическим сужением	Центральная или парацентральная скотомы
Стекловидное тело	Прозрачно	Помутнения в задних отделах
Цвет ДЗН	Гиперемия	Гиперемия
Границы ДЗН	Стушеваны	Стушеваны
Проминирование ДЗН	Высокое (от 2 до 6D офтальмоскопически с подтверждением данными ОКТ)	Умеренное (обычно до 2 D)
Ретинальные вены	Выраженное полнокровие	Менее выраженное полнокровие
Спонтанный венный пульс	Часто отсутствует	Присутствует
Ретинальные геморрагии	Часто	Обычно отсутствуют
Макулярная область	Может быть фигура «морского веера» или «звезды»	Может быть фигура «морского веера» или неполная фигура «звезды»
Результаты ОКТ исследования	Утолщение нейрорепителлия, СНВ, проминенция ДЗН, отсутствие физиологической экскавации	То же. Может быть экссудативная отслойка нейрорепителлия вокруг ДЗН, доходящая до fovea

Выводы

Проведение дифференциального диагноза при ИВЧГ требует тщательного разбора и учета жалоб, данных анамнеза, клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования на всех этапах диагно-

стического поиска. Для успешного решения лечебно-диагностических вопросов при ИВЧГ требуется тесное междисциплинарное взаимодействие различных специалистов: офтальмолога, невролога, нейрохирурга, рентгенолога и оториноларинголога.

Сведения об авторах статьи:

Гидоян Ирина Асатуровна – д.м.н., доцент, зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Адрес: 400131, г. Волгоград, пл. Павших борцов, 1. E-mail: irina.gndoyan@mail.ru.

Тришкин Константин Сергеевич – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Адрес: 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, 1. E-mail: konst.trishkin@gmail.com.

Лучшева Гульнара Валерьевна – ординатор кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России. Адрес: 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, 1. E-mail: luchsheva.gulnara@bk.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Офтальмология: национальное руководство / С.Э. Аветисов [и др.]. 2-ое издание. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 904с.
2. Understanding idiopathic intracranial hypertension: mechanisms, management, and future directions / K.A. Markey [et al.] // *The Lancet Neurology*. – 2016. – Vol.15. – P.78-9
3. Khurana, A.K. *Comprehensive ophthalmology* / A.K Khurana. – Tunbridge Wells, U.K.: Anshan, 2008. – 605 p.
4. Никифоров, А.С., Нейроофтальмология: руководство / А.С. Никифоров, М.Р. Гусева. – М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. – 624с.
5. Петраевский, А.В. Идиопатическая внутричерепная гипертензия: современные нейроофтальмологические аспекты / А.В. Петраевский, К.С. Тришкин, И.А. Гндоян // *Офтальмология*. – 2021. – Т.18, № 4. – С.791-800.
6. Проблема диагностики и лечения идиопатической внутричерепной гипертензии / Е.В. Пархоменко [и др.] // *Медицинский алфавит*. – 2017. – Т.2, № 15. – С.5-13.
7. Идиопатическая внутричерепная гипертензия (ИБГ) / С.А. Лихачев [и др.] // *Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа*. – 2015. – Т.2, № 26. – С. 145ю
8. Bjerre, P. The empty sella. A reappraisal of etiology and pathogenesis / P. Bjerre // *Acta Neurol. Scand.* – 1990. – Vol.130. – P.1-25.
9. Bettie, A.M., Trope G.E. Glaucomatous optic neuropathy and field loss in primary empty sella syndrome /A.M. Bettie, G.E. Trope //*Can. J. Ophthalmology*. – 1991. – Vol.26, № 7.– P.377-382.
10. Егорова, Е.С. Факторы риска развития вторичной атрофии зрительного нерва у пациентов с идиопатической внутричерепной гипертензией / Е.С. Егорова // *Вестник ВГМУ*. – 2016. – Т.15, № 3. – С.78-83.
11. Добракачественная внутричерепная гипертензия: клинические наблюдения / Р.В. Магжанов [и др.] // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. – 2017. – Т.11, № 3. – С.53-59.
12. Pseudotumour cerebri in children: aetiology, clinical features, and progression / A. Mosquera Gorostidi [et al.] // *Neurologia (Engl Ed)*. – 2019. – Vol.34, № 2. – P.89-97.
13. Голенков, А.К. Значение спонтанного пульса вен сетчатки в диагностике внутричерепной гипертензии /А.К. Голенков. // *Офтальмологический журнал*. – 1982. – Т.5, № 253. – С.265-267.
14. Subramaniam, S. Obesity and weight loss in idiopathic intracranial hypertension: a narrative review / S. Subramaniam, W.A.J. Fletcher // *Neuroophthalmol.* – 2017. – Vol.37, № 2. – P.197-205.
15. Пизова, Н.В. Идиопатическая внутричерепная гипертензия и место ацетазоламида в лечении / Н.В. Пизова // *Consilium Medicum. Неврология и ревматология. (Прил.)*. – 2016. – № 1. – С.60-64.
16. Visual field outcomes for the idiopathic intracranial hypertension treatment trial (IIHTT) / M. Wall [et al.] // *Invest.Ophthalmol. Vis Sci.* – 2016. – Vol.57, № 3.– P.805-812.

REFERENCES

1. Avetisov SE, [et al.] *Ophthalmology: national guidelines*. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. 904 p. (In Russ.)
2. Markey KA, [et al.] Understanding idiopathic intracranial hypertension: mechanisms, management, and future directions. *Lancet Neurol*. 2016;15:78–91.
3. Khurana AK. *Comprehensive ophthalmology*. Tunbridge Wells, UK: Anshan; 2008. 605 p.
4. Nikiforov AS, Guseva MR. *Neuroophthalmology: a guide*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. 624 p. (In Russ.)
5. Petrayevsky AV, Trishkin KS, Gndoyan IA. Idiopathic intracranial hypertension: current neuroophthalmologic points. *Oftal'mologiya*. 2021;18(4):791–800. (In Russ.)
6. Parkhomenko EV, [et al.] The problem of diagnosis and treatment of idiopathic intracranial hypertension. *Medicinskij alfavit*. 2017;2(1):5–13. (In Russ.)
7. Likhachev SA, [et al.] Idiopathic intracranial hypertension (IIH). *Nevrologiya i neirohirurgiya. Vostochnaya Evropa*. 2015;2(26):145. (In Russ.)
8. Bjerre P. The empty sella. A reappraisal of etiology and pathogenesis. *Acta Neurol Scand*. 1990;130:1–25.
9. Bettie AM, Trope GE. Glaucomatous optic neuropathy and field loss in primary empty sella syndrome. *Can J Ophthalmol*. 1991;26(7):377–382.
10. Egorova ES. Risk factors for the optic nerve secondary atrophy development in patients with idiopathic intracranial hypertension. *Vestnik VGMU*. 2016;15(3):78–83. (In Russ.)
11. Magzhanov RV, [et al.] Benign intracranial hypertension: clinical observations. *Annaly Klinicheskoy i Experimental'noj Nevrologii*. 2017;11(3):53–59. (In Russ.)
12. Mosquera Gorostidi A, [et al.] Pseudotumour cerebri in children: etiology, clinical features, and progression. *Neurologia (Engl Ed)*. 2019;34(2):89–97.
13. Golenkov AK. The value of spontaneous pulse of retinal veins in the diagnosis of intracranial hypertension. *Oftal'mologicheskij zhurnal*. 1982;5(253):265–267. (In Russ.)
14. Subramaniam S, Fletcher WAJ. Obesity and weight loss in idiopathic intracranial hypertension: a narrative review. *Neuroophthalmol*. 2017;37(2):197–205.
15. Pizova NV. Idiopathic intracranial hypertension and the place of acetazolamide in treatment. *Consilium Medicum. Nevrologiya i revmatologiya. (Pril.)*. 2016;1:60–64. (In Russ.)
16. Wall M, [et al.] Visual field outcomes for the idiopathic intracranial hypertension treatment trial (IIHTT). *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(3):805–812.

А.А. Измайлова¹, С.В. Сахарова^{1,2}, Н.А. Курлович¹,
О.А. Любимцева¹, В.К. Куколева³, М.Н. Пономарева¹

КЛИНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОГРАММЫ В ЭТИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ УВЕИТОВ

¹ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Тюмень

²ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница №2», г. Тюмень

³ГАУЗ ТО «Городская поликлиника №12», г. Тюмень

Резюме

Цель. Обосновать информативность интегральных показателей клинического анализа крови в диагностике этиологии увеитов.
Материал и методы. Обследовано 60 пациентов с клиническими признаками увеита, которые были разделены на две группы в зависимости от этиологии. В 1-ой группе – 30 пациентов с увеитом, у которых лабораторно подтвержден вирус простого герпеса (ВПГ) 1- и 2-го типов, 2-я группа – 30 пациентов с увеитом неясной этиологии. Пациенты идентичные по полу и возрасту.

Результаты. Анализ данных интегральных показателей крови в исследуемых группах показал, что наиболее информативными являются: маркер вирусных инфекций (МВИ), индекс тромбоцитарно-лимфоцитарный адаптированный (ИСТЛа), индекс системного иммунного воспаления адаптированный (ИСИВа), индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ). При определении МВИ выше 5,43; ИСТЛа ниже 12,11; ИСИВа выше или ниже до 793, ИСЛ не выше 1,83 диагностируется увеит герпетической этиологии (ВПГ 1-, 2-го типов). При показателях ИСЛ выше 2,39; ИСТЛа выше 13,24; ИСИВа выше 994,6 исключается вирусная этиология заболевания, что позволяет своевременно назначить адекватную эмпирическую терапию.

Заключение. Проведенное исследование свидетельствует о информативности интегральных показателей крови, позволяет своевременно назначить адекватную эмпирическую антибактериальную или противовирусную терапию для улучшения исхода заболевания, с целью профилактики увеальных осложнений (глаукомы, макулярного отека, катаракты) и хронизации процесса.

Ключевые слова: увеит, интегральные показатели клинического анализа крови, вирус простого герпеса.

A.A. Izmailova, S.V. Sakharova, N.A. Kurlovich,
O.A. Lyubimtseva, V.K. Kukoleva, M.N. Ponomareva

CLINICAL SIGNIFICANCE OF INTEGRAL PARAMETERS OF THE HEMOGRAM TEST IN THE ETIOLOGICAL DIAGNOSTICS OF UVEITIS

Abstract

Aim. To substantiate the informative value of integral indicators of clinical blood test in the diagnosis of uveitis etiology.

Material and methods. 60 patients with clinical signs of uveitis were examined and divided into two groups according to the etiology, which were identical in terms of gender and age. The 1st group included 30 patients with uveitis, in whom herpes simplex virus (HSV) types 1 and 2 were laboratory-confirmed; the 2nd group included 30 patients with uveitis of unknown etiology.

Results. Analysis of data of integral indicators of blood in the study groups shows that the most informative of them are: marker of viral infections (MVI), thrombocytic-lymphocytic index adapted (TLIa), systemic immune inflammation index adapted (SIIa), leukocyte shift index (LSI). When determining MVI above 5.43; TLIa below 12.11; SIIa up to 793, LSI not above 1.83 uveitis of herpetic etiology (HPV 1,2 type) should be diagnosed. When the LSI values are higher than 2.39; TLIa values are higher than 13.24; and SIIa values are higher than 994.6, the viral etiology of the disease is excluded, which allows for the timely initiation of adequate empirical therapy.

Conclusion. The conducted study demonstrates the informative value of the integral blood indicators, which allows for the timely initiation of adequate antibacterial and anti-herpetic therapy to improve the disease outcome, aiming to prevent uveal complications (glaucoma, macular edema, cataract) and perpetuation.

Keywords: uveitis, integral blood parameters, herpes simplex virus.

Введение

Воспаление сосудистой оболочки (увеит), относится к наиболее частым причинам госпитализации пациентов в отделение с круглосуточным оказанием офтальмологической помощи. В структуре госпитальной патологии органа зрения в 2016 году удельный вес увеитов был незначительным (1,4%) [1]. Необходимость госпитализации часто обусловлена неблагоприятным прогнозом заболевания: развитием хронического течения воспаления и появлением вторичных изменений в виде глаукомы, катаракты, макулярного отека, возникновением слепоты и слобовидения. Отмечается снижение качества жизни

пациентов [2]. Согласно классификации SAN (2005 г.), увеиты подразделяются на передний, срединный, задний и генерализованный в зависимости от анатомической структуры сосудистой оболочки [3].

По итогам многочисленных эпидемиологических исследований, проведенных в различных странах, установлено, что передние увеиты являются доминирующей формой заболевания – 37-62% случаев. Задние увеиты и генерализованные увеиты имеют меньшую распространенность, составляя соответственно 9-38% и 7-38% случаев. Изолированные срединные увеиты диагностируются реже всего, с частотой от 4 до 17% [4]. При этом этио-

логия и анатомическое расположение увеита одного глаза может служить прогностическим фактором развития увеита контралатерального глаза с прогрессированием воспалительного процесса [5].

По этиологии увеиты делятся на инфекционные и неинфекционные. К инфекционным причинам относят: бактериальные и спирохетозные заболевания, вирусные заболевания, грибковые и паразитарные инвазии [6]. Несмотря на проведение широкого спектра современных диагностических исследований с целью определения этиологии увеита, в 35-40% клинических случаев причина заболевания остается неустановленной [7]. Данные случаи попадают под категорию идиопатических [4]. Результаты 30-летнего исследования, проведенного греческими учеными, свидетельствуют о значительном повышении диагностической точности этиологии [8]. Показатель вырос с 43% в период 1991-1995 годов до 73,4% в 2016-2020 годах. При этом авторы исследования указывают, что достигнутый результат возможен благодаря совокупности факторов, таких как более активное проведение парацентезов для получения образцов внутриглазной жидкости с целью анализа, расширение перечня и повышение качества лабораторных исследований крови, применение комплексных (мультимодальных) методов визуализации в офтальмологии, корректное использование методов визуализации, не связанных напрямую с офтальмологией, а также применение междисциплинарного подхода [8]. Оптическая когерентная томография (ОКТ) расширяет спектр диагностики увеитов и позволяет детально визуализировать сосудистую оболочку глаза *in vivo* и может использоваться для диагностики воспалительных заболеваний заднего сегмента глаза, мониторинга активности заболевания и оценки эффективности лечения [9]. Не все медицинские учреждения имеют в своем арсенале данный метод обследования. Важно отметить, что у значительного числа пациентов наблюдается комплексная патология, кроме системных воспалительных заболеваний присутствуют и другие поражения глаз, включая катаракту, глаукому, аномалии сетчатки и хориоидеи [3,4]. Увеальная глаукома является одним из наиболее серьезных осложнений внутриглазного воспаления и, несмотря на свою редкость, считается одной из основных причин предотвратимой потери зрения во всем мире [10]. Вторичные изменения (глаукома, катаракта, отслойка сетчатки), связанные с увеитом, часто характеризуются рези-

стентным течением [10]. Одной из причин снижения рисков возникновения данных осложнений является применение разработанных диагностических и терапевтических алгоритмов, которые обеспечивают высокую эффективность лечения увеита, что коррелирует с улучшением зрительных показателей и, соответственно, с повышением качества жизни пациентов [2]. Применение интегральных показателей общего анализа крови дает возможность выявить предполагаемую этиологию заболевания (бактериальную, вирусную) и своевременно назначить системную антибактериальную или противовирусную терапию. В настоящее время подсчет интегральных гематологических индексов является простым и дешевым методом диагностики, который применяется в гастроэнтерологии, пульмонологии, оториноларингологии, офтальмологии и др. [11-13].

Материал и методы

В исследование включены данные 60 пациентов с клиническими признаками увеита, получавших лечение в офтальмологическом отделении в 2024 году, давших информированное согласие на участие в исследовании. Пациенты консультированы офтальмологом, терапевтом, врачом функциональной диагностики, инфекционистом, отоларингологом, стоматологом с целью поиска очага персистирующей инфекции. Возраст пациентов составлял 60 [19;91] лет. Из них 53,33% (n=32) мужчин, 46,67% (n=28) женщин. Критерии включения: наличие клинических признаков увеита на момент осмотра. Критерии исключения: травма органа зрения, послеоперационный период, туберкулез, токсоплазмоз, токсокароз, саркоидоз, сифилис, наследственная патология зрения, гемобластоз, аутоиммунные системные заболевания. Пациенты разделены на две группы идентичные по полу и возрасту: 1-я группа – 30 пациентов с увеитом, у которых лабораторно подтвержден вирус простого герпеса (ВПГ) 1- и 2-го типов (положительный результат иммуноферментного анализа (ИФА)) на иммуноглобулин М (IgM); 2-я группа – 30 пациентов с увеитом неясной этиологии, но не исключена идиопатическая, у которой лабораторно исключен ВПГ 1- и 2-го типов (отрицательный результат ИФА на IgM, цитомегаловирус, вирус Эпштейн-Барра). Офтальмологическое обследование включало визометрию в стандартных условиях освещенности, кинетическую периметрию, биомикроскопию переднего отрезка глазного яблока и придаточного аппарата, прямую и

обратную офтальмоскопию в условиях медикаментозного мидриаза, биомикроскопию глазного дна с использованием асферической высокодиоптрийной линзы (78 D), тонометрию по Маклакову. Классификация увеитов осуществлялась в соответствии с предложением экспертов SUN (Standardization of Uveitis Nomenclature), Working Group, 2005.

Всем пациентам при госпитализации проведен общий анализ крови, рассчитаны интегральные индексы по формулам: индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ) = (эозинофилы% + базофилы% + палочкоядерные% + сегментоядерные% + миелоциты% + метамиелоциты%) / (моноциты% + лимфоциты) – маркер реактивности организма, референтные значения – у взрослых пациентов – $1,9 \pm 0,3$ у.е.; индекс сдвига нейтрофильно-лимфоцитарный (ИСНЛ) = нейтрофилы% / лимфоциты% – индекс неспецифической реактивности и резистентности организма, референтные значения – $2,47 \pm 0,65$ у.е.; индекс тромбоцитарно-лимфоцитарный адаптированный (ИСТЛа) = тромбоциты (абсолютные цифры) / лимфоциты% – индекс неспецифической реактивности, референтные значения – 63,15-191,34 у.е.; индекс системного воспалительного ответа адаптированный (ИСВОа) = (количество нейтрофилов% х количество моноцитов%) / количество лимфоцитов% – биомаркер системной

воспалительной реакции, референтные значения – $< 0,86$ у.е.; индекс системного иммунного воспаления адаптированный (ИСИВа) = количество нейтрофилов% х количество тромбоцитов (абсолютные цифры) / количество лимфоцитов% – маркер системного воспаления, референтные значения – 162-811 у.е.

Исследование было одобрено этическим комитетом Тюменского ГМУ №130 от 07 июня 2025 года. Статистическая обработка данных проводилась в программе STATISTICA (версия 10, лицензия № 4190051 от 05.03.2019). Достоверность выявленных различий оценивалась по t- критерию Стьюдента для независимых групп со статистически значимой границей $p < 0,05$. Перед этим проведена проверка нормальности данных с помощью теста Шапиро–Уилка ($p < 0,05$ – отклонение от нормальности). Кроме того, для сравнения качественных признаков применялся точный F-критерий Фишера.

Результаты

Проведенное статистическое исследование показало, что группы пациентов однородны по полу (табл. 1). Статистически значимых различий нет ($p > 0,05$) и $F > 1,0$. Выявлена тенденция к уменьшению возраста и увеличению койко-дней у пациентов 2-й группы, при этом увеличивается коэффициент вариации (1,56 и 2,98 соответственно).

Таблица 1

Характеристика исследуемых групп										
Показатель	Среднее значение Mean		Критерий Стьюдента	p	Объем выборки		Стандартное отклонение		Критерий Фишера	p
	1-я группа	2-я группа			1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа		
Возраст	51,50	48,53	0,68	0,50	30	30	14,90	18,60	1,56	0,24
Мужчины	0,53	0,53	-0,00	1,00	30	30	0,51	0,51	1,00	1,00
Женщины	0,47	0,47	0,00	1,00	30	30	0,51	0,51	1,00	1,00
Койко-дни	10,30	10,37	-0,06	0,95	30	30	2,83	4,89	2,98	0,004371

Результаты клинического анализа крови выявили достоверную разницу ($p = 0,03$) в показателях количества тромбоцитов, эозинофилов, ($p = 0,0003$) нейтрофилов, ($p = 0,0000$) лимфоцитов в исследуемых группах. Остальные показатели клинического анализа крови оказались не информативными (табл.2).

Проведенный анализ интегральных индексов периферической крови выявил ожидаемые достоверные различия между исследуемыми группами (табл. 3).

Представленный анализ демонстрирует высокую информативную ценность представленных интегральных индексов.

Таблица 2

Результаты статистической обработки общего анализа крови										
Показатель	Среднее значение Mean		Критерий Стьюдента	p	Объем выборки		Стандартное отклонение		Критерий Фишера	p
	1-я группа	2-я группа			1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа		
Эритроциты $\times 10^{12}/л$	4,67	4,58	0,57	0,57	30	30	0,61	0,54	1,32	0,46
Гемоглобин, г/л	137,93	142,97	-1,28	0,21	30	30	14,97	15,48	1,07	0,86
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	319,17	273,27	2,17	0,03	30	30	87,30	76,32	1,31	0,47
Гематокрит, %	42,13	42,93	-0,74	0,46	30	30	4,14	4,28	1,07	0,85
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	9,41	11,83	-1,97	0,05	30	30	2,60	6,17	5,65	0,000012
Эозинофилы, %	2,38	1,43	2,19	0,03	30	30	1,92	1,40	1,90	0,09
Базофилы, %	0,27	0,16	1,02	0,31	30	30	0,45	0,32	1,96	0,07
Нейтрофилы, %	54,24	75,09	-8,99	0,00	30	30	8,27	9,63	1,36	0,42
Лимфоциты, %	37,07	14,11	13,07	0,00	30	30	7,01	6,59	1,13	0,74
Моноциты, %	5,70	5,55	0,32	0,75	30	30	1,06	2,31	4,78	0,000066

Показатели интегральных индексов в исследуемых группах

Показатель	Среднее значение		Критерий Стьюдента	р	Объем выборки		Стандартное отклонение		Критерий Фишера	р
	1-я группа	2-я группа			1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа		
МВИ	6,59	2,95	10,74	0,000000	30	30	1,16	1,45	1,58	0,22
ИСНЛ	1,56	11,41	-3,44	0,001089	30	30	0,51	15,70	936,47	0,00
ИСТЛа	9,01	26,09	-7,08	0,000000	30	30	3,10	12,85	17,22	0,00
ИСВОа	8,53	36,68	-4,75	0,000014	30	30	2,20	32,41	216,31	0,00
ИСИВа	503,74	1948,57	-8,09	0,000000	30	30	216,24	953,97	19,46	0,00
ИСЛ	1,40	4,61	-7,75	0,000000	30	30	0,43	2,22	26,32	0,00

Обсуждение

Для клинической медицины определение степени компрометации функциональной активности и потенциала коррекции защитных механизмов организма в ответ на воздействие патогенных агентов представляет собой первостепенную задачу. Развитие офтальмологического инфекционного процесса – увеита. В подавляющем большинстве случаев ассоциировано с системными, неспецифическими изменениями, характеризующимися дисфункцией клеточных и гуморальных компонентов специфической иммунной защиты. Неспецифические изменения в периферической крови, как правило, коррелируют с системными патологическими процессами в организме и позволяют количественно оценить степень выраженности возникших нарушений [11-13].

Повышение референсного значения тромбоцитов ($178-318 \times 10^9/\text{л}$) отмечено у пациентов, страдающих увеитами вирусной этиологии. Традиционно считается, что тромбоциты принимают важнейшее участие в остановке кровотечения и образовании тромбов. В настоящее время ученые им отводят более важную роль в борьбе с инфекциями [14]. Помимо своих общеизвестных гемостатических и тромботических функций, тромбоциты обладают механизмами борьбы с патогенами: идентификация их с помощью специфических рецепторов, выделение антимикробных веществ и сигнальных молекул, а также образование внеклеточных пузырьков, которые влияют на иммунную систему. Эти свойства, присущие тромбоцитам, позволяют им активно взаимодействовать как с патогенами, так и с другими иммунными клетками, что жизненно важно для улавливания и нейтрализации инфекционных агентов, а также для координации первоначальных и долгосрочных защитных сил организма. Однако, согласно статистическим данным, вариации данного показателя высокие до 87,30 у пациентов 1-й группы, до 76,32 у 2-й группы. Уровень лейкоцитов у пациентов 2-й группы был выше референсного ($4-10 \times 10^9/\text{л}$). Однако как повышение, так и снижение уровня показате-

ля лейкоцитов отмечены у пациентов обеих групп, о чем свидетельствуют стандартные отклонения (2,60 и 6,17 соответственно). Врачу при интерпретации показателей общего анализа крови бывает сложно определиться в активности процесса и его этиологии. Единственный показатель – уровень лимфоцитов периферической крови (референсное значение 17-38%) – у пациентов 1-й группы 37,07% в 2,63 раза превышает показатели у пациентов 2-й группы и не бывает ниже референсного значения, согласно стандартному отклонению (7,1). У пациентов 2-й группы уровень лимфоцитов не превышает референсные пределы и может быть ниже – 7,51%.

Анализ данных интегральных показателей крови в исследуемых группах показал, что наиболее информативными являются МВИ, ИСТЛа, ИСИВа, ИСЛ. Показатели ИСНЛ и ИСВО также достоверно отличаются в группах. Однако выявлена высокая разница стандартного отклонения. При определении МВИ выше 5,43; ИСТЛа ниже 12,11; ИСИВа до 793, ИСЛ не выше 1,83 диагностируется увеит герпетической этиологии (ВПГ 1- и 2-го типов), требующий назначения противовирусной терапии. При показателях ИСЛ выше 2,39; ИСТЛа выше 13,24; ИСИВа выше 994,6 диагностируется увеит требующий назначения антибактериальной терапии. Для диагностики герпесвирусных инфекций, у пациентов с увеитами используется метод, преобразующий финансовые затраты иммуноферментного анализа крови (ИФА), что имеет временные затраты (в некоторых лечебно-профилактических учреждениях на выдачу результатов, уходит от 2-х до 7-10 дней) и несет финансовое бремя как для пациента, так и здравоохранения в целом. В настоящее время предложенный нами способ диагностики этиологии увеитов имеет достаточно оснований для клинического применения в практическом здравоохранении (простота, дешевизна, доступность). Он дает возможность ранней диагностики этиологии патологического процесса как на амбулаторном приеме в условиях поликлинического звена или на этапе поступления в приемно-диагностическое отделение,

так и в специализированных инфекционных и офтальмологических отделениях круглосуточных стационаров. Доступность метода (общий анализ крови входит в объем помощи обязательного медицинского страхования) и его информативность позволяют своевременно назначать адекватную эмпирическую антибактериальную или противовирусную терапию для улучшения исхода заболевания и с целью профилактики увеальных осложнений и хронизации процесса, не дожидаясь, порой до двух недель, дорогостоящих результатов ИФА.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование интегральных индексов клинического анализа крови показало свою информатив-

ность при диагностике увеитов вирусной этиологии, вызванных ВПГ 1-го и 2-го типов и увеитов неясной этиологии для своевременного назначения эмпирического лечения, уменьшения необоснованного использования антибактериальных препаратов и профилактики антибиотикорезистентности. Наиболее информативными являются МВИ, ИСТЛа, ИСВа, ИСЛ. При показателях МВИ выше 5,43; ИСТЛа ниже 12,11; ИСИВа до 793, ИСЛ не выше 1,83 диагностируется увеит вирусной, чаще герпетической этиологии (ВПГ 1,2 типа). При показателях ИСЛ выше 2,39; ИСТЛа выше 13,24; ИСИВа выше 994,6 исключается вирусная этиология заболевания, необходимо назначение антибактериальной терапии.

Сведения об авторах статьи:

Измайлова Анастасия Александровна – аспирант кафедры офтальмологии Института клинической медицины ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: tena.93@mail.ru.

Сахарова Светлана Викторовна – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии Института клинической медицины ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, зав. офтальмологического отделения ГБУ ТО ОКБ №2. Адрес: 625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 75. E-mail: saharova_sv72@mail.ru.

Курлович Николай Алексеевич – к.м.н., доцент кафедры патологической физиологии Института фундаментальной медицины ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: kurlovichna@tyumsmu.ru.

Любимцева Оксана Анатольевна – к.м.н., доцент кафедры инфекционных болезней, аллергологии и иммунологии Института материнства и детства ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: loa_1975@mail.ru.

Куколева Варвара Константиновна – врач-терапевт ГАУЗ ТО ГП №12. Адрес: 625046, г. Тюмень, ул. Народная, 6/1. E-mail: varkuk01@mail.ru.

Пономарева Мария Николаевна – д.м.н., доцент, зав. кафедрой офтальмологии Института клинической медицины ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России. Адрес: 625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 54. E-mail: mariyonomareva@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. К вопросу о диагностике и лечении увеитов / Э.А. Латыпова [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2017. – Т. 12, № 2(68). – С. 141-145.
2. Comprehensive Assessment of Quality of Life, Functioning, and Mental Health in Children with Juvenile Idiopathic Arthritis and Non-infectious Uveitis / J. McDonald [et al.] // Arthritis Care Res (Hoboken) – 2022. – Vol. 74, №8. – P. 1311-1320. – DOI: 10.1002/acr.24551.
3. Увеиты неинфекционные. Клинические рекомендации. [Электронный ресурс]. // Medelement: [сайт]. – М. – 2024. – 53 с. – URL: http://disuria.ru/ld/14/1444_kr_24H20H30MZ.pdf.] (дата обращения: 10.12.2025).
4. Дроздова, Е.А. Вопросы классификации и эпидемиологии увеитов / Е.А. Дроздова // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2016. – №3. – С. 155-159.
5. Mitkova-Hristova, V.T. Etiology and Anatomical Location of Uveitis-Prognostic Factors for Disease Course and Laterality / V.T. Mitkova-Hristova, M.A. Atanassov // Life (Basel). – 2025. – Vol. 15, №6. – P. 882. – DOI: 10.3390/life15060882.
6. Papaliodis, G.N. Uveitis: Etiology, clinical manifestations, and diagnosis. [Electronic resource] / N. G. Papaliodis // 2025. – URL: <https://www.uptodate.com/contents/uveitis-etiology-clinical-manifestations-and-diagnosis>. (дата обращения: 10.12.2025).
7. Меджидова, С.Р. Увеиты: результаты проспективного рандомизированного клинико-иммунологического исследования / С.Р. Меджидова // Вестник офтальмологии. – 2016. – Т. 132, № 1. – С. 15-22. – DOI: 10.17116/oftalma2016132115-22.
8. The Large Hellenic Study of Uveitis: Diagnostic and Therapeutic Algorithms, Complications, and Final Outcome / D. Kalogeropoulos [et al.] // Asia Pac J Ophthalmol (Phila). – 2023. – Vol. 12, № 1. – P. 44-57. – DOI: 10.1097/APO.0000000000000594.
9. Recurrent uveitic macular edema managed with intravitreal faricimab injection / N. Yavari [et al.] // J Ophthalmic Inflamm Infect. – 2025. – Vol. 15, №1. – P.25. – DOI: 10.1186/s12348-025-00478-6.
10. Kalogeropoulos, D. Pathogenesis of Uveitic Glaucoma / D. Kalogeropoulos, V.C.T. Sung // J Curr Glaucoma Pract. – 2018. – Vol. 12, № 3. – P. 125-138. – DOI: 10.5005/jp-journals-10078-1236.
11. Гаджиев, Н.Дж. Интегральные гематологические индексы при остром калькулезном холецистите / Н.Дж. Гаджиев, Н.А. Эйнуллаева // Клиническая лабораторная диагностика. – 2024. – Т. 69, № 8. – С. 387-393. – DOI: 10.51620/0869-2084-2024-69-8-387-393.
12. Смолякова Р.М. Гематологические интегральные показатели в оценке клеточной реактивности организма при коронавирусной инфекции COVID-19 / Р.М. Смолякова, Е.А. Козырева, Е.М. Шпадарук // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2021. – № 1. – С. 77-84. – DOI: 10.46646/2521-683X/2021-1-77-84.
13. Вторичные гнойные отогенные менингиты у взрослых: особенности противомикробной терапии / И.М. Вешкурцева [и др.] // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 18-24. – DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-2-18-24.
14. Platelets in infection: intrinsic roles and functional outcomes / Y. Hu [et al.] // Immunol. – 2025. – №16. – P. 1616783. [et al.]. – DOI: 10.3389/fimmu.2025.1616783.

REFERENCES

1. Latypova E.A., Yamlikhanov A.G., Gataullina A.K., [et al.]. On the Diagnosis and Treatment of Uveitis. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2017;12;2(68):141-145. (In Russ.).
2. McDonald J., Cassidy A., Altaye M., [et al.]. Comprehensive Assessment of Quality of Life, Functioning, and Mental Health in Children with Juvenile Idiopathic Arthritis and Noninfectious Uveitis. Arthritis Care Res (Hoboken).2022;74(8):1311-1320. (in Engl). doi: 10.1002/acr.24551
3. Non-infectious Uveitis Clinical Guidelines 2024 (Electronic resource). (access date: 10.12.2025) (In Russ.). http://disuria.ru/ld/14/1444_kr24H20H30MZ.pdf.
4. Drozdova E.A. Classification and Epidemiology of Uveitis. RMJ. Clinical Ophthalmology.2016;3:155-159. (In Russ.).
5. Mitkova-Hristova V.T., Atanasov M.A. Etiology and Anatomical Location of Uveitis-Prognostic Factors for Disease Course and Laterality. Life (Basel).2025;15(6):882. (in Engl). doi: 10.3390/life15060882.
6. Papaliodis G.N. Uveitis: Etiology, clinical manifestations, and diagnosis. (Electronic resource). (in Engl). (access date: 10.12.2025). <https://www.uptodate.com/contents/uveitis-etiology-clinical-manifestations-and-diagnosis>.
7. Medzhidova S.R. Uveitis: results of a prospective randomized clinical and immunological study. Russian Annals of Ophthalmology.2016;132(1):15-22. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2016132115-22.
8. Kalogeropoulos D., Asproudis I., Stefanidou M., [et al.]. The Large Hellenic Study of Uveitis: Diagnostic and Therapeutic Algorithms, Complications, and Final Outcome. Asia Pac J Ophthalmol (Phila).2023;12(1):44-57. (in Engl). doi: 10.1097/APO.0000000000000594.
9. Yavari N., Feky D.E., Anover F.A., [et al.]. Recurrent uveitic macular edema managed with intravitreal faricimab injection. J Ophthalmic Inflamm Infect.2025;15(1):25. (in Engl). doi: 10.1186/s12348-025-00478-6.
10. Kalogeropoulos D., Sung V.C.T. Pathogenesis of Uveitic Glaucoma. J Curr Glaucoma Pract.2018;12(3):125-138. (in Engl). doi: 10.5005/jp-journals-10078-1236.
11. Hajiyev N.J., Eynullayeva N.A. Integral hematological indexes in acute calculus cholecystitis. Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics).2024;69(8):387-393 (In Russ.). doi: 10.51620/0869-2084-2024-69-8-387-393.
12. Smolyakova R.M., Kozyreva E.A., Shpadaruk E.M. Hematological integral indicators in assessing the cellular reactivity of the body in COVID-19 coronavirus infection. Journal of the Belarusian State University. Ecology.2021; 1:77-84. (In Russ.). doi:10.46646/2521-683X/2021-1-77-84.
13. Veshkurtseva I.M., Rudzevich A.V., Izvin A.I., [et al.]. Secondary purulent otogenic meningitis in adults: features of antimicrobial therapy. Medical and pharmaceutical journal «Pulse».2024;26(2):18-24. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-2-18-24>.
14. Hu Y., Dai S., Qiao C., [et.al.]. Platelets in infection: intrinsic roles and functional outcomes. Front Immunol.2025;16:1616783.(in Engl). doi: 10.3389/fimmu.2025.1616783.

И.А. Муратова¹, Г.У. Аюпова¹, И.Р. Карачурина², А.Ш. Загидуллина¹, Р.А. Батыршин¹
**ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО
ЭПИДЕРМАЛЬНОГО НЕКРОЛИЗА (СИНДРОМА ЛАЙЕЛЛА)**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²Всероссийский Центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа

Резюме

Цель. Работа посвящена анализу офтальмологических аспектов синдрома Лайелла, редкой, но крайне тяжелой патологии, характеризующейся высоким риском потери зрения.

Материал и методы. В статье представлен обзор литературы, систематизирующий современные данные о классификации, глазных проявлениях, осложнениях и лечении при токсическом эпидермальном некролизе. Теоретические данные дополнены анализом клинического случая успешного ведения пациентки с тяжелыми офтальмологическими осложнениями данного заболевания. Авторами статьи описана динамика патологического процесса от развития острой эрозии роговицы левого глаза с критическим снижением остроты зрения до полной эпителизации дефектов роговицы, купирования роговичного синдрома и повышения остроты зрения. Продемонстрирована эффективность применения интенсивной многокомпонентной местной терапии в условиях специализированного стационара.

Заключение. Результаты наблюдения подтверждают, что форсированное лечение в первые дни заболевания является определяющим фактором для сохранения зрительных функций и качества жизни пациента. Они подчеркивают необходимость преемственности в лечении таких пациентов и значимости пожизненного мониторинга состояния глазной поверхности у данной категории больных.

Ключевые слова: синдром Лайелла, офтальмологические проявления, язва роговицы, трихиаз, кератопротекторы, консервативное лечение.

I.A. Muratova, G.U. Ayupova, I.R. Karachurina, A.Sh. Zagidullina, R.A. Batirshin
**OPHTHALMOLOGICAL COMPLICATIONS
OF TOXIC EPIDERMAL NECROLYSIS (LYELL'S SYNDROME)**

Abstract

Aim. The paper is devoted to the analysis of ophthalmological aspects of Lyell's syndrome, a rare but extremely severe pathology characterized by a high risk of vision loss.

Material and methods: The article presents a literature review that systematizes current data on the classification, ocular manifestations, complications, and treatment of toxic epidermal necrolysis. The theoretical data are supplemented by an analysis of a clinical case of successful management of a patient with severe ophthalmological complications of this disease. The dynamics of the pathological process are described: from the development of acute corneal erosion in the left eye with a critical decrease in visual acuity to complete epithelization of corneal defects, relief of corneal syndrome, and improvement of visual acuity. The effectiveness of intensive multi-component local therapy in a specialized hospital is demonstrated.

