



Журнал включен  
в базу данных  
Российского индекса  
научного цитирования  
(РИНЦ)

Входит в Перечень  
научных изданий  
Республики Беларусь  
для опубликования  
результатов  
диссертационных  
исследований  
по медицинским  
и биологическим  
(медико-биологический  
аспект) наукам

Издается  
с сентября 1924 г.

## ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

### Учредитель

Министерство здравоохранения  
Республики Беларусь

**Главный редактор** Марина Михайловна САЧЕК

### Редакционная коллегия:

АБЕЛЬСКАЯ И. С.  
БОГДАН В. Г.  
БЮХЛЕР М. В. (ГЕРМАНИЯ)  
ВАСИЛЬЕВ С. А.  
ВОРОБЕЙ А. В.  
ГАВРИЛЕНКО Л. Н.  
ГЕРАСИМЕНКО М. А.  
ГУБКИН С. В.  
ГУРИНА Н. С.  
ДАНИЛОВ Д. Е.  
ДЕГТЯРЕВ Ю. Г.  
ДЕДОВ И. И. (РОССИЯ)  
КАРПОВ И. А.  
КОЛОМИЕЦ Н. Д.  
КРАСНЫЙ С. А.  
КРИВЕНКО С. И.  
МАКАРИНА-КИБАК Л. Э.  
МИХАЙЛОВ М. И. (РОССИЯ)  
МОРОЗ И. Н.  
МОРОЗОВ Д. А. (РОССИЯ)  
МОХОРТ Т. В.  
НАСОНОВ Е. Л. (РОССИЯ)  
ПАТЕЮК И. В.

ПЕРЕСАДА О. А.  
ПРИСТРОМ А. М.  
РЕВТОВИЧ М. Ю.  
РУММО О. О.  
САМОЙЛОВИЧ Е. О.  
СЕМЕНОВ А. В.  
СИДОРОВИЧ Р. Р.  
СКУГАРЕВСКАЯ М. М.  
СМЫЧЕК В. Б.  
СОЛНЦЕВА А. В.  
СОРОКА Н. Ф.  
СЫЧИК С. И.  
СУРМАЧ М. Ю.  
ТАПАЛЬСКИЙ Д. В.  
ФИЛОНЮК В. А.  
ФОМИНА Е. Г.  
ХИШОВА О. М.  
ХОДЖАЕВ А. В.  
ХРУСТАЛЕВ В. В.  
ЦАРЕНКОВ В. М.  
ЧЕРНУХА Т. Н.  
ЧУЧАЛИН А. Г. (РОССИЯ)  
ШАЛЬКЕВИЧ Л. В.

### Редакционный совет:

БЕЛЫЙ С. А.  
БОГДАН Е. Л.  
ВИШНЕВЕЦКИЙ М. Л.  
ГАЦКО В. В.  
ГОРБИЧ Ю. Л.  
ГРИНЬКО Д. В.  
ДЕМИДЕНКО И. М.  
ЖУК И. Г.  
ЗМИТРОВИЧ О. В.  
КЕДА Л. Н.  
КИРЕЕВА И. А.

КЛОЧКО Н. В.  
КОЛЮПАНОВА О. Н.  
МИТРОФАНОВ И. А.  
МИХАЛОВСКИЙ В. П.  
НЕДЕНЬ Л. Ч.  
НЕЧАЙ С. В.  
РУБНИКОВИЧ С. П.  
СТАРОВОЙТОВ А. Г.  
ЧУКАНОВ А. Н.  
ШИЛО В. Д.  
ЩЕРБИНСКИЙ А. А.

**Отв. секретарь**  
Е. М. БИЛЬДЮК





**MONTHLY  
SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL**

Ministry of public health of the  
Republic of Belarus foundation

The journal is included  
in the database of the  
Russian Science Citation  
Index (RSCI)

Included in the List  
of the scientific editions  
of the Republic  
of Belarus for publication  
the results  
of dissertation research  
in medical and biological  
(medical and biological  
aspect) sciences

**Editor-in-Chief** Maryna SACHEK

**Editorial board:**

ABELSKAYA I.  
BOGDAN V.  
BUHLER M. (GERMANY)  
VASILIEV S.  
VARABEI A.  
GAVRILENKO L.  
GERASIMENKO M.  
GOUBKIN S.  
GURINA N.  
DANILOV D.  
DZEHTSIAROU Yu.  
DEDOV I. (RUSSIA)  
KARPOV I.  
KOLOMIETS N.  
KRASNY S.  
KRIVENKO S.  
MAKARYNA-KIBAK L.  
MIKHAYLOV M. (RUSSIA)  
MOROZ I.  
MOROZOV D. (RUSSIA)  
MOKHORT T.  
NASONOV E. (RUSSIA)  
PATSIAYUK I.

PERESADA O.  
PRYSTROM A.  
REUTOVICH M.  
RUMMO O.  
SAMOILOVICH E.  
SEMENOV A.  
SIDOROVICH R.  
SKUHAREUSKAYA M.  
SMYCHOK V.  
SOLNTSEVA A.  
SOROKA N.  
SYCHIK S.  
SURMACH M.  
TAPALSKY D.  
FILONYUK V.  
FOMINA E.  
KHISHOVA O.  
KHAJAYEU A.  
KHRUSTALEV V.  
TSARENKOV V.  
CHARNUKHA T.  
CHUCHALIN A. (RUSSIA)  
SHALKEVICH L.

**Editorial council:**

BELY S.  
BOGDAN E.  
VISHNEVETSKY M.  
GATSKO V.  
GORBICH Yu.  
GRINKO D.  
DEMIDENKO I.  
ZHUK I.  
ZMITROVICH O.  
KEDA L.  
KIREYEVA I.

KLACHKO N.  
KALIUPANAVA V.  
MITROFANOV I.  
MIKHALOVSKIY V.  
NEDEN L.  
NECHAY S.  
RUBNIKOVICH S.  
STAROVOYTOV A.  
CHUKANOV A.  
SHILO V.  
SHCHERBINSKY A.

Published  
since September 1924

**Executive Secretary**  
A. BILDZIUK

## Инновационные медицинские технологии

*А. В. Глуткин, В. Г. Богдан*

Социальная и экономическая эффективность нового метода лечения ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с применением биопластического материала.....4

*Д. Р. Ясюкайт, В. А. Строцкий, М. П. Потапнев, В. Ю. Галицкая*

Применение тромбоцитарного геля при лечении протяженных стриктур уретры с использованием буккальной слизистой оболочки.....12

## Научные исследования и разработки

*Т. П. Пивченко, А. Н. Горячко*

Предикторы развития метаболических нарушений у младенцев от матерей с сахарным диабетом 1-го типа.....19

*В. С. Долдова, Е. П. Меркулова*

Комплексный подход к диагностике нарушений голоса у детей .....25

*О. Л. Малолеткина, О. А. Пересада, Н. В. Русина*

Изменение во времени основных размеров большого таза у первородящих и повторнородящих женщин разного роста.....34

## Общественное здоровье и здравоохранение

*Л. А. Аниско*

Разработка и внедрение критериев валидации диагностических тест-систем для выявления маркеров SARS-CoV-2 в условиях пандемии COVID-19 в Республике Беларусь .....41

*М. М. Сачек, М. В. Щавелева*

Гендерные и возрастные особенности употребления алкоголя в Беларуси, Молдове и Узбекистане.....48

## Непрерывное профессиональное развитие

*И. М. Лаптева, А. Н. Лаптев, И. В. Орлова*

Эмфизема легких: от молекулярных механизмов к персонализированной терапии .....58

*Н. В. Томчик, Н. С. Парамонова*

Цифровая трансформация интерпретации электрокардиограммы у детей: от классических подходов до алгоритмов искусственного интеллекта .....67

## Innovative medical technologies

*A. V. Hlutkin, V. G. Bogdan*

Social and economic efficiency of a new method for treating skin burns in infants and young children using bioplastic material.....4

*D. Yasiukaits, V. Strotsky, M. Potapnev, V. Galitskaya*

Use of platelet gel in the treatment of extended urethral strictures using buccal mucosa.....12

## Scientific research and development

*T. Pivtchenko, A. Harachka*

Predictors of metabolic disorders in infants born to mothers with type 1 diabetes mellitus.....19

*V. Daldova, A. Merkulava*

An integrated approach to the diagnosis of voice disorders in children .....25

*O. Maloletkina, O. Peresada, N. Rusina*

Changes in the main dimensions of the pelvis over time in first- and second-time mothers of different heights.....34

## Public health and healthcare

*L. A. Anisko*

Development and implementation of validation criteria for diagnostic test systems detecting SARS-CoV-2 markers during the COVID-19 pandemic in the Republic of Belarus .....41

*M. Sacek, M. Shchavaleva*

Gender and age characteristics of alcohol consumption in Belarus, Moldova and Uzbekistan.....48

## Continuous professional development

*I. Lapteva, A. Laptev, I. Orlova*

Pulmonary emphysema: from molecular mechanisms to personalized therapy.....58

*N. Tomchik, N. Paramonova*

Digital transformation of children's electrocardiogram interpretation: from classical approaches to artificial intelligence algorithms .....67



## Социальная и экономическая эффективность нового метода лечения ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с применением биопластического материала

<sup>1</sup>А. В. Глуткин, <sup>2</sup>В. Г. Богдан

<sup>1</sup>Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

<sup>2</sup>Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Оценить социальную и экономическую эффективность внедрения нового метода лечения ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с применением биопластического материала.

**Материал и методы.** Проведен сравнительный анализ лечения 48 пациентов, которые в период с 2017 по 2020 г. находились на лечении с мозаичными ожогами кожи. Основную группу составили пациенты, которым был применен биопластический материал в разных формах (гель, порошок, мембрана) и гидроколлоидные повязки, контрольную группу – гидроколлоидные повязки. Выполнена оценка социальной удовлетворенности и экономической эффективности в зависимости от метода лечения.

**Результаты.** Расчетные показатели коэффициентов социальной удовлетворенности и медицинской результативности при внедрении в клиническую практику нового метода лечения ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с использованием всех форм биопластического материала (гель 7 %, порошок, мембрана) составили 1,0 и превышали значения в контрольной группе исследования при применении только гидроколлоидных повязок (0,75 и 0,56 соответственно). Стоимость одной единицы эффективности предотвращения операций при применении биопластического материала была в 2,1 раза ниже, чем при традиционном лечении. Прямой экономический эффект при использовании коллагена I типа был достигнут за счет сокращения длительности госпитализации и составил 1158,8 бел. руб. на одного пациента, при общем экономическом эффекте клинического применения нового метода лечения – 37 081,6 бел. руб.

**Заключение.** Разработанный метод лечения термических ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с площадью ожоговой раны не более 1,5 % от общей площади поверхности тела с участками глубокого ожога (III степени по МКБ-10) не более 2 см<sup>2</sup> не только является клинически эффективным, но и обладает положительным социально-экономическим эффектом.

**Ключевые слова:** ожог, дети, кожа, биопластический материал, социальная эффективность, экономическая эффективность.

**Objective.** To evaluate the social and economic effectiveness of introducing a new method for treating skin burns in infants and early childhood using bioplastic material.

**Materials and methods.** A comparative analysis of treatment outcomes was conducted for 48 patients treated for mosaic skin burns between 2017 and 2020. The study group consisted of bioplastic materials in various forms (gel, powder, membrane) and hydrocolloid dressings; the control group consisted of hydrocolloid dressings. Social satisfaction and cost-effectiveness were assessed depending on the treatment method.

**Results.** The calculated indicators of the coefficients of social satisfaction and medical effectiveness during the introduction into clinical practice of a new method for treating skin burns in infants and early childhood using all forms of bioplastic material (7 % gel, powder, membrane) amounted to 1.0 and exceeded the values in the control group of the study when using only hydrocolloid dressings with a level of 0.75 and 0.56, respectively. The cost per unit of surgical avoidance benefit from using bioplastic material is 2.1 times lower than with traditional treatment. The direct economic benefit of using type I collagen is achieved by reducing the length of hospital stay and amounts to BYN 1,158.8 per patient, with the overall economic benefit of clinical application of the new treatment method amounting to BYN 37,081.6.

**Conclusion.** The developed method for treating thermal skin burns in infants and young children with a burn wound area of no more than 1.5 % of the total body surface area and deep burn areas (classified as grade III burns according to ICD-10) no larger than 2 cm<sup>2</sup> is not only clinically effective but also has a positive socioeconomic impact.

**Key words:** burn, children, skin, bioplastic material, social effectiveness, economic effectiveness.

HEALTHCARE. 2026; 7: 4–11

SOCIAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF A NEW METHOD FOR TREATING SKIN BURNS IN INFANTS AND YOUNG CHILDREN USING BIOPLASTIC MATERIAL

A. V. Hlutkin, V. G. Bogdan

Ожоговая травма у детей представляет собой значимую медико-социальную проблему глобального масштаба, ассоциированную с высокими показателями заболеваемости и летальности в популяции. Особую озабоченность вызывает тот факт, что подавляющее большинство пострадавших (85 %) приходится на наиболее уязвимую возрастную группу – детей первых четырех лет жизни (0–4 года) [1; 2].

Процесс лечения ожоговых ран является трудоемким, длительным и зачастую заканчивается формированием патологических рубцов, инвалидизацией и существенным снижением качества жизни [3]. При поверхностных ожогах нет необходимости в оперативном лечении. Однако ожоги частичной глубины (IIIA степень) требуют длительного консервативного лечения, а при сочетании с участками глубоких ожогов кожи – механического очищения с последующей трансплантацией аутокожи [4; 5]. В настоящее время разработаны различные методы лечения ожоговых ран, основывающиеся на использовании местных средств, предотвращающих раневую инфекцию, ускоряющих заживление, снижающих количество перевязок и уменьшение болезненности. Тем не менее многие из существующих методов лечения были первоначально разработаны для взрослых пациентов, и имеется мало доказательств относительно их оптимального использования и эффективности у педиатрических пациентов [6; 7].

Использование инновационных технологий лечения может в значительной степени ускорить процессы заживления ожоговых ран, а их внедрение является экономически обоснованным, поскольку позволяет сократить социально-экономическое бремя как для системы здравоохранения, так и для государства в целом и приводит к повышению качества жизни пациентов [8–10].

Восстановление целостности поврежденной кожи при ожогах представляет собой многофакторный процесс, в котором белки внеклеточного матрикса выполняют не только структурную, но и сигнальную функцию. Глубокое понимание динамики матриксного микроокружения, а также регуляторного потенциала отдельных его компонентов (коллагена I типа, фибронектина, витронектина, тенасцина-С и др.) создает основу для разработки новых подходов к лечению ожоговых ран у детей, направленных на оптимизацию репаративного потенциала поврежденных тканей [11].

Биопластический коллагеновый материал «Коллост» представляет собой высокоочищенный нереконструированный нативный бычий коллаген I типа, производится в виде геля, мембран, порошка. Это нереконструированный коллаген, представляющий

собой универсальную нативную бесклеточную матрицу с полностью сохраненной 3D-организацией молекулы [12]. Данные электронной микроскопии, физико-механического анализа и исследований биосовместимости и иммунного ответа реципиента в экспериментах *in vivo* показали, что макромолекулярная структура и свойства биоматериала «Коллост» полностью соответствуют таковым во внеклеточном матриксе кожи человека [13].

Поскольку внедрение в клиническую практику инновационных методов лечения является ресурсозатратным, целесообразно провести экономический анализ с целью получения данных об экономической приемлемости применения биоматериала «Коллост» в рамках широкой клинической практики.

Цель исследования – оценить социальную и экономическую эффективность внедрения нового метода лечения ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с применением биопластического материала.

### Материал и методы

Проведен анализ хирургического лечения 48 пациентов, которые в период с 2017 по 2020 г. находились на лечении в отделении хирургии УЗ «Гродненская областная детская клиническая больница с мозаичными ожогами кожи преимущественно II–IIIA степени и небольшими участками IIIB степени (не более 2 см<sup>2</sup>) по четырехступенной классификации, что соответствует II–III степени ожога по МКБ-10.

Критерии включения: подписанное информированное согласие родителями или законным представителем на участие в исследовании; пациенты обоего пола в возрасте до 3 лет; наличие термического ожога II–III степени; местное состояние раны: площадь не более 5 % поверхности тела, отсутствие некротизированных тканей и гнойного отделяемого.

Критерии исключения: сочетание термического ожога и острого отравления продуктами горения и угарным газом, ожог дыхательных путей, химические ожоги, электротравма, ожоги в комбинации со скелетной или черепно-мозговой травмой, наличие интеркуррентных заболеваний на момент получения ожоговой травмы, сепсис, сахарный диабет.

Включенные в исследование пациенты (n = 48) были распределены на четыре группы в зависимости от типа используемых изделий медицинского назначения (таблица). Все группы были сопоставимы между собой по площади ожоговых ран при поступлении, а также по полу, возрасту, индексу массы тела, характеристикам ожогов. Исследование одобрено комитетом

# Характеристика исследуемых групп

## Characteristics of the study groups

| Группа               | Медицинское изделие                                                    | Пол:<br>муж/жен                   | Возраст, лет       | Площадь ран (см <sup>2</sup> )<br>на 5-е сут. |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|
| Группа 1<br>(n = 12) | Биопластический материал (7 % гель) +<br>гидроколлоидные повязки (Ag+) | 6 (50,0 %)/<br>6 (50,0 %)         | 1,0<br>[1,0; 2,0]  | 13,98<br>[10,24; 31,65]                       |
| Группа 2<br>(n = 10) | Биопластический материал (порошок) +<br>гидроколлоидные повязки (Ag+)  | 5 (50,0 %)/<br>5 (50,0 %)         | 1,0<br>[1,0; 2,0]  | 15,80<br>[12,22; 42,73]                       |
| Группа 3<br>(n = 10) | Биопластический материал (мембрана) +<br>гидроколлоидные повязки (Ag+) | 8 (80,0 %)/<br>2 (20,0 %)         | 1,0<br>[1,0; 1,0]  | 9,82<br>[5,64; 12,45]                         |
| Группа 4<br>(n = 16) | Гидроколлоидные повязки (Ag+)                                          | 12 (75,0 %)/<br>4 (25,0 %)        | 1,0<br>[1,0; 1,25] | 14,07<br>[12,16; 16,50]                       |
| Значимость           |                                                                        | $\chi^2 = 3,844$ ;<br>$p = 0,279$ | $p = 0,576$        | $p = 0,142$                                   |

по биомедицинской этике УО «Гродненский государственный медицинский университет» (протокол от 19.09.2017 № 5).

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.14.2 (ООО «Статтех», Россия). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат ( $\chi^2$ ) Пирсона. Апостериорные сравнения выполнялись с помощью критерия  $\chi^2$  с поправкой Холма. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы, нижнего и верхнего квартилей (Me [Q1; Q3]). Сравнение трех групп и более по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела – Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма. При сравнении трех зависимых совокупностей и более, распределение которых отличалось от нормального, использовался непараметрический критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера – Имана с поправкой Холма. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Для оценки качества медицинской помощи использовался интегральный коэффициент эффективности [14], рассчитываемый по формуле:

$$K_i = K_m \times K_c.$$

Коэффициент медицинской результативности ( $K_m$ ) определяли отношением числа пациентов, закончивших лечение с положительным результатом (Rg), к общему числу пролеченных пациентов (R) по формуле:

$$K_m = \frac{R_g}{R}.$$

Коэффициент социальной удовлетворенности ( $K_c$ ) определяли отношением числа пациентов, удовлетворенных медицинской помощью (Y), к общему числу получивших медицинскую помощь (N) по формуле:

$$K_c = \frac{Y}{N}.$$

Коэффициент социальной удовлетворенности рассчитывали по результатам анкетирования родителей или законных представителей. Структура анкеты представлена оценочным критерием (удовлетворенность от метода лечения) и оценивалась как удовлетворительный или неудовлетворительный результат лечения.

Для расчета экономической эффективности оценки клинического применения нового метода лечения термических ожогов кожи у детей применялся анализ «затраты – эффективность»<sup>1, 2, 3</sup> [15].

<sup>1</sup>Порядок проведения клинико-экономических исследований : инструкция по применению № 075-0708 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 03.10.2008 / А. А. Гракович, И. В. Бровко, Л. А. Реутская [и др.] ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, РНПЦ мед. технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения. – Мн., 2008. – 39 с.

<sup>2</sup>Определение прямых медицинских затрат при клинико-экономическом обосновании внедрения клинических протоколов и новых методов оказания медицинской помощи : инструкция по применению № 245-1218 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 28.12.2018 / И. Н. Кожанова, М. М. Сачек, Н. Е. Хейфец [и др.] ; РНПЦ мед. технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения, БГМУ. – Мн., 2018. – 17 с.

<sup>3</sup>Определение прямых немедицинских и косвенных затрат при оценке медицинской технологии : инструкция по применению № 243-1218 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 28.12.2018 / И. Н. Кожанова, М. М. Сачек, Н. Е. Хейфец [и др.] ; РНПЦ мед. технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения, БГМУ. – Мн., 2018. – 12 с.

Результат данного анализа (коэффициент «затраты – эффективность») рассчитывали по формуле:

$$CER = \frac{Cost}{Ef},$$

где Cost – затраты на лечение в бел. руб.; Ef – показатель эффективности метода лечения.

Затраты на лечение определяли по формуле:

$$Cost = C \times D,$$

где C – стоимость койко-дня лечения в стационаре; D – количество койко-дней.

Для оценки каждого метода лечения требуется определить соотношение прямых и косвенных затрат относительно эффективности терапии. Поскольку клиническое исследование проводилось в рамках одного стационара, косвенные расходы, не связанные непосредственно с лечебным процессом, были исключены из анализа, так как они одинаковы для всех методов и не оказывали влияния на клиническую эффективность. Метод с наименьшим коэффициентом «затраты – эффективность» указывает на более экономичный вариант лечения, обеспечивающий меньшие расходы на единицу результата. Для сравнения дополнительных преимуществ и затрат между традиционным и новым методами местного лечения ожоговых ран применялся инкрементальный анализ (ICER – incremental cost-effectiveness ratio), позволяющий оценить дополнительные расходы на достижение большей эффективности:

$$ICER = \frac{Cost_1 - Cost_2}{Ef_1 - Ef_2},$$

где Cost<sub>1</sub> и Cost<sub>2</sub> – затраты на анализируемые методы лечения в бел. руб.; Ef<sub>1</sub> и Ef<sub>2</sub> – показатели эффективности анализируемых методов лечения.

Показатели эффективности анализируемых методов лечения использовали в качестве критерия «показатель эффективности выполнения оперативного вмешательства (аутодермопластика)» вследствие отсутствия положительной динамики заживления.

Расчет показателей экономической эффективности производили, исходя из среднегодовых цен новых данных, следующим образом.

Предотвращение экономического ущерба за счет сокращения длительности госпитализации (Э<sub>1</sub>) можно определить по формуле:

$$Э_1 = K \times (C_1 - C_2),$$

где K – средняя стоимость одного койко-дня пребывания пациента в соответствующем отделении

стационара; C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub> – среднее количество койко-дней пребывания пациента в стационаре при разных методах лечения.

Общий экономический эффект (ОЭЭ) клинического применения нового метода лечения у пациентов исследуемых групп определяли следующим образом:

$$ОЭЭ = Э_1 \times n,$$

где n – количество пациентов.

## Результаты и обсуждение

На основании полученных клинических результатов разработан метод лечения термических ожогов кожи (Т20–Т25, Т29 по МКБ-10) II–IIIА–IIIБ степени (II–III степень по МКБ-10) у детей с площадью ожоговой раны не более 1,5 % от общей площади поверхности тела с участками не более 2 см<sup>2</sup> глубокого ожога (III степень по МКБ-10)<sup>4</sup>.

### Описание технологии использования метода

I этап. Ребенку с термическим ожогом кожи при обращении в медицинское учреждение оказывают медицинскую помощь согласно клиническому протоколу Министерства здравоохранения Республики Беларусь<sup>5</sup>.

II этап. На 5–6-е сут. от получения термических ожогов кожи выполняют механическое удаление фибринозных наложений до появления капиллярного кровотечения.

III этап. На раневую поверхность равномерным слоем апплицируют гель 7 %, или порошок, или мембрану нативного нереконструированного коллагена I типа, после чего накладывают гидроколлоидную или гидрогелевую повязку. При наложении мембраны ее предварительно выдерживают в теплом (38 °С) 0,9%-м растворе натрия хлорида 15 мин, далее перфорируют для оттока экссудата и моделируют по размерам раны, после чего укладывают на рану.

IV этап. Обработанную поверхность с наложенным материалом не беспокоят 3–4 сут., затем проводят смену повязок (перевязка), на последующих перевязках на рану укладывают гидроколлоидные повязки без дополнительного наложения нативного нереконструированного коллагена I типа.

V этап. Процедуру IV этапа повторяют 3–4 раза и контролируют заживление ожоговой раны визуально. При сохранении ожоговой раны на 18–21-е сут. от получения термического ожога кожи решается вопрос о проведении аутодермопластики.

Перечень возможных осложнений или ошибок при выполнении и пути их устранения:

<sup>4</sup>Метод лечения термических ожогов кожи у детей : инструкция по применению № 120-1122 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 21.02.2023 / А. В. Глуткин ; ГрГМУ. – Гродно, 2023. – 4 с.

<sup>5</sup>Об утверждении клинического протокола : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 2 мая 2025 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22543306p> (дата обращения: 25.05.2026).

1. Возможна повышенная индивидуальная чувствительность к компонентам нативного нереконструированного коллагена I типа. Никаких специфических мероприятий, за исключением обычного медицинского наблюдения, не требуется.

2. При отсутствии плотного контакта мембраны с раневой поверхностью необходимо дополнительно наложить бинтовую повязку или лейкопластырь на тканевой основе.

3. В процессе лечения мембрана может приобретать жидкую консистенцию, что говорит о ее вовлечении в раневой процесс и биodeградации, данное явление относится к положительному прогностическому признаку, и ее удаление не требуется.

На рисунке представлены коэффициенты эффективности качества медицинской помощи.

При анализе коэффициент социальной удовлетворенности составил: в группе 1 ( $K_{\text{гель}} = 12/12$ ) – 1,0; в группе 2 ( $K_{\text{порошок}} = 10/10$ ) – 1,0; в группе 3 ( $K_{\text{мембрана}} = 10/10$ ) – 1,0; это может быть оценено как положительно воспринятый родителями пациентов.

Коэффициент медицинской результативности составил: в группе 1 – 1,0; в группе 2 – 1,0; в группе 3 – 1,0. В результате интегральный коэффициент эффективности во всех исследуемых группах составил 1,0, что соответствует высокой оценке.

В контрольной группе ( $n = 16$ ) положительный результат получен у 12 человек. Анкетирование показало, что полностью удовлетворенными были 12 человек, остальные 4 человека были недовольны результатом лечения, так как понадобилось оперативное лечение (аутодермопластика).

Таким образом, коэффициент социальной удовлетворенности в контрольной группе, рассчитанный как отношение числа положительных исходов к общему числу наблюдений, достиг значения 0,75 (12/16), что свидетельствует о положительной оценке покрытия со стороны родителей пациентов.

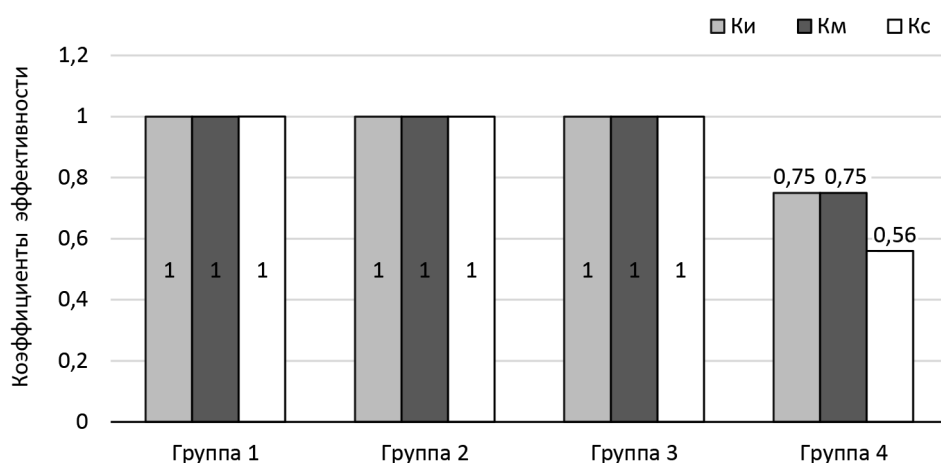
Коэффициент медицинской результативности ( $K_{\text{покрытие}} = 12/16$ ) составил в контрольной группе 0,75. В результате интегральный коэффициент эффективности ( $K_{\text{покрытие}}$ ) составил 0,56, что соответствует умеренной оценке.

Проведение сравнительного анализа лечения мозаичных ожоговых ран у детей традиционным способом и использование биопластического материала в разных формах показало неодинаковую клиническую эффективность: наблюдали более быстрое сокращение площади ожоговых ран, увеличение случаев полной эпителизации, а также различия в экономических затратах на лечение этой категории пациентов при данной патологии.

Оценка экономической эффективности в исследуемых группах представлена ниже.

Средняя стоимость одного койко-дня лечения в отделении экстренной хирургии УЗ «Гродненская областная детская клиническая больница» в 2020 г. составила 115,88 бел. руб. Сумма прямых затрат стационарного лечения при традиционном лечении ( $\text{Cost}_{\text{трад.}}$ ) при проведении анализа «затраты – эффективность» составила:  $115,88 \times 24 = 2781,12$  бел. руб.

Однако при местном применении нового метода лечения необходимы были дополнительные расходы. Различия в прямых затратах обуслов-



Коэффициенты эффективности качества медицинской помощи

Coefficients of efficiency of quality of medical care

лены стоимостью используемого медицинского изделия «Коллост» в основной группе (стоимость 1 шт. изделия: гель 7 % – 180,0 бел. руб.; порошок – 90,0 бел. руб.; мембрана – 170,0 бел. руб.).

Таким образом, сумма прямых затрат стационарного лечения при использовании нового метода составила:

$$\text{Cost}_{\text{гель}} : 115,88 \times 14 + 180,0 = 1802,32 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{Cost}_{\text{порошок}} : 115,88 \times 14 + 90,0 = 1712,32 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{Cost}_{\text{мембрана}} : 115,88 \times 14 + 170,0 = 1792,32 \text{ бел. руб.}$$

Эффективность предотвращения оперативных вмешательств при традиционном местном лечении  $Ef_{\text{предотвращения операций традиц.}} = 75 \%$ , при местном применении биопластического материала

$Ef_{\text{предотвращения операций}}$  во всех группах составило 100 %.

Следовательно, получаем:

$$\text{CER}_{\text{предотвращения операций традиц.}} : 2781,12/0,75 = 3708,16 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{CER}_{\text{предотвращения операций (гель)}} : 1802,32/1,0 = 1802,32 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{CER}_{\text{предотвращения операций (порошок)}} : 1712,32/1,0 = 1712,32 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{CER}_{\text{предотвращения операций (мембрана)}} : 1792,32/1,0 = 1792,32 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{Таким образом, CER}_{\text{предотвращения операций традиц.}} / \text{CER}_{\text{предотвращения операций (гель)}} = 2,06;$$

$$\text{CER}_{\text{предотвращения операций традиц.}} / \text{CER}_{\text{предотвращения операций (порошок)}} = 2,17;$$

$$\text{CER}_{\text{предотвращения операций (мембрана)}} / \text{CER}_{\text{предотвращения операций традиц.}} = 2,07. \text{ Соответственно стоимость одной единицы эффективности предотвращения операций в 2,06, 2,17 и 2,07 раза ниже при применении биопластического материала, чем при традиционном лечении.}$$

Один из важных критериев эффективности используемых методов лечения пациентов с мозаичными ожогами кожи – количество койко-дней стационарного лечения пациентов с данной патологией. Показатель  $Ef$  при традиционном лечении равен 24 [18,75; 26,75] койко-дня, при использовании коллагена в группе 1 – 14 [13,25; 14,00] ( $p_{\text{традиц. – гель}} < 0,001$ ) койко-дней, в группе 2 – 14 [14,00; 14,00] ( $p_{\text{традиц. – порошок}} < 0,001$ ) койко-дней, в группе 3 – 14 [14,00; 18,50] ( $p_{\text{традиц. – мембрана}} = 0,036$ ) койко-дней.

Таким образом, получаем:

$$\text{ICER}_{\text{гель}} : (2781,12 - 1802,32)/(24 - 14) = 97,88 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{ICER}_{\text{порошок}} : (2781,12 - 1712,32)/(24 - 14) = 106,88 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{ICER}_{\text{мембрана}} : (2781,12 - 1792,32)/(24 - 14) = 98,88 \text{ бел. руб.}$$

Наши данные демонстрируют, что лечение ожоговых ран с использованием коллагена I типа в разных формах дает сокращение среднего количества койко-дней на 10 сут. ICER показывает, что при достижении дополнительной единицы эффективности (сокращение койко-дней в стационаре у детей с термической травмой на 10 сут.) потребуются дополнительно затратить всего 97,88, 106,88 и 98,88 бел. руб. соответственно.

Предотвращение экономического ущерба за счет сокращения длительности госпитализации на 1 пациента составило:

$$\text{Эг}_{\text{гель}} : 115,88 \times (24 - 14) = 1158,8 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{Эг}_{\text{порошок}} : 115,88 \times (24 - 14) = 1158,8 \text{ бел. руб.}$$

$$\text{Эг}_{\text{мембрана}} : 115,88 \times (24 - 14) = 1158,8 \text{ бел. руб.}$$

В результате клинического применения нового метода лечения у пациентов основных групп (32 человека) ОЭЭ составил: 37 081,6 (1158,8 × 32) бел. руб. (17 586,72 долл. США; 1 долл. США составил 2,1085 бел. руб. по данным Национального банка Республики Беларусь на 1 января 2020 г.).

Использование в лечении ожоговых ран биопластического материала на основе нереконструированного коллагена – это уникальная технология. В целом результаты социально-экономического анализа свидетельствуют о том, что стандартная тактика стационарного лечения ожоговых ран II–IIIА–IIIБ степени в комплексе с применением биоматериала «Коллост» в виде геля, порошка, мембраны является экономически эффективным подходом – на это указывают коэффициенты CER, ICER и ОЭЭ.

Сумма дополнительных затрат, необходимая для излечения 1 ребенка, является сравнительно небольшой, в связи с чем затраты на лечение с помощью биоматериала «Коллост» считаются экономически целесообразными. Кроме того, вполне вероятно, что ускорение процесса заживления за счет свойств коллагена биоматериала «Коллост» должно, во-первых, уменьшить частоту аутодермопластик, а во-вторых, сократить финансовые затраты на лечение этой категории пациентов, а также получить хороший эстетический результат. Ранее нами были представлены полученные результаты [16].

Таким образом, разработанный метод лечения термических ожогов кожи II–IIIА–IIIБ степени (II–III степени по МКБ-10) у детей в возрасте до 3 лет с площадью ожоговой раны не более 1,5 % от общей площади поверхности тела с участками глубокого ожога (III степени по

МКБ-10) не более 2 см<sup>2</sup> не только является клинически эффективным, но и обладает положительным социально-экономическим эффектом.

### Выводы

1. Установлено, что расчетные показатели коэффициентов социальной удовлетворенности и медицинской результативности при внедрении в клиническую практику нового метода лечения ожогов кожи у детей грудного возраста и периода раннего детства с использованием всех форм нативного нереконструированного коллагена I типа (гель 7 %, порошок, мембрана) составили 1,0 и превышали значения в контрольной группе исследования при применении только гидрокол-

лоидных повязок с уровнем 0,75 и 0,56 соответственно.

2. Стоимость одной единицы эффективности предотвращения операций при применении биопластического материала оказалась в 2,1 раза ниже, чем при традиционном лечении.

3. Выявлено, что прямой экономический эффект при использовании нативного нереконструированного коллагена I типа был достигнут за счет сокращения длительности госпитализации и составил 1158,8 бел. руб. на 1 пациента, при общем экономическом эффекте клинического применения нового метода лечения 37 081,6 бел. руб. (17 586,72 долл. США по курсу Национального банка Республики Беларусь на 01.01.2020).

### Литература

1. Epidemiology of burn injury and the ideal dressing in global burn care – Regional differences explored / E. Opriessnig, H. Luze, C. Smolle [et al.] // *Burns*. – 2023. – Vol. 49, № 1. – P. 1–14. – doi:10.1016/j.burns.2022.06.018.
2. Does the dressing matter in pediatric partial-thickness burns: a systematic review and meta-analysis / M. S. van de Warenburg, B. Teeuwen, S. Hummelink [et al.] // *Burns*. – 2025. – Vol. 51, № 4. – P. 07428. – doi: 10.1016/j.burns.2025.107428.
3. Инструментальная неинвазивная диагностика глубины ожога кожи: современные возможности и нерешенные задачи / К. С. Петрова, С. В. Немирова, М. Г. Рябков [и др.] // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 75–84. – doi: 10.18499/2070-478X-2021-14-1-75-84.
4. Data-driven decision making in pediatric burn management without a burn center: a four-year retrospective analysis of 520 patients. Research square / V. Altinok, O. University, O. Yalçın [et al.] // *BMC Pediatrics*. – 2026. – Vol. 26, № 204. – P. 1–7. – doi: 10.21203/rs.3.rs-7931564/v1.
5. Minimally invasive excision combined with epidermal autografting and poly-lactic acid skin substitute improves outcomes in pediatric partial thickness burns / J. Maxey, M. Wampler, D. Elkady [et al.] // *Minimally invasive excision combined with epidermal autografting and poly-lactic acid skin substitute improves outcomes in pediatric partial thickness burns. Journal of Pediatric Surgery Open*. – 2025. – Vol. 11. – P. 100215. – doi: 10.1016/j.jpso.2025.100215.
6. Expert consensus on the management of deep partial-thickness burn wounds in pediatric patients (2023 version) / Chinese Burn Association // *The Chinese Journal of Burns and Wound Repair*. – 2023. – Vol. 39, № 10. – P. 901–910. – doi: 10.3760/cma.j.cn501225-20230730-00026.
7. Poly-lactic acid skin substitute in Pediatric burn management: a systematic literature review and meta-analysis / A. T. Nguyen, R. Chikoti, D. Bell // *Journal of Burn Care & Research*. – 2026. – Vol. 47, № 1. – С. 236–245. – doi: 10.1093/jbcr/iraf143.
8. Oxygen-enriched live-oil dressing in moderate-degree pediatric burns: impact on care and budget over a 4-year period in a tertiary children's hospital / S. Borghetti, U. M. Pierucci, C. Palladino [et al.] // *European Burn Journal*. – 2026. – Vol. 7, № 1. – P. 8. – doi: 10.3390/ebj7010008.
9. Chang, P. H. Pain for burn patients and their pocketbooks: the financial toxicity of outpatient burn wound care / P. H. Chang, C. Shon // *Journal of Burn Care & Research*. – 2026. – Vol. 47, № 1. – P. 5330. – doi: 10.1093/jbcr/irag033.380.
10. DeVault, A. E. 616. Beyond the burn: the social drivers and cost of extended hospitalization in burn care / A. E. DeVault, A. Khandelwal, A. R. Mapes // *Journal of Burn Care & Research*. – 2026. – Vol. 47, № 1. – P. 5373. – doi: 10.1093/jbcr/irag033.430.
11. Влияние матриклеточного белка тенацина-с на функциональную активность фибробластов в экспериментальной модели повреждения *in vitro* / К. И. Мелконян, А. С. Асякина, Т. В. Русинова [и др.] // *Biomedical Chemistry: Research and Methods*. – 2025. – Т. 8, № 3. – doi: 10.18097/bmcrm00286.
12. Максимова, Н. В. Оценка клинико-экономической эффективности применения биопластического материала Коллост в лечении пациентов с синдромом диабетической стопы. / Н. В. Максимова, Ю. А. Крстич, В. А. Ступин // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. – 2017. – № 1 (27). – С. 59–66.
13. Морфологические изменения тканей после имплантации био-деградируемого материала на основе коллагена / И. В. Майбородин, Е. А. Береговой, А. И. Шевела [и др.] // *Морфология*. – 2013. – Т. 144, № 6. – С. 063–068.
14. Линденбратен, А. Л. Оценка качества и эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений: метод. материалы / А. Л. Линденбратен, Р. М. Зволинская, В. Н. Голодненко. – М.: НИИСГЭУЗ, 1999. – 78 с.
15. Ягудина, Р. И. Методологические основы анализа «затраты – эффективность» / Р. И. Ягудина, В. Г. Серпик, И. В. Сороковиков // *Фармакоэкономика: теория и практика*. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 23–26.
16. Глуткин, А. В. Оценка состояния послеожоговой раны у детей после использования биопластического коллагенового материала / А. В. Глуткин, В. Г. Вакульчик // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. – 2020. – Т. 18, № 3. – С. 309–314. – doi: 10.25298/2221-8785-2020-18-3-309-314.

