

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 616.248-053.2-085

3.1.21. Педиатрия (медицинские науки)

<https://doi.org/10.17021/2712-8164-2026-2-25-30>

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРИВЕРЖЕННОСТИ ТЕРАПИИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ У ДЕТЕЙ И ОЦЕНКА МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПОВЫШЕНИЮ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Диана Фикретовна Сергиенко¹, Мария Васильевна Темерева¹,
Милана Зайн-Аддиевна Берсанова¹, Татьяна Михайловна Кузнецова²

¹Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

²Областная детская клиническая больница им. Н. Н. Силищевой, Астрахань, Россия

Аннотация. В исследовании оценён уровень приверженности терапии у детей с бронхиальной астмой: выявлено, что до 90 % пациентов демонстрируют низкий уровень приверженности, который связан с недостаточным контролем заболевания. Показано, что однократное индивидуальное обучение существенно снижает число ошибок в технике ингаляции, особенно при использовании дозированных аэрозольных ингаляторов и небулайзеров. Авторы подчёркивают необходимость комплексных мер, включая регулярное обучение и цифровой мониторинг, для улучшения ситуации. **Цель исследования:** комплексно оценить уровень приверженности терапии у детей с бронхиальной астмой, выявить клиничко-демографические и организационные факторы, влияющие на неё, и оценить эффективность обучающих вмешательств по коррекции ошибок ингаляционной техники. **Материалы и методы:** в одномоментное исследование включены 30 детей с бронхиальной астмой, у которых проводили сбор клиничко-anamnestических данных, оценку контроля заболевания по тестам контроля за астмой и приверженности по шкале Мориски – Грина, анализ ингаляционной техники при использовании дозированных аэрозольных ингаляторов, дозированных порошковых ингаляторов и небулайзеров с последующим индивидуальным обучением и переоценкой. **Результаты:** большинство пациентов имели низкий уровень приверженности (до 90 % по шкале Мориски – Грина), причём этот показатель практически не зависел от возраста и степени тяжести астмы, но сочетался с повышенной частотой регистрации неконтролируемого течения заболевания согласно результатам оценки с помощью тестов для контроля астмы, особенно при средней и тяжёлой астме. До обучения наиболее высокая частота критических ошибок отмечена при использовании дозированных порошковых и аэрозольных ингаляторов, тогда как после однократного индивидуального обучения доля пациентов без ошибок ингаляционной техники значительно увеличилась, особенно среди пользователей дозированных аэрозольных ингаляторов и небулайзеров. **Заключение:** низкая приверженность терапии бронхиальной астмы у детей носит почти тотальный характер и требует комплексных вмешательств, включающих регулярную оценку навыка ингаляции, индивидуальное обучение с учётом возраста и применение цифровых технологий мониторинга.

Ключевые слова: бронхиальная астма, дети, приверженность терапии, контроль астмы, Шкала Мориски-Грина, ингаляционная техника

Для цитирования: Сергиенко Д. Ф., Темерева М. В., Берсанова М. З.-А., Кузнецова Т. М. Комплексный анализ факторов приверженности терапии бронхиальной астмы у детей и оценка методологических подходов к повышению её эффективности // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2026. Т. 7, № 2. С. 25–30. <https://doi.org/10.17021/2712-8164-2026-2-25-30>.

COMPLEX ANALYSIS OF ADHERENCE FACTORS WITH BRONCHIAL ASTHMA THERAPY IN CHILDREN AND ASSESSMENT OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVE ITS EFFECTIVENESS

Diana F. Sergienko¹, Maria V. Temereva¹,
Milana Z.-A. Bersanova¹, Tatiana M. Kuznetsova²

¹Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

²Regional Children's Clinical Hospital named after N. N. Silishcheva, Astrakhan, Russia