Conclusions: the results of the study confirm that prompt treatment in the early days of the disease is a crucial factor in preserving visual function and improving the patient's quality of life. It also highlights the importance of consistent treatment and lifelong monitoring of the eye surface in this patient population.

Keywords: Lyell's syndrome, ophthalmic manifestations, corneal ulcer, trichiasis, keratoprotectors, conservative treatment.

Введение

Под синдромом Лайелла, известным как токсический эпидермальный некролиз или острый некротический эпидермолиз, понимают токсико-аллергическое поражение кожных покровов. Данная патология, нередко описываемая как буллезная токсидермия, характеризуется массивной деструкцией эпидермиса по типу «ошпаренной кожи», вовлечением в процесс слизистых оболочек и высоким риском развития системного сепсиса.

Согласно эпидемиологическим данным, частота встречаемости заболевания составляет от 0,4 до 1,2 случая на миллион населения в год, при этом пик заболеваемости приходится на возраст 20-45 лет [1,2].

Этиологический фактор более чем в 95% случаев связан с приемом лекарственных средств [3]. Основную долю фармакологиче-

ских триггеров составляют антибактериальные препараты (53,2%), антиконвульсанты (35,7%), нестероидные противовоспалительные препараты (15,9%) и цитостатики [4]. Инфекционные агенты и последствия иммунизации в качестве факторов риска развития составляют не более 5%.

Несмотря на давнюю историю изучения, механизмы развития патологии остаются предметом дискуссии. Первое упоминание подобных клинических случаев относится к 1939 году (работы Debre, Lamy и Lo-mote), когда заболевание классифицировалось как специфический вариант пузырчатой токсидермии [1]. Современное название закрепилось в медицинской литературе после публикаций шотландского дерматолога A. Lyell в 1956 году.

На сегодняшний день разделяют патологию на стафилококковую форму и лекар-

ственно-индуцированный некролиз, который является превалирующим у взрослых пациентов [5].

Ввиду отсутствия эффективных методов иммуномодулирующей терапии, которые могли бы снизить смертность и уменьшить рубцевание слизистых оболочек и кожи в настоящее время основным методом лечения является симптоматическая или поддерживающая терапия. До сих пор в литературе не было представлено ни стандартизированного протокола, ни единого мнения по этому вопросу.

Проблема лечения и реабилитации пациентов, перенёсших токсический эпидермальный некролиз, сохраняет свою актуальность, поскольку это заболевание относится к категории редких. Данное наблюдение подчеркивает необходимость преемственности в лечении таких пациентов и значимость интенсивной местной терапии для сохранения прозрачности оптических сред при рубцующихся заболеваниях.

Цель работы – обобщить современные данные о глазных проявлениях при синдроме Лайелла и привести клиническое наблюдение успешного консервативного лечения вторичной язвы роговицы, развившейся на фоне тяжелых рубцовых изменений переднего сегмента глаза как отдаленного последствия синдрома Лайелла.

Течение токсического эпидермального некроза (ТЭН) можно разделить на острую и хроническую фазы. В острой фазе заболевания доминируют экссудативные и некротические процессы. К наиболее распространенным клиническим офтальмологическим признакам относятся: двусторонний конъюнктивит, диффузные дефекты эпителия роговицы, некроз краев век и воспаление мейбомиевых желез (мейбомит), потеря эпителия конъюнктивы с образованием псевдомембран, которые создают предпосылки для формирования симблефарона (сращения конъюнктивы века с конъюнктивой глазного яблока), глубокие эрозии роговицы, прогрессирование которых приводит к изъязвлению и перфорации, создавая риск утраты органа зрения [6].

Для систематизации тяжести процесса в этот период используется классификация Gregory D.G., основанная на оценке распространенности эпителиальных дефектов на краях век, конъюнктиве и роговице, при этом используется флуоресцентное окрашивание [7]. Офтальмологические проявления делятся по степени тяжести на легкую, среднюю, тяжелую и очень тяжелую. Для стандартизации оценки долгосрочных последствий в клиниче-

ской практике применяются следующие системы:

1. Классификация Sotozono C., Ang L.P., Koizumi N. et al. В виде трехступенчатой системы, базирующейся на 13 клинических показателях (при поражении век, конъюнктивы и роговицы) [8].

2. Модифицированная система Chow L.L.W., Shih K.C. et al., основанная на предыдущей классификации, позволяющая более детально градирировать наиболее тяжелые случаи поражения [9].

По данным Metcalfe D., Iqbal O. et al. переход заболевания в хроническую стадию наблюдается у 35-90% пациентов [10]. Четкая временная граница между фазами отсутствует, однако принято считать процесс хроническим спустя 3-6 месяцев после завершения острого периода, когда стихает активное воспаление и стабилизируется состояние глазной поверхности [10].

Хронические осложнения ТЭН носят комплексный характер и затрагивают все отделы глазного аппарата.

Поражение век и вспомогательного аппарата характеризуется деструкцией мейбомиевых желез, кератинизацией краев век, нарушением положения век – развитием энтропиона (заворота) или эктропиона (выворота), а также трихиаза (аномального роста ресниц), обструкцией слезных точек. Кератинизация часто становится триггером для вторичного повреждения роговицы [11].

Со стороны конъюнктивы наблюдаются стойкая гиперемия, образование фиброзных пленок и плоскоклеточной метаплазии, формирование симблефарона и анкилоблефарона, что ограничивает подвижность глазного яблока и приводит к неполному смыканию глазной щели (лагофтальму), разрушению бокаловидных клеток и рубцеванию протоков слезных желез [12].

Наиболее распространенным долгосрочным осложнением (поражения роговицы и слезной пленки) является тяжелая форма синдрома сухого глаза. Поражаются все три слоя слезной пленки: липидный слой (из-за мейбомита и деструкции желез); водный слой (из-за рубцевания протоков слезных желез); муциновый слой (вследствие гибели бокаловидных клеток) [13].

Основу лечения ТЭН составляет регулярные инстилляции бесконсервантных слезозаменителей. Для улучшения трофики эпителия роговицы и конъюнктивы, усиления адгезии слезной пленки и профилактики кератинизации конъюнктивы показано применение

ние мазей с витамином А (ретинолом). Для стимуляции регенерации роговицы применяют 20% аутологичную сыворотку, богатую факторами роста (EGF, TGF- β) и фибронектином, что критически важно для пролиферации эпителиоцитов [13-15].

Местные глюкокортикостероиды незаменимы для быстрого подавления острой экссудации, однако их использование ограничивается короткими курсами под обязательным мониторингом офтальмотонуса и прозрачности хрусталика. Для долгосрочной терапии тяжелого ксерофтальма предпочтителен циклоsporин (0,05%), обеспечивающий стабильный стероидсберегающий эффект при высоком уровне безопасности. В качестве альтернативного иммуномодулятора может выступать такролимус (0,02%), который наиболее эффективен в комбинации с микродозами кортикостероидов для профилактики рецидивов. Системное назначение цитостатиков в офтальмологической практике остается методом резерва и применяется крайне редко [13,14,16].

Учитывая высокую контаминацию конъюнктивальной полости (до 60%), рекомендовано прерывистое использование антисептиков. Местные антибиотики назначаются строго по результатам бактериологического посева [14,15].

В отдельных случаях осложненного течения патологий роговицы и конъюнктивы применяют склеральные линзы, анти-VEGF препараты, аутотрансплантации стволовых клеток, трансплантация амниотических мембран [14,17].

Представляем клинический случай офтальмологических осложнений синдрома Лайелла средней степени тяжести.

Клинический случай

Пациентка О., 45 лет, обратилась за медицинской помощью во Всероссийский центр глазной и пластической хирургии (ВЦГПХ) ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа в октябре 2025 г. с жалобами на боль, светобоязнь, слезотечение, снижение зрения левого глаза. Появление симптомов не связывает с факторами стресса или наличием инфекционного заболевания. Было получено письменное добровольное согласие на публикацию в научном журнале, без разглашения ФИО.

Из анамнеза известно, что в 2010 г. после инстилляции 30% раствора альбуцида в конъюнктивальную полость обоих глаз развился синдром Лайелла, который привел к

формированию обширных рубцовых изменений конъюнктивы, симблефарону и трихиазу. В последующие годы пациентка перенесла неоднократные хирургические вмешательства в ФГБОУ ВО МЗ РФ ВЦГПХ, г. Уфа. В 2012 г. на правом глазу были выполнены аутопластика роговицы конъюнктивальным лоскутом (пластика по Кунту) с блефарорафией, перилимбальное пломбирование, иссечение хлязиона и эпиляция ресниц, иссечение рубцов конъюнктивы, obturация нижних слезных точек, передняя и задняя аутолимфосорбции, реваскуляризация хориоидеи, перилимбальное пломбирование, блефарорафия аллосухожильными нитями [18].

В 2013 г. для защиты глаз была проведена неполная блефарорафия обоих глаз, швы после которой из аллосухожильных нитей были сняты в 2021 г. Также проводились многократные ретросклеропломбирования биоматериалом «Аллоплант».

По результатам офтальмологического статуса, зафиксированного в мае 2025 г., острота зрения пациентки составляла 0,7 не корригировала (н/к) на правом глазу (OD) и 0,1 н/к на левом (OS). Показатели внутриглазного давления (ВГД), методом бесконтактной пневмотонометрии, соответствовали нормотонии (9,4/9,0 мм рт. ст.). Объективное обследование переднего сегмента выявило характерные последствия перенесенного токсического эпидермального некролиза (синдрома Лайелла) характеризующиеся изменениями формы век, помутнением роговицы обоих глаз (OU). Был выставлен диагноз помутнение роговицы обоих глаз. Синдром сухого глаза. Последствия синдрома Лайелла.

Со слов пациентки, в октябре 2025 г. почувствовала дискомфорт в левом глазу, сопровождающийся покраснением век, начала использовать глазные капли Неванак. На следующий день состояние левого глаза ухудшилось, и женщина обратилась в ВЦГПХ, где было проведено обследование.

Офтальмологический статус при поступлении: острота зрения составила 0,7 н/к на правом глазу и 0,01 н/к на левом. Уровень ВГД при пневмотонометрии OD – 9,4 мм рт. ст., на OS инструментальное измерение ВГД технически не представлялось возможным. При пальпаторном исследовании левого глаза диагностирована нормотония.

Объективный статус обоих глаз характеризовался изменениями, обусловленными перенесенным синдромом Лайелла: выявлены трихиаз, рубцовые изменения конъюнктивы и сокращение конъюнктивальных сводов. На

правом глазу в параоптической зоне визуализировались васкуляризированное помутнение роговицы, и прозрачный хрусталик. Офтальмоскопическая картина OD: ДЗН бледно-розового цвета с четкими границами, сетчатка сохраняет нормальную анатомическую топографию, детализация затруднена. На левом глазу отмечались выраженный блефароспазм и интенсивная перикорнеальная инъекция. Состояние роговицы OS характеризовалось наличием васкуляризированного помутнения всех слоев, занимающего $\frac{1}{2}$ роговицы, на фоне которого определялась диффузная инфильтрация, больше выраженная в нижнем отделе роговицы и в оптической зоне с округлыми дефектами эпителия около 1 мм с подрытыми краями и перифокальным отеком. Осмотр глазного дна OS был невозможен ввиду выраженного помутнения оптических сред (рис. 1).

На основании вышеуказанных данных был выставлен диагноз OS – язва роговицы. OU Помутнение роговицы. Синдром сухого глаза. Последствия синдрома Лайелла.

Была назначена антибактериальная (тобрамицин 0,3% 3 раза в день 5 дней), противовоспалительная (бромфенак 0,09% 2 раза в день 7 дней), кератопротекторная терапия (декспантенол 5% 3 раза в день 10 дней), физиотерапия (электрофорез с 10% метилурациловой мазью 10 дней и низкочастотная магнитотерапия).

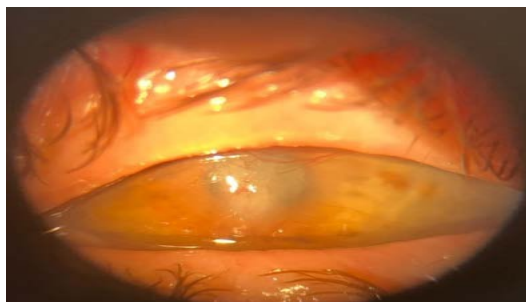


Рис. 1. Состояние левого глаза пациентки О. на первичном приеме при поступлении

Спустя трое суток на фоне лечения в клинической картине наметилась положительная динамика. Больная отметила субъективное улучшение состояния левого глаза, несмотря на сохранение роговичного синдрома (светобоязни, слезотечения) и низких зрительных функций. Объективно ВГД пальпаторно – в пределах нормы. При биомикроскопии OS выявлено частичное купирование воспалительных явлений: уменьшился блефароспазм при сохранении перикорнеальной инъекции, роговица в параоптической зоне стала более прозрачной. Эпителиальные дефекты в оптиче-

ской зоне уменьшились в диаметре, их границы приобрели ровные контуры.

Через 6 дней наблюдения сохранялись жалобы на дискомфорт и фотофобию, но они были менее выражены. Состояние левого глаза характеризовалось активной репарацией: ранее выявленные дефекты в верхнем и нижнем сегментах оптической зоны частично эпителизировались. Ткань роговицы сохраняла диффузный отек по типу «запотевшего стекла». Детализация глуболежащих структур была по-прежнему затруднена. По результатам лабораторных исследований, в мазке из конъюнктивальной полости микробиологического исследования роста патогенной флоры выявлено не было.

Через 10 дней при выписке, пациентка отметила улучшение зрительных функций левого глаза, повышение яркости и контрастности изображения. Острота зрения OS увеличилась до 0,1 н/к, на OD оставалась стабильной (0,7 н/к). Показатели ВГД находились в пределах нормы (пальпаторно). Объективно: на левом глазу при биомикроскопии сохранялась умеренная перикорнеальная инъекция, зафиксирована полная эпителизация ранее выявленных дефектов роговицы с четкой демаркацией зон поражения и значительным регрессом отека. Глуболежащие структуры по-прежнему не визуализировались из-за васкуляризированного помутнения (рис. 2).

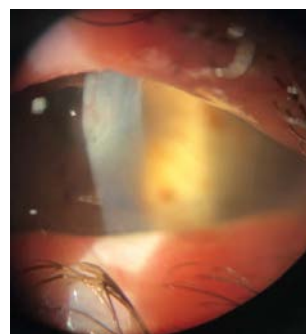


Рис. 2. Состояние левого глаза пациентки О. при выписке

Пациентка выписана под наблюдение офтальмолога по месту жительства со следующими рекомендациями: в левый глаз для профилактики рецидива и стимуляции репаративных процессов назначены местная антибактериальная терапия (левофлоксацин 0,5% 3-4 раза в день 7 дней) и пролонгированный курс (6 раз в день 30 дней) кератопротекторов (метилурацил 10%, декспантенол 5%).

Заключение

Токсический эпидермальный некролиз – редкое мультисистемное заболевание с тяжелыми последствиями для глаз, которые могут привести к двусторонней слепоте. Своевре-

менная диагностика и адекватное интенсивное офтальмологическое лечение в острой фазе критически важны для профилактики тяжелых хронических осложнений и сохранения зрительных функций. Несмотря на современные достижения, восстановление глазной

поверхности при данной патологии остается сложной задачей. Диспансерное наблюдение таких пациентов должно быть пожизненным, учитывая риск поздних рецидивов воспаления и прогрессирования рубцевания век и конъюнктивы.

Сведения об авторах статьи:

Муратова Ирина Азатовна – ординатор 2-го года обучения кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина 3. E-mail: irina.mur1202@yandex.ru.

Аюпова Гульнара Ураловна – ординатор 2-го года обучения кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина 3. E-mail: gulnara.gizatullia.00@mail.ru.

Карачурина Ирина Рависовна – врач-офтальмохирург ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге 67/2.

Загидуллина Айгуль Шамилевна – д.м.н., доцент, профессор кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина 3. E-mail: aigul.zagidullina@gmail.com.

Батыршин Ринат Авхадеевич – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина 3. E-mail: ophthalmology@bashgmu.ru.

ЛИТЕРАТУРА

- Lyell, A. Toxic epidermal necrolysis: an eruption resembling scalding of the skin / A/ Lyell // Br. J. Dermatol. – 1956. – Vol. 68, № 11. – P. 355-361.
- Achten, G. Toxic epidermal necrolysis de Lyell: aspects histologiques [Lyell's toxic epidermal necrolysis: histologic aspects] / G. Achten, M. Ledoux-Corbusier // Arch Belg Dermatol Syphiligr. – 1970. – Vol. 26, № 2. – P. 97-114.
- Schwartz, R.A. Toxic epidermal necrolysis: Part I. Introduction, history, classification, clinical features, systemic manifestations, etiology, and immunopathogenesis / R.A. Schwartz, P.H. McDonough, B.W. Lee // J. Am. Acad. Dermatol. – 2013. – Vol. 69, № 2. – P. 173-186.
- Incidence and triggers of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis in a large cancer patient cohort / N.K. Gillis NK [et al.] // J. Invest. Dermatol. – 2017. – Vol. 137, № 9. – P. 2021-2023.
- Суров, А.В. Офтальмологические проявления синдрома Лайелла (клинический случай) / А.В. Суров, Е.А. Калижникова // Клинический разбор в общей медицине. – 2023. – Т. 4, № 7. – С. 59-63.
- Kang, M.H. Ocular manifestations of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis / M.H. Kang // Hanyang Med Rev. – 2016. Vol. 36, № 3. – P. 174-181.
- Gregory, D.G. New grading system and treatment guidelines for the acute ocular manifestations of Stevens-Johnson syndrome / D.G. Gregory // Ophthalmology. – 2016. – Vol. 123, № 8. – P. 1653-1658.
- New grading system for the evaluation of chronic ocular manifestations in patients with Stevens-Johnson syndrome / C. Sotozono [et al.] // Ophthalmology. – 2007. – Vol. 114, № 7. – P. 1294-1302.
- Comparison of the acute ocular manifestations of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis in Chinese eyes: a 15-year retrospective study / L.L.W. Chow [et al.] // BMC Ophthalmology. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 65.
- Acute and chronic management of ocular disease in Stevens-Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis in the USA / D. Metcalfe [et al.] // Front Med (Lausanne). – 2021. – Vol. 8.
- A beginner's guide to mucous membrane grafting for lid margin keratinization: review of indications, surgical technique and clinical outcomes / S.S. Shanbhag [et al.] // Indian J. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 69, № 4. – P. 794-805.
- Chronopoulos, A. Okuläre Beteiligung bei Stevens-Johnson-Syndrom und Toxisch epidermaler Nekrolyse [Ocular involvement in Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis] / A. Chronopoulos, M. Mockenhaupt, U. Pleyer // Ophthalmologie. – 2021. – Vol. 118, № 5. – P. 519-532.
- Ophthalmic Aspects of Stevens-Johnson Syndrome and Toxic Epidermal Necrolysis: A Narrative Review / G. Toth [et al.] // Ophthalmol. Ther. – 2023. – Vol. 12, № 4. – P. 1795-1811.
- Christodoulou, K. Optimizing Autologous Serum Tear Therapy for Dry Eye Disease: Strategies and Innovations / K. Christodoulou, B. Buras, S. Palioura // J. Clin. Med. – 2026. – Vol. 15, № 3. – P. 1181.
- Sotozono, C. Japan: Diagnosis and management of Stevens-Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis with severe ocular complications / C. Sotozono, M. Ueta, S. Kinoshita // Front. Med. – 2021. – Vol. 8.
- Sotozono, C. Severe Dry Eye With Combined Mechanisms is Involved in the Ocular Sequelae of SJS/TEN at the Chronic Stage / C. Sotozono, M. Ueta, N. Yokoi // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2018. – Vol. 59, № 14. – P. 80-86.
- Amniotic membrane transplantation for Stevens-Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis: the Toronto experience / Y. Yang [et al.] // Br. J. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 105, № 10. – P. 1238-1243.
- Кадыров, Р. З. Клинический случай применения биоматериалов «Аллоплант» в хирургическом лечении офтальмологических осложнений у пациента с синдромом Лайелла / Р.З. Кадыров, Р.Э. Примов, И.Р. Карачурина // Практическая медицина. – 2019. – Том 17, № 1. – С. 141-144.

REFERENCES

- Lyell A. Toxic epidermal necrolysis: an eruption resembling scalding of the skin. Br J Dermatol. 1956;68(11):355-361. (In Engl). doi:10.1111/j.1365-2133.1956.tb12766.x.
- Achten G, Ledoux-Corbusier M. Toxic epidermal necrolysis de Lyell: aspects histologiques [Lyell's toxic epidermal necrolysis: histologic aspects]. Arch Belg Dermatol Syphiligr. 1970;26(2):97-114. (In French).
- Schwartz RA, McDonough PH, Lee BW. Toxic epidermal necrolysis: Part I. Introduction, history, classification, clinical features, systemic manifestations, etiology, and immunopathogenesis. J Am Acad Dermatol. 2013;69(2):173.e1-186. (In Engl). doi:10.1016/j.jaad.2013.05.003.
- Gillis NK, Hicks JK, Bell GC, Daly AJ, Kanetsky PA, McLeod HL. Incidence and triggers of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis in a large cancer patient cohort. J Invest Dermatol. 2017;137:2021-2023. (In Engl). doi: 10.1016/j.jid.2017.05.010.
- Surov, A.V. Oftal'mologicheskie proyavleniya sindroma Laiella (klinicheskii sluchai) / A.V. Surov, E.A. Kalizhnikova // Klinicheskii razbor v obshchei meditsine. – 2023. – Т. 4, № 7. – С. 59-63. (In Russ)
- Kang MH. Ocular manifestations of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis. Hanyang Med Rev. 2016;36:174-181. (In Engl). doi: 10.7599/hmr.2016.36.3.174.
- Gregory DG. New grading system and treatment guidelines for the acute ocular manifestations of Stevens-Johnson syndrome. Ophthalmology. 2016;123:1653-1658. (In Engl). doi: 10.1016/j.opthta.2016.04.041.

8. Sotozono C, Ang LPK, Koizumi N, et al. New grading system for the evaluation of chronic ocular manifestations in patients with Stevens-Johnson syndrome. *Ophthalmology*. 2007;114:1294–1302. (In Engl). doi: 10.1016/j.ophtha.2006.10.029.
9. Chow LLW, Shih KC, Chan JCY, Lai JSM, Ng ALK. Comparison of the acute ocular manifestations of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis in Chinese eyes: a 15-year retrospective study. *BMC Ophthalmology*. 2017;17:65. (In Engl). doi: 10.1186/s12886-017-0464-9.
10. Metcalfe D, Iqbal O, Chodosh J, Bouchard CS, Saeed HN. Acute and chronic management of ocular disease in Stevens-Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis in the USA. *Front Med (Lausanne)* 2021;8:662897. (In Engl). doi: 10.3389/fmed.2021.662897.
11. Shanbhag SS, Singh S, Koshy PG, Donthineni PR, Basu S. A beginner's guide to mucous membrane grafting for lid margin keratinization: review of indications, surgical technique and clinical outcomes. *Indian J Ophthalmol*. 2021;69:794–805. (In Engl). doi: 10.4103/ijo.IJO_1273_20.
12. Chronopoulos A, Mockenhaupt M, Pleyer U. [Ocular involvement in Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis.] *Ophthalmologe*. 2021;118:519–532. (In German). doi: 10.1007/s00347-021-01351-2.
13. Toth G, Lukacs A, Schirra F, et al. Ophthalmic Aspects of Stevens-Johnson Syndrome and Toxic Epidermal Necrolysis: A Narrative Review. *Ophthalmol Ther*. 2023;12(4):1795-1811. (In Engl). doi:10.1007/s40123-023-00725-w.
14. Konstantinos Christodoulou, Brayden Buras, Sotiria Palioura Optimizing Autologous Serum Tear Therapy for Dry Eye Disease: Strategies and Innovations. 2026 Feb 3;15(3):1181. (In Engl). doi: 10.3390/jcm15031181.
15. Sotozono C, Ueta M, Kinoshita S. Japan: diagnosis and management of Stevens–Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis with severe ocular complications. *Front Med*. 2021;8:657327. (In Japan). doi: 10.3389/fmed.2021.657327.
16. Sotozono C, Ueta M, Yokoi N. Severe Dry Eye With Combined Mechanisms is Involved in the Ocular Sequelae of SJS/TEN at the Chronic Stage. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018 Nov 1;59(14):DES80-DES86. (In Engl). doi: 10.1167/iovs.18-24019.
17. Yang Y, Fung SSM, Chew H, Mireskandari K, Ali A. Amniotic membrane transplantation for Stevens-Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis: the Toronto experience. *Br J Ophthalmol*. 2021;105:1238–1243. (In Engl). doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-316056.
18. Kadyrov R.Z., Primov R.E., Karachurina I.R. Clinical case of alloplant biomaterial use in surgical treatment of ophthalmological complications in patient with Lyell's syndrome. *Practical Medicine*. 2019;17(1):141-144. (In Russ).

ДИАГНОСТИКА, ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

<https://doi.org/10.24060/1999-6209-2026-21-2-76-79>

УДК 617.7-002

© Коллектив авторов, 2026

Г.Я. Гайсина¹, М.Т. Азнабаев¹, М.М. Туйгунов¹, Г.А. Азаматова¹,
С.Р. Авхадеева¹, К.В. Ерыкалина¹, Г.С. Сабитова¹, А.Р. Кузнецова²
**ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*
К МЕСТНЫМ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИМ
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²Поликлиника №2 ГБУЗ РБ ГКБ № 21 г. Уфы

Резюме

Цель. Исследовать чувствительность золотистого стафилококка (*St. aureus*) к ряду местных офтальмологических антибактериальных препаратов.

Материал и методы. Диско-диффузным методом проанализирована чувствительность патогенных штаммов *St. aureus* к наиболее активно применяемым антибиотикам в офтальмологии.

Результаты. Наибольшая чувствительность наблюдалась к моксифлоксацину (зона задержки роста $36 \pm 1,2$ мм), бетифлоксацину ($33 \pm 0,8$ мм), левофлоксацину ($30 \pm 1,3$ мм) и нетилмицину ($25 \pm 0,9$ мм). Умеренная чувствительность определена к тобрамицину ($18 \pm 1,4$ мм) и низкая – к ципрофлоксацину ($15 \pm 1,1$ мм). Наименьшую активность показал левомицетин ($11 \pm 2,2$ мм).

Заключение. Моксифлоксацин, левофлоксацин, бетифлоксацин демонстрируют наибольшую эффективность и могут быть рекомендованы для эмпирической терапии воспалительных заболеваний глаза стафилококковой этиологии. Аминогликозиды (нетилмицин, тобрамицин) сохраняют клиническую значимость как альтернатива или компонент комбинированной терапии. Результаты согласуются с мировой тенденцией роста резистентности и подчеркивают необходимость рационального назначения антибиотиков на основе актуальных региональных данных и постоянного мониторинга.

Ключевые слова: золотистый стафилококк, чувствительность, антибиотики, диско-диффузный метод.

G.Ya. Gaysina, M.T. Aznabae, M.M. Tuigunov, G.A. Azamatova,
S.R. Avkhadeeva, K.V. Erykalina, G.S. Sabitova, A.R. Kuznetsova
**STUDY OF THE SENSITIVITY OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*
TO TOPICAL OPHTHALMIC ANTIBIOTICS**

Abstract

Aim. To study the sensitivity of *Staphylococcus aureus* to a range of topical ophthalmic antibacterial drugs.

Material and methods. The sensitivity of pathogenic *St. aureus* strains to the most actively used antibiotics in ophthalmology was analyzed using the disk diffusion method.

Results. The highest sensitivity was observed to moxifloxacin (inhibition zone 36 ± 1.2 mm), besifloxacin (33 ± 0.8 mm), levofloxacin (30 ± 1.3 mm), and netilmicin (25 ± 0.9 mm). Moderate sensitivity was determined for tobramycin (18 ± 1.4 mm), and low sensitivity for ciprofloxacin (15 ± 1.1 mm). Chloramphenicol showed the least activity (11 ± 2.2 mm).

Conclusion. Moxifloxacin, levofloxacin, and besifloxacin demonstrate the highest efficacy and can be recommended for empirical therapy of severe staphylococcal eye infections. Aminoglycosides (netilmicin, tobramycin) retain clinical significance as an alternative or component of combination therapy. The results are consistent with the global trend of increasing antibiotic resistance and emphasize the necessity for rational antibiotic prescribing based on current regional data and continuous monitoring.

Keywords: *staphylococcus aureus*, sensitivity, antibiotics, disco-diffusion method.

Введение

Наиболее часто в практике врача-офтальмолога амбулаторно-поликлинического учреждения встречается воспаление передней поверхности глаза, вызванное бактериальной микрофлорой. Основная нозологическая форма среди инфекционной патологии глаза – конъюнктивиты. По данным отечественной литературы, в 2023 году конъюнктивиты у взрослого населения зарегистрированы в 926459 случаях, у детей – в 404112 случаях [1]. Одним из ведущих возбудителей бактериальных инфекций переднего отрезка глаза является золотистый стафилококк

(*Staphylococcus aureus*), составляя, по данным различных исследований, от 20 до 40% всех выделенных патогенов [2-5].

В 80-90% случаев лечение инфекционного воспаления органа зрения, в том числе бактериальной этиологии, назначается эмпирически на основе предполагаемого вероятного возбудителя [3-6]. Данный подход оправдан необходимостью оперативного назначения лечения. Однако в части случаев ведет к неоправданному широкому и часто нерациональному применению антибактериальных препаратов. Использование неактивных антибиотиков приводит к снижению эффективно-

сти терапии, увеличению сроков лечения, риску развития тяжелых осложнений, снижению качества жизни пациентов и экономическим затратам.

По данным Всемирной организации здравоохранения, на сегодняшний день существует глобальная проблема антибиотикорезистентности, которая вошла в десять главных угроз развития здравоохранения [5]. Главными причинами антибиотикорезистентности микроорганизмов являются мутационные изменения в генотипе бактериальной клетки, наличие мобильных генетических элементов бактерий, необоснованное использование антибиотиков не только в медицине, но и в сельском хозяйстве, несоблюдение врачебных назначений, самолечение [6-9]. Вышеперечисленные факторы способствуют появлению и распространению устойчивых штаммов микроорганизмов к ряду стандартных препаратов в офтальмологической практике. Известно, что профиль антибиотикорезистентности микроорганизмов вариателен в различных регионах, странах и чаще всего зависит от местных схем назначения препаратов, эпидемиологической обстановки, наличия госпитальных штаммов [9-13]. Отсутствие актуальных региональных данных об антибиотикорезистентности бактерий обосновывает целесообразность данного исследования.

Цель исследования определить чувствительность золотистого стафилококка, выделенного от пациентов с клинически подтвержденным инфекционным воспалением переднего отдела глаза к местным офтальмологическим антибактериальным препаратам.

Материал и методы

Нами было проведено исследование в Диагностической лаборатории БГМУ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России по оценке антимикробной чувствительности *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). В анализ были включены 85 штаммов, выделенных и идентифицированных в лаборатории в 2023-2025 гг. В исследование включили патогенный штамм *S. aureus*, выделенный от пациентов с клинически подтвержденной инфекцией переднего отдела глаза. Критерии исключения: смешанная мик-

рофлора, изоляты от пациентов, получавших местную антибактериальную терапию.

Чувствительность к антибиотикам определяли диско-диффузионным методом на кровяном агаре в соответствии с клиническими рекомендациями. Использовали диски из фильтровальной бумаги, пропитанные строго определенными концентрациями антибиотиков – левомицетин 30 мкг (1), ципрофлоксацин 5 мкг (2), тобрамицин 10 мкг (3), нетилмицин 30 мкг (4), левофлоксацин 5 мкг (5), моксифлоксацин 5 мкг (6), безифлоксацин 5 мкг (7).

Антибактериальную активность препарата оценивали по диаметру зоны задержки роста *S. aureus* вокруг исследуемых дисков. При помощи линейки измеряли зону отсутствия роста культуры. На основании полученных количественных данных можно было судить о высокой, умеренной и низкой чувствительности /резистентности золотистого стафилококка.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 10 и программного обеспечения Microsoft Office XP.

Результаты и обсуждение

На основании проведенного микробиологического исследования чувствительности *S. aureus* к антибактериальным препаратам были получены следующие результаты (см. таблицу).

В результате исследования было выявлено, что *S. aureus* обладает высокой чувствительностью к моксифлоксацину, левофлоксацину, безифлоксацину и нетилмицину (см. рисунок). Наибольшей антибактериальной активностью обладает моксифлоксацин.

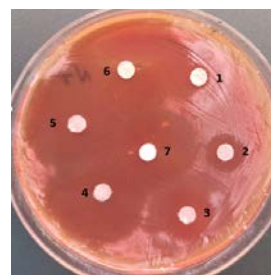


Рис. Определение чувствительности *S. aureus* к антибиотикам:
1 – левомицетин, 2 – ципрофлоксацин, 3 – тобрамицин,
4 – нетилмицин, 5 – левофлоксацин, 6 – моксифлоксацин,
7 – безифлоксацин

Таблица

Чувствительность <i>Staphylococcus aureus</i> к антибактериальным препаратам					
Антибиотик	Зона задержки роста, мм (M±σ)	Чувствительность			
		Высокая	Умеренная	Низкая	Резистентность
Левомецетин	11±2,2	-	-	+	-
Ципрофлоксацин	15±1,1	-	+	+	-
Тобрамицин	18±1,4	-	+	-	-
Нетилмицин	25±0,9	+	+	-	-
Левофлоксацин	30±1,3	+	-	-	-
Моксифлоксацин	36±1,2	+	-	-	-
Безифлоксацин	33±0,8	+	-	-	-

Данное исследование показывает вариативность чувствительности *S. aureus* к местным антибактериальным препаратам, активно применяемым в офтальмологической практике. Результаты согласуются с общемировой тенденцией роста антибиотикорезистентности и имеют важное практическое значение [14,15]. Так, по данным достаточно масштабного исследования зарубежных коллег об устойчивости глазных изолятов бактерий к основным антибиотикам обнаружено, что *S. aureus* показывает высокий уровень устойчивости к цiproфлоксацину, офлоксацину, тобрамицину, гентамицину. При этом подтверждается более высокая активность новых фторхинолонов (IV поколения), таких как моксифлоксацин и безифлоксацин, а также комбинированных препаратов [15]. Преимущество фторхинолонов последнего поколения, вероятно, обусловлено двойным механизмом действия (ингибирование ДНК-гиразы и топоизомеразы IV), а также меньшей распространенностью штаммов, несущих соответствующие механизмы резистентности. Сходные результаты для левофлоксацина и безифлоксацина указывают на то, что

фторхинолоны IV поколения остаются препаратами выбора для эмпирической терапии тяжелых бактериальных инфекций переднего отрезка глаза.

Сохранение чувствительности к тобрамицину и нетилмицину позволяет рассматривать их как эффективную альтернативу или компонент комбинированной терапии.

Более высокий уровень резистентности к левомицетину, цiproфлоксацину ставит под сомнение целесообразность их использования в качестве эмпирической терапии при серьезных инфекциях, особенно в регионах с высоким уровнем устойчивости.

Заключение

Результаты проведенного исследования подтверждают целесообразность использования современных фторхинолонов (моксифлоксацин, левофлоксацин, безифлоксацин) в качестве препаратов первой линии для эмпирической терапии стафилококковых инфекций глаза. Аминогликозиды остаются важной резервной группой. Полученные данные позволяют более рационально подходить к назначению местной антибактериальной терапии в офтальмологии.

Сведения об авторах статьи:

Гайсина Гульфия Ядатовна – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: gaysina7@yandex.ru.

Азнабаев Марат Талгатович – д.м.н., академик АН РБ, профессор кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: m.aznabaev@list.ru.

Туйгунов Марсель Маратович – д.м.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии, вирусологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Азаматова Гульнара Азаматовна – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: azamatova_g@mail.ru.

Авхадеева Светлана Рудольфовна – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Ерыкалина Ксения Владимировна – ассистент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Сабитова Гульнур Салаватовна – студент 6 курса педиатрического факультета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Кузнецова Алия Разифовна – врач-офтальмолог высшей категории поликлиники №2 ГБУЗ РБ ГКБ № 21 г. Уфы. Адрес: 450077, г. Уфа, ул. Цюрупы, 55/1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Здравоохранение в России. 2023: Статистический сборник. – М., 2023. – 255 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravooohran_2023.pdf (дата обращения: 20.01.2026). – С. 120 (Табл. 5.11).
2. Asbell, P.A. Antibiotic resistance rates by geographic region among ocular pathogens collected during the ARMOR surveillance study / P.A. Asbell, R. Pandit, C.M. Sanfilippo // Ophthalmol. Ther. – 2018. – Vol.7, № 2. – P. 417-429. DOI: 10.1007/s40123-018-0141-y.
3. Конъюнктивиты: клинические рекомендации [Электронный ресурс] / Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов», Общероссийская общественная организация «Общество офтальмологов России»; одобрено Научно-практическим Советом Минздрава России. – 2024. – URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/629_2 (дата обращения: 30.01.2026).
4. Офтальмология: Национальное руководство / под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошкетова, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 752 с.
5. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.who.int> (дата обращения: 01.12.2025).
6. Молекулярные механизмы и генетические детерминанты устойчивости к антибактериальным препаратам у микроорганизмов (обзор) / В.Д. Зубарева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57, № 2. – С. 237-256. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.2.237rus
7. Портнягина, Е.В. Рациональная антибактериальная терапия и вопросы предупреждения бактериальной резистентности: учебное пособие / Е.В. Портнягина, Г.Г. Раднаев – Иркутск: ИГМУ, 2022. – 135 с.
8. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050 / GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators // Lancet. – 2024. – Vol. 404, № 10459. – P. 1199-1226. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)01867-1
9. Antimicrobial resistance: a growing serious threat for global public health / M.A. Salam [et al.] // Healthcare (Basel). – 2023. – Vol. 11, № 13. – P. 1946. DOI: 10.3390/healthcare11131946
10. Ehrenhaus, M.P. Hordeolum (stye) [Электронный ресурс] / Ehrenhaus M.P., Sturridge K.A. // Medscape. – Обновлено 30 Dec 2024. – URL: <https://emedicine.medscape.com/article/1213080-overview> (дата обращения: 30.01.2026).