### References

1. Opriessnig E., Luze H., Smolle C., et al. Epidemiology of burn injury and the ideal dressing in global burn care – Regional differences explored. *Burns*. 2023; 49(1): 1-14. doi: 10.1016/j.burns.2022.06.018.
2. Van de Warenburg M. S. Teeuwen B., Hummelink S., et al. Does the dressing matter in pediatric partial-thickness burns. *Burns*. 2025; 51(4): 107428. doi: 10.1016/j.burns.2025.107428.

3. Petrova K.S., Nemirova S.V., Ryabkov M.G., et al. Instrumental non-invasive diagnostics of the depth of burn to the skin: current opportunities and unsolved problems. *Journal of Experimental and Clinical Surgery*. 2021; 14(1): 75–84. doi: 10.18499/2070-478X-2021-14-1-75-84. (in Russian)
4. Altınok V., Yalçı O., Aycenk A. K., et al. Decision making in pediatric burn management without a burn center: a four-year retrospective analysis of 520 patients. *Research square. BMC Pediatrics*. 2026; 26 (204): 1–7. doi: 10.21203/rs.3.rs-7931564/v1.
5. Maxey J., Wampler M., Elkady D., et al. Minimally invasive excision combined with epidermal autografting and poly-lactic acid skin substitute improves outcomes in pediatric partial thickness burns. *J Pediatr Surg Open*. 2025; 11: 100215. doi: 10.1016/j.yjpso.2025.100215.
6. Chinese Burn Association. Expert consensus on the management of deep partial-thickness burn wounds in pediatric patients (2023 version) // *Chinese J Burns Wound Repair*. 2023; 39(10): 901–910. doi: 10.3760/cma.j.cn501225-20230730-00026.
7. Nguyen A. T., Chikoti R., Bell D. Polylactic acid skin substitute in Pediatric burn management. *J Burn Care Res*. 2026; 47(1): 236–245. doi: 10.1093/jbcr/iraf143.
8. Vimercati S., Selmin F., Marcellusi A., et al. Oxygen-enriched olive-oil dressing in moderate-degree pediatric burns: impact on care and budget over a 4-year period in a tertiary children's hospital. *Eur Burn J*. 2026; 7(1): 8. doi: 10.3390/ebj7010008.
9. Chang P.H., Shon C. Pain for burn patients and their pocketbooks: the financial toxicity of outpatient burn wound care. *J Burn Care Res*. 2026; 47(1): S330. doi: 10.1093/jbcr/irag033.380.
10. DeVault A. E., Khandelwal A., Mapes A. R. 616. Beyond the burn: the social drivers and cost of extended hospitalization in burn care. *J Burn Care Res*. 2026; 47(1): S373. doi: 10.1093/jbcr/irag033.430.
11. Melkonyan K. I., Asyakina A.S., Rusinova T.V., et al. Influence of the matricellular protein tenascin-C on the functional activity of fibroblasts in an experimental model of injury in vitro. *Biomedical Chemistry: Research and Methods*. 2025; 8(3). doi: 10.18097/bmcrm00286 (in Russian).
12. Maksimova N. V., Yu. A. Krstich, V. A. Stupin. The pharmacoeconomic analysis of collost bioplastic material in patients with diabetic foot. *Medicinskie tehnologii. Ocenka i vybor*. 2017; 1(27): 59–66. (in Russian).
13. Maiborodin I.V., Beregovoy Ye.A., Shevela A.I., et al. Morphological tissue changes after the implantation of a biodegradable material on collagen basis. *Morfologija*. 2013; 144(6): 063–068. (in Russian).
14. Lindenbraten A.L. Zvolinskaja V.N., Golodnenko R.M. Evaluation of the quality and effectiveness of healthcare facilities: Methodological materials. – Moscow : NIISGJEUZ; 1999. 78. (in Russian).
15. Iagudina R.I., Serpik V.G., Sorokovikov I.V. Methodological foundations of cost-effectiveness analysis. *Farmakoeconomika: teoriia i praktika*. 2014; 2(2): 23–26. (in Russian).
16. Hlutkin A.V., Vakulchik V.G. Assessment of post-burn wounds in children after using bioplastic collagen material. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2020; 18(3): 309–314. doi: 10.25298/2221-8785-2020-18-3-309-314. (in Russian).

#### Контактная информация:

Глуткин Александр Викторович – к. м. н., доцент,  
доцент кафедры детской хирургии  
Гродненский государственный медицинский университет  
Ул. Горького, 80, 230009, г. Гродно  
Сл. тел. +375 15 279-62-45  
ORCID: 0000-0002-2058-7174

#### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: А. В. Г., В. Г. Б.  
Сбор информации и обработка материала: А. В. Г.  
Статистическая обработка данных: А. В. Г.  
Написание текста: А. В. Г.  
Редактирование: А. В. Г., В. Г. Б.  
Богдан Василий Генрихович. ORCID: 0000-0001-7849-6497

Конфликт интересов отсутствует

Поступила 01.06.2026  
Принята к печати 10.07.2026

## Применение тромбоцитарного геля при лечении протяженных стриктур уретры с использованием буккальной слизистой оболочки

<sup>1</sup>Д. Р. Ясюкайт, <sup>2</sup>В. А. Строчкий, <sup>3</sup>М. П. Потапнев, <sup>3</sup>В. Ю. Галицкая

<sup>1</sup>Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий, Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Разработать метод применения тромбоцитарного геля при выполнении оперативного вмешательства по поводу протяженных стриктур уретры и оценить его эффективность.

**Материал и методы.** В исследование были включены 13 пациентов мужского пола со стриктурами пенильного и бульбозного отделов уретры. Всем пациентам до оперативного лечения, а также через 3, 6 и 12 мес. после операции были проведены клинический осмотр со сбором анамнеза, анкетирование с помощью Международной системы суммарной оценки заболеваний предстательной железы, общий анализ и посев мочи; урофлоуметрия, ультразвуковое исследование органов мочеполювой системы с измерением объема остаточной мочи и протяженности стриктуры уретры, ретроградная уретрография. После проведенного обследования пациентам были выполнены реконструктивные операции на уретре с использованием буккального аутографта и применением тромбоцитарного геля, который наносился на буккальный аутографт путем аппликаций во время операции, в период его фиксации к спонгиозному телу, а также в виде орошения и аппликации зоны анастомоза при выполнении анастомотической уретропластики.

**Результаты.** Средний возраст включенных в исследование лиц составил  $55,0 \pm 4,7$  года. У 7 пациентов была диагностирована стриктура бульбозного отдела уретры, у 6 – пенильного отдела. Средняя протяженность стриктуры уретры составила  $4,84 \pm 0,99$  см, длительность операции составила  $149,23 \pm 38,23$  мин. Операция заканчивалась наложением цистостомы у 1 пациента, у остальных – установкой уретрального катетера. Через 12 мес. после оперативного лечения при проведении обследования у 1 пациента был выявлен стеноз дистального отдела анастомоза, что потребовало повторного вмешательства – внутренней оптической уретротомии. У 12 пациентов наблюдалось удовлетворительное качество мочеиспускания.

**Заключение.** Заместительная пластика буккальным аутографтом протяженных стриктур уретры с использованием тромбоцитарного геля показала 92,31 % эффективности при длительном наблюдении пациентов со стриктурами уретры. Применение тромбоцитарного геля при лечении протяженных стриктур уретры с использованием буккальной слизистой оболочки не ухудшает течения раневого процесса, не сопровождается нагноением раны, сморщиванием графта и сужением просвета уретры. В ходе наблюдения не было выявлено признаков отторжения и редукции графта. Тромбоцитарный гель может быть использован для улучшения результатов заместительной пластики уретры.

**Ключевые слова:** стриктура уретры, буккальный аутографт, тромбоцитарный гель, заместительная пластика стриктур уретры.

**Objective.** To develop a method for using platelet gel in surgical interventions for extended urethral strictures using buccal urethral ligation and to evaluate its effectiveness.

**Materials and methods.** The study included 13 male patients with penile and bulbar urethral strictures. All patients underwent a clinical examination before surgery and at 3, 6, and 12 months postoperatively, including a medical history, a questionnaire using the International Prostate Score System, a complete urine analysis and culture; uroflowmetry, ultrasound examination of the genitourinary system with measurement of residual urine volume and urethral stricture extent, and retrograde urethrography. Following the examination, the patients underwent urethral reconstructive surgery using a buccal autograft and platelet-rich gel. The gel was applied to the buccal autograft intraoperatively, during its fixation to the corpus spongiosum, and also by irrigating and applying it to the anastomotic area during anastomotic urethroplasty.

**Results.** The average age of the study participants was  $55.0 \pm 4.7$  years. Seven patients were diagnosed with a bulbar urethral stricture, and six with a penile urethral stricture. The average urethral stricture length was  $4.84 \pm 0.99$  cm. The duration of the surgery was  $149.23 \pm 38.23$  min. The surgery concluded with the placement of a cystostomy in one patient, and the placement of a urinary catheter in the others. Twelve months after surgery, a follow-up examination in the study group revealed stenosis of the distal anastomosis in one patient, requiring a repeat procedure—internal optical urethrotomy. Satisfactory voiding was observed in 12 patients.

**Conclusion.** Buccal autograft urethral stricture substitution using platelet gel demonstrated a 92.31% efficacy rate in long-term follow-up of patients with urethral strictures. The use of platelet gel in the treatment of extensive urethral strictures using buccal mucosa does not worsen wound healing, is not accompanied by wound suppuration, graft shrinkage, or urethral lumen narrowing. No signs of graft rejection or reduction were observed during follow-up. Platelet gel can be used to improve the results of urethral stricture substitution.

**Key words:** urethral stricture, buccal autograft, platelet gel, urethral stricture replacement.

HEALTHCARE. 2026; 7: 12–18

USE OF PLATELET GEL IN THE TREATMENT OF EXTENDED URETHRAL STRICTURES USING BUCCAL MUCOSA

D. Yasiukaits, V. Strotsky, M. Potapnev, V. Galitskaya

Стриктуры уретры являются распространенной и сложной урологической патологией, лечение которой относится к одному из самых трудоемких и до конца не решенных разделов реконструктивной урологии. Этиология стриктур различается в зависимости от региона, а распространенность в популяции варьируется от 0,6 до 0,9 % и увеличивается с возрастом [1]. Пациенты, страдающие стриктурой уретры, требуют индивидуального подхода к лечению в зависимости от этиологии и характера стриктуры, ее протяженности, сопутствующей патологии и опыта уролога. По данным немецкого исследования GRAND (2005–2023) с включением более 500 тыс. пациентов со стриктурами уретры, наиболее часто использованным методом лечения являлась внутренняя оптическая уретротомия (82,0 %), за ней следовали бужирование уретры (8,0 %), метатопластика (6,0 %), уретропластика слизистой оболочкой щеки (2,0 %), иссечение уретры с первичным анастомозом (0,7 %), уретропластика с использованием препуциальных тканей (0,3 %) и баллонная дилатация (< 0,1 %). Однако результаты лечения, в том числе частота рецидивирования стриктур, не оценивались [2]. В 2026 г. был проведен метаанализ 15 исследований с включением 422 пациентов со стриктурами уретры, оценивающий эффективность различных методов лечения стриктур уретры [3]. Средняя частота рецидивов после малоинвазивного лечения (бужирование, уретротомия) составила 60,0–80,0 %, тогда как после реконструктивных операций (уретропластика) – 10,0–15,0 % (ОШ = 10,0; 95% ДИ (5,0–20,0)) [4].

Согласно доступным научным данным, у мужчин с протяженными стриктурами бульбозного отдела, а также с первичными и рецидивирующими стриктурами передней и задней уретры использование уретеропластики является методом лечения, дающим наиболее благоприятный прогноз с наименьшим числом рецидивов [4–6].

На сегодняшний день слизистая оболочка полости рта является предпочтительным трансплантатом для заместительной уретропластики. Широко используются аутографты, забранные с внутренней поверхности щеки, нижней поверхности языка или внутренней поверхности нижней губы. Слизистая оболочка языка тоньше, чем щечная, и поэтому может быть предпочтительнее при

реконструктивных операциях на дистальном отделе и наружном отверстии уретры, так как меньше суживает ее просвет [4]. Метаанализ 12 опубликованных исследований не выявил различий в успешности приживления буккальных и язычных трансплантатов слизистой оболочки при сравнении донорских участков (ОР для язычной слизистой оболочки = 1,03; 95 % ДИ (0,96–1,10)), также не было существенных различий между участками слизистой оболочки в отношении риска рецидивов стриктур, образования свищей и расхождения швов [7].

Несмотря на то что заместительная уретропластика с использованием аутологических тканей пациента продемонстрировала достаточно высокую эффективность, существует ряд проблем, связанных с трансплантатом, таких как нарушение трофики тканей в области стриктуры, что затрудняет приживление трансплантата, вплоть до его отторжения, контрактуры графта, мочевиные свищи, инфекционные осложнения [7].

Одним из методов улучшения приживаемости трансплантата может стать тромбоцитарный гель (ТГ), содержащий растворимые факторы тромбоцитов (РФТ), способные усиливать пролиферацию клеток соединительной ткани человека. Тромбоцитарный гель стимулирует хемотаксис, миграцию и пролиферацию клеток, содействует образованию тромбов и участвует в связанных с этим фибринолитических реакциях, что способствует восстановлению поврежденных тканей [8].

Использование плазмы, обогащенной тромбоцитами, и других препаратов группы РФТ позволило получить хорошие результаты в косметологии, ортопедии, хирургии, дерматологии, оториноларингологии и других областях медицины за счет их регенеративного и противовоспалительного действия [9; 10]. Растворимые факторы тромбоцитов активизируют процессы репарации тканей, включая клеточный рост, синтез коллагена и эластина, обладают антибактериальным и антифибротическим действием, способствуют росту новых кровеносных сосудов. Также имеются данные использования плазмы, обогащенной тромбоцитами, с обнадеживающими результатами в урологии при выполнении уретротомии [9]. Для повышения лечебного эффекта препаратов плазмы, обогащенной тромбоцитами, при лечении стриктур уретры важно создание депо РФТ за счет увеличения

экспозиции воздействия их на раневую поверхность. Тонкий слой ТГ целесообразно укладывать на ложе, которое тут же закрывается буккальным трансплантантом при проведении уретеропластики. Создание депо РФТ на раневой поверхности нами выполнялось за счет гелевой основы, которая эластична, желеобразна, что создает условия для создания более толстого слоя препарата с большим количеством активных элементов (депо). Размещение ТГ между тканевой основой и трансплантантом позволяло ему более длительно воздействовать на приживающиеся поверхности.

Цель исследования – разработать метод применения ТГ при выполнении оперативного вмешательства при протяженных стриктурах уретры и оценить его эффективность.

### Материал и методы

В исследование были включены 13 пациентов мужского пола в возрасте от 42 лет до 71 года со стриктурами пенильного и бульбозного отделов уретры, проходившие лечение на базе урологических отделений УЗ «4-я городская клиническая больница имени Н. Е. Савченко» в период с января 2022 г. по декабрь 2024 г. Все пациенты дали добровольное согласие на участие в исследовании в письменном виде. Проведение клинического исследования получило одобрение Этического комитета УЗ «4-я городская клиническая больница имени. Е. Савченко» от 26.01.2024 (протокол заседания № 1).

Всем пациентам были проведены клинический осмотр со сбором анамнеза, анкетирование с помощью Международной системы суммарной оценки заболеваний предстательной железы (IPSS) с целью объективизации оценки изменения жалоб пациентов до и после проведения оперативного лечения, общий анализ и посев мочи, урофлоуметрия, ультразвуковое исследование (УЗИ) органов мочеполовой системы с измерением объема остаточной мочи, ретроградная или микционная уретрография для определения протяженности стриктуры уретры, которая также измерялась непосредственно во время оперативного вмешательства.

После проведенного обследования пациентам были выполнены реконструктивные операции на уретре с применением ТГ.

Для приготовления ТГ использовали концентрат тромбоцитов, полученный от здоровых доноров крови методом автоматического афереза. Полученный концентрат тромбоцитов переносили в пробирки по 50 мл, центрифугировали их при 3000 об/мин и температуры +22 °С в течение

30 мин. Определяли необходимый объем плазмы в пробирке расчетным путем так, чтобы концентрация тромбоцитов составляла  $1,5\text{--}2,0 \times 10^9$  клеток/мл. Контроль концентрации тромбоцитов и лейкоцитов проводили с использованием гемоцитометра. В пластмассовые стерильные чашки Петри ( $d = 90$  мм) переносили концентрат тромбоцитов в объеме около 15–20 мл автоматическим дозатором, добавляя растворенный тромбин при помощи одноразового шприца равномерно по всей поверхности, и оставляли при комнатной температуре (20–24 °С) на 15 мин до формирования прочного геля. Готовый гель закрывали в стерильных условиях ламинарного бокса стерильным лейкопластырем и маркировали.

У 4 пациентов была выполнена анастомотическая уретропластика, у 6 – одноэтапная буккальная пластика, у 3 – двухэтапная заместительная буккальная пластика по методике Брака-1 с последующим выполнением тубуляризации уретры.

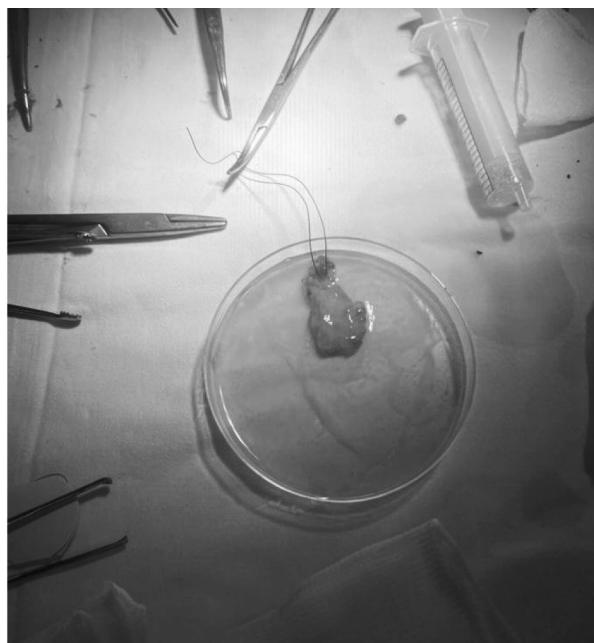
При выполнении оперативных вмешательств использовали промежностный (операции на бульбозном отделе уретры) или коронарный (при вмешательстве на пенильном отделе уретры) доступ. Уретра выделялась и мобилизовывалась широко в пределах здоровых тканей. В зависимости от вида оперативного пособия происходило иссечение рубцовой ткани с наложением анастомоза, замещение зоны стриктуры буккальной слизистой оболочки или увеличение просвета уретры без иссечения рубцовой ткани.

Тромбоцитарный гель наносили на буккальный аутографт путем аппликации на сам трансплантат, орошения, инъекции непосредственно в зоне фиксации буккального лоскута или в зоне наложения анастомоза. Также ТГ использовали в виде подложки под буккальный аутографт или под область анастомоза уретры (рисунок).

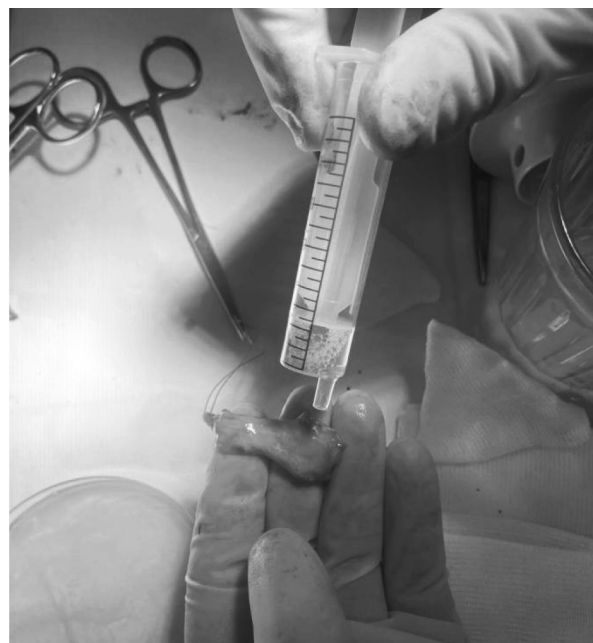
Завершение операций проходило стандартно: гемостаз, укрытие области операции окружающими тканями с применением антисептических методик, послойный шов раны с оставлением дренажа при необходимости.

Контрольное обследование проводили через 3, 6, 12 мес. после операции. В эти сроки выполняли общий анализ мочи, урофлоуметрию и УЗИ мочевого пузыря с определением количества остаточной мочи, а также повторяли анкетирование с использованием опросника IPSS.

Для обработки данных использовали пакет программ Statistica 8.0. Проверку нормальности распределения переменных выполняли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Количественные данные при нормальном распределении представлены в виде среднего значения со стандарт-



*a*



*b*

**Методика применения тромбоцитарного геля при реконструкции уретры:**

*a* – аппликации тромбоцитарного геля на буккальный аутографт; *b* – орошение тромбоцитарным гелем буккального аутографта

**Method of using platelet gel in urethral reconstruction:**

*a* – application of platelet gel to the buccal autograft; *b* – irrigation of the buccal autograft with platelet gel

ным отклонением ( $X \pm SD$ ), при ненормальном – медианой и интерквартильным размахом (Me [25 %; 75 %]). Для всех критериев и тестов величина критического уровня значимости ( $p$ ) принималась равной 0,05.

### Результаты и обсуждение

Средний возраст включенных в исследование лиц составил  $55,0 \pm 4,7$  года. У 7 пациентов была диагностирована стриктура бульбозного отдела уретры, у 6 – пенильного отдела. Средняя длительность заболевания составила 32,0 [14,0; 44,0] мес.

Анализ этиологических факторов, приведших к образованию стриктур уретры, показал, что

6 случаев были ятрогенного происхождения, 4 – инфекционного (уретрит и склерозирующий баланит в сочетании с рубцовым фимозом), 2 – идиопатического генеза, 2 – посттравматического генеза. Средняя протяженность стриктуры уретры в исследуемой группе составила  $4,84 \pm 0,99$  см. Сумма баллов по опроснику IPSS составила  $27,62 \pm 1,71$ . По данным УЗИ мочевого пузыря, остаточный объем мочи равнялся 130,0 [100,0; 150,0] мл. Результаты урофлоуметрии до и после оперативного лечения представлены в таблице.

Как видно из таблицы, выполнение оперативного вмешательства с применением ТГ обеспечило трехкратное улучшение показателей мочеиспускания через 12 мес. наблюдения за пациентами

**Сравнительные результаты урофлоуметрии у пациентов со стриктурами уретры до и после оперативного лечения**

**Comparative results of uroflowmetry in patients with urethral strictures before and after surgical treatment**

| Показатель                                              | Пациенты со стриктурой уретры (n = 13) | Пациенты после оперативного лечения (n = 13) | p       |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------|
| Средняя скорость потока мочи (Qmid), мл/с               | $4,30 \pm 1,31$                        | $14,76 \pm 1,89$                             | < 0,001 |
| Максимальная объемная скорость потока мочи (Qmax), мл/с | $6,69 \pm 1,59$                        | $18,20 \pm 1,77$                             | < 0,001 |

со стриктурами уретры. При этом средняя продолжительность оперативного лечения составила  $149,23 \pm 38,23$  мин. Осложнений, связанных с дополнительным применением ТГ, не наблюдали. Только у 1 пациента в послеоперационном периоде образовалась послеоперационная гематома, потребовавшая консервативного лечения.

Уретральный катетер ( $n = 12$ ) или цистостома ( $n = 1$ ) удалялись на 14–18-е сут. после операции, пациентам проводили осмотр с выполнением УЗИ мочевого пузыря и оценкой объема остаточной мочи.

Далее пациенты были приглашены на контрольный осмотр через 3 и 6 мес. после операции, у всех в группе было удовлетворительное качество мочеиспускания. Через 12 мес. после лечения у 1 мужчины из группы наблюдения был выявлен стеноз дистального отдела анастомоза, что потребовало повторного вмешательства (внутренняя оптическая уретротомия).

При повторном прохождении опросника IPSS через 12 мес. сумма баллов снизилась до  $6,77 \pm 1,36$  ( $p < 0,001$ ), также было диагностировано снижение объема остаточной мочи по результатам УЗИ мочевого пузыря до  $30,0 [20,0; 40,0]$  мл ( $p < 0,001$ ) по сравнению с данными до хирургического лечения.

Таким образом, успешность уретеропластики с применением ТГ в исследуемой группе составила 92,31 % при долгосрочном наблюдении.

Уретропластика является одним из современных методов лечения стриктур уретры при достаточной квалификации хирурга [4]. По данным доступных исследований, у пациентов со стриктурой уретры эффективность заместительной уретропластики с использованием слизистой оболочки рта составляла в среднем 80–90 %. Наиболее частыми причинами безуспешности операции являлись проблемы приживаемости и состоятельности аутографта с развитием отторжения, контрактур, редукции графта и формирование уретро-кожных свищей. Кроме того, у 10–20 % пациентов наблюдались инфекционные осложнения, которые в большинстве случаев не влияли на долгосрочные исходы [11–13].

Согласно нашей методике, при выполнении пластики уретры буккальной слизистой оболочкой дополнительно использовали ТГ. Доступных исследований о применении ТГ в реконструктивной урологии в настоящее время нет, данный метод требует дополнительного изучения.

Обоснование применения ТГ основано на доставке факторов роста тромбоцитов в ткани и на том факте, что  $\alpha$ -гранулы, находящиеся внутри тромбоцитов, содержат множество факторов роста,

которые представляют собой пептиды, способствующие пролиферации, дифференцировке, хемотаксису и миграции иммунных клеток, участвующих в заживлении ран. Помимо высокой концентрации тромбоцитов в ТГ в больших количествах присутствуют дифференцированные и неактивированные лейкоциты. В частности, к ним относятся нейтрофильные гранулоциты и моноциты, известные своими защитными механизмами против бактерий благодаря действию миелопероксидазы, которую создает хлорноватистая кислота. Количество тромбоцитов в ТГ в 3–7 раз выше, чем в норме, тогда как количество лейкоцитов выше в 2–4 раза, но этого достаточно для антимикробной защиты трансплантата. Повышенная концентрация тромбоцитов по сравнению с их исходным уровнем в крови способствует ускоренному росту тканей организма, а локальное высвобождение факторов роста и цитокинов, содержащихся в  $\alpha$ -гранулах тромбоцитов, ускоряет и улучшает процессы восстановления тканей и микроциркуляцию, имитируя и поддерживая стандартное заживление раны.

Успешность трансплантации буккальной слизистой оболочки при лечении стриктур уретры напрямую зависит от скорости прорастания микрососудов, обеспечивающих питание аутографта, что можно улучшить при помощи ТГ. При этом добавление в гель апротинина усиливало его устойчивость к биодеградации и способствовало повышению плотности, что позволяло более длительно осуществлять выделение биологически активных веществ на раневую поверхность.

Результаты нашего исследования являются обнадеживающими, заместительная пластика буккальным аутографтом протяженных стриктур уретры с использованием ТГ показала 92,31 % эффективности уретропластики при длительном наблюдении у пациентов со стриктурами уретры. Ни у одного пациента при использовании ТГ не отмечено ухудшения течения раневого процесса, не было нагноения раны, сморщивания графта, сужения просвета уретры. Ограничением, на наш взгляд, является малое количество пациентов, что требует дальнейшего продолжения исследования. Таким образом, тромбоцитарный гель может быть использован для улучшения результатов заместительной пластики уретры.

*Исследование выполнено в рамках темы НИР «Разработать метод лечения протяженных стриктур уретры у пациентов с использованием буккального графта с применением тромбоцитарного геля» Государственной программы «Научные технологии и техника», подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии».*

## Литература

1. Epidemiology of urethral strictures / A. Alwaal, S. D. Blaschko, J. W. McAninch, B. N. Breyer // *Translational Andrology and Urology*. – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. 209–213. – doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.04.07.
2. Perioperative outcomes and trends of surgical correction of male urethral strictures : results from the GRAND study / R. Bischoff, J. Marcon, G. B. Schulz [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14, № 7. – P. 2171. – doi: 10.3390/jcm14072171.
3. Систематический обзор и сетевой мета-анализ результатов лечения стриктур головчатого отдела уретры / В. А. Воробьев, Э. Ю. Прокопьев, А. М. Пушкарев, М. И. Коган // *Вестник урологии*. – 2025. – Т. 13, № 3. – С. 107–125. – doi: 10.21886/2308-6424-2025-13-3-107-125.
4. Urethral stricture disease guideline amendment / H. Wessells, A. Morey, L. Souter // *The Journal of Urology*. – 2023. – Vol. 210, № 1. – P. 64–71. – doi: 10.1097/JU.0000000000003482.
5. [Analysis of success rates of urethroplasty for adult male bulbar urethral stricture : a systematic review] / E. Robine, J. Rigaud, F. Luyckx [et al.] // *Progress in Urology*. – 2017. – Vol. 27, № 2. – P. 49–57. – doi: 10.1016/j.purol.2016.12.003. (in French)
6. Urethroplasty with oral mucosal graft in patients with anterior urethral stenosis. Comparative study with conventional treatment / A. Alonso-Morales, Á. J. Montiel-Jarquín, C. A. Camarillo-Noriega [et al.] // *Cirugía y Cirujanos*. – 2021. – Vol. 89, № 2. – P. 206–211. – doi: 10.24875/CIRU.20000123. (in Spain)
7. Lingual versus buccal mucosal graft for augmentation urethroplasty : a meta-analysis of surgical outcomes and patient-reported donor site morbidity / A. Wang, M. Chua, V. Talla [et al.] // *International Urology and Nephrology*. – 2021. – Vol. 53, № 5. – P. 907–918. – doi: 10.1007/s11255-020-02720-7.
8. Platelet-Rich Plasma Gel Matrix (PRP-GM): Description of a New Technique / T. T. F. Godoi, B. L. Rodrigues, S. C. Huber [et al.] // *Bioengineering (Basel)*. – 2022. – Vol. 9, № 12. – P. 817. – doi: 10.3390/bioengineering9120817.
9. Растворимые факторы тромбоцитов и регенеративная медицина / М. П. Потапнев, А. А. Арабей, Г. Г. Кондратенко [и др.] // *Здравоохранение*. – 2014. – № 9. – С. 32–40.
10. The regenerative mechanisms of platelet-rich plasma: a review / R. G. Dos Santos, G. S. Santos, N. Alkass [et al.] // *Cytokine*. – 2021. – Vol. 144. – P. 155560. – doi: 10.1016/j.cyto.2021.155560.
11. Bulbar urethroplasty using buccal mucosa grafts placed on the ventral, dorsal or lateral surface of the urethra: are results affected by the surgical technique? / G. Barbagli, E. Palminteri, G. Guazzoni [et al.] // *The Journal of Urology*. – 2005. – Vol. 174, № 3. – P. 955–958.
12. Buccal mucosal graft urethroplasty for anterior urethral stricture, experience from a low-income country / S. M. T. Awad, M. A. M. Ahmed, Y. M. O. Abdalla [et al.] // *BMC Urology*. – 2021. – Vol. 21, № 1. – P. 171. – doi: 10.1186/s12894-021-00918-0.
13. Alleweedy, S. Long-term outcomes of single stage dorsal onlay buccal mucosa urethroplasty for different anterior urethral stricture : a prospective study / S. Alleweedy // *Urology & Nephrology Open Access*. – 2017. – Vol. 5, iss. 5. – P. 357–360.

## References

1. Alwaal A., Blaschko S.D., McAninch J.W., Breyer B.N. Epidemiology of urethral strictures. *Transl Androl Urol*. 2014; 3(2): 209–213. doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.04.07.
2. Bischoff R., Marcon J., Schulz G.B., et al. Perioperative outcomes and trends of surgical correction of male urethral strictures. *J Clin Med*. 2025; 14(7): 2171. doi: 10.3390/jcm14072171.
3. Vorobev V.A., Prokopen E.Y., Pushkarev A.M., Kogan M.I. Treatment outcomes of glandular urethral strictures. *Vestnik urologii*. 2025; 13(3): 107–125. doi: 10.21886/2308-6424-2025-13-3-107-125. (in Russian)
4. Wessells H., Morey A., Souter L., et al. Urethral stricture disease guideline amendment. *J Urol*. 2023; 210(1): 64–71. doi: 10.1097/JU.0000000000003482.
5. Robine E., Rigaud J., Luyckx F., et al. [Analysis of success rates of urethroplasty for adult male bulbar urethral stricture]. *Prog Urol*. 2017; 27(2): 49–57. doi: 10.1016/j.purol.2016.12.003. (in French)
6. Alonso-Morales A., Montiel-Jarquín Á.J., Camarillo-Noriega C.A., et al. Urethroplasty with oral mucosal graft in patients with anterior urethral stenosis. Comparative study with conventional treatment. *Cir Cir*. 2021; 89(2): 206–211. doi: 10.24875/CIRU.20000123. (in Spain)
7. Wang A., Chua M., Talla V., et al. Lingual versus buccal mucosal graft for augmentation urethroplasty. *Int Urol Nephrol*. 2021; 53(5): 907–918. doi: 10.1007/s11255-020-02720-7.
8. Godoi T.T.F., Rodrigues B.L., Huber S.C., et al. Platelet-Rich Plasma Gel Matrix (PRP-GM): Description of a New Technique. *Bioengineering (Basel)*. 2022; 9(12): 817. doi: 10.3390/bioengineering9120817.
9. Potapnev M.P., Arabey A.A., Kondratenko G.G., et al. Soluble platelet factors and regenerative medicine. *Zdravoohranenie*. 2014; 9: 32–40. (in Russian)
10. Dos Santos R.G., Santos G.S., Alkass N., et al. The regenerative mechanisms of platelet-rich plasma. *Cytokine*. 2021; 144: 155560. doi: 10.1016/j.cyto.2021.155560.
11. Barbagli G., Palminteri E., Guazzoni G., et al. Bulbar urethroplasty using buccal mucosa grafts placed on the ventral, dorsal or lateral surface of the urethra: are results affected by the surgical technique? *J Urol*. 2005; 174(3): 955–958.
12. Awad S.M.T., Ahmed M.A.M., Abdalla Y.M.O., et al. Buccal mucosal graft urethroplasty for anterior urethral stricture, experience from a low-income country. *BMC Urol*. 2021; 21(1): 171. doi: 10.1186/s12894-021-00918-0.
13. Eleweedy S. Long-term outcomes of single stage dorsal onlay buccal mucosa urethroplasty for different anterior urethral strictures. *Urology & Nephrology Open Access*. 2017; 5: 357–360.

**Контактная информация:**

*Ясюкайт Дмитрий Романович* – врач-уролог отделения трансплантационной и миниинвазивной урологии Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии

Ул. Семашко 8, 220045, г. Минск

Сл. тел. +375 33 370-78-44

ORCID: 0009-0004-6981-5854

**Участие авторов:**

Концепция и дизайн исследования: В. А. С., М. П. П., Д. Р. Я.

Сбор информации и обработка материала: Д. Р. Я., В. Ю. Г.

Статистическая обработка данных: Д. Р. Я.

Написание текста: Д. Р. Я.

Редактирование: В. А. С., М. П. П.

*Строцкий Александр Владимирович*. ORCID: 0000-0003-1640-5857

*Потапнев Михаил Петрович*. ORCID: 0000-0002-6805-1782

*Галицкая Виктория Юрьевна*. ORCID: 0009-0009-7670-8156

**Конфликт интересов отсутствует**

Поступила 25.05.2026  
Принята к печати 16.07.2026

**Уважаемые читатели  
и руководители учреждений здравоохранения!**

*Продолжается подписка на журнал  
«Здравоохранение. Healthcare»*

*Информируем вас, что оформить подписку можно в отделениях почтовой связи, а также при помощи платежно-справочных терминалов, через систему «Интернет-подписка» (подробности на сайте РУП «Белпочта» [www.belpost.by](http://www.belpost.by)).*

**Подписные индексы:**

*для организаций — 749122*

*для индивидуальных подписчиков — 74912*

**Спасибо, что остаетесь с нами!**



## Предикторы развития метаболических нарушений у младенцев от матерей с сахарным диабетом 1-го типа

Т. П. Пивченко, А. Н. Горячко

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Установить факторы, ассоциированные с развитием метаболических нарушений у новорожденных от матерей с сахарным диабетом (СД) 1-го типа, оценить их прогностическую значимость для ранней стратификации групп риска.

**Материал и методы.** В исследование включено 150 диад «мать – доношенный новорожденный», разделенных на три группы по 50 пар в зависимости от наличия и типа нарушения углеводного обмена у матери: 1-я группа – СД 1-го типа; 2-я группа – гестационный СД; группа контроля – без нарушений.

**Результаты и обсуждения.** При анализе течения беременности установлено значимо более тяжелое ее течение для женщин с прегравидарным СД 1-го типа (развитие преэклампсии, стойкая гипергликемия на фоне базисно-болюсной инсулинотерапии) в сравнении с женщинами, развившими гестационный СД и без нарушения углеводного обмена. Новорожденные от матерей с СД 1-го типа имели все признаки диабетической фетопатии (макросомия, различные пороки сердца, неонатальная гипогликемия), которые сопровождалась морфометрическими изменениями со стороны гепатобилиарной системы. Персистенция аутоантител к островковым клеткам в сыворотке новорожденных первой исследуемой группы указывает на активность протекающего заболевания матери и является эпигенетически неблагоприятным фактором при формировании иммунной толерантности организма ребенка.

**Заключение.** Прогнозирование склонности новорожденных от матерей с СД 1-го типа к метаболическим нарушениям и оптимизация контроля обмена веществ помогут снизить заболеваемость и улучшить качество жизни этой категории пациентов.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, доношенный новорожденный, метаболические нарушения.

**Objective.** To identify factors associated with the development of metabolic disorders in newborns born to mothers with type 1 diabetes mellitus (DM) and to evaluate their prognostic significance for early risk stratification.

**Materials and methods.** The study included 150 “mother – full-term newborn” dyads, divided into three groups of 50 pairs based on the presence and type of maternal carbohydrate metabolism disorder type diabetes: type 1 DM, gestational DM or no disorder.

**Results.** Analysis of the course of pregnancy revealed a significantly more severe course for women with pre-pregnancy type 1 DM (development of preeclampsia, persistent hyperglycemia despite basal-bolus insulin therapy) compared to women who developed gestational DM and those without impaired carbohydrate metabolism. Newborns of mothers with type 1 DM had all signs of diabetic fetopathy (macrosomia, various congenital heart defects, neonatal hypoglycemia), which were accompanied by morphometric changes in the hepatobiliary system. The persistence of autoantibodies against islet cells in the serum of newborns in the first group indicates active maternal disease and is an epigenetically adverse factor in the development of immune tolerance in the child's body.

**Conclusion.** Predicting the susceptibility of newborns born to mothers with type 1 DM to metabolic disorders and optimizing metabolic control will help reduce morbidity and improve the quality of life for this patient population.

**Key words:** diabetes mellitus, full-term newborn, metabolic disorders.

HEALTHCARE. 2026; 7: 19–24

PREDICTORS OF METABOLIC DISORDERS IN INFANTS BORN TO MOTHERS WITH TYPE 1 DIABETES MELLITUS

T. Pivtchenko, A. Harachka

Сахарный диабет (СД) относится к мультифакторной генетически гетерогенной группе заболеваний, в основе которых лежит общий патофизиологический механизм развития гипергликемии, приводящий к полиурии, полидипсии, изменению массы тела, развитию микро- и макроангиопатий. Тяжелое течение СД обуславливает рост уровня

инвалидности и смертности среди дееспособного населения [1].