Abstract. This study assessed treatment adherence in children with asthma, revealing that up to 90 % of patients exhibit low adherence associated with poor disease control. A single, individualized training session was shown to significantly reduce inhalation technique errors, especially when using metered-dose inhalers and nebulizers. The authors emphasize the need for comprehensive measures, including regular training and digital monitoring, to improve this situation. **The aim of the study** was to comprehensively assess treatment adherence in children with asthma, identify clinical, demographic, and organizational factors influencing it, and evaluate the effectiveness of educational interventions to correct inhalation technique errors. **Materials and methods:** A cross-sectional study included 30 children with bronchial asthma. Clinical and anamnestic data were collected, disease control was assessed using Asthma Control Test and the Morisky – Green adherence scale. Inhalation technique was analyzed using metered-dose inhalers, metered-dose powder inhalers, and nebulizers, followed by individual training and reassessment. **Results:** Most patients had low adherence (up to 90 % according to the Morisky – Green scale), and this indicator was practically independent of age and asthma severity, but was associated with an increased frequency of uncontrolled disease according to the results of asthma control tests, especially in moderate and severe asthma. Before training, the highest frequency of critical errors was observed with metered-dose powder inhalers and aerosol inhalers, whereas after a single individual training session, the proportion of patients without inhalation technique errors significantly increased, especially among users of metered-dose inhalers and nebulizers. **Conclusion:** Low adherence to asthma therapy in children is almost universal and requires comprehensive interventions, including regular inhalation skill assessment, individualized age-appropriate training, and the use of digital monitoring technologies.

Key words: bronchial asthma, children, adherence to therapy, asthma control, Morisky-Green Scale, and inhalation techniques

For citation: Sergienko D. F., Temereva M. V., Bersanova M. Z. - A., Kuznetsova T. M. Complex analysis of factors of compliance with bronchial asthma therapy in children and assessment of methodological approaches to improve its effectiveness. Caspian Journal of Medicine and Pharmacy. 2026; 7 (2): 25–30. <https://doi.org/10.17021/2712-8164-2026-2-25-30> (In Russ.).

Введение. Бронхиальная астма (БА) относится к наиболее распространённым хроническим заболеваниям детского возраста и сопровождается значимой медико-социальной и экономической нагрузкой [1, 2]. Эффективность фармакотерапии астмы определяется не только рациональным выбором препаратов, но и длительной приверженностью пациента и его семьи к назначенному режиму лечения [3, 4]. В детской практике на приверженность влияют особенности психологии ребёнка, уровень информированности родителей, сложность ингаляционной техники и организационные аспекты наблюдения [4, 5]. Несоблюдение рекомендаций по регулярной базисной терапии и наличие устойчивых ошибок ингаляционной техники приводят к снижению контроля заболевания, учащению обострений и росту использования неотложной помощи [3, 4]. Согласно международным клиническим рекомендациям GINA 2024, достижение и поддержание контроля БА является основной целью терапии, для чего требуется не только адекватная фармакотерапия, но и активное обучение пациентов правильной технике применения ингаляционных устройств [3].

Цель исследования. Комплексно оценить уровень приверженности терапии у детей с бронхиальной астмой, выявить клинико-демографические и организационные факторы, влияющие на неё, и оценить эффективность обучающих вмешательств по коррекции ошибок ингаляционной техники.

Материалы и методы. В исследование включены 30 детей с подтверждённым диагнозом бронхиальной астмы, находящихся под амбулаторным наблюдением и получающих поддерживающую ингаляционную терапию. В выборке преобладали мальчики (76,7 %) над девочками (23,3 %); возрастной состав: 3–7 лет – 13,3 %, 7–12 лет – 56,4 %, старше 12 лет – 30,3 %. По степени тяжести диагностирована лёгкая астма у 20 % пациентов, среднетяжёлая – у 46,7 %, тяжёлая – у 33,3 %; коморбидность выявлена