11. Tan, I.J. Pyogenic granuloma of the conjunctiva / I.J. Tan, A.W. Turner // N. Engl. J. Med. – 2017. – Vol. 376, № 17. – P. 1667. DOI: 10.1056/NEJM1613657
12. Самуйло Е.К. Резистентность к антибиотикам бактериальных возбудителей инфекционных заболеваний глаз в России / Е.К. Самуйло // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2013. – Т. 15, № 2. – С. 106-114.
13. Применение антибактериальных глазных мазей в лечении острых и хронических заболеваний век и конъюнктивы / Трубилин В.Н. [и др.] // Офтальмология. – 2019. – Т. 16, №1. – С. 31-37. – DOI: 10.18008/1816-5095-2019-1-31-37
14. Shah, S. Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa infectious keratitis: key bacterial mechanisms that mediate pathogenesis and emerging therapeutics / S. Shah, R.A.F. Wozniak // Front. Cell. Infect. Microbiol. – 2023. – Vol. 13. – Article 1250257. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1250257> – DOI: 10.3389/fcimb.2023.1250257/full (дата обращения: 30.01.2026)
15. Monitoring antibiotic resistance in ocular microorganisms: results from the Antibiotic Resistance Monitoring in Ocular Microorganisms (ARMOR) 2009 surveillance study / W. Haas [et al.] // Am J Ophthalmol. – 2011. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21864846/>

REFERENCES

1. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki (Rosstat). Zdravookhranenie v Rossii. 2023: Statisticheskii sbornik (*Federal State Statistics Service (Rosstat)*). Healthcare in Russia. 2023: Statistical Collection. Moscow: Rosstat; 2023. 255 p. Available from: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zdravookhran2023.pdf> (accessed 2026 Jan 20). p. 120 (Table 5.11) (in Russ.).
2. Asbell PA, Pandit R, Sanfilippo CM. Antibiotic resistance rates by geographic region among ocular pathogens collected during the ARMOR surveillance study. *Ophthalmol Ther.* 2018;7(2):417-29. (in Engl) doi: 10.1007/s40123-018-0141-y.
3. Kon'yunktivity: klinicheskie rekomendatsii (*Conjunctivitis: clinical recommendations*) [Internet]. Obshcherossiiskaya obshchestvennaya organizatsiya «Assotsiatsiya vrachei-oftal'mologov», Obshcherossiiskaya obshchestvennaya organizatsiya «Obshchestvo oftal'mologov Rossii»; approved by Nauchno-prakticheskimi Sovetom Minzdrava Rossii. 2024. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/629_2 (accessed 2026 Jan 30). (In Russ.)
4. Oftal'mologiya: Natsional'noe rukovodstvo (*Ophthalmology: National Guidelines*). Avetisov SE, Egorov EA, Moshetova LK, Neroev VV, Takhchidi KhP, editors. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. 752 p. (In Russ.)
5. World Health Organization [Internet]. Available from: <https://www.who.int> (accessed 2025 Dec 01). (In Russ.)
6. Zubareva VD, [et al.] Molecular mechanisms and genetic determinants of resistance to antibacterial drugs in microorganisms (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya.* 2022;57(2):237-56. (In Russ.) doi: 10.15389/agrobiology.2022.2.237rus.
7. Portnyagina EV, Radnaev GG. Ratsional'naya antibakterial'naya terapiya i voprosy preduprezhdeniya bakterial'noi rezistentnosti: uchebnoe posobie (*Rational antibacterial therapy and the prevention of bacterial resistance: a textbook*). Irkutsk: IGMU; 2022. 135 p. (In Russ.)
8. GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *Lancet.* 2024;404(10459):1199-226. doi: 10.1016/S0140-6736(24)01867-1. (In Engl.)
9. Salam MA, [et al.] Antimicrobial resistance: a growing serious threat for global public health. *Healthcare (Basel).* 2023;11(13):1946. (In Engl.) doi: 10.3390/healthcare11131946.
10. Ehrenhaus MP, Sturridge KA. Hordeolum (stye) [Internet]. Medscape. Updated 30 Dec 2024. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/1213080-overview> (accessed 2026 Jan 30). (In Engl.)
11. Tan IJ, Turner AW. Pyogenic granuloma of the conjunctiva. *N Engl J Med.* 2017;376(17):1667. (In Engl.) doi: 10.1056/NEJM1613657.
12. Samuilov EK. Antibiotic resistance of bacterial pathogens of infectious eye diseases in Russia. 2013;15(2):106-14. (In Russ.)
13. Trubilin V.N., Polunina E.G., Andzhelova D.V., Kurenkov V.V., Evstigneeva Yu.V., Chinenova K.V. The Antibacterial Eye Ointments in the Treatment of Eyelids and Conjunctiva Acute and Chronic Diseases. *Ophthalmology in Russia.* 2019;16(1):31-37. (In Russ.) <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2019-1-31-37>
14. Shah S, Wozniak RAF. Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa infectious keratitis: key bacterial mechanisms that mediate pathogenesis and emerging therapeutics. *Front Cell Infect Microbiol.* 2023;13:1250257. (In Engl.) doi: 10.3389/f
15. Haas W, [et al.] Monitoring antibiotic resistance in ocular microorganisms: results from the Antibiotic Resistance Monitoring in Ocular Microorganisms (ARMOR) 2009 surveillance study. *Am J Ophthalmol.* 2011;152(4):567-574.e1. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21864846/> (In Engl.)

Р.Р. Ибрагимова^{1,2}, Е.А. Лопухова³, Г.М. Идрисова^{1,2}, Т.Р. Мухамадеев^{1,2}
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИИ-СИСТЕМ И ЭКСПЕРТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ВОЗРАСТНОЙ
МАКУЛЯРНОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ОКТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ
(ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

³ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа

Резюме

Цель. Провести сравнение диагностической эффективности экспертной оценки, системы поддержки принятия решений (СППР) и коммерческого решения RetinaAI при анализе снимков оптической когерентной томографии (ОКТ) макулярной области для выявления возрастной макулярной дегенерации (ВМД).

Материал и методы. Проведён анализ ОКТ-изображений макулы у пациентов с диагнозом ВМД. В качестве стандарта использовалась оценка группой экспертов офтальмологов. Диагностика проводилась при помощи собственной разработки СППР и Retina AI с расчётом чувствительности, специфичности, точности и коэффициента Каппа.

Результаты. Система поддержки принятия решений продемонстрировала специфичность 100%, чувствительность 98,3% (при бинарной оценке выявления ВМД), многоклассовую точность 92,5% и коэффициент Каппа 0,9. RetinaAI показала чувствительность 81,7%, специфичность 100%, точность 65,6% и коэффициент Каппа 0,51.

Заключение. RetinaAI эффективно дифференцирует заболевания макулярной области и разграничивает раннюю и позднюю стадии ВМД, но не выявляет промежуточную стадию. Её определение важно для подбора частоты наблюдения и своевременного начала лечения. Разработанная СППР надёжно идентифицирует эту стадию, что делает её более эффективным инструментом мониторинга пациентов с ВМД.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация, оптическая когерентная томография, искусственный интеллект, нейросеть, алгоритмы глубокого обучения, RetinaAI.

R.R. Ibragimova, E.A. Lopukhova, G.M. Idrisova, T.R. Mukhamadeev
**COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF AI SYSTEMS AND EXPERT AGE-RELATED MACULAR
DEGENERATION DIAGNOSTICS BASED ON OCT IMAGES (PILOT STUDY)**

Abstract

Aim. To compare the diagnostic effectiveness of an expert assessment, a decision support system (DSS) and a commercial RetinaAI solution when analyzing OCT images of the macular region to detect age-related macular degeneration (AMD).

Material and methods. OCT images of the macula in patients with suspected AMD were analyzed. The assessment of a group of ophthalmology experts was used as the standard. The diagnosis was carried out using proprietary DSS and Retina AI software with the calculation of sensitivity, specificity, accuracy and Kappa coefficient.

Results. The DSS demonstrated sensitivity and specificity of 100%, accuracy of 92.5%, and a Kappa coefficient of 0.9. RetinaAI showed sensitivity of 81.7%, specificity of 100%, accuracy of 65.6% and Kappa coefficient of 0.51.

Conclusions. RetinaAI effectively differentiates diseases of the macular region and distinguishes between the early and late stages of AMD, but does not identify the intermediate stage. Its determination is important for selecting the frequency of follow-up and timely initiation of treatment. The developed DSS reliably identifies this stage, which makes it a more effective monitoring tool for AMD patients.

Keywords: age-related macular degeneration, optical coherence tomography, artificial intelligence, neural network, deep learning algorithms, RetinaAI.

Введение

Возрастная макулярная дегенерация (ВМД) – одна из ведущих причин необратимой потери центрального зрения у лиц старше 50 лет [6]. По современным эпидемиологическим данным, около 20 млн. человек имеют ту или иную форму ВМД. Согласно прогнозам, к 2040 году это число может вырасти до 288 млн. [9,11,13,15]. Критически важно, что при ВМД потеря центрального зрения часто является необратимой, что напрямую влияет на качество жизни пациента и экономику системы здравоохранения [2]. В последние годы увеличилась продолжительность жизни населения и наблюдается рост числа пациентов с ВМД, что приводит к увеличению нагрузки на

офтальмологические службы. Для сохранения зрительных функций и своевременного начала проведения терапии пациента важно раннее выявление и точное стадирование ВМД [12].

Одним из основных методов диагностики ВМД является оптическая когерентная томография (ОКТ). Это неинвазивный, безопасный метод, позволяющий выявить микроструктурные изменения в макулярной зоне [4].

Однако использование ОКТ имеет ряд ограничений: вариабельность интерпретаций при оценке различными экспертами (особенно в пограничных случаях); высокие временные затраты на проведение анализа данных каждого пациента; неравномерное распределение квалифицированных специалистов по регио-

нам, что снижает доступность диагностики для пациентов [1,5].

Внедрение искусственного интеллекта в офтальмологическую диагностику открывает возможности для повышения доступности и стандартизации диагностики ВМД. Свёрточные нейронные сети (СНС) и другие архитектуры глубокого обучения продемонстрировали способность к выявлению и классификации ВМД-биомаркеров на ОКТ-изображениях с диагностической точностью, нередко превосходящей оценку опытными диагностами. На сегодняшний день имеются коммерчески доступные системы автоматизированной диагностики. Одной из них является RetinaAI, которая позиционируется как инструмент для расширения доступа к диагностике, особенно в первичном офтальмологическом звене [14]. RetinaAI – это программное обеспечение на основе искусственного интеллекта, разработанное для автоматизации анализа ОКТ-изображений с целью выявления и диагностики заболеваний макулярной области. В ходе исследования программное обеспечение продемонстрировало следующую диагностическую эффективность: чувствительность составила 95,16%, специфичность – 97,76%, точность – 97,38% при выявлении патологических состояний глазного дна [3].

Однако внедрение нейросетей ограничивается рядом факторов: неопределённость в трактовке расхождений между выводами искусственного интеллекта (ИИ) и эксперта, риском клинических ошибок при автоматической интерпретации биомаркеров, недостаточным доверием со стороны врачей и низкой интерпретируемостью заключений ИИ [8].

Цель исследования – сравнительная оценка диагностической эффективности и степени согласия между коммерчески апробированной системой RetinaAI, авторской системой поддержки принятия решений и консенсусной экспертной оценкой опытных офтальмологов при классификации пациентов по стадиям ВМД на основе ОКТ-изображений.

Материал и методы

Для данного сравнительного исследования был использован датасет, состоящий из 40 ОКТ-изображений макулярной области без признаков патологии и 120 с подтвержденной ВМД, классифицированных по стадиям в соответствии с Age-Related Eye Disease Study (AREDS): ранняя (n=40), промежуточная (n=40), поздняя (n=40) стадии.

Диагноз и стадирование ВМД установлены восемью независимыми офтальмологами с опытом работы в ретинологии более 8

лет на основе офтальмоскопии и ОКТ в соответствии с критериями AREDS. В случае разногласия проводилось совместное обсуждение с участием девятого специалиста до достижения консенсуса.

Классификация ВМД проводилась в соответствии с критериями AREDS на основе анализа ключевых биомаркеров:

- отсутствие ВМД (категория 1 AREDS): отсутствие изменений или небольшое количество мелких друз (диаметр <63 микрон);
- ранняя ВМД (категория 2 AREDS, ранняя сухая форма ВМД): множественные мелкие друзы, небольшое число друз среднего размера (диаметр от 63 до 124 микрон) или начальные изменения пигментного эпителия (ПЭ) сетчатки;
- промежуточная ВМД (категория 3 AREDS, промежуточная сухая форма ВМД): множество друз среднего размера, по крайней мере, одна большая друза (диаметр ≥ 125 микрон), или географическая атрофия (ГА), не затрагивающая центральной ямки;
- поздняя ВМД (категория 4 AREDS): характеризуется наличием географической атрофии, макулярной неоваскуляризации, рубцово-атрофических изменений в макулярной области.

Критерии исключения: другие макулярные заболевания, ОКТ-сканы низкого качества, непрозрачность оптических сред, витреоретинальные вмешательства.

ОКТ-сканы были получены на аппаратах Avanti XR (Optovue, США) и REVO NX (Optopol, Польша) в режиме Radial Lines при стандартном протоколе. Все сканы были загружены в единый датасет без идентифицирующей информации пациентов в рандомизированном порядке для слепого анализа. Каждый ОКТ-скан оценивался двумя независимыми методами для классификации стадии ВМД.

Основной компонент разработанной нами системы представляет собой модифицированную свёрточную нейронную сеть ResNet-18, интегрированную с генетическим алгоритмом многокритериальной оптимизации Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II. Данная архитектура обеспечивает эффективное извлечение и классификацию биомаркеров на ОКТ. Система обучена на 1748, валидация и первичное тестирование проводилась на 219 и 218 соответственно, финальное тестирование – на независимой выборке из 160 ОКТ-сканов, не участвовавших в обучении. Классификационный блок (полносвязный слой, обученный на признаках, извлечённых модифицированной ResNet-18) оптими-

зирован с применением NSGA-II для многокритериальной балансировки метрик диагностической точности [10].

Для сравнительного анализа был использован программный комплекс, основанный на алгоритме автоматической сегментации для оценки степени тяжести заболеваний сетчатки – Retina AI версия v1.0.0 (ТУ 58.29.32-001-60003594-2022).

Для оценки эффективности рассчитывались матрицы сопряжённости; чувствительность и специфичность определялись для каждого класса по схеме «один против остальных» (OvR) с последующим макроусреднением по всем четырём классам. Помимо этого, для бинарной задачи (ВМД vs. Норма) рассчитывались интегральные чувствительность и специфичность. Точность (ассурасу) вычислялась как доля правильно классифицированных наблюдений от общего числа. Коэффициент Каппа рассчитывался по формуле Cohen для многоклассовой задачи. Результаты представлены как процентные доли (%) для чувствительности, специфичности, точности.

Результаты

Полученные данные свидетельствуют о высокой общей согласованности между оценками эксперта и СППР (92,5% совпадений). Наибольшая точность достигнута для категорий «Норма» и «Поздняя стадия» (по 100%), что указывает на надёжность системы в идентификации пограничных состояний. Также с высокой точностью (95%) определяется промежуточная стадия. Значительные расхожде-

ния наблюдаются при классификации ранней стадии (75%). Основным типом ошибок можно считать смешение ранней и промежуточной стадий из-за схожести их диагностических признаков. Устойчивость работы СППР подтверждает отсутствие систематических грубых ошибок (максимальное число расхождений в одной ячейке – 8) (табл. 1).

Анализ матрицы сопряженности эксперт – RetinaAI показал, что Retina AI продемонстрировала совпадение с оценкой экспертов в группе «норма» и «поздняя стадия» (по 100%). На ранней стадии выявила частичное совпадение, верно идентифицировав 25 из 160 случаев (точность 62,5%). Отсутствие совпадений для промежуточной стадии (0 случаев) указывает на потенциальные ограничения алгоритма в данной категории. Совпадение заключений эксперта и RetinaAI достигло общей точности 65,6% (105 верно классифицированных случаев из 160) (табл. 2).

При сравнении диагностических показателей были выявлены различия между СППР и RetinaAI в задаче стадирования ВМД. RetinaAI показала специфичность и чувствительность для бинарной задачи выявления ВМД 100% и 81,7% соответственно, при этом ее общая точность составила лишь 65,6%, а коэффициент Каппа (0,51) выразил умеренное согласие с мнением экспертов, СППР достигла специфичности 100%, чувствительности 98,3% (бинарная задача), многоклассовой точности 92,5% и коэффициента Каппа 0,9. Макро-усреднённая чувствительность по классам составила 92,5%.

Таблица 1

Матрица сопряженности эксперт – СППР					
Стадии согласно мнениям экспертов	Стадии по заключению СППР				Итого
	Норма	Ранняя	Промежуточная	Поздняя	
Норма	40	0	0	0	40
Ранняя стадия	2	30	8	0	40
Промежуточная стадия	0	2	38	0	40
Поздняя стадия	0	0	0	40	40
Итого...	42	32	46	40	160

Таблица 2

Матрица сопряженности эксперт – RetinaAI					
Стадии согласно мнениям экспертам	Стадии согласно RetinaAI				Итого
	Норма	Ранняя	Промежуточная	Поздняя	
Норма	40	0	0	0	40
Ранняя стадия	15	25	0	0	40
Промежуточная стадия	7	30	0	3	40
Поздняя стадия	0	0	0	40	40
Итого...	62	55	0	43	160

Обсуждение

Полученные результаты согласуются с общей тенденцией, прослеживаемой в современной литературе: специализированные ИИ-системы, оптимизированные под конкретную диагностическую задачу, демонстрируют диа-

гностические показатели, сопоставимые с экспертными оценками или превосходящие их, тогда как универсальные коммерческие решения уступают в задачах детального стадирования. Так, в масштабном многоцентровом исследовании облачной ИИ-платформы

AI-PORAS на основе ОКТ, развернутой в 207 медицинских учреждениях Китая, система достигла средней точности 93,12% при классификации 14 патологических состояний сетчатки. Примечательно, что наименьшая точность системы зафиксирована именно для друз (87,13%) – одного из ключевых биомаркеров ВМД, что косвенно подтверждает сложность автоматической дифференцировки тонких изменений при ранней и промежуточной стадиях ВМД [7]. В нашем исследовании RetinaAI продемонстрировала схожий паттерн «провала» на промежуточной стадии ВМД, тогда как СППР классифицировала ту же категорию с точностью 95%. Аналогичная закономерность выявлена при сравнении AutoML – и экспертно разработанных моделей для ВМД: Engin C.D. et al. показали, что EfficientNet V2, оптимизированная ИИ-специалистом, достигала точности 99,67% и F1-показателей $\geq 0,99$ во всех бинарных задачах классификации ОКТ-изображений. Тогда как AutoML – решение на базе LobeAI (ResNet-50 V2) ограничивалось точностью 89,0% и F1 от 0,86 до 0,93, причем наибольшие трудности возникали именно при идентификации сухой формы ВМД (Se=0,817) [11].

Наше исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, небольшая выборка может угрожать низкой репрезентативностью. Во-

вторых, авторская разработка СППР была обучена распознавать только ВМД. Диагностика по ОКТ требует высокой точности, но даже у специалистов результаты интерпретации снимков могут заметно отличаться.

Заключение

Система RetinaAI демонстрирует высокую диагностическую ценность в дифференциации различных заболеваний макулярной области и разграничении ранней и поздней стадий возрастной макулярной дегенерации, но имеет сложности в выделении промежуточной стадии. Определение данной стадии ВМД имеет существенное диагностическое значение: оно позволяет определять оптимальную частоту динамического наблюдения для своевременного определения необходимости лечения пациентов. С данной задачей оптимально справляется разработанная система поддержки принятия решений. Она надёжно идентифицирует данную стадию, что делает её более эффективным инструментом для динамического мониторинга пациентов с ВМД.

Исследование выполнено в рамках работ по государственному заданию Минобрнауки России для УУНУТ (соглашение № 075-03-2024-123/1 от 15.02.2024 г.) в молодёжной научно-исследовательской лаборатории Евразийского НОЦ «Сенсорные системы на основе устройств интегральной фотоники».

Сведения об авторах статьи:

Ибрагимова Рада Радиковна – аспирант кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, врач-офтальмолог ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: ibragimova.rada2016@yandex.ru.

Лопухова Екатерина Александровна – инженер кафедры телекоммуникационных систем ФГБОУ ВО УУНУТ. Адрес: 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. E-mail: lopukhova.ea@ugatu.su.

Идрисова Гульназ Маратовна – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, врач-офтальмолог ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: idguma@mail.ru.

Мухамедеев Тимур Рафаэльевич – д.м.н., зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, зам. генерального директора по научно-клинической работе ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: photobgmu@gmail.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация снимков оптической когерентной томографии с использованием методов глубокого машинного обучения / А.А. Арзамасцев [и др.] // Digital Diagnostics. – 2024. – Т. 5. – №. 1. – С. 5-16.
2. Ивахненко, О.И. Возрастная макулярная дегенерация и диабетическое поражение глаз. Социально-экономические аспекты заболеваемости / О.И. Ивахненко, В.В. Нероев, О.В. Зайцева // Вестник офтальмологии. – 2021. – Т. 137. – №. 1. – С. 123-129.
3. Изучение возможностей программы искусственного интеллекта в диагностике заболеваний макулярной области / М.Р. Хабазова [и др.] // Digital Diagnostics. – 2024. – Т. 5. – №. 1. – С. 17-28.
4. Optical coherence tomography (OCT): principle and technical realization / S. Aumann [et al.] // High resolution imaging in microscopy and ophthalmology: new frontiers in biomedical optics. – 2019. – P. 59-85.
5. Predicting treat-and-extend outcomes and treatment intervals in neovascular age-related macular degeneration from retinal optical coherence tomography using artificial intelligence/ H. Bogunović [et al.] // Frontiers in Medicine. – 2022. – Т. 9. – P. 958469.
6. Is Multiwavelength Photobiomodulation Effective and Safe for Age-Related Macular Degeneration? A Systematic Review and Meta-Analysis / K.Y. Chen [et al.] // Ophthalmology and Therapy. – 2025. – P. 1-19.
7. An artificial intelligence cloud platform for OCT-based retinal anomalies screening system in real clinical environments / X. Chen [et al.] // npj Digital Medicine. – 2025. – Т. 8. – №. 1. – P. 559.
8. Comparative Analysis of Automated vs. Expert-Designed Machine Learning Models in Age-Related Macular Degeneration Detection and Classification / C.D. Engin [et al.] // Turkish Journal of Ophthalmology. – 2025. – Т. 55. – №. 3. – С. 120.
9. Global burden of vision impairment due to age-related macular degeneration, 1990–2021, with forecasts to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021 / Y.D. Jeong [et al.] // The Lancet Global Health. – 2025. – Т. 13. – №. 7. – P. e1175-e1190.
10. An Interpretable Clinical Decision Support System Aims to Stage Age-Related Macular Degeneration Using Deep Learning and Imaging Biomarkers / E.A. Lopukhova [et al.] // Applied Sciences. – 2025. – Т. 15. – №. 18. – P. 10197.
11. The predictive capabilities of artificial intelligence-based OCT analysis for age-related macular degeneration progression—a systematic review / G.A. Muntean [et al.] // Diagnostics. – 2023. – Т. 13. – №. 14. – P. 2464.
12. Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis / W.L. Wong [et al.] // The Lancet Global Health. – 2014. – Т. 2. – №. 2. – P. e106-e116.

13. National, regional, and provincial prevalence of age-related macular degeneration in China in 2020: an updated systematic review and modelling study / J. Wu [et al.] // *Journal of Global Health*. – 2026. – Т. 16. – P. 04062.
14. Yusupov, A.F. Application of artificial intelligence technology» Retina AI» to optimize diabetic retinopathy screening / A.F. Yusupov, A.U. Ismailov // *Central Asian Journal of Medicine*. – 2025. – №. 7. – P. 6-10.
15. Global burden of low vision and blindness due to age-related macular degeneration from 1990 to 2021 and projections for 2050/ S. Zhang [et al.] // *BMC Public Health*. – 2024. – Т. 24. – №. 1. – P. 3510.

REFERENCES

1. Arzamastsev AA, Fabrikantov OL., Kulagina EV, Zenkova NA. Klassifikaciya snimkov opticheskoy kogerentnoy tomografii s ispol'zovaniem metodov glubokogo mashinnogo obucheniya. *Digital Diagnostics*. 2024.(1):5-16. (In Russ).
2. Ivakhnenko OI, Neroev VV, Zaitseva OV. Vozrastnaya makulyarnaya degeneraciya i diabeticheskoe porazhenie glaz. Social'no-e'konomicheskie aspekty' zabolevaemosti. *Vestnik oftal'mologii*. 2021.(1):123-129. (In Russ).
3. Khabazova MR, Ponomareva EN, Loskutov IA, Katalevskaya EA, Sizov AYU, Gabaraev GM. Izuchenie vozmozhnostej programmy' iskusstvennogo intellekta v diagnostike zabolevanij makulyarnoj oblasti. *Digital Diagnostics*. 2024.(1):17-28. (In Russ).
4. Aumann S., Donner S., Fischer J. [et al.] Optical coherence tomography (OCT): principle and technical realization. High resolution imaging in microscopy and ophthalmology: new frontiers in biomedical optics. 2019:59-85. (In Engl).
5. Bogunović H., Mares V., Reiter G.S. [et al.] Predicting treat-and-extend outcomes and treatment intervals in neovascular age-related macular degeneration from retinal optical coherence tomography using artificial intelligence. *Frontiers in Medicine*. 2022.(9):958469. (In Engl).
6. Chen K.Y., Lee H.K., Chan H.C. [et al.] Is Multiwavelength Photobiomodulation Effective and Safe for Age-Related Macular Degeneration? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmology and Therapy*. 2025:1-19. (In Engl).
7. Chen X., Wang J., Qian T. [et al.] An artificial intelligence cloud platform for OCT-based retinal anomalies screening system in real clinical environments. *npj Digital Medicine*. 2025.(1):559. (In Engl).
8. Engin C.D., Beşenk U., Özizmiriler D. [et al.] Comparative Analysis of Automated vs. Expert-Designed Machine Learning Models in Age-Related Macular Degeneration Detection and Classification. *Turkish Journal of Ophthalmology*. 2025;(3):120. (In Engl).
9. Jeong Y. D., Park S., Kim M. S., [et al.] Global burden of vision impairment due to age-related macular degeneration, 1990–2021, with forecasts to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Global Health*. 2025;(7):e1175-e1190. (In Engl).
10. Lopukhova E. A., Yusupov E. S., Ibragimova R. R. [et al.] I An Interpretable Clinical Decision Support System Aims to Stage Age-Related Macular Degeneration Using Deep Learning and Imaging Biomarkers. *Applied Sciences*. 2025;(18):10197. (In Engl).
11. Muntean G. A., Marginean A., Groza A. [et al.] The predictive capabilities of artificial intelligence-based OCT analysis for age-related macular degeneration progression—a systematic review. *Diagnostics*. 2023;(14):2464. (In Engl).
12. Wong W. L., Su X., Li X. [et al.] Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*. 2014;(2):e106-e116. (In Engl).
13. Wu J., Shan S., Zhou J., Li, Y. [et al.] National, regional, and provincial prevalence of age-related macular degeneration in China in 2020: an updated systematic review and modelling study. *Journal of Global Health*. 2026;(16):04062. (In Engl).
14. Yusupov A.F., Ismailov A.U. Application of artificial intelligence technology» Retina AI» to optimize diabetic retinopathy screening. *Central Asian Journal of Medicine*. 2025;(7):6-10. (In Engl).
15. Zhang S., Ren J., Chai R., Yuan S. [et al.] Global burden of low vision and blindness due to age-related macular degeneration from 1990 to 2021 and projections for 2050. *BMC Public Health*. 2024;(1): 3510. (In Engl).

Р.Р. Ахмадеев, Р.Р. Ямгутдинов, Т.Р. Мухамадеев, А.С. Вафиев
ПОСТОЯННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛАЗА
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЭНДОИЛЛЮМИНАЦИИ
(ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа

Резюме

Цель. Изучить основные амплитудные и временные параметры постоянного потенциала глаза (ППГ) при различных режимах экспериментальной эндовитреальной иллюминации в условиях *in vivo* на модели кролика.

Материал и методы. Исследование выполнено на кроликах шиншилла ($n=6$). Постоянный потенциал глаза регистрировали с помощью электрофизиологического комплекса Tomey EP_1000 (Tomey, Япония) до, во время и после эндовитреальной иллюминации ксеноновым источником: 50%/30 мин., 50%/60 мин., 100%/30 мин., 100%/60 мин.

Результаты. Эндовитреальная иллюминация оказывает дозозависимый эффект на электрофизиологическую функцию пигментного эпителия (ПЭ) у кролика. При 50% интенсивности ответ ПЭ оставался стабильным на всех стадиях; при 100% интенсивности изменения ППГ зависели от продолжительности воздействия: при 30-минутной эндоиллюминации наблюдался отрицательный тренд в ответе ($-0,07$ мВ/мин.), при 60-минутной – положительный ($0,04$ мВ/мин.). Сохранение L/D отношения $\geq 0,72$ на всех стадиях в протоколах указывает на то, что функциональная целостность ПЭ не была критически нарушена в условиях данного эксперимента.

Заключение. Эндовитреальная иллюминация оказывает дозозависимый эффект на электрофизиологическую функцию пигментного эпителия кролика. Несмотря на то, что все использованные протоколы эндоиллюминации превышали международный стандарт безопасности ISO 15004-2 (≤ 10 Дж/см²), электрофизиологическая функция ПЭ оставалась относительно сохранной. Полученные данные указывают на потенциальные адаптивные возможности ПЭ и обосновывают необходимость дальнейших исследований для оптимизации хирургических режимов освещения.

Ключевые слова: постоянный потенциал глаза, темновой спад, световой пик, пигментный эпителий, нейрорецепторная сетчатка, эндоиллюминация, фототоксичность.

R.R. Akhmadeev, R.R. Yamgutdinov, T.R. Mukhamadeev, A.S. Vafiev
STANDING POTENTIAL OF THE EYE IN EXPERIMENTAL ENDOILLUMINATION
(PILOT STUDY)

Abstract

Aim: to study the main amplitude and temporal parameters of the standing potential of the eye (SPE) under different modes of experimental endovitrear illumination *in vivo* in a rabbit model.

Material and methods. The study was performed on Chinchilla rabbits ($n=6$). The SPE was recorded using a Tomey EP-1000 electrophysiological complex (Tomey, Japan) before, during, and after endovitrear illumination with a xenon light source at the following settings: 50%/30 min, 50%/60 min, 100%/30 min, and 100%/60 min.

Results. Endovitrear illumination has a dose-dependent effect on the electrophysiological function of the rabbit retinal pigment epithelium (RPE). At 50% intensity, the RPE response remained stable at all stages. At 100% intensity, changes in the SPE depended on the exposure duration: a negative trend in the response was observed during 30-minute endoillumination (-0.07 mV/min), while a positive trend was seen during 60-minute illumination (0.04 mV/min). The preservation of an L/D ratio ≥ 0.72 across all stages and protocols indicates that the functional integrity of the RPE was not critically compromised under the conditions of this experiment.

Conclusion. Endovitrear illumination has a dose-dependent effect on the electrophysiological function of the rabbit retinal pigment epithelium. Although all endoillumination protocols exceeded the international safety standard ISO 15004-2 (≤ 10 J/cm²), the electrophysiological function of the RPE remained relatively preserved. These findings suggest the potential adaptive capacity of the RPE and justify the need for further research to optimize surgical illumination regimens.

Keywords: standing eye potential, dark drop, light peak, pigment epithelium, neuroreceptive retina, endoillumination, phototoxicity.

Введение

При выполнении витреоретинальных вмешательств с использованием систем эндоиллюминации (ЭИ) хирург неизбежно сталкивается с риском фототоксических повреждений, патогенез которых обусловлен двумя факторами. Во-первых, в процессе фототрансдукции и в условиях метаболической активности фоторецепторов происходит усиленная генерация активных форм кислорода [2,6], во-вторых, по причине того, что свет при ЭИ минует естественные защитные фильтры – роговицу и хрусталик, его фототоксическое влияние на сетчатку и пигментный эпителий (ПЭ) носит более выраженный характер [7,10,18].

Достаточно чувствительным методом прижизненной количественной оценки функционального состояния пигментного эпителия является регистрация постоянного потенциала глаза (ППГ) [1,5,9,13]. Он генерируется главным образом апикальной и базолатеральной мембранами ПЭ в ответ на световой стимул и коррелирует с целостностью Na^+/K^+ -АТФазы и кальциевых каналов ПЭ [13,16]. Изменения амплитуды и динамики ППГ могут служить ранним маркером дисфункции ПЭ, предшествующим необратимому морфологическому повреждению [5,13].

Тем не менее, исследований функционального состояния пигментного эпителия с регистрацией ППГ в витреоретинальной хи-

рургии явно недостаточно. Существует пробел в понимании того, какие режимы освещения являются относительно безопасными, а какие представляют непосредственный риск необратимого повреждения. Кроме того, связь между функциональными параметрами ПЭ и структурным фотохимическим повреждением требует дальнейшего уточнения.

Таким образом, экспериментальное изучение временного профиля и амплитудных характеристик ППГ в условиях моделируемой эндовитреальной иллюминации различной интенсивности и длительности является актуальной задачей. Полученные данные могут служить физиологическим обоснованием для выбора щадящих режимов освещения при витреоретинальных вмешательствах.

Цель исследования – изучить основные амплитудные и временные параметры постоянного потенциала глаза при различных режимах экспериментальной эндовитреальной иллюминации в условиях *in vivo* на модели кролика.

Материал и методы

Исследование выполнено на кроликах породы шиншилла ($n=6$). Каждое животное использовалось для одного из четырех экспериментальных протоколов эндовитреальной иллюминации: 50%/30 мин., 50%/60 мин., 100%/30 мин., 100%/60 мин. В итоговый анализ включены данные четырех животных. Два кролика использовались для отработки методики регистрации ППГ и методологии позиционирования световода и были исключены из анализа вследствие технических артефактов при регистрации. Для обеспечения сопоставимости результатов общую анестезию проводили по идентичной схеме внутримышечным введением комбинации ксилазина (5 мг/кг) и медетомидина (0,1 мг/кг). Для эпibuльбарной анестезии применяли 0,1 мл 2% раствора инокаина.

Эндовитреальную иллюминацию осуществляли ксеноновым источником, интегрированным в универсальную офтальмологическую микрохирургическую систему «Оптимед Профи» («Оптимедсервис», Россия); световод диаметром 25G (0,51 мм) с углом конуса освещения 30° вводили через pars plana и располагали на фиксированном расстоянии 8 мм от сетчатки. Световод направляли в область макулы под контролем операционного микроскопа.

Два уровня интенсивности 50% и 100% от максимума прибора соответствовали люминесценции 8000 кд/м^2 и 16000 кд/м^2 . На основе этих значений и геометрии световода рассчи-

тана «облученность» на сетчатке: 12 мВ/см^2 при 50% и 24 мВ/см^2 при 100%. Кумулятивная доза облучения для протокола 50%/30 минут составила $21,6 \text{ Дж/см}^2$, для 50%/60 минут и 100%/30 минут – $43,2 \text{ Дж/см}^2$, для 100%/60 минут – $86,4 \text{ Дж/см}^2$. Все эти значения превышают стандарт ISO 15004-2 ($\leq 10 \text{ Дж/см}^2$) [ISO 15004-2:2014 (Ophthalmic instruments – Light hazard protection), ICNIRP Guidelines] и порог явного клинического фототоксического повреждения ($>20 \text{ Дж/см}^2$) [15].

Постоянный потенциал глаза регистрировали с помощью электрофизиологического комплекса Tomey EP-1000 (Tomey, Япония). Активную электрод-линзу располагали на роговице и закрепляли между нижним и верхним веками. Референтный и заземляющий электроды были установлены подкожно в области лобной кости и оставались в неизменном положении на протяжении всего эксперимента. Электроды имели импеданс, не превышающий 4 кОм. Типовая сессия регистрации состояла из двух фаз по 15 минут: темновой – базовый уровень без внешнего освещения (0-15 минут) и световой – фронтальное освещение (с 15 по 30 минуту). Типичный пример записи представлен на рис. 1А, который соответствует стандартам ISCEV [5].

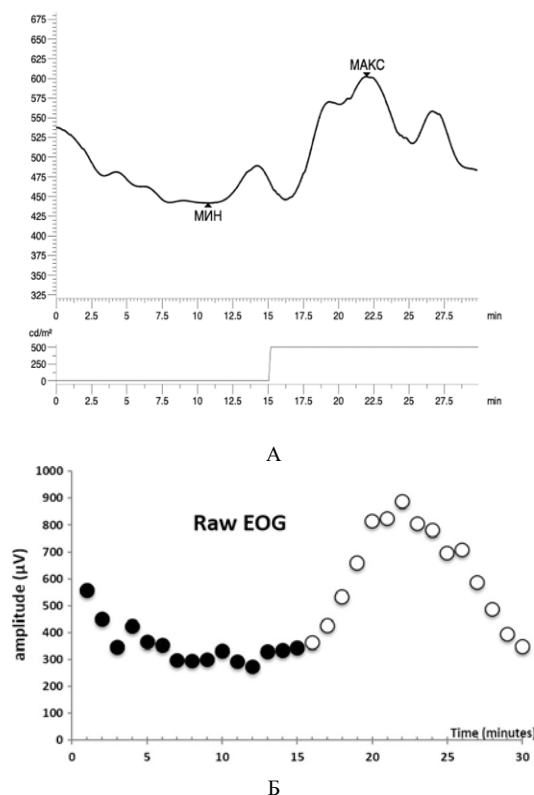


Рис. 1. А – пример записи постоянного потенциала глаза в исходном состоянии. Ось абсцисс: нижняя шкала – время подачи светового стимула регистратора ЭОГ; верхняя шкала – временные параметры ППГ. Ось ординат соответственно – интенсивность светового стимула ЭОГ (Кд/м^2), верхняя шкала – амплитуда ППГ, мкВ. Б – пример записи ППГ по Constable PA, Bach M, et al., 2017 [5]

Каждый протокол эндоиллюминации включал три отдельные сессии регистрации: до вмешательства, во время эндоиллюминации и после вмешательства.

Для количественного анализа сигналы экспортировали со скриншотов и оцифровывали с помощью веб-приложения WebPlotDigitizer (Automeris LLC, доступно: <https://automeris.io/wpd>), получая временные ряды значений напряжения (мВ) с равномерным шагом по времени. Все сигналы откалиброваны согласно масштабу оси у, отображенному на экране прибора.