Для детей наиболее частым вариантом СД является 1-й тип, который носит аутоиммунный характер и имеет более раннее время манифестации. Наряду с генетической предрасположенностью и нарушениями в иммунной системе немалый

вклад в развитие заболевания вносят эпигенетические факторы (экология, питание, инфекционные агенты). Сахарный диабет 1-го типа имеет ряд клинических проявлений в зависимости от стадий. Основные силы мировой медицины направлены на разработку мер, позволяющих стагнировать патологический процесс на доклинической стадии СД 1-го типа. Данную стадию принято делить на две фазы: в первой в крови пациента определяются аутоантитела к островковому аппарату (два и более) без нарушения гомеостаза глюкозы, во второй – персистенция аутоантител сопровождается нарушением толерантности к глюкозе [1; 2].

Во время беременности в организме женщины формируется дополнительный эндокринный орган – плацента, которая выделяет гормональные вещества для перестройки метаболических процессов на анаболический путь, что позволяет гармонично расти и развиваться плоду. Начиная со второго триместра в организме матери возрастает инсулинрезистентность, что приводит к изменению липидного обмена и запаса энергии. Сахарный диабет у беременной является серьезным отягощающим фактором, усугубляющим дисбаланс всех видов обмена веществ и обуславливающим тяжелые осложнения в послеродовом периоде матери и раннем неонатальном периоде младенца [2; 3].

Декомпенсация метаболизма глюкозы у беременной с СД 1-го типа приводит к хронической гипергликемии в ее организме, повышенному поступлению глюкозы из крови матери к плоду, в то время как для инсулина плацентарная система остается непроницаемой. Формирование поджелудочной железы (ПЖ) плода в таких условиях сопровождается с избыточной продукцией инсулина и, как следствие, развитием после рождения у младенцев гипогликемического состояния и других признаков диабетической фетопатии [4; 5].

Основная часть инсулоцитов ПЖ топически концентрируется в теле и хвосте органа, поэтому гиперпродукция инсулина закономерно приводит к увеличению их размера у плода. На первичном звене перинатальной помощи для запуска диагностического поиска структурных нарушений панкреатической системы важно обращать внимание на размеры ПЖ у новорожденных групп высокого риска развития СД 1-го типа [4; 6; 7].

Комплексная оценка пре- и гравидарного анамнеза матери, страдающей СД 1-го типа, выявление нарушений в течение периода адаптации новорожденного, сохранение контроля за состоянием углеводного обмена после окончания неонатального периода позволят повысить эффективность профилактических мероприятий

по своевременному выявлению ранней стадии СД 1-го типа у ребенка.

Цель исследования – установить факторы, ассоциированные с развитием метаболических нарушений у новорожденных от матерей с СД 1-го типа, оценить их прогностическую значимость для ранней стратификации групп риска.

## Материал и методы

Исследование носило наблюдательный характер с ретроспективно-проспективным когортным дизайном, при этом рандомизация не проводилась, а формирование групп осуществлялось по нозологическому принципу. В исследование включено 150 диад «мать – доношенный новорожденный», разделенных на три группы по 50 пар в зависимости от типа СД родильницы: 1-я группа – женщины с прегравидарным СД 1-го типа; 2-я группа – женщины с развившимся гестационным СД (ГСД); группа контроля – без нарушения углеводного обмена. Данные о течении беременности в выборке получены при ретроспективном изучении медицинской документации (обменная карта беременной, форма 113/у), предоставленной при поступлении на родоразрешение. Все младенцы находились на лечении и выхаживании в педиатрическом отделении и отделении для новорожденных детей ГУ «Республиканский научно-практический центр “Мать и дитя”» в период с 2022 по 2024 г.

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с использованием программ Microsoft Excel, Statistica 10.0. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Исследование проводилось в рамках проекта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (№ гос. регистрации 20221154 от 4 мая 2022 г.)

## Результаты и обсуждение

При беременности в организме женщины происходит ряд перестроек метаболизма, позволяющих создать достаточный запас энергии для нормального роста и развития плода. Наличие отягощающих факторов приводит к дисбалансу обменных процессов в организме беременной. Анализ такого фактора, как возраст женщин при наступлении настоящей беременности, представлен в табл. 1.

Согласно полученным данным женщины 1-й группы вступали в настоящую беременность в более раннем возрасте по сравнению со 2-й группой и группой контроля.

Установлено, что в 1-й группе возраст женщины при вступлении в беременность до 28 лет зарегистрирован в 29 (58,0 %) случаях, во 2-й группе –

**Таблица 1. Возрастная характеристика родильниц исследуемых групп в настоящую беременность**

**Table 1. Age distribution of women in the study groups during their current pregnancy**

| Показатель   | 1-я группа           | 2-я группа           | Группа контроля      | Статистическая значимость различий                                                       |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Возраст, лет | 29,0<br>[25,0; 32,0] | 34,0<br>[32,0; 38,0] | 31,0<br>[29,0; 35,0] | $H = 21,49, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 4,62, p < 0,001$ ;<br>$z_{2-3} = 2,55, p = 0,032$ |

П р и м е ч а н и е: H – критерий Краскела – Уоллиса; z – статистика критерия Данна при попарных сравнениях; p – уровень статистической значимости; 1 – 1-я группа, 2 – 2-я группа, 3 – группа контроля (также в табл. 2–4).

в 44 (88,0 %), в группе контроля – в 41 (82,0 %) случае. При сравнении данного показателя статистическая значимость между группами не установлена ( $p > 0,05$ ).

В группу женщин с прегравидарным СД 1-го типа вошли 24 (48,0 %) первобеременные, в группу женщин с ГСД – 18 (36,0 %), в группу контроля – 16 (32,0 %). Статистически значимых различий по числу первобеременных между группами не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Сахарный диабет любого типа является отягчающим фактором, приводящим к развитию такого осложнения, как преэклампсия. Для женщин из 1-й группы преэклампсия зарегистрирована в 10 (20,0 %) случаях, во 2-й группе – в 8 (16,0 %), что значимо выше, чем в группе контроля – 0 (0,0 %)

случаев ( $F_{дв} = 0,11, p = 0,001$ ; ОШ = 12,25, 95 % ДИ (1,63–92,11);  $F_{дв} = 0,09, p = 0,006$  соответственно).

Нарушение гомеостаза глюкозы беременной играет важную роль в формировании постнатальных нарушений в периоде адаптации новорожденного. Особенности углеводного обмена во время беременности и в послеродовом периоде у матерей представлены в табл. 2.

Полученные данные свидетельствуют о нарушениях гомеостаза глюкозы у женщин 1-й и 2-й групп в сравнении с группой контроля. Об уровне дезадаптации углеводного обмена свидетельствуют частые эпизоды гипергликемии на протяжении настоящей беременности, в родах и послеродовом периоде у родильниц с СД 1-го типа и ГСД.

**Таблица 2. Показатели углеводного обмена в течение беременности и послеродовом периоде у женщин в исследуемых группах**

**Table 2. Carbohydrate metabolism parameters during pregnancy and the postpartum period in women in the study groups**

| Показатель                                                             | 1-я группа        | 2-я группа        | Группа контроля   | Статистическая значимость различий                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уровень глюкозы венозной крови натощак в I триместре, ммоль/л          | 5,8<br>[4,8; 7,4] | 4,5<br>[4,0; 4,8] | 4,3<br>[3,9; 4,7] | $H = 36,90, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 4,57, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 5,75, p < 0,001$                                  |
| Уровень глюкозы венозной крови натощак во II триместре ммоль/л         | 6,4<br>[5,1; 7,5] | 4,6<br>[4,1; 5,5] | 4,1<br>[3,8; 4,6] | $H = 50,89, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 4,13, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 7,10, p < 0,001$ ;<br>$z_{2-3} = 2,98, p = 0,008$ |
| Уровень глюкозы венозной крови натощак в III триместре, ммоль/л        | 7,0<br>[5,3; 8,1] | 4,8<br>[4,4; 5,2] | 4,1<br>[3,8; 4,6] | $H = 66,76, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 4,08, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 8,17, p < 0,001$ ;<br>$z_{2-3} = 4,09, p < 0,001$ |
| Уровень глюкозы венозной крови натощак в родах, ммоль/л                | 6,6<br>[4,8; 9,8] | 4,9<br>[4,3; 5,3] | 4,1<br>[3,8; 4,6] | $H = 45,81, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 3,67, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 6,76, p < 0,001$ ;<br>$z_{2-3} = 3,09, p = 0,006$ |
| Уровень глюкозы венозной крови натощак в послеродовом периоде, ммоль/л | 5,5<br>[4,5; 6,9] | 4,5<br>[4,0; 5,1] | 4,5<br>[3,8; 5,0] | $H = 24,87, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 3,77, p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 4,71, p < 0,001$                                  |

Сравнительный анализ частоты гипергликемии у пациенток трех групп в пре- и постгравидарном периодах отражен в табл. 3.

Исходя из полученных данных, на протяжении всей беременности у женщины с прегравидарным СД 1-го типа отмечались статистически значимо более высокие частота и длительность гипергликемических эпизодов по сравнению с группами ГСД и контроля. Единичные эпизоды гипергликемии в контрольной группе носили транзиторный стресс-индуцированный характер и не соответствовали критериям нарушения углеводного обмена.

Медиана гестационного возраста новорожденных в 1-й группе составила 37,5 [37,0; 38,0] нед., что значимо ниже гестационного возраста у младенцев 2-й группы (38,5 [37,5; 40,0] нед.;  $z = 4,79$ ,  $p < 0,001$ ) и группы контроля (39,0 [38,0; 40,0] нед.;  $z = 6,50$ ,  $p < 0,001$ ).

Изучение гендерных различий новорожденных установило значимо меньшую долю новоро-

жденных женского пола в 1-й группе (12 (24,0 %) по сравнению со 2-й группой (25 (50,0 %);  $\chi^2_{1-2} = 6,18$ ,  $p = 0,013$ ) и группой контроля (27 (54,0 %);  $\chi^2_{1-2} = 8,24$ ,  $p = 0,004$ ).

Морфометрические показатели новорожденных трех исследуемых групп представлены в табл. 4.

При оценке антропометрических данных установлена значимо частая встречаемость макросомии новорожденных от матерей с СД 1-го типа по сравнению с младенцами от матерей с ГСД и без нарушения углеводного обмена.

О влиянии отягощающих факторов беременности на адаптацию в раннем неонатальном периоде можно судить по заболеваемости младенцев. Наиболее уязвимыми системами при метаболических нарушениях у матери стали дыхательная, сердечно-сосудистая и нервная системы новорожденных. Установлено, что синдром дыхательных расстройств чаще встречался у детей 1-й группы (26 (52,0 %)) по сравнению со 2-й группой (8 (16,0 %);  $\chi^2_{1-2} = 12,88$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 5,69, 95 % ДИ (3,93–8,23))

Таблица 3. Частота гипергликемии в пре- и постгравидарном периодах у женщин в исследуемых группах

Table 3. The prevalence of hyperglycemia during the pre- and postpartum periods in women in the study groups

| Период       | 1-я группа  | 2-я группа  | Группа контроля | Статистическая значимость различий                                                                               |
|--------------|-------------|-------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I триместр   | 26 (52,0 %) | 4 (8,0 %)   | 1 (2,0 %)       | $F_{дв1-2} = 0,23$ , $p < 0,001$ ;<br>$F_{дв1-3} = 0,32$ , $p < 0,001$                                           |
| II триместр  | 33 (66,0 %) | 11 (22,0 %) | 1 (2,0 %)       | $\chi^2_{1-2} = 8,41$ , $p = 0,004$ ;<br>$F_{дв1-3} = 0,32$ , $p < 0,001$ ;<br>$F_{дв2-3} = 0,09$ , $p = 0,004$  |
| III триместр | 34 (68,0 %) | 8 (16,0 %)  | 1 (2,0 %)       | $\chi^2_{1-2} = 25,66$ , $p < 0,001$ ;<br>$F_{дв1-3} = 0,48$ , $p < 0,001$ ;<br>$F_{дв2-3} = 0,06$ , $p = 0,031$ |
| Роды         | 34 (64,0 %) | 8 (16,0 %)  | 5 (10,0 %)      | $\chi^2_{1-2} = 25,66$ , $p < 0,001$ ;<br>$\chi^2_{1-3} = 32,96$ , $p < 0,001$                                   |

Примечание:  $\chi^2_{1-2}$  – критерий  $\chi^2$  Пирсона с поправкой Йейтса.

Таблица 4. Конституциональная характеристика доношенных новорожденных в исследуемых группах

Table 4. Constitutional characteristics of full-term newborns in the study groups

| Показатель            | 1-я группа                 | 2-я группа                 | Группа контроля            | Статистическая значимость различий                                                                |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Масса тела, г         | 3815,0<br>[3400,0; 4120,0] | 3410,0<br>[3080,0; 3630,0] | 3360,0<br>[3100,0; 3750,0] | $H = 20,37$ , $p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 4,04$ , $p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 3,76$ , $p < 0,001$ |
| Длина тела, см        | 52,0<br>[51,0; 55,0]       | 52,0<br>[51,0; 54,0]       | 53,0<br>[51,0; 55,0]       | –                                                                                                 |
| Окружность головы, см | 36,0<br>[35,0; 36,0]       | 35,0<br>[34,0; 36,0]       | 35,0<br>[34,0; 36,0]       | $H = 8,42$ , $p = 0,015$ ;<br>$z_{1-2} = 2,76$ , $p = 0,017$                                      |
| Окружность груди, см  | 35,0<br>[34,0; 36,0]       | 33,0<br>[33,0; 34,0]       | 33,0<br>[32,0; 34,0]       | $H = 23,67$ , $p < 0,001$ ;<br>$z_{1-2} = 3,82$ , $p < 0,001$ ;<br>$z_{1-3} = 4,37$ , $p < 0,001$ |

и группой контроля (0 (0,0 %);  $F_{дв} = 0,35$ ,  $p < 0,001$ ). Со стороны центральной нервной системы дезадаптация проявлялась признаками неонатальной энцефалопатии значительно чаще у младенцев от матерей с СД 1-го типа (30 (60,0 %)) в сравнении с новорожденными от матерей с ГСД (12 (24,0 %);  $\chi^2_{дв} = 11,86$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 4,75, 95 % ДИ (3,17–7,11)) и женщинами без нарушения углеводного обмена (0 (0,0 %);  $F_{дв} = 0,43$ ,  $p < 0,001$ ). Нарушение углеводного обмена приводит к депонированию гликогена в сердечной мышце с формированием различных вариантов пороков сердца. Для группы детей от матерей с прегравидарным СД 1-го типа установлена более частая встречаемость вариантов пороков сердца (29 (58,0 %)) по сравнению с группой детей от женщин с ГСД (17 (34,0 %);  $\chi^2_{дв} = 4,87$ ,  $p = 0,027$ ; ОШ = 2,68, 95 % ДИ (1,80–4,00)) и новорожденными группы контроля (0 (0,0 %);  $F_{дв} = 0,41$ ,  $p < 0,001$ ).

В результате исследования чаще регистрировались эпизоды гипогликемии при рождении у младенцев от матерей с СД 1-го типа (23 (46,0 %)) по сравнению с новорожденными от женщин с ГСД (11 (22,0 %);  $\chi^2_{дв} = 5,39$ ,  $p = 0,020$ ; ОШ = 3,79, 95 % ДИ (2,59–5,56)) и младенцами от матерей без нарушений углеводного обмена (5 (10,0 %);  $\chi^2_{дв} = 14,34$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 6,64, 95 % ДИ (4,74–9,31)).

Гиперинсулинемия в течение беременности проявилась у новорожденных от матерей с СД 1-го типа и ГСД гипертрофией ПЖ. По данным ультразвукового исследования удалось установить, что передне-задний размер тела ПЖ более 5,9 мм определялся чаще в 1-й группе (22 (44,0 %)) в сравнении со 2-й группой (11 (22,0 %);  $\chi^2_{дв} = 4,52$ ,  $p = 0,034$ ; ОШ = 2,79, 95 % ДИ (1,92–4,04)) и группой контроля (6 (12,0 %);  $\chi^2_{дв} = 11,16$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 5,76, 95 % ДИ (4,07–8,16)). Увеличение размеров хвоста ПЖ более 9,3 мм чаще регистрировалось у младенцев от женщин с прегравидарным СД 1-го типа (11 (22,0 %)) относительно младенцев от матерей с ГСД (3 (6,0 %);  $F_{дв} = 0,05$ ,  $p = 0,041$ ; ОШ = 4,42, 95 % ДИ (3,09–6,32)).

Учитывая аутоиммунную природу СД 1-го типа, диагностическим признаком, позволяющим установить диагноз, является обнаружение антител к структурам островковых клеток в сыворотке

крови. Персистенция антител к островковому аппарату ПЖ в крови новорожденных от матерей с СД 1-го типа является неблагоприятным фактором в формировании иммунологической толерантности организма. На 2–3-и сут. жизни в сыворотке крови новорожденных 1-й группы значительно чаще регистрировался высокий уровень аутоантител к глутаматдекарбоксиазе, изомеру 65 (GAD65) (18 (36,0 %)) по сравнению с младенцами 2-й группы (1 (2,0 %);  $F_{дв} = 0,19$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 27,56, 95 % ДИ (20,63–36,81)) и группы контроля (1 (2,0 %);  $F_{дв} = 0,19$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 27,56, 95 % ДИ (20,63–36,81)). К 5–7-м сут. жизни младенцев уровень антител к GAD65 сохранился выше допустимого значения в 13 (26,0 %) случаях в 1-й группе, что значительно чаще, чем во 2-й группе (1 (2,0 %);  $F_{дв} = 0,12$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 17,22, 95 % ДИ (12,97–22,85)) и группе контроля (1 (2,0 %);  $F_{дв} = 0,12$ ,  $p < 0,001$ ; ОШ = 17,22, 95 % ДИ (12,97–22,85)).

По результатам исследования удалость установить значимые фенотипические особенности в диадах «мать с СД 1-го типа – новорожденный», что послужит основанием для выделения среди новорожденных с признаками диабетической фетопатии группы высокой предрасположенности к прогрессированию метаболических расстройств в катамнезе. Усовершенствование мер контроля за обменом веществ среди данной группы населения позволит снизить частоту осложнений и улучшить качество и продолжительность жизнь.

## Выводы

1. Прегравидарный СД 1-го типа ассоциирован с осложненным течением беременности, трудностями гликемического контроля даже при интенсивной терапии. Рожденные в таких условиях младенцы входят в группу высокого риска по развитию диабетической фетопатии, для которой характерен комплекс соматических и метаболических нарушений.

2. Раннее выявление метаболических нарушений у младенцев, рожденных от матерей с СД 1-го типа, является необходимым условием для разработки персонализированных стратегий наблюдения и профилактики данного заболевания среди детского населения.

## Литература

1. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2024: screening, staging, and strategies to preserve beta-cell function in children and adolescents with type 1 diabetes / M. J. Haller, K. J. Bell, R. E. J. Besser [et al.] // *Hormone Research in Paediatrics*. – 2024. – Vol. 97, № 6. – P. 529–545. – doi: 10.1159/000543035.
2. Сахарный диабет 1-го типа у детей : клин. рекомендации / Российская ассоциация эндокринологов. – М. : Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021. – 107 с.

3. *Residual  $\beta$  cell function and monogenic variants in long-duration type 1 diabetes patients* / M. G. Yu, H. A. Keenan, H. S. Shah [et al.] // *The Journal of Clinical Investigation*. – 2019. – Vol. 129, № 8. – P. 3252–3263. – doi: 10.1172/JCI127397.
4. Пивченко, Т. П. Оценка функционального состояния гепатобилиарной системы и экзокринной функции поджелудочной железы у доношенных новорожденных от матерей с различными типами сахарного диабета / Т. П. Пивченко // *Современные перинатальные медицинские технологии в решении проблем демографической безопасности* : сб. науч. тр. / Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя» ; редкол.: С. А. Васильев (председатель) [и др.]. – Мн., 2025. – Вып. 18. – С. 358–363. – doi: 10.63030/2307-4795/2025.18.P.23.
5. *Diagnostic capabilities of islet autoantibodies in children with new-onset type 1 diabetes mellitus and healthy siblings* / K. G. Korneva, L. G. Strongin, E. V. Kolbasina [et al.] // *Modern Technologies in Medicine*. – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 29–35. – doi: 10.17691/stm2020.12.6.04.
6. Корнева, К. Г. Прогностические иммунологические маркеры риска развития сахарного диабета 1-го типа (обзор литературы) / К. Г. Корнева, Л. Г. Стронгин, В. Е. Загайнов // *Сахарный диабет*. – 2021. – Т. 24, № 2. – С. 167–174. – doi: 10.14341/DM12308.
7. Профиль островковых аутоантител и остаточная функция бета-клеток в зависимости от возраста манифестации сахарного диабета 1-го типа у детей / Е. М. Романенкова, Ю. М. Зуфарова, Д. Ю. Сорокин [и др.] // *Сахарный диабет*. – 2023. – Т. 26, № 3. – С. 204–212. – doi: 10.14341/DM12955.

## References

1. Haller M.J., Bell K.J., Besser R.E.J., et al. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2024: screening, staging, and strategies to preserve beta-cell function in children and adolescents with type 1 diabetes. *Horm Res Paediatr*. 2024; 97(6): 529–545. doi: 10.1159/000543035.
2. Rossijskaya asociaciya endokrinologov. Type 1 diabetes mellitus in children. Moscow: Ministerstvo zdravooxraneniya Rossijskoj Federacii; 2021. 107. (in Russian)
3. Yu M.G., Keenan H.A., Shah H.S., et al. Residual  $\beta$  cell function and monogenic variants in long-duration type 1 diabetes patients. *J Clin Invest*. 2019; 129(8): 3252–3263. doi: 10.1172/JCI127397.
4. Pivchenko T.P. Assessment of the functional state of the hepatobiliary system and exocrine function of the pancreas in full-term newborns from mothers with various types of diabetes mellitus. In: Vasiliev S.A., ed. *Sovremennye perinatal'nye medicinskie tekhnologii v reshenii problem demograficheskoy bezopasnosti*. Minsk; 2025. 18: 358–363. doi: 10.63030/2307-4795/2025.18.P.23. (in Russian)
5. Korneva K.G., Strongin L.G., Kolbasina E.V., et al. Diagnostic capabilities of islet autoantibodies in children with new-onset type 1 diabetes mellitus and healthy siblings. *Modern Tech Med*. 2020; 12(6): 29–35. doi: 10.17691/stm2020.12.6.04.
6. Korneva K.G., Strongin L.G., Zagaynov V.E. Predictive immunological markers of the risk of developing type 1 diabetes mellitus (literature review). *Saharnyj diabet*. 2021; 24(2): 167–174. doi: 10.14341/DM12308. (in Russian)
7. Romanenkova E.M., Zufarova Yu.M., Sorokin D.Yu., et al. Islet autoantibody profile and residual beta-cell function depending on the age of onset of type 1 diabetes mellitus in children. *Saharnyj diabet*. 2023; 26(3): 204–212. doi: 10.14341/DM12955. (in Russian)

### Контактная информация:

Пивченко Татьяна Петровна – старший преподаватель 1-й кафедры детских болезней  
Белорусский государственный медицинский университет  
Пр. Дзержинского, 83, 220116, г. Минск  
Сл. тел. +375 29 669-65-90

### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: П. Т. П., Г. А. Н.  
Сбор информации и обработка материала: П. Т. П.  
Статистическая обработка данных: П. Т. П., Г. А. Н.  
Написание текста: П. Т. П.  
Редактирование: П. Т. П., Г. А. Н.  
Горячко Александр Николаевич. ORCID: 0000-0003-0460-0145

### Конфликт интересов отсутствует

Поступила 02.06.2026  
Принята к печати 02.07.2026

# Комплексный подход к диагностике нарушений голоса у детей

<sup>1</sup>В. С. Долдова, <sup>2</sup>Е. П. Меркулова

<sup>1</sup>11-я городская клиническая больница, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Обосновать комплексный диагностический подход в рамках клинического стандарта при нарушениях голоса у детей.

**Материал и методы.** Разработка алгоритма базировалась на ретроспективном анализе клинических данных пациентов (анамнестические сведения, результаты субъективной и объективной оценки голосовой функции), полученных при обследовании детей белорусской популяции в возраст 4–12 лет.

**Результаты.** Выявлено, что во время сбора анамнеза у родителей необходимо акцентировать внимание на факторах риска тугоухости, а также на наличии соматической патологии, сопровождающейся нарушениями голоса. Доказана необходимость использования опросника Voice Handicap Index и экспертной оценки голоса ребенка как родителями, так и врачом (тест Фишера,  $p = 0,0$ ). Установлена диссоциация информационной значимости ларингоскопии (13,0 %) по сравнению с экспертной оценкой голоса (76,9 %) и качественно-количественными параметрами акустического анализа голоса (100,0 %); выявленные различия между диагностическими методами являются статистически значимыми ( $p < 0,05$  для всех парных сравнений). Доказана диагностическая ценность показателей акустического анализа голоса ( $F0\_SD$ , Jitter и Shimmer) при проведении диагностики нарушения голоса у ребенка. Разработан метод диагностики дисфоний у детей (инструкция по применению «Метод диагностики дисфоний у детей» включает субъективную и объективную оценку голоса детей с четко разработанными критериями для выявления нарушения голоса).

**Заключение.** Исследование обосновало целесообразность внедрения в клиническую практику комплексного диагностического алгоритма для детей с нарушениями голоса, включающего в себя как субъективные методы, так и объективные методики (акустический анализ и ларингоскопию). Такой подход позволяет минимизировать риск диагностических ошибок и повысить эффективность последующей реабилитации.

**Ключевые слова:** дети, дисфония, объективные методы исследования голоса, алгоритм диагностики, акустический анализ голоса.

**Objective.** To substantiate a comprehensive diagnostic approach within the framework of the clinical standard for voice disorders in children.

**Materials and methods.** The algorithm was developed based on a retrospective analysis of patients' clinical data (anamnestic information, results of subjective and objective assessment of vocal function) obtained during the examination of children of the Belarusian population aged 4–12 years.

**Results.** It was revealed that during the collection of medical history from parents, it is necessary to focus on the risk factors for hearing loss, as well as on the presence of somatic pathology accompanied by voice disorders. The necessity of using the Voice Handicap Index questionnaire and expert assessment of the child's voice by both the parent and the doctor (Fischer test,  $p = 0.0$ ) is proved. Dissociation of the informational significance of laryngoscopy (13.0 %) was established in comparison with the expert assessment of voice (76.9 %) and qualitative and quantitative parameters of acoustic analysis of voice (100.0 %); The revealed differences between diagnostic methods are statistically significant ( $p < 0.05$  for all paired comparisons). The diagnostic value of acoustic voice analysis indicators ( $F0\_SD$ , Jitter, and Shimmer) in diagnosing a child's voice disorder has been proven. A method for diagnosing dysphonia in children has been developed (the instructions for use "Method for diagnosing dysphonia in children" include a subjective and objective assessment of children's voices with clearly defined criteria for detecting voice disorders).

**Conclusion.** The study proved the expediency of introducing into clinical practice a comprehensive diagnostic algorithm for children with voice disorders, which includes both subjective methods and objective techniques (acoustic analysis and laryngoscopy). This approach minimizes the risk of diagnostic errors and increases the effectiveness of subsequent rehabilitation.

**Key words:** children, dysphonia, objective methods of voice research, diagnostic algorithm, acoustic voice analysis.

В последние десятилетия отмечается неуклонный рост заболеваний, связанных с голосовым аппаратом. Данная тенденция обуславливает высокую социальную и клиническую значимость проблемы и выдвигает на первый план задачу усовершенствования диагностических подходов.

Дисфонии оказывают существенное влияние на школьную, семейную и социальную жизнь ребенка. Нарушение коммуникации может ухудшить социальную интеграцию детей, вызвать у них затруднение в принятии решений. Дети с нарушением голоса часто испытывают проблемы в общении с окружающими, которые делают замечание ребенку по поводу его голоса. Кроме того, дисфонии могут быть источником беспокойства родителей и вызывать у них дискомфорт, а в некоторых случаях и ощущение болезни [1; 2]. Необходимо проводить тщательное обследование, чтобы установить, какие аспекты нарушения голоса требуют особого внимания.

В общеклинической практике врач пользуется прежде всего оценкой голоса человека любого возраста на слух. Но такая оценка весьма затруднительна: кроме своей субъективности она имеет сложности из-за непродолжительности слухового восприятия, зависит от опыта специалиста, натренированности его слуха [3].

При описании качества голоса исследователи используют различные определения, иногда очень многочисленные и неопределенные, которые трудно свести в единую классификацию [4].

На сегодняшний день существует две группы методов оценки голоса: субъективные (слуховая оценка голоса) и объективные. К объективным методам относятся компьютерный акустический анализ голоса, видеоларингостробоскопия, электромиография и электроглоттография [5].

Многие методы диагностики голоса, такие как ларингоскопия, ограничены или вообще не используются при исследовании голоса ребенка из-за возраста и индивидуальных особенностей [6]. Хотя прямая микроларингоскопия может проводиться под наркозом в любом возрасте, в свою очередь, это не позволяет оценить голосовую функцию у детей.

Эксперты в области фониатрии (Union of the European Phoniaticians (Европейский союз фониатров) и Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (Немецкое общество фониатрии и педаудиологии)) сходятся во мнении, что акустический анализ голоса служит главным этапом объективной диагностики, и его исполь-

зование обязательно при любых нарушениях голоса [7; 8]. Применение акустического анализа основано на предположении, что регистрируемые звуковые волны коррелируют с функцией голосовых складок.

Объективная оценка нарушений голосовой функции с учетом ее особенностей в разные периоды детства, а также динамика этих изменений дают возможность не только заподозрить отклонение от нормы, но и судить об эффективности проводимого лечения. Она позволяет расширить и углубить теоретические представления о деятельности функциональной системы голосообразования [9]. Поскольку акустические методы, как правило, неинвазивны, их можно эффективно использовать у лиц разного возраста и/или с различным состоянием здоровья [10; 11].

Действующий клинический протокол в Республике Беларусь «Диагностика и лечение пациентов (детское население) с болезнями уха, горла и носа»<sup>1</sup> содержит рекомендации к использованию единственного метода диагностики – ларингоскопии/ларингостробоскопии. Из-за отсутствия дополнительных методов исследования голоса (субъективной оценки и акустического анализа) диагностика дисфоний затрудняется, поскольку ларингоскопия дает лишь картину состояния гортани (строение складок), но не представляет данных о качестве голоса, также она не всегда информативна при функциональных изменениях голоса. Поэтому применение современных объективных методов исследования функционального состояния голосового аппарата, таких как акустический анализ голоса, позволяет более детально описывать акустические параметры голоса в норме и при патологии, а также дает возможность осуществлять контроль за эффективностью проводимого лечения нарушений голоса.

Цель исследования – обосновать комплексный диагностический подход в рамках клинического стандарта при нарушениях голоса у детей.

## Материал и методы

Исследование выполнено в рамках утвержденной темы научно-исследовательской работы «Разработать метод диагностики нарушений голоса у детей» (№ гос. регистрации 20190452 от 05.04.2022; руководитель – Ю. Е. Еременко, исполнитель – В. С. Долдова).

Для разработки алгоритма диагностики голоса у детей нами использованы собранные ранее данные анамнеза, субъективных и объективных

<sup>1</sup>Диагностика и лечение пациентов (детское население) с болезнями уха, горла и носа : клин. протокол : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.05.2018 № 46. – Мн., 2018. – 45 с.

характеристик голоса 385 детей белорусской популяции. Сформировано две группы: основная и группа сравнения. В основную группу вошли 130 детей с тугоухостью в возрасте 4–12 лет: 100 детей с хронической двусторонней нейросенсорной тугоухостью и 30 – с кондуктивной тугоухостью на фоне среднего экссудативного отита. В группу сравнения вошли 255 здоровых детей, первой группы здоровья в возрасте 4–12 лет.

Критерии исключения пациентов из исследования: острые респираторные заболевания, дисфония по данным субъективного исследования голоса, патология голосового аппарата (узелки голосовых складок, врожденные пороки развития гортани, образования гортани).

Субъективный анализ голоса проводили по шкале Janagihara в баллах и по опроснику качества жизни (Voice Handicap Index, VHI), который включает в себя 10 вопросов о состоянии голоса ребенка. Всем детям была проведена ларингостробоскопия гортани с помощью жесткого эндоскопа 70 градусов. Объективную оценку голоса проводили с использованием программы lingWAVES с исследованием речевого и певческого голоса. Ввиду дизайна исследования полное ослепление оценщика было невозможным.

Статистический анализ полученных данных осуществляли с использованием параметрических методов, в том числе методов описательной статистики, оценки достоверности (критерий Стьюдента), метода построения доверительных интервалов (ДИ), методов проверки статистических гипотез (дисперсионный анализ). Оценку взаимосвязей признаков проводили с использованием метода корреляционного анализа – теста Пирсона ( $r$ ,  $p$ ). Использована методика построения таблиц сопряженности. Достоверность результата рассчитана с помощью точного теста Фишера. Результаты ответов одного родителя были исключены из исследования. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета прикладных программ Statistica 14.0 и R-Systema.

## Результаты и обсуждение

При анализе жалоб было установлено, что у 74 опрошенных родителей детей с нейросенсорной тугоухостью (74,0 %) были жалобы на изменение голоса их детей. Основной жалобой было нарушение тембра голоса, то есть изменялась индивидуальная окраска голоса (этот симптом обнаружен у 54,0 % опрошенных родителей детей с нейросенсорной тугоухостью) (рис. 1).

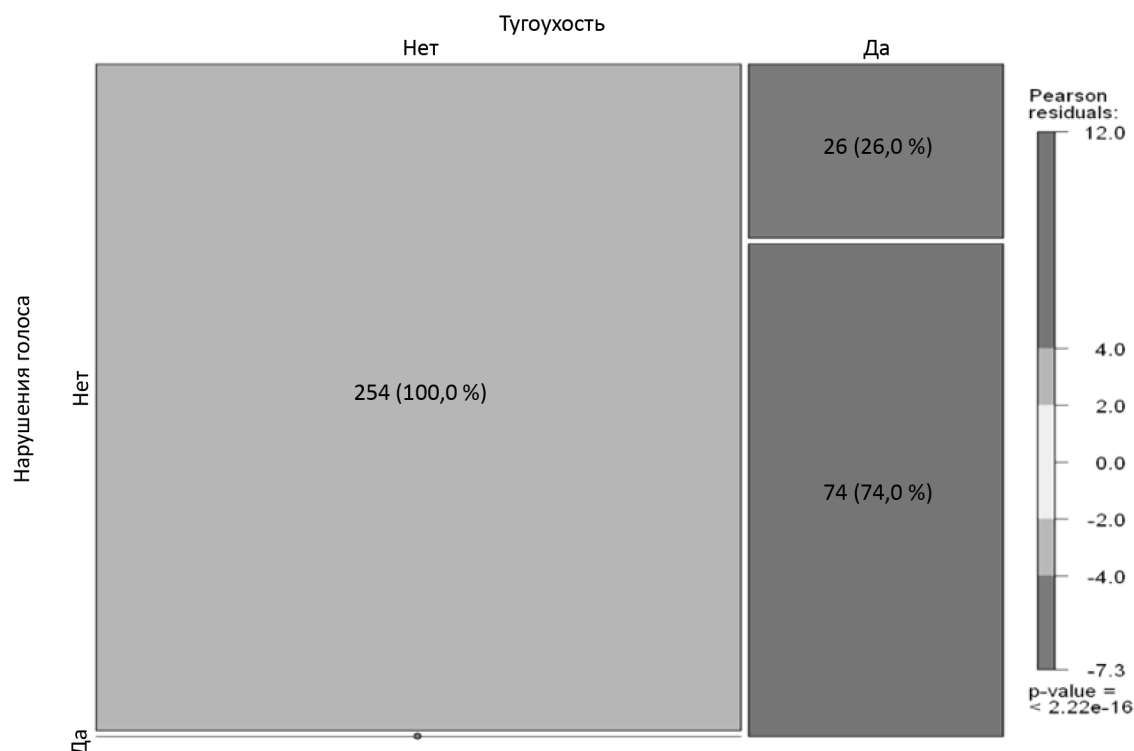


Рис. 1. Гистограмма встречаемости нарушений голоса у детей с нейросенсорной тугоухостью

Fig. 1. Histogram of the occurrence of voice disorders in children with sensorineural hearing loss

При изучении жалоб родителей детей с кондуктивной тугоухостью на фоне среднего экссудативного отита было установлено, что у 8 (26,7 %) пациентов с кондуктивной тугоухостью были жалобы на дисфонию, а именно на изменение тембра голоса. Родители характеризовали голос детей как глухой, слабый и отмечали отсутствие звучности в голосе.

При анализе факторов риска по развитию дисфоний у детей с нарушением остроты слуха достоверно чаще отмечено одновременное нарушение голосовой и речевой функций (рис. 2). У 81 (81,0 %) ребенка с хронической двусторонней нейросенсорной тугоухостью выявлено нарушение речи в виде недоразвития речи (1–3-й уровни речевого развития).

Во время опроса родителей детей о повышенной голосовой нагрузке в повседневной жизни (громкий голос или крик) в 80,25 % (n = 104) случаев родители детей с нарушением остроты слуха и в 21,12 % (n = 54) случаев родители здоровых детей ответили на вопрос положительно (рис. 3).

При сравнительном анализе наличия факторов риска дисфонии оказалось, что у здоровых детей они не встречались. У детей с тугоухостью в 100,0 % случаев наблюдалось снижение слуха. Также часто встречаемый фактор по развитию дисфонии – нарушение речи (63,0 %, n = 81). Таким образом, при проведении диагностических мероприятий необходимо учитывать факторы риска: нарушение слуха, изменение речи и большая голосовая нагрузка.

Субъективный анализ голоса (шкала Janagihara) показал, что у детей с нарушением слуха повышен риск развития дисфонии. В 82,0 % (n = 82) случаев у детей с хронической двусторонней нейросенсорной тугоухостью и в 40 % (n = 12) случаев у детей с кондуктивной тугоухостью были выявлены нарушения голоса. Выявлена статистическая значимость между типом тугоухости и наличием дисфонии ( $p < 0,001$ ).