Среднее значение амплитуды сигнала в темновой фазе рассматривали как исходный уровень постоянного потенциала. Для исключения смещений, вызванных индивидуальной вариабельностью животных, все значения в световой фазе корректировали по формуле (1):

$$\text{Амплитуда}_{\text{корр}} = \text{Амплитуда}_{\text{текущая}} - \text{Амплитуда}_{\text{исходная}} \quad (1)$$

Для световой фазы (15-30 мин) каждого протокола и каждой стадии (до, во время, после) вычисляли следующие параметры. Средняя амплитуда (мВ) – среднее арифметическое всех скорректированных значений – отражает интегральный уровень ответа ПЭ на световую стимуляцию. Среднеквадратичное отклонение (root mean square, RMS, мВ) – квадратный корень из среднего квадрата амплитуд, отражающее энергию и вариабельность сигнала, характеризует стабильность ответа ПЭ. Тренд (мВ/мин) – коэффициент линейной регрессии (наклон), аппроксимирующей прямой, построенной по методу наименьших квадратов для зависимости амплитуды от времени в световой фазе. Положительный тренд указывает на увеличение амплитуды ППГ (усиление ответа), отрицательный – на снижение амплитуды (угасание ответа). Отношение Light/Dark (L/D, коэффициент Ардена) – отношение средней амплитуды в световой фазе к абсолютному значению средней амплитуды в темновой фазе (по некорректированным данным). Согласно стандарту ISCEV, нормальные значения L/D для здорового животного составляют 1,3-1,6 [5,8]. Это отношение служит классическим маркером функциональной целостности ПЭ.

Статистическую обработку выполнили в среде R 4.2.2 (R Core Team, 2022). Учитывая малый объем выборки (n=4), формальное статистическое тестирование не проводили. Результаты представлены в виде описательных статистик (среднее значение ± стандартное отклонение). Полученные пилотные данные следует рассматривать как предварительные и

нуждающиеся в валидации на большей выборке животных с применением адекватного статистического анализа.

Все процедуры проводились в соответствии с Федеральным законом РФ № 498-ФЗ и этическими стандартами Хельсинкской декларации, Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и в других научных целях. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом БГМУ (протокол № 10 от 13.10.2023).

Результаты

Анализ показал некоторые различия в амплитудных и временных характеристиках ППГ при эндовитреальной иллюминации различной интенсивности и продолжительности (рис. 2). Описательные характеристики ППГ (средняя амплитуда, среднеквадратичное отклонение, тренд) для всех четырех протоколов и стадий наблюдения представлены в табл. 1.

Таблица 1
Основные характеристики ППГ в протоколах эндоиллюминации

Протокол	Стадия	Средняя амплитуда, мВ	RMS, мВ	Тренд, мВ/мин
50% 30 минут	До	0,04	0,62	-0,07
	Интра	-0,23	0,50	-0,01
	После	0,24	0,61	0,02
50% 60 минут	До	0,52	0,94	0,03
	Интра	0,53	1,33	0,08
	После	-0,42	0,47	0,01
100% 30 минут	До	-0,01	0,66	-0,03
	Интра	0,14	0,82	-0,07
	После	-0,26	0,73	0,03
100% 60 минут	До	-0,56	0,88	0,05
	Интра	0,14	0,58	0,04
	После	0,18	0,61	0,02

При 50% интенсивности эндовитреального освещения регистрировались минимальные изменения амплитуды ППГ, что свидетельствует о низком функциональном стрессе на ПЭ. При продолжительности воздействия 30 минут средняя амплитуда в интраоперационной фазе составила -0,23 мВ (RMS 0,50 мВ), а при воздействии 60 минут – 0,53 мВ (RMS 1,33 мВ). Послеоперационные значения амплитуды возвращались к близким исходным уровням: 0,24 мВ при экспозиции 30 минут и -0,42 мВ при экспозиции 60 минут (рис. 2). Это указывает на хорошую функциональную восстанавливаемость ПЭ после прекращения эндоиллюминации. Коэффициенты тренда при 50% интенсивности оставались близкими к нулю на всех стадиях (от -0,07 до 0,08 мВ/мин), отражая стабильность электрогенной активности пигментного эпителия. Отсутствие выраженного положительного или отрицательного тренда в интраоперационной фазе подтверждает, что

умеренная интенсивность световой стимуляции не вызывает ни прогрессивного истощения, ни адаптивного усиления ответа ПЭ в течение 30-60-минутной экспозиции.

При 100% интенсивности эндovitреального освещения регистрировались более выраженные изменения амплитудных характеристик и противоположные временные профили в зависимости от продолжительности освещения. В протоколе 100%/30 минут интраоперационная амплитуда достигала 0,14 мВ (RMS 0,82 мВ), однако послеоперационный период характеризовался снижением до -0,26 мВ и RMS 0,73 мВ. Это может означать,

что после прекращения максимально интенсивного светового воздействия наблюдалось падение потенциала ниже базового уровня, что может свидетельствовать об истощении или дезадаптации функциональной активности ПЭ. Коэффициент тренда в интраоперационной фазе составил -0,07 мВ/мин, что указывает на прогрессивное снижение амплитуды во время светового воздействия. Это падение может отражать угасание ответа ПЭ при кратковременной максимальной эндоиллюминации предположительно за счет истощения ионных градиентов или временного повреждения механизмов электрогенеза.

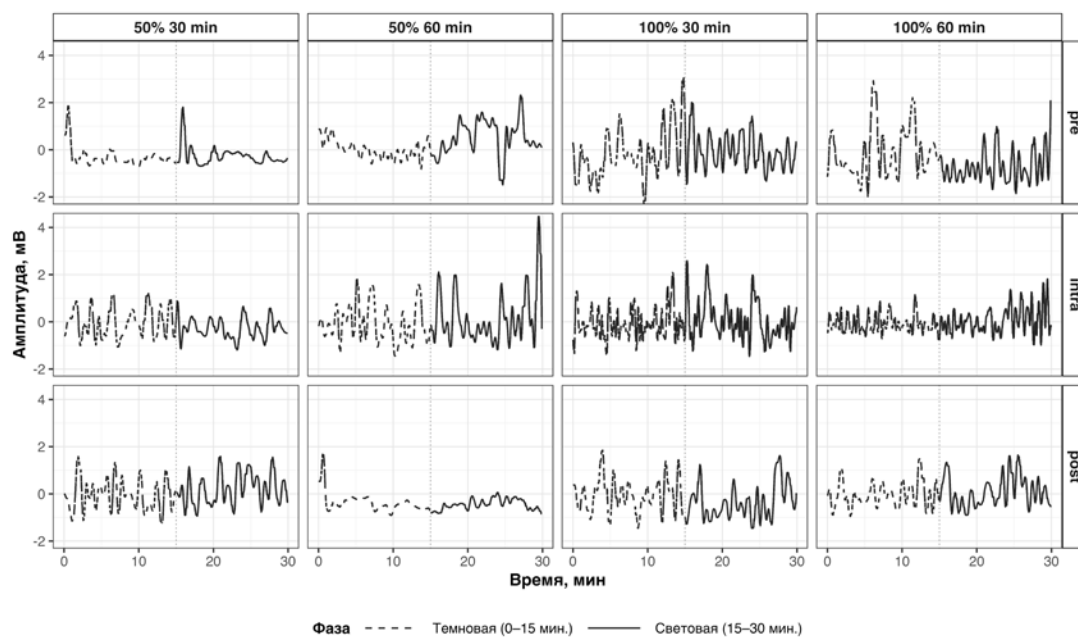


Рис. 2. ППГ по протоколам освещения и стадиям

В контрасте с этим протокол 100%/60 минут показал иной временной профиль. Интраоперационная амплитуда составила 0,14 мВ (RMS 0,58 мВ), а послеоперационный период сохранил положительные значения амплитуды (0,18 мВ; RMS 0,61 мВ). Коэффициент тренда в интраоперационной фазе при

100%/60 минут составил 0,04 мВ/мин, положительный в послеоперационном периоде (+0,02 мВ/мин) (рис. 3). Это указывает на относительно устойчивый ответ пигментного эпителия и сохранение функциональной активности при продолжительном и максимально интенсивном световом воздействии.

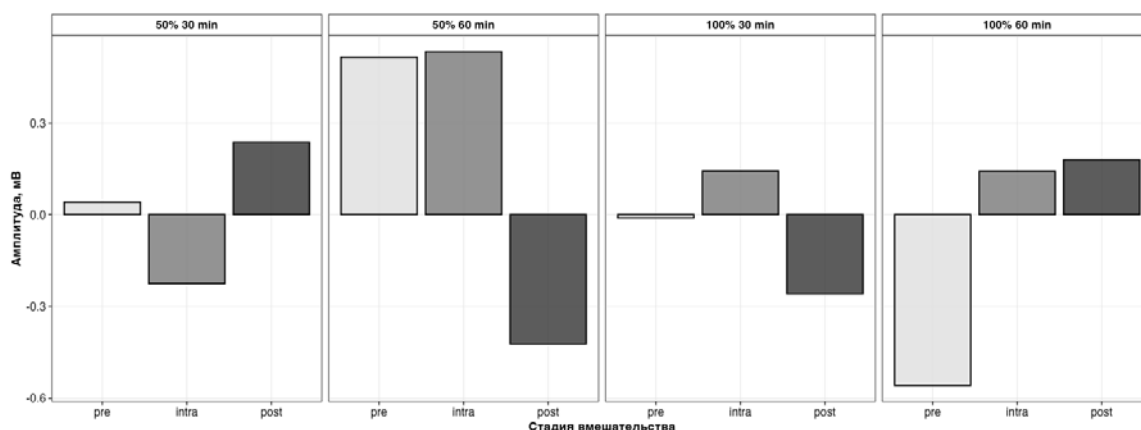


Рис. 3. Средняя амплитуда ППГ (baseline-корректированная, световая фаза) по хирургическим стадиям. При 100%/30 мин обращает на себя внимание отрицательное (ниже исходной линии) послеоперационное значение, контрастирующее с положительным послеоперационным ответом при 100%/60 мин

Противоположные знаки тренда при 100%/30 мин и 100%/60 мин предполагают наличие адаптивного или компенсаторного механизмов в ответе ПЭ на длительное световое воздействие. Возможно, при 30-минутной экспозиции ПЭ не успевает активировать адаптивные механизмы и демонстрирует отрицательный тренд (истощение). При 60-минутной экспозиции имеется больше времени для включения компенсаторных процессов (усиление фагоцитоза, ускорение зрительного цикла, активация антиоксидантных систем), что проявляется положительным трендом.

Анализ коэффициентов тренда по всем протоколам показал, что при 50% интенсивности тренды оставались близки к нулю на всех стадиях ($-0,07$ до $+0,08$ мВ/мин), отражая минимальное влияние эндоиллюминации на динамику потенциала. При 100%/30 минут регистрировалось выраженное снижение

тренда в интраоперационной фазе ($-0,07$ мВ/мин), в то время как при 100%/60 минут тренд оставался положительным в интраоперационной ($+0,04$ мВ/мин) и в послеоперационной фазах ($+0,02$ мВ/мин). Эти различия предполагают наличие дозозависимого эффекта эндовитреальной иллюминации на функцию пигментного эпителия с возможным включением адаптивных механизмов при более длительном воздействии.

Световой пик и темновой спад определены как максимальное и минимальное значения амплитуды в световой и темновой фазах соответственно с указанием времени их наступления от начала записи. Коэффициент Ардена (L/D) рассчитан по стандартам ISCEV как отношение средней амплитуды световой фазы к абсолютному значению средней амплитуды темновой фазы по некорректированным данным (табл. 2).

Таблица 2

Временные характеристики и коэффициент Ардена при эндовитреальной иллюминации

Протокол	Стадия	Темновой спад, мВ	Время спада, мин	Световой пик, мВ	Время пика, мин	L/D коэффициент Ардена
50% 30 минут	До	-0,72	9,4	1,81	15,9	1,03
	Интра	-1,06	7,2	0,88	15,2	0,88
	После	-1,22	13,1	1,58	21,0	1,12
50% 60 минут	До	-0,86	13,7	2,32	27,1	1,11
	Интра	-1,48	10,3	4,47	29,5	1,22
	После	-0,91	9,7	0,06	24,0	0,72
100% 30 минут	До	-2,26	9,5	2,01	15,9	0,99
	Интра	-1,41	4,5	2,59	15,3	1,08
	После	-1,45	8,7	1,62	27,7	0,90
100% 60 минут	До	-1,98	5,4	2,07	29,9	0,78
	Интра	-0,8	14,9	1,82	29,5	1,10
	После	-0,96	3,1	1,64	25,5	1,11

Значения коэффициента Ардена, полученные в нашем исследовании (0,72-1,22), ниже классического диапазона нормы (1,3-1,6) для интактных кроликов при стандартной ЭОГ с фронтальным освещением [5,8]. Тем не менее, сохранение коэффициента выше 0,72 на всех стадиях свидетельствует о том, что эндовитреальная иллюминация в использованных режимах не вызывает полной дисфункции ПЭ. Стоит подчеркнуть, что снижение коэффициента Ардена по сравнению с классическими нормами не следует интерпретировать как свидетельство фототоксичности. Напротив, низкие абсолютные значения L/D при эндовитреальном освещении объясняются локальным характером светового воздействия (эндовитреальный свет стимулирует только центральную область сетчатки, тогда как фронтальное фотопическое освещение стимулирует всю сетчатку); отсутствием провоцируемых движений глаза; особенностями анестезии (подавляющей нормальные электрофизиологические рефлексы на свет). Таким об-

разом, сохранение L/D отношения $\geq 0,72$ на всех стадиях и протоколах указывает на то, что функциональная целостность ПЭ не была критически нарушена в условиях данного эксперимента.

Обсуждение

В эксперименте наблюдались противоположные динамические профили ответа ПЭ в зависимости от режима освещения. Так, при 50% интенсивности эндоиллюминации ответ оставался стабильным (тренды примерно равны 0). При 100% интенсивности профиль ответа зависел от времени: 30-минутное воздействие вызвало угасание ответа (отрицательный тренд $-0,07$ мВ/мин), а 60-минутное – активацию компенсаторных механизмов (положительный тренд $0,04$ мВ/мин).

Несмотря на то, что все протоколы эндоиллюминации превысили международный стандарт безопасности ISO 15004-2 (≤ 10 Дж/см²) в 2,2-8,6 раз, функциональная целостность ПЭ не была критически нарушена. Однако сохранение функциональности ППГ

не исключает возможного наличия субклинических структурных повреждений на уровне ПЭ-фоторецепторы.

Таким образом, умеренные интенсивности (50%) и адекватные по продолжительности экспозиции позволяют поддерживать достаточную визуализацию операционного поля при относительном сохранении функциональной активности ПЭ.

К ограничениям исследования следует отнести малую выборку ($n=6$), методические сложности унификации процедуры эксперимента: вариабельность глубины анестезии, технические артефакты регистрации ППГ из-за положения электродов, наличия порта эндоосветителя, потенциально способных повлиять на электрогенез ПЭ-фоторецепторов за счет утечки токов или ионных сдвигов.

Выводы

Эндовитреальная иллюминация оказывает дозозависимый эффект на электрофизиологическую функцию пигментного эпителия кролика. При 50% интенсивности ответ ПЭ оставался стабильным на всех стадиях; при 100% интенсивности изменения ППГ зависели от продолжительности воздействия: при 30-минутной эндоиллюминации наблюдался отрицательный тренд в ответе ($-0,07$ мВ/мин.),

при 60-минутной – положительный ($0,04$ мВ/мин.). Это может отражать включение адаптивных механизмов ПЭ, однако не исключает наличия субклинического молекулярного повреждения. Несмотря на то, что все использованные протоколы эндоиллюминации превышали международный стандарт безопасности ISO 15004-2 (≤ 10 Дж/см²), электрофизиологическая функция ПЭ оставалась относительно сохранной. Низкие абсолютные значения L/D ($0,72-1,22$) могут объясняться локальностью эндовитреального освещения и методологическими особенностями эксперимента, а не фототоксичностью.

Настоящее пилотное исследование требует расширения выборки с более строгим соблюдением контролируемых факторов эксперимента. Очевидно, что наряду с электрофизиологическими методами, для более адекватной и полной оценки морфофункционального состояния дистальной сетчатки и пигментного эпителия в ходе эндоиллюминации необходимо комбинированное применение электрофизиологических, морфологических и молекулярно-биологических методов для обоснования клинических рекомендаций по выбору режимов эндовитреальной иллюминации при витреоретинальных вмешательствах.

Сведения об авторах статьи:

Ахмадеев Рустэм Раисович – д.м.н., профессор кафедры психиатрии, наркологии и психотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, в.н.с. ВЦГПХ ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1.

Ямгутинов Ринат Радикович – ассистент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России; врач-офтальмолог ГБУЗ РБ ГКБ №8 г. Уфы. Адрес: г. Уфа, ул. Кольцевая, 47. E-mail: yamgrin@gmail.com.

Мухаммадеев Тимур Рафаэльевич – д.м.н., доцент, зав. кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: 8(347)275-97-65. E-mail: photobgmu@gmail.com.

Вафиев Александр Сергеевич – к.б.н., руководитель группы клинических исследований отдела координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450059, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нероев, В.В. Электрофизиологические методы исследования / В.В. Нероев, М.В. Зуева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – С. 161-186.
2. Опасность повреждающего действия света на структуры глаза. Хрусталик - как естественный светофильтр и объект фотоповреждения / М.А. Островский [и др.] // Сенсорные системы. – 1994. – Т. 8, № 3-4. – С. 135-146.
3. Островский, М.А. Механизм повреждающего действия света на фоторецепторы сетчатки глаза / М.А. Островский, И.Б. Федорович // Физиология человека. – 1982, № 8. – С. 572-577.
4. Островский, М.А. Фотоокислительные процессы в структурах глаза. Защитная функция хрусталика и экранирующих пигментов / М.А. Островский, И.Б. Федорович, А.Е. Донцов // Биофизика. – 1987. – Т.32, № 5. – С. 896-909.
5. ISCEV Standard for clinical electro-oculography (2017 update) / P.A. Constable [et al.] // Documenta Ophthalmologica. – 2017. – Vol. 134, №1. – P. 1-9.
6. The Molecular Mechanism of Retina Light Injury Focusing on Damage from Short Wavelength Light / B. Fan [et. al.] // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2022. – Vol. 2022, № 1. – P. 8482149.
7. Retinal risk of endoillumination: A comparison of different ophthalmic illumination systems / N. Fehler [et al.] // Journal Français d'Ophthalmologie. – 2023. – Vol. 46, № 4. – P. 377-387.
8. The rabbit's electro-oculogram / Francois J. [et al.] // Acta Ophthalmologica. – 1969. – Vol. 47, № 4. – P. 984-990.
9. Heckenlively, J.R. Testing Levels of the Visual System / J.R. Heckenlively, R.G. Weleber, G.B. Arden. – Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press, 2006. – P. 623-629.
10. Lichtexposition bei vitreoretinaler Chirurgie: I. Grundlagen / A.E. Höh [et al.] // Der Ophthalmologe. – 2008. – Vol. 105, № 10. – P. 898-904.
11. Kikawada, N. Variations in the corneo-retinal standing potential of the vertebrate eye during light and dark adaptations / N. Kikawada // The Japanese Journal of Physiology. – 1968. – Vol. 18, № 6. – P. 687-702.
12. Higher Risk of Light-Induced Retinal Damage Due to Increase of Intraocular Irradiance by Endoillumination / P.S. Koelbl [et al.] // Ophthalmology and Therapy. – 2019. – Vol. 8, № 1. – P. 41-50.
13. Marmor, M.F. Clinical electrophysiology of the retinal pigment epithelium / M.F. Marmor // Documenta Ophthalmologica. – 1991. – Vol. 76, № 4. – P. 301-313.
14. Nguyen-Legros, J. Renewal of photoreceptor outer segments and their phagocytosis by the retinal pigment epithelium / J. Nguyen-Legros, D. Hicks // International review of cytology. – 2000. – Vol. 196. – P. 245-313.
15. Long-term Follow-up of Iatrogenic Phototoxicity / E.A. Postel [et al.] // Archives of Ophthalmology. – 1998. – Vol. 116, № 6. – P. 753-757.

16. Steinberg, R.H. Three light-evoked responses of the retinal pigment epithelium / R.H. Steinberg, R.A. Linsenmeier, E.R. Griff // *Vision Research*. – 1983. – Vol. 23, № 11. – P. 1315-1323.
17. Strauss, O. The Retinal Pigment Epithelium in Visual Function / O. Strauss // *Physiological Reviews*. – 2005. – Vol. 85, № 3. – P. 845-881.
18. Endoillumination during vitrectomy and phototoxicity thresholds / P.R. van Den Biesen [et al.] // *British Journal of Ophthalmology*. – 2000. – Vol. 84, № 12. – P. 1372-1375.

REFERENCES

1. Neroev VV, Zueva MV. Electrophysiological Research Methods. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. p. 161-186. (In Russ.).
2. Ostrovsky MA, [et al.] The Risk of Light-Induced Damage to Eye Structures. *Sensory Systems*. 1994;8(3-4):135-146. (In Russ.).
3. Ostrovsky MA, Fedorovich IB. Mechanism of Damaging Effect of Light on Photoreceptors of the Retina of the Eye. *Human Physiology*. 1982;(8):572-577. (In Russ.).
4. Ostrovsky MA, Fedorovich IB, Dontsov AE. Photooxidative Processes in the Structures of the Eye. The Protective Function of the Lens and Shielding Pigments. *Biophysics*. 1987;32(5):896-909. (In Russ.).
5. Constable PA, [et al.] ISCEV Standard for Clinical Electro-Oculography (2017 Update). *Documenta Ophthalmologica*. 2017;134(1):1-9. (in Engl)
6. Fan B, [et al.] The Molecular Mechanism of Retina Light Injury Focusing on Damage from Short-Wavelength Light. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2022;2022(1):8482149. (in Engl)
7. Fehler N, et al. Retinal Risk of Endoillumination: A Comparison of Different Ophthalmic Illumination Systems. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 2023;46(4):377-387. (in Engl)
8. Francois J, [et al.] The Rabbit's Electro-Oculogram. *Acta Ophthalmologica*. 1969;47(4):984-990. (in Engl)
9. Heckenlively JR, Weleber RG, Arden GB. Testing Levels of the Visual System. Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press; 2006. p. 623-629. (in Engl)
10. Höh AE, [et al.] Lichtexposition bei Vitreoretinaler Chirurgie: I. Grundlagen. *Der Ophthalmologe*. 2008;105(10):898-904. (in Germany)
11. Kikawada N. Variations in the Corneo-Retinal Standing Potential of the Vertebrate Eye during Light and Dark Adaptations. *The Japanese Journal of Physiology*. 1968;18(6):687-702. (in Engl)
12. Koelbl PS, [et al.] Higher Risk of Light-Induced Retinal Damage Due to Increase of Intraocular Irradiance by Endoillumination. *Ophthalmology and Therapy*. 2019;8(1):41-50. (in Engl)
13. Marmor MF. Clinical Electrophysiology of the Retinal Pigment Epithelium. *Documenta Ophthalmologica*. 1991;76(4):301-313. (in Engl)
14. Nguyen-Legros J, Hicks D. Renewal of Photoreceptor Outer Segments and Their Phagocytosis by the Retinal Pigment Epithelium. *International Review of Cytology*. 2000;196:245-313. (in Engl)
15. Postel EA, [et al.] Long-Term Follow-Up of Iatrogenic Phototoxicity. *Archives of Ophthalmology*. 1998;116(6):753-757. (in Engl)
16. Steinberg RH, Linsenmeier RA, Griff ER. Three Light-Evoked Responses of the Retinal Pigment Epithelium. *Vision Research*. 1983;23(11):1315-1323. (in Engl)
17. Strauss O. The Retinal Pigment Epithelium in Visual Function. *Physiological Reviews*. 2005;85(3):845-881. (in Engl)
18. Van Den Biesen PR, [et al.] Endoillumination during Vitrectomy and Phototoxicity Thresholds. *British Journal of Ophthalmology*. 2000;84(12):1372-1375. (in Engl)

<https://doi.org/10.24060/1999-6209-2026-21-2-92-98>

УДК 578.834.1:616.379-008.64

© Коллектив авторов, 2026

З.З. Хамидуллина¹, Д.Ш. Авзалетдинова¹, Т.В. Моругова¹, Н.Ш. Загидуллин¹,
Р.М. Гумеров², К.Р. Хамидуллин³, А.З. Булгакова³, Л.В. Плечев¹
**ТЕЧЕНИЕ И ИСХОД COVID-19 У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ
ДИАБЕТОМ 2 ТИПА И ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИЕЙ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²Клиника ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

³ГБУЗ РБ «Городская клиническая больница №21», г. Уфа

Резюме

Сахарный диабет играет ключевую роль в определении исходов новой коронавирусной инфекции (НКИ). В группе риска неблагоприятного исхода НКИ находятся не только пациенты с предсуществующим нарушением углеводного обмена (НУО), но и пациенты с гипергликемией на фоне COVID-19 без НУО в анамнезе.

Цель. Оценить течение и исход новой коронавирусной инфекции у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и с впервые выявленной гипергликемией в остром периоде COVID-19 и через 12 месяцев в отдаленном постковидном периоде.

Материал и методы. Изучены ретроспективные клинико-анамнестические и лабораторно-инструментальные данные у пациентов (2504 чел.), получавших стационарное лечение в инфекционном госпитале в период первой волны COVID-19. После выписки из госпиталя в течение 12 месяцев в исследуемых группах изучена частота госпитализаций по поводу несердечно-сосудистых и сердечно-сосудистых заболеваний, сердечно-сосудистых событий и смерти.

Результаты. Охарактеризованы клинико-анамнестические и лабораторно-инструментальные профили пациентов с нормогликемией, с дисгликемией на фоне COVID-19 и с сахарным диабетом в остром периоде инфекции. При сравнительном анализе продемонстрировано более тяжелое течение инфекции SARS-CoV-2 у пациентов с нарушениями углеводного обмена, сопровождающимся более выраженным синдромом системной воспалительной реакции и высокой частотой госпитальной смертности. В постковидном периоде у пациентов с сахарным диабетом 2 типа отмечается высокий риск развития инсультов в течение года после завершения стационарного лечения по поводу COVID-19.

Выводы. Впервые выявленная гипергликемия в остром периоде новой коронавирусной инфекции наряду с установленным ранее до инфицирования SARS-CoV-2 сахарным диабетом повышает риски неблагоприятного течения и исходов COVID-19 как в остром периоде инфекции, так и в отдаленном.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция; сахарный диабет 2 типа; впервые выявленная гипергликемия.

Z.Z. Khamidullina, D.Sh. Avzaletdinova, T.V. Morugova, N.Sh. Zagidullin,
R.M. Gumerov, K.R. Khamidullin, A.Z. Bulgakova, L.V. Plechev
**COURSE AND OUTCOMES OF COVID-19 IN PATIENTS
WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND NEWLY ONSET OF HYPERGLYCEMIA**

Abstract

Diabetes mellitus plays a key role in determining the outcome of the new coronavirus infection (NCI). Not only patients with a pre-existing carbohydrate metabolism disorder (CMD) are at risk of an unfavourable outcome, but also patients with hyperglycemia against the background of COVID-19 without a history of CMD. In this study, a comparative analysis of the course and outcomes of COVID-19 in patients with normoglycemia and hyperglycemia was carried out.

Aim. To evaluate the course and outcomes of a new coronavirus infection in patients with type 2 diabetes mellitus and newly diagnosed hyperglycemia in the acute period of COVID-19 and 12 months later in the long-term post-covid period.

Material and methods. Retrospective clinical, anamnestic, laboratory and instrumental data of 2504 patients who received inpatient treatment in an infectious disease's hospital during the first wave of COVID-19 were studied. After discharge from the hospital, the frequency of hospitalizations for non-cardiovascular and cardiovascular diseases, cardiovascular events and death were studied in the study groups for 12 months.

Results. The clinical, anamnestic, laboratory and instrumental profiles of patients with normoglycemia, with dysglycemia against the background of COVID-19 and with diabetes mellitus in the acute period of infection are characterized. A comparative analysis demonstrated a more severe course of SARS-CoV-2 infection in patients with carbohydrate metabolism disorders, accompanied by a more pronounced systemic inflammatory response syndrome and a high rate of hospital mortality. In the post-COVID period, patients with type 2 diabetes mellitus have a high risk of developing strokes within a year after discharge from the COVID-19 Infectious Diseases Hospital.

Conclusions: Hyperglycemia detected for the first time against the background of a new coronavirus infection in the acute period, along with diabetes mellitus previously established before SARS-CoV-2 infection, increases the risks of an unfavorable course and outcomes of COVID-19 both in the acute period of infection and in the late period.

Keywords: new coronavirus infection; type 2 diabetes mellitus; newly diagnosed hyperglycemia.

Введение

В мире в период пандемии COVID-19 отмечались существенные различия в динамике и характере ее развития в различных

странах, однако результаты научных исследований, проведенных международным сообществом ученых, единодушно свидетельствовали о повышенной уязвимости пациентов с

хронической гипергликемией к неблагоприятным исходам новой коронавирусной инфекции [1-3]. Также вскоре после начала пандемии появились сообщения о случаях впервые выявленной гипергликемии (ВВГ), которые встречались до 50-60% в структуре пациентов с COVID-19, что вызвало новую озабоченность в научном обществе и в практическом здравоохранении [4]. Существуют предположения, что развитию дисгликемий способствуют такие факторы, как деструкция или дисфункция β -клетки, которые могут развиваться при прямом воздействии вируса или при опосредованном им системной воспалительной реакции с развитием нарушения или снижения секреции –инсулина. Другой возможный механизм при стрессовом или стероид-индуцированном вариантах гипергликемии связан со снижением чувствительности периферических тканей к инсулину и активацией процессов гликогенолиза и неоглюкогенеза. Множественность факторов дисгликемий осложняет точную верификацию нарушения углеводного обмена в остром периоде COVID-19. При этом у пациентов с ВВГ наряду с пациентами с хронической предсуществующей гипергликемией наблюдается повышенный уровень маркеров воспаления, коррелирующих с высокой смертностью, что требует повышенного внимания и большего объема терапевтического вмешательства у данных лиц [4].

На сегодняшний день вирус SARS-CoV-2 продолжает персистировать в популяции и вносит значительный вклад в общую заболеваемость острыми респираторными вирусными инфекциями в период сезонных заболеваний. Оценка предикторов, определяющих патогенез, тяжесть и прогноз COVID-19 у лиц с СД2 и ВВГ, является важной задачей, поскольку позволяет разработать более эффективные подходы к лечению и профилактике неблагоприятных исходов в остром и отдаленном постковидном периоде.

Цель исследования – оценить течение и исходы новой коронавирусной инфекции у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и с впервые выявленной гипергликемией в остром периоде COVID-19 и через 12 месяцев в отдаленном постковидном периоде.

Материал и методы

Исследование проводилось ретроспективно: изучены медицинские истории болезни 2504 стационарных пациентов с COVID-19 инфекционного госпиталя Клиники Башкирского государственного медицинского университета, которые были пролечены в период

с 16 апреля 2020 года по 31 января 2021 года. Работа соответствует нормам клинической практики и основным принципам Хельсинкской декларации. Протокол данного исследования был рассмотрен и одобрен на заседании Локального этического комитета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России (протокол заседания №2 от 28.02.2024 г.). От пациентов получено письменное информированное согласие на участие в исследовании. Критерием исключения являлись: беременность, лактация и возраст младше 18 лет. Основанием для включения в исследование был подтвержденный диагноз COVID-19, при этом критерием для включения в контрольную группу (без нарушения углеводного обмена) было отсутствие нарушений углеводного обмена в анамнезе, а критерием исключения – наличие лабораторных признаков нарушений углеводного обмена (НУО) в анамнезе (гипергликемия, повышение HbA1c) и в остром периоде COVID-19 (гипергликемия). Критерием для включения в группу сравнения (пациенты с СД2) был у установленный ранее диагноз СД2, а для исключения – другие типы СД (СД1, гестационный СД и т.д.), кроме СД2, и предиабет (нарушение толерантности к глюкозе (НТГ), нарушение гликемии натощак (НГН)). В основную группу с впервые выявленной гликемией (ВВГ) критерием включения являлась гликемия плазмы венозной крови натощак $\geq 6,1$ ммоль/л в острый период COVID-19 и критерием исключения – НУО в анамнезе (СД любого типа, предиабет - НТГ, НГН). Между группами проведен сравнительный анализ клинико-анамнестических и лабораторно-инструментальных данных, а также проведена оценка стационарной смертности. После завершения стационарного лечения с использованием республиканской медицинской информационно-аналитической системы Республики Башкортостан проведена оценка частоты повторных госпитализаций, сердечно-сосудистых событий и смерти.

Полученные при госпитализации показатели клинико-анамнестических и лабораторно-инструментальных исследований в остром периоде COVID-19 и данные по частоте смертности, госпитализаций и повторных случаев заболеваемости коронавирусной инфекцией в постковидном периоде были внесены в базу данных Microsoft Excel 2010, которая в дальнейшем прошла государственную регистрацию авторских прав [5]. Последующая статистическая обработка материала проведена в программе MedCalc 20.215 (MedCalc Software Ltd, Бельгия). Для оценки распреде-

ления изучаемых признаков использовался критерий Колмогорова–Смирнова. Для представления количественных данных использовалась медиана (Me) и межквартильный размах [Q1; Q3], а для их сравнения – критерий Манна–Уитни и тест Краскела–Уоллиса. При сравнении качественных показателей применялся критерий Хи-квадрат (χ^2) с поправкой Йетса на непрерывность или точный критерий Фишера для четырехпольных таблиц.

Результаты

Между исследуемыми группами проведен сравнительный анализ клинико-анамнестических и лабораторных параметров с помощью критерия Краскела–Уоллиса. Лица с СД2 и ВВГ были старше пациентов без нарушений углеводного обмена, различий в гендерной структуре не выявлено, медиана ИМТ во всех исследуемых группах превышает нормальные значения, однако выше всего у пациентов с СД2 (табл. 1).

Общая стационарная смертность составила 6,2%, при этом летальность у пациентов с СД2 и ВВГ была достоверно выше по сравнению с пациентами с НГ (табл. 2).

Пациенты с нормогликемией (НГ) при госпитализации чаще предъявляли жалобы на слабость, снижение и отсутствие вкуса и обоняния, в то время как пациентов с сахарным диабетом чаще беспокоила одышка в покое (рис. 1).

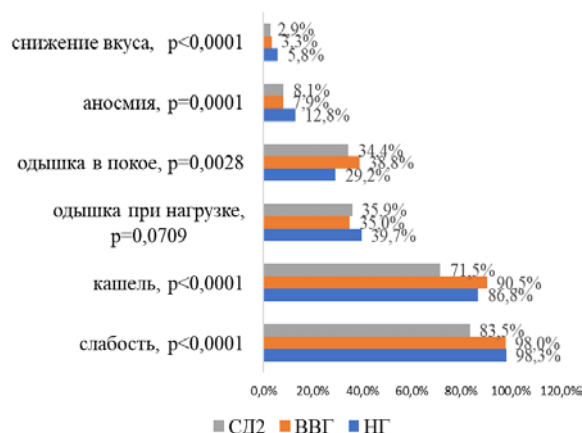


Рис. 1. Структура жалоб пациентов при госпитализации

Тяжелое состояние при госпитализации достоверно чаще отмечалось у пациентов с СД2 и ВВГ (19,3% и 16,8% соответственно при p<0,0001) (табл. 3).

Таблица 1

Распределение больных по полу, возрасту, ИМТ						
Параметры		НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394	p ₁	p ₂
Пол, n (%)	Мужчины (57%)	407 (41,15%)	521 (48,15%)	131 (33,25%)	-	-
	Женщины (43%)	582 (58,85%)	561 (51,85%)	263 (66,75%)	-	-
Возраст, лет, Me [Q1;Q3]		54 [43; 63]	59 [50; 68]	66 [60; 72]	<0,0001	<0,0001
Индекс массы тела, кг/м ² , Me [Q1;Q3]		27,2 [24,5; 30,5]	28,1 [25,2; 31,9]	30,5 [26,7; 34,6]	<0,0001	<0,0001
						0,2422

Таблица 2

Исход стационарного лечения			
Исход	НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394
Выписались	980 (99,09%)	989 (91,4%)	343 (87,06%)
Умерли	9 (0,91%)	93 (8,6%)	51 (12,94%)
p			
<0,0001			

Таблица 3

Тяжесть состояния при госпитализации			
Тяжесть состояния	НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394
Легкой степени	8 (0,82%)	1 (0,09%)	0
Средней степени	928 (95,5%)	876 (82,8%)	271 (80,7%)
Тяжелой степени	36 (3,7%)	178 (16,8%)	65 (19,3%)
Крайне тяжелой степени	0	3 (0,28%)	0
p			
<0,0001			

В структуре выраженной дыхательной недостаточности 2- и 3-й степеней преобладали пациенты с гипергликемией (рис. 2), что инструментально при компьютерной томографии визуализировалось более обширной площадью поражения легочной ткани, чем у пациентов с нормогликемией: 40% [28;56] против 36% [24;48] соответственно при p<0,0001.

Пациенты с сахарным диабетом 2 типа ожидаемо имели более высокий индекс коморбидности Чарлсона – 4 балла [3;5], у пациентов с ВВГ индекс коморбидности также был выше относительно пациентов с нормог-

ликемией: 2 балла [1;3] против 1 балла [0;2], p<0,0001.

В структуре сопутствующих состояний преобладали: артериальная гипертензия, ожирение, ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность, хроническая болезнь почек, постинфарктный кардиосклероз, последствия острого нарушения кровообращения, хроническая обструктивная болезнь легких (табл. 4), которые ожидаемо чаще отмечались у пациентов с СД2 в анамнезе. Высокая распространенность артериальной гипертензии и ожирения продемонстрирована в том числе у пациентов с ВВГ.

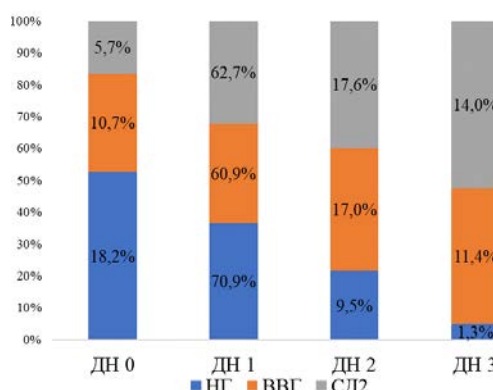


Рис. 2. Структура дыхательной недостаточности у пациентов при госпитализации

Таблица 4

Параметры, n (%)	Распространённость сопутствующих заболеваний			p
	НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394	
Артериальная гипертензия	289 (29,3)	474 (43,9)	269 (68,3)	<0,0001
Ожирение	232 (23,6)	349 (32,3)	151 (38,3)	<0,0001
Ишемическая болезнь сердца	59 (5,97)	134 (12,4)	90 (22,8%)	<0,0001
Сердечная недостаточность	56 (5,7)	119 (11,02)	77 (19,5)	<0,0001
Хроническая болезнь почек	17 (1,7)	26 (2,4)	55 (14,0)	<0,0001
ПИКС (инфаркты в анамнезе)	13 (1,3)	45 (4,2%)	37 (10,8)	<0,0001
ПОНМК (инсульты в анамнезе)	9 (0,9)	37 (3,98)	20 (5,1)	<0,0001
ХОБЛ	29 (2,9)	43 (2,06)	7 (1,8)	0,8940

Сравнение показателей клинического анализа крови с помощью критерия Краскела–Уоллиса выявило статистически значимые различия в показателях гематокрита ($p=0,0129$), гемоглобина ($p=0,0335$), абсолютного количества нейтрофилов ($p<0,0001$) и лимфоцитов ($p<0,0001$), базофилов и эозинофилов ($p=0,0252$), а также скорости оседания

эритроцитов ($p<0,0001$). Показатели абсолютного количества моноцитов и тромбоцитов в группах не различались, $p=0,7498$ и $p=0,2263$ соответственно. При попарном сравнении непараметрическим методом Манна–Уитни различия были подтверждены показателями нейтрофилов, лимфоцитов и скорости оседания эритроцитов (табл. 5).

Таблица 5

Лабораторные параметры	Показатели клинического анализа крови, Ме [Q1; Q3]			P ₁	P ₂
	НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394		
Гематокрит, %	39,4 [36,5; 42,5]	39,7 [36,8; 42,5]	38,7 [35,5; 42,2]	0,7673	0,0081
Гемоглобин, г/л	133 [123; 142]	133 [123; 142]	130 [120; 140]	0,9579	0,0165
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	3,7 [2,31; 6,05]	4,47 [2,79; 8,04]	4,3 [2,97; 7,2]	<0,0001	<0,0001
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	1,21 [0,91; 1,68]	1,01 [0,72; 1,47]	1,08 [0,8; 1,5]	<0,0001	<0,0001
Базофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,017 [0,008; 0,039]	0,015 [0,007; 0,0325]	0,016 [0,007; 0,032]	0,0072	0,2275
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,016 [0,006; 0,049]	0,012 [0,005; 0,031]	0,014 [0,007; 0,028]	0,0006	0,1071
СОЭ, мм/ч	28 [18; 40]	31 [20; 44]	35 [24; 47]	0,0002	<0,0001

p₁ – между НГ и ВВГ, p₂ – между НГ и СД2.

Многие биохимические показатели и специфические маркеры различались в исследуемых группах при предварительном сравнении всех групп и при последующем попарном сравнении, кроме щелочной фосфатазы ($p=0,0761$) и лактата ($p=0,1059$) (табл. 6).

У пациентов с гипергликемией отмечаются признаки высокой инфекционно-воспалительной активности заболевания и повреждения ряда органов и систем организма. Для данной группы лиц характерны статистически значимое повышение внутриклеточных ферментов, а также снижение уровня альбумина и скорости клубочковой фильтрации, повышения уровня мочевины и креати-

нина. Маркеры воспаления, такие как СРБ, прокальцитонин, ферритин, ИЛ-6, были достоверно выше у пациентов с СД2 и у пациентов с ВВГ.

Показатели коагулограммы, такие как Д-димер, международное нормализованное отношение, растворимые фибрин-мономерные комплексы показали статистически значимые различия в группах (табл. 7). В то время как в уровнях протромбинового времени, активированного частичного тромбопластинового времени и фибриногена не выявлено различий.

В течение года после выписки из Инфекционного госпиталя COVID-19 фиксировались случаи госпитализаций, сердечно-

сосудистых событий и смерти. Среди всех 2312 пациентов у 54 (2,4%) зарегистрирован летальный исход. В структуре причин госпитализаций (по причинам, кроме кардиоваскулярных заболеваний) преобладали заболевания дыхательной системы – пневмонии и бронхиты (44,6%), а также злокачественные новообразования (7,7%), артропатии и дорсопатии (6,4%), расстройства вегетативной нервной системы (6,2%), панкреатиты (5,0%). Структура госпитализаций по поводу

кардиоваскулярных заболеваний в течение периода наблюдения представлена на рис. 3.

При дальнейшем сравнительном анализе исследуемых групп с помощью критерия Хи-квадрат (χ^2) выявлены достоверные различия в частоте развития инсультов и госпитализаций (табл. 8). В группе риска развития неблагоприятных исходов в постковидном периоде оказались пациенты с СД2, у которых риск развития инсультов был выявлен достоверно чаще и составил 2,04%, $p=0,0003$.

Таблица 6

Лабораторные параметры	Показатели биохимического анализа крови			P ₁	P ₂	pHt
	НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394			
	Ме [Q1; Q3]					
Общий белок, г/л	69,9 [63,9; 73,6]	64,7 [59,2; 71,2]	66,6 [63,2; 72,03]	0,0025	0,2792	0,0041
Альбумин, г/л	41,3 [38,7; 43,9]	40,6 [37,6; 43,5]	40,4 [37,2; 42,9]	0,0002	0,0002	0,0001
Креатинин, мкмоль/л	89,2 [80; 99,3]	90,9 [81; 104]	91,7 [80,2; 107,9]	0,0029	0,0015	0,0010
Мочевина, ммоль/л	4,98 [4,08; 6,13]	5,84 [4,6; 7,43]	6,9 [5,2; 9,1]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
СКФ, мл/мин/м2	73 [62; 84]	69 [58; 79]	62 [50; 73]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Общий билирубин, мкмоль/л	8,3 [6,4; 11,7]	8,0 [6,0; 11,2]	8,06 [6,0; 11,5]	0,0059	0,1552	0,0207
АСТ, Ед/л	26,4 [20,9; 38,1]	30,3 [23; 44,2]	27,4 [20,9; 40,2]	<0,0001	0,4912	<0,0001
АЛТ, Ед/л	27 [18,3; 42,15]	32,2 [21,6; 50,5]	28,2 [20,4; 41,7]	<0,0001	0,1612	<0,0001
КФК, Ед/л	101,5 [60; 198,5]	112 [63; 236,25]	113 [67; 227]	0,0170	0,0458	0,0280
ЛДГ, Ед/л	340 [277; 430]	395 [319; 515,7]	386 [303; 483]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Глюкоза, ммоль/л	4,76 [4,23; 5,3]	6,8 [5,9; 8,0]	9,4 [6,7; 13,7]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Натрий, ммоль/л	143 [142; 145]	143 [141; 144]	142 [140; 144]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Калий, ммоль/л	4,2 [3,9; 4,5]	4,1 [3,8; 4,4]	4,3 [3,95; 4,6]	0,0022	0,0279	<0,0001
Железо, мкмоль/л	8,9 [5,2; 14,98]	8,4 [4,8; 14,7]	7,7 [4,6; 12,2]	0,0852	0,0003	0,0012
СРБ, мг/л	18 [0; 48]	30 [7,9; 62]	42 [14; 79,6]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Прокальцитонин, нг/л	0,08 [0,05; 0,14]	0,12 [0,07; 0,029]	0,14 [0,07; 0,31]	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ферритин, нг/мл	328,37 [159,2; 500]	420,15 [219,7; 500]	381,7 [215,1; 500]	<0,0001	0,0229	0,0001
ИЛ-6, пг/мл	5,04 [1,11; 21,79]	7,86 [1,2; 28,04]	8,08 [1,7; 27,35]	0,0439	0,0369	0,0529

Примечание. АСТ – аспартатаминотрансфераза; АЛТ – аланинаминотрансфераза; КФК – креатинфосфокиназа; ЛДГ – лактатдегидрогеназа; СРБ – С-реактивный белок; ИЛ – 6 – интерлейкин-6; p₁ – между НГ и ВВГ; p₂ – между НГ и СД2; p₃ – между ВВГ и СД2; pHt – сравнение трех групп с помощью критерия Краскела–Уоллиса.

Таблица 7

Параметры	Сравнительный анализ результатов коагулограммы			P ₁	P ₂	P ₃	pHt
	НГ, N=989	ВВГ, N=1082	СД2, N=394				
	Ме [Q1; Q3]						
Д-димер, нг/мл	199 [0; 381]	253 [0; 488,5]	314 [146,3; 583,3]	0,0001	<0,0001	0,0010	<0,0001
МНО	1,02 [0,96; 1,1]	1,02 [0,95; 1,11]	1,05 [0,97; 1,15]	0,0741	0,0001	0,0147	0,0006
ПВ, с	13,8 [13,1; 14,7]	13,8 [13,0; 15,0]	14 [13,1; 14,9]	0,2928	0,1279	0,4688	0,2821
АЧТВ	32,6 [29,6; 37,9]	33,3 [28,9; 38,7]	32,5 [28,8; 35,9]	0,4412	0,5537	0,0325	0,0957
Фибриноген	3,0 [2,4; 4,0]	3,2 [2,5; 4,1]	4,49 [3,8; 5,07]	0,1336	0,0771	0,6843	0,1339
РФМК	3,77 [3,04; 5,15]	4,5 [3,67; 5,35]	8,0 [6,0; 11]	0,0503	0,4563	0,0321	0,0227

Примечание. МНО – международное нормализованное отношение; АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время; ПВ – протромбиновое время; РФМК – растворимые фибрин-мономерные комплексы; p₁ – между НГ и ВВГ; p₂ – между НГ и СД2; p₃ – между ВВГ и СД2; p – сравнение трех групп с помощью критерия Краскела–Уоллиса.



Рис. 3. Структура госпитализаций по поводу кардиоваскулярных причин

Таблица 8

Конечные точки в течение 12 месяцев наблюдения пациентов с СД2, ВВГ и НГ после госпитализации по поводу COVID-19

Параметры, n (%)	Всего (N=2312)	НГ (N=980)	ВВГ (N=989)	СД2 (N=343)	p
Госпитализации по причинам, кроме ССЗ	667 (28,82%)	276 (28,2%)	283 (28,6%)	108 (31,49%)	0,0273
Госпитализации по ССЗ	243 (10,51%)	79 (8,1%)	118 (11,93%)	46 (13,41%)	0,0001
Кровотечения	4 (0,17%)	2 (0,2%)	1 (0,1%)	1 (0,29%)	0,8812*
Инфаркт миокарда	3 (0,13%)	1 (0,1%)	1 (0,1%)	1 (0,29%)	0,4472*
Инсульт	12 (0,52%)	2 (0,2%)	3 (0,3%)	7 (2,04%)	0,0003*
ТЭЛА	3 (0,1%)	1 (0,1%)	2 (0,2%)	0	0,9358*
Смерть	54 (2,4%)	21 (2,1%)	20 (2,02%)	13 (4,4%)	0,0971
Комбинированная точка (инсульт+инфаркт миокарда+ смерть)	69 (2,98%)	24 (2,4%)	24 (2,4%)	21 (6,1%)	0,2321

Примечание. ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания, ТЭЛА – тромбоэмболия лёгочной артерии; *уровень значимости критерия Хи-квадрат с поправкой Йетса.

Обсуждение

Данное исследование подтвердило, что риск неблагоприятных исходов при инфекции SARS-CoV-2 повышается с возрастом. Когорта пациентов с нарушениями углеводного обмена была старше пациентов без НОУ. Клинико-лабораторный профиль пациентов с гипергликемией представлен более высокими уровнями маркеров системного воспаления: С-реактивного белка, СОЭ, лактатдегидрогеназы, ферритина, интерлейкина-6, прокальцитонина, нейтрофилии и лимфопении. У пациентов с СД2 связано с предрасполагающими нарушениями в иммунной системе, персистирующим хроническим воспалением и перманентно повышенными уровнями провоспалительных цитокинов, в то время как содержание противовоспалительных цитокинов снижено [6,7]. Гликозилирование белков, участвующих в гемостазе, при сахарном диабете приводит к дисфункции системы свертывания, которая усугубляется на фоне инфекции SARS-CoV-2, что сопровождается наглядным увеличением уровня Д-димеров и удлинением международного нормализованного отношения в полученных результатах гемостазиограммы у пациентов с СД2. Коагулопатии повышают риск развития инсультов, тромбоэмболий легочной артерии, тромбозов с развитием ДВС-синдрома и полиорганной недостаточности с развитием летального исхода в остром и отдаленном периодах COVID-19 [8].

Повышение уровня гликемии впервые на фоне НКИ сопровождается более высокими значениями медиаторов клеточного повреждения: уровни аланинотрансферазы, аспартатминотрансферазы, креатинфосфокиназы, лактатдегидрогеназы и ферритина достоверно выше у пациентов с ВВГ [2,3,9], что также может в большей степени указывать на стресс-индуцированный характер гипергликемии и в то же время является фактором неблагоприятного течения и исходов COVID-19 [4].

Наблюдается снижение функции почек у лиц с СД и с ВВГ, что лабораторно под-

тверждалось замедлением скорости клубочковой фильтрации и повышением уровня креатинина и мочевины в венозной плазме по сравнению с лицами без НОУ. Полученные нами результаты согласуются с результатами других исследователей и являются предикторами неблагоприятного исхода [10,11].

Пациенты с уже установленным ранее СД2, а также пациенты с впервые выявленными нарушениями углеводного обмена при поступлении были в состоянии тяжелой степени тяжести и с выраженной дыхательной недостаточностью. Однако типичная клиническая картина COVID-19 у пациентов с СД2 может быть нехарактерной и менее выраженной, поскольку по результатам настоящего и других исследований лица с СД2 реже предъявляют жалобы по сравнению с пациентами без СД, что может дать ложную картину относительно тяжести заболевания и серьезности прогноза при первичном осмотре.

У пациентов с нарушениями углеводного обмена в течение 12 месяцев после выписки из инфекционного госпиталя COVID-19 наблюдаются высокая частота стационарного лечения по поводу сердечно-сосудистых заболеваний и высокий риск развития нарушений мозгового кровообращения.

Определение пациентов с нарушениями углеводного обмена, установленными ранее до инфицирования SARS-CoV-2 и манифестировавшими впервые на фоне инфекции COVID-19, в группу риска тяжелого течения и неблагоприятных прогнозов убедительно продемонстрировано результатами данного исследования. Прогнозирование течения и исходов НКИ позволяет правильно запланировать необходимый объем исследования и терапевтического вмешательства как в остром периоде инфекции, так и в отдаленном постковидном периоде.

Выводы

На сегодняшний день существует множество исследований, посвященных прогнозированию и стратификации риска у пациен-

тов с установленным диагнозом СД и инфицированных SARS-CoV-2. Однако наряду с пациентами с предсуществующим НУО пациенты с ВВГ также несут высокие риски неблагоприятного течения и исходов заболевания, что требует более подробного изучения и определения предикторов в данной группе пациентов.

гоприятного течения и исходов заболевания, что требует более подробного изучения и определения предикторов в данной группе пациентов.

Сведения об авторах статьи:

Хамидуллина Земфира Закиевна – аспирант кафедры эндокринологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: khamidullina.zemfira@mail.ru.

Авзалетдинова Диана Шамильевна – д.м.н., профессор кафедры эндокринологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: hyppocrat@mail.ru.

Моругова Татьяна Вячеславовна – д.м.н., профессор, зав. кафедрой эндокринологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: tmorugova@yandex.ru.

Загидуллин Науфаль Шамильевич – д.м.н., профессор, директор НИИ Кардиологии, зав. кафедрой пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: znaufal@mail.ru.

Гумеров Руслан Мансурович – врач-терапевт Клиники ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450096, г. Уфа, ул. Шафиева, 2.

Хамидуллин Камил Ринатович – врач-уролог ГБУЗ РБ ГКБ №21. Адрес: 450071, г. Уфа, ул. Лесной проезд, 3. E-mail: kamil.urol@yandex.ru.

Булгакова Альфия Зуфаровна – зав. эндокринологическим отделением ГБУЗ РБ ГКБ №21. Адрес: 450071, г. Уфа, ул. Лесной проезд, 3.

Плечев Левон Валерьевич – студент 5 курса стоматологического факультета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние нарушений углеводного обмена на ранние и отдаленные клинические исходы у пациентов с COVID-19 по данным регистров АКТИВ и АКТИВ 2 / В. В. Салухов, Г. П. Арутюнов, Е. И. Тарловская [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2023. – Т. 69, № 1. – С. 36-49.
2. Факторы риска летального исхода у больных сахарным диабетом 2 типа и новой коронавирусной инфекцией / Т. Н. Маркова, А. А. Пономарева, И. В. Самсонова [и др.] // Эндокринология: новости, мнения, обучение. – 2022. – Т. 11. – № 1. – С. 8-16.
3. Covid-19 and diabetes: a complex bidirectional relationship / H. Muniangi-Muhitu, E. Akalestou, V. Salem [et al.] // Front. Endocrinol. – 2020. – Vol. 11. – P. 582936.
4. Newly diagnosed diabetes is associated with a higher risk of mortality than known diabetes in hospitalized patients with COVID-19 / H. Li, S. Tian, T. Chen [et al.] // Diabetes Obes. Metab. – 2020. – Vol. 22. – № 10. – P. 1897-1906.
5. База данных: «Пациенты с нормогликемией и нарушениями углеводного обмена в острый период COVID-19, нуждающиеся в диспансеризации в постковидном периоде» / Хамидуллина З.З., Авзалетдинова Д.Ш., Моругова Т.В., Загидуллин Н.Ш. // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623745 от 26.08.2024г.
6. COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression / P. Mehta, D. F. McAuley, M. Brown [et al.] // Lancet. – 2020. – Vol. 395. – P. 1033-1034.
7. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study / F. Zhou, T. Yu, R. Du [et al.] // Lancet. – 2020. – Vol. 395. – № 10229. – P. 1054-1062.
8. The hypercoagulable state in COVID-19: Incidence, pathophysiology, and management / M. Y. Abou-Ismael, A. Diamond, S. Kapoor [et al.] // Thromb. Res. – 2020. – Vol. 194. – P. 101-115.
9. Biomarkers associated with COVID-19 disease progression / G. Ponti, M. Maccaferri, C. Ruini [et al.] // Crit. Rev. Clin. Lab. Sci. – 2020. – Vol. 57. – № 6. – P. 389-399.
10. Киселева, А. В. Патология почек у пациентов с COVID-19 / А. В. Киселева, А. В. Лескова, В. В. Скворцов // Лечащий врач. – 2022. – № 9 (25). – С. 19-23.
11. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19 / Y. Cheng, R. Luo, K. Wang [et al.] // Kidney Int. – 2020. – Vol. 5. – № 97. – P. 829-838.

REFERENCES

1. Salukhov V.V., Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Batluk T.I., Bashkinov R.A., Samus I.V., Melnikov E.S., Trubnikova M.A., Arutyunov A.G. The impact of carbohydrate metabolism disorders on the early and long-term clinical outcomes of patients with COVID-19 according to the AKTIV and AKTIV 2 registries. Problems of Endocrinology. 2023;69(1):36-49. <https://doi.org/10.14341/probl13175> (In Russ)
2. Markova T.N., Ponomareva A.A., Samsonova I.V., Kichigin V.A., Arefieva N.A. Risk factors for fatal outcome in patients with type 2 diabetes mellitus and a new coronavirus infection. Endokrinologiya: novosti, mneniya, obuchenie [Endocrinology: News, Opinions, Training]. 2022; 11 (1): 8-16. (In Russ) DOI: <https://doi.org/10.33029/2304-9529-2022-11-1-8-16> (In Russ)
3. Covid-19 and diabetes: a complex bidirectional relationship / H. Muniangi-Muhitu, E. Akalestou, V. Salem [et al.] // Front. Endocrinol. 2020; 11:582936. (in Engl)
4. Newly diagnosed diabetes is associated with a higher risk of mortality than known diabetes in hospitalized patients with COVID-19 / H. Li, S. Tian, T. Chen [et al.] // Diabetes Obes. Metab. 2020;22(10): 1897-1906 (in Engl)
5. Khamidullina Z.Z., Avzalitdinova D.Sh., Morugova T.V., Zagidullin N.Sh. Baza dannykh: Patsienty s normoglikemiei i narusheniyami uglevodnogo obmena v ostryi period COVID-19, nuzhdayushchiesya v dispanserizatsii v postkovidnom periode (Database: Patients with normoglycemia and carbohydrate metabolism disorders in the acute period of COVID-19, requiring medical examination in the post-COVID period). Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2024623745 ot 26.08.2024g.
6. COVID-19: consider cytokine storm syndromes and immunosuppression / P. Mehta, D. F. McAuley, M. Brown [et al.] // Lancet. 2020; 395:1033-1034. (in Engl)
7. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study / F. Zhou, T. Yu, R. Du [et al.] // Lancet. 2020;395(10229): 1054-1062. (in Engl)
8. The hypercoagulable state in COVID-19: Incidence, pathophysiology, and management / M. Y. Abou-Ismael, A. Diamond, S. Kapoor [et al.] // Thromb. Res. 2020; 194:101-115. (in Engl)
9. Biomarkers associated with COVID-19 disease progression / G. Ponti, M. Maccaferri, C. Ruini [et al.] // Crit. Rev. Clin. Lab. Sci. 2020; 57(6):389-399. (in Engl)
10. Kiseleva A. V., Leskova A. V., Skvortsov V. V. Kidney pathology in COVID-19 patients. Lechaschi Vrach. 2022; 9 (25): 19-23. (In Russ) DOI: 10.51793/OS.2022.25.9.003
11. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19 / Y. Cheng, R. Luo, K. Wang [et al.] // Kidney Int. 2020;5(97):829-838. (in Engl)

С.П. Зарубина, И.Ю. Федина, С.А. Хаменский, Н.М. Рехтина
ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ ДОБАВОЧНЫХ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА
 ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Барнаул

Резюме

Цель. Изучить добавочные (непостоянные) кости черепа человека, морфологические особенности, определить распространенность и варианты их анатомического строения.

Материал и методы. Материалом послужили 90 препаратов черепов взрослых людей. Краниоскопический, краниометрический и статистический методы применялись в комплексе для объективной оценки. В ходе исследования оценивалось: количество добавочных костных элементов, характер их локализации в черепе и степень распространенности. Для наглядности полученные данные были занесены в таблицу, проанализированы и сопоставлены с данными более ранних исследований других авторов.

Результаты. В фокусе наблюдений находились синдесмозы: венечный, сагитальный, ламбдовидный, теменно-сосцевидный и теменно-височный швы, а также топографо-анатомические точки: астерион, лямбда, птерион и брегма. Островковые кости в выборке не обнаружались. В ходе проведенного исследования зафиксировано присутствие добавочных костей в 37 анализируемых образцах, что свидетельствует о их распространенности, достигающей 41% в исследуемой выборке в частности шовные кости были обнаружены в 26 препаратах черепов (29%); родничковые кости на 17 черепках (19%), в ряде случаев наблюдалось их сочетание. Кости ламбдовидного шва встречались наиболее часто и были описаны в 22 препаратах (24%). При исследовании других швов добавочные кости были обнаружены в венечном шве (1 препарат черепа, 1%), теменно-височном (5 черепов, 5,5%), теменно-сосцевидном (5 черепов, 5,5%). В сагитальном шве добавочных костей обнаружено не было. Межтеменная кость (кость инков) также является шовной костью. Она присутствовала на 4 черепках (4,4%), в одном случае она была двойной, размером 50×25мм.

Заключение. На основании полученных данных можно сделать вывод, что настоящее исследование дополняет литературные данные о том, что добавочные кости чаще встречаются в области ламбдовидного шва, их форма и размеры непостоянны, что согласуется с данными более ранних исследований в этой области и имеет клиническое значение.

Ключевые слова: череп, кости черепа, вариантная анатомия, ламбдовидный шов, добавочная кость, непостоянные кости, вставочные кости, шовные кости, родничковые кости.

S.P. Zarubina, I.Yu. Fedina, S.A. Khamenskii, N.M. Rekhtina
VARIANT ANATOMY OF THE ACCESSORY BONES OF THE HUMAN SKULL

Abstract

Aim. To study the additional (non-permanent) bones of the human skull, their morphological features, to determine their prevalence and variants of anatomical structure.

Material and methods. The material consisted of 90 preparations of adult human skulls. Cranioscopic, craniometric, and statistical methods were used in combination for objective assessment. The study assessed the number of additional bone elements, the nature of their localization in the skull, and the degree of prevalence of the trait. For clarity, the data obtained were tabulated, analyzed, and compared with data from earlier studies by other authors.

Results. The observations focused on syndesmoses: coronal, sagittal, lambdoid, parietal-mastoid and parietal-temporal sutures, as well as topographic and anatomical points: asterion, lambda, pterion and bregma. Islet bones were not found in the sample. In the course of the study, the presence of additional bones was recorded in 37 analyzed samples, which indicates their prevalence, reaching 41% in the study sample. In particular: suture bones were found on 26 skull specimens (29%); fontanel bones on 17 skulls (19%) - in some cases, a combination of them was observed. Lambdoid suture bones were the most common and were described on 22 preparations (24%). When examining other sutures, additional bones were found in the coronary suture (1 skull preparation, 1%), parietotemporal (5 skulls, 5.5%), parietomastoid (5 skulls, 5.5%); no additional bones were found in the sagittal suture. The interstitial bone (Inca bone), also a suture bone, was present on 4 skulls (4.4%), in one of the cases it was double, the dimensions were 50×25mm.

Conclusion. Based on the data obtained, it can be concluded that this study complements the literature data that additional bones are more common in the area of the lambdoid suture, the shape and size of bones are variable, which is consistent with the data of earlier studies in this area and has clinical significance.

Keywords: skull, cranial bones, variant anatomy, lambdoid suture, accessory bone, non-permanent bones, insertion bones, suture bones, fontanelle bones.

Введение

Знание вариантной анатомии человека имеет особое значение в клинической практике, позволяет снизить риск осложнений при хирургических операциях и своевременно поставить диагноз, информировать пациента о его сути и назначить адекватную терапию [1-4]. Необычные формы строения и расположения анатомических структур являются областью изучения вариантной анатомии, к которой следует отнести и наличие таких костей черепа, согласно классификации, как шовные и островковые кости, а также кости роднич-

ков [4,8]. Вдоль черепных швов могут образовываться так называемые кости швов (ossa suturalia), располагающиеся между постоянными костями черепа. Отдельно выделяют родничковые кости (ossa fonticulorum), локализующиеся в области сохранившихся родничков. В толще постоянных костей черепа могут присутствовать островковые кости [1,5,6,8]. Добавочные кости могут имитировать переломы черепа на рентгеновских снимках и указывать на наличие каких-либо патологий опорно-двигательного аппарата. Таким образом, чрезвычайно важно во избе-

жание диагностических ошибок знать все особенности и варианты расположения таких костей черепа [1,5,6,8].

Цель – в рамках исследования предполагается всесторонне изучить добавочные (непостоянные) кости черепа человека, детально описать их морфологические особенности, определить степень их распространенности в исследуемой выборке, а также систематизировать возможные варианты их анатомического строения.

Материал и методы

При проведении исследования был изучен материал из научного фонда музея кафедры анатомии Алтайского государственного медицинского университета (90 качественно сохранившихся препаратов черепов взрослых индивидов, происходивших с территории Алтайского края). Методы исследования: визуальный осмотр (краниоскопия), точные измерения (краниометрия) и статистическая обработка полученных данных.

Статистическая обработка данных, включая расчёт частоты встречаемости признаков, выполнена с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2021. Критерии включения: полная сохранность основных структур, значимых для краниологического анализа, и завершение окостенения черепных швов.

В качестве наблюдений были избраны следующие синдесмозы: венечный, сагитальный, ламбдовидный, теменно-сосцевидный и теменно-височный швы, а также топографо-анатомические точки: астерион, лямбда, птерион и брегма. Для каждого черепа фиксировали наличие или отсутствие добавочных костей, а также детально описывали их морфологические характеристики (форма и размер) [1].

Результаты и обсуждение

Согласно данным источников литературы, добавочные кости в черепе человека могут встречаться в норме, как правило, их размеры и количество меньше, а когда они связаны с какой-либо скелетной дисплазией, то они могут быть больше по размеру и количеству [7].

Исследование показало, что из 90 образцов черепов добавочные кости (шовные и родничковые) были обнаружены в 37, что демонстрирует распространённость явления на уровне 41%. При этом кости могли располагаться как в правой, так и в левой половинах черепа, а также иметь двустороннее расположение (табл.1,2). По данным исследований других авторов частота встречаемости шовных костей составляет 20-67% [1,4,6-9]. В

настоящем исследовании шовные кости были обнаружены в 26 препаратах черепа (29%), включая межтеменные кости «кость инков», которые присутствовали в 4 черепах (4,4%). В одном из случаев межтеменная кость была двойной размером 50×25 мм. «Кость инков» является шовной костью, так как образуется в результате незаращения шва между верхней и нижней частями затылочной кости. Название «кость инков» связано с тем, что эта аномалия была впервые обнаружена у черепов древних инков, хотя встречается у представителей всех рас. Родничковые кости были обнаружены на 17 черепах (19%) – в некоторых случаях они сочетались с шовными; островковые кости не были найдены. Еще у 4 препаратов были обнаружены метопические швы (4,4%), из которых в двух случаях они сочетались с добавочными костями, расположенными вдоль ламбдовидного шва. Добавочных костей в области анатомической точки черепа брегма (место соединения венечного и сагитального швов, у новорожденных соответствует переднему родничку) и в области сагитального шва обнаружено не было (0%). Нередко добавочные кости находились сразу в нескольких швах и сочетались с родничковыми. Форма и размер костей также были непостоянными.

Таблица 1

Общая встречаемость добавочных костей (n = 90)

Добавочные кости	Количество препаратов черепов	%
Присутствуют	37	41
Отсутствуют	53	59
Левая половина черепа	11	12
Правая половина черепа	10	11
Обе половины черепа	16	18

Таблица 2

Расположение и встречаемость добавочных костей среди числа, выявленных в препаратах черепа (n = 37)

Добавочные кости	Количество препаратов черепов	%
Левая половина черепа	11	30
Правая половина черепа	10	27
Обе половины черепа	16	43

В опубликованных источниках указывается, что ламбдовидный шов чаще всего сопровождается наличием шовных костей, этот факт нашёл подтверждение в проведённом исследовании [8-11]. Действительно кости ламбдовидного шва встречались наиболее часто и были описаны на 22 препаратах (24%) (рис.1). Также наблюдались различия в морфологии и размерах костей ламбдовидного шва [8]. Встречались кости овальной, округлой, треугольной, неправильной формы с выступами; размер наиболее крупной кости 55×50 мм, наиболее мелкой 5×3 мм. Наиболее часто кости располагались билатерально, то

есть в обеих, правой и левой, половинах шва, а именно встречаемость данного признака составила 11 случаев, что составляет 50% от количества препаратов черепа, имеющих кости, расположенные в ламбдовидном шве. Унилатеральное расположение, то есть в пределах одной из двух половин швов: правой или левой – 36% и 14% соответственно.



Рис. Кости ламбдовидного шва

При детальном изучении других швов добавочные кости были обнаружены в венечном шве (1 препарат черепа, 1%), теменно-височном (5 черепов, 5,5%), теменно-сосцевидном (5 черепов, 5,5%); в сагиттальном шве добавочных костей обнаружено не было. Родничковые кости, а также добавочные могут располагаться в области проекции

родничков между трех и более постоянных костей. В настоящем исследовании кость переднего (лобного) родничка в краниометрической точке брегме отсутствовала на всех препаратах черепов; кость заднего (затылочного) родничка в области ламбды присутствовала на 2 черепках (2,2%). Кости клиновидного родничка были обнаружены на 8 черепках (8,8%), сосцевидного родничка – на 7 черепках (7,7%).

Заключение

Настоящее исследование дополняет литературные данные о том, что добавочные кости чаще встречаются в области ламбдовидного шва, что согласуется с данными более ранних исследований других авторов в этой области и имеет клиническое значение: рентгенологам следует учитывать их наличие на рентгенограммах черепа; нейрохирургам следует проводить дополнительное обследование перед выполнением краниотомии; судебно-медицинским экспертам знания вариантной анатомии костей черепа человека необходимы для проведения дифференциальной диагностики между наличием добавочных костей и переломами костей черепа [5-7,12,13].

Сведения об авторах статьи:

Зарубина Софья Петровна – к.м.н., доцент кафедры анатомии ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России. Адрес: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 7. E-mail: sofya_zarubina@list.ru.

Федина Инна Юрьевна – к.м.н., доцент, зав. кафедрой анатомии ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России. Адрес: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 7. Тел: 8(3852) 757-955. E-mail: infedina@yandex.ru.

Хаменский Сергей Арсентьевич – к.м.н., доцент кафедры анатомии ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России. Адрес: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 7.

Рехтина Наталья Михайловна – ст. преподаватель кафедры анатомии ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России. Адрес: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 7. Тел: 8(3852) 757-955. E-mail: natasha-agmu@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бхатия, Т. Исследование добавочных костей черепа человека (червеобразных костей) / Т. Бхатия, С. П. Зарубина // Scientist (Russia). – 2025. – Т. 4, № 31. – С. 341-346.
2. Рязева, Л. М. Вариантная анатомия альвеолярных отростков верхних челюстей / Л. М. Рязева, Е. В. Жукова // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2024. – № 2. – С. 205–211.
3. Скрыбин, Е. Г. Крестец с пятью парами сакральных отверстий как патогномоничный симптом переходных пояснично-крестцовых позвонков / Е. Г. Скрыбин // Якутский медицинский журнал. – 2025. – № 2 (90). – С. 33–36. – DOI: 10.25789/YMJ.2025.90.07.
4. Сперанский, В. С. Форма и конструкция черепа / В. С. Сперанский, А. И. Зайченко. – М.: Медицина, 1980. – 280 с.
5. Джанджгава, Н. Н. Диагностика добавочной межтеменной кости у новорожденного / Н. Н. Джанджгава, А. Б. Сугак, Е. А. Филиппова [и др.] // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 128-133. – DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-3-128-133.
6. Медведева, Н. А. Лучевая диагностика непостоянных костей черепа и их роль в судебно-медицинской экспертизе живых лиц / Н. А. Медведева, Н. С. Серова // Russian electronic journal of radiology. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 16–25. – DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-16-25.
7. Uday Kumar. Wormian Bones: Study on dry Human skulls in North Karnataka Region / Uday Kumar, J. Ratna Prabha // Int. J. Anat. Res. – 2016. – Vol. 4, № 1. – P. 1854-1858.
8. Рыбаков, А. Г. Вариантная анатомия непостоянных костей черепа человека / А. Г. Рыбаков, И. А. Лошкарев, Мачинский [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5. – С. 145.
9. Patel, D. Morphological Study of Wormian Bones in Dried Human Skulls / D. Patel, K. Chauhan, D. Patil // National Journal of Medical Research. – 2015. – Vol. 5, № 03. – P. 222-225.
10. Tallapaneni, S. Morphological Study of Wormian Bones in Dried Adult Human Skulls in Telegana / S. Tallapaneni, N. Samala // International Journal of Anatomy and Research. – 2016. – Vol. 4, № 4. – P. 3257-3262.
11. Shivaleela C. Morphological Study of Wormian Bones in Dried Human Skulls / C. Shivaleela, GV Kumar, SB Malipatil, and K. Sandhya // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. April – June 2013. – 4(2) – P. 584-589.
12. Raja Sekhar Katikireddi. Incidence of sutural bones at pterion in south Indian dried skulls / Raja Sekhar Katikireddi, Siva Nageswara Rao Sundara Setty // Int J Anat Res 2016. – 4(1) – P. 2099-2101.
13. Raju Sugavasi. Unusual sutural bone at pterion - a case report. / Sugavasi Raju, Sujatha. M, Indira Devi. B, Sirisha. B. // International Journal of Current Research and Review. 2012. – 04(07) – P. 101-103.

REFERENCES

1. Bhatiya T., Zarubina S. P. The study of the additional bones of the human skull (wormform bones). *Scientist (Russia)*.2025;4(31):341-346.
2. Ryazaeva, L. M., Zhukova E.V. Variant anatomy of the alveolar processes of the upper jaws. *Integrativnye tendencii v medicine i obrazovanii=Integrative trends in medicine and education*.2024;2:205-211.
3. Skryabin E.G. Sacrum with five pairs of sacral openings as a pathognomonic symptom of transitional lumbosacral vertebrae. *Yakutskij medicinskij zhurnal=Yakut Medical Journal*.2025;2(90):33-36. DOI 10.25789/YMJ.2025.90.07
4. Speranskij V.S., Zajchenko A.I. Skull shape and construction. Moskva, Medicina, 1980 g. 280 s.
5. Dzhandzhgava N. N., Sugak A. B., Filippova E. A. Diagnosis of an extra parietal bone in a newborn. *Rossiiskij elektronnyj zhurnal luchevoj diagnostiki = Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics*. 2022;12(3):128-133. DOI 10.21569/2222-7415-2022-12-3-128-133.
6. Medvedeva N.A., Serova N.S. Radiological diagnostics of cranial accessory bones and their role in the forensic medical examination of living persons. *Russian electronic journal of radiology*.2024;14(1):16-25. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-16-25.
7. Uday kumar, Ratna Prabha J. Wormian Bones: Study on dry Human skulls in North Karnataka Region. *Int. J Anat Res*. 2016;4(1):1854-58.
8. Rybakov A.G., Loshkarev I.A., Machinskij P.A. et al. Variant anatomy of the accessory bones of the human skull. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2017;5:145.
9. Patel, D., Chauhan, K., & Patil, D. Morphological Study of Wormian Bones in Dried Human Skulls. *National Journal of Medical Research*.2015;5(03):222–225.
10. Tallapaneni Sreekanth, Niveditha Samala. Morphological Study of Wormian Bones in Dried Adult Human Skulls in Telegana. *International Journal of Anatomy and Research*.2016;4(4):3257-62.
11. Shivalaleela C, Kumar GV, Malipatil SB, and Sandhya K. Morphological Study of Wormian Bones in Dried Human Skulls. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. April – June 2013;4(2):584-589.
12. Raja Sekhar Katikireddi, Siva Nageswara Rao Sundara Setty. Incidence of sutural bones at pterion in south Indian dried skulls. *Int J Anat Res* 2016;4(1):2099-2101.
13. Raju Sugavasi, Sujatha. M, Indira Devi. B, Sirisha. B, Unusual sutural bone at pterion - a case report. *International Journal of Current Research and Review*. 2012;04(07):101-103.