Применение валидизированного опросника VNI позволило объективизировать фонационные расстройства у детей с тугоухостью: у 40,76 % из них зарегистрированы нарушения голоса,

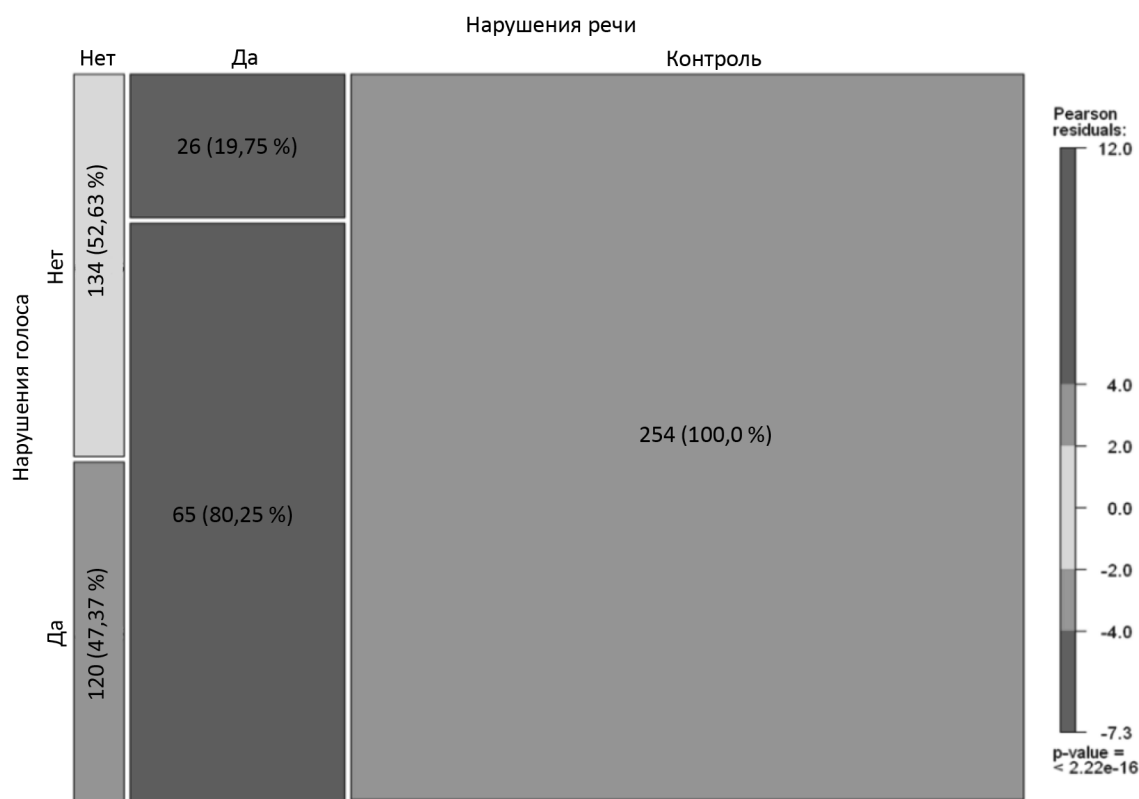


Рис. 2. Гистограмма встречаемости нарушения одновременно голоса и речи у детей с тугоухостью и у здоровых детей

Fig. 2. Histogram of the occurrence of both voice and speech disorders in children with hearing loss and in healthy children

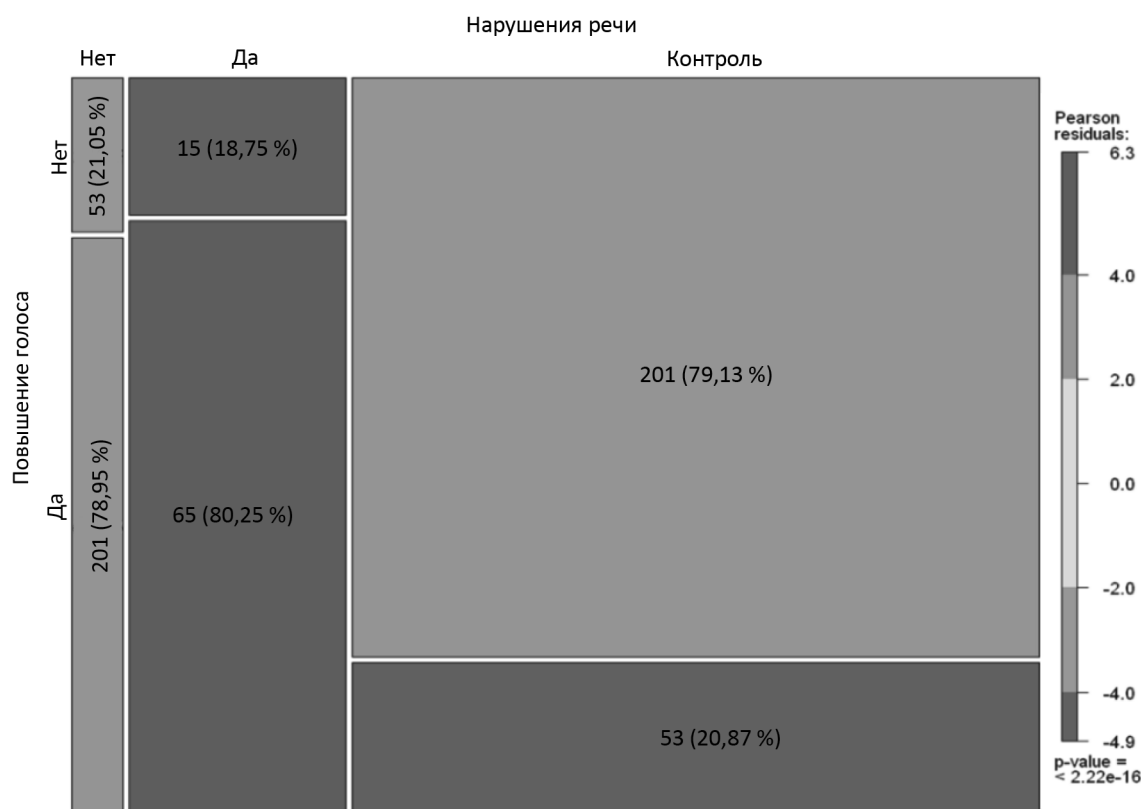


Рис. 3. Гистограмма числа детей с нарушением речи и симптомом повышения голоса

Fig. 3. Histogram of the number of children with speech disorders and voice raising symptoms

клинически проявляющиеся легкой степенью осиплости (дисфонией легкой степени тяжести), что свидетельствует о значительной распространенности начальных голосовых расстройств в исследуемой группе и целесообразности раннего скрининга с использованием субъективных шкал оценки голоса.

При проведении ларингоскопии у здоровых детей, детей с кондуктивной тугоухостью не было выявлено изменений со стороны голосового аппарата. Ларингоскопическая картина соответствовала норме: слизистая оболочка розовая, язычная миндалина не изменена, надгортанник в виде лепестка, грушевидные синусы и валлекулы гортани свободны, черпаловидные хрящи симметричны, голосовые складки серые, ровные, подскладочный отдел гортани не изменен. Стробоскопическая картина: колебания симметричные, регулярные, слизистая волна большая с двух сторон, закрытие голосовой щели полное. У 13 (13,0 %) пациентов с хронической двусторонней нейросенсорной потерей слуха выявлены следующие особенности голосового аппарата: неполное смыкание голосовых складок ( $n = 13$ ), снижение амплитуды голосо-

вых складок ( $n = 3$ ), асимметрия слизистой волны ( $n = 6$ ). Данные изменения голосового аппарата соответствуют признакам сниженного тонуса, а именно функциональной дисфонии по гипотонусному типу (рис. 4).

Следует отметить, что изменения со стороны гортани были выявлены у детей с 4-й степенью хронической двусторонней нейросенсорной тугоухости (рис. 5).

Как свидетельствуют данные, представленные на рис. 6, при тугоухости 1–3-й степени ларингоскопическая картина в гортани редко свидетельствует о наличии дисфонии, лишь только при высокой степени тугоухости констатируется изменение колебаний голосовых складок. Таким образом, в диагностическом стандарте диагностики дисфонии у детей с тугоухостью результаты ларингоскопии не являются информационно значимыми.

При проведении акустического анализа голоса установлено среднее значение частоты основного тона – 256,3 Гц (95 % ДИ (252,1–260,5)) у детей димутационного периода белорусской популяции.

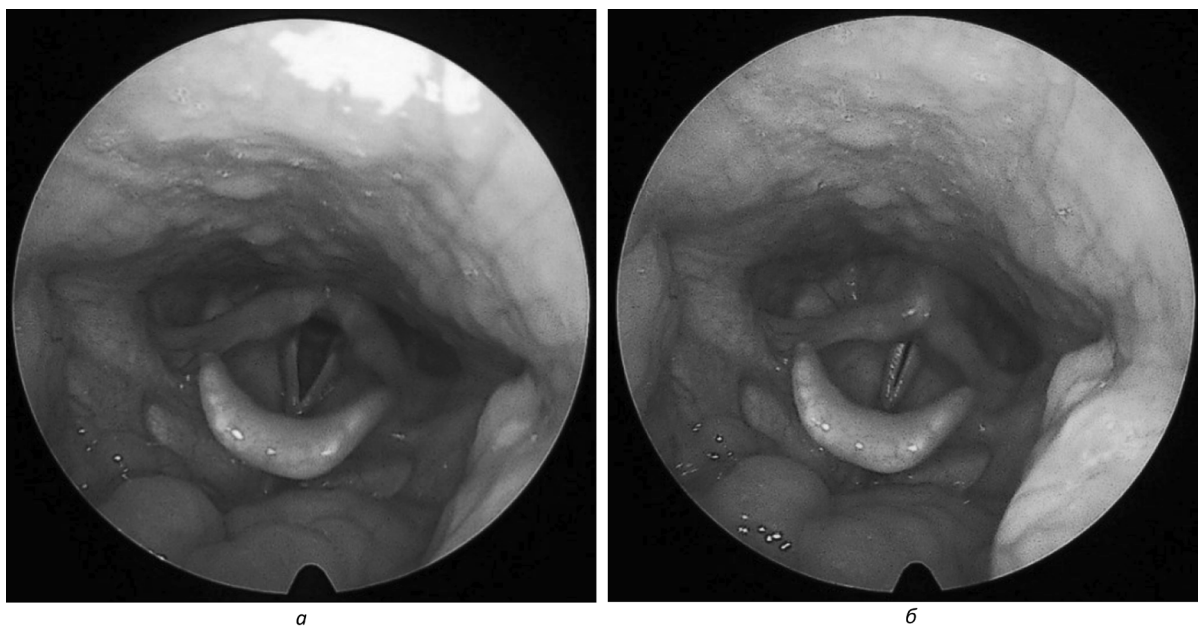


Рис. 4. Видеоларингоскопия ребенка 8 лет: *а* – гортань во время дыхания; *б* – гортань во время фонации  
Fig. 4. Video laryngoscopy of an 8-year-old child: *a* – larynx during breathing; *b* – larynx during phonation

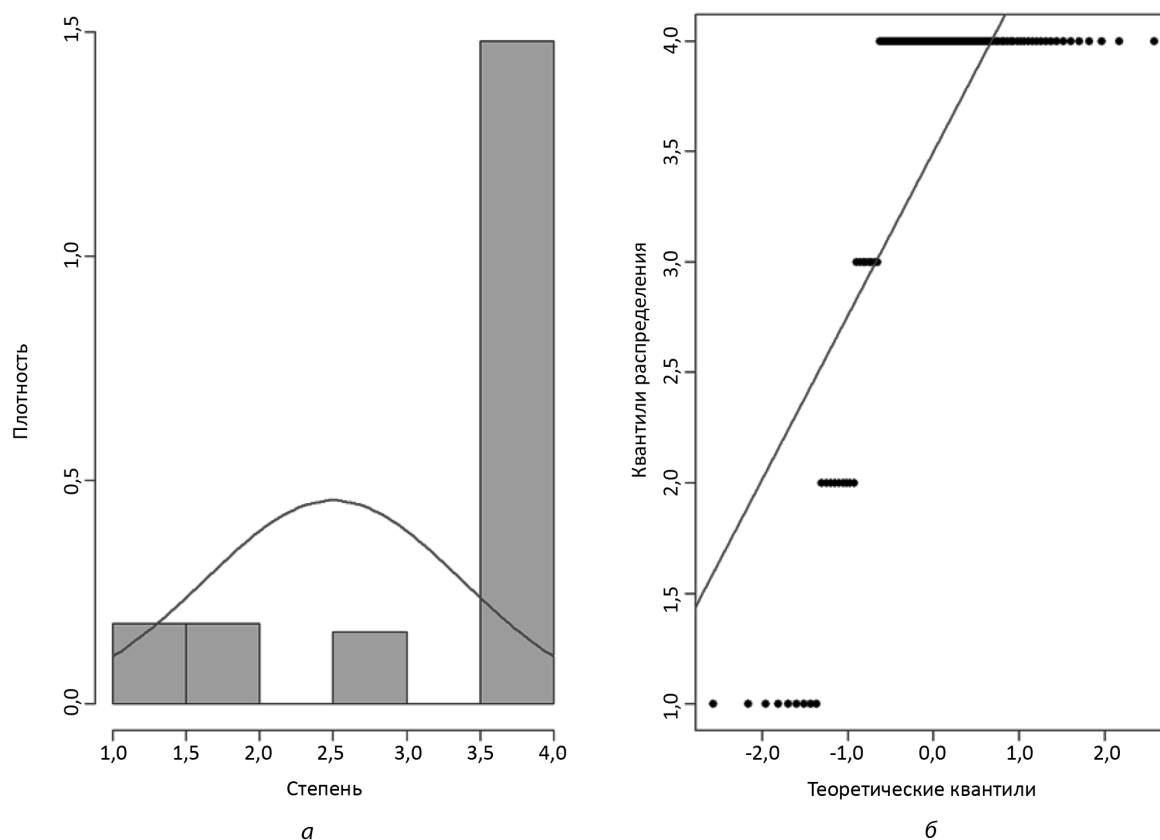


Рис. 5. Распределение детей с изменениями в гортани в зависимости от степени тугоухости:  
*а* – гистограмма; *б* – Q-Q график

Fig. 5. Distribution of the number of children with changes in the larynx depending on the degree of hearing loss:  
*a* – histogram; *b* – Q-Q graph

Нами был проведен сравнительный анализ показателей акустического анализа голоса (F0\_SD, Jitter и Shimmer) у здоровых детей и детей с тугоухостью.

Сравнительный анализ показателя разброса частоты основного тона у детей без нарушений голоса и слуха и детей с тугоухостью отражен в табл. 1.

Разброс частоты основного тона у детей с нарушением остроты слуха по сравнению со здоровыми детьми увеличен, что подтверждается статистически ( $p = 0,0$ ). При этом сравнительный анализ средних величин показателя разброса частоты основного тона в зависимости от вида тугоухости статистически достоверной разницы не выявил ( $p = 0,67$ ;  $p > 0,05$ ).

Показатель пертурбации частоты основного тона изменялся в широких пределах, средние значения представлены в табл. 2.

Дети с тугоухостью имеют более высокие значения Jitter по сравнению с детьми без нарушений слуха и голоса. При сравнительном анализе

показателя пертурбации частоты основного тона у детей без нарушения слуха и голоса, и детей с тугоухостью установлены существенные различия ( $p = 0,0$ ). В то же время не установлено статистически значимых различий Jitter в зависимости от степени тугоухости ( $p = 0,328$ ).

Средние значения показателя Shimmer у детей представлены в табл. 3.

Показатель Shimmer у детей с нарушением остроты слуха увеличен по сравнению со здоровыми детьми, что подтверждается статистически ( $p = 0,0$ ).

Доказана диагностическая ценность показателей F0\_SD, Jitter и Shimmer при проведении диагностики нарушения голоса у детей. С увеличением возраста происходит снижение следующих показателей акустического анализа голоса: разброса частоты основного тона с 2,04 % до 1,24 %, вариативности по частоте (Jitter) с 0,34 % до 0,21 % ( $p < 0,05$ ), амплитуде (Shimmer) с 8,69 % до 7,45 % ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 1. Сравнение разброса частоты основного тона у детей без нарушений слуха и голоса и детей с тугоухостью (SP\_F0)**

**Table 1. Comparison of the pitch frequency spread in children without hearing and voice impairments and children with hearing loss (SP\_F0)**

| Группа пациентов          | SP_F0, % |           | Статистическая значимость<br>(Критерий Стьюдента) |
|---------------------------|----------|-----------|---------------------------------------------------|
|                           | M        | 95 % ДИ   |                                                   |
| Нейросенсорная тугоухость | 5,44     | 3,74–7,15 | 0,008*                                            |
| Кондуктивная тугоухость   | 6,27     | 2,99–9,54 |                                                   |
| Здоровые дети             | 1,44     | 1,28–1,61 | 0,000*                                            |

Примечание: \* –  $p < 0,05$ ; M – средние значения (также в табл. 2 и 3).

**Таблица 2. Средние значения пертурбации частоты основного тона у детей (Jitter)**

**Table 2. Average values of pitch frequency perturbation in children (Jitter)**

| Группа пациентов          | Jitter, % |           |
|---------------------------|-----------|-----------|
|                           | M         | 95 % ДИ   |
| Нейросенсорная тугоухость | 1,69      | 1,15–2,23 |
| Кондуктивная тугоухость   | 1,52      | 0,96–2,08 |
| Здоровые дети             | 0,47      | 0,37–0,58 |

**Таблица 3. Средние значения показателя вариативности по амплитуде (Shimmer)**

**Table 3. Average values of the amplitude variability index (Shimmer)**

| Группа пациентов          | Shimmer, % |             |
|---------------------------|------------|-------------|
|                           | M          | 95 % ДИ     |
| Нейросенсорная тугоухость | 12,77      | 11,46–14,08 |
| Кондуктивная тугоухость   | 11,67      | 9,72–13,62  |
| Здоровые дети             | 8,42       | 7,87–8,97   |

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что при диагностике нарушений голоса информационно значимыми являются субъективные данные: сбор анамнеза, использование опросника VHI, экспертная оценка голоса ребенка. На основании всего изложенного нами разработан метод диагностики дисфонии, который включает в себя несколько этапов. Метод включает субъективную и объективную оценку голоса детей с четко разработанными критериями для выявления нарушения голоса. Данный метод можно использовать как для диагностики дисфоний у детей, так и для диагностики нарушения голоса у детей с нарушением слуха. Также на основании метода нами была разработана инструкция по применению «Метод диагностики дисфоний у детей»<sup>2</sup>.

## Выводы

1. При сборе анамнеза у родителей необходимо акцентировать внимание на факторах риска тугоухости, а также на наличии соматической патологии, сопровождающейся нарушениями голоса.
2. При клиническом осмотре детей с нарушением слуха следует обращать внимание на нарушение речи. Результаты нашего исследования доказали необходимость использования опросника VHI и экспертной оценки голоса ребенка как родителем, так и врачом (тест Фишера,  $p = 0,0$ ).
3. Установлена диссоциация информационной значимости ларингоскопии (13,0 %) по сравнению с экспертной оценкой голоса (76,9 %)

и качественно-количественными параметрами акустического анализа голоса (100,0 %); выявленные различия между диагностическими методами являются статистически значимыми ( $p < 0,05$  для всех парных сравнений).

4. Доказана диагностическая ценность показателей акустического анализа голоса (F0\_SD, Jitter и Shimmer) при проведении диагностики нарушения голоса у ребенка.

5. Разработан метод диагностики дисфоний у детей (инструкция по применению «Метод диагностики дисфоний у детей» включает субъективную и объективную оценку голоса детей с четко разработанными критериями для выявления нарушения голоса).

Таким образом, исследование обосновало целесообразность внедрения в клиническую практику комплексного диагностического алгоритма для детей с нарушениями голоса, включающего в себя как субъективные методы, так и объективные методики (акустический анализ и ларингоскопию). Такой подход позволяет минимизировать риск диагностических ошибок и повысить эффективность последующей реабилитации.

Авторы выражают благодарность администрации и коллективу ГУ «Республиканский научно-практический центр оториноларингологии», УО «Белорусский государственный университет» и «Белорусский государственный медицинский университет» за поддержку и содействие при сборе материала и подготовке публикации.

## Литература

1. Орлова, О. С. Нарушения голоса у детей и их коррекция / О. С. Орлова, Е. А. Лаптева // Вопросы гуманитарных наук. – 2004. – № 5. – С. 87–89.
2. Лаптева, Е. А. Логопедическая работа по коррекции дисфоний у детей младшего школьного возраста: автореф. дис. ... к. п. н. : 13.00.03 / Лаптева Елена Анатольевна. – М., 2005. – 24 с.
3. Дегтярева, Д. В. Объективные неинвазивные методы исследования голосовой функции у детей : автореф. дис. ... к. м. н. : 14.01.03 / Дегтярева Дарья Витальевна. – М., 2014. – 24 с.
4. Voice-related patient-reported outcome measures : a systematic review of instrument development and validation / D. O. Francis, J. J. Daniero, K. L. Hovis [et al.] // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. – 2017. – Vol. 60, № 1. – P. 62–88. – doi: 10.1044/2016\_JSLHR-S-16-0022.
5. Василенко, Ю. С. Голос: фонологические аспекты / Ю. С. Василенко. – М. : Дипак, 2013. – 394 с.
6. Шиленкова, В. В. Дисфонии и голос / В. В. Шиленкова. – Ярославль : Аверс Плюс. 2018. – 256 с.
7. Fujiki, R. Instrumental voice evaluation in children: what are we getting? / R. Fujiki, A. Venkatraman, R. Godbout, S. Thibeault // American Journal of Speech-Language Pathology. – 2025. – Vol. 34, № 6. – P. 3076–3090. – doi: 10.1044/2025\_AJSLP-25-00161.
8. Consensus for voice quality assessment in clinical practice: guidelines of the European Laryngological Society and Union of the European Phoniaticians / J. R. Lechien, A. Geneid, J. E. Bohlender [et al.] // European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. – 2023. – Vol. 280. – P. 5459–5473.
9. Diagnostik und Therapie von Störungen der Stimmfunktion (Dysphonien) / Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e.V. – URL: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/049-008m\\_S2k\\_Diagnostik-Therapie-Stoerungen-der-Stimmfunktion-Dysphonien\\_2023-01.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/049-008m_S2k_Diagnostik-Therapie-Stoerungen-der-Stimmfunktion-Dysphonien_2023-01.pdf) (date of access: 14.04.2026).

<sup>2</sup>Метод диагностики дисфоний у детей : инструкция по применению № 044-0624 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь от 13.12.2024 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 10.06.2026).

10. Measures of phonatory ability / J. J. Romak, R. J. Heuer, M. J. Hawkshaw, R. T. Sataloff // *Clinical Assessment of Voice* / R. T. Sataloff. – 2nd ed. – San Diego, 2017. – P. 62–66.
11. Effects of vocal nodules on acoustic characteristics of voice in children: an acoustic analysis of voice / T. Aoki, T. Takeyama, Y. Sakamoto [et al.] // *The Journal of Medical Investigation*. – 2021. – Vol. 68, № 3.4. – P. 276–279. – doi: 10.2152/jmi.68.276.

## References

1. Orlova O.S., Voice disorders in children and their rehabilitation. *Voprosy gumanitarnykh nauk*. 2004; 5: 87–89. (in Russian)
2. Lapteva E.A. Speech therapy intervention for the correction of dysphonia in primary school-aged children. Moscow; 2005. 24. (in Russian)
3. Degtyareva D.V. Objective non-invasive methods for assessing vocal function in children. Moscow; 2014. 5. (in Russian)
4. Francis D.O., Daniero J.J., Hovis K.L., et al. Voice-related patient-reported outcome measures *J Speech Lang Hear Res*. 2017; 60(1): 62–88. doi: 10.1044/2016\_JSLHR-S-16-0022.
5. Vasilenko Yu.S. Voice: Phoniatic aspects. Moscow: Dipak; 2013. 394.
6. Shilenkova V.V. Dysphonia and voice. Yaroslavl: Avers Plyus; 2018. 256.
7. Fujiki R., Venkatraman A., Godbout R., Thibeault S. Instrumental Voice Evaluation in children: what are we getting? *AJSLP*. 2025; 34(6): 3076–3090. doi: 10.1044/2025\_AJSLP-25-00161.
8. Lechien J.R., Geneid A., Bohlender J.E., et al. Consensus for voice quality assessment in clinical practice. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2023; 280: 5459–5473.
9. Diagnostik und Therapie von Störungen der Stimmfunktion (Dysphonien / Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e.V. Available at: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/049-008m\\_S2k\\_Diagnostik-Therapie-Stoerungen-der-Stimmfunktion-Dysphonien\\_2023-01.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/049-008m_S2k_Diagnostik-Therapie-Stoerungen-der-Stimmfunktion-Dysphonien_2023-01.pdf) (accessed: 14.04.2026).
10. Romak J.J., Heuer R.J., Hawkshaw M.J., Sataloff R.T. Measures of phonatory ability. *Clinical Assessment of Voice*. San Diego; 2017: 62–66.
11. Aoki T., Takeyama T., Sakamoto Y., et al. Effects of vocal nodules on acoustic characteristics of voice in children: an acoustic analysis of voice. *J Med Invest*. 2021; 68(3.4): 276–279. doi: 10.2152/jmi.68.276.

### Контактная информация:

Долдова Валерия Сергеевна – врач – оториноларинголог-фониатр  
городского фониатрического кабинета гнойного оториноларингологического отделения  
11-я городская клиническая больница  
Ул. Корженевского, 4, 220108, г. Минск  
Сл. тел. +375 17-232-72-54  
ORCID: 0009-0007-7051-6706

### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: В. С. Д., Е. П. М.  
Сбор информации и обработка материала: В. С. Д.  
Статистическая обработка данных: В. С. Д.  
Написание текста: В. С. Д., Е. П. М.  
Редактирование: В. С. Д.  
Меркулова Елена Павловна. ORCID: 0000-0002-6533-3696  
Конфликт интересов отсутствует

Поступила 30.06.2026  
Принята к печати 15.07.2026

## Изменение во времени основных размеров большого таза у первородящих и повторнородящих женщин разного роста

<sup>1</sup>О. Л. Малолеткина, <sup>1</sup>О. А. Пересада, <sup>2</sup>Н. В. Русина

<sup>1</sup>Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения  
УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Провести сравнительный анализ изменений размеров большого таза у первородящих и повторнородящих женщин разного роста при постановке на учет по беременности и накануне родов.

**Материал и методы.** В исследование включено 260 женщин с одноплодной беременностью. В зависимости от роста все пациентки были разделены на две группы: в группу А (N = 108) вошли женщины, рост которых был ниже 167 см, в группу В (N = 152) – пациентки ростом 167 см и выше. Группы А и В были разделены на подгруппы (А1 и А2, В1 и В2) в зависимости от паритета родов: подгруппы А1 (n = 57) и В1 (n = 68) – первородящие женщины; подгруппы А2 (n = 51) и В2 (n = 84) – повторнородящие пациентки.

**Результаты.** Изменение размеров большого таза во время беременности является физиологическим процессом, и его выраженность зависит от конституциональных особенностей женщины, в частности от роста. Наиболее статистически устойчивые изменения выявлены для conjugata externa у первородящих женщин низкого роста и повторнородящих женщин высокого роста, тогда как остальные размеры большого таза статистически значимой динамики не продемонстрировали.

**Заключение.** Нельзя только по росту судить о ширине и размерах таза, всегда следует проводить его измерения как при постановке на учет по беременности, так и накануне родов – это поможет установить динамическую трансформацию таза во время гестации и может способствовать совершенствованию оценки риска акушерских осложнений.

**Ключевые слова:** беременность, паритет родов, рост, размеры большого таза, пельвиометрия.

**Objective.** To conduct a comparative analysis of changes in the dimensions of the great pelvis in primiparous and multiparous women of different heights at registration for pregnancy and on the eve of childbirth.

**Materials and methods.** The study included 260 women with a singleton pregnancy. Depending on their height, all the patients were divided into two groups: A and B. Group A (N = 108) included women whose height was below 167 cm. Group B (N = 152) included patients whose height was 167 cm or more. Groups A and B were divided into subgroups (A1 and A2, B1 and B2) depending on the parity of the birth: subgroups A1 (n = 57) and B1 (n = 68) – first-time mothers; subgroups A2 (n = 51) and B2 (n = 84) – second-time mothers.

**Results.** Changes in the size of the large pelvis during pregnancy are a physiological process, and their severity depends on the woman's constitutional characteristics, particularly her height. The most statistically significant changes were observed in the conjugata externa of low-height first-time mothers and high-height second-time mothers, while the other dimensions of the pelvis did not show any statistically significant changes.

**Conclusion.** Thus, it is not possible to judge the width and size of the pelvis solely based on height. It is always necessary to measure the pelvis both during pregnancy registration and on the eve of childbirth, as this will help to establish the dynamic transformation of the pelvis during gestation and may contribute to improving the assessment of the risk of obstetric complications.

**Key words:** pregnancy, parity of childbirth, height, dimensions of the large pelvis, pelviometry.

В центре внимания классического акушерства постоянно находятся структурные особенности костного таза. Сегодня трактуем его как динамическую систему, функциональность которой подвержена значительным колебаниям под действием комплекса факторов: нейрогуморальной регуляции, механических нагрузок и метаболических сдвигов, особенно во время беременности и в послеродовом периоде.

В современном акушерстве произошла смена стереотипов: костный таз более не рассматривается как жесткая, статичная структура. Первую беременность и первые роды можно рассматривать как мощный фактор перестройки всех органов и систем, особенно это относится к тазовому кольцу. Последующие же беременности и роды могут приводить к адаптационным и кумулятивным изменениям в геометрии таза. Несмотря на существование обширных публикаций о размерах таза, узких тазах, диспропорции таза, малоизученными остаются вопросы изменения его четырех ключевых размеров: во время беременности, в послеродовом периоде, а также в отдаленные сроки после родов, а также как эта динамика зависит от паритета родов и конституциональных особенностей пациенток [1]. Без преувеличения, можно утверждать, что оценка соответствия между костным тазом матери и головкой плода является одним из основополагающих моментов современного акушерства. Данные о размерах таза беременной и головки плода служат важными диагностическими ориентирами для врачей – акушеров-гинекологов в процессе родов. Эти показатели играют решающую роль в принятии решений, особенно при затяжных родах, когда необходимо определиться: продолжать роды через естественные родовые пути или прибегнуть к экстренному кесареву сечению.

В 1960 г. была предложена теория, что таз человека представляет собой эволюционный компромисс между двумя функциями: двуногой походкой и родами. Антрополог Шервуд Уошберн назвал эту теорию акушерской дилеммой [2]. Узкий таз выгоден для прямохождения, но не выгоден для родов. Он обеспечивает поддержку внутренних органов и плода человека во время длительного периода беременности. Прямохождение же в первую очередь ограничило гибкость лобкового симфиза во время беременности, который у большинства млекопитающих во время родов расходится гораздо шире, чем у человека.

Согласно исследованиям Е. В. Белова и соавт., у большинства современных девушек наблюдается поперечно-суженная форма таза, что свидетельствует о возможном риске акушерских осложнений в случае беременности и родов [3].

Е. Д. Выshedкевич и соавт. предположили, что размеры таза матери могут прямо или косвенно влиять на исход родов крупным плодом, например, оказывая воздействие на биомеханизм родов, сократительную активность матки, длительность родов и т. д. Авторы считают, что данные наружной антропометрии бывают недостаточно информативными в диагностике узкого таза [4].

Исследование А. С. Пономарева и соавт. подтвердило наличие выраженной связи между размерами таза и такими антропометрическими показателями, как рост, вес, тип телосложения, индекс массы тела, длина стопы, межкостное, межреберное и межвертельное расстояния, а также ряд параметров, характеризующих осанку человека. Представленные данные подчеркивают целостность скелетных пропорций и возможность использования этих характеристик в оценке индивидуальных морфологических особенностей [5].

Н. Н. Медведева и соавт. установили, что рост женщины влияет на наружные размеры таза и окружность живота во время беременности: чем выше рост, тем больше размеры таза и окружность живота накануне родов. Также была обнаружена умеренная положительная корреляция между ростом женщин с нормальным весом и *distantia spinarum*, *distantia cristarum*, *distantia trochanterica*, а также слабая положительная корреляция между ростом женщин с нормальным весом и *conjugata externa* и окружностью живота. Авторы резюмировали, что у беременных с нормальным весом данные параметры могут использоваться для предварительной оценки соответствия размеров таза матери и плода накануне родов [6].

Таким образом, имеющиеся литературные данные подтверждают значение антропометрических характеристик женщины и наружных размеров таза для акушерской практики. Вместе с тем большинство опубликованных работ рассматривает размеры таза преимущественно как статические анатомические параметры. Между тем во время беременности тазовое кольцо функционирует как динамическая костно-связочная система, на которую одновременно воздействуют механические, гормональные и метаболические факторы. В клиническом отношении важным может быть не только исходный размер таза, но и характер его изменения в течение гестации, особенно у женщин различных ростовых групп и с различным паритетом родов.

Недостаточная изученность временной трансформации *d. spinarum*, *d. cristarum*, *d. trochanterica* и *s. externa* ограничивает возможность объективной оценки адаптационного потенциала тазового кольца и требует отдельного анализа.

Систематизируя полученные литературные данные, можно утверждать, что актуальной является диагностика и оценка изменений размеров большого таза у женщин, различающихся по росту, так как это может иметь важное значение для прогнозирования родов, профилактики осложнений и разработки индивидуальных стратегий акушерского ведения родов.

В статье оцениваются временные изменения в основных размерах большого таза как у первородящих, так и у повторнородящих женщин разного роста.

Цель исследования – провести сравнительный анализ изменений размеров большого таза у первородящих и повторнородящих женщин разного роста при постановке на учет по беременности и накануне родов.

## Материал и методы

В исследование были включены 260 пациенток, госпитализированных для родоразрешения в УЗ «Клинический родильный дом Минской области» и «Жодинская центральная городская больница».

В зависимости от роста все пациентки были разделены на две группы: в группу А (N = 108) вошли женщины ростом ниже 167 см, в группу В (N = 152) – пациентки ростом 167 см и выше.

Группы А и В были разделены на две подгруппы (A1 и A2, B1 и B2) в зависимости от паритета родов: подгруппы A1 (n = 57) и B1 (n = 68) – первородящие женщины; подгруппы A2 (n = 51) и B2 (n = 84) – повторнородящие пациентки.

Критериями включения женщин в исследование были одноплодная беременность, предгестационный индекс массы тела 18,5–24,9 кг/м<sup>2</sup>, прибавка массы тела за беременность не более 14 кг.

Критериями исключения явились: срок гестации менее 37 нед. или 42 нед. и более, многоплодная беременность.

Ограничения исследования: не проводился анализ массы плода, окружности головки новорожденного и воспроизводимости пельвиометрических измерений, что требует дальнейшего изучения.

Для измерения основных размеров таза (пельвиометрия) использовали тазомер:

- *distantia spinarum* – расстояние между передне-верхними остями подвздошных костей, для измерения этого размера пуговки тазомера прижимают к наружным краям передневерхних остей подвздошных костей;

- *distantia cristarum* – расстояние между наиболее отдаленными точками гребней подвздошных костей, для измерения пуговки тазомера передвигают по наружному краю гребней подвздошных костей до получения максимального размера;

- *distantia trochanterica* – расстояние между большими вертелами бедренных костей, к которым при измерении прижимают пуговки тазомера;

- *conjugata externa* – расстояние от надкрестцовой ямки до верхнего края лобкового симфиза; характеризует прямой размер входа малого таза: если от величины наружной конъюгаты вычесть 9,5–10 см, то получим величину истинной конъюгаты (с. vera = 11 см). Измерения данного размера проводили в положении женщины на левом боку, нижняя нога у женщины согнута, верхняя – вытянута. Врач стоит справа от пациентки. Пуговки тазомера располагают в верхнем углу ромба Михаэлиса или в углублении, под остистым отростком V поясничного позвонка и посередине верхнего края симфиза.

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации, Законом Республики Беларусь «О здравоохранении»<sup>1</sup>. Имеется выписка из протокола заседания Комитета по биомедицинской этике УО «Белорусский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.06.2025 № 11.

Все участницы исследования подписали информированное согласие.

## Статистический анализ

Для решения поставленной цели использовали следующее программное обеспечение: язык программирования, Python (версия 3.9); библиотеки, pandas (для работы с данными), numpy (для численных операций), scipy.stats (для вычисления р-значений); matplotlib (для визуализации); код – скрипт statistical\_analysis.py. Применяли непараметрические методы статистического анализа, так как распределение большинства признаков отличалось от нормального, что подтверждалось критерием Шапиро – Уилка. Количественные признаки представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me – медиана, [Q1; Q3] – интерквартильный интервал (25-й и 75-й процентиля). Сравнение количественных данных двух зависимых групп проводили с помощью теста Уилкоксона (Wilcoxon matched pairs test).

Основная цель анализа – описать изменения четырех ключевых размеров большого таза (*d. spinarum*, *d. cristarum*, *d. trochanterica*, *c. externa*)

<sup>1</sup>О здравоохранении : Закон Респ. Беларусь от 18 июня 1993 г. № 2435-XII : в ред. от 8 июля 2025 г. № 26-3 // илех : информ. правовая система (дата обращения: 06.04.2026).

при постановке на учет по беременности (8–10 нед. беременности) (точка 1) и накануне родов (за 3–7 сут. до родов) (точка 2) в зависимости от роста пациентки и паритета родов (первые, повторные).

С учетом множественного характера сравнений статистических гипотез была применена поправка Бонферрони. Поскольку анализ включал 16 парных внутригрупповых сравнений (4 пельвиометрических показателя  $\times$  4 подгруппы), скорректированный уровень статистической значимости составил:  $\alpha_{\text{corr}} = 0,05/16 = 0,003$ . Дополнительно рассчитывали скорректированные р-значения:  $p_{\text{Бонф}} = \min(p \times 16)$ . Различия считали статистически значимыми при исходном  $p < 0,05$  или при  $p_{\text{Бонф}} < 0,003$ . Значения  $p$ , достигавшие уровня  $< 0,05$  до коррекции, но не сохранившие значимость после поправки, интерпретировали как номинально значимые и требующие осторожной клинической оценки. В таблицах результатов представлены как номинальные значения ( $p_{\text{raw}}$ ), так и скорректированные уровни значимости ( $p_{\text{adj}}$ ).

Размеры большого таза представлены в сантиметрах (см).

### Результаты и обсуждение

Средний возраст пациенток группы А составил  $29,10 \pm 5,90$  года, группы В –  $29,79 \pm 5,00$  года. Статистически значимых различий по возрасту между группами не выявлено ( $p = 0,379$ ), что свидетельствует об их сопоставимости по возрастному признаку.

В результате анализа изменений основных размеров таза (d. spinarum, d. cristarum, d. trochanterica, c. externa) у первородящих и повторнородящих женщин подгрупп А1, А2, В1, В2 при постановке на учет по беременности и перед родами были получены данные, представленные в табл. 1–4.

При анализе табл. 1 не было установлено статистически значимых различий изменения показателя размера большого таза d. spinarum (в точках 1 и 2) у женщин всех подгрупп.

**Таблица 1. Сводные показатели и статистическая значимость изменений размера d. spinarum при постановке на учет по беременности (точка 1) и перед родами (точка 2)**

**Table 1. Summary indicators and statistical significance of changes in size d. spinarum at pregnancy registration (point 1) and before delivery (point 2)**

| Подгруппа | Точка 1              | Точка 2              | Уровень значимости без учета множественных сравнений, $p_{\text{raw}}$ | Уровень значимости с учетом множественных сравнений, $p_{\text{adj}}$ |
|-----------|----------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A1        | 24,0<br>[23,0; 25,0] | 25,0<br>[24,0; 26,0] | 0,003                                                                  | 0,048                                                                 |
| A2        | 25,0<br>[25,0; 26,0] | 25,0<br>[25,0; 26,0] | 0,18                                                                   | 1,0                                                                   |
| B1        | 25,0<br>[24,5; 26,0] | 26,0<br>[25,0; 27,0] | 0,018                                                                  | 0,288                                                                 |
| B2        | 26,0<br>[25,0; 26,0] | 26,0<br>[25,0; 27,0] | 0,001                                                                  | 0,016                                                                 |

**Таблица 2. Сводные показатели и статистическая значимость изменений размера d. cristarum при постановке на учет по беременности (точка 1) и перед родами (точка 2)**

**Table 2. Summary indicators and statistical significance of changes in size d. cristarum at pregnancy registration (point 1) and before delivery (point 2)**

| Подгруппа | Точка 1              | Точка 2              | Уровень значимости без учета множественных сравнений, $p_{\text{raw}}$ | Уровень значимости с учетом множественных сравнений, $p_{\text{adj}}$ |
|-----------|----------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A1        | 27,0<br>[26,0; 28,0] | 27,0<br>[24,0; 29,0] | 0,69                                                                   | 1,0                                                                   |
| A2        | 28,0<br>[27,0; 29,0] | 28,0<br>[27,0; 28,0] | 0,37                                                                   | 1,0                                                                   |
| B1        | 28,0<br>[27,5; 29,0] | 28,0<br>[26,0; 32,0] | 0,66                                                                   | 1,0                                                                   |
| B2        | 28,0<br>[28,0; 29,0] | 28,0<br>[28,0; 29,0] | 0,75                                                                   | 1,0                                                                   |

**Таблица 3. Сводные показатели и статистическая значимость изменений размера d. trochanterica при постановке на учет по беременности (точка 1) и перед родами (точка 2)**

**Table 3. Summary indicators and statistical significance of changes in size d. trochanterica at pregnancy registration (point 1) and before delivery (point 2)**

| Подгруппа | Точка 1              | Точка 2              | Уровень значимости без учета множественных сравнений, $p_{raw}$ | Уровень значимости с учетом множественных сравнений, $p_{adj}$ |
|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| A1        | 30,0<br>[30,0; 32,0] | 31,3<br>[30,0; 32,0] | 0,08                                                            | 1,0                                                            |
| A2        | 31,0<br>[30,0; 33,0] | 32,0<br>[30,0; 33,0] | 0,11                                                            | 1,0                                                            |
| B1        | 31,0<br>[30,0; 32,8] | 32,0<br>[31,0; 33,0] | 0,2                                                             | 1,0                                                            |
| B2        | 32,0<br>[30,0; 34,0] | 33,0<br>[32,0; 34,0] | 0,005                                                           | 0,08                                                           |

**Таблица 4. Сводные показатели и статистическая значимость изменений размера c. externa при постановке на учет по беременности (точка 1) и перед родами (точка 2)**

**Table 4. Summary indicators and statistical significance of changes in size c. externa at pregnancy registration (point 1) and before delivery (point 2)**

| Подгруппа | Точка 1              | Точка 2              | Уровень значимости без учета множественных сравнений, $p_{raw}$ | Уровень значимости с учетом множественных сравнений, $p_{adj}$ |
|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| A1        | 19,0<br>[18,0; 20,0] | 20,0<br>[19,5; 21,0] | 0,00002                                                         | 0,00032                                                        |
| A2        | 20,0<br>[19,0; 20,0] | 20,0<br>[20,0; 21,0] | 0,13                                                            | 1,0                                                            |
| B1        | 20,0<br>[19,0; 20,0] | 20,0<br>[19,8; 21,0] | 0,15                                                            | 1,0                                                            |
| B2        | 20,0<br>[19,4; 21,0] | 21,0<br>[20,0; 21,0] | 0,00006                                                         | 0,00096                                                        |

Полученные данные свидетельствуют о том, что d. spinatum является консервативным антропометрическим параметром таза и отражает индивидуальные конституциональные особенности женщины в большей степени, чем гестационно обусловленные изменения опорно-связочного аппарата. Отсутствие динамики данного показателя подтверждает, что наблюдаемые в ходе беременности изменения размеров таза связаны преимущественно с функциональной перестройкой тазового кольца и соединительной ткани, а не с изменением размеров подвздошных костей.