А.В. Масленников, А.И. Батраев, А.А. Рахматуллин
ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЬЦЕВОГО ИНДЕКСА (2D:4D)
У ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа

Резюме

Индекс Мэннинга (ИМ, 2D:4D, пальцевой индекс) – генетически детерминированное соотношение между длиной указательного и безымянного пальцев, имеющее корреляцию с пренатальным уровнем тестостерона. Данный индекс применяется при прогнозировании множества клинических ситуаций. Он может отличаться у представителей различных этносов. В литературе отсутствует достаточное количество информации о значениях ИМ для жителей Республики Башкортостан (РБ). *Цель.* Выявить особенности индекса Мэннинга у жителей Республики Башкортостан.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 188 человек – 96 девушек и 92 юноши, которые представляли три самые многочисленные национальности, лиц, проживающих на территории Башкортостана. Индекс Мэннинга измерялся с применением анализа фотокопий рук.

Результаты. Индекс Мэннинга как по правой, так и по левой руке у юношей был статистически значимо ниже, чем у девушек ($p < 0,01$). Значения ИМ между национальностями не отличались, но у юношей наблюдалась билатеральная асимметрия внутри гендерной группы.

Заключение. Индекс Мэннинга сохраняет половой диморфизм, при этом между этническими группами отсутствуют статистически значимые различия. Медиана индекса для юношей по правой руке составила 0,96 [0,93;1,00], для девушек – 1,00 [0,97;1,03].

Ключевые слова: индекс Мэннинга, половой диморфизм, анатомия кисти, жители Республики Башкортостан.

A.V. Maslennikov, A.I. Batraev, A.A. Rakhmatullin
CHARACTERISTICS OF THE FINGER INDEX (2D:4D)
IN RESIDENTS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Abstract

The Manning Index (MI, 2D:4D, digital index) is a genetically determined ratio between the lengths of the index and ring fingers, which correlates with prenatal testosterone levels. It is used to predict a variety of clinical situations but may vary among individuals of different ethnic groups. There is no information in the literature on MI values for residents of the Republic of Bashkortostan.

Aim. To identify characteristics of the Manning Index in residents of the Republic of Bashkortostan.

Material and methods. The study involved 188 participants – 96 girls and 92 boys – representing the three largest ethnic groups living in Bashkortostan. The Manning Index was measured using hand photocopy analysis.

Results. The Manning Index for both the right and left hands was statistically significantly lower in boys than in girls ($p < 0.01$). MI values did not differ between ethnicities, but boys had bilateral asymmetry within the gender group.

Conclusions. The Manning Index is sexually dimorphic, with no statistically significant differences between ethnic groups. The median index for boys on the right hand was 0.96 [0.93; 1.00], and for girls, 1.00 [0.97; 1.03].

Keywords: Manning Index, sexual dimorphism, anatomy of the hand, residents of the Republic of Bashkortostan.

Введение

Дифференцировка мочеполовой системы и аппендикулярного скелета у позвоночных находится под контролем одних и тех же Нох-генов, что легло в основу появления теории об индексе Мэннинга (ИМ) – соотношении длины указательного и безымянного пальцев (2D:4D), как о маркере внутриутробного воздействия тестостерона [17]. В соответствии с ней, пренатальное воздействие высоких концентраций андрогенов приводит к укорочению указательного пальца (2D) по сравнению с безымянным пальцем (4D) [6]. Эта гипотеза получила подтверждение в исследованиях на мышах с нокаутом андрогенного рецептора: его инактивация приводит к гипертрофии указательного пальца, что в свою очередь приводит к более высокому соотношению 2D:4D [12]. Аналогичные результаты были получены в исследованиях на людях: при сравнении уровней гормонов плода в амниотической жидкости с соотношением

2D:4D, подтверждалась взаимосвязь между низким уровнем тестостерона и более коротким безымянным пальцем [13]. Таким образом, соотношение 2D:4D у мужчин обычно меньше, чем у женщин [6,12,13]. В 1998 году Дж. Мэннинг впервые сообщил, что правая рука более чувствительна к пренатальным уровням половых стероидов по сравнению с левой рукой [8]. Считается, что соотношение пальцев устанавливается пренатально, но данные о половых различиях соотношения пальцев в детстве менее надежны по сравнению с данными, полученными от взрослых [10].

Клиническое значение соотношения 2D:4D активно изучается. Так были выявлены ассоциации этого показателя со спортивными достижениями [19], расстройствами аутистического спектра [2], наркотической [18] и другими типами зависимостей [9]. Было высказано предположение, что люди с низким соотношением 2D:4D имеют более высокую потребность в достижениях и самореализации

[11]. Ряд авторов сообщают об изменении соотношения пальцев у людей с андрогензависимыми расстройствами, такими как врожденная гиперплазия надпочечников, синдром поликистозных яичников, синдром Клайн-Фельтера [20], различными нарушениями развития нервной системы, депрессией [14] и сердечно-сосудистыми событиями [3]. Между тем, нормативы соотношения 2D:4D, характерные для конкретного пола, различаются между представителями разных этнических групп [5]. В то же время современная научная периодика не содержит достаточного количества данных о значении ИМ у представителей национальностей, традиционно проживающих на территории Республики Башкортостан.

Целью данной статьи явилось выявление особенностей соотношения 2D:4D у представителей трёх крупнейших национальностей, проживающих на территории Республики Башкортостан: башкир, русских и татар.

Материал и методы

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России (протокол №4 от 19.04.2023 года). Для анализа использовались результаты базы данных клинических наблюдений «Показатели индекса Мэннинга у лиц, проживающих на территории Республики Башкортостан», зарегистрированных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент) (свидетельство № 2025622808 от 27.06.2025) и охраняемой авторским правом [1].

Критерии включения в исследование: возраст от 18 до 45 лет, согласие на участие в исследовании, рождение и постоянное проживание на территории Республики Башкортостан, самоопределение себя в одну из групп в зависимости от национальности: башкирской, русской, татарской.

Критерии исключения: наличие сопутствующих заболеваний в стадиях декомпенсации или обострения, которые могут повлиять на проведение исследования, наличие заболеваний и пороков развития кистей рук, указание на приём гормонально-активных препаратов в анамнезе, отказ от участия в исследовании.

Исследование включало в себя анонимное анкетирование (деперсонализация проводилась путем присвоения индивидуального идентификационного номера) и антропометрическое исследование. Респондентам было предложено заполнить анкету, включающую блок вопросов по социальному и медико-биологическому статусу: этническая принад-

лежность, место рождения и проживания, семейное положение, вредные привычки и др. Антропометрия параметров кисти осуществлялась посредством фотокопии кистей рук на обычном сканере по методике Корнхубера и др. (2011) [4]. Участников попросили снять украшения и кольца, которые могли бы мешать измерению длины пальцев. Контрастность сканера была настроена таким образом, чтобы получить четкое изображение, на котором как проксимальная складка, так и кончики пальцев 2D и 4D были видны и отличались от фона. Длину пальцев измеряли на вентральной поверхности кисти от базальной складки пальца до кончика пальца по средней линии в программе ImageJ при помощи цифрового штангенциркуля (см. рисунок).

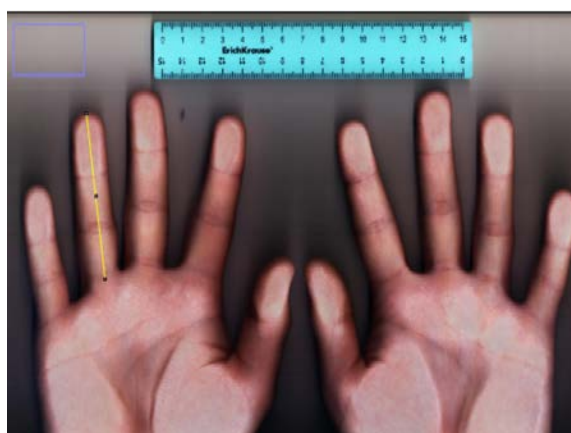


Рис. Фотокопия кистей рук

Измерения проводились трижды с подсчетом среднего результата. Полученные данные были проанализированы с использованием программного обеспечения “IBM SPSS Statistics” (версия: 27.0). Все данные изначально проверялись на нормальность распределения с использованием теста Колмогорова–Смирнова: нормально распределенные данные анализировались с помощью критерия Стьюдента, в то время как данные, распределение которых отличалось от нормального, анализировались с помощью теста Манна–Уитни. Частота признака сравнивалась с помощью критерия Хи-квадрат. Данные представлены в виде числа (%), различия между группами при значениях p ниже 0,05 считались статистически значимыми.

Результаты и обсуждение

Всего в исследовании приняло участие 263 человека, но после стратификации на группы в исследование было отобрано 188 анкет. Доля девушек составила 48,9%, юношей – 51,1%, средний возраст респондентов составил $19,52 \pm 1,41$ года. Этнический состав участников исследования представлен в табл. 1.

Национальный состав групп лиц,
принявших участие в исследовании

Таблица 1

Национальность	Юноши, N	Девушки, N	Общее количество, N
Башкиры	18	26	44
Русские	40	30	70
Татары	34	40	74
Дети от межнациональных браков	15	19	34
Др. национальности	28	13	41
Итого...	135	128	263

Результаты сравнения медианных значений 2D/4D обеих рук для мужчин и женщин представлены в табл. 2. Обращает на себя внимание тот факт, что у юношей была выявлена билатеральная асимметрия – значения ИМ правой и левой руки, статистически значимо отличались друг от друга, для девушек аналогичного факта обнаружено не было. Клиническое значение этого феномена только начало изучаться. Имеются данные, что более низкое значение ИМ характерно для левой руки (но не для правой) у пациентов мужского пола с шизофренией, склонных к агрессии [16]. Более того, некоторые авторы предлагают анализировать не абсолютное значение ИМ справа или слева, а направленность асимметрии: было высказано предположение, что именно более низкое значение 2D/4D справа по сравнению с левой кистью является маркером высокого пренатального воздействия андрогенов [15].

Таблица 2

Значение индекса Мэннинга (медиана) у юношей и девушек

Пол	ИМ правой руки	ИМ левой руки	Значение p
Юноши	0,96 [0,93;1,00]	0,98 [0,96;1,01]	0,01
Девушки	1,00 [0,97;1,03]	1,00 [0,97;1,02]	0,72

При сравнении значений индекса Мэннинга пальцев кистей юношей и девушек были ожидаемо выявлены статистически значимые различия как справа ($p=0,001$), так и слева ($p=0,024$).

Было проанализировано предположение, что у юношей ИМ меньше 1,0 (то есть безымянный палец в абсолютных значениях длиннее указательного), а у девушек – соответственно больше 1,0. Для проверки данной гипотезы была оценена возможность верно идентифицировать пол пациента по соотношению 2D:4D. При анализе соответствия значений индекса Мэннинга больше или меньше единиц биологическому полу респондентов было установлено, что для девушек ИМ правой руки более единицы выявлялся только в 38,1% случаев, для юношей ИМ менее единицы оказался в 73,8% (табл. 3). Для левой руки ИМ 1 наблюдался у 38,5% девушек, ИМ 1 обнаруживался у 55,4% юношей (табл. 4). Таким образом для лиц, проживающих на территории РБ, целесообразно проводить количественный анализ

значений ИМ, а не качественный путём визуального сравнения длины пальцев. Кроме того, полученные в нашем исследовании меры центральной тенденции показали, что у женщин ИМ статистически значимо выше, чем у мужчин (табл. 2), но не обязательно превышает 1,0, что соответствует результатам исследований из других стран [7].

Таблица 3

Соответствие Индекса Мэннинга правой кисти полу

Пол	Тип строения кисти		
	Мужской, % ИМ<1,0	Женский, % ИМ>1,0	Промежуточный, % ИМ=1
Мужской	73,8	14,3	11,9
Женский	47,4	38,1	14,5

Таблица 4

Соответствие Индекса Мэннинга левой кисти полу

Пол	Тип строения кисти		
	Мужской, % ИМ<1,0	Женский, % ИМ>1,0	Промежуточный, % ИМ=1
Мужской	55,4	28,3	16,3
Женский	44,8	38,5	16,7

Был проведен анализ значений ИМ в зависимости от этнической принадлежности. В изученных группах при помощи описательной статистики были рассчитаны медианные значения 2D/4D для правой кисти (табл. 5). С целью обнаружения различий по индексу Мэннинга у разных национальностей был использован непараметрический метод анализа критерий Краскела–Уоллиса, в результате проведения которого не было обнаружено различий по значениям ИМ ($p=0,63$). При сравнении ИМ между различными национальностями среди юношей p -значимость была равна 0,19, среди девушек – 0,51.

Таблица 5

Индекс Мэннинга правой руки

у лиц различных этнических групп

Этническая группа	Юноши	Девушки
Башкиры	0,98 [0,96; 1,00]	1,00 [0,96; 1,01]
Русские	0,96 [0,94; 1,00]	1,00 [0,97; 1,03]
Татары	0,96 [0,93; 0,97]	0,99 [0,97; 1,03]

Выводы. В результате проведенного исследования были впервые установлены медианные значения ИМ для представителей основных национальностей у лиц, проживающих на территории Республики Башкортостан, который характеризовался отсутствием межнациональных различий внутри гендерных групп. Кроме того, был выявлен факт билатеральной асимметрии ИМ для юношей.

Между тем у исследования есть ряд ограничений: недостаточное количество респондентов, что не позволило получить распределение полученных значений, соответствующее нормальному и, как следствие, – выявить средние значения ИМ. Кроме того в исследовании приняли участие только лица в возрасте от 18 до 29 лет, значения ИМ в других возрастных группах не анализировались.

Сведения об авторах статьи:

Маслеников Антон Васильевич – к.м.н., доцент кафедры анатомии человека, доцент кафедры акушерства и гинекологии №2 ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: mas-anton@yandex.ru.
Батраев Айрат Ильдарович – студент лечебного факультета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: batraev.ayrat@mail.ru.
Рахматуллин Алексей Артурович – студент лечебного факультета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: rakhmattullin.alexey@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Показатели индекса Мэннинга у лиц, проживающих на территории Республики Башкортостан: свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025622808 Рос. Федерация; заявл. 03.06.2025; опубл. 27.06.2025.
2. 2D:4D Ratio and Autism Spectrum Disorder in Brunei Darussalam / Lee SHF [et al.] // J Autism Dev Disord. – 2021. – Vol. 51, № 12. – P. 4577-4586.
3. Bagepally, B.S. Association between the 2d:4d and cardiovascular risk factors: Body mass index, blood pressure and body fat / B.S. Bagepally, J. Majumder, S. Kotadiya // Early Hum Dev. – 2020. – Vol. 151. – P. 105193.
4. Digit ratio (2D:4D) and academic success as measured by achievement in the academic degree «Habilitation» / O.Y. Tektas [et al.] // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, № 2. – P. e0212167.
5. Lenz, B. Cross-national gender variations of digit ratio (2D:4D) correlate with life expectancy, suicide rate, and other causes of death / B. Lenz, J. Kornhuber // J Neural Transm (Vienna). – 2018. – Vol. 125, № 2. – P. 239-246.
6. Manning, J.T. Digit ratio (2D:4D) and its relationship to foetal and maternal sex steroids: A mini-review / J.T. Manning, B. Fink // Early Human Development. – 2023. – Vol. 183. – P. 105799.
7. Manning, J.T. Understanding COVID-19: Digit ratio (2D:4D) and sex differences in national case fatality rates / J.T. Manning, B. Fink // Early Hum Dev. – 2020. – Vol. 146. – P. 105074.
8. Oxytocin receptor gene polymorphism (rs53576) and digit ratio associates with aggression: comparison in seven ethnic groups / M. Butovskaya [et al.] // J Physiol Anthropol. – 2020. – Vol. 39, № 1. – P. 20.
9. Prenatal androgen exposure predicts sexuality disorders: insights from anthropometric measurements and questionnaires / A. Bartoszek [et al.] // Front Endocrinol (Lausanne). – 2025. – Vol. 16. – P. 1546385.
10. Radiologically Assessed Sex-Specific Left-Hand Digit Ratio (2D:4D) in Caucasian Children and Adolescents from South Germany / K.A. Schiergens [et al.] // Arch Sex Behav. – 2025. – Vol. 54, № 10. – P. 4039-4044.
11. Self-Efficacy and the Digit Ratio in a Group of Sports University Students / S. Massimino [et al.] // J Funct Morphol Kinesiol. – 2023. – Vol. 8, № 3. – P. 97.
12. Sex-specific association between prenatal androgenization (second-to-fourth digit length ratio) and frontal brain volumes in adolescents / B. Lenz [et al.] // Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci. – 2023. – Vol. 273, № 6. – P. 1243-1254.
13. The association of prenatal amniotic sex hormones and digit ratio (2D:4D) in children aged 5 to 70 months: A longitudinal study / L. Ernsten [et al.] // PLoS One. – 2023. – Vol. 18, № 3. – P. e0282253.
14. The associations between 2D:4D ratio and behavior problems among Chinese preschool children: A cross-sectional study / L. Tao [et al.] // Early Hum Dev. – 2023. – Vol. 186. – P. 105871.
15. The effects of sex, nation, ethnicity, age and self-reported pubertal development on participant-measured right-left 2D:4D (Dr-l) in the BBC internet study / J.T. Manning [et al.] // J Biosoc Sci. – 2023. – Vol. 55, № 2. – P. 383-395.
16. The Left-Hand 2D:4D Ratio is Superior to the Right-Hand 2D:4D Ratio in Determining the Criminal Potential of Schizophrenia Patients / E. Emre [et al.] // Alpha Psychiatry. – 2025. – Vol. 26, № 5. – P. 47507.
17. The ratio of 2nd to 4th digit length and reproductive function of infertile male patients / M. Uchida [et al.] // Reprod Med Biol. – 2023. – Vol. 22, № 1. – P. e12500.
18. The Ratio of Second and Fourth Digit Length: A Biomarker for Methamphetamine Dependence? / Y. Kim [et al.] // Clin Psychopharmacol Neurosci. – 2022. – Vol. 20, № 4. – P. 694-700.
19. The Second to Fourth Digit Ratio in Elite and Non-Elite Greco-Roman Wrestlers / M. Keshavarz [et al.] // J Hum Kinet. – 2017. – Vol. 60. – P. 145-151.
20. Twin testosterone transfer hypothesis and the second-to-fourth digit ratio in females of same-sex and opposite-sex twin pairs: An exploratory study / M. Banyeh [et al.] // Physiol Rep. – 2025. – Vol. 13, № 2. – P. e70207.

REFERENCES

1. Pokazateli indeksa Menninga u lits, prozhivayushchikh na territorii Respubliki Bashkortostan (*Manning index values among individuals residing in the Republic of Bashkortostan*): svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii bazy dannykh № 2025622808 Ros. Federatsiya; zayavl. 03.06.2025; opubl. 27.06.2025 (In Russ)
2. Lee SHF, Aziz SA, Hamid M [et al.]. 2D:4D Ratio and Autism Spectrum Disorder in Brunei Darussalam. J Autism Dev Disord. 2021;51(12):4577-4586. doi:10.1007/s10803-021-04899-9. (in Engl)
3. Bagepally BS, Majumder J, Kotadiya S. Association between the 2d:4d and cardiovascular risk factors: Body mass index, blood pressure and body fat. Early Hum Dev. 2020;151:105193. doi:10.1016/j.earlhumdev.2020.105193. (in Engl)
4. Tektas OY, Kapsner L, Lemmer M [et al.]. Digit ratio (2D:4D) and academic success as measured by achievement in the academic degree «Habilitation». PLoS One. 2019;14(2):e0212167. doi:10.1371/journal.pone.0212167. (in Engl)
5. Lenz B, Kornhuber J. Cross-national gender variations of digit ratio (2D:4D) correlate with life expectancy, suicide rate, and other causes of death. J Neural Transm (Vienna). 2018;125(2):239-246. doi:10.1007/s00702-017-1815-7. (in Engl)
6. Manning JT, Fink B. Digit ratio (2D:4D) and its relationship to foetal and maternal sex steroids: A mini-review. Early Hum Dev. 2023;183:105799. (in Engl)
7. Manning JT, Fink B. Understanding COVID-19: Digit ratio (2D:4D) and sex differences in national case fatality rates. Early Hum Dev. 2020;146:105074. doi:10.1016/j.earlhumdev.2020.105074. (in Engl)
8. Butovskaya M, Rostovtseva V, Butovskaya P [et al.]. Oxytocin receptor gene polymorphism (rs53576) and digit ratio associates with aggression: comparison in seven ethnic groups. J Physiol Anthropol. 2020;39(1):20. doi:10.1186/s40101-020-00232-y. (in Engl)
9. Bartoszek A, Sawic M, Pierzchała K [et al.]. Prenatal androgen exposure predicts sexuality disorders: insights from anthropometric measurements and questionnaires. Front Endocrinol (Lausanne). 2025;16:1546385. doi:10.3389/fendo.2025.1546385. (in Engl)
10. Schiergens KA, Berger U, Dubinski I [et al.]. Radiologically Assessed Sex-Specific Left-Hand Digit Ratio (2D:4D) in Caucasian Children and Adolescents from South Germany. Arch Sex Behav. 2025;54(10):4039-4044. doi:10.1007/s10508-025-03254-8. (in Engl)
11. Massimino S, Rinella S, Guerrero CS, [et al.]. Self-Efficacy and the Digit Ratio in a Group of Sports University Students. J Funct Morphol Kinesiol. 2023;8(3):97. doi:10.3390/jfmk8030097. (in Engl)
12. Lenz B, Gerhardt S, Boroumand-Jazi R [et al.]. Sex-specific association between prenatal androgenization (second-to-fourth digit length ratio) and frontal brain volumes in adolescents. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci. 2023;273(6):1243-1254. doi:10.1007/s00406-022-01515-4. (in Engl)

13. Ernsten L, Körner LM, Schaper ML [et al.]. The association of prenatal amniotic sex hormones and digit ratio (2D:4D) in children aged 5 to 70 months: A longitudinal study. *PLoS One*. 2023;18(3):e0282253. doi:10.1371/journal.pone.0282253. (in Engl)
14. Tao L, Wu R, Song X [et al.]. The associations between 2D:4D ratio and behavior problems among Chinese preschool children: A cross-sectional study. *Early Hum Dev*. 2023;186:105871. doi:10.1016/j.earlhumdev.2023.105871. (in Engl)
15. Manning JT, Fink B, Mason L [et al.]. The effects of sex, nation, ethnicity, age and self-reported pubertal development on participant-measured right-left 2D:4D (Dr-l) in the BBC internet study. *J Biosoc Sci*. 2023;55(2):383-395. doi:10.1017/S0021932022000049. (in Engl)
16. Emre E, Yıldız S, Aydın S [et al.]. The Left-Hand 2D:4D Ratio is Superior to the Right-Hand 2D:4D Ratio in Determining the Criminal Potential of Schizophrenia Patients. *Alpha Psychiatry*. 2025;26(5):47507. doi:10.31083/AP47507. (in Engl)
17. Uchida M, Iwamoto T, Yamasaki K [et al.]. The ratio of 2nd to 4th digit length and reproductive function of infertile male patients. *Reprod Med Biol*. 2023;22(1):e12500. doi:10.1002/rmb2.12500. (in Engl)
18. Kim Y, Won SD, Kwon H [et al.]. The Ratio of Second and Fourth Digit Length: A Biomarker for Methamphetamine Dependence? *Clin Psychopharmacol Neurosci*. 2022;20(4):694-700. doi:10.9758/cpn.2022.20.4.694. (in Engl)
19. Keshavarz M, Bayati M, Farzad B [et al.]. The Second to Fourth Digit Ratio in Elite and Non-Elite Greco-Roman Wrestlers. *J Hum Kinet*. 2017;60:145-151. doi:10.1515/hukin-2017-0097. (in Engl)
20. Banyeh M, Nyewie M, Abdulai AR [et al.]. Twin testosterone transfer hypothesis and the second-to-fourth digit ratio in females of same-sex and opposite-sex twin pairs: An exploratory study. *Physiol Rep*. 2025;13(2):e70207. doi:10.14814/phy2.70207. (in Engl)

А.Л. Марков, М.М. Агаев, Р.Э. Ермаченков, И.А. Фридман, А.В. Басевич
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ
В СИСТЕМЕ ТРЕХФАЗНОГО ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ**
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический
университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург

Резюме

Цель. Определение границы эффективности проведения технологического процесса экстрагирования в системе трехфазного псевдоожигенного слоя в ходе гидродистилляционного получения эфирных масел.

Материал и методы. Для объекта исследования – травы душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) – проведено исследование зависимости минимального объема воды, необходимого для поддержания гомогенного кипения в системе трехфазного псевдоожигенного слоя от массы загруженного растительного материала. Полученные экспериментальные данные обработаны средствами программного обеспечения MS Excel и Minitab с использованием F-теста и двухвыборочного критерия Стьюдента.

Результаты. Полученные экспериментальные данные позволили выявить линейную прямо пропорциональную природу зависимости минимального объема воды, необходимого для поддержания гомогенного кипения от массы загруженного растительного материала. Было установлено, что данная зависимость справедлива для перегонных кубов цилиндрической формы любого диаметра.

Заключение. Результаты настоящего исследования имеют практическую значимость для использования при масштабировании технологии получения эфирных масел, поскольку позволяют установить границу эффективности технологического процесса на модельном объекте.

Ключевые слова: эфирное масло, технология эфирных масел, гидродистилляция, эффективность технологического процесса, трехфазный псевдоожигенный слой.

A.L. Markov, M.M. Agaev, R.E. Ermachenkov, I.A. Friedman, A.V. Basevich
**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE EFFICIENCY LIMIT
OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF EXTRACTION
IN A THREE-PHASE FLUIDIZED BED SYSTEM**

Abstract

Aim. The objective of this study is to ascertain the efficiency boundary of the extraction process in a three-phase fluidized bed system during hydrodistillation extraction of essential oils.

Material and methods. The present study investigates the dependence of the minimum volume of water required to maintain homogeneous boiling in a three-phase fluidized bed system on the mass of the loaded plant material for the object of study, i.e. herb of common oregano (*Origanum vulgare*). The experimental data obtained were processed using MS Excel and Minitab software, with the F-test and Student's two-sample t-test being utilised in the analysis.

Results. The experimental data obtained in this study revealed a direct proportional relationship between the minimum volume of water required to maintain homogeneous boiling and the mass of the loaded plant material. This finding established that this relationship is applicable to distillation cubes of cylindrical shape, irrespective of their diameter.

Conclusions. The results of the present study are of practical significance for the scaling up of essential oil technology, as they allow for the establishment of a boundary of process efficiency at a model facility.

Keywords: essential oil, essential oil technology, hydrodistillation, process efficiency, three-phase fluidized bed.

Введение

Технология получения эфирных масел имеет большое значение для пищевой, косметической и фармацевтической отраслей как главных потребителей данной продукции [1]. Эфирные масла ценятся как корригенты запаха и вкуса природного происхождения [2–4] и являются дорогим сырьем, что обусловлено малой эффективностью их производства (малым относительным выходом готового продукта и большой материалоемкостью). Представленные выше сведения свидетельствуют о том, что оптимизация процесса производства эфирных масел является актуальной задачей, поскольку её следствием является снижение себестоимости готовой фармацевтической продукции.

Технология получения эфирных масел включает в себя методы азеотропной отгонки с водяными парами (дистилляционные методы)

экстрагированными из растительных клеток веществ – гидродистилляцию, пародистилляцию, гидропародистилляцию, а также прямое прессование в случае получения эфирного масла цитрусовых. Выбор метода получения эфирного масла основан на технологических свойствах растительного материала и необходимых характеристиках состава готовой продукции.

Ввиду простоты аппаратного оформления наиболее востребованным методом является гидродистилляция, заключающаяся в последовательном экстрагировании эфирного масла из растительных клеток водой при кипении в перегонном кубе и отгонкой летучих компонентов с её парами. Отметим, что лимитирующей стадией рассматриваемого двухстадийного процесса является стадия извлечения компонентов эфирного масла в кипящую воду.

Исходя из вышеописанного, можно выделить следующие ключевые параметры, влияющие на выход целевого продукта в процессе гидродистилляции: масса загруженного сырья; объем воды; время проведения гидродистилляции; интенсивность кипения (интенсивность подвода теплоты к смеси).

Определить для каждого из представленных выше параметров оптимальное значение для проведения конкретного технологического процесса – это, значит, обеспечить максимально возможную эффективность в рамках одного технологического цикла и, соответственно, снизить себестоимость готового продукта.

Физическую основу процесса гидродистилляции описывают при помощи модели трехфазного псевдооживленного слоя (пар-вода-растительный материал) в элементарном объеме кипящей смеси [11–15]. Как уже было описано, лимитирует процесс гидродистилляции этап экстрагирования, на скорость напрямую влияет площадь поверхности массообмена, которая становится максимальной при переходе системы в состояние гомогенного псевдооживления. По этой причине эффективность экстракции теоретически достигает в этом режиме максимума.

Критическим фактором для достижения гомогенности является гидродинамика взаимодействия экстрагента и твердых частиц растительного материала. Так, в исследовании [16] показано, что поведение псевдооживленного слоя – жидкость-твердый материал – зависит от геометрии реактора (перегонного куба), а также от объемного соотношения твердой и жидкой фаз. Это означает, что для каждого заданного объема растительного сырья имеет такое пороговое значение объема воды, которое необходимо для достижения гомогенного псевдооживления. Такой минимальный объем экстрагента обеспечивает максимальную загрузку гидродистилляционного аппарата по массе растительного материала, участвующего в одном производственном цикле, а значит, обеспечит максимальный абсолютный выход готового продукта.

Цель исследования – определение границы эффективности проведения технологического процесса экстрагирования в системе трехфазного псевдооживленного слоя в ходе гидродистилляционного получения эфирных масел.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили измельченные листья душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), год сбора – 2024, страна произрастания – Турция.

В рамках настоящей работы проведено исследование процесса, протекающего в установке, представляющей собой перегонную ёмкость цилиндрической формы с насадкой Клевенджера и обратным холодильником (рис. 1).

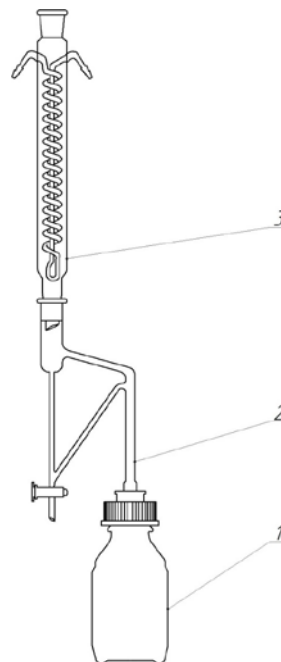


Рис. 1. Схема установки для проведения исследования процесса гидродистилляции; 1 – перегонный куб; 2 – насадка Клевенджера; 3 – холодильник Димрота

Зависимость необходимого для гомогенного кипения объема воды от массы растительного материала устанавливали экспериментально. В цилиндрические стеклянные емкости диаметром 53 и 67 мм, изготовленные согласно ISO (ISO 4796-1:2016 «Laboratory glassware – Bottles – Part 1 : Screw-neck bottles». URL: <https://www.iso.org/standard/63920.html>) помещали сырье определенной массы в соответствии с его насыпной плотностью, обеспечивающей высоту слоя 1,0-4,0 мм. Затем в перегонный куб вносили фарфоровые кипелки и помещали воду для обеспечения значения гидромодуля, равного 5,0 мл/г. После этого собирали установку (рис. 1). Смесь доводили до кипения и выдерживали в данном режиме в течение 20 минут для набухания растительного материала и стабилизации начальных условий. После стабилизации к кипящей смеси порционно добавляли воду таким образом, чтобы шаг увеличения гидромодуля составлял 0,2 мл/г. Добавление прекращали при визуальной фиксации перехода к гомогенному кипению по всему объему слоя. Зафиксированное суммарное значение объема воды принимали за искомое минимальное значение для данной массы растительного материала.

Статистическая обработка выполнялась средствами программного обеспечения (ПО) Microsoft Office Excel и Minitab в соответствии с ГФ РФ XV (ОФС.1.1.0013 «Статистическая обработка результатов физических, физико-химических и химических испытаний» Государственная фармакопея Российской Федерации. XV изд. Т.1. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-1/statisticheskaya-obrabotka-rezultatov-fizicheskikh-fiziko-khimicheskikh-i-khimicheskikh-ispytaniy>). Для проверки гомоскедастичности в двух выборках использовался F-тест (критерий Фишера). Проверка статистической значимости равенства тангенсов углов наклона прямых проводилась при помощи двухвыборочного критерия Стьюдента (2-samples t-test).

Вычисление параметра a прямо пропорциональной зависимости $y=ax$ выполняли в соответствии с выражением (1):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (1)$$

где x_i – i -тое значение переменной; y_i – i -тое значение функции.

Результаты и обсуждение

Для установления характера зависимости минимального объема воды, необходимого для поддержания гомогенного кипения, от массы загруженного сырья был проведен линейный регрессионный анализ (ПО Minitab). В табл. 1 представлены результаты анализа для перегонного куба диаметром 53 мм.

Таблица 1
Регрессионный анализ для установления природы зависимости объема воды, необходимого для поддержания гомогенного кипения, от массы загруженного растительного материала для сосуда диаметром 53 мм

Характеристика линейной зависимости	Результаты статистического анализа
Зависимость объема экстрагента (мл) от массы сырья (г)	$V = 6,09m_c - 0,30$
Доверительный интервал тангенса угла наклона прямой	0,31
Доверительный интервал отрезка	1,24
Статистическая значимость отрезка	Незначим
Коэффициент корреляции	0,9985

Адекватность линейной модели оценивали в соответствии со следующими критериями:

1. Коэффициент корреляции составляет 0,9985, что превышает установленное значение 0,98 согласно ОФС.1.1.0013 «Статистическая обработка результатов физических, физико-химических и химических испытаний» пороговое значение.

2. Свободный член уравнения статистически не значим, поскольку доверительный интервал (1,24) превышает величину его абсолютного значения (0,30).

3. Анализ графика зависимости регрессионных остатков (разности между экспериментальным и расчетным значениями функции) от порядкового номера измерения не выявил систематических закономерностей, что подтверждает случайный характер их распределения и отсутствие скрытой нелинейной зависимости (рис. 2).

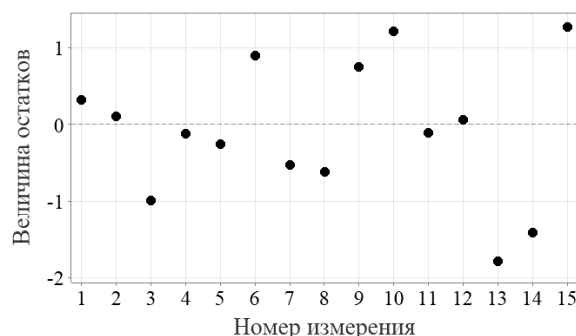


Рис. 2. Графическая зависимость величины регрессионных остатков от порядкового номера измерения для зависимости объема воды от массы загруженного сырья для цилиндрической ёмкости диаметром 53 мм

Полученные экспериментальные данные подтверждают наличие линейной прямо пропорциональной зависимости между массой растительного материала и минимальным объемом воды, необходимым для достижения гомогенного кипения. Данная зависимости, таким образом, может быть выражена следующим уравнением (2):

$$V_{\text{в}} = am_c, \quad (2)$$

где a – коэффициент пропорциональности.

Для экстраполяции результатов на аппараты с иной геометрией необходимо исследовать влияние диаметра цилиндрического сосуда на минимальный объем воды, требуемый для поддержания гомогенного кипения. Объем воды в цилиндрической емкости можно выразить следующим образом (3):

$$\begin{cases} V_{\text{в}1} = \pi r_1^2 h_{\text{в}1} \\ V_{\text{в}2} = \pi r_2^2 h_{\text{в}2} \end{cases}, \quad (3)$$

Рассмотрим процесс в двух сосудах разного диаметра с эквивалентной толщиной слоя сырья. Основное допущение модели заключается в том, что для достижения гомогенного псевдооживления при равной толщине слоя растительного материала требуется одинаковая высота слоя воды. Поскольку соглас-

но допущению величина высоты слоя воды не зависит от диаметра сосуда при прочих равных условиях, соотношение объемов воды для двух емкостей разного диаметра будет равно соотношению площадей их поперечного сечения (4):

$$\frac{V_{c2}}{V_{c1}} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (4)$$

Таким образом, минимальные объемы воды, необходимые для достижения и поддержания гомогенного кипения в цилиндрических аппаратах разного диаметра при одинаковой толщине слоя растительного материала, пропорциональны квадратам их радиусов (или диаметров).

Аналогично для объема растительного материала (5):

$$V_c = \pi r^2 h_c \quad (5),$$

где V_c – объем загруженного растительного материала, мм³; r – радиус цилиндрической ёмкости, мм; h_c – высота слоя сырья, мм.

Выразим объем растительного материала через массу (6):

$$\frac{m_c}{\rho_{нас}} = \pi r^2 h_c \quad (6),$$

где m_c – масса загруженного растительного материала, г; $\rho_{нас}$ – плотность растительного сырья г/мм³.

Рассмотрим систему уравнений, отражающих материальный баланс растительного материала в цилиндрических сосудах разного радиуса – r_1 и r_2 (7):

$$\begin{cases} \frac{m_{c1}}{\rho_{нас}} = \pi r_1^2 h_{c1} \\ \frac{m_{c2}}{\rho_{нас}} = \pi r_2^2 h_{c2} \end{cases} \quad (7)$$

По условию модели высоты слоя сырья в аппаратах разного диаметра эквивалентны. В таком случае справедливо выражение (8):

$$\frac{m_{c2}}{m_{c1}} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (8)$$

Таким образом, массы растительного материала при эквивалентной толщине слоя относятся как квадраты радиуса ёмкости. Преобразуем систему уравнений (7):

$$\frac{V_1}{m_1} = a_1 \quad (9)$$

$$\frac{V_2}{m_2} = a_2 \quad (10)$$

разделив (10) на (9), получим:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{V_2}{m_2}}{\frac{V_1}{m_1}} \quad (11)$$

Преобразуем, используя (4) и (8):

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{V_2}{m_2}}{\frac{V_1}{m_1}} = \frac{V_2 m_1}{V_1 m_2} = \frac{r_2^2 r_1^2}{r_1^2 r_2^2} = 1 \quad (12)$$

Следовательно, коэффициенты пропорциональности (a) в уравнениях (9) и (10) должны быть эквивалентны. Это означает, что линейная зависимость (2) с постоянным коэффициентом пропорциональности a , определяется исключительно технологическими свойствами растительного материала и является универсальной для цилиндрических аппаратов любого диаметра при использовании определенного растительного материала со стабильными технологическими характеристиками.

Таким образом, на основании проведенного теоретического анализа и ранее опубликованных данных [11] можно сформулировать гипотезу: для достижения гомогенного кипения трехфазного псевдооживленного слоя (пар-вода-растительный материал) в цилиндрическом реакторе необходимый минимальный объем воды зависит только от массы и природы сырья и не зависит от диаметра сосуда.

Для проверки данной гипотезы необходимо экспериментально подтвердить, что угловые коэффициенты a линейной зависимости, полученные для аппаратов разного диаметра, являются статистически неразличимыми.

Верификацию гипотезы проводили с использованием двух цилиндрических емкостей с внутренними диаметрами 53 и 67 мм. В табл. 2 представлены параметры регрессионной модели для сосуда диаметром 67 мм. График зависимости регрессионных остатков от порядкового номера измерения для этой модели представлен на рис. 3.

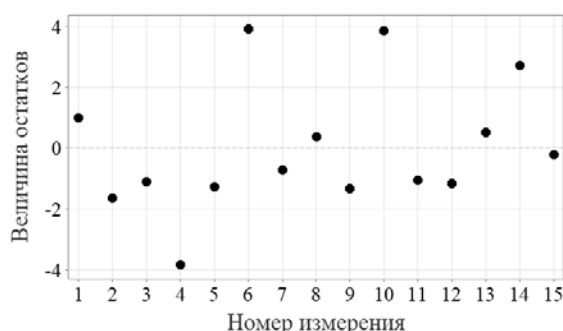


Рис. 3. Графическая зависимость величины регрессионных остатков от порядкового номера измерения для зависимости объема воды от массы загруженного сырья для цилиндрической ёмкости диаметром 67 мм

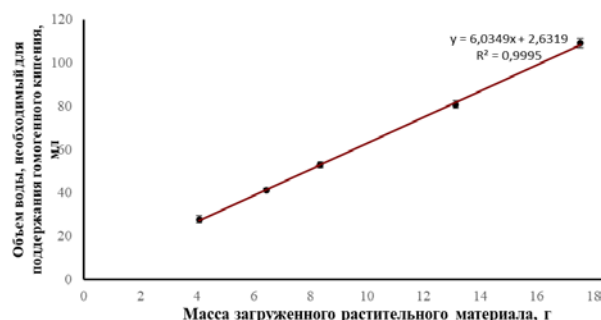


Рис. 5. График зависимости объема воды, необходимого для гомогенного кипения от массы сырья, загруженного в цилиндрическую ёмкость диаметром 67 мм

Характеристика линейной зависимости объема воды, необходимого для поддержания гомогенного кипения от массы загруженного растительного материала для ёмкости диаметром 67 мм

Характеристика линейной зависимости	Результаты статистического анализа
Зависимость объема экстрагента (мл) от массы сырья (г)	$V = 6,03m_c + 2,63$
Доверительный интервал тангенса угла наклона прямой	0,25
Доверительный интервал отрезка	2,83
Статистическая значимость отрезка	Незначим
Коэффициент корреляции	0,9997

В соответствии с приведенными выше рассуждениями был проведен пересчет параметров соответствующей зависимости. Характеристика прямо пропорциональной зависимости для обеих ёмкостей приведена в табл. 3 и отражена графически на рис. 4 и 5.

Характеристика прямо пропорциональной зависимости		
Характеристика линейной зависимости	Значение для ёмкости диаметром 53 мм	Значение для ёмкости диаметром 67 мм
Зависимость объема экстрагента (мл) от массы сырья (г)	$V = 6,02m_c$	$V = 6,25m_c$
Доверительный интервал тангенса угла наклона прямой	0,20	0,17
Коэффициент корреляции	0,9997	0,9998

Для проверки универсальности зависимости, вытекающей из выражения (12), необходимо было доказать, что коэффициенты пропорциональности регрессионных моделей для аппаратов разного диаметра статистически значимо не отличаются друг от друга.

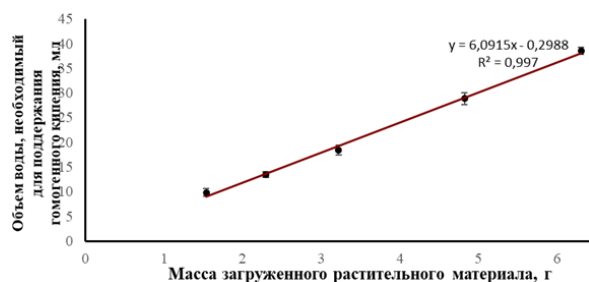


Рис. 4. График зависимости объема воды, необходимого для гомогенного кипения от массы сырья, загруженного в цилиндрическую ёмкость диаметром 53 мм

С помощью F-теста (критерия Фишера) была проверена гипотеза о равенстве дисперсий угловых коэффициентов. Полученное значение критерия $F=1,42$ меньше критического значения $F_{кр}=1,92$ для заданного числа степеней свободы. Следовательно, нет оснований отвергнуть гипотезу об однородности дисперсий, что делает корректным последующее сравнение средних значений с использованием t-критерия.

С целью непосредственной проверки, выдвинутой выше гипотезы о равенстве коэффициентов пропорциональности, был применен двухвыборочный t-критерий Стьюдента (two-sample t-test). Результаты этого анализа представлены в табл. 4.

Таблица 4
Результаты проверки статистической значимости равенства коэффициентов пропорциональности

Характеристика	Значение
Нулевая гипотеза	Коэффициенты пропорциональности двух выборок равны друг другу
Значение коэффициента пропорциональности выборки 1 (ёмкость диаметром 53 мм)	6,02
Значение коэффициента пропорциональности выборки 2 (ёмкость диаметром 67 мм)	6,25
Размер выборки 1	15
Размер выборки 2	15
Стандартное отклонение коэффициента пропорциональности выборки 1	0,37
Стандартное отклонение коэффициента пропорциональности выборки 2	0,31
Уровень значимости	0,05
p-value	0,076

Поскольку значение p-value 0,076 больше уровня значимости 0,05, нет статистически значимых оснований отвергать нулевую гипотезу о равенстве значений коэффициентов пропорциональности.

Заключение

Результаты исследования демонстрируют, что минимальный объем воды, необходимый для достижения гомогенного псевдооживления в трехфазной системе при кипении прямо пропорционален массе загруженного растительного сырья в аппаратах ци-

линдрической формы. Данная зависимость носит универсальный характер и не зависит от диаметра цилиндрического реактора. Подтверждение данной гипотезы имеет практи-

ческую значимость, так как служит основой для масштабирования процесса гидроdistилляции и позволяет оптимизировать загрузку растительного материала.

Сведения об авторах статьи:

Марков Андрей Леонидович – аспирант первого года обучения, преподаватель кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 14А. E-mail: andrej.markov@spsrfu.ru.
Агаев Мусафир Микаилович – аспирант первого года обучения, преподаватель кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 14А. E-mail: musafir.agaev@spsrfu.ru.
Ермаченков Роман Энверович – аспирант третьего года обучения ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 14А. E-mail: ermachenkov.roman@pharminnotech.com.
Фридман Илья Абрамович – д.техн.н., профессор НОЦ ХТОВ ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 14А. E-mail: ilia.fridman@pharminnotech.com
Басевич Анна Викторовна – к.фарм.н., доцент кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов имени Ю.К. Сандера ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 14А. E-mail: anna.basevich@pharminnotech.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. Applications of essential oils and plant extracts in different industries / P. Bolouri, R. Salami, S. Kouhi [et al.] // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27, № 24. – Art. 8999. – DOI: 10.3390/molecules27248999.
2. Klimek-Szczykutowicz M. Citrus limon (lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies / M. Klimek-Szczykutowicz, A. Szopa, H. Ekiert // *Plants*. – 2020. – Vol. 9, № 1. – Art. 119. – DOI: 10.3390/plants9010119.
3. Myrcene—what are the potential health benefits of this flavouring and aroma agent? / S. Surendran, F. Qassadi, G. Surendran, D. Lilley, M. Heinrich // *Frontiers in nutrition*. – 2021. – Vol. 8. – Art. 699666. – DOI: 10.3389/fnut.2021.699666.
4. Mog S. R. Safety assessment of food additives: case example with myrcene, a synthetic flavoring agent / S. R. Mog, Y. J. Zang // *Toxicologic pathology*. – 2019. – Vol. 47, № 8. – P. 1035-1037. – DOI: 10.1177/0192623319879634.
5. A further study of the kinetics and optimization of the essential oil hydrodistillation from lavender flowers / A. Perović, V. Tadić, M. Dorić [et al.] // *Chinese Journal of Chemical Engineering*. – 2021. – Vol. 29. – P. 126-130. – DOI: 10.1016/j.cjche.2020.06.028.
6. Optimization of hydrodistillation and in vitro anticancer activity of essential oil from *Schinus terebinthifolius* Raddi fruits / B. Guzzo da Silva, A. F. Blank, M. L. Nunes [et al.] // *Chemical engineering communications*. – 2019. – Vol. 206, № 5. – P. 619-629. – DOI: 10.1080/00986445.2018.1515074.
7. Optimization of essential oil yield from Vietnamese green pepper (*Piper nigrum*) using hydro-distillation method / T. P. Dao, Q. D. Nguyen, T. T. Tran, T. D. Lam, T. T. H. Le // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 736, № 2. – Art. 022039. – DOI: 10.1088/1757-899X/736/2/022039.
8. Optimization and characterization of microwave-assisted hydro-distillation extraction of essential oils from *Cinnamomum camphora* leaf and recovery of polyphenols from extract fluid / A. Shang, H. Liu, R. Li [et al.] // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25, № 14. – Art. 3213. – DOI: 10.3390/molecules25143213.
9. Optimization, chemical constituents and bioactivity of essential oil from *Iberis amara* seeds extracted by ultrasound-assisted hydro-distillation compared to conventional techniques / X. Y. Liu, G. Y. Yan, K. Wang [et al.] // *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. – 2019. – Vol. 13. – Art. 100204. – DOI: 10.1016/j.jarmap.2019.100204.
10. Optimization of microwave hydro-distillation of lemongrass leaves (*Cymbopogon nardus*) by response surface methodology / Y. Variyana, U. Hasanah, Y. Meliana, S. Kasmungin // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – Vol. 673, № 1. – Art. 012006. – DOI: 10.1088/1757-899X/673/1/012006.
11. Ammar A. H. Experimental study and modeling of essential oil extraction from plants by hydrodistillation / A. H. Ammar, A. H. Meniai, F. Zagrouba // *Chemical Engineering & Technology*. – 2014. – Vol. 37, № 7. – P. 1235-1242. – DOI: 10.1002/ceat.201300367.
12. Tushin A. M. Structure of a fluidized bed with surface boiling of the fluidizing medium / A. M. Tushin, L. K. Vasanova, N. I. Syromyatnikov // *Journal of engineering physics*. – 1982. – Vol. 42, № 2. – P. 160-162. – DOI: 10.1007/BF00827263.
13. Shi M. Study on boiling heat transfer in liquid saturated particle bed and fluidized bed / M. Shi, Y. Zhao, Z. Liu // *International journal of heat and mass transfer*. – 2003. – Vol. 46, № 24. – P. 4695-4702. – DOI: 10.1016/S0017-9310(03)00269-2.
14. Sovová H. Mathematical model for hydrodistillation of essential oils / H. Sovová, S. A. Aleksovski // *Flavour and fragrance journal*. – 2006. – Vol. 21, № 6. – P. 881-889. – DOI: 10.1002/ffj.1729.
15. Chuah Y. K. Boiling heat transfer in a shallow fluidized particulate bed / Y. K. Chuah, V. P. Carey // *Journal of heat transfer*. – 1987. – Vol. 109, № 1. – P. 196-203. – DOI: 10.1115/1.3248043.
16. Investigation of flow boiling in circulating three-phase fluidised bed: part II: theoretical correlation / M. Arumemi-Ikhide, G. F. Hewitt, M. A. Pessa // *Chemical engineering science*. – 2008. – Vol. 63, № 4. – P. 896-914. – DOI: 10.1016/j.ces.2007.10.018.

REFERENCES

1. Bolouri P, Salami R, Kouhi S, Kordi M, Asgari Lajayer B, Hadian J, et al. Applications of essential oils and plant extracts in different industries. *Molecules*. 2022;27(24):8999. (in Engl) <https://doi.org/10.3390/molecules27248999>
2. Klimek-Szczykutowicz M, Szopa A, Ekiert H. Citrus limon (lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants (Basel)*. 2020;9(1):119. (in Engl) <https://doi.org/10.3390/plants9010119>
3. Surendran S, Qassadi F, Surendran G, Lilley D, Heinrich M. Myrcene—what are the potential health benefits of this flavouring and aroma agent? *Front Nutr*. 2021;8:699666. (in Engl) <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.699666>
4. Mog SR, Zang YJ. Safety assessment of food additives: case example with myrcene, a synthetic flavoring agent. *Toxicol Pathol*. 2019;47(8):1035-7. (in Engl) <https://doi.org/10.1177/0192623319879634>
5. Perović A, Tadić V, Dorić M, Milošević S, Lukić I, Palić I, [et al.] A further study of the kinetics and optimization of the essential oil hydrodistillation from lavender flowers. *Chin J Chem Eng*. 2021;29:126-30. (in Engl) <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2020.06.028>
6. Guzzo da Silva B, Blank AF, Nunes ML, da Silva Santana A, Alves RP, do Nascimento Santos D, [et al.] Optimization of hydrodistillation and in vitro anticancer activity of essential oil from *Schinus terebinthifolius* Raddi fruits. *Chem Eng Commun*. 2019;206(5):619-29. (in Engl) <https://doi.org/10.1080/00986445.2018.1515074>
7. Dao TP, Nguyen QD, Tran TT, Lam TD, Le TTH. Optimization of essential oil yield from Vietnamese green pepper (*Piper nigrum*) using hydro-distillation method. *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng*. 2020;736(2):022039. (in Engl) <https://doi.org/10.1088/1757-899X/736/2/022039>

8. Shang A, Liu H, Li R, Zhao Y, Xu X, Yang X, [et al.] Optimization and characterization of microwave-assisted hydro-distillation extraction of essential oils from *Cinnamomum camphora* leaf and recovery of polyphenols from extract fluid. *Molecules*. 2020;25(14):3213. (in Engl) <https://doi.org/10.3390/molecules25143213>
9. Liu XY, Yan GY, Wang K, Xu J, Li Z, Zhu Y, [et al.] Optimization, chemical constituents and bioactivity of essential oil from *Iberis amara* seeds extracted by ultrasound-assisted hydro-distillation compared to conventional techniques. *J Appl Res Med Aromat Plants*. 2019;13:100204. (in Engl) <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2019.100204>
10. Variyana Y, Hasanah U, Meliana Y, Kasmungin S. Optimization of microwave hydro-distillation of lemongrass leaves (*Cymbopogon nardus*) by response surface methodology. *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng*. 2019;673(1):012006. (in Engl) <https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012006>
11. Ammar AH, Meniai AH, Zagrouba F. Experimental study and modeling of essential oil extraction from plants by hydrodistillation. *Chem Eng Technol*. 2014;37(7):1235-42. (in Engl) <https://doi.org/10.1002/ceat.201300367>
12. Tushin AM, Vasanova LK, Syromyatnikov NI. Structure of a fluidized bed with surface boiling of the fluidizing medium. *J Eng Phys*. 1982;42(2):160-2. (in Engl) <https://doi.org/10.1007/BF00827263>
13. Shi M, Zhao Y, Liu Z. Study on boiling heat transfer in liquid saturated particle bed and fluidized bed. *Int J Heat Mass Transf*. 2003;46(24):4695-702. (in Engl) [https://doi.org/10.1016/S0017-9310\(03\)00269-2](https://doi.org/10.1016/S0017-9310(03)00269-2)
14. Sovová H, Aleksovski SA. Mathematical model for hydrodistillation of essential oils. *Flavour Fragr J*. 2006;21(6):881-9. (in Engl) <https://doi.org/10.1002/ffj.1729>
15. Chuah YK, Carey VP. Boiling heat transfer in a shallow fluidized particulate bed. *J Heat Transfer*. 1987;109(1):196-203. (in Engl) <https://doi.org/10.1115/1.3248043>
16. Arumemi-Ikhide M, Hewitt GF, Pessa MA. Investigation of flow boiling in circulating three-phase fluidised bed: part II: theoretical correlation. *Chem Eng Sci*. 2008;63(4):896-914. (in Engl) <https://doi.org/10.1016/j.ces.2007.10.018>

К.В. Бреславский¹, М.М. Курашов², Е.Е. Лоскутова^{1,2}
**СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ
 ТЕРАПИИ КОЖНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ:
 АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ**

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
 имени М.В. Ломоносова», г. Москва

²ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов
 имени Патриса Лумумбы», г. Москва

Резюме

Цель. Систематизация данных о современной лекарственной терапии наиболее распространенных болезней кожи у детей и оценка доступных фармакоэкономических исследований в этой области.

Материал и методы. Проведен поиск публикаций в базе данных «PubMed», в информационном портале «eLIBRARY.RU», а также с использованием официальных клинических рекомендаций Российской Федерации по ключевым словам, связанным с болезнями кожи в педиатрической практике и различными аспектами экономической оценки.

Результаты. Анализ современных источников показал, что наиболее распространенными и социально значимыми дерматологическими заболеваниями в детском возрасте являются атопический дерматит, псориаз и угревая болезнь. Данные заболевания требуют комплексного подхода к лекарственной терапии. Проведенное исследование продемонстрировало, что работы, посвященные фармакоэкономическим аспектам рассматриваемых заболеваний, касаются преимущественно взрослой популяции. Представленные в литературе фармакоэкономические исследования, как правило, затрагивают отдельные аспекты анализа затрат, например, только прямых затрат, а самым распространенным методом является анализ «затраты-эффективность». Зарубежные фармакоэкономические исследования демонстрируют аналогичные тенденции, и в них часто отсутствует достаточно аргументированная система для формирования комплексной фармакоэкономической оценки.

Заключение. Проведенный анализ выявил необходимость расширения и углубления дальнейших фармакоэкономических исследований болезней кожи в педиатрической практике с учетом современных подходов к лекарственной терапии, включая наружные, системные и биологические препараты.

Ключевые слова: детские болезни кожи, дерматовенерология, фармакотерапия, фармакоэкономика, лекарственная терапия, фармакоэкономический анализ.

K.V. Breslavskii, M.M. Kurashov, E.E. Loskutova
**CURRENT ASPECTS OF SKIN DISEASES TREATMENT
 IN CHILDREN: ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN PUBLICATIONS**

Abstract

Aim. To systematize data on current drug therapy for the most common skin diseases in children and to assess the available pharmacoeconomic studies in this area.

Material and methods. A search for publications was conducted in the PubMed database, on the information portal eLIBRARY.RU, and using official clinical guidelines of the Russian Federation. The search was based on keywords related to skin diseases in pediatric practice and various aspects of economic evaluation.

Results. Analysis of contemporary literature has shown that the most common and socially significant dermatological diseases in childhood are atopic dermatitis, psoriasis, and acne vulgaris. These conditions require a comprehensive approach to drug therapy. Our study demonstrated that publications devoted to the pharmacoeconomic aspects of the diseases in question primarily focus on the adult population. The available pharmacoeconomic studies typically address only certain aspects of cost analysis, for example, solely direct cost analysis, with cost-effectiveness analysis being the most prevalent methodology. Foreign pharmacoeconomic research exhibits similar trends and often lacks a sufficiently robust framework for forming a comprehensive pharmacoeconomic evaluation.

Conclusion. The analysis revealed the need to expand and deepen future pharmacoeconomic research on skin diseases in pediatric practice taking into account up-to-date approaches to drug therapy, including external, systemic and biological medications.

Keywords: childhood skin diseases, dermatovenerology, pharmacotherapy, pharmacoeconomics, drug therapy, pharmacoeconomic analysis.

Введение

Болезни кожи и подкожной клетчатки занимают значительное место в структуре заболеваемости у людей всех возрастных групп, включая детей. По данным обзорной статьи А. А. Кубанова и Е. В. Богдановой, распространенность болезней кожи среди детей в 2023 году составила 8345,6 на 100 тыс. соответствующего населения [1]. Каждое третье заболевание кожи регистрируется в детском возрасте [2], при этом частота посещений врача по поводу этих заболеваний детьми имеет тенденцию к росту [3].

Данные зарубежных исследований подтверждают информацию о высокой распространенности детских дерматозов. Так, результаты анализа глобального бремени дерматологических заболеваний, опубликованные в 2021 году, указывают на значительный ежегодный прирост болезней кожи по уровню заболеваемости [4], а в США кожная патология является частой причиной госпитализации детей [5]. В большинстве исследований отмечается, что наиболее распространенным кожным заболеванием в детском возрасте является атопический дерматит [4,6]. Согласно си-

стематическому обзору, охватывающему период с 2000 по 2021 годы, число случаев заболевания атопическим дерматитом у детей достигло 72,4 млн. во всем мире, при этом существует неоднородность в показателе региональной распространенности данного заболевания [7]. Отдельные систематические обзоры отмечают самую высокую заболеваемость в младенческом возрасте [8]. Ряд публикаций указывают на незначительно более высокую распространенность атопического дерматита у девочек в детском возрасте по сравнению с мальчиками [9,10].

Широко изучена и проблема псориаза у детей. По данным исследований, псориаз поражает приблизительно 1% детей и рассматривается как серьезная и распространенная патология в педиатрической практике [11,12]. Угревая болезнь также представляет собой распространённую нозологию в детском возрасте до 18 лет. Пик заболеваемости приходится на подростковый возраст: анализ тенденций глобального бремени угревой сыпи среди подростков с 1990 по 2021 годы показал, что стандартизованный по возрасту показатель распространенности угревой сыпи среди подростков увеличился до 9790,5 на 100 тыс. населения [13]. Важно отметить, что рассматриваемые заболевания оказывают влияние не только на физическое состояние ребенка, но и на психоэмоциональное [14,15].

В связи с распространённостью болезней кожи в детской популяции и их значимым влиянием на качество жизни пациентов и систему здравоохранения [16] представляет интерес исследование применяемых подходов к фармакотерапии данных заболеваний и анализ существующих публикаций, посвящённых их фармакоэкономической оценке.

Цель исследования – систематизация данных о современной лекарственной терапии наиболее распространенных заболеваний кожи у детей и оценка доступных фармакоэкономических исследований в данной области.

Материал и методы

В рамках литературного обзора поиск материалов по вопросам фармакоэкономических исследований в РФ проводился на основании базы данных «eLIBRARY.RU», которая является крупнейшим российским информационным порталом в области науки и медицины. Для осуществления поиска использовались ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «фармакоэкономический анализ», «фармакоэкономическое исследование», «клинико-экономический анализ», «анализ затрат», «стоимость лечения»,

«анализ затраты-эффективность», «болезни кожи», «дерматологические заболевания», «атопический дерматит», «псориаз», «угревая болезнь», «акне», «лекарственная терапия», «дети», «детский возраст», «педиатрическая практика».

Поиск материалов о методах современной лекарственной терапии осуществлялся в базах данных «PubMed» и «eLIBRARY.RU», а также с использованием официальных клинических рекомендаций Российской Федерации, размещенных на сайте Министерства здравоохранения РФ.

В анализ включались оригинальные исследования и обзоры, содержащие данные как по общим вопросам лекарственной терапии болезней кожи у детей, так и данные исследования с конкретными фармакоэкономическими оценками отдельных видов лечения. При отборе учитывалась глубина проработки фармакоэкономической составляющей. После исключения дублирующих публикаций для анализа было отобрано 42 исследования (25 отечественных и 17 зарубежных).

Результаты и обсуждение

Современная лекарственная терапия болезней кожи у детей. Анализ публикаций о современных методах лекарственной терапии заболеваний кожи у детей показал, что атопический дерматит, псориаз и угревая сыпь являются одними из наиболее значимых и распространенных заболеваний в педиатрической практике. Современные подходы к лекарственной терапии данных заболеваний должны иметь комплексный и прогностический характер, который определяется возрастом ребенка, тяжестью клинических проявлений и рядом других факторов.

В лекарственной терапии атопического дерматита ведущая роль принадлежит топическим средствам. Базисное лечение составляют эмоленты, предназначенные для снижения частоты обострений и восстановления барьерной функции кожи [17]. Местные глюкокортикостероиды показаны при обострениях в минимально возможных дозах для детей, при этом для многих лекарственных препаратов (ЛП) данной группы противопоказанием является возраст ребенка до года [18]. Также активно используются топические ингибиторы кальциневрина, которые позволяют контролировать воспалительный процесс при длительном применении и снижать риск системных осложнений [19]. Согласно официальным клиническим рекомендациям РФ (URL:https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/265_3), при тяжелом и резистентном течении заболе-

вания может потребоваться системная терапия, включающая антигистаминные ЛП и иммуносупрессоры, которые имеют ограничения по возрасту и должны применяться с особой осторожностью. В последние годы широко изучается и применяется биологическая терапия для лечения атопического дерматита у детей, однако большинство препаратов можно применять только детям старше шести или двенадцати лет под строгим врачебным контролем [20].

Лечение псориаза у детей в целом подразделяется на местную терапию, фототерапию, пероральную терапию и биологическую терапию [21]. При легком течении назначаются топические ЛП: кортикостероиды, аналоги витамина D и комбинированные средства [22]. При среднем и тяжелом течении применяются системные методы лечения, включая цитостатики, такие как метотрексат, иммунодепрессанты (циклоsporин), а также фототерапию и ретиноиды [23]. Особое место занимают биологические ЛП, которые также в последние годы более широко применяются детям и подросткам [23,24].

Лечение угревой болезни у детей и подростков традиционно включает комбинации наружной и системной терапии в зависимости от течения заболевания. К основным топическим средствам относятся наружные ретиноиды, бензоилпероксид, азелаиновая кислота, а также антибиотики [25,26]. В тяжелых случаях препаратами выбора являются системные ретиноиды, в первую очередь изотретиноин, который рассматривается как наиболее эффективное средство для достижения ремиссии [25,26].

Таким образом, современные методы лекарственной терапии распространенных заболеваний кожи у детей строятся на принципах комплексного и индивидуального подходов, предусматривая как применение традиционных методов, так и постепенное введение новых биологических ЛП. В условиях многообразия доступных терапевтических стратегий лечения особое значение приобретает не только клиническая эффективность, но и фармакоэкономическая целесообразность применения лекарственных средств, что делает необходимым анализ терапии с фармакоэкономической точки зрения.

Обзор зарубежных фармакоэкономических исследований в детской дерматологии. Сами фармакоэкономические исследования имеют большое значение в медицинской и фармацевтической практике, так как многие заболевания относятся к категории социально

значимых и оказывают существенное влияние как на качество жизни пациентов, так и на здоровье населения в целом. Целью таких исследований является выявление наиболее рациональных схем лечения заболеваний, сочетающих клиническую эффективность с минимальными затратами. С ростом заболеваемости увеличивается нагрузка на систему здравоохранения, и варианты ее оптимизации путем оценки экономической эффективности терапии становятся предметом фармакоэкономического анализа.

Фармакоэкономические исследования, посвященные болезням кожи, чаще всего сосредоточены на хронических нозологиях, которые характеризуются длительным течением, высокой распространенностью и применением дорогостоящих ЛП. Так, в систематическом обзоре литературы 2022 года по экономической оценке лечения псориаза и атопического дерматита указано, что в последние годы экономические исследования по псориазу были широко распространены, а исследований атопического дерматита было сравнительно мало [27]. Большинство зарубежных исследований указывают на ограниченность информации об экономических затратах на лечение и сложность сравнения результатов экономических оценок, что было описано в систематическом обзоре о методах лечения атопического дерматита, а также в статье об экономической эффективности терапии воспалительных заболеваний кожи [28]. В статье представлены данные об экономическом и гуманитарном бремени атопического дерматита у детей, включая прямые и косвенные расходы, которые увеличиваются по мере тяжести атопического дерматита. Согласно данным статьи суммы общих затрат на пациента в год на лечение легкой, умеренной и тяжелой формы атопического дерматита составили € 1 812, € 2 680 и € 5861 соответственно. Самое высокое бремя было обнаружено у пациентов с умеренной формой атопического дерматита [29]. При этом отмечены недостаточность информации и необходимость дальнейших фармакоэкономических исследований, связанных с лечением атопического дерматита новыми системными методами.

Стоит отметить, что большинство проанализированных конкретных фармакоэкономических расчетов выполнены преимущественно для взрослых, поскольку расчеты ведутся на основании моделирования, а не данных реальной клинической практики. Так, в различных иностранных статьях из Китая, Сингапура, Италии анализируется экономиче-

ская целесообразность и эффективность лечения атопического дерматита различными биологическими ЛП и их комбинациями только для взрослых [30-32]. Экономические исследования лечения псориаза демонстрируют схожую картину. Данные об экономической эффективности получаются путем моделирования. При построении модели учитываются только взрослые пациенты. Одна из моделей имитировала прогрессирование лечения пациентов через три линии активной биологической терапии до перехода к оптимальной поддерживающей терапии [33].

Обзор отечественных фармакоэкономических исследований в детской дерматологии. Фармакоэкономические исследования лекарственной терапии болезней кожи в отечественной литературе представлены ограничено и чаще всего сосредоточены на анализе наиболее распространенных нозологий. Разработкой проблематики клинко-экономического анализа болезней в РФ занимались Кубанов А. А., Богданова Е. В., Белоусов Д. Ю. и др. Большинство исследований, проанализированных в отечественных источниках, посвящены фармакоэкономическим аспектам лечения псориаза, что связано с высокой стоимостью его лечения и распространением ЛП в рамках программы обязательного медицинского страхования. В диссертационном исследовании Новодережкиной Е. А. дана оценка прямым и косвенным затратам на лечение псориаза в условиях реальной клинической практики в РФ (без акцента на детский возраст) и оценка влияния на величину валового внутреннего продукта через применение рыночной стоимости рабочего времени врача [34]. Бобракова А. А. и Яснецов В. В. рассматривали проблему экономического обоснования применения генно-инженерных биологических ЛП при тяжелых формах псориаза. Авторы рассчитывали прямые затраты на лечение, использовали метод «затраты-эффективность» и сделали вывод, что назначение секукинаба является доминирующим для умеренно тяжелых и тяжелых форм псориаза, так как данный препарат имеет самый низкий показатель CER на одного пациента с достигнутыми целевыми показателями PASI 90 из перечня сравниваемых препаратов. Затраты на терапию сроком 1096 дней при использовании схемы с секукинабом составили около 4,9 млн. руб. или 1,6 млн. за 1 год [35]. В статье Фролова М. Ю. с соавт. представлены исследования: затрат и эффективности терапии, анализ минимизации затрат и анализ влияния на бюджет при лечении псориаза с

применением генно-инженерных биологических ЛП [36]. Дополняя данное направление, работа Свечниковой Е. В. и соавт. выявила рост расходов на лечение псориаза при наличии коморбидных патологий. Например, добавление лечения психического заболевания удорожает стоимость лечения на 28,1% у больных средней формой псориаза и на 9,9% у больных тяжелой формой псориаза [37]. В работе Пядушкиной Е. А. и соавт. также проведены анализ минимизации затрат и анализ их влияния на бюджет при применении биологических ЛП. Согласно полученным данным, затраты на терапию 1 пациента в течение 1 года при использовании иксекизумаба на 26% ниже, чем при терапии секукинумабом: в течение 2-х лет разница составляет 27% [38]. Кубанов А. А. и соавт. подробно изучали анализ «затраты-эффективность» для биологических ЛП с позиции системы здравоохранения [39-41]. Более широкий обзор методов, которые используются при проведении фармако-экономического анализа, включая «затраты-полезность», «затраты-выгода», ABC-анализ, VEN-анализ, представлен в статье Нелюбовой О. И. и соавт., в которой акцентируется важность учета качества жизни при оценке экономической эффективности терапии [42]. Клиническая и экономическая оценка терапии псориаза также представлена в работе Зырянова С. К. и соавт., использующих модель на основе мета-анализа зарубежных рандомизированных клинических исследований, упоминающих лекарственную терапию для детей. По результатам исследования выявлено, что коэффициент «затраты-эффективность» для схемы лечения секукинумабом составил 4 849 388 руб. при 3-летнем горизонте моделирования и 1 616 463 руб. при одностолетнем, что является минимальным значением по сравнению со всеми остальными схемами [43]. Работы Нелюбовой О. И. и соавт. и Соляниной В. А. с соавт. сосредоточены на экономических аспектах, а именно на анализе затрат больных псориазом с учетом реальной клинической практики. Данные исследований указали на несоответствие между фактическими и нормативными затратами в 3 раза [44,45].

Ряд работ посвящен также фармакоэкономической оценке атопического дерматита. Так, Колбин А. С. и соавт. провели клинко-экономический анализ таргетной терапии атопического дерматита тяжелого течения дупилумабом в сравнении с терапией упацитинибом с применением метода моделирования и анализа «затраты-эффективность».

Результаты продемонстрировали одинаковую клиническую эффективность препаратов, при этом дупилумаб оказался на 21% экономичнее упатацитиниба [46]. Камаев А. В. и соавт. в своем исследовании отметили эффективность и экономическую обоснованность применения эмоленгов у детей с atopическим дерматитом [47]. В работе Деркач Е. В. и соавт. также применялся анализ «затраты-эффективность» для клинико-экономической оценки детского питания для профилактики atopического дерматита у детей до 3-х лет [48], в более раннем исследовании этого автора рассматривался анализ стоимости и ее структуры для лечения atopического дерматита [49]. Данный анализ также был основным и в работе Маргиевой А. В. и соавт. при изучении лекарственной терапии atopического дерматита и экземы [50]. В исследовании расходов на детское питание Огородовой Л. М. и соавт. рассчитывалась не только стоимость терапии, но и стоимость предотвращения случая [51].

Имеется ряд более ранних исследований, связанных с фармакоэкономической оценкой лекарственной терапии акне. Шабардина О. В. и соавт. в своих работах изучали методы терапии акне с помощью анализов «затраты-эффективность» и «затраты-полезность» с учетом данных реальной клинической практики, включая подростков [52-54]. Силина Л. В. и соавт. в своей работе изучали фармакоэкономические аспекты антибактериального лечения акне [55].

Актуальной задачей остается оценка экономического бремени заболеваний. Крысанов И. С. и соавт. провели расчет такого бремени для atopического дерматита, применив метод анализа «стоимость-болезни» и метод влияния на бюджет. Продemonстрировано, что затраты на лечение одного пациента составляют 564 242,0 руб./больной трудоспособного возраста и 263 230,5 руб./больной нетрудоспособного возраста по уровню цен 2019 года. Соответственно, учитывая данные о распространенности заболевания, экономи-

ческое бремя по atopическому дерматиту по расчетам авторов могло составлять 13,044 млрд руб./год [56,57].

Тематикой ряда исследований является фармакоэкономическая оценка доступности ЛП для лечения болезней кожи. Так, в исследовании Самощенко И. Ф. и соавт. отмечается, что ЛП, применяемые для лечения болезней кожи и подкожной клетчатки, включены в ограниченные перечни. Они слабо коррелируют с потребностями населения в данных ЛП [58].

Заключение

Таким образом, современные аспекты лекарственной терапии болезней кожи у детей включают ЛП наружного применения, системные и биологические ЛП, выбор которых зависит от возраста пациента, тяжести и характера течения заболевания. Особый интерес представляют фармакоэкономические исследования, которые затрагивают вопросы эпидемиологии, а также рационального использования ЛП и стоимости лекарственной терапии. Фармакоэкономические исследования в РФ в области заболеваний кожи у детей фрагментарны и ограничены, а основная масса исследований приходится на взрослую популяцию. Кроме того, большинство работ сосредоточены на анализе прямых медицинских затрат, тогда как косвенные расходы, например связанные с потерей трудоспособности, являются предметом исследований и становятся значительно реже. Все это подчеркивает необходимость более углубленных фармакоэкономических исследований в педиатрии, основанных на комплексном подходе и учете как клинической эффективности, так и социально-экономических последствий лекарственной терапии болезней кожи. Современные клинико-экономические оценки, построенные на данных реальной клинической практики и цифровых технологиях могут стать основой для оптимизации использования ресурсов медицинских и фармацевтических организаций при лечении болезней кожи у детей.

Сведения об авторах статьи:

Бреславский Кирилл Владимирович – аспирант кафедры фармацевтической химии и организации фармацевтического дела Факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО МГУ им. М. В. Ломоносова. Адрес: 119991, г. Москва, Ломоносовский пр-т, 27, корп. 10. E-mail: breslavskiiv@yandex.ru.

Курашов Максим Михайлович – к.фарм.н., доцент кафедры управления и экономики фармации ФГБОУ ВО РУДН. Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. E-mail: kurashov_mm@pfur.ru.