При анализе табл. 2 не было установлено статистически значимых различий изменения показателя размера большого таза d. cristarum (в точках 1 и 2) у женщин всех подгрупп.

По сути, d. cristarum – это ширина таза, которая генетически детерминирована и формируется к моменту завершения полового созревания. Кости таза, в отличие от симфиза или связок, в норме не расходятся во время беременности. Размяг-

чение связок и серозное пропитывание во время беременности влияет на подвижность в сочленениях, но не может способствовать увеличению линейных размеров самих костей таза.

Данные табл. 3 показывают, что d. trochanterica демонстрирует инертность и стабильность. Изменение межвертельного расстояния может происходить только за счет поворота бедренных костей в суставах (наружная ротация) и/или изменения угла шейки бедра, что маловероятно за 40 нед. беременности.

Увеличение размеров таза за счет изменений в тазобедренных суставах не является физиологически значимым механизмом адаптации к родам, поскольку может сопровождаться нарушением стабильности таза и изменением биомеханики походки.

В классическом акушерстве d. trochanterica – это ключевой наружный размер, по которому косвенно можно судить об истинной конъюгате (прямой размер входа в малый таз). Это размер, который клинически важен для прохождения головки плода по родовым путям.

Анализируя данные табл. 4, можно предположить компенсаторную гипермобильность размеров таза у первородящих женщин низкого роста (A1): 19,0 [18,0; 20,0] см и 20,0 [19,5; 21,0] см соответственно ( $p < 0,003$ ). Одним из возможных механизмов может быть изменение пространственного положения крестца и лонного сочленения вследствие физиологической перестройки связочного аппарата таза. Однако данная гипотеза требует подтверждения в дальнейших исследованиях.

В подгруппе A2 (повторнородящие женщины ростом ниже 167 см) не было выявлено статистически значимых изменений. Предполагаем, что после первых родов у данной подгруппы беременных потенциал увеличения наружной конъюгаты исчерпан и связки крестцово-подвздошных сочленений, вероятно, не обладают прежней эластичностью. Полученные данные требуют дальнейшего изучения в аспекте возможного влияния на течение и исходы повторных родов.

В подгруппе B1 (первородящие женщины ростом 167 см и выше) увеличение с. externa не установлено, так как, вероятно, у данной группы женщин отсутствует необходимость в дополнительной адаптационной перестройке данного размера (истинная конъюгата предположительно более 11 см).

Проведенный анализ динамики наружных размеров таза при постановке на учет по беременности (8–10 нед.) и накануне родов выявил изменения отдельных показателей и продемонстрировал существование принципиально значимых адаптаций костно-связочного аппарата к родам. При анализе данных учитывалось два ключевых фактора: конституциональный (рост женщины) и акушерский (паритет родов) анамнез. Полученные данные свидетельствуют о том, что адаптационные изменения таза во время беременности зависят от индивидуальных конституциональных особенностей женщины. Предполагаем, что запуск механизмов увеличения емкости таза зависит от исходных анатомических возможностей.

## Выводы

Изменение отдельных наружных размеров большого таза во время беременности представляет собой физиологический процесс, выраженный

которого зависит от конституциональных особенностей женщины.

1. Динамические изменения отдельных наружных размеров большого таза во время беременности могут рассматриваться как один из компонентов физиологической адаптации костно-связочного аппарата к родам. В настоящем исследовании наиболее статистически устойчивыми были изменения с. externa в отдельных росто-паритетных подгруппах.

2. В период беременности процессы ремоделирования соединительной ткани и гормонально обусловленного размягчения связочного аппарата преимущественно затрагивают крестцово-подвздошные сочленения, лонное сочленение и мягкие ткани родовых путей, не оказывая существенного влияния на расстояние между передневерхними осями подвздошных костей. Вследствие этого показатель d. spinarum сохраняет относительную стабильность на протяжении беременности и не демонстрирует значимой динамики при повторных измерениях.

3. Показатель d. cristarum остается стабильным во всех подгруппах, что согласуется с представлением о большей анатомической инертности данного размера.

4. Изменения d. trochanterica, выявленные на номинальном уровне значимости у повторнородящих женщин ростом 167 см и выше, требуют дополнительной проверки в исследованиях с оценкой индивидуальной динамики, воспроизводимости пельвиометрии, массы плода и клинических исходов родов.

Результаты относятся исключительно к женщинам с одноплодной доношенной беременностью и нормальным индексом массы тела.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности комплексной оценки размеров таза с учетом как антропометрических характеристик женщины, так и динамики отдельных пельвиометрических показателей в течение беременности. Для определения клинической значимости выявленных изменений необходимы дальнейшие исследования с оценкой их взаимосвязи с размерами плода, течением и исходами родов, а также с развитием акушерских осложнений.

## Литература

1. Pavličev, M. Evolution of the human pelvis and obstructed labor: new explanations of an old obstetrical dilemma / M. Pavličev, R. Romero, P. Mitteroecker // *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. – 2020. – Vol. 222, № 1. – P. 3–16. – doi: 10.1016/j.ajog.2019.06.043.
2. Washburn, S. L. Tools and human evolution / S. L. Washburn // *Scientific American*. – 1960. – Vol. 203. – P. 63–75.
3. Антропометрические показатели пропорциональности телосложения девушек и юношей, проживающих в Московском регионе / Е. В. Белов, Н. Н. Патлатая, В. А. Болотских [и др.] // *Журнал анатомии и гистопатологии*. – 2023. – Т. 12, № 4. – С. 98–102. – doi: 10.18499/2225-7357-2023-12-4-98-102.

4. Результаты магнитно-резонансной пельвиофетометрии при беременности крупным плодом / Е. Д. Выshedкевич, С. Р. Шериев, И. С. Палеева [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 3. – doi: 10.23670/IRJ.2024.141.36.
5. Пономарев, А. С. Взаимосвязь между показателями пельвиометрии и антропометрическими характеристиками у студенток Уральского государственного медицинского университета / А. С. Пономарев, Д. В. Манакова // Вестник УГМУ. – 2025. – Т. 10, № 1. – С. 25–33. – doi: 10.52420/ustumb.10.1.e00134.
6. Медведева, Н. Н. Физикальные и анамнестические характеристики беременных женщин в зависимости от роста / Н. Н. Медведева, О. В. Прибушеня // Современные перинатальные медицинские технологии в решении проблем демографической безопасности: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр «Мать и дитя»; редкол.: С. А. Васильев, Е. А. Улезко. – Мн., 2024. – Вып. 17. – С. 468–474. – doi: 10.63030/2307-4795/2024.17.G.12.

## References

1. Pavličev M., Romero R., Mitteroecker P. Evolution of the human pelvis and obstructed labor: new explanations of an old obstetrical dilemma. *Am J Obstet Gynecol.* 2020; 222(1): 3–16. doi: 10.1016/j.ajog.2019.06.043.
2. Washburn S. L. Tools and human evolution. *Sci Am.* 1960; 203: 63–75.
3. Belov E.V., Patlataya N.N., Bolotskih V.A., et al. Anthropometric indicators of body proportionality of girls and boys living in the Moscow region. *Zhurnal anatomii i gistopatologii.* 2023; 12(4): 98–102. doi: 10.18499/2225-7357-2023-12-4-98-102. (in Russian)
4. Vyshedkevich E.D., Sheriev S.R., Paleeva I.S., et al. Results of magnetic resonance pelvioletometry in pregnancy with a large fetus. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal.* 2024; 3. doi: 10.23670/IRJ.2024.141.36. (in Russian)
5. Ponomarev A.S., Manakova D.V. The relationship between pelvimetry indicators and anthropometric characteristics in female students of the Ural State Medical University. *Vestnik UGMU.* 2025; 10(1): 25–33. doi: 10.52420/ustumb.10.1.e00134. (in Russian)
6. Medvedeva N.N., Pribushenya O.V. Physical and anamnestic characteristics of pregnant women depending on height. In: Vasil'ev S.A., Ulezko E.A., eds. *Sovremennye perinatal'nye medicinskie tekhnologii v reshenii problem demograficheskoy bezopasnosti.* Minsk. 2024; 17: 468–474. doi: 10.63030/2307-4795/2024.17.G.12. (in Russian)

### Контактная информация:

Малолеткина Ольга Леонидовна – к. м. н., старший преподаватель кафедры акушерства и гинекологии Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет»  
Ул. П. Бровки, д. 3, к. 3, 220013, г. Минск  
Сл. тел. +375 17 221-29-97  
ORCID: 0009-0001-9527-6207

### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: О. Л. М., О. А. П.  
Сбор информации и обработка материала: О. Л. М.  
Статистическая обработка данных: О. Л. М., Н. В. Р.  
Написание текста: О. Л. М.  
Редактирование: Н. В. Р.  
Русина Наталья Владимировна. ORCID: 0009-0009-8421-7517

Конфликт интересов отсутствует

Поступила 14.04.2026  
Принята к печати 07.07.2026



## Разработка и внедрение критериев валидации диагностических тест-систем для выявления маркеров SARS-CoV-2 в условиях пандемии COVID-19 в Республике Беларусь

Л. А. Анисько

Городская клиническая инфекционная больница, Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Разработать и практически апробировать систему временных критериев оценки качества незарегистрированных диагностических тест-систем для выявления антител и антигена SARS-CoV-2, позволяющих в кратчайшие сроки отобрать надежные изделия для клинической и эпидемиологической практики на территории Республики Беларусь.

**Материал и методы.** При разработке критериев руководствовались четырьмя принципами: оперативности (максимальное сокращение сроков за счет концентрации на критических параметрах), приемлемого риска (баланс между скоростью внедрения и потенциальным ущербом от ошибок), адаптивности (гибкость в зависимости от свойств возбудителя и фазы эпидпроцесса) и поэтапной валидации (ускоренная первичная оценка с последующей полной регистрацией). Для оценки антигенных ИХА-тестов использовали 50 назофарингеальных мазков с известными результатами ПЦР, стратифицированных по вирусной нагрузке ( $Ct < 20$ ,  $Ct = 20-30$ ,  $Ct > 30$ ). Статистический анализ включал расчет чувствительности, специфичности, точный метод Клоппера – Пирсона для биномиальных пропорций и каппа-коэффициент согласия. Все критерии утверждены приказами Министерства здравоохранения Республики Беларусь. За период пандемии проведено 39 валидационных исследований (6 – для определения антител, 33 – для определения антигенов вируса).

**Результаты.** Положительное заключение получили 61,5 % протестированных систем. Предложенный алгоритм обеспечил быстрый отбор качественных тест-систем и предотвратил допуск неэффективных диагностикумов в клиническую практику.

**Заключение.** Разработанная система валидации может служить моделью для оперативного реагирования при возникновении ситуаций эпидемиологического неблагополучия, позволяя в сжатые сроки внедрять надежные диагностические средства.

**Ключевые слова:** COVID-19, SARS-CoV-2, валидация, диагностические тест-системы, иммуноферментный анализ, иммунохроматографический анализ, антитела, антиген, чувствительность, специфичность, пандемия.

**Objective.** To develop and practically validate a system of interim quality assessment criteria for unregistered diagnostic test systems intended for the detection of SARS-CoV-2 antibodies and antigens, enabling the rapid selection of reliable products for clinical and epidemiological practice across the Republic of Belarus.

**Materials and methods.** The criteria were developed based on four principles: operational efficiency (shortening timelines by focusing on critical parameters), acceptable risk (balancing speed of deployment against potential harm from diagnostic errors), adaptability (flexibility depending on pathogen properties and epidemic phase), and stepwise validation (accelerated initial assessment followed by full registration). For antigen rapid tests, 50 nasopharyngeal swabs with known PCR results were used, stratified by viral load ( $Ct < 20$ ,  $Ct = 20-30$ ,  $Ct > 30$ ). Statistical analysis included calculation of sensitivity and specificity, Clopper – Pearson exact method for binomial proportions, and kappa coefficient for agreement. All criteria were enacted by orders of the Ministry of Health of the Republic of Belarus. Over the pandemic period, 39 validation studies were conducted (6 for antibody detection and 33 for virus antigen detection).

**Results.** A positive conclusion was issued for 61.5 % of the evaluated systems. The proposed algorithm enabled the rapid selection of high-quality test systems and prevented the introduction of ineffective diagnostic products into clinical practice.

**Conclusion.** The developed validation system can serve as a model for rapid response in the event of epidemiological emergencies, allowing timely deployment of reliable diagnostic tools.

**Key words:** COVID-19, SARS-CoV-2, validation, diagnostic test systems, enzyme-linked immunosorbent assay, immunochromatographic assay, antibodies, antigen, sensitivity, specificity, pandemic.

Глобальная пандемия COVID-19, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2, стала беспрецедентным вызовом для систем здравоохранения всех стран, потребовав экстренной разработки и массового внедрения диагностических тест-систем. Республика Беларусь, как и многие государства, столкнулась с необходимостью оперативного развертывания лабораторной диагностики для эффективного противодействия распространению инфекции. В условиях острого дефицита времени и ресурсов, особенно в фазе экспоненциального роста заболеваемости, ключевой проблемой явилась невозможность использования стандартных подходов к валидации и регистрации медицинских изделий для диагностики, поскольку традиционный процесс занимает многие месяцы и включает масштабные клинические испытания, технические и гигиенические экспертизы. Подобная задержка в пандемический период была неприемлема, так как отсутствие верифицированных тестов приводило к неконтролируемому распространению инфекции и росту летальности. Актуальность настоящей работы определялась необходимостью создания адаптированных, ускоренных, но научно обоснованных критериев валидации, гарантирующих достоверность результатов и минимизирующих риски использования некачественных реагентов в условиях чрезвычайной ситуации.

Цель исследования – разработать и практически апробировать систему временных критериев оценки качества незарегистрированных диагностических тест-систем для выявления антител и антигена SARS-CoV-2, позволяющих в кратчайшие сроки отобрать надежные изделия для клинической и эпидемиологической практики на территории Республики Беларусь.

### Материал и методы

При разработке валидационных критериев руководствовались четырьмя принципами, адаптированными к экстренным условиям.

1. Принцип оперативности – максимальное сокращение сроков исследований за счет концентрации на критических параметрах, параллельного выполнения этапов и применения ускоренных протоколов без снижения требований к достоверности.

2. Принцип приемлемого риска – нахождение баланса между скоростью внедрения и потенциальным ущербом от ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

3. Принцип адаптивности – гибкость критериев, допускающая коррекцию в зависимости от биологических свойств новых вариантов возбудителя, фазы эпидемического процесса и наличия референтных методов.

4. Принцип поэтапной валидации – двухэтапная модель: первичная (ускоренная) валидация для временного допуска к ограниченному применению с последующей полной регистрацией в РУП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении» после нормализации эпидемиологической обстановки.

Для оценки клинической эффективности иммунохроматографических тестов (ИХА) на антиген SARS-CoV-2 использовали 50 назальных/назофарингеальных мазков, положительных по результатам полимеразной цепной реакции (ПЦР), с диапазоном пороговых циклов (Ct) от 10 до 36. Образцы распределяли неравномерно, с приоритетом клинически значимых категорий: Ct < 20 (высокая вирусная нагрузка, наиболее заразные пациенты, n = 15), Ct = 20–30 (умеренная нагрузка, основная группа выявления, n = 25) и Ct > 30 (низкая нагрузка, n = 10). Такая стратификация позволила проверить работу тестов в широком динамическом диапазоне, характерном для клинической практики.

Объем выборки (n = 50) был определен на основе рекомендаций Института клинических и лабораторных стандартов (Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI) EP12-A2 [1], согласно которым для оценки качественных тестов при ожидаемой чувствительности  $\geq 90\%$  и ширине 95 % доверительного интервала (ДИ) не более  $\pm 10\%$  минимальный размер выборки составляет 50 положительных результатов. Кроме того, подобный объем является общепринятым в практике экстренной валидации быстрых тестов (рекомендации FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США) [2] и ECDC (Европейский центр профилактики и контроля заболеваний) [3]) и обеспечивает приемлемую статистическую мощность при соблюдении временных ограничений пандемии.

Методологической основой послужили международные руководства по валидации аналитических методик: Международного совета по гармонизации (International Council for Harmonization, ICH) Q2(R1) [4], определяющее ключевые параметры валидации (специфичность, предел обнаружения, прецизионность, линейность, правильность), стандарты Института клинических и лабораторных стандартов (CLSI) EP05 [5] для оценки прецизионности количественных измерительных процедур и EP12 [6] для протокола оценки качественных тестов; рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [5] и Европейского центра по контролю и профилактике заболеваний (ECDC) [3] по техническим спецификациям и применению быстрых антигенных тестов; руководство FDA по экстренному использованию диагностических средств

в условиях пандемии [2], а также действующие нормативные документы Республики Беларусь<sup>1, 2</sup>.

Статистическую обработку данных совпадения качественных тестов проводили с использованием точного метода Клоппера – Пирсона для биномиальных пропорций и расчета каппа-коэффициента ( $\kappa$ ) как меры согласия с поправкой на случайное совпадение.

Система критериев охватывала три категории тест-систем: иммуноферментные (ИФА) для определения антител, ИХА экспресс-тесты для определения антител и ИХА-тесты для определения антигена SARS-CoV-2. Для каждой категории определены пороговые значения аналитических и клинических параметров.

В общей сложности валидации подверглись 39 тест-систем от разных производителей: 6 иммунохроматографических систем для выявления антител (все на основе детекции IgM/IgG) и 33 иммунохроматографические системы для выявления антигена SARS-CoV-2. Проведение валидации с детальной разбивкой по типам антигенов не приводится, поскольку большинство систем были основаны на нуклеокапсидном антигене, а анализ по подгруппам не проводился из-за малого числа наблюдений. Повторная валидация одних и тех же тест-систем при смене производственных серий в рамках данного исследования не проводилась ввиду ограниченных временных ресурсов.

### Результаты и обсуждение

Учитывая способность ИФА дифференцированно определять виды иммуноглобулинов, обя-

зательным требованием стало раздельное определение IgM и IgG, что необходимо для оценки фазы инфекции, мониторинга сероконверсии и эффективности вакцинации. Ключевыми аналитическими параметрами, подлежащими оценке, явилась межсерийная и внутрисерийная воспроизводимость с порогом не ниже 95 % (коэффициент вариации  $\leq 5$  %), гарантирующая стабильность производства и надежность. Ввиду невозможности масштабных клинических испытаний на начальном этапе заявленные производителем диагностическая чувствительность и специфичность принимались при значениях  $\geq 98$  % и 100 % соответственно, что соответствовало минимизации ложноотрицательных и полному отсутствию ложноположительных результатов в валидационной панели производителя. Для внутрилабораторного контроля качества введены требования к оптической плотности: отрицательного контроля не более 0,2 оптической единицы (о. е.) (низкий фоновый сигнал) и положительного контроля не менее 0,5 о. е. (активность реагентов). Сводные критерии представлены в табл. 1.

Для экспресс-тестов установлено требование раздельного определения IgM и IgG, введен критерий производственного качества: доля бракованных тест-полосок в упаковке не должна превышать 5 %, что позволяет исключить партии с явным нарушением технологических процессов (повреждение мембраны, отсутствие контрольной линии). Чувствительность и специфичность, заявленные производителем, должны быть не ниже 95 %. Дополнительно введен показатель

**Таблица 1. Временные критерии оценки качества иммуноферментных тест-систем для определения антител к SARS-CoV-2**

**Table 1. Temporary quality evaluation criteria for ELISA test systems for detecting antibodies to SARS-CoV-2**

| Критерий                                                   | Пороговое значение | Обоснование                                                         |
|------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Раздельное определение IgM и IgG                           | Требуется          | Необходимо для оценки фазы инфекции и мониторинга вакцинации        |
| Межсерийная и внутрисерийная воспроизводимость             | $\geq 95$ %        | Обеспечивает стабильность результатов в разных сериях и постановках |
| Диагностическая чувствительность (по данным производителя) | $\geq 98$ %        | Минимизация ложноотрицательных результатов                          |
| Диагностическая специфичность (по данным производителя)    | $\geq 100$ %       | Отсутствие ложноположительных результатов в панели производителя    |
| Оптическая плотность отрицательного контроля               | $\leq 0,2$ о. е.   | Гарантия низкого фонового сигнала                                   |
| Оптическая плотность положительного контроля               | $\geq 0,5$ о. е.   | Подтверждение активности реагентов                                  |

<sup>1</sup> Об установлении требований к качеству экспресс-тест-систем для определения антигена SARS-CoV-2 : приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 03.11.2020 № 1162 // Бизнес-Инфо : аналитическая правовая система (дата обращения: 25.03.2026).

<sup>2</sup> Об установлении требований к качеству экспресс-тест-систем и иммуноферментных тест-систем : приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22.07.2020 № 757 / Бизнес-Инфо : аналитическая правовая система (дата обращения: 25.03.2026).

совпадения результатов с уже зарегистрированными экспресс-тестами на выборке из 50 параллельных исследований – не менее 80 %, что соответствует  $k > 0,6$  (хорошее согласие). Детализированные критерии приведены в табл. 2.

Экспресс-тесты на антиген стали ключевым инструментом массового скрининга благодаря скорости, низкой стоимости и возможности применения на месте оказания помощи. Главным критерием клинической эффективности выбрано совпадение с ПЦР – не менее 90 % при исследовании не менее 50 положительных образцов с различной вирусной нагрузкой, что соответствует международным рекомендациям по оценке быстрых антигенных тестов [4; 6]. Для каждого антигенного теста рассчитывали долю совпадений с ПЦР с 95 % ДИ (метод Клоппера – Пирсона). Во всех случаях, когда тест признавался валидным, нижняя граница 95 % ДИ превышала 80 %, что подтверждает статистическую значимость достигнутого согласия ( $\geq 90$  %). Среднее значение совпадения по всем одобренным тестам составило 93,2 % (95 % ДИ (90,1–96,3)). Такой дизайн позволяет подтвердить способность теста выявлять наиболее заразных пациентов (с низким пороговым циклом Ct), что

является приоритетной задачей скрининга. Межсерийная и внутрисерийная воспроизводимость, как и для других систем, установлена на уровне  $\geq 95$  %. Заявленные производителем чувствительность и специфичность должны составлять не менее 87 % и 96 % соответственно, что отвечает среднемировым показателям, отраженным в Кокрейновских метаанализах [7], и рекомендациям ВОЗ [5]; при этом специфичность достаточно высока для предотвращения необоснованных противоэпидемических мер, как это предусмотрено подходами FDA [2]. Полный перечень критериев представлен в табл. 3.

Разработанные критерии для всех трех категорий тест-систем были включены в соответствующие приказы Министерства здравоохранения Республики Беларусь (для антигенных тестов – № 1162, для ИФА и ИХА тестов на антитела – № 757), что придало им обязательную силу и унифицировало подходы в лабораторной службе страны. За весь период пандемии в соответствии с утвержденными требованиями проведено 39 валидационных исследований: 6 экспресс-тестов для определения антител (ИХА) и 33 экспресс-теста для определения антигена SARS-CoV-2. Положитель-

**Таблица 2. Временные критерии оценки качества иммунохроматографических тест-систем для определения антител к SARS-CoV-2**

**Table 2. Temporary quality evaluation criteria for immunochromatographic (rapid) test systems for detecting antibodies to SARS-CoV-2**

| Критерий                                             | Пороговое значение | Обоснование                                |
|------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|
| Наличие бракованных тест-полосок в упаковке          | $\leq 5$ %         | Отсев партий с производственным браком     |
| Раздельное определение IgM и IgG                     | Требуется          | Дифференциация фаз инфекции                |
| Чувствительность (по данным производителя)           | $\geq 95$ %        | Достаточная для скрининга                  |
| Специфичность (по данным производителя)              | $\geq 95$ %        | Минимизация ложноположительных результатов |
| Совпадение результатов с зарегистрированными тестами | $\geq 80$ %        | Обеспечение сопоставимости диагностики     |

**Таблица 3. Требования к качеству экспресс-тест-систем для определения антигена SARS-CoV-2**

**Table 3. Quality requirements for rapid antigen test systems for detecting SARS-CoV-2**

| Критерий                                                      | Пороговое значение | Обоснование                                                              |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Совпадение с ПЦР (на 50 образцах с разной вирусной нагрузкой) | $\geq 90$ %        | Оценка клинической эффективности, акцент на выявление заразных пациентов |
| Межсерийная и внутрисерийная воспроизводимость                | $\geq 95$ %        | Стабильность производства и результатов                                  |
| Чувствительность (по данным производителя)                    | $\geq 87$ %        | Соответствие среднемировым показателям (Cochrane, ВОЗ)                   |
| Специфичность (по данным производителя)                       | $\geq 96$ %        | Минимизация ложноположительных результатов                               |

ное заключение и право временного обращения на рынке без регистрационного удостоверения получили 24 тест-системы: 6 (100 %) из 6 для определения антител и 18 (54,5 %) из 33 для определения антигенов. Остальные изделия были признаны как не соответствующие минимальным требованиям качества, что предотвратило допуск в клиническую практику заведомо неэффективных диагностикумов. Анализ причин, по которым 15 (45,5 %) из 33 антигенных тест-систем не получили положительного заключения, показал, что основными дефектами являлись несоответствие заявленной чувствительности на образцах с низкой вирусной нагрузкой ( $Ct > 30$ ) – у 8 систем, а также совпадение с ПЦР менее 90 % на всей выборке – у 6 систем (при этом в ряде случаев наблюдалось систематическое занижение результатов на образцах с  $Ct = 20–30$ ). Таким образом, общая доля одобренных диагностических средств составила 61,5 % от числа протестированных.

Опыт пандемии COVID-19 показал, что жесткие, но научно обоснованные ускоренные протоколы валидации являются жизнеспособной альтернативой рутинным регистрационным процедурам в условиях кризиса. Предложенная система критериев создавалась на основе международных стандартов (ICH, CLSI) и практической потребности в быстром насыщении рынка надежными тестами. Так, для ИФА-систем акцент на раздельное определение IgM и IgG был продиктован необходимостью не только диагностировать инфекцию, но и оценивать поствакцинальный иммунитет и эпидемиологическую динамику. Порог воспроизводимости 95 % является общепринятым в производстве диагностикумов и позволяет гарантировать сопоставимость результатов в разных лабораториях и временных точках.

Требование 100%-й специфичности, по данным производителя для ИФА-тестов, отражает стремление исключить ложноположительные результаты, способные вызвать неоправданные карантинные мероприятия и психологический стресс. В то же время для экспресс-тестов, особенно для выявления антигенов вируса, допуск специфичности 96 % обусловлен их скрининговым характером и подтверждается рекомендациями FDA, допускающими нижнюю границу 96 % при условии подтверждающего тестирования. Чувствительность антигенных тестов на уровне 87 % соответствует средним значениям, полученным в крупных метаанализах, и является компромиссом, обеспечивающим выявление подавляющего большинства заразных лиц при одновременном сохранении доступного количества производителей данных изделий на рынке.

При установлении порогов специфичности для всех категорий тест-систем нами учитывался потенциальный риск перекрестных реакций с сезонными коронавирусами (HCoV-229E, NL63, OC43, HKU1) и другими респираторными патогенами (аденовирусы, риновирусы, респираторно-синциальный вирус). Однако в условиях ускоренной валидации систематическая оценка на полноценных панелях перекрестно-реактивных образцов не проводилась. Тем не менее требования к специфичности были заведомо завышены (для ИФА – 100 %, для ИХА-антител  $\geq 95$  %, для антигенных тестов  $\geq 96$  %), чтобы минимизировать вероятность ложноположительных результатов даже при возможном наличии антител к другим коронавирусам. В ходе проведенных валидационных исследований случаев перекрестной реактивности зарегистрировано не было, что косвенно свидетельствует об адекватности выбранных критериев.

Критически важным явилось введение требования совпадения с ПЦР именно на образцах с различной вирусной нагрузкой. Это позволило отсеять тесты, которые показывают высокую чувствительность только на образцах с высокой концентрацией нуклеиновой кислоты (РНК), но не способны детектировать клинически значимые случаи с умеренным содержанием вируса. Применение метода Клоппера – Пирсона для расчета доверительных интервалов на выборке из 50 образцов обеспечило приемлемую статистическую мощность, что согласуется с минимальными требованиями к размеру выборки для экстренной оценки качественных тестов [1; 2].

Успешный опыт Республики Беларуси, где 100 % тест-систем для определения антител и более половины экспресс-тестов по выявлению антигенов прошли валидацию, демонстрирует, что данный подход не был ни избыточно жестким, ни чрезмерно либеральным. Отбраковка 45,5 % антигенных тестов свидетельствует о действительно низком качестве многих продуктов, стихийно вышедших на глобальный рынок в начале пандемии, и подтверждает обоснованность установленных барьеров. Более высокий процент одобрения среди тест-систем по выявлению антител может объясняться большей технологической зрелостью данного сегмента рынка на момент пандемии и более простым производственным процессом создания таких диагностикумов.

Предложенная поэтапная схема валидации позволила совместить экстренную потребность с последующим полноценным контролем: временное разрешение давало возможность применения теста в клинических и эпидемиологических целях, пока продолжалась углубленная

экспертиза для окончательной регистрации. Такой подход полностью согласуется с концепцией адаптивного регулирования, рекомендованной ВОЗ для чрезвычайных ситуаций в области общественного здоровья [5].

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, начальная оценка чувствительности и специфичности основывалась на данных производителя, что могло привести к систематической ошибке, хотя последующая практическая апробация частично нивелировала этот риск. Во-вторых, размер выборки (50 образцов) был минимально достаточным для статистического анализа, но не позволял оценить работу тестов в ряде клинических ситуациях (например, у иммунокомпрометированных пациентов). В-третьих, нами не проводилась систематическая оценка перекрестных реакций с сезонными коронавирусами и другими возбудителями, что могло бы повлиять на специфичность. В-четвертых, валидация проводилась однократно для каждой партии; стабильность тестов при смене серий производства не оценивалась. Кроме того, работа проводилась в условиях острого дефицита времени, что потребовало упрощения подходов. Тем не менее полученные результаты валидации свидетельствуют о практической пригодности предложенных порогов. В дальнейшем критерии могут быть уточнены

с учетом накопленных данных по клинической эффективности тестов в популяции.

### Заключение

Разработанные и утвержденные на уровне Министерства здравоохранения Республики Беларусь временные критерии валидации охватили три типа диагностических тест-систем (ИФА-антитела, ИХА-антитела, ИХА-антиген) и включили критические аналитические и клинические параметры: чувствительность, специфичность, воспроизводимость, внутрилабораторный контроль и сравнительную эффективность с референтными методами. Применение данных критериев позволило в кратчайшие сроки провести 39 валидационных исследований, по результатам которых 61,5 % тест-систем были допущены к временному обращению, что обеспечило лабораторную сеть надежными диагностикумами и предотвратило использование 38,5 % некачественных изделий. Полученный опыт убедительно продемонстрировал, что предложенный алгоритм ускоренной поэтапной валидации обладает высокой практической эффективностью в условиях пандемии и может рассматриваться как готовая модель для оперативного реагирования на будущие чрезвычайные ситуации эпидемиологического характера.

### Литература

1. Garrett, P. E. User protocol for evaluation of qualitative test performance : approved guideline – second edition : CLSI document EP12-A2 / P. E. Garrett, F. D. Lasky, K. L. Meier. – Wayne, PA : Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008.
2. Zuckerman, D. M. Emergency use authorizations (EUAs) versus FDA approval: implications for COVID-19 and public health / D. M. Zuckerman // *American Journal of Public Health*. – 2021. – Vol. 111, № 6. – P. 1065–1069.
3. European Centre for Disease Prevention and Control. Options for the use of rapid antigen tests for COVID-19 in the EU/EEA. – Stockholm : ECDC, 2021. – URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/options-use-rapid-antigen-tests-covid-19-eueea-first-update> (date of access: 25.03.2026).
4. International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. Validation of analytical procedures: text and methodology, Q2 (R1) : Current Step 4 Version, Parent Guidelines on Methodology Dated November 6 1996. Incorporated in November 2005. – Geneva : ICH, 2005.
5. World Health Organization. Technical specifications for selection of essential in vitro diagnostics for SARS-CoV-2. – Geneva : WHO, 2021. – URL: <https://www.who.int/publications/m/item/technical-specifications-for-selection-of-essential-in-vitro-diagnostics-for-sars-cov-2> (date of access: 25.03.2026).
6. Clinical and Laboratory Standards Institute. Evaluation of precision of quantitative measurement procedures : approved guideline – third edition : CLSI document EP05-A3. – Wayne, PA : Clinical and Laboratory Standards Institute, 2014.
7. Rapid, point-of-care antigen tests for diagnosis of SARS-CoV-2 infection / Dinnes J., Sharma P., Berhane S. [et al.] ; Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2022. – Vol. 2022, № 7. – doi: 10.1002/14651858.CD013705.pub3.

### References

1. Garrett P.E., Lasky F.D., Meier K.L. User protocol for evaluation of qualitative test performance. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute. 2008.
2. Zuckerman D.M. Emergency use authorizations (EUAs) versus FDA approval: implications for COVID-19 and public health. *Am J Public Health*. 2021; 111(6): 1065–1069.
3. European Centre for Disease Prevention and Control. Options for the use of rapid antigen tests for COVID-19 in the EU. Stockholm: ECDC; 2021. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/options-use-rapid-antigen-tests-covid-19-eueea-first-update> (accessed: 25.03.2026).

4. *International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. Validation of analytical procedures: text and methodology, Q2 (R1).* Geneva: ICH; 2005.
5. *World Health Organization. Technical specifications for selection of essential in vitro diagnostics for SARS-CoV-2.* Geneva: WHO; 2021. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/technical-specifications-for-selection-of-essential-in-vitro-diagnostics-for-sars-cov-2> (accessed: 25.03.2026).
6. *Clinical and Laboratory Standards Institute. Evaluation of precision of quantitative measurement procedures.* Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2014.
7. *Dinnes J., Deeks J.J., Berhane S., et al. Rapid, point-of-care antigen tests for diagnosis of SARS-CoV-2 infection.* Cochrane Database Syst Rev. 2022; 2022(7). doi: 10.1002/14651858.CD013705.pub3.

**Контактная информация:**

Анисько Людмила Александровна – к. м. н., доцент,  
зав. клинико-диагностической лабораторией  
УЗ «Городская клиническая инфекционная больница»,  
главный внештатный врач по клинической лабораторной диагностике  
Министерства здравоохранения Республики Беларусь,  
доцент кафедры инфекционных болезней  
с курсом повышения квалификации и переподготовки  
УО «Белорусский государственный медицинский университет»  
Городская клиническая инфекционная больница  
Ул. Кропоткина, 76, 220002, г. Минск  
Сл. тел. +375 17 286-78-91  
ORCID: 0000-0002-5466-2590

**Конфликт интересов отсутствует**

Поступила 23.06.2026  
Принята к печати 07.07.2026

УДК 613.81:616-036.2-055.1/.2-053.5/.9(476+478+575.1)  
<https://doi.org/10.65249/1027-7218-2026-7-48-57>

## Гендерные и возрастные особенности употребления алкоголя в Беларуси, Молдове и Узбекистане

М. М. Сачек, М. В. Щавелева

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения  
УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Провести сравнение распространенности потребления алкоголя в республиках Беларусь, Молдова и Узбекистан с учетом пола и возраста.

**Материал и методы.** Используя данные STEPS-исследований, Global status report on alcohol and health and treatment of substance use Disorders (ВОЗ, 2024), проведен сравнительный анализ распространенности употребления алкоголя в республиках Беларусь (2020), Молдова (2021), Узбекистан (2019) в зависимости от пола и возраста. Методы – контент-анализ, статистический анализ.

**Результаты.** Установлены достоверные различия в распространенности употребления алкоголя: для белорусов и молдаван – более высокое распространение употребления алкоголя в сравнении с жителями Узбекистана. Употребление алкоголя имеет гендерные и возрастные различия: в представленных странах выше доля мужчин, употребляющих алкоголь; с возрастом не отмечается уменьшения доли населения, употребляющего алкоголь. Низкий уровень употребления алкоголя в Узбекистане может быть ассоциирован с более высокой ожидаемой продолжительностью жизни мужчин.

**Заключение.** При разработке национальных стратегий по профилактике факторов риска хронических неинфекционных заболеваний следует учитывать гендерные и возрастные особенности употребления алкоголя. На распространение употребления алкоголя значительное влияние оказывают исторические и конфессиональные особенности стран, не влияют модель социально-экономического развития государства, а также тип системы здравоохранения, функционирующий в стране. Ответственность граждан за сохранение и укрепление своего здоровья неразрывно связана с ведением здорового образа жизни. Снижение употребления алкоголя представляет собой значительный резерв для увеличения продолжительности жизни мужского населения в странах с высоким уровнем потребления.

**Ключевые слова:** распространенность потребления алкоголя, STEPS-исследования, хронические неинфекционные заболевания.

**Objective.** To compare the prevalence of alcohol consumption in the Republics of Belarus, Moldova and Uzbekistan, taking into account gender and age.

**Materials and methods.** Materials and Methods. Using data from STEPS surveys, the Republic of Belarus (2020), the Republic of Moldova (2021), the Republic of Uzbekistan (2019), Global status report on alcohol and health and treatment of substance use disorders (WHO, 2024), a comparative analysis of the prevalence of alcohol consumption in the countries depending on gender and age was conducted. Methods – content analysis, statistical analysis.

**Results.** Reliable differences in the prevalence of alcohol consumption were found: Belarusians and Moldavians have a higher prevalence of alcohol consumption compared to the residents of Uzbekistan. Alcohol consumption has gender and age differences: in the represented countries the share of male drinkers is higher; there is no decrease in the share of drinking population with age.

**Conclusion.** When developing national strategies to prevent non-communicable diseases risk factors, gender and age-specific patterns of alcohol consumption should be taken into account. The prevalence of alcohol consumption is not influenced by the model of socio-economic development of the state, as well as the type of health care system functioning in the country. The responsibility of citizens for preserving and strengthening their health is inextricably linked to leading a healthy lifestyle.

**Key words:** prevalence of alcohol consumption, STEPS surveys, non-communicable diseases.

HEALTHCARE. 2026; 7: 48–57

GENDER AND AGE CHARACTERISTICS OF ALCOHOL CONSUMPTION IN BELARUS, MOLDOVA AND UZBEKISTAN

M. Sachek, M. Shchavaleva

Здоровье и благополучие населения являются ключевыми аспектами устойчивого развития любой страны. Во всем мире нарастает бремя хронических неинфекционных заболеваний, которые ассоциированы со значительным экономическим ущербом и увеличивающейся нагрузкой на систему здравоохранения. Эти заболевания замедляют экономический рост вследствие потерь трудовых ресурсов из-за преждевременной смерти, инвалидности, снижения производительности труда<sup>1</sup>.

Состояние здоровья человека зависит от ряда объективных факторов: генетической предрасположенности к заболеваниям, экологической обстановки на территории проживания, уровня социально-экономического развития страны, качества медицинского обслуживания и др. Однако доказано, что существенное влияние на самочувствие и продолжительность жизни населения оказывает образ жизни самих граждан, а именно различные поведенческие факторы, среди которых особое место занимает употребление алкоголя [1–3].

Употребление алкоголя и бремя болезней, обусловленных употреблением алкоголя, относятся к числу наиболее серьезных проблем в области здравоохранения и общественного развития. Употребление алкоголя является причиной более чем 200 заболеваний, травм и других нарушений здоровья [3; 4]. Так, в 2016 г. примерно каждая 10-я смерть от сердечно-сосудистых заболеваний и каждая 3-я смерть от болезней органов пищеварения были обусловлены употреблением алкоголя. Наиболее высоким был вклад употребления алкоголя в смертность от травм: почти каждая 3-я смерть от неумышленных травм (полученных в результате дорожно-транспортных происшествий, отравлений, падений, пожаров, утоплений и т. д.) и 2 из 5 смертей от умышленных травм (самоубийств, убийств и других случаев межличностного насилия) были обусловлены употреблением алкоголя. За исключением сердечно-сосудистых заболеваний, относимая на счет алкоголя процентная доля смертности была выше среди мужчин, чем среди женщин [2]. Употребление алкоголя является одним из основных факторов риска, увеличивающих бремя, связанное с инвалидностью и преждевременной смертностью [3; 5–7]. Беларусь, несмотря на общую тенденцию снижения употребления алкоголя, остается страной с высоким уровнем употребления алкоголя, в том числе за счет значительной доли употребления крепких алкогольных напитков и высокой распространенности эпизо-

дического употребления в больших количествах, которые наносят наибольший вред здоровью, обуславливая высокие показатели потерянных лет жизни и смертности от причин, связанных с потреблением алкоголя [3; 6; 8]. Вред, связанный с потреблением алкоголя, для индивидуального и общественного здоровья в целом определяется токсическим воздействием алкоголя на различные органы и ткани, влиянием поведенческих факторов в состоянии интоксикации и рисками развития алкогольной зависимости. Краткосрочные риски, связанные с потреблением алкоголя, являются результатом употребления больших количеств алкоголя в течение короткого промежутка времени, сопровождаются выраженным опьянением и включают: травмы, автомобильные аварии, падения, утопления и ожоги [3; 6; 9]; насилие, в том числе убийства, самоубийства, сексуальное насилие [9; 10]; алкогольные отравления [11]; рискованное сексуальное поведение и увеличение вероятности заболеваний, передающихся половым путем, в том числе ВИЧ-инфекцию; выкидыши, мертворождение или расстройства алкогольного спектра плода (FASDs) у беременных женщин [11; 12]. Долгосрочные риски, связанные с потреблением алкоголя (чрезмерное употребление в течение длительного времени), могут привести к развитию различных хронических заболеваний [13; 14], включая артериальную гипертензию, сердечно-сосудистые заболевания, инсульт, заболевания печени, рака молочной железы, полости рта, пищевода, гортани, печени, толстой и прямой кишки, ослаблению иммунной системы и увеличению вероятности инфекционных заболеваний, включая пневмонии и туберкулез, проблемам с обучением, ментальным расстройствам, проблемам с психическим здоровьем, включая депрессию и тревогу, социальным и экономическим проблемам, семейным проблемам, проблемам, связанным с работой, безработице, расстройствам, связанным с употреблением алкоголя или алкогольной зависимости.

Таким образом, употребление алкогольных напитков ассоциировано с риском развития неинфекционных и важных инфекционных заболеваний, травм и отравлений, психических и поведенческих расстройств. В 2019 г. 4,4 % случаев рака, диагностированных во всем мире, и 401 000 случаев смерти от рака были связаны с употреблением алкоголя. В 2019 г. в мире зарегистрировано 298 000 случаев смерти от дорожно-транспортных

<sup>1</sup>О Государственной программе «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.01.2021 № 28 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100028> (дата обращения: 17.03.2026).

происшествий, связанных с употреблением алкоголя. Особую социальную значимость имеет негативное воздействие алкоголя на лиц молодого возраста. Так, в 2019 г. самая высокая доля (13 %) смертей в мире, связанных с алкоголем, была зафиксирована в возрастной группе 20–39 лет. В силу отрицательного воздействия на молодежь алкоголь не только влияет на демографические тенденции, но также является одной из ведущих причин потерянных лет трудовой жизни и, следовательно, экономических потерь, что негативно сказывается на здоровье и благополучии отдельных людей, членов их семей и общества в целом [3].

Для разработки научно обоснованных политик, направленных на преодоление негативного влияния потребления алкоголя на общественное здоровье, необходимы сведения о распространенности и распределении его потребления среди населения страны. Эффективным инструментом оценки ситуации на уровне страны является предложенная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) технология STEPS-исследований, позволяющая определить наиболее распространенные поведенческие факторы риска неинфекционных заболеваний, включая потребление алкоголя, с учетом гендерных и возрастных аспектов [15–17]. Наличие единого инструмента оценки позволяет сравнить результаты исследований, полученные в различных государствах, в том числе в странах Восточной Европы и Центральной Азии, которые изначально имели сходные системы здравоохранения, а в последующем сформировали собственные модели социально-экономического развития с соответствующими системами здравоохранения.

Цель исследования – провести сравнение распространенности потребления алкоголя в республиках Беларусь, Молдова и Узбекистан с учетом пола и возраста.

## Материал и методы

STEPS-исследования проводились в Республике Беларусь в 2016 и 2020 гг., Республике Молдова в 2013 и 2021 гг., Республике Узбекистан в 2014 и 2019 гг. [17–20]. Представленная работа ограничивается сопоставлением данных последних (вторых) исследований: 2020 г. для Республики Беларусь, 2021 г. для Республики Молдова и 2019 г. для Республики Узбекистан [18–20]. Распространенность употребления алкоголя оценивалась на основании сведений об употреблении стандартной порции (эквивалент – 10 г чистого алкоголя) любого алкогольного напитка в течение последних 30 сут. и в целях сравнения также определялась доля лиц, не употребляющих алкоголь на протяжении всей жизни. В число определяемых факторов риска также входила частота эпизодического употребления алкоголя в больших количествах (большое количество алкоголя) за последние 30 сут. Для мужчин – это употребление 6 стандартных порций и более за один раз в течение одного дня, для женщин – употребление 4 порций и более. Люди, эпизодически употребляющие алкоголь в больших количествах, чаще подвергают себя риску краткосрочных и долгосрочных медицинских и социальных проблем.

Методы исследования – контент-анализ и сравнительный анализ. Проверка на статистическую значимость различий выполнялась с использованием критерия хи-квадрат ( $p < 0,05$ , доверительный интервал (ДИ) 95 %).

## Результаты и обсуждение

Данные о распространенности потребления алкоголя в каждом из государств представлены в табл. 1. Выявлены различия в потреблении алкоголя. В первую очередь обращает на себя внимание достоверно высокий удельный вес не употребляющих алкоголь на протяжении всей жизни

**Таблица 1. Распространенность потребления алкоголя по результатам национальных STEPS-исследований в Республике Беларусь (2020), Республике Молдова (2021) и Республике Узбекистан (2019) [18–20]**

**Table 1. Prevalence of alcohol consumption according to national STEPS surveys in the Republic of Belarus (2020), the Republic of Moldova (2021) and the Republic of Uzbekistan (2019) [18–20]**

| Показатель                                                                                                  | Республика Беларусь<br>(n = 5324) | Республике Молдова<br>(n = 4097) | Республика Узбекистан<br>(n = 3816) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Доля населения, не употребляющая алкоголь на протяжении всей жизни                                          | 6,3 %<br>(95 % ДИ (5,0–7,7))      | 5,7 %<br>(95 % ДИ (4,7–6,8))     | 82,4 %<br>(95 % ДИ (80,1–84,8))     |
| Доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время (употребляли алкоголь в течение последних 30 сут.) | 54,4 %<br>(95 % ДИ (51,5–57,3))   | 63,2 %<br>(95 % ДИ (60,3–66,0))  | 4,7 %<br>(95 % ДИ (3,4–5,9))        |
| Доля населения, у кого был случай эпизодического употребления большого количества алкоголя                  | 17,4 %<br>(95 % ДИ (15,5–19,4))   | 13,8 %<br>(95 % ДИ (12,1–15,5))  | 1,4 %<br>(95 % ДИ (0,9–2,0))        |

в Республике Узбекистан. Доля непьющего населения была более чем в 10 раз меньше в Молдове и Беларуси; достоверные различия между данными этих двух стран отсутствовали.

Противоположная ситуация имела место по показателю «доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время»: в исследуемых республиках Европейского региона эти показатели более чем в 10 раз превышали показатели Узбекистана. При этом следует отметить достоверно более высокий удельный вес употребляющих алкоголь в Республике Молдова. Эпизодическое употребление большого количества алкоголя было достоверно выше у белорусов.

Исследования наглядно демонстрируют странные и гендерные особенности потребления алкоголя (табл. 2). Как для женского (95,2 %), так и для мужского (69,1 %) населения, проживающего в Узбекистане, характерна достоверно более высокая доля лиц, не употребляющих алкоголь. Достоверных гендерных различий в проценте не употребляющих алкоголь в Республике Беларусь не установлено. В Республике Молдова выявлена наименьшая доля не употребляющих алкоголь мужчин; показатель достоверно отличался от доли не употребляющих алкоголь женщин и мужчин, проживающих в Беларуси. Последняя обозначенная тенденция подтверждена категорией «доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время»: достоверно более высокий удельный вес характерен для молдавских мужчин по сравнению с долей мужчин, употребляющих алкоголь в настоящее время в Беларуси.

Во всех республиках удельный вес употребляющих алкоголь женщин был достоверно ниже, чем мужчин. Потребление большого количества алкоголя характерно для мужского населения. Доли молдавских и белорусских мужчин, употребляющих большие количества алкоголя, более чем в 10 раз превышали долю узбекских мужчин. Употребление большого количества алкоголя более характерно для мужчин, проживающих в Беларуси.

Анализ возрастных аспектов потребления алкоголя продемонстрировал, что с годами достоверно снижается доля не употребляющих алкоголь на протяжении всей жизни только в Республике Узбекистан, причем это обусловлено уменьшением доли не употребляющих алкоголь мужчин (табл. 3). Как в Республике Молдова, так и в Республике Беларусь практически каждый второй в возрасте 18–29 лет употреблял алкоголь, данная ситуация отмечена во всех возрастных группах, включая период активного трудоспособного и репродуктивного возраста. В Молдове и Беларуси доля населения, у которого был случай употребления большого количества алкоголя относится к четвертой части мужчин и примерно 10 % женщин.

Результаты исследований, опубликованные в Global status report on alcohol and health and treatment of substance use Disorders (ВОЗ, 2024) (далее – Глобальный доклад) и представленные по анализируемым странам в табл. 4, согласуются с результатами проведенных STEPS-исследований [3; 18–20].

По данным Глобального доклада, потребление алкоголя на душу населения в Республике

**Таблица 2. Распространенность потребления алкоголя в зависимости от пола по результатам STEPS-исследований в Республике Беларусь (2020), Республике Молдова (2021) и Республике Узбекистан (2019) [18–20]**

**Table 2. Prevalence of alcohol consumption by sex according to STEPS surveys in the Republic of Belarus (2020), the Republic of Moldova (2021) and the Republic of Uzbekistan (2019) [18–20]**

| Показатель                                                                                                                                  | Республика Беларусь                |                                    | Республика Узбекистан              |                                    | Республика Молдова                 |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                             | Мужчины<br>(n = 2280)              | Женщины<br>(n = 3044)              | Мужчины<br>(n = 1488)              | Женщины<br>(n = 2307)              | Мужчины<br>(n = 1774)              | Женщины<br>(n = 2323)              |
| Доля населения, не употребляющая алкоголь на протяжении всей жизни                                                                          | 5,7 %<br>(95 % ДИ<br>(4,0–7,4))    | 6,9 %<br>(95 % ДИ<br>(5,1–8,7))    | 69,1 %<br>(95 % ДИ<br>(64,5–73,7)) | 95,2 %<br>(95 % ДИ<br>(93,7–96,6)) | 3,0 %<br>(95 % ДИ<br>(2,1–4,0))    | 8,5 %<br>(95 % ДИ<br>(6,7–10,2))   |
| Доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время (употребляли алкоголь в течение последних 30 сут.)                                 | 63,1 %<br>(95 % ДИ<br>(59,7–66,4)) | 45,7 %<br>(95 % ДИ<br>(41,7–49,6)) | 8,7 %<br>(95 % ДИ<br>(6,1–11,3))   | 0,8 %<br>(95 % ДИ<br>(0,3–1,4))    | 73,1 %<br>(95 % ДИ<br>(69,8–76,4)) | 53,2 %<br>(95 % ДИ<br>(49,8–56,6)) |
| Доля населения, у кого был случай употребления большого количества алкоголя (6 стандартных порций и более на 1 случай за последние 30 сут.) | 30,6 %<br>(95 % ДИ<br>(27,2–33,9)) | 4,2 %<br>(95 % ДИ<br>(3,1–5,3))    | 2,7 %<br>(95 % ДИ<br>(1,6–3,8))    | 0,2 %<br>(95 % ДИ<br>(0,0–0,5))    | 24,5 %<br>(95 % ДИ<br>(21,6–27,5)) | 3,1 %<br>(95 % ДИ<br>(2,1–4,1))    |

**Таблица 3. Распространенность потребления алкоголя у мужчин и женщин в различных возрастных группах по результатам национальных STEPS-исследований в Республике Беларусь (2020), Республике Молдова (2021) и Республике Узбекистан (2019) [18–20]**

**Table 3. Prevalence of alcohol consumption among men and women in different age groups according to the results of national STEPS surveys in the Republic of Belarus (2020), the Republic of Moldova (2021) and the Republic of Uzbekistan (2019) [18–20]**

| Фактор риска                                                                    | Пол      | 18–29 лет, %<br>(95 % ДИ) | 30–44 лет, %<br>(95 % ДИ) | 45–59 лет, %<br>(95 % ДИ) | 60–69 лет, %<br>(95 % ДИ) |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Республика Беларусь</i>                                                      |          |                           |                           |                           |                           |
|                                                                                 |          | n = 690                   | n = 1468                  | n = 1924                  | n = 1246                  |
| Доля населения, не пьющая на протяжении всей жизни                              | муж      | 7,4 (3,1–11,7)            | 5,7 (2,5–8,9)             | 4,2 (2,0–6,3)             | 4,6 (1,8–7,4)             |
|                                                                                 | жен      | 7,8 (3,8–11,8)            | 6,7 (3,6–9,8)             | 5,3 (3,5–7,2)             | 8,7 (5,7–11,8)            |
|                                                                                 | оба пола | 7,5 (4,6–10,5)            | 6,2 (3,9–8,4)             | 4,8 (3,5–6,2)             | 6,9 (4,7–9,0)             |
| Доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время                        | муж      | 62,1 (54,7–69,5)          | 64,2 (58,5–69,9)          | 69,7 (64,2–75,2)          | 50,3 (43,1–57,4)          |
|                                                                                 | жен      | 45,2 (37,6–52,8)          | 49,8 (44,0–55,5)          | 49,9 (44,5–55,2)          | 30,5 (26,1–34,8)          |
|                                                                                 | оба пола | 54,6 (48,5–60,7)          | 57,3 (53,3–61,2)          | 58,7 (54,6–62,9)          | 39,4 (34,9–43,8)          |
| Доля населения, у которого был случай употребления большого количества алкоголя | муж      | 25 (18,1–33,0)            | 23,2 (27,3–38,3)          | 28,9 (32,4–43,3)          | 16,1 (17,8–29,1)          |
|                                                                                 | жен      | 8,7 (1,8–8,9)             | 9,9 (2,2–5,3)             | 13,2 (3,1–6,2)            | 4,8 (1,1–4,1)             |
|                                                                                 | оба пола | 12,2 (12,1–21,1)          | 16,8 (15,7–22,1)          | 20,2 (16,7–22,4)          | 9,9 (9,2–14,8)            |
| <i>Республика Молдова</i>                                                       |          |                           |                           |                           |                           |
|                                                                                 |          | n = 340                   | n = 1099                  | n = 1408                  | n = 1250                  |
| Доля населения, не пьющая на протяжении всей жизни                              | муж      | 2,3 (0,0–4,6)             | 2,7 (1,2–4,2)             | 3,8 (2,0–5,6)             | 3,6 (1,8–5,3)             |
|                                                                                 | жен      | 12,4 (6,9–17,9)           | 6,8 (4,4–9,2)             | 7,1 (4,9–9,4)             | 8,4 (5,8–10,9)            |
|                                                                                 | оба пола | 7,3 (4,3–10,2)            | 4,7 (3,1–6,2)             | 5,5 (4,0–7,0)             | 6,1(4,5–7,7)              |
| Доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время                        | муж      | 73,5 (65,5–81,5)          | 74,9 (70,2–79,6)          | 72,6 (68,5–76,8)          | 69,5 (64,5–74,5)          |
|                                                                                 | жен      | 48,2 (39,8–56,6)          | 59,1 (54,4–63,8)          | 52,4 (47,9–56,9)          | 50,5 (45,4–54,6)          |
|                                                                                 | оба пола | 61,1 (54,7–67,5)          | 67,3 (63,7–71,0)          | 62,3 (58,7–65,9)          | 59,0 (55,6–62,5)          |
| Доля населения, у которого был случай употребления большого количества алкоголя | муж      | 21,9 (14,5–29,3)          | 24,3 (19,8–28,9)          | 28,7 (24,6–32,8)          | 22,0 (17,8–26,2)          |
|                                                                                 | жен      | 2,1 (0,0–4,5)             | 3,9 (2,4–5,4)             | 3,7 (2,2–5,2)             | 2,0 (0,7–3,3)             |
|                                                                                 | оба пола | 12,1 (7,8–16,4)           | 14,6 (11,9–17,2)          | 16,0(13,6–18,4)           | 11,2 (9,0–13,3)           |
| <i>Республика Узбекистан</i>                                                    |          |                           |                           |                           |                           |
|                                                                                 |          | n = 467                   | n = 1218                  | n = 2110*                 |                           |
| Доля населения, не пьющая на протяжении всей жизни                              | муж      | 85,0 (78,7–91,3)          | 60,6 (53,6–67,6)          | 54,7 (49,1– 60,2)         |                           |
|                                                                                 | жен      | 97,9 (96,5–99,3)          | 92,5 (89,7–95,2)          | 94,4 (92,6–96,1)          |                           |
|                                                                                 | оба пола | 91,4 (88,1–94,7)          | 77,0 (72,9–81,2)          | 75,8 (72,6–78,9)          |                           |
| Доля населения, употребляющая алкоголь в настоящее время                        | муж      | 4,4 (1,0–7,7)             | 10,1 (6,4–13,8)           | 13,6 (9,6–17,5)           |                           |
|                                                                                 | жен      | 0,5 (0,0–1,3)             | 1,2 (0,2–2,3)             | 0,8 (0,3–1,3)             |                           |
|                                                                                 | оба пола | 2,5 (0,8–4,1)             | 5,5 (3,5–7,6)             | 6,8 (4,8–8,7)             |                           |
| Доля населения, у которого был случай употребления большого количества алкоголя | муж      | 0,0 (0,0–0,0)             | 1,6 (0,2–3,0)             | 2,0 (0,6–3,3)             |                           |
|                                                                                 | жен      | 0,0 (0,0–0,0)             | 0,0 (0,0–0,0)             | 0,1 (0,0–0,2)             |                           |
|                                                                                 | оба пола | 0,0 (0,0–0,0)             | 0,8 (0,1–1,4)             | 1,0 (0,3–1,6)             |                           |

Примечание: \* – в возрасте 45–69 лет в соответствии с [18].

Узбекистан в четыре раза меньше в сравнении с Республикой Молдова и Республикой Беларусь. Узбекские женщины практически не употребляют алкоголь. Не установлено различий в объемах потребления алкоголя в Молдове и Беларуси, и для обеих стран характерны гендерные различия: мужчины пьют значительно больше. Результаты по доле населения, употребляющего алкоголь,

и доле населения, у которого был случай употребления большого количества алкоголя, сопоставимы с описанным нами выше, но процент достоверно выше, что обусловлено возрастом лиц, принимавших участие в исследованиях, и подходами к оценке. Так, в STEPS-исследованиях принимали участие лица в возрасте от 18 лет, а в Глобальном докладе представлены результаты,

Таблица 4. Потребление алкоголя в Республике Беларусь, Республике Молдова и Республике Узбекистан [3]

Table 4. Alcohol consumption in the Republic of Belarus, the Republic of Moldova and the Republic of Uzbekistan [3]

| Показатель                                                                                                        | Пол      | Республика Беларусь | Республика Молдова | Республика Узбекистан |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Потребление алкоголя, л (95 % ДИ)                                                                                 | муж      | 18,2 (13,3–23,3)    | 18,5 (12,7–24,8)   | 4,5 (2,1–7,1)         |
|                                                                                                                   | жен      | 4,9 (3,5–6,3)       | 5,1 (3,5–6,8)      | 0,7 (0,3–1,1)         |
|                                                                                                                   | оба пола | 10,9 (8,0–13,9)     | 11,4 (7,9–15,2)    | 2,6 (1,2–4,1)         |
| Доля населения в возрасте 15+ лет, употребляющего алкоголь, % (95 % ДИ)                                           | муж      | 78,3 (76,4–80,2)    | 78,4 (76,5–80,3)   | 20,9 (17,8–24,2)      |
|                                                                                                                   | жен      | 61,6 (59,2–64,1)    | 63,0 (59,2–64,5)   | 8,8 (7,3–10,5)        |
|                                                                                                                   | оба пола | 69,1 (67,0–71,4)    | 69,6 (67,5–71,9)   | 14,8 (12,5–17,2)      |
| Доля населения в возрасте 15+ лет, у которого был случай употребления большого количества алкоголя, % (95 % ДИ)   | муж      | 39,0 (35,9–42,1)    | 38,7 (35,6–41,4)   | 7,6 (6,9–8,2)         |
|                                                                                                                   | жен      | 17,2 (15,2–19,2)    | 16,9 (14,9–18,9)   | 1,9 (1,7–2,2)         |
|                                                                                                                   | оба пола | 27,8 (25,2–30,3)    | 27,6 (25,2–30,1)   | 4,6 (4,2–5,0)         |
| Доля населения в возрасте 15–19 лет, употребляющего алкоголь, % (95 % ДИ)                                         | муж      | 58,2 (54,7–61,5)    | 57,3 (53,8–60,6)   | 5,4 (4,4–6,7)         |
|                                                                                                                   | жен      | 53,7 (50,3–56,8)    | 52,7 (49,2–53,8)   | 4,4 (3,4–5,5)         |
|                                                                                                                   | оба пола | 56,0 (52,5–59,2)    | 55,0 (51,5–58,2)   | 4,9 (3,9–6,1)         |
| Доля населения в возрасте 15–19 лет, у которого был случай употребления большого количества алкоголя, % (95 % ДИ) | муж      | 29,3 (26,8–31,8)    | 28,7 (26,3–31,1)   | 2,2 (2,0–2,4)         |
|                                                                                                                   | жен      | 23,0 (19,8–24,3)    | 21,6 (19,4–23,7)   | 1,5 (1,4–1,7)         |
|                                                                                                                   | оба пола | 26,1 (23,8–28,5)    | 25,6 (23,3–27,9)   | 1,9 (1,7–2,1)         |

касающиеся лиц в возрасте 15+ лет. Кроме этого, в STEPS-исследованиях распространенность потребления алкоголя оценивалась на основании сведений об употреблении стандартной порции любого алкогольного напитка в течение последних 30 сут., а в Глобальном докладе – в течение 12 мес. [3; 18–20]

Наибольшую озабоченность вызывает категория лиц в возрасте 15–19 лет, которая в Глобальном докладе выделена отдельно: как в Республике Беларусь, так и в Республике Молдова каждый второй юноша и каждая вторая девушка употребляют алкоголь, причем практически у каждого третьего молодого человека и каждой пятой девушки был случай употребления алкоголя в большом количестве.

Столь значимые различия в употреблении алкоголя с жителями Республики Узбекистан связаны с историческими, в том числе конфессиональными, традициями населения этих стран, при этом для Узбекистана, где преобладает мусульманская конфессия, характерен более низкий уровень употребления алкоголя, что соответствует общей тенденции меньшего употребления алкоголя в мусульманских странах. STEPS-исследования выявили достоверно большую частоту употребления алкоголя среди жителей Беларуси и Молдовы и более высокую долю населения, у кого был случай употребления большого количества алкоголя уже в молодом возрасте, и отсутствие достоверных различий в возрастных группах. Аналогичная ситуация установлена и для женщин.

Несмотря на то что доля употребляющих алкоголь по ряду позиций достоверно выше в Ре-

спублике Молдова, следует констатировать, что в Республике Беларусь сложился более тяжелый паттерн потребления алкоголя, что подтверждается структурой потребляемых напитков. Так, в Беларуси крепкие алкогольные напитки составляют 45,0 %, вино – 9,0 %, пиво – 21,3 %, другие алкогольные напитки – 24,7 %, в то время как в Республике Молдова крепкие спиртные напитки составляют только 35,8 %, вино – 37,6 %, пиво – 24,2 %, другие алкогольные напитки – 2,5 % [3].

Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни при рождении и ожидаемая продолжительность здоровой жизни в сравниваемых странах представлена в табл. 5.

Несмотря на то что в 2021 г., по данным ВОЗ [21], ожидаемая продолжительность предстоящей жизни при рождении (ОППЖ) была выше в Республике Беларусь (73,1 года), ОППЖ мужчин была выше в Республике Узбекистан (70,2 года). При этом следует подчеркнуть, что белорусские мужчины не доживали до 70 лет и разница ОППЖ с женщинами в Беларуси составила 10 лет, в отличие от Республики Узбекистан, где гендерная разница ожидаемой продолжительности жизни составила менее 4 лет. Однотипная ситуация отмечена и для молдаван (см. табл. 5). Ожидаемая продолжительность здоровой жизни (ОПЗЖ) характеризовалась аналогичной ситуацией. Для узбекских мужчин ОПЗЖ была выше в сравнении с мужчинами Молдовы и Беларуси.

Среди основных причин смертности в сравниваемых странах лидирующие позиции занимали ишемическая болезнь сердца, инсульты

Таблица 5. Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни при рождении и ожидаемая продолжительность здоровой жизни при рождении в Республике Беларусь, Республике Молдова и Республике Узбекистан в 2021 г. [21]

Table 5. Life expectancy at birth and healthy life expectancy at birth in the Republic of Belarus, the Republic of Moldova and the Republic of Uzbekistan in 2021 [21]

| Страна                | ОПЖ, лет |         |          | ОПЗЖ, лет |         |          |
|-----------------------|----------|---------|----------|-----------|---------|----------|
|                       | Женщины  | Мужчины | Оба пола | Женщины   | Мужчины | Оба пола |
| Республика Беларусь   | 78,1     | 68,1    | 73,1     | 66,8      | 60,5    | 63,7     |
| Республика Молдова    | 73,6     | 65,5    | 69,6     | 63,6      | 58,8    | 61,2     |
| Республика Узбекистан | 74,1     | 70,2    | 72,2     | 64        | 62,7    | 63,4     |

и COVID-19 (данные 2021 г. [21]) как среди мужчин, так и среди женщин. Вместе с тем для белорусов в топ-10 причин также вошли расстройства, связанные с употреблением алкоголя (22,8 на 100 000 населения), суициды (15,6 на 100 000 населения) и злокачественные новообразования (рак трахеи, бронхов, легких – 39,9 на 100 000 населения; рак толстой и прямой кишки – 30,7 на 100 000 населения; рак желудка – 22,0 на 100 000 населения). Вышеуказанные позиции не вошли в 10 основных причин смертности в Республике Узбекистан. Вместе с тем следует подчеркнуть, что в Беларуси, Молдове и Узбекистане хронические неинфекционные заболевания являются основными причинами смертности, их удельный вес составил 75,4 %, 72,7 % и 80,1 % соответственно [21].

Высокий уровень употребления алкоголя является проблемой международного масштаба. Сегодня в мире разработаны научно обоснованные меры, направленные на снижение уровней употребления алкоголя с вредными последствиями, которые включают регулирование розничной продажи алкогольных напитков (включая сокращение времени и дней розничной продажи, ограничение плотности торговых точек реализации алкоголя, повышение минимального возраста для его приобретения), принятие соответствующих мер в отношении вождения в нетрезвом виде, снижение спроса с помощью механизмов налогообложения и ценообразования, повышение осведомленности о проблемах общественного здравоохранения, вызванных вредным употреблением алкоголя, и обеспечение поддержки эффективной алкогольной политики, обеспечение доступного и недорогого лечения для людей с расстройствами, связанными с употреблением алкоголя, и внедрение программ скрининга и краткосрочных вмешательств для выявления опасного и вредного употребления алкоголя в медицинских учреждениях [3]. Эти меры общественного здравоохранения, направленные на

снижение уровня потребления алкоголя, в Европейском регионе ВОЗ рассматриваются как быстроедействующие и наиболее эффективные с точки зрения затрат (quick buys), поскольку обеспечивают измеримые результаты в течение 1–5 лет [22].

Здоровье – важное условие повышения человеческого потенциала и социально-экономического развития любой страны. Забота о здоровье предполагает ответственность самого человека за свое физическое и эмоциональное состояние и находит отражение в определенных моделях поведения – сберегающих или разрушающих здоровье. При рассмотрении проблемы увеличения ОПЖ и тем более здоровых лет жизни необходимо принимать во внимание показатели, отражающие поведенческие аспекты образа жизни населения. Не только уровень развития здравоохранения и доступность медицинских услуг влияют на качество жизни человека и состояние его организма. Актуальным становится вопрос ответственности граждан за сохранение и укрепление своего здоровья, что неразрывно связано с ведением здорового образа жизни.

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь подчеркнуто, что в социальной сфере внутренними источниками угроз национальной безопасности являются рост заболеваемости, увеличение числа инвалидов, склонность к асоциальному образу жизни, злоупотреблению спиртными напитками, употреблению наркотических средств, психотропных веществ, их аналогов, токсических или других одурманивающих веществ, низкая культура самосохранительного поведения и безопасности жизнедеятельности населения [23]. Среди семи приоритетов Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы обозначена «национальная демографическая безопасность – сохранение населения, укрепление здоровья нации и поддержка семьи»<sup>2</sup>. Одним из механизмов

<sup>2</sup> Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь : решение Всебелорусского народного собрания от 25.04.2024 № 5 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=11031&p0=P924v0005> (дата обращения: 17.03.2026).

реализации служит Государственная программа «Здоровье нации» на 2026–2030 годы<sup>3</sup>, направленная на увеличение ожидаемой продолжительности жизни при рождении до 76,5 года, снижение общего коэффициента смертности населения до 11,5 промилле к 2030 г. Программой предусмотрена разработка мер по укреплению здоровья граждан, формированию культуры здорового образа жизни и здоровьесбережения. Большое значение придается организационно-методическому сопровождению государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки» как наилучшего варианта социальной модели формирования здоровья населения. В настоящее время данным проектом охвачено более 600 населенных пунктов, а до 2035 г. это количество достигнет около 1500 населенных пунктов<sup>4</sup>.

### Заключение

Сопоставление данных STEPS-исследований, выполненных в трех республиках, исторически имевших сходные системы здравоохранения, в 2019–2021 гг. выявило достоверные различия в распространенности потребления алкоголя: для

белорусов и молдаван – более высокое распространение потребления алкоголя в сравнении с жителями Узбекистана. Существенные различия в уровне потребления алкоголя обусловлены историческими и конфессиональными особенностями, при этом в Узбекистане с преобладанием мусульманского вероисповедания уровень употребления алкоголя намного ниже.

Потребление алкоголя имеет гендерные и возрастные различия: в представленных странах больше доля употребляющих алкоголь мужчин; с возрастом не отмечается уменьшения доли пьющего населения. Эти данные согласуются с ведущими причинами смертности в странах, ОПЖ и ОПЗЖ.

Полученные результаты следует учитывать при разработке таргетированных стратегий по профилактике факторов риска хронических неинфекционных заболеваний с учетом возраста и пола. Как показали STEPS-исследования, на распространение потребления алкоголя не влияет модель социально-экономического развития государства, а также тип системы здравоохранения, функционирующий в стране.

### Литература

1. Глобальные факторы риска для здоровья // ВОЗ. – 2015. – URL: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44203/9789244563878\\_rus.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44203/9789244563878_rus.pdf) (дата обращения: 17.03.2026).
2. Алкоголь // ВОЗ. – 2015. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/alcohol> (дата обращения: 17.03.2026).
3. Global status report on alcohol and health and treatment of substance use disorders // WHO. – 2024. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240096745> (date of access: 17.03.2026).
4. The relationship between different dimensions of alcohol use and the burden of disease – an update / J. Rehm, G. E. Gmel Sr, G. Gmel [et al.] // *Addiction*. – 2017. – Vol. 112, № 6. – P. 968–1001.
5. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 / GBD 2017 Risk Factor Collaborators // *Lancet*. – 2018. – Vol. 392, № 10159. – doi: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
6. Global status report on alcohol and health 2018 // WHO. – 2018. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639> (date of access: 17.03.2026).
7. Rehm, J. A narrative review of alcohol consumption as a risk factor for global burden of disease / J. Rehm, S. Imtiaz // *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*. – 2016. – Vol. 11, № 1. – doi: 10.1186/s13011-016-0081-2.
8. National, regional, and global burdens of disease from 2000 to 2016 attributable to alcohol use: a comparative risk assessment study / K. Shield, J. Manthey, M. Rylett [et al.] // *Lancet Public Health*. – 2020. – Vol. 5, № 1. – doi: 10.1016/S2468-2667(19)30231-2.
9. Reducing pub hopping and related crime / M. Felson, R. Berends, B. Richardson, A. E. Veno // *Policies for Prevention: Reducing Crime, Public Intoxication and Injury*. – Monsey, NY: Criminal Justice Press, 1997. – P. 115–132.
10. Abbey, A. Alcohol-related sexual assault: a common problem among college students / A. Abbey // *Journal of Studies on Alcohol, Supplement*. – 2020. – № 14. – P. 118–128.
11. Vital signs: alcohol poisoning deaths – United States, 2010–2012 / D. Kanny, R. D. Brewer, J. B. Mesnick [et al.] // *Morbidity and Mortality Weekly Report*. – 2015. – Vol. 63, № 53. – P. 1238–1242.
12. Systematic literature review on which maternal alcohol behaviours are related to fetal alcohol spectrum disorders (FASD) / S. Roozen, G. Y. Peters, G. Kok [et al.] // *BMJ Open*. – 2018. – Vol. 8, № 12. – doi: 10.1136/bmjopen-2018-022578.

<sup>3</sup> Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы : решение Всебелорусского Народного собрания от 19 дек. 2025 г. № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P925v0001> (дата обращения: 17.03.2026).

<sup>4</sup> О Государственной программе «Здоровье нации» на 2026–2030 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 дек. 2025 г. № 798 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500798> (дата обращения: 17.03.2026).

13. The relation between different dimensions of alcohol consumption and burden of disease : an overview / J. Rehm, D. Baliunas, G. L. Borges [et al.] // *Addiction*. – 2010. – Vol. 105, № 5. – P. 817–843.
14. Prevalence of and potential influencing factors for alcohol dependence in Europe / J. Rehm, P. Anderson, J. Barry [et al.] // *European Addiction Research*. – 2015. – Vol. 21, № 1. – P. 6–18.
15. Мониторинг факторов риска неинфекционных заболеваний. Принцип поэтапной реализации, предложенный ВОЗ : краткий обзор / Р. Бонита, М. де Куэртен, Т. Дуайер [и др.] // ВОЗ. – 2001. – URL: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70475/WHO\\_NMH\\_CCS\\_01.01\\_rus.pdf;jsessionid=6E8AA8396E570712B3754B430924945B?sequence=3](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70475/WHO_NMH_CCS_01.01_rus.pdf;jsessionid=6E8AA8396E570712B3754B430924945B?sequence=3) (дата обращения: 17.03.2026).
16. Noncommunicable disease facility-based monitoring guidance: framework, indicators and application // WHO. – 2022. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/364379/9789240057067-eng.pdf> (date of access: 17.03.2026).
17. Эпидемиологический надзор за факторами риска неинфекционных заболеваний в Европейском регионе ВОЗ. Обзор исследования STEPS в 2013–2019 гг. – Копенгаген : Европейское региональное бюро ВОЗ. – 2023. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373993/WHO-EURO-2023-4561-44324-62622-rus.pdf> (дата обращения: 17.03.2026).
18. STEPS: Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в Республике Узбекистан, 2019 г. – Копенгаген : Европейское региональное бюро ВОЗ. – 2022. – URL: <https://www.who.int/europe/ru/publications/i/item/WHO-EURO-2022-6795-46561-67569> (дата обращения: 17.03.2026).
19. STEPS: Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в Республике Беларусь, 2020 г. – Копенгаген : Европейское региональное бюро ВОЗ. – 2022. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/358798> (дата обращения: 17.03.2026).
20. STEPS: prevalence of noncommunicable disease risk factors in the Republic of Moldova, 2021 / WHO Regional Office for Europe. – 2022. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/365274> (date of access: 17.03.2026).
21. World health statistics 2025: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals // WHO. – 2025. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/381418/9789240110496-eng.pdf?sequence=1> (date of access: 17.03.2026).
22. Quick buys for prevention and control of noncommunicable diseases / G. Galea, A. Ekberg, A. Ciobanu [et al.] // *The Lancet Regional Health*. – 2025. – Vol. 52. – P. 101281. – doi: 10.1016/j.lanpe.2025.101281.
23. Нечай, С. В. Государственный профилактический проект «Здоровые города и поселки»: опыт и перспективы / С. В. Нечай, А. С. Косова, Е. О. Гузик // *Здравоохранение. Healthcare*. – 2026. – № 5. – С. 40–48.

## References

1. Global health risk factors. 2015. WHO. Available at: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44203/9789244563878\\_rus.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44203/9789244563878_rus.pdf) (accessed: 17.03.2026). (in Russian)
2. Alcohol. WHO. 2015. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/alcohol> (accessed: 17.03.2026). (in Russian)
3. Global status report on alcohol and health and treatment of substance use disorders. WHO. 2024. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240096745> (accessed: 17.03.2026).
4. Rehm J., Gmel G.E. Sr, Gmel G., et al. The relationship between different dimensions of alcohol use and the burden of disease – an update. *Addiction*. 2017; 112(6): 968–1001.
5. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017. *Lancet*. 2018; 392(10159). doi: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
6. Global status report on alcohol and health 2018. WHO. 2018. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639> (accessed: 17.03.2026).
7. Rehm J., Imtiaz S. A narrative review of alcohol consumption as a risk factor for global burden of disease. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2016; 11(1). doi: 10.1186/s13011-016-0081-2.
8. Shield K., Manthey J., Rylett M., et al. National, regional, and global burdens of disease from 2000 to 2016 attributable to alcohol use. *Lancet Public Health*. 2020; 5(1). doi: 10.1016/S2468-2667(19)30231-2.
9. Felson M., Berends R., Richardson B., Veno A.E. Reducing pub hopping and related crime. *Policies for Prevention: Reducing Crime, Public Intoxication and Injury*. Monsey, NY: Criminal Justice Press; 1997: 115–132.
10. Abbey A. Alcohol-related sexual assault: a common problem among college students. *J Stud Alcohol Suppl*. 2002; (14): 118–128.
11. Kanny D., Brewer R.D., Mesnick J.B., et al. Vital signs: alcohol poisoning deaths – United States, 2010–2012. *Morb Mortal Wkly Rep*. 2015; 63(53): 1238–1242.
12. Roozen S., Peters G.Y., Kok G., et al. Systematic literature review on which maternal alcohol behaviours are related to fetal alcohol spectrum disorders (FASD). *BMJ Open*. 2018; 8(12). doi: 10.1136/bmjopen-2018-022578.
13. Rehm J., Baliunas D., Borges G.L., et al. The relation between different dimensions of alcohol consumption and burden of disease. *Addiction*. 2010; 105(5): 817–843.
14. Rehm J., Anderson P., Barry J., et al. Prevalence of and potential influencing factors for alcohol dependence in Europe. *Eur Addict Res*. 2015; 21(1): 6–18.
15. Bonita R., de Courten M., Dwyer T., et al. Surveillance of risk factors for noncommunicable disease. WHO. 2001. Available at: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70475/WHO\\_NMH\\_CCS\\_01.01\\_rus.pdf;jsessionid=6E8AA8396E570712B3754B430924945B?sequence=3](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/70475/WHO_NMH_CCS_01.01_rus.pdf;jsessionid=6E8AA8396E570712B3754B430924945B?sequence=3) (accessed: 17.03.2026). (in Russian)
16. Noncommunicable disease facility-based monitoring guidance: framework, indicators and application. WHO. 2022. Available at: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/364379/9789240057067-eng.pdf> (accessed: 17.03.2026). (in Russian)
17. WHO Regional Office for Europe. Noncommunicable disease risk factor surveillance in the WHO European Region: an overview of the STEPS survey 2013–2019. 2023. Available at: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373993/WHO-EURO-2023-4561-44324-62622-rus.pdf> (accessed: 17.03.2026). (in Russian)
18. WHO Regional Office for Europe. STEPS: prevalence of risk factors for noncommunicable diseases in the Republic of Uzbekistan, 2019. Kopenhagen: Europejskoe regional'noe byuro VOZ; 2022. Available at: <https://www.who.int/europe/ru/publications/i/item/WHO-EURO-2023-4561-44324-62622-rus.pdf> (accessed: 17.03.2026). (in Russian)

EURO-2022-6795-46561-67569 (accessed: 17.03.2026). (in Russian)

19. WHO Regional Office for Europe. STEPS: prevalence of risk factors for noncommunicable diseases in the Republic of Belarus, 2020. Kopenhagen: Evropejskoe regional'noe byuro VOZ; 2022. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/358798>. (accessed: 17.03.2026). (in Russian)

20. WHO Regional Office for Europe. STEPS: prevalence of risk factors for noncommunicable diseases in the Republic of Moldova, 2021. 2022. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/365274> (accessed: 17.03.2026).