Лоскутова Екатерина Ефимовна – д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой управления и экономики фармации ФГБОУ ВО РУДН, профессор кафедры фармацевтической химии и организации фармацевтического дела ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова. Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. E-mail: loskutova_ee@pfur.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кубанов А.А. Дерматовенерология в Российской Федерации: итоги 2023 г. / Кубанов А. А., Богданова Е. В. // Вестник дерматологии и венерологии. – 2024. – Т. 100. – №4. – С. 9-24.
2. Кубанов, А. А. Эпидемиология болезней кожи и подкожной клетчатки и оказание специализированной медицинской помощи в трех возрастных группах населения в 2010-2020 гг. в Российской Федерации / А. А. Кубанов, Е. В. Богданова // Национальное здравоохранение. – 2022. – Т. 3, № 1. – С. 15-24.
3. Кубанов, А. А. Результаты деятельности медицинских организаций, оказывающих медицинскую помощь по профилю «дерматовенерология», в 2019-2021 гг. в Российской Федерации / А. А. Кубанов, Е. В. Богданова // Вестник дерматологии и венерологии. – 2022. – Т. 98, № 5. – С. 18-33.
4. Global Burden of Skin and Subcutaneous Disease: A Longitudinal Analysis from the Global Burden of Disease Study From 1990-2017 / R. L. Giesey [et al.] // SKIN: The Journal of Cutaneous Medicine. – 2021. – Т. 2, № 5. – С. 125-136.
5. Arnold J.D. Inpatient burden of pediatric dermatology in the United States / Arnold J.D., Yoon S., Kirkorian A.Y. // Pediatric Dermatology. – 2018. – Т. 35, № 5. – С. 602–606.
6. Kılınç F. Dermatological Disorders in Children: A Prospective Analysis of 4025 Patients / Kılınç F., Yakut H. İ., Metin A. // Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi. – 2015. – Т. 9, № 1. – С. 6–11.
7. Worldwide prevalence of atopic dermatitis in children between 2000 and 2021: A systematic analysis / L. Jin [et al.] // Annals of Allergy, Asthma & Immunology. – 2025. – Т. 134, № 5. – С. 603–609.e6.
8. Prevalence and Incidence of Atopic Dermatitis: A Systematic Review / S. Bylund, L. B. [et al.] // Acta Dermato-Venereologica. – 2020. – Т. 100, № 12. – С. adv00160.
9. Atopic Dermatitis in Children Under 5: Prevalence Trends in Central, Eastern, and Western Europe / I. Ilic [et al.] // Children (Basel). – 2023. – Т. 10, № 8. – С. 1275.
10. Prevalence and Comorbidity of Atopic Dermatitis in Children: A Large- Scale Population Study Based on Real-World Data / Y. Gilaberte, J. [et al.] // Journal of Clinical Medicine. – 2020. – Т. 9, № 6. – С. 1632.
11. Management of psoriasis in children (Review) / Branisteanu D.E. [et al.] // Exp Ther Med. – 2021. – Т. 22, № 6. – С. 1429.
12. Joint American Academy of Dermatology–National Psoriasis Foundation guidelines of care for the management and treatment of psoriasis in pediatric patients / A. Menter [et al.] // J Am Acad Dermatol. – 2020. – Т. 82. – С. 161–201.
13. Global, regional and national burdens of acne vulgaris in adolescents and young adults aged 10–24 years from 1990 to 2021: a trend analysis / Z. Zhu [et al.] // British Journal of Dermatology. – 2025. – Т. 192, № 2. – С. 228–237.
14. Skin Disease in Children: Effects on Quality of Life, Stigmatization, Bullying, and Suicide Risk in Pediatric Acne, Atopic Dermatitis, and Psoriasis Patients / K. A. Kelly [et al.] // Children. – 2021. – Т. 8, № 11. – С. 1057.
15. Stigmatization and Mental Health Impact of Chronic Pediatric Skin Disorders / A. S. Paller [et al.] // JAMA Dermatology. – 2024. – Т. 160, № 6. – С. 621–630.
16. Atopic dermatitis: A global health perspective / O. Faye [et al.] // Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. – 2023. – Т. 38, №. – С. 801-811.
17. English version of clinical practice guidelines for the management of atopic dermatitis 2024 / H. Saeki [et al.] // J Dermatol. – 2025. – Т. 52. – С. e70–e142.
18. A systematic review of guidelines for the management of atopic dermatitis in children / M. Deva [et al.] // World Allergy Organ J. – 2024. – Т. 17, № 12. – С. 100989.
19. Evidence-Based Recommendations for Managing Atopic Dermatitis in Pediatric Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis From the Pediatric Dermatology Special Interest Group of IADVL / R. Mahajan [et al.] // Int J Dermatol. – 2025. – Т. 64, № 7. – С. 1255-1266.
20. Systemic Therapy for Atopic Dermatitis in Children and Adolescents: A US Expert Consensus / L.F. Eichenfield [et al.] // Dermatology. – 2024. – Т. 240, № 5–6. – С. 897-909.
21. Morita A. Pediatric psoriasis: Understanding pathological conditions and advances in treatment / Morita A., Saeki H. // Journal of Dermatology. – 2024. – Т. 51, № 2. – С. 185-195.
22. Pediatric Psoriasis: From New Insights into Pathogenesis to Updates on Treatment / Kim H.O. [et al.] // Biomedicines. – 2021. – Т. 9, №. 8. – С. 940.
23. Managing pediatric psoriasis: update on treatments and challenges—a review / Hebert A.A. [et al.] // J Dermatolog Treat. – 2022. – Т. 33, № 5. – С. 2433-2442.
24. Biological Treatments for Pediatric Psoriasis: State of the Art and Future Perspectives / Diotallevi F. [et al.] // Int J Mol Sci. – 2022. – Т. 23, № 19. – С. 11128.
25. Eichenfield D. Z. Management of Acne Vulgaris: A Review / Eichenfield D. Z., Sprague J., Eichenfield L. F. // JAMA. – 2021. – Т. 326, № 20. – С. 2055-2067.
26. Kutlu Ö. Adult acne versus adolescent acne: a narrative review with a focus on epidemiology to treatment / Kutlu Ö., Karadağ A. S., Wollina U. // An. Bras. Dermatol. – 2023. – Jan-Feb. – Vol. 98, № 1. – P. 75-83.
27. Systematic Literature Review of Economic Evaluations and Cost Studies of the Treatment of Psoriasis, Atopic Dermatitis, and Chronic Urticaria / A. Igarashi [et al.] // Dermatol Ther (Heidelb). – 2022. – Т. 12. – С. 1729-1751.
28. Cost-Effectiveness of Emerging Treatments for Atopic Dermatitis: A Systematic Review / K.C. Heinz [et al.] // Pharmacoeconomics. – 2023. – Т. 41. – С. 1415-1435.
29. Economic and Humanistic Burden in Paediatric Patients with Atopic Dermatitis / R. Achten, L. [et al.] // Acta Derm Venereol. – 2023. – Т. 103. – С. adv00881.
30. Cost-Effectiveness of Dupilumab and Oral Janus Kinase Inhibitors for the Treatment of Moderate-to-Severe Atopic Dermatitis in Singapore / C. Ong, [et al.] // Pharmacoeconomics Open. – 2024. – Т. 8. – С. 809-822.
31. Short- and long-term cost-effectiveness of abrocitinib versus dupilumab in adults with moderate-to-severe atopic dermatitis in China / Y. Shi [et al.] // Journal of Medical Economics. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 1180-1189.
32. E. Galli. Cost-Utility Analysis of Dupilumab for the Treatment of Severe Atopic Dermatitis in Children and Adolescents in Italy / E. Galli, M. Paola Pedone, M. Dobrev // Farmeconomy. Health economics and therapeutic p a t h w a y s. – 2 0 2 2. – Т. 2 3, № 1. – U R L : h t t p s : / / j o u r n a l s . s e e d m e d i c a l p u b l i s h e r s . c o m / i n d e x . p h p / F E / a r t i c l e / v i e w / 1 5 2 7 (д а т а о б р а щ е н и я : 3 0 . 0 8 . 2 0 2 5) .
33. Comparative cost-effectiveness of tildrakizumab and other commonly used treatments for moderate-to-severe psoriasis / Ja. J. [et al.] // Journal of Dermatological Treatment. – 2021. – Т. 32, № 7. – С. 693-700.
34. Новодережкина Е. А. Фармакоэпидемиологическая и клинико- экономическая оценка терапии псориаза в реальной практике в Российской Федерации: дис. канд. биол. наук: 3.3.6.. – М., 2022. – 224 с.
35. Бобракова, А. А. Фармакоэкономическое обоснование применения генно-инженерных биологических препаратов в терапии умеренно тяжелых и тяжелых форм псориаза / А. А. Бобракова, В. В. Янецов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 4(142).
36. Фролов, М. Ю. Фармакоэкономический анализ применения генно- инженерных биологических препаратов в клинической практике терапии взрослых пациентов с вульгарным псориазом среднетяжелой и тяжелой степени в Российской Федерации / М. Ю. Фролов, В. А. Рогов, А. С. Саласюк // Фармацевтическое дело и технология лекарств. – 2020. – № 1. – С. 56-65.

37. Свечникова, Е. В. Оценка затрат на лечение псориаза средних и тяжелых форм при коморбидных патологиях / Е. В. Свечникова, М. А. Моржанаева, Е. В. Щепкина // Вестник Медицинского института непрерывного образования. – 2024. – Т. 4, № 2. – С. 117-122.
38. Клинико-экономический анализ применения иксекизумаба у взрослых пациентов с активным псориазическим артритом в условиях здравоохранения Российской Федерации / Е. А. Пядушкина [и др.] // Современная ревматология. – 2021. – Т. 15, № 1. – С. 119-127.
39. Клинико-экономический анализ применения устекинумаба (стелара) у пациентов с тяжелыми клиническими формами псориаза / М. В. Сура [и др.] // Вестник дерматологии и венерологии. – 2011. – № 3. – С. 63-70.
40. Рудакова, А. В. Фармакоэкономические аспекты терапии псориаза биологическими препаратами / А. В. Рудакова, А. А. Кубанов // Вестник дерматологии и венерологии. – 2012. – № 2. – С. 26-31.
41. Кубанов, А. А. Клинико-экономический анализ применения биологических препаратов для лечения среднетяжелых и тяжелых форм псориаза / А. А. Кубанов, С. К. Зырянов, Д. Ю. Белоусов // Качественная клиническая практика. – 2015. – № 3. – С. 34-42.
42. Экономическая эффективность терапии больных псориазом / О. И. Нелюбова [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10, № 3. – С. 508-511.
43. Зырянов, С. К. Фармакоэкономическое исследование препаратов, применяемых при лечении псориаза среднетяжелой и тяжелой степени у пациентов с неэффективностью базовой системной терапии / С. К. Зырянов, А. Е. Чеберда, Д. Ю. Белоусов // Клиническая фармакология и терапия. – 2018. – Т. 27, № 4. – С. 91-97.
44. Нелюбова, О. И. Оценка затрат на лечение пациентов с разными формами псориаза в условиях круглосуточного стационара / О. И. Нелюбова, Г. Ю. Сазанова, С. Р. Утц // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 13, № 3. – С. 595-599.
45. Организационно-экономические исследования медицинской и фармацевтической помощи больным псориазом / В. А. Солянина [и др.] // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. – 2017. – № 3. – С. 98-107.
46. Клинико-экономический анализ таргетной терапии атопического дерматита тяжелого течения у взрослых / А. С. Колбин [и др.] // Качественная клиническая практика. – 2022. – № 1. – С. 17-29.
47. Эмоленты в терапии атопического дерматита у детей: анализ клинической и фармакоэкономической эффективности / Камаев А.В. [и др.] // Российский аллергологический журнал. – 2017. – Т. 14. – № 4-5. – С. 98-107.
48. Клинико-экономическое исследование применения смеси для детского питания на основе частично гидролизованного сывороточного белка по сравнению со стандартной смесью на основе цельного белка коровьего молока для профилактики атопического дерматита у детей до 3 лет / Е. В. Деркач [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2014. – Т. 9, № 2. – С. 29-43.
49. Фармакоэкономические аспекты терапии атопического дерматита у детей / Деркач В. В. [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2004. – №3. – С. 73-76.
50. Фармакоэкономический анализ применения метилпреднизолона ацепоната (Адвантан) при лечении атопического дерматита и экземы / А.В. Маргиева [и др.] // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2011. – № 1. – С. 14-21.
51. Эффективность и экономическая целесообразность первичной профилактики атопического дерматита: смеси на основе гидролизата белка / Л. М. Огородова [и др.] // Педиатрическая фармакология. – 2013. – Т. 10, № 4. – С. 46-51.
52. Шабардина, О. В. Фармакоэкономический анализ различных методов терапии тяжелых форм акне / О. В. Шабардина, М. М. Кохан // Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии. – 2010. – № 1(8). – С. 56-62.
53. Шабардина, О. В. Фармакоэкономический анализ различных методов терапии больных среднетяжелыми формами акне / О. В. Шабардина, М. М. Кохан // Уральский медицинский журнал. – 2011. – № 8(86). – С. 54-58.
54. Шабардина, О. В. Клинико-экономический анализ терапии больных различными формами акне в динамике диспансерного наблюдения: специальность 14.01.10 «Кожные и венерические болезни»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Шабардина Ольга Владимировна. – Екатеринбург, 2010. – 117 с.
55. Фармакоэкономическая эффективность антибактериального лечения акне средней степени тяжести / Л. В. Силина [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2014. – № 18(189). – С. 129-133.
56. Экономическое бремя тяжелого атопического дерматита в Российской Федерации / И. С. Крысанов [и др.] // Качественная клиническая практика. – 2019. – № 4. – С. 4-14.
57. Экономическое бремя тяжелой бронхиальной астмы и атопического дерматита и влияние на него дупилумаба / И. С. Крысанов [и др.] // Качественная клиническая практика. – 2020. – № 3. – С. 15-26.
58. Фармакоэкономический анализ как инструмент совершенствования экономической доступности ассортимента лекарственного обеспечения / И. Ф. Самощенко [и др.] // Экономические и гуманитарные науки. – 2021. – № 2(349). – С. 77-87.

REFERENCES

1. Kubanov AA, Bogdanova EV. Dermatovenereology in the Russian Federation: results of 2023. Vestnik dermatologii i venerologii 2024;100(4):9-24. doi: 10.25208/vdv16795 (in Russ).
2. Kubanov AA, Bogdanova EV Epidemiology of diseases of the skin and subcutaneous tissue and specialized medical care provided in three age groups of the population in 2010–2020 in the Russian Federation. National Health Care (Russia). 2022;3(1):15-24. (in Russ).
3. Kubanov AA, Bogdanova EV. Performance results of medical organizations providing medical care in the field of dermatovenereology in 2019–2021 in the Russian Federation. Vestnik dermatologii i venerologii 2022;98(5):18-33. doi: 10.25208/vdv1337 (in Russ).
4. The Global Burden of Skin and Subcutaneous Disease: A Longitudinal Analysis from the Global Burden of Disease Study From 1990-2017. J of Skin. 2021;5(2):125-136. doi:10.25251/skin.5.2.7 (in Engl).
5. Arnold JD, Yoon S, Kirkorian AY. Inpatient burden of pediatric dermatology in the United States. Pediatr Dermatol. 2018 Sep;35(5):602-606. doi: 10.1111/pde.13549 (in Engl).
6. Akbaş A, Kılınç F, Yakut Hİ, Metin A. Dermatological Disorders in Children: A Prospective Analysis of 4025 Patients. Turkish J Pediatr Dis. 2015;9(1):6-11 (in Turkish).
7. Jin L, Ge J, Cheng Y, Deng D, Wan P. Worldwide prevalence of atopic dermatitis in children between 2000 and 2021: A systematic analysis. Ann Allergy Asthma Immunol. 2025 May;134(5):603-609.e6. doi: 10.1016/j.anai.2024.12.005 (in Engl).
8. Bylund S, Kobyletzki LB, Svalstedt M, Svensson Å. Prevalence and Incidence of Atopic Dermatitis: A Systematic Review. Acta Derm Venereol. 2020;100(12):adv00160. doi:10.2340/00015555-3510 (in Engl).
9. Ilic I, Stojkovic A, Velickovic V, Zivanovic Macuzic I, Ilic M. Atopic Dermatitis in Children Under 5: Prevalence Trends in Central, Eastern, and Western Europe. Children (Basel). 2023;10(8):1275. doi:10.3390/children10081275 (in Engl).
10. Gilaberte Y, Pérez-Gilaberte JB, Poblador-Plou B, Bliet-Bueno K, Gimeno-Miguel A, Prados-Torres A. Prevalence and Comorbidity of Atopic Dermatitis in Children: A Large-Scale Population Study Based on Real-World Data. J Clin Med. 2020;9(6):1632. Published 2020 May 28. doi:10.3390/jcm9061632 (in Engl).
11. Branisteanu DE, Georgescu S, Serban IL, et al. Management of psoriasis in children (Review). Exp Ther Med. 2021;22(6):1429. doi:10.3892/etm.2021.10864 (in Engl).
12. Menter A, Cordoro KM, Davis DMR, et al. Joint American Academy of Dermatology-National Psoriasis Foundation guidelines of care for the management and treatment of psoriasis in pediatric patients. J Am Acad Dermatol. 2020;82(1):161-201. doi:10.1016/j.jaad.2019.08.049 (in Engl).

13. Zhou Z, Zhong X, Luo Z, Liu M, Zhang H, Zheng H, Li J. Global, regional and national burdens of acne vulgaris in adolescents and young adults aged 10–24 years from 1990 to 2021: a trend analysis. *Br J Dermatol*. 2025;192(2):228–237. doi:10.1093/bjd/ljae352 (in Engl).
14. Kelly KA, Balogh EA, Kaplan SG, Feldman SR. Skin Disease in Children: Effects on Quality of Life, Stigmatization, Bullying, and Suicide Risk in Pediatric Acne, Atopic Dermatitis, and Psoriasis Patients. *Children*. 2021; 8(11):1057. doi:10.3390/children8111057 (in Engl).
15. Paller AS, Rangel SM, Chamlin SL, et al. Stigmatization and Mental Health Impact of Chronic Pediatric Skin Disorders. *JAMA Dermatol*. 2024;160(6):621–630. doi:10.1001/jamadermatol.2024.0594 (in Engl).
16. Faye O, Flohr C, Kabashima K, Ma L, Paller AS, Rapelanoro FR, et al. Atopic dermatitis: A global health perspective. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2024; 38: 801–811. doi:10.1111/jdv.19723 (in Engl).
17. Saeki H, Ohya Y, Arakawa H, et al. English version of clinical practice guidelines for the management of atopic dermatitis 2024. *J Dermatol*. 2025;52(2):e70–e142. doi:10.1111/1346-8138.17544 (in Engl).
18. Deva M [et al]. A systematic review of guidelines for the management of atopic dermatitis in children. *World Allergy Organ J*. 2024;17(12):100989. doi: 10.1016/j.waojou.2024.100989 (in Engl).
19. Eichenfield LF, Boguniewicz M, Lauren CT, et al. Systemic Therapy for Atopic Dermatitis in Children and Adolescents: A US Expert Consensus. *Dermatology*. 2024;240(5-6):897–909. doi:10.1159/000540920 (in Engl).
20. Butala S, Castelo-Soccio L, Seshadri R, et al. Biologic Versus Small Molecule Therapy for Treating Moderate to Severe Atopic Dermatitis: Clinical Considerations. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2023;11(5):1361–1373. doi:10.1016/j.jaip.2023.03.011 (in Engl).
21. Morita A, Saeki H. Pediatric psoriasis: Understanding pathological conditions and advances in treatment. *J Dermatol*. 2024;51(2):185–195. doi:10.1111/1346-8138.17049 (in Engl).
22. Kim HO, Kang SY, Kim JC, Park CW, Chung BY. Pediatric Psoriasis: From New Insights into Pathogenesis to Updates on Treatment. *Biomedicine*. 2021;9(8):940. Published 2021 Aug 2. doi:10.3390/biomedicine9080940 (in Engl).
23. Hebert AA, Browning J, Kwong PC, Duarte AM, Price HN, Siegfried E. Managing pediatric psoriasis: update on treatments and challenges – a review. *J Dermatol Treat*. 2022;33(5):2433–42. doi:10.1080/09546634.2022.2059051 (in Engl).
24. Diotallevi F [et al]. Biological Treatments for Pediatric Psoriasis: State of the Art and Future Perspectives. *Int J Mol Sci*. 2022;23(19):11128. doi:10.3390/ijms231911128 (in Engl).
25. Eichenfield DZ, Sprague J, Eichenfield LF. Management of Acne Vulgaris: A Review. *JAMA*. 2021;326(20):2055–2067. doi:10.1001/jama.2021.17633 (in Engl).
26. Kutlu Ö, Karadağ AS, Wollina U. Adult acne versus adolescent acne: a narrative review with a focus on epidemiology to treatment. *An Bras Dermatol*. 2023;98(1):75–83. doi:10.1016/j.abd.2022.01.006 (in Engl).
27. Igarashi A, Yuasa A, Yonemoto N [et al]. A systematic literature review of economic evaluations and cost studies of the treatment of psoriasis, atopic dermatitis, and chronic urticaria. *Dermatol Ther (Heidelb)*. 2022;12:1729–51. doi:10.1007/s13555-022-00774-2 (in Engl).
28. Heinz KC, Beaudart C, Willems D, et al. Cost-effectiveness of emerging treatments for atopic dermatitis: a systematic review. *Pharmacoeconomics*. 2023;41:1415–35. doi:10.1007/s40273-023-01293-4 (in Engl).
29. Achten R, Van der Rijst L, Piena M, et al. Economic and Humanistic Burden in Paediatric Patients with Atopic Dermatitis. *Acta Derm Venereol*. 2023;103:adv00881. doi:10.2340/actadv.v103.4842 (in Engl).
30. Ong C, Briones J, Lim ZZ [et al]. Cost-effectiveness of dupilumab and oral Janus kinase inhibitors for the treatment of moderate-to-severe atopic dermatitis in Singapore. *Pharmacoeconomics Open*. 2024;8:809–22. doi:10.1007/s41669-024-00507-5 (in Engl).
31. Shi Y, Zhou Y, Li S, Guan H, Liu S. Short- and long-term cost- effectiveness of abrocitinib versus dupilumab in adults with moderate-to-severe atopic dermatitis in China. *J Med Econ*. 2024;27(1):1180–9. doi:10.1080/13696998.2024.2403940 (in Engl).
32. Galli E, Pedone MP, Dobrev M. Cost-utility analysis of dupilumab for the treatment of severe atopic dermatitis in children and adolescents in Italy. *Farmeconomia Health Econ Ther Pathways*. 2022;23(1). doi:10.7175/ FE.V23I1.1527 (in Ital).
33. Wu JJ, Jia X, Zhao Y [et al]. Comparative cost-effectiveness of tildrakizumab and other commonly used treatments for moderate-to-severe psoriasis. *J Dermatolog Treat*. 2021;32(7):693–700. doi:10.1080/09546634.2019.1698700 (in Engl).
34. Novoderezhkina EA. Farmakoepidemiologicheskaya i kliniko- ekonomicheskaya otsenka terapii psoriaza v real'noi praktike v Rossiiskoi Federatsii (Pharmacoepidemiological and clinical-economic evaluation of psoriasis therapy in real-world practice in the Russian Federation) [dissertation]. Moscow: 2022. 224 p. (in Russ).
35. Bobrakova AA, Yasnetsov VV. A pharmacoeconomic substantiation of the use of genetically engineered biological drugs in the therapy of moderately severe and severe forms of psoriasis. *International Research Journal*. 2024;4(142). doi:10.23670/IRJ.2024.142.12 (in Russ).
36. Frolov MY, Rogov VA, Salasyuk AS. Pharmacoeconomic analysis of using genetically engineered biologic drugs for treating adult patients with moderate to severe plaque psoriasis in the Russian Federation. *Pharmaceutical Affairs and Drug Technology*. 2020;1:56–65. doi:10.33920/ med-13-2001-06 (in Russ).
37. Svechnikova EV, Morzhanaeva MA, Shchepkina EV. Estimating treatment costs for moderate and severe psoriasis with comorbidities. *Bull Med Inst Cont Educ*. 2024;4(2):117 – 22. doi:10.36107/2782-1714_2024-4-2-117-122 (in Russ).
38. Pyadushkina EA, Derkach EV, Frolov MYu, et al. Cost-effectiveness analysis of active psoriatic arthritis treatment with ixekizumab in adult patients in Russian Federation health care system. *Sovremennaya Revmatologiya=Modern Rheumatology Journal*. 2021;15(1):119–127. doi: 10.14412/1996-7012-2021-1-119-127 (in Russ).
39. Sura MV, Avksent'eva MV, Omel'yanovskiy VV, Kubanova AA, Sura MV, Avksentiyeva MV, Omel'yanovsky VV, Kubanova AA. Clinical and economic analysis of administering ustekinumab(stelara) to patients with severe psoriasis. *Vestnik dermatologii i venerologii*. 2011;87(3):63–70. doi: 10.25208/vdv1020 (in Russ).
40. Rudakova AV, Kubanov AA. Pharmacoeconomic aspects of treatment of psoriasis with biological drugs. *Vestnik dermatologii i venerologii*. 2012;88(2):26–31. doi: 10.25208/vdv663 (in Russ).
41. Kubanov AA, Zyryanov S., Belousov DYu. Clinical and economic analysis of biologic drugs in treatment of psoriasis. *Kachestvennaya Klinicheskaya Praktika*. 2015;(3):34–42. (In Russ).
42. Nel'ubova OI, Utz SR, Sazanova GYu, Morrison AV. Economical effectiveness of therapy in patients with psoriasis (review). *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2014; 10 (3): 508–511 (In Russ).
43. Zyryanov SK, Cheberda AE, Belousov DY. Pharmacoeconomic evaluation of treatment options for patients with moderate to severe psoriasis and resistance to basic systemic therapy. *Clin Pharmacol Ther*. 2018;27(4):91–7 (In Russ).
44. Nelyubova OI, Sazanova GYu, Utz SR. Evaluation of expenses for treatment of patients with different forms of psoriasis in the conditions of round-the-clock hospital. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2017; 13 (3): 595–599 (In Russ).
45. Solyanina VA, Ovod AI, Komissinskaya IG, Silina LV. Organizational and economic research of medical and pharmaceutical care for patients with psoriasis. *Humans and Their Health*. 2017;(3):98–107. doi:10.21626/ vestnik/2017-3/17 (In Russ).
46. Kolbin AS, Gomon YM, Proskurin MA, Balikina YE. Clinical-economic analysis of the target therapy in severe atopic dermatitis in adults. *Kachestvennaya Klinicheskaya Praktika*. 2022; (1):17 - 29. doi:10.37489/2588-0519-2022-1-17-29 (In Russ).
47. Kamaev AV, Trusova OV, Lyashenko NL, Makarova IV. Emollients in atopic dermatitis treatment in children: clinical and pharmacoeconomic efficacy analysis. *Russian Journal of Allergy*. 2017;14(4-5):98–107. doi: 10.36691/RJA301 (In Russ).
48. Derkach EV, Avksentiyeva MV, Fedyayeva VK, et al. A clinico-economic study of an infant formula based on partially hydrolyzed serum protein as compared with a standard whole cow's milk formula for prevention of atopic dermatitis in children under 3 years old. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2014;9(2):29–43. (in Russ).
49. Derkach VV [et al]. Pharmacoeconomic aspects of treatment of children's atopic dermatitis. *Pacific Medical Journal*. 2004;(3):73–6. (in Russ).

-
50. Margieva AV [et al]. Pharmacoeconomic analysis of methylprednisolone aceponate (Advantan) for treatment of atopic dermatitis and eczema. *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor*. 2011;(1):14–21. (in Russ).
 51. Ogorodova LM [et al]. Efficacy and financial viability of primary prevention of atopic dermatitis: protein-hydrolysate-based formulae. *Pediatric Pharmacology*. 2013;10(4):46–51. (in Russ).
 52. Shabardina OV, Kokhan MM. Farmakoeconomicheskii analiz razlichnykh metodov terapii tyazhelykh form akne (Pharmacoeconomic analysis of different methods of treatment of severe forms of acne). *Sovremennye problemy dermatovenerologii, immunologii i vrachebnoi kosmetologii*. 2010;1(8):56–62. (in Russ).
 53. Shabardina OV, Kokhan MM. Pharmacoeconomic analysis of different methods of treatment in patients with moderate forms of acne. *Ural Medical Journal*. 2011;8(86):54–8. (in Russ).
 54. Shabardina OV. Kliniko-ekonomicheskii analiz terapii bol'nykh razlichnymi formami akne v dinamike dispenshnogo nablyudeniya (*Clinico-economic analysis of treatment of patients with different forms of acne during dynamic follow-up*). Yekaterinburg: 2010. 117 p. (in Russ).
 55. Silina LV [et al]. Pharmacoeconomical efficiency of the treatment of moderate severity acne disease. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*. 2014;18(189):129–33. (in Russ).
 56. Krysanov IS, Krysanova VS, Karpov OI, Ermakova VYu. Social- economic burden of severe atopic dermatitis in the Russian Federation. *Kachestvennaya klinicheskaya praktika*. 2019 ; 4 : 4 – 14. doi: 10.1016/2588-0519-2019-4-4-14 (In Russ).
 57. Krysanov IS, Krysanova VS, Karpov OI, Ermakova VYu. Influence of dupilumab on the economic burden of severe asthma and atopic dermatitis. *Kachestvennaya klinicheskaya praktika*. 2020;(3):15-26. doi: 10.37489/2588-0519-2020-3-15-26 (In Russ).
 58. Samoshchenkova IF [et al]. Pharmacoeconomic analysis as a tool of economic availability improvement of drugs' range. *Economic and Humanitarian Sciences*. 2021;2 (349):77–87. doi:10.33979/2073-7424-2021-349-2-77-87. (in Russ).

ЮБИЛЕЙ

ЭЛЬЗА НАБИАХМЕТОВНА АХМАДЕЕВА (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



19 апреля 2026 года исполнилось 80 лет со дня рождения Ахмеевой Эльзы Набиахметовны – доктора медицинских наук, профессора, заслуженного врача Республики Башкортостан, лауреата национальной премии лучшим врачам России «Призвание» и общенациональной премии «Профессор года».

Ахмеева Эльза Набиахметовна окончила с отличием педиатрический факультет Башкирского государственного медицинского института в 1969 году. После окончания института, в 1969-1972 гг., работала педиатром в больнице Сибирского отделения АН СССР (г. Новосибирск, Академгородок). С 1972 г. её профессиональная деятельность связана с Башкирским государственным медицинским университетом, где она последовательно занимала должности ассистента (1972-1985 гг.), доцента (1985-1991 гг.), профессора, заведующего кафедрой неонатологии и перинатологии (1992-1999 гг.), а затем заведующего кафедрой госпитальной педиатрии с курсом поликлинической педиатрии (1999-2016 гг.). С 2016 г. по настоящее время работает профессором кафедры госпитальной педиатрии.

Кандидатскую диссертацию «Состояние здоровья, физическое развитие и реактивность новорожденных у работниц нефтехимических производств» защитила в г. Свердловске в 1979 г., докторскую диссертацию «Клинико-физиологические особенности адаптации новорожденных, извлеченных операцией кесарева сечения» – в Москве в 1991 г.

Научная деятельность Эльзы Набиахметовны посвящена актуальным клиническим проблемам педиатрии и неонатологии. В Республике Башкортостан впервые внедрены научно обоснованные подходы к охране здоровья матери и ребёнка, а также гуманистические модели неонатальной и перинатальной помощи. Под её руководством подготовлены 4 доктора и 24 кандидата медицинских наук, опубликовано более 500 научных и методических работ, 11 монографий.

Эльза Набиахметовна вносит большой вклад в развитие и становление неонатальной и перинатальной службы в Республике Башкортостан. Она принимает участие в разработке приказов, практических и клинических рекомендаций Министерства здравоохранения Республики Башкортостан, методических рекомендаций Российской ассоциации специалистов перинатальной медицины (РАСПМ). Особое место в деятельности Эльзы Набиахметовны занимает внедрение гуманистических принципов медицинской помощи и современных высокотехнологичных методов выхаживания маловесных новорождённых. Она сотрудничает с зарубежными коллегами из стран СНГ, Эстонии, Турции, Швеции, Норвегии, США и др.

За активную популяризацию новых технологий по перинатальному уходу в Республике Башкортостан и за ее пределами стала обладателем титулов «Лидер в достижениях» (1996 г.), «Кто есть кто в мире интеллектуалов» (1997), Международного биографического центра (г. Кембридж, Великобритания), лауреатом национальной премии лучшим врачам России «Призвание» в номинации «За создание научного направления в медицине», Москва, (2005). Награждена почетными грамотами Министерства здравоохранения Российской Федерации (2001) и Министерства здравоохранения Республики Башкортостан (2006).

Эльза Набиахметовна ведет активную общественную деятельность: является академиком РАЕ, внештатным экспертом Европейского регионального отделения ВОЗ, членом президиумов Башкирского отделения РАСПМ (Уфа), РАСПМ (Москва). Принимает участие в работе международных профессиональных организаций, включая Международный детский центр (ИСС, Анкара) и Международную ассоциацию педиатров (ИРА, Копенгаген), а также возглавляет сотрудничающий центр ИСС при БГМУ. Входит в состав ряда научных и экспертных структур, в том числе Проблемной комиссии по питанию МЗиСР РФ, Учёного совета БГМУ и педиатрического факультета БГМУ, сертификационной (БГМУ), аттестационной (МЗ РБ) и проблемной (БГМУ) комиссий, перинатального и педиатрического советов МЗ РБ, координацион-

ного научно-методического совета (КНМС) БГМУ. Кроме того, участвует в работе совета по подготовке ординаторов педиатрического факультета БГМУ, является председателем ЦМК БГМУ педиатрического профиля, входит в состав бюро медицинского отделения АН РБ.

В настоящее время Эльза Набиахметовна руководит четырьмя международными клиническими исследованиями третьего уровня, преподает в рамках академической мобильности в международных университетах, выступает с лекциями на международных конгрессах.

За выдающие заслуги в 2025 г. награждена престижной медалью имени профессора М. Гуломова (Республика Таджикистан). В 2026 г. Эльза Набиахметовна стала лауреатом общенациональной премии «Профессор года».

От всей души поздравляем Эльзу Набиахметовну с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, благополучия, долгих и счастливых лет в окружении любящих людей! Пусть дело, которому она неизменно отдает силы, опыт и знания, приносит радость и возможности для новых профессиональных свершений!

*Коллектив Башкирского государственного медицинского университета
Коллектив кафедры госпитальной педиатрии БГМУ
Редколлегия и коллектив редакции
научно-практического журнала «Медицинский вестник Башкортостана»*

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ «МЕДИЦИНСКИЙ ВЕСТНИК БАШКОРТОСТАНА»

«Медицинский вестник Башкортостана» – регулярное рецензируемое научно-практическое медицинское издание, в котором публикуются оригинальные исследования, описания клинических случаев, научные обзоры, лекции, дискуссии, нормативные документы. Тематика всех указанных разделов отражает медицинскую специфику.

Редакция будет руководствоваться положениями «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», так называемым Ванкуверским стилем. В связи с этим к печати будут приниматься статьи, оформленные в соответствии только с этими требованиями.

В редакцию должен быть направлен пакет следующих документов:

- 1. Официальное направление от учреждения**
- 2. Статья**
- 3. Резюме и ключевые слова**
- 4. Сведения об авторах с указанием автора, ответственного за переписку**

Требования к оформлению документов

1. Статья должна сопровождаться направлением на имя главного редактора журнала на бланке учреждения, в котором выполнена работа.

2. Оформление статьи.

- На первой странице одного экземпляра статьи в верхнем левом углу должна быть виза руководителя подразделения («в печать»), на последней странице основного текста должны стоять подписи всех авторов. Подписи авторов под статьей означают согласие на публикацию на условиях редакции, гарантию авторами прав на оригинальность информации, соблюдение общепринятых правовых норм в исследовательском процессе и согласие на передачу всех прав на издание и переводы статьи редакции журнала «Медицинский вестник Башкортостана».

- Статья, набранная в текстовом редакторе Word, шрифт Times New Roman, 14, междустрочный интервал 1,5 пт (в таблицах междустрочный интервал 1 пт), форматирование по ширине, без переносов и нумерации страниц, должна быть напечатана на одной стороне листа бумаги размером А4, левое поле 30 мм, остальные поля – 20 мм.

- Рукопись оригинальной статьи должна включать: 1) УДК; 2) инициалы и фамилию автора(ов); 3) название статьи (заглавными буквами); 4) наименование учреждения, где выполнена работа, город; 5) резюме (рус./англ.); 6) ключевые слова (рус./англ.); 7) введение; 8) материал и методы; 9) результаты и обсуждение (возможно разделение на «Результаты» и «Обсуждение»); 10) заключение (выводы); 11) список литературы; 12) references. Пункты 2-5 помещаются через пробел между ними.

- Другие типы статей, такие как описание клинических наблюдений, обзоры и лекции, могут оформляться иначе.

- Статья должна быть тщательно отредактирована и выверена авторами. Должна использоваться международная система единиц СИ.

- Сокращения слов не допускаются, кроме общепринятых. Аббревиатуры включаются в текст лишь после их первого упоминания с полной расшифровкой: например – ишемическая болезнь сердца (ИБС). В аббревиатурах использовать заглавные буквы.

- Специальные термины приводятся в русской транскрипции. Математические формулы желательно готовить в специализированных математических компьютерных программах или редакторах формул типа «Equation».

- **Список литературы следует размещать в конце текста рукописи. Рекомендуется использовать не более 15 литературных источников за последние 10 лет. Для литературного обзора - не менее 50 источников. Ссылку на литературный источник в тексте приводят в виде номера в квадратных скобках (например [3]). Обязательным является оформление списка References, последовательность в котором должна совпадать с русскоязычным списком.**

3. Оформление резюме осуществляется на русском и английском языках, каждое – на отдельной странице (объем от 130 до 150 слов). Текст резюме на английском языке должен быть аутентичен русскому тексту. В начале страницы следует поместить название статьи, инициалы и фамилии авторов. Резюме должно быть структурированным и информативным, чтобы по нему можно было судить о содержании статьи. Резюме должно отражать цели и задачи исследования, материал и методы, основные результаты (в том числе с цифровыми показателями) и выводы. Все аббревиатуры в резюме нужно раскрывать (несмотря на то, что они были раскрыты в основном тексте статьи). Под резюме после обозначения «ключевые слова» помещают от 3 до 10 ключевых слов или словосочетаний.

4. Сведения об авторах статьи.

На отдельной странице нужно указать фамилию, полное имя, отчество, должность, звание, место работы, полный адрес организации (кафедры), ORCID, телефоны для оперативной связи и E-mail (при наличии) каждого автора. Для автора, ответственного за переписку с редакцией, обязательно указание номера мобильного телефона.

5. Требования к иллюстрациям.

- Таблицы, диаграммы, рисунки и фотографии помещаются в текст статьи с соответствующими названиями (подрисовочными подписями), нумерацией и обозначениями. Данные, представленные в таблицах, не должны дублировать данные рисунков и текста, и наоборот.

- Рисунки должны быть четкими, фотографии – контрастными.

- Диаграммы в тексте должны быть представлены с возможностью корректировки параметров при необходимости в процессе верстки.

Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование присланных статей.

- ✓ **Статьи, оформленные не в соответствии с настоящими требованиями, рассматриваться не будут, присланные рукописи не возвращаются.**

- ✓ **Датой поступления статьи в редакцию считается дата поступления и регистрации в редакции печатной версии окончательного авторского оригинала с учетом всех внесенных изменений по замечаниям научного редактора.**

- ✓ **В одном номере публикуется не более двух статей одного автора.**

- ✓ **Стоимость публикации составляет 500 рублей за каждую полную (неполную) страницу текста формата А4. Оплата за статью производится после положительного решения редакционной коллегии и уведомления авторов со стороны редакции.**

- ✓ **На страницах журнала предполагается размещение информации о медицинских и оздоровительных организациях, сведений о лекарственных препаратах, изделиях медицинской техники.**

- ✓ **Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.**

- ✓ **С примерами оформления статей и списка литературы (References) можно ознакомиться на сайте <http://www.mvb-bsmu.ru>**

Лицензия № 0177 от 10.06.96 г.

Дата выхода 29.04.2026 г.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе с оригинал-макета.
Формат 60×84 ¹/₈. Усл.-печ. л. 14,88. Тираж 500 экз. Заказ № 55.

450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России