21. World health statistics 2025: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. WHO. 2025. Available at: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/381418/9789240110496-eng.pdf?sequence=1> (accessed: 17.03.2026).

22. Galea G., Ekberg A., Ciobanu A., et al. Quick buys for prevention and control of noncommunicable diseases. *Lancet Reg Health*. 2025; 52: 101281. doi: 10.1016/j.lanepe.2025.101281.

23. Nechaj S.V., Kosova A.S., Guzik E.O. State preventive project "Healthy cities and towns": experience and prospects. *Zdravoohranenie. Healthcare*. 2026; 5: 40–48.

**Контактная информация:**

Сачек Марина Михайловна – д. м. н., доцент, профессор кафедры организации здравоохранения

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Ул. П. Бровки, 3, к. 3, 220013, г. Минск

Сл. тел. +375 17 311-27-85

ORCID: 0009-0004-9110-0185

**Участие авторов:**

Концепция и дизайн исследования: М. М. С., М. В. Щ.

Сбор информации и обработка материала: М. М. С., М. В. Щ.

Статистическая обработка данных: М. В. Щ.

Написание текста: М. М. С., М. В. Щ.

Редактирование: М. М. С., М. В. Щ.

Щавелева Марина Викторовна. ORCID: 0000-0001-9550-6896

**Конфликт интересов отсутствует**

Поступила 23.06.2026  
Принята к печати 30.06.2026

## Эмфизема легких: от молекулярных механизмов к персонализированной терапии

<sup>1</sup>И. М. Лаптева, <sup>1</sup>А. Н. Лаптев, <sup>2</sup>И. В. Орлова

<sup>1</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Республиканский научно-практический центр пульмонологии и фтизиатрии, Минск, Беларусь

Представлены современная дефиниция эмфиземы легких, алгоритмы диагностики и дифференциального диагноза, современные методы дифференцированного и оперативного лечения. Рассматривается роль реабилитационных и профилактических мероприятий в предотвращении инвалидизации пациентов с эмфиземой легких.

**Ключевые слова:** эмфизема, диагностика, дифференциальная диагностика, лечение, реабилитация, профилактика.

This article presents a modern definition of pulmonary emphysema, diagnostic and modern methods of differentiated and surgical treatment. The role of rehabilitation and preventive measures in preventing the development of a disability in patients with pulmonary emphysema is discussed.

**Key words:** emphysema, diagnosis, differential diagnosis, treatment, rehabilitation, prevention.

HEALTHCARE. 2026; 7: 58–66

PULMONARY EMPHYSEMA: FROM MOLECULAR MECHANISMS TO PERSONALIZED THERAPY

I. Lapteva, A. Laptev, I. Orlova

Эмфизема легких – часто встречающийся патологический процесс. Длительное время морфологический субстрат эмфиземы казался врачам однотипным (расширение легких и буллезно-дистрофические изменения), а также был приоритетным при постановке и формулировке диагноза.

В современных международных рекомендациях эмфизема легких больше не рассматривается как изолированная морфологическая проблема [1]. Трактуются как хроническое деструктивное заболевание альвеолярного пространства с патологическим расширением дистальнее терминальных бронхиол с деструкцией альвеолярных стенок без выраженного фиброза, обусловлено нарушением баланса между протеолитической активностью, оксидативным повреждением и несостоятельностью регенеративных механизмов на фоне системного хронического воспаления. На текущий

момент акцент сместился с чисто анатомического определения на функционально-фенотипическое. В частности, в 2026 г. ключевым акцентом является эмфизематозный фенотип как часть хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), который характеризуется снижением диффузионной способности легких (DLCO) при относительно сохранной проходимости крупных бронхов и выраженной гиперинфляцией, определяющей толерантность к физической нагрузке.

Эпидемиологическая значимость эмфиземы легких является актуальной: эмфизема остается одной из ведущих причин инвалидизации и смертности в мире. Согласно новым данным отмечены некоторые эпидемиологические особенности [1; 2]:

– происходит смена профиля экспозиции: в дополнение к курению табака эксперты Европейского

респираторного общества (European Respiratory Society, ERS) подчеркивают рост случаев эмфиземы, вызванной экспозицией к биомассе (дым от приготовления пищи, отопления), загрязненным воздухом внутри помещений и профессиональными вредностями;

- обращается внимание на раннее начало заболевания: наблюдается рост числа пациентов с «ранней» эмфиземой (преждевременное старение легких), что связывают с нарушениями процессов развития легких в детском возрасте и генетическими факторами;

- эмфизема легких может трактоваться как скрытая патология, часто не диагностируется на ранних стадиях, так как компенсаторные механизмы долго маскируют одышку, что, несомненно, требует внедрения методов раннего скрининга среди групп риска;

- существенные изменения в трактовке этиопатогенетических факторов в развитии эмфиземы имеют большое значение для клинической практики, так как это требует изменений в стратегии лечения данной патологии.

## Этиология и патогенез эмфиземы легких

Причины возникновения эмфиземы изучались в течение двух последних столетий. Полное представление об этиопатогенетических факторах получено лишь в последние годы при использовании полномасштабного молекулярно-клеточного анализа и построения современной концепции эмфиземы, где ключевым механизмом является сложное мультифакторное поражение на фоне системного хронического воспаления.

Молекулярная патофизиология протеолиза и альфа-1-антитрипсина (ААТ) из классической теории «протеазы – антипротеазы» эволюционировала в концепцию протеолитического дисбаланса. При этом нейтрофильная эластаза, являясь наиболее агрессивным ферментом, способным разрушать эластин в легочной ткани, в норме нейтрализуется ААТ. При дефиците ААТ нейтрофильная эластаза проникает в интерстиций, вызывая деструкцию межальвеолярных перегородок.

Кроме того, имеет место патология полимеризации ААТ: у пациентов с мутацией Z-аллели ААТ внутри гепатоцитов образуются внутриклеточные агрегаты (полимеры). Проведенные в 2025 г. исследования показывают, что эти полимеры не только снижают местный иммунитет легких, но и, привлекая нейтрофилы в легочную ткань, замыкают порочный круг «воспаление – деструкция – воспаление» [3].

В 2026 г. особое внимание уделяется матричным металлопротеиназам (ММП), в частности ММП-12 (макрофагальная металлоэластаза), которая не ингибируется ААТ. Курение напрямую индуцирует синтез ММП-12, что делает этот фермент ключевым «киллером» эластина у курильщиков, даже при сохранной функции ААТ [4; 5].

Пусковым механизмом системного срыва при эмфиземе легких является оксидативный стресс – состояние, когда продукция активных форм кислорода, как из экзогенных источников, так и активированных лейкоцитов, подавляет систему антиоксидантной защиты. В частности, окисление метионинового остатка под воздействием табачного дыма превращает его в бесполезный белок, а именно он обеспечивает функционирование ААТ. Кроме того, активные формы кислорода атакуют сурфактант, изменяя его поверхностное натяжение, при этом альвеолы спадаются (ателектазируются) при выдохе.

Передовым краем науки в пульмонологии в 2026 г. являются клеточное старение (сенесценция) и фенотип старения (Senescence-Associated Secretory Phenotype, SASP). Это ключевой блок в патогенезе, объясняющий прогрессирование болезни после прекращения курения. Поврежденные альвеолоциты II типа входят в состояние «спячки» (senescence). Они секретируют массивные объемы провоспалительных цитокинов (факторов SASP): IL-6 и IL-8, поддерживающих приток нейтрофилов, но, что парадоксально, и TGF- $\beta$  (трансформирующий фактор роста бета), который в определенных условиях может способствовать деструкции, а не фиброзу. Интересен также эффект «соседства» (bystander effect): стареющие сенесцентные клетки химически общаются с соседними здоровыми клетками и тканями и передают им сигналы повреждения.

Таким образом, область эмфиземы «расползается» по паренхиме как зона заражения, даже если исходный фактор, например сигаретный дым, устранен.

В патогенезе эмфиземы легких важное значение придается сосудистому компоненту, разработана концепция VEGF-сигнального голодания (VEGF – сигнальный белок, стимулирующий образование новых кровеносных сосудов – ангиогенез). Современная пульмонология больше не считает эмфизему только лишь «болезнью альвеол». Это также болезнь эндотелия легочных капилляров. В частности, исследования показывают резкое снижение экспрессии VEGF и его рецепторов в тканях эмфиземы, что приводит к ангиогенному

сбою, так как фактор роста эндотелия сосудов является критическим выживающим сигналом для эндотелиоцитов легочных капилляров [6]. Кроме того, без VEGF-сигналов эндотелий капилляров подвергается апоптозу. Когда исчезает капиллярная сеть, альвеолярная стенка теряет метаболическую поддержку и буквально «растворяется» за ненадобностью (отсутствие газообмена = отсутствие потребности в структуре). Это объясняет, почему при эмфиземе диффузионная способность легких падает раньше, чем наступает выраженная обструкция дыхательных путей.

При эмфиземе легких нарушается процесс удаления поврежденных митохондрий (митофагия). Дефектные митохондрии выбрасывают в цитоплазму активные радикалы и митохондриальную ДНК, которая из-за схожести молекулярной структуры распознается рецепторами врожденного иммунитета как бактериальная инфекция. Это поддерживает хронический, стерильный воспалительный процесс, который не купируется стандартными антибиотиками или ингаляционными стероидами.

Последние публикации 2026 г. указывают на роль метилирования ДНК и микроРНК в патогенезе эмфиземы легких [1; 4]. У пациентов с эмфиземой наблюдаются специфические изменения в экспрессии генов, которые регулируют циркадные ритмы легочных клеток. Нарушение «биологических часов» легкого приводит к тому, что репаративные процессы, обычно происходящие ночью, оказываются неэффективными

или смещенными по времени, что способствует деструкции.

Таким образом, патогенез эмфиземы легких сегодня – это не просто разрушение структуры легкого от курения, это системная поломка на уровне клеточного обновления (сенэценция), сосудистого питания и врожденного иммунитета, подкрепленная генетической уязвимостью.

Клинические формы и фенотипирование эмфиземы легких также претерпели серьезную трансформацию: врач не просто определяет тип эмфиземы по данным компьютерной томографии органов грудной клетки (КТ ОГК), он оценивает биологический профиль пациента, который диктует прогноз и выбор таргетной терапии [5; 7].

Анатомо-морфологические типы – это золотой стандарт классификации эмфиземы, и он остается базой для оценки функционального дефицита органа. Но не менее важным фактором для дифференциации клинических фенотипов является биологическая характеристика пациента.

Центриацинарная эмфизема – при этой локализации вовлечен проксимальный ацинус с преимущественным поражением респираторных бронхиол (рис. 1). Клинический паттерн: классический тип курильщика. Локализация – преимущественно верхние доли. Особенности центриацинарной эмфиземы заключаются в том, что морфологические изменения тесно коррелируют с обструкцией бронхов, что ассоциируется с ХОБЛ-типом. Прогрессирование часто идет вертикально – сверху вниз.



Рис. 1. Диффузно рассеянные множественные мелкие округлые участки просветления с преимущественной верхнедолевой локализацией

Fig. 1. Multiple diffusely scattered small rounded areas of lucency, predominantly in the upper lobes

Панацинарная эмфизема занимает весь ацинус, проявляется равномерным расширением от дыхательных бронхиол до альвеолярных мешочков (рис. 2). Клинический паттерн: характерна для тяжелого генетического дефицита ААТ. Локализация – преимущественно нижние доли (базальные отделы). Особенность в том, что панацинарная эмфизема имеет высокий риск ранней инвалидизации. Проявляется выраженной одышкой при относительно сохранной функции самих бронхов, что часто приводит к ошибочной диагностике сердечной недостаточности.

Парасептальная (дистальная) эмфизема характерна тем, что располагается субплеврально вдоль междольковых перегородок (рис. 3). Клинический паттерн: встречается чаще у молодых астеничных пациентов. Особенность в том, что парасептальная (дистальная) эмфизема является основным субстратом для формирования спонтанных пневмотораксов и гигантских субплевральных булл (буллезная болезнь).

Для определения тактики лечения современные алгоритмы фенотипирования, кроме анатомо-морфологического, требуют выделения клинических фенотипов [1; 6]. Выделены четыре фенотипа:

1) фенотип «быстрого прогрессора», отличающийся высоким уровнем маркеров клеточного старения и носительством гетерозиготных мутаций ААТ; клинические маркеры: снижение объема форсированного выдоха за первую секунду

(ОФВ<sub>1</sub>) > 100 мл/год, быстрое падение DLCO. Клиническое значение выделения данного фенотипа требует максимально агрессивной антиремоделирующей терапии (включая экспериментальные методы воздействия на сенесцентные клетки – сенолитики);

2) фенотип гиперинфляционный – характерен разрушением эластического каркаса при относительной сохранности дыхательных путей, значительным повышением остаточного объема легких (RV), увеличением соотношения RV/TLC > 150 % (TLC – общая емкость легких) и наличием симптома «тихого легкого» при аускультации. Клиническое значение выделения данного фенотипа заключается в том, что такие пациенты являются прямыми кандидатами на эндобронхиальную редукцию объема легких, без чего фармакотерапия малоэффективна;

3) фенотип коморбидный, при котором эмфизема сочетается с системной мышечной атрофией (саркопенией), остеопорозом и системным воспалением, сопровождается низким индексом массы тела, наличием признаков легочного сердца и метаболических нарушений. Клиническое значение заключается в том, что данный фенотип требует мультидисциплинарного подхода (нутрициолог + кардиолог + пульмонолог);

4) фенотип ААТ-ассоциированной эмфиземы с ранней манифестацией (40–45 лет), признаками специфического дефицита ААТ и базальным распределением признаков эмфиземы на КТ ОГК.

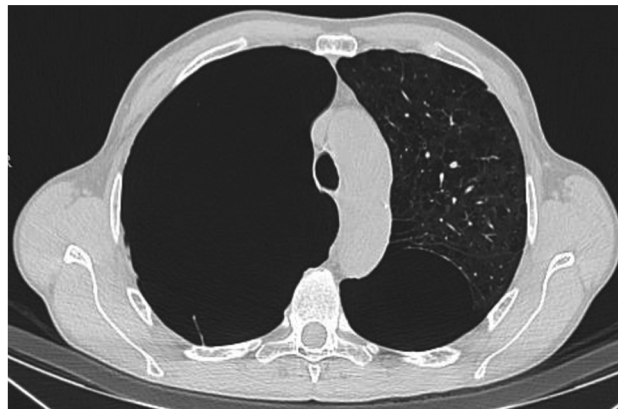


Рис. 2. Диффузное снижение плотности легочной паренхимы с равномерным поражением всех частей ацинуса

Fig. 2. Diffuse decrease in pulmonare parenchyma density with uniform involvement of all parts of the acinus



а



б

Рис. 3. Буллезная эмфизема с формированием гигантских булл (а) и участков сдавления окружающей паренхимы (б)

Fig. 3. Bullous emphysema with the formation of giant bullae (a) and areas of compression of the surrounding parenchyma (b)

Клиническое значение состоит в том, что данный фенотип – единственная форма, которая имеет специфическую заместительную терапию.

Диагностика эмфиземы в 2026 г. совершила переход от «описательной констатации» к «количественной верификации функциональных потерь» с использованием мультимодального подхода, объединяющего функциональную анатомию, молекулярные маркеры и динамическое моделирование.

#### Функция внешнего дыхания

Традиционная спирометрия ( $\text{ОФВ}_1/\text{ФЖЕЛ}$ ) – лишь верхушка айсберга. В 2026 г. ключевым критерием тяжести и прогноза является диффузионная способность легких. DLCO – золотой стандарт тяжести эмфиземы. Низкий показатель DLCO при относительно сохранном  $\text{ОФВ}_1$  указывает на изолированную деструкцию капиллярно-альвеолярной мембраны (сосудистый фенотип).

Критически важным является определение динамической гиперинфляции с помощью плетизмографии и анализа «воздушных ловушек», что оценивается через изменение объема вдоха (IC) при физической нагрузке. Снижение  $\text{IC}/\text{TLC}$  менее 0,25 является предиктором смертности и непереносимости нагрузок.

Инновационным методом признана осциллометрия, позволяющая оценить сопротивление мелких дыхательных путей (периферическая резистентность) без форсированного маневра, что крайне важно для пациентов с выраженной одышкой, которые не могут выполнить стандартную спирометрию.

Визуализация 2026 г. – это не глаза радиолога, а математические алгоритмы машинного обучения. Кроме классической визуализации важен количественный анализ с использованием программ, позволяющих автоматически выделить зоны легкого с плотностью ниже 950 HU (Hounsfield Units), что позволяет объективно измерить «индекс эмфиземы» (процент объема легких, пораженного деструкцией). Использование экспираторной КТ ОГК – это стандарт для оценки «воздушных ловушек». Сравнение плотности на вдохе и выдохе позволяет построить «карту эластичности» легких, что является решающим для отбора пациентов на эндобронхиальную редукцию объема.

Лабораторная диагностика предполагает, что исследование AAT – это не просто определение уровня белка в крови, а прецизионная генетическая и функциональная оценка. Определение количественного уровня AAT < 1,1 г/л вызывает подозрение на недостаточность. Последующая ПЦР-диагностика для выявления Z, S и редких патогенных аллелей, а также определение способности AAT нейтрализовать эластазу *in vitro* необходимы для диагностики редких форм, где белок есть, но он функционально мертв.

Определение биомаркеров «клеточного срыва» с помощью измерения десмозина и изодесмозина в плазме крови/моче как продуктов распада эластина позволяет считать их повышение прямым свидетельством того, что легкое разрушается прямо сейчас.

В 2026 г. диагноз «эмфизема» не считается полным без оценки кардиореспираторного сопряжения. При кардиопульмональном нагрузочном тестировании измеряются потребление кислорода и выделение углекислого газа в реальном времени с определением вентиляционного эквивалента и трактовкой его повышения как признака того, что легкое пациента – «плохой теплообменник» и причиной одышки является не только обструкция, но и серьезное нарушение эффективности вентиляции.

Таким образом, диагностика эмфиземы легких в 2026 г. – это создание комплекса точных диагностических критериев (денситометрические индексы, генетический статус, метаболический ответ на нагрузку), что позволяет индивидуально рассчитывать риск прогрессирования и подобрать ключ к лечению пациента.

Не менее важен этап дифференциально-диагностического поиска. Эмфизема имеет множество «имитаторов». Задача врача – исключить патологии, которые требуют принципиально иного лечения.

Дифференциальная диагностика эмфиземы легких и бронхоэктатической болезни базируется на поиске ключевых морфологических и клинических различий. Эмфизема – это необратимое разрушение альвеол, а бронхоэктазы представляют собой стойкое расширение бронхов с воспалением их стенок. Клинические проявления эмфиземы – прогрессирующая одышка, участие вспомогательной мускулатуры, бочкообразная грудная клетка. Бронхоэктазы проявляются хроническим кашлем с обильной гнойной мокротой и периодическими обострениями, напоминающими пневмонию. Высокоразрешающая КТ – золотой стандарт в разграничении заболеваний. Обеднение сосудистого рисунка, повышенная прозрачность легочной ткани с образованием воздушных кист (булл) – характерные признаки эмфиземы, в то время как при бронхоэктазии на КТ ОГК видны расширенные бронхи с утолщенными стенками, создающие симптом «трамвайных рельсов» при продольном срезе и симптом «перстня» при поперечном срезе, где расширенный бронх шире сопровождающей его артерии. Показатели спирометрии могут быть нормальными при «сухих» изолированных бронхоэктазах, но при эмфиземе всегда сопутствует обструктивный тип нарушения дыхания. Лабораторные тесты подтверждают гнойный процесс при бронхоэктазах, при подозрении на эмфизему исследуется уровень ААТ. Комплекс полученных диагностических критериев

позволяет уточнить диагноз и выбрать правильное лечение.

Интерстициальные заболевания легких (ИЗЛ) с эмфиземой – нередко встречающееся сочетание, где эмфизема – в верхних долях, а ИЗЛ – фиброз с преимущественной локализацией в нижних долях. Важный диагностический момент: спирометрия может быть нормальной (фиброз и эмфизема «компенсируют» друг друга), но диффузионная способность легких катастрофически снижена. При этом возникает огромный риск тяжелой легочной гипертензии. Подозрение на ИЗЛ с эмфиземой исключает монотерапию ингаляционными стероидами.

Бронхиальная астма (синдром перекреста астмы и ХОБЛ, оверлап-синдром) на фоне длительного ремоделирования осложняется эмфиземой, которая в данном случае носит вторичный характер. Диагностическим критерием этого сочетания является вариабельность  $ОФВ_1 > 12\%$  и  $> 200$  мл, наличие эозинофилии крови ( $> 300$  кл/мкл) или мокроты, высокий уровень FeNO (оксид азота в выдыхаемом воздухе). В связи с этим терапия должна осуществляться с акцентом на ингаляционные глюкокортикостероиды.

Системные васкулиты и заболевания соединительной ткани могут сопровождаться эмфиземой, но в данном случае она рассматривается как следствие поражения сосудов при системных заболеваниях. При этом обязателен скрининг на маркеры аутоиммунного воспаления (ANA, ANCA), если эмфизема развивается у пациента без факторов риска (некурящего).

Современная стратегия лечения эмфиземы в 2026 г. базируется на концепции «прецизионной декомпрессии, метаболической поддержки и биологической стабилизации». Произошел переход модели «простой бронходилатации» мультимодальному воздействию на патогенетические звенья: протеолиз, клеточное старение, системное воспаление и нарушение легочной биомеханики.

Таргетная бронходилатация: фундаментом остаются комбинации длительно действующих антихолинергиков (LAMA) и бета-2-агонистов (LABA). В 2026 г. стандартом являются ингаляторы с «экстремелкой» частицей (MMAD  $< 1$  мкм). Только такой размер позволяет препарату достичь дистальных ацинусов, которые при эмфиземе «отрезаны» от проксимальных путей, что критически важно для эффективного снижения гиперинфляции.

Внутривенное введение очищенного человеческого ААТ как способ заместительной и таргетной

терапии остается золотым стандартом. В настоящее время ведутся активные испытания ингаляционных форм ААТ, создающих высокую локальную концентрацию препарата непосредственно в ткани легкого, что потенциально позволяет снизить системную нагрузку и количество введений [3].

Биологическая (антицитокиновая) терапия: при фенотипе «синдром перекреста астмы и ХОБЛ» (эмфизема + эозинофильный тип воспаления) внедрены моноклональные антитела (анти-IL-5, анти-IL-4R), которые купируют эозинофильное повреждение, резко замедляя прогрессирование эмфиземы [4].

Сенолитическая терапия: эмфизема признана болезнью «преждевременного клеточного старения», поэтому в фокусе клинических исследований находится применение сенолитиков (например, комбинация дазатиниба и кверцетина) как способ «элиминации» сенесцентных альвеолоцитов, которые непрерывно секретируют деструктивные факторы SASP.

Для пациентов с тяжелой гиперинфляцией, не отвечающих на фармакотерапию, интервенционная тактика и механическая декомпрессия – единственный путь улучшения качества жизни. При этом для достижения эффекта «лечебного ателектаза» используется установка эндобронхиальных клапанов в сегменты, наиболее пораженные эмфиземой [7; 8].

При наличии междолевых коллатералей, препятствующих установке клапанов, используется эндоскопическая термопластика с локальной подачей горячего пара. Метод вызывает «контролируемый ателектаз» зоны, высвобождая объем для работы здоровых отделов.

В случаях диффузного поражения применяются эндобронхиальные койлы: металлическая пружина стягивает ткань легкого, восстанавливая его эластическую тягу, что способствует улучшению механики дыхания при отсутствии локальных булл [8].

При осуществлении хирургического лечения предпочтение отдается VATS-резекции (Video-assisted thoracoscopic surgery) – малоинвазивной операции по иссечению наиболее разрушенных участков (часто верхушек). При этом устранение «мертвого пространства» (зон вентиляции без перфузии) радикально снижает работу дыхательных мышц. Хирургическая редукция объема четко показана пациентам с гетерогенной эмфиземой, где поражение ограничено конкретными долями.

Любые хирургические вмешательства дают высокий процент послеоперационных осложнений,

если в комплексе лечебных мероприятий не используется нутритивно-функциональная поддержка. Важен инспираторный мышечный тренинг – специфическая физиотерапия диафрагмы. Пациенты используют нагрузочные устройства, чтобы натренировать мышцы вдоха, которые при эмфиземе атрофируются из-за хронического перерастяжения легких. Кроме того, гиперметаболическое состояние при эмфиземе требует высокобелковой диеты и дотации омега-3 жирных кислот (противовоспалительный эффект).

Таким образом, дифференцированный подход позволяет лечить не диагноз «эмфизема» как нечто абстрактное, а использовать комплекс специфического биологического воздействия (сосудистый, ААТ-ассоциированный, сенесцентный) с возможностью выбора из методов интервенции и таргетной биотерапии, что делает прогноз для пациентов принципиально более оптимистичным.

При ведении пациента с эмфиземой легких ставится цель – не вернуть необратимо утраченную эластичность ткани, а максимально адаптировать организм к существующим ограничениям и замедлить наступление инвалидизации. Поэтому современные стратегические подходы рассматривают реабилитацию не как дополнение к терапии, а как ее фундаментальный компонент, который по значимости не уступает фармакологическому лечению [1; 4; 9].

Важен мультисистемный тренинг, так как тренировка только дыхательных мышц недостаточно эффективна без устранения периферической мышечной дисфункции. Пациенты с эмфиземой легких имеют уплощенную диафрагму, в связи с этим необходимо применение инспираторного мышечного тренинга с использованием дыхательных тренажеров с программируемым сопротивлением; при этом возможны восстановление сократительной способности диафрагмы и уменьшение одышки.

Новая трактовка умеренно-интенсивных физических нагрузок под контролем пульсоксиметрии позволяет организму эффективнее использовать тот малый объем кислорода, который поступает в кровь, так как они стимулируют митохондриальный биогенез в скелетных мышцах и дают лучший эффект, чем щадящие прогулки. Поскольку эмфизема сопровождается хронической психологической травмой, то мероприятия, направленные на преодоление «страха одышки» (кинезиофобия), имеют большое значение: если пациент боится двигаться, он входит в порочный круг детренированности, который убивает быстрее, чем сама эмфизема.

Все большее значение приобретает телереабилитация – внедрение носимых мониторов, которые в реальном времени отслеживают сатурацию ( $\text{SpO}_2$ ), частоту дыхания и сердечных сокращений. Данные должны передаваться в облачную систему клиник, где искусственный интеллект способен корректировать нагрузку на следующий день, что позволяет проводить реабилитацию удаленно, сохраняя полный контроль безопасности.

Эмфизема может сопровождаться системным воспалением, ведущим к саркопении (потере мышечной массы), поэтому показана нутритивная поддержка с назначением специализированных смесей, обогащенных лейцином (стимулирует синтез мышечного белка), а также поддержание уровня омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, достоверно снижающих уровень системных маркеров воспаления (С-реактивный белок, IL-6), которые при эмфиземе «поддерживают» деструкцию альвеол.

Профилактические мероприятия – важный компонент в программах ведения пациентов с эмфиземой легких.

В 2026 г. используется «цифровой» отказ от курения: успех оценивается по биомаркерам

экспозиции (уровни котин на и монооксида углерода в выдохе) при каждом визите пациента.

Инфекционное обострение при эмфиземе легких – это всегда «скачок» деструкции, который не компенсируется, поэтому вакцинопрофилактика пневмококковых инфекций, гриппа и SARS-CoV-2 является обязательным мероприятием.

Важно также осуществлять мониторинг качества воздуха внутри помещений, так как раздражители в виде микрочастиц – прямой катализатор активации макрофагов и протеолиза в альвеолах.

Таким образом, эмфизема легких окончательно перестала быть приговором в виде необратимого разрушения ткани. Успех лечения в настоящее время определяется не только мощностью ингалятора, но и тем, насколько точно мы способны подобрать ключ к индивидуальному патогенетическому механизму конкретного пациента. Наука дает нам инструменты для глубокого погружения в болезнь. Наша задача – использовать эти инструменты для того, чтобы обеспечить пациентам не только дыхание, но и качество жизни, не ограниченное прогрессирующей инвалидизацией.

## Литература

1. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2026 Report) // Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. – URL: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2026/01/GOLD-REPORT-2026-v1.3-8Dec2025\\_WMv2.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2026/01/GOLD-REPORT-2026-v1.3-8Dec2025_WMv2.pdf) (date of access: 19.07.2026).
2. Частота встречаемости признаков эмфиземы легких в протоколах рентгенографии и компьютерной томографии / Л. Н. Арзамасова, Ю. А. Васильев, А. В. Владзимирский, К. М. Арзамасов // Менеджер здравоохранения. – 2026. – № 5. – С. 85–95.
3. Дефицит альфа-1-антитрипсина у взрослых / Российское респираторное общество. – М., 2017. – URL: [https://spulmo.ru/download/Rekomend\\_Antitripsin.pdf](https://spulmo.ru/download/Rekomend_Antitripsin.pdf) (дата обращения: 19.07.2026).
4. Новый алгоритм начальной и последующей терапии хронической обструктивной болезни легких / С. Н. Авдеев, З. Р. Айсанов, И. В. Лещенко, А. С. Белевский // Пульмонология. – 2026. – Т. 36, № 1. – С. 95–106.
5. Гольдштейн, В. Д. Эмфизема легких в клинической практике / В. Д. Гольдштейн. – М.: БИНОМ, 2016. – 176 с.
6. Associations of pulmonary microvascular blood volume with per cent emphysema and CT emphysema subtypes in the community: the MESA lung study / E. A. Hermann, A. Motahari, E. A. Hoffman, et al. // Thorax. – 2025. – Vol. 80, № 5. – P. 309–317.
7. Lung volume reduction therapies in patients with emphysema: a systematic review and network meta-analysis / Liyan Bo, Xu He, Yan Chen [et al.] // Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. – 2025. – Vol. 22, № 1. – doi: 10.1080/15412555.2025.2567022.
8. Клинический случай длительной клапанной бронхоблокации при хронической обструктивной болезни легких / В. В. Плечев, А. М. Авзалетдинов, Р. Ф. Ганиев [и др.] // Креативная хирургия и онкология. – 2026. – Т. 16, № 1. – С. 81–89.
9. Берикханов, З. Г. Методы лечения хронической обструктивной болезни и эмфиземы легких / З. Г. Берикханов, А. М. Николаев, В. Ю. Серегина // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2023. – № 9. – С. 79–85.

## References

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2026 Report). Available at: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2026/01/GOLD-REPORT-2026-v1.3-8Dec2025\\_WMv2.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2026/01/GOLD-REPORT-2026-v1.3-8Dec2025_WMv2.pdf) (accessed: 19.07.2026).
2. Arzamasova L.N., Vasil'ev Y.A., Vladzimirskiy A.V., Arzamasov K.M. Pulmonary emphysema prevalence according to radiography and computed tomography. *Menedzher zdravooohraneniya*. 2026; 5: 85–95. (in Russian)
3. Russian Respiratory Society. Alpha-1-antitrypsin deficiency in adults. – Moscow; 2017. Available at: [https://spulmo.ru/download/Rekomend\\_Antitripsin.pdf](https://spulmo.ru/download/Rekomend_Antitripsin.pdf) (accessed: 19.07.2026). (in Russian)
4. Avdeev S.N., Afsanov Z.R., Leshchenko I.V., Belevskij A.S. New algorithm for initial and subsequent therapy of chronic obstructive pulmonary disease. *Pul'monologiya*. 2026; 36(1): 95–106. (in Russian)

5. Gol'dshtejn V.D. *Pulmonary emphysema in clinical practice*. Moscow: BINOM; 2016. 176. (in Russian)
6. Hermann E.A., Motahari A., Hoffman E.A., et al. Associations of pulmonary microvascular blood volume with per cent emphysema and CT emphysema subtypes in the community. *Thorax*. 2025; 80(5): 309–317.
7. Liyan Bo, Xu He, Yan Chen, et al. Lung volume reduction therapies in patients with emphysema. *COPD*. 2025; 22(1). doi: 10.1080/15412555.2025.2567022.
8. Plechev V.V., Avzaletdinov A.M., Ganiev R.F., et al. Clinical case of prolonged endobronchial valve treatment in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Kreativnaya hirurgiya i onkologiya*. 2026; 16(1): 81–89. (in Russian)
9. Berikhanov Z.G., Nikolaev A.M., Seregina V.Yu. Treatment of chronic obstructive pulmonary disease and emphysema. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2023; (9): 79–85. (in Russian)

### Контактная информация:

Лаптева Ираида Михайловна – к. м. н., доцент кафедры пульмонологии, фтизиатрии, аллергологии и профпатологии  
с курсом повышения квалификации и переподготовки  
Белорусский государственный медицинский университет  
Пр. Дзержинского, 83, 220083, г. Минск  
Сл. тел. +375 17 366-21-35  
ORCID: 0009-0004-5000-5683

### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: И. М. Л., А. Н. Л.  
Написание текста: А. Н. Л., И. М. Л.  
Редактирование: И. В. О., А. Н. Л.  
Лаптев Анатолий Николаевич. ORCID: 0009-0009-6708-8290  
Орлова Ирина Вячеславовна. ORCID: 0009-0005-9053-558X  
Конфликт интересов отсутствует

Поступила 27.04.2026  
Принята к печати 21.07.2026

## Цифровая трансформация интерпретации электрокардиограммы у детей: от классических подходов до алгоритмов искусственного интеллекта

Н. В. Томчик, Н. С. Парамонова

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Целью обзора является систематизация современных достижений в области регистрации электрокардиограммы, включая миниатюризацию устройств, беспроводные и цифровые технологии. Инновации расширили возможности для диагностики электрической нестабильности сердца у детей. Модернизация электрокардиографического оборудования, цифровая интеграция требуют переоценки ранее установленных педиатрических нормативов электрокардиограммы. Остается актуальной проблема интерпретации данных с носимых и событийных устройств регистрации электрокардиограммы в связи с тем, что большинство автоматических алгоритмов не адаптированы к физиологическим особенностям детского сердца. В детской кардиологии перспективным является направление использования инструментов искусственного интеллекта при интерпретации электрокардиограммы с целью скрининга и стратификации риска аритмий, структурных заболеваний сердца, каналопатий.

**Ключевые слова:** электрокардиограмма, инновации, носимые и событийные устройства, искусственный интеллект.

The purpose of this review is to summarize current advances in electrocardiogram recording, including device miniaturization and wireless and digital technologies. Innovative engineering developments have expanded the capabilities for diagnosing cardiac electrical instability in children. Modernization of electrocardiographic equipment and digital integration require a reassessment of previously established pediatric electrocardiogram standards. The problem of interpreting data from wearable and event-based electrocardiogram recording devices remains pressing, as most automatic algorithms are not adapted to the physiological characteristics of the pediatric heart. In pediatric cardiology, the use of artificial intelligence tools in electrocardiogram interpretation is promising for screening and risk stratification of arrhythmias, structural heart diseases, and channelopathies.

**Key words:** electrocardiogram, innovations, wearable and event-based devices, artificial intelligence.

HEALTHCARE. 2026; 7: 67–75

DIGITAL TRANSFORMATION OF CHILDREN'S ELECTROCARDIOGRAM INTERPRETATION:  
FROM CLASSICAL APPROACHES TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS

N. Tomchik, N. Paramonova

Технический прогресс в области диагностики электрической нестабильности сердца достиг высоких показателей. Это коснулось и методик, используемых в детской кардиологии. Электрокардиография остается одним из важнейших и простых методов диагностики аритмий, позволяющий верифицировать их топик, электропатофизиологические характеристики [1; 2]. Традиционная электрокардиограмма (ЭКГ) регистрируется в 12 отведениях, представляет собой суммарный эффект трансмембранных потенциалов активированных клеток рабочего миокарда.

Разность потенциалов регистрируют путем использования различных отведений с поверхности тела, куда распространяются сердечные биоэлектрические токи, вследствие хорошей электропроводимости прилегающих к сердцу органов и тканей. Электрокардиография как метод была предложена А. Уоллером в 1887 г., в 1893 г. нидерландский ученый В. Эйнтховен ввел термин «электрокардиограмма» и предложил систему обозначения зубцов [2]. С тех пор произошла значительная эволюция в технологии регистрации электрической активности сердца [3; 4–6]. В настоящее время арсенал врача

включает инновационные методики для инвазивных и неинвазивных вмешательств [2; 4].

#### **Современный электрокардиограф: требования к регистрации**

Согласно современным стандартам, электрокардиограф – это аппарат с сетевым или внутренним источником питания, позволяющий регистрировать как минимум 12 традиционных отведений. Устройство обеспечивает передачу записи на дисплей, бумажный и другие внешние носители, осуществляет автоматический анализ информации, обладает высокой точностью цифро-аналогового преобразования и настройками (чувствительность сигнала, частотные фильтры, подавление сетевых помех, коррекция дрейфа изолинии, фильтрация мышечных артефактов) [7–9]. При регистрации ЭКГ с общепринятыми отведениями скорость записи должна составлять 25 мм/с или 50 мм/с, продолжительность записи должна быть не менее требуемой для алгоритмической обработки данных, в других случаях – не менее 20 с [7–9]. Масштаб традиционно составляет 10 мм/мВ. Чтобы избежать искажения в регистрации сегмента ST, комплекса QRS, требуется ограничение полосы пропускания нижних частот не выше 0,05 Гц, верхних частот – не ниже 100 Гц. Важным техническим компонентом электрокардиографа является фильтр [7; 8]. Режекторный фильтр позволяет устранить сетевую наводку, фильтр нижних частот (миографический фильтр) – элетромеханические движения, фильтр высоких частот (фильтр стабилизации изолинии) – низкочастотные помехи, дрейф изолинии. Грамотное включение этих фильтров позволяет избежать грубых ошибок. Включение фильтра нижних частот может уменьшать амплитуду зубцов комплекса QRS и даже искажать его форму, а фильтр высоких частот – исказить положение сегментов ST, PQ и TP, их наклон. Следовательно, высокие технические параметры современных электрокардиографов должны быть направлены на повышение качества регистрации сигнала у пациентов, в том числе детского возраста. Грамотное использование фильтров, частоты дискретизации и других параметров позволит добиться корректной записи ЭКГ.

Перед началом исследования очень важна настройка электрокардиографа, поскольку это способствует качественному графическому отображению сигнала [7; 8]. Например, у новорожденных и детей грудного возраста необходима высокая частота дискретизации (до 1000 Гц), так как на фоне коротких интервалов R-R комплексы QRS очень узкие и содержат высокочастотные компоненты, что может исказить их регистрацию. Не менее важ-

на величина полосы пропускания. Оптимальным значением считается 150–250 Гц, что позволяет заметно уменьшать искажение амплитуды QRS у грудных детей. Прибор с недостаточной полосой может занижать пики R и переоценивать относительную долю медленных компонентов. В работе J. Hirokawa и соавт. установлено, что амплитудные характеристики зубцов R и T на детской ЭКГ зависят от настроек фильтров [10]: в режиме низких частот фильтра высота зубца R была ниже ( $p = 0,013$ ,  $\eta^2 = 0,28$ ), а соотношение T/R было выше, чем соответствующие значения в режиме включения высоких частот ( $\chi^2 = 20,46$ ,  $p < 0,001$ ). То есть зубец T кажется нереально высоким по сравнению с комплексом QRS, хотя реальные изменения у ребенка отсутствуют.

#### **Техническое усовершенствование электрокардиографов и нормативные значения электрокардиограммы у детей**

Первые упоминания о нормативных значениях интервалов и зубцов ЭКГ у детей появились в середине XX в. Среди них белорусский ученый, профессор, основатель детской кардиологии в Беларуси Р. Э. Мазо. В 1957 г. ею была опубликована работа о нормативных значениях ЭКГ в разных возрастных группах [11]. Технические характеристики электрокардиографов советского времени имели свои особенности. Они кардинально отличались от параметров современных приборов, а значит, полученные результаты необходимо было трактовать, учитывая специфику оборудования. Усиленный электрический сигнал сердца регистрировался с помощью гальванометра и писчего пера без цифровой обработки, поэтому рассматривать понятие «частота дискретизации» в электрокардиографе не представлялось возможным. В более поздних моделях регистраторов ЭКГ этот показатель составлял 150–160 Гц. Как известно, такая частота дискретизации недостаточна для ЭКГ у маленьких детей. Большинство современных регистраторов ЭКГ работают с частотой дискретизации 500 Гц или выше, что позволяет точно фиксировать форму зубцов, их амплитуду и интервальные характеристики [13].

В зарубежной литературе публикации о нормативных значениях ЭКГ у детей впервые были опубликованы в 1970-х гг. и принадлежат A. Davignon, также P. Rautaharju и соавт. [12; 13]. Однако при практическом применении этих данных следует учитывать некоторые ограничения, обусловленные рядом причин, в том числе технических. В частности, в исследованиях указанных авторов ЭКГ-сигнал был оцифрован с частотой дискретизации 333 Гц.

При такой низкой частоте регистратора возможно пропустить начало или пик зубца, особенно у детей раннего возраста.

В 2001 г. P. P. Rijnbeek и соавт. опубликовали таблицы новых нормативных значений для детской ЭКГ. В роттердамском исследовании приняли участие 1912 здоровых детей, использовалось современное цифровое оборудование [14]. Благодаря высокой частоте дискретизации, шумозащищенности электрического сигнала установлены различия амплитудных характеристик некоторых зубцов и интервалов по сравнению с ранее выполненными. Выявлено, что абсолютные значения амплитуд зубцов R и S в грудных отведениях выше, часто значительно, по сравнению с исследованием A. Davignon [15]. Например, верхний предел амплитуды зубца R в отведении  $V_6$  в возрастной группе 12–16 лет составлял 3,05 мВ (P. P. Rijnbeek) по сравнению с 2,3 мВ (A. Davignon). По данным P. P. Rijnbeek у здоровых детей в возрасте от 6 мес. до 3 лет амплитуда зубца Q в отведении III была 0,6–0,8 мВ, в то время как это показатель составлял 0,55–0,65 мВ, по сведениям A. Davignon.

В 2018–2020 гг. E. Saarel и соавт., A. Bratincsak и соавт., проанализировав цифровые ЭКГ больших когорт, выявили существенное влияние пола и расы на параметры ЭКГ [16; 17]. Исследование E. Saarel и соавт. продемонстрировало, что скорректированный интервал QT во II отведении был больше у девочек по сравнению с таковым показателем у мальчиков в возрастной группе 3 года и старше ( $p \leq 0,03$ ) и у белокожих по сравнению с чернокожими в возрастной группе 12 лет и старше ( $p < 0,05$ ) [16]. Амплитуда зубца R в отведении  $V_6$  была больше у мальчиков по сравнению с таковым показателем у девочек в возрастной группе 12 лет и старше ( $p < 0,001$ ), у чернокожих по сравнению с белокожими в возрастной группе 3 года и старше ( $p \leq 0,006$ ). Результатом исследования A. Bratincsak стали разработанные нормативные стандарты для 102 параметров ЭКГ, включая частоту сердечных сокращений; электрические оси зубца P, комплекса QRS и зубца T; угол между электрическими осями комплекса QRS и зубца T; интервал PR, длительность QRS, интервал QT и скорректированный QTc; амплитуды P, Q, R, S и T в 12 отведениях, а также интегралы QRS и зубец T [17]. Были рассчитаны значения Z-баллов в диапазоне от -2,5 до 2,5 для установления верхнего и нижнего пределов нормы [18].

Коллегами из России было проведено исследование, результатом которого стало методическое руководство Л. М. Макарова и соавт. «Норматив-

ные значения ЭКГ у детей» (2018) [19]. Предложенные референсные интервалы анализировали, исходя только из половозрастных различий [20]. Выявлена тенденция к более длительному QTc у детей бурятской популяции по сравнению с европейцами, однако для подтверждения межэтнических различий нужны масштабные исследования.

Таким образом, стандарты нормальных значений, помогающие в интерпретации ЭКГ у детей, существуют уже много лет. Недавние исследования показывают, что некоторые из этих стандартов следует пересмотреть и, возможно, скорректировать с учетом изменений в электрокардиографическом оборудовании и возможных физиологических изменений у детей, которые могли произойти с момента установления первоначальных стандартов.

#### **Смарт-устройства для регистрации электрокардиограммы у детей**

Современная медицина активно ищет новые методы регистрации электрокардиограммы [21; 22]. Эта ситуация обусловлена рядом причин. Во-первых, это комфорт для пациента. Например, традиционные электроды с гелем нередко пугают ребенка раннего возраста, вследствие чего затруднен психологический контакт во время процедуры. Врачи-неонатологи и педиатры говорят о неудобстве многочисленных проводов и датчиков при уходе за новорожденным, особенно за недоношенным, находящимся в кувезе, о появлении петехиальных или экхимозных пятен в зоне контакта с металлизированными грудными электродами вследствие воздействия давления на нежную кожу ребенка. Во-вторых, это сложности в фиксировании кратковременных и редких эпизодов аритмии, в проведении дифференциальной диагностики необъяснимых липотимических состояний у детей.

В начале XXI в. появляются беспроводные устройства с интегрированными электродами. Ключевым преимуществом «умного» пластыря/патча стало отсутствие проводов, что улучшило психологические аспекты переносимости процедуры пациентами [23–26]. Современные модели фиксируются на грудную клетку, устойчивы к влаге, при проведении исследования возможны занятия спортом и водные процедуры. Такие устройства обычно обеспечивают непрерывную одноканальную запись электрокардиограммы до 14 сут. и хорошо переносятся детьми.

Параллельно с другими инновациями развивается направление, основанное на использовании электропроводящих материалов (жидких металлов, наночастиц, полимеров или гидрогелей) [24–30].

По данным исследования Y. Yu и соавт., появляются биоэлектроды с использованием галлия, продемонстрировавшие качество записи электрокардиограммы, сопоставимой с традиционной записью [27].

Однако добиться высокоточной регистрации с помощью биоэлектродов оставалось сложной задачей ввиду индивидуальных особенностей кожи и необходимости плотного контакта, в том числе в условиях повседневной двигательной активности человека. Для решения поставленной задачи стали использовать гидрогелевый электрод, сформированный *in situ*. Ввиду особо плотного контакта с кожей он позволял получать электрический сигнал на 88 % качественнее, чем с гелевыми хлорсеребряными электродами (Ag/AgCl) [28]. Пилотные исследования в этом направлении с участием специалистов в области биоинженерии продолжаются. Нанесение миниатюрных микросхем, беспроводных датчиков на гибкую основу в виде пластыря с целью получения качественной регистрации электрокардиограммы в режиме реального времени поможет детям из группы высокого риска своевременно заподозрить предикторы нарушений сердечного ритма и, соответственно, определить маршрутизацию пациента.

Современные кардиологи также используют ЭКГ-рекордер, обеспечивающий регистрацию электрокардиограммы, работающий по принципу записи «по требованию» [31; 32]. Такой прибор активизирует сам пациент во время появления у него симптомов. Эффективность метода во многом определяется способностью выполнить активацию записи с последующей передачей данных врачу для интерпретации. Эти устройства не требуют подключения проводов и активируются прикосновением пальцев или наложением на грудную клетку. Полученная запись отображается в мобильном приложении. Однако при бессимптомном течении аритмии эффективность использования данной технологии снижается. Наиболее рационально использование таких устройств в случаях редких и трудноуловимых эпизодов нарушений ритма или липотимических состояний, когда другие методы диагностики оказываются недостаточно информативными.

Достижения в области регистрации ЭКГ позволили существенно миниатюризировать устройства, повысить комфорт пациентов педиатрического профиля и расширить возможности длительного амбулаторного мониторинга. Однако не решена проблема корректности при интерпретации полученных данных, так как большинство алгоритмов не адаптированы к возрастным физиологическим

особенностям работы сердца ребенка. В настоящее время имеющиеся системы ограничиваются количественной оценкой интервалов ЭКГ, что снижает достоверность сформированного заключения и требует обязательной врачебной интерпретации.

#### **Инструменты искусственного интеллекта для интерпретации электрокардиограммы у детей**

Искусственный интеллект (ИИ) совершает революцию в здравоохранении, внедряя инновационные решения в диагностику, лечение и ведение пациентов [33]. В детской кардиологии применение ИИ для трактовки данных ЭКГ с целью повышения точности диагностики, ускорения рабочих процессов и улучшения результатов лечения пациентов является новым направлением. Учитывая, что интерпретация детской ЭКГ вызывает сложности, использование возможностей ИИ потенциально может помочь в решении этой проблемы. Исследования у взрослых с помощью методик ИИ продемонстрировали эффективность при дистанционном мониторинге для выявления фибрилляции предсердий и других аритмий. Имея некоторый опыт, начаты работы в отношении анализа ЭКГ и использования ИИ для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний у детей.

На базе PubMed D. M. Leone и соавт. выполнили отбор 17 наблюдений из 107 рецензируемых статей по проблеме использования ИИ и интерпретации ЭКГ в педиатрической практике [34]. Установлено, что первые публикации об использовании ИИ выполнены L. Edenbrandt и R. Rittner в 1998 г. и посвящены выявлению случаев неправильного наложения электродов [35]. В исследовании с участием 1908 пациентов авторы констатировали, что ИИ способен с высокой точностью обнаруживать ошибки при наложении электродов на конечностях (AUROC (площадь под ROC-кривой) = 0,999).

Следующий пик работ приходится на 2020-е гг., причем многие из них посвящены прогнозированию выявления дефекта межпредсердной перегородки у детей с использованием разных инструментов ИИ. Описана уникальная работа I. R. de Vries и соавт. по прогнозированию врожденных пороков сердца на основе ЭКГ плода на выборке 122 диад «мать – плод» [36]. Используя абдоминальные электроды у матери, они отфильтровали сигналы материнской ЭКГ и обучили нейронную сеть. Алгоритм показал умеренные результаты с AUROC = 0,76. Кроме того, в литературе описаны исследования по выявлению манифестного синдрома предвозбуждения желудочков и латентного синдрома удлинненного QT у детей.

Успех катетерной абляции зависит от места локализации дополнительных путей. В связи с этим ключевой задачей современной аритмологии является определение локализации дополнительных атриовентрикулярных путей у детей с рецидивирующим характером гемодинамически значимых аритмий на фоне синдрома Вольфа – Паркинсона – Уайта. Существующие алгоритмы с использованием традиционной ЭКГ несовершенны, поскольку возможно влияние субъективного фактора при интерпретации данных. М. Nishimori и соавт. разработали модель с использованием инструментов ИИ, данных ЭКГ и рентгенографии грудной клетки [37]. Она оказалась значительно точнее, чем традиционный алгоритм принятия решений о локализации дополнительных путей. Мультимодальная модель комбинации данных ЭКГ и рентгенографии грудной клетки позволили эффективно определить передне-заднее положение дополнительных путей (таблица).

Несмотря на предпринятые попытки, до сих пор не решены проблемы прогнозирования неблагоприятных событий при синдроме удлиненного QT, особенно его латентных вариантов. Успешные результаты с использованием анализа ЭКГ и ИИ получены J. Vos и соавт. [38]. В исследование были включены пациенты с подтвержденным клиническим и/или генетическим диагнозом синдрома удлиненного интервала QT 1-го, 2-го или 3-го типа (LQT1, LQT2 или LQT3) и пациенты, обратившиеся в связи с подозрением на синдром удлиненного интервала QT, но выписанные без этого диагноза. Авторами создана скрининговая («прогенетическая») модель, позволившая различать пациентов с электрокардиографически латентным синдромом удлиненного интервала QT с 80%-й точностью прогнозирования генотипа LQTS.

С помощью специального класса глубоких нейронных сетей Y. Nogimori и соавт. анализу ЭКГ были обучены сверхточные нейронные сети (CNN) [39]. На основе результатов ЭКГ 21 378 детей получены предикторы прогнозирования неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у 8324. Выходные данные полученной модели сравнивали с моделью с использованием биомаркера натрийуретического пептида В-типа (BNP). Сравнительный анализ показал, что модель с использованием ИИ для анализа ЭКГ продемонстрировала значительно лучшие параметры, чем модель с биомаркером BNP ( $p = 0,03$ ). Авторы считают, что CNN, полученная на основе ЭКГ, является новым маркером сердечной недостаточности с иным прогностическим потенциалом, чем BNP.

Имеются сведения о моделях прогноза гипертрофической кардиомиопатии. На ЭКГ заболевание можно заподозрить при наличии признаков гипертрофии левого желудочка, отклонения электрической оси влево, глубокого зубца Q, инверсии зубца T; нередко электрокардиографические отклонения носят неспецифический характер. Безусловно, трансторакальная эхокардиография является одним из ведущих диагностических методов, однако на этапах бессимптомного течения данный метод широко не используется. В связи с этим наиболее перспективным скрининговым методом является ЭКГ.

К. С. Siontis и соавт. разработали модель, прогнозирующую вероятность гипертрофической кардиомиопатии у детей с чувствительностью 92 % и специфичностью 95 % [40]. Модель была апробирована в разных возрастных группах и продемонстрировала улучшение эффективности с увеличением возраста. AUROC теста в возрастной подгруппе до 5 лет составила 0,93, от 15 до 18 лет – 0,99. Данная модель прогнозирования гипертрофической кардиомиопатии с использованием инструментов ИИ и ЭКГ отличается тем, что предлагается подход без привязки к традиционным критериям гипертрофии левого желудочка.

Таким образом, применение моделей глубокого обучения ИИ в сочетании с доступностью больших массивов ЭКГ и клинических данных позволило выявлять заболевания по ЭКГ с точностью, ранее недостижимой для традиционных технологий или врача функциональной диагностики/кардиолога. Результаты использования ЭКГ с ИИ в педиатрической практике обнадеживают, поскольку они значительно превосходят существующие модели скрининга для некоторых болезней. Ценность инструментов ИИ особенно важна для выявления бессимптомных сердечно-сосудистых заболеваний, которые могут быть незаметны даже для опытных специалистов.

### Заключение

Технологический прогресс в области регистрации и интерпретации ЭКГ существенно расширил возможности диагностики в детской кардиологии. Модернизация электрокардиографического оборудования, цифровая интеграция требуют переоценки ранее установленных нормативов. Развитие беспроводных устройств и биоэлектродов значительно повысило комфорт у детей при исследовании электрической активности сердца, расширило возможности амбулаторного мониторинга.

Возможности применения инструментов искусственного интеллекта при анализе электрокардиограммы у детей  
Possibilities of using artificial intelligence tools in analyzing electrocardiograms in children

| Модель ИИ-ЭКГ                                                                                                                 | Авторы, год                          | Инструменты | Используемые данные                                    | Количество пациентов                       | Показатель результативности                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Прогнозирование дефекта межпредсердной перегородки                                                                            | H. Mori, 2021                        | CNN, LTSMs  | 12-канальная ЭКГ детей                                 | 728                                        | Внутренний показатель AUROC = 0,95, F1 – 0,81                                                                                     |
| Прогнозирование дефекта межпредсердной перегородки                                                                            | J. Mayourian, 2023                   | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей                                 | 46 261                                     | Внутренний показатель AUROC = 0,84, показатель AUPRC = 0,46                                                                       |
| Прогнозирование синдрома удлиненного QT                                                                                       | J. M. Bos, 2021                      | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей                                 | 2059                                       | Внутренний показатель AUROC = 0,90 (95% ДИ (0,88–0,93)), F1 – 0,84                                                                |
| Определение локализации дополнительных проводящих путей при синдроме WPW с использованием рентгенографии грудной клетки и ЭКГ | M. Nishimori, 2021                   | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей и рентгенограмма грудной клетки | 294 с синдромом WPW и 1519 контрольных лиц | Средняя точность – 0,80, F1 – 0,88                                                                                                |
| Определение локализации дополнительных проводящих путей при синдроме WPW                                                      | J. Hennecker, 2025                   | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей                                 | 567                                        | AUROC = 0,92 (95% ДИ (0,88–0,96))                                                                                                 |
| Прогнозирование гипертрофической кардиомиопатии                                                                               | K. C. Siontis, 2021                  | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей                                 | 300                                        | Внутренний показатель AUROC = 0,98, специфичность – 0,95                                                                          |
| Прогнозирование бивентрикулярной дисфункции                                                                                   | S. Anjewierden и D. O'Sullivan, 2023 | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей                                 | 10 142 ЭКГ                                 | Дисфункция левого желудочка: AUROC = 0,93, специфичность – 0,89. Дисфункция правого желудочка: AUROC = 0,90, специфичность – 0,80 |
| Прогнозирование пренатально врожденных пороков сердца у плода                                                                 | I. R. de Vries, 2023                 | CNN         | ЭКГ плода (абдоминальные электроды)                    | 122                                        | Внутренний показатель AUROC = 0,76–0,78                                                                                           |
| Прогнозирование гипоксического поражения сердечно-сосудистой системы у плода по уровню стресса у беременной                   | P. Sarkar, 2021                      | CNN         | ЭКГ плода (абдоминальные электроды)                    | 210 диад «мать – плод»                     | Внешний показатель AUROC = 0,98, специфичность – 0,982                                                                            |
| Прогнозирование неблагоприятных сердечно-сосудистых событий с использованием биомаркера BNP                                   | Y. Nogimori, 2024                    | CNN         | 12-канальная ЭКГ детей и уровни BNP                    | 8324 ЭКГ                                   | AUROC = 0,826 (95 % ДИ (0,706–0,945)), специфичность – 0,655                                                                      |

Примечание: LSTM – сети долгой краткосрочной памяти; F1 – гармоничное среднее между точностью и полнотой; AUPRC – площадь под кривой «точность – полнота»; синдром WPW – синдром Вольфа – Паркинсона – Уайта.

Однако, несмотря на успешное использование этих технологий, необходима разработка четких алгоритмов интерпретации с учетом возрастных особенностей детского сердца. Использование носимых и имплантируемых устройств для записи ЭКГ, таких как умные часы, пластыри, фитнес-браслеты, рекордеры, позволяют регистрировать, хранить, передавать на расстояние, анализировать и интерпретировать полученные результаты. Внедрение

инструментов ИИ в интерпретацию ЭКГ у детей демонстрирует высокую диагностическую точность при раннем выявлении аритмий, структурных заболеваний сердца, каналопатий. Модели глубокого обучения ИИ обеспечивают возможности раннего скрининга и стратификации риска, в том числе при бессимптомном течении болезни. Технологии использования ИИ в детской кардиологии находятся на этапах становления и успешного развития.

## Литература

1. Arrhythmias in pediatric age : a narrative review / A. Strango, J. Ielahi, J. Sabotino [et al.] // *Chidren (Basel)*. – 2025. – Vol. 12, № 12. – doi:10.3390/children12121580.
2. Friedman, P. A. The Electrocardiogram at 100 years: history and future / P. A. Friedman // *Circulation*. – 2024. – Vol. 149, № 6. – P. 411–413.
3. Deep learning and the electrocardiogram : review of the current state-of-the-art / S. Somani, A. J. Russak, F. Richter [et al.] // *Europace*. – 2021. – Vol. 23, № 8. –doi: 10.1093/europace/euab377.
4. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry / J. S. Steinberg, N. Varma, I. Cygankiewicz [et al.] // *Heart Rhythm*. – 2017. – Vol. 14, № 7. – doi:10.1016/j.hrthm.2017.03.38.
5. Kumthekar, R. N. Recent advancements in cardiac implantable devices for pediatric patients / R. N. Kumthekar, T. S. Howard // *Current Pediatrics Reports*. – 2024. – Vol. 12, № 4. – P. 147–157.
6. Joannou, K. Ambulatory electrocardiography: the contribution of Norman Jefferis Holter / K. Joannou, M. Ignaszewski, J. Macdonald // *British Columbia Medical Journal*. – 2014. – Vol. 56, № 2. – P. 86–89.
7. Practical guide to ECG device performance testing according to international standards / E. Raus-Jarabek, M. Czerw, A. Skowronek [et al.] // *Electronics*. – 2025. – Vol. 14, № 19. – doi: 10.3390/electronics14193878.
8. A novel method for conformity assessment testing of electrocardiographs for post-market surveillance purposes / A. Badnjevi, R. Magjarevic, E. Mrdjanovic, L. G. Pokvic // *Technology and Health Care*. – 2023. – Vol. 31. – P. 307–315.
9. Home use : technological and clinical scoping review / A. Zepeda-Echavarria, R. R. van Leur, M. van Sleuwen [et al.] // *Journal of Medical Internet Research Cardio*. – 2023. – Vol. 7. – doi: 10.2196/44003.
10. The influence of electrocardiogram (ECG) filters on the heights of R and T waves in children / J. Hirokawa, T. Hitosugi, Y. Miki [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – Vol. 12, № 1. – doi:10.1038/s41598-022-17680-4.
11. Мазо, Р. Э. Особенности электрокардиограммы здоровых детей разных возрастов / Р. Э. Мазо. – Мн. : Гиз БССР, 1957. – 108 с.
12. Diskinson, D. F. The normal ECG in childhood and adolescence / D. F. Diskinson // *Heart*. – 2005. – Vol. 91, № 12. – doi: 10.1136/hrt.2004.057307.
13. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. A task force of the European Society of Cardiology / P. J. Schwartz, A. Jr. Garson, T. Paul [et al.] // *European Heart Journal*. – 2002. – Vol. 23, № 17. – doi:10.1053/euhj.2002.3274.
14. New normal limits for the paediatric electrocardiogram / P. R. Rijnbeek, M. Witsenburg, E. Schrama [et al.] // *European Heart Journal*. – 2001. – Vol. 22, № 8. – P. 702–711.
15. Normal ECG standards for infants and children / A. Davignon, E. Rautaharju, E. Boisselle [et al.] // *Pediatric Cardiology*. – 1980. – Vol. 1, № 2 – P. 123–131. – doi:10.1007/BF02083144.
16. Electrocardiograms in healthy north american children in the digital age / E. V. Saarel, S. Granger, R. J. Kaltman [et al.] // *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology*. – 2018. – Vol. 11, № 7. – doi: 10.1161/circep.117.005808.
17. Electrocardiogram standards for children and young adults using Z-Scores / A. Bratincsak, Ch. Kimata, B. N. Limm-Chan [et al.] // *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology*. – 2020. – Vol. 13, № 8. – doi: 10.1161/circep.119.008253.
18. The electrocardiogram is a poor diagnostic tool to detect left ventricular hypertrophy in children: a comparison with echocardiographic assessment of left ventricular mass / A. Bratincsak, M. Williams, Ch. Kimata, J. C. Perry // *Congenital Heart Disease*. – 2015. – Vol. 10, № 4. – doi: 10.1111/chd.12249.
19. Регистрация электрокардиограммы покоя в 12 общепринятых отведениях взрослыми детям : метод. рекомендации / Д. В. Дроздов, Л. М. Макаров, В. С. Баркан [и др.] // *Российский кардиологический журнал*. – 2023. – Т. 28, № 10. – С. 105–130.
20. Новые нормы и интерпретации детской электрокардиограммы / Л. М. Макаров, И. И. Киселева, В. Н. Коломятова, Н. Н. Федина // *Педиатрия*. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 63–68.
21. Hitt, J. R. Patch versus traditional ambulatory ECG monitoring in children / J. R. Hitt, E. Carter, J. May // *Progress in Pediatric Cardiology*. – 2021. – Vol. 63, № 1. – doi: 1016/j.ppedcard.2021.101408.
22. Feasibility and diagnostic value of recording smartwatch electrocardiograms in neonates and children / J. Leroux, M. Strik, F. D. Ramiez [et al.] // *The Journal of Pediatrics*. – 2023. – Vol. 253. – P. 40–45.
23. Ambulatory arrhythmia detection with ZIO XT patch in pediatric patients: a comparison of devices / S. Pradhan, J. A. Robinson, J. K. Shivapour, Ch. S. Snyder // *Pediatric cardiology*. – 2019. – Vol. 40, № 5. – P. 921–924.
24. Cardiac arrhythmia detection outcomes among patients monitored with the Zio patch system : a systematic literature review / M. Yenikomshian, J. Jarvis, C. Patton [et al.] // *Current Medical Research and Opinion*. – 2019. – Vol. 35, № 10. – doi: 10.1080/03007995.2019.1610370.

25. Effect of a home-based wearable continuous ECG monitoring patch on detection of undiagnosed atrial fibrillation : the mSToPS randomized clinical trial / S. R. Steinhubl, J. Waalen, A. M. Edwards [et al.] // *Journal of the American Medical Association*. – 2018. – Vol. 320, № 2. – P. 146–155.
26. A flexible, wearable, and wireless biosensor patch with internet of medical things applications / D. T. Phan, C. H. Nguyen, T. D. P. Nguyen [et al.] // *Biosensors (Basel)*. – 2022. – Vol. 12, № 3. – doi: 10.3390/bios12030139.
27. Yu, Y. Biomedical implementation of liquid metal ink as drawable ECG electrode and skin circuit / Y. Yu, J. Zhang, J. Liu // *Public Library of Science one*. – 2013. – Vol. 8, № 3. – doi:10.1371/journal.pone.0058771.
28. Chen, J. X. M. Conductive bio-based hydrogel for wearable electrodes via direct ink writing on skin / J. X. M. Chen, Y. Zhang, T. Chen [et al.] // *Advanced Functional Materials*. – 2024. – Vol. 34, № 40. – doi:10.1002/adfm.202403721.
29. A highly conductive and stretchable wearable liquid metal electronic skin for long-term conformable health monitoring / R. Guo, X. Wang, Yu WenZhao [et al.] // *Science China Technological Sciences*. – 2018. – Vol. 61, № 7. – doi:10.1007/s11431-018-9253-9.
30. A non-newtonian liquid metal enabled enhanced electrography / V. Timosina, T. Cole, H. Lu [et al.] // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2023. – Vol. 235. – doi:10.1016/j.bios.2023.115414.
31. Using a cardiac event recorder in children with potentially arrhythmia-related symptoms / M. Saygi, Y. Ergul, I. Ozyilmaz [et al.] // *Annals of noninvasive electrocardiology*. – 2016. – Vol. 21, № 5. – doi: 10.1111/anec.12339.
32. Use of AliveCor Kardia Mobile in the detection of supraventricular tachycardia in a pediatric population / A. Shahrier, G. L. Hackett, J. Cowen [et al.] // *Pediatrics*. – 2021. – Vol. 147, № 3. – doi: 10.1542/peds.147.3MA1.24.
33. An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm : a retrospective analysis of outcome prediction / Z. I. Attia, P. Noseworthy, F. Lopez-Jimenez [et al.] // *Lancet*. – 2019. – Vol. 394. – P. 861–867.
34. Leone, D. M. Artificial intelligence in pediatric electrocardiography : a comprehensive review / D. M. Leone, D. O'Sullivan, K. Bravo-Jaimes // *Children (Basel)*. – 2024. – Vol. 12, № 1. – doi: 10.3390/children12010025.
35. Edenbrandt, L. Recognition of lead reversals in pediatric electrocardiograms / L. Edenbrandt, R. Rittner // *The American Journal of Cardiology*. – 1998. – Vol. 82, № 10. – doi: 10.1016/S0002-9149(98)00621-3.
36. Fetal electrocardiography and artificial intelligence for prenatal detection of congenital heart disease / I. R. de Vries, J. O. E. H. van Laar, M. B. van der Hout-van der Jagt [et al.] // *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. – 2023. – Vol. 102, № 11. – doi: 10.1111/aogs.14623.
37. Accessory pathway analysis using a multimodal deep learning model / M. Nishimori, K. Kiuchi, K. Nishimori [et al.] // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – doi: 10.1038/s41598-021-87631-y.
38. Use of artificial intelligence and deep neural networks in evaluation of patients with electrocardiographically concealed long QT syndrome from the surface 12-lead electrocardiogram / J. M. Bos, I. Zach, D. E. Albert [et al.] // *JAMA Cardiology*. – 2021. – Vol. 6, № 5. – P. 532–538.
39. Prediction of adverse cardiovascular events in children using artificial intelligence-based electrocardiogram / Y. Nogimori, K. Sato, K. Takamizawa [et al.] // *International Journal of Cardiology*. – 2024. – Vol. 406. – doi: 10.1016/j.ijcard.2024.132019.
40. Detection of hypertrophic cardiomyopathy by an artificial intelligence electrocardiogram in children and adolescents / K. C. Siontis, K. Liu, J. M. Bos [et al.] // *International Journal of Cardiology*. – 2021. – Vol. 340. – P. 42–47.

## References

1. Strango A., Ielahi J., Sabotino J. Arrhythmias in pediatric age. *Chidren (Basel)*. 2025; 12(12): 8–19. doi:10.3390/children12121580.
2. Friedman P.A. The Electrocardiogram at 100 years: history and future. *Circulation*. 2024; 149: 411–413.
3. Somani S., Russak A.J., Richter F., et al. Deep learning and the electrocardiogram. *Europace*. 2021; 23(8). doi: 10.1093/europace/uaa377.
4. Steinberg J.S., Varma N., Cygankiewicz I., et al. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry. *Heart Rhythm*. 2017; 14(7). doi:10.1016/j.hrthm.2017.03.38.
5. Kumthekar R.N., Howard T.S. Recent advancements in cardiac implantable devices for pediatric patients. *Curr Pediatr Rep*. 2024; 12: 147–157.
6. Joannou K., Jgnaszewski M., Macdonald J. Ambulatory electrocardiography: the contribution of Norman Jefferis Holter. *BCM J*. 2014; 56(2): 86–89.
7. Raus-Jarabek E., Czerw M., Skowronek A., et al. Practical guide to ecg device performance testing according to international standards. *Electronics*. 2025; 14(19). doi: 10.3390/electronics14193878.
8. Badnjevi A., Magjarevic R., Mrdjanovic E., Pokvic L.G. A novel method for conformity assessment testing of electrocardiographs for post-market surveillance purposes. *Technol Health Care*. 2023; 31: 307–315. doi: 10.3233/THC-229006.
9. Zepeda-Echavarria A., van Leur R. R., van Sleuwen M., et al. Home use. *JMIR Cardio*. 2023; 7. doi: 10.2196/44003.
10. Hirokawa J., Hitosugi T., Miki Y., et al. The influence of electrocardiogram (ECG) filters on the heights of R and T waves in children. *Sci Rep*. 2022; 2(12). doi:10.1038/s41598-022-17680-4.
11. Mazo R.E. Electrocardiographic features of healthy children of different ages. Minsk: Giz BSSR; 1957. 108. (in Russian)
12. Diskinson D.F. The normal ECG in childhood and adolescence. *Heart*. 2005; 91(12). doi: 10.1136/hrt.2004.057307.
13. Schwartz P.J., Garson A.Jr., Paul T., et al. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. *Eur Heart J*. 2002; 23(17). doi:10.1053/ehhj.2002.3274.
14. Rijnbeek P.R., Witsenburg M., Schrama E., et al. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. *Eur Heart J*. 2001; 22(8): 702–711.
15. Davignon A., Rautaharju P., Boisselle E., et al. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatr Cardiol*. 1980; 1(2): 123–131. doi:10.1007/BF02083144.
16. Saarel E.V., Granger S., Kaltman R. J., et al. Electrocardiograms in healthy north american children in the digital age. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018; 11(7). doi: 10.1161/circep.117.005808.
17. Bratinscak A., Kimata Ch., Limm-Chan B.N., et al. Electrocardiogram standards for children and young adults using Z-Scores. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2020; 13(8). doi: 10.1161/circep.119.008253.

18. Bratincsak A., Williams M., Kimata Ch, Perry J.C. The Electrocardiogram is a poor diagnostic tool to detect left ventricular hypertrophy in children: a comparison with echocardiographic assessment of left ventricular mass. *Congenit Heart Dis.* 2015; 10 (4). doi: 10.1111/chd.12249.
19. Drozdov D.V., Makarov L.M., Barkan V.S., et al. Registration of a resting electrocardiogram in 12 generally accepted leads by adults and children. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal.* 2023; 28(10): 105–130. (in Russian)
20. Makarov L.M., Kiseleva I.I., Komolyatova V.N., Fedina N.N. New norms and interpretations of a pediatric electrocardiogram. *Pediatriya.* 2015; 94(2): 63–68. (in Russian)
21. Hitt J.R., Carter E., May J. Patch versus traditional ambulatory ECG monitoring in children. *Prog Pediatr Cardiol.* 2021; 63(1). doi: 10.1016/j.pppedcard.2021.101408.
22. Leroux J., Strik M., Ramirez F.D., et al. Feasibility and diagnostic value of recording smartwatch electrocardiograms in neonates and children. *J Pediatr.* 2023; 253: 40–45.
23. Pradhan S., Robinson J.A., Shivapour J.K., Snyder Ch.S. Ambulatory arrhythmia detection with ZIO XT patch in pediatric patients: a comparison of devices. *Pediatr Cardiol.* 2019; 40(5): 921–924.
24. Yenikomshian M., Jarvis J., Patton C., et al. Cardiac arrhythmia detection outcomes among patients monitored with the Zio patch system. *Curr Med Res Opin.* 2019; 35(10). doi: 10.1080/03007995.2019.1610370.
25. Steinhilbl S.R., Waalen J., Edwards A.M., et al. Effect of a home-based wearable continuous ECG monitoring patch on detection of undiagnosed atrial fibrillation. 2018; 320(2): 146–155.
26. Phan D.T., Nguyen C.H., Nguyen T.D.P., et al. A flexible, wearable, and wireless biosensor patch with internet of medical things applications. *Biosensors (Basel).* 2022; 12(3). doi: 10.3390/bios12030139.
27. Yu Y., Zhang J., Liu J. Biomedical implementation of liquid metal ink as drawable ECG electrode and skin circuit. *PLOS one.* 2013; 8(3). doi:10.1371/journal.pone.0058771.
28. Chen J.X.M., Zhang Y., Chen T. Conductive bio-based hydrogel for wearable electrodes via direct ink writing on skin. *Advanced Functional Materials.* 2024; 34(40). doi:10.1002/adfm.202403721.
29. Guo R., Wang X., Tang J. A highly conductive and stretchable wearable liquid metal electronic skin for long-term conformable health monitoring. *Science China Technological Sciences.* 2018; 61(7). doi: 10.1007/s11431-018-9253-9.
30. Timosina V., Cole T., Lu H., et al. A non-newtonian liquid metal enabled enhanced electrography. *Biosensors and Bioelectronics.* 2023; 235. doi: 10.1016/J. bios.2023.115414.
31. Saygi M., Ergul Y., Ozyilmaz I., et al. Using a cardiac event recorder in children with potentially arrhythmia-related symptoms. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2016; 21(5). doi: 10.1111/anec.12339.
32. Shahrier A., Hackett G.L., Cowen J.G., et al. Use of AliveCor Kardia Mobile in the detection of supraventricular tachycardia in a pediatric population. *Pediatrics.* 2021; 147(3). doi: 10.1542/peds.147.3MA1.24.
33. Attia Z.I., Noseworthy P., Lopez-Jimenez F., et al. An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm. *Lancet.* 2019; 394: 861–867.
34. Leone D.M., O'Sullivan D., Bravo-Jaimes K. Artificial intelligence in pediatric electrocardiography. *Children (Basel).* 2024; 12(1). doi: 10.3390/children12010025.
35. Edenbrandt L., Rittner R. Recognition of lead reversals in pediatric electrocardiograms. *Am J Cardiol.* 1998; 82(10). doi: 10.1016/S0002-9149(98)00621-3.
36. de Vries I.R., van Laar J.O.E.H., van der Hout-van der Jagt M.B., et al. Fetal electrocardiography and artificial intelligence for prenatal detection of congenital heart disease. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2023; 102(11). doi: 10.1111/aogs.14623.
37. Nishimori M., Kiuchi K., Nishimori K., et al. Accessory pathway analysis using a multimodal deep learning model. *Sci Rep.* 2021; 11(1). doi: 10.1038/s41598-021-87631-y.
38. Bos J.M., Zach I., Albert D.E., et al. Use of artificial intelligence and deep neural networks in evaluation of patients with electrocardiographically concealed long QT syndrome from the surface 12-lead electrocardiogram. *JAMA Cardiol.* 2021; 6(5): 532–538.
39. Nogimori Y., Sato K., Takamizawa K., et al. Prediction of adverse cardiovascular events in children using artificial intelligence-based electrocardiogram. *Int J Cardiol.* 2024; 406. doi: 10.1016/j.ijcard.2024.132019.
40. Siontis K.C., Liu K., Bos J.M., et al. Detection of hypertrophic cardiomyopathy by an artificial intelligence electrocardiogram in children and adolescents. *Int J Cardiol.* 2021; 340: 42–47.

## Контактная информация:

Томчик Наталья Валентиновна – к. м. н., доцент,  
зав. кафедрой поликлинической педиатрии  
Гродненский государственный медицинский университет  
Ул. Горького, 80, 210009, г. Гродно  
Сл. тел. +375 15 255-91-37  
ORCID: 0000-0002-1334-7578

## Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Н. В. Т., Н. С. П.  
Сбор информации и обработка материала: Н. В. Т., Н. С. П.  
Написание текста: Н. В. Т., Н. С. П.  
Редактирование: Н. В. Т., Н. С. П.

Парамонова Нелла Сергеевна. ORCID: 0000-0003-4823-7819

Конфликт интересов отсутствует

Поступила 06.05.2026  
Принята к печати 16.06.2026

ISSN 1027-7218



**Адрес редакции:**

ул. Фабрициуса, 28, 220007, г. Минск  
Телефоны: +375 17 368-21-66, +375 17 368-21-48  
E-mail: zdrav1924@gmail.com

С информацией «К сведению авторов» можно ознакомиться на сайте [www.mprcmt.by](http://www.mprcmt.by)

Учреждение не несет ответственности за содержание рекламных объявлений.

При использовании материалов журнала ссылка на «Здравоохранение. Healthcare» обязательна.

**Подписные индексы:**

для организаций – 749122

для индивидуальных подписчиков – 74912

Свидетельство о государственной регистрации средства массовой информации № 562 от 12.08.2025, выданное Министерством информации Республики Беларусь

Заведующий сектором по ОНД Д. А. Черная  
Стиль-редакторы: Е. М. Бильдюк, С. А. Голдарь  
Технический редактор Т. П. Вронская  
Верстка Д. А. Черная

Подписано в печать 31.07.2026. Тираж 457 экз. Зак. 557  
Государственное предприятие «СтройМедиаПроект»  
ЛП № 02330/71 от 23.01.2014  
Ул. Веры Хоружей, 13/61, 220123, г. Минск