у 66,7 % детей, преимущественно за счёт аллергического ринита (75 % в структуре коморбидности), реже атопического дерматита (5 %) и их сочетания (20 %). Контроль астмы оценивали с помощью опросников АСТ (Asthma Control Test) для детей старше 12 лет и С-АСТ (Children Asthma Control Test) для детей младшего возраста с выделением категорий: контролируемая (≥ 20 баллов), частично контролируемая и неконтролируемая астма (< 20 баллов) [7, 8]. Приверженность к терапии измеряли с использованием валидизированной 8-вопросной шкалы Мориски – Грина (ММАС-8), классифицируя её как высокую (≥ 12 баллов), среднюю (7–12 баллов) и низкую (< 7 баллов) [6]. Ингаляционная техника оценивалась по стандартизированным чек-листам для ДАИ, ДПИ и небулайзеров с выделением критических (существенно снижающих поступление препарата) и некритических ошибок [9]. После исходной оценки проводилось индивидуальное обучение правильной технике ингаляции с применением мультимедийных материалов и практической отработки шагов; длительность занятия составляла около 20 мин [9]. Повторная оценка ингаляционной техники позволяла количественно оценить влияние обучающего вмешательства. Статистическую обработку данных выполняли с использованием критерия χ^2 для сравнения категориальных переменных; различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Характеристика группы и контроль астмы. По данным АСТ у детей старше 12 лет доля пациентов с контролируемой астмой составляла до 58 %, при этом доля неконтролируемой астмы достигала 42–44 % в отдельных подгруппах. При стратификации по тяжести заболевания (табл. 1) среди пациентов с лёгкой астмой контролируемое течение регистрировалось в 83 % случаев, тогда как при среднетяжёлой и тяжёлой астме доля контролируемой астмы снижалась до 21–40 %, с ростом доли частично контролируемого и неконтролируемого течения.

Таблица 1. Распределение уровня контроля бронхиальной астмы по степени тяжести (по АСТ/С-АСТ)

Table 1. Distribution of asthma control level by severity (according to АСТ/С-АСТ)

Показатель	Лёгкая	Средняя	Тяжёлая
Неконтролируемая, %	17	57	40
Частично контролируемая, %	0	21	20
Контролируемая, %	83	21	40
Примечание: $\chi^2 = 5,81$; $df = 2$; $p = 0,1$ – достоверность различий между группами по степени тяжести; $\chi^2 = 0,06$; $df = 1$; $p = 0,936$ – достоверность различий между группами по возрасту. Note: $\chi^2 = 5,81$; $df = 2$; $p = 0,1$ – the significance of the differences between the groups in terms of severity; $\chi^2 = 0,06$; $df = 1$; $p = 0,936$ – the significance of the differences between the groups in terms of age.			

Отмечалась тенденция к снижению уровня контроля по мере нарастания тяжести заболевания, что согласуется с данными клинических рекомендаций [1–3].

Приверженность терапии по ММАС-8. Согласно общей оценке по шкале ММАС-8 низкая приверженность терапии выявлена у 90 % детей, средняя – у 3 %, высокая – лишь у 7 % (табл. 2). При анализе по возрасту (табл. 2) низкая приверженность отмечалась у 100 % детей 3–7 лет, 88 % детей 7–12 лет и 89 % подростков старше 12 лет, что свидетельствует об отсутствии выраженных возрастных различий.

Таблица 2. Уровень приверженности терапии по возрастным группам (ММАС-8)

Table 2. Level of adherence to therapy by age groups (ММАС-8)

Уровень приверженности	3–7 лет	7–12 лет	>12 лет
Высокая, %	0	12	0
Средняя, %	0	0	11
Низкая, %	100	88	89
Примечание: $\chi^2 = 0,612$; $df = 2$; $p = 0,732$ – достоверность различий между возрастными группами. Note: $\chi^2 = 0,612$; $df = 2$; $p = 0,732$ – the reliability of differences between age groups.			

При стратификации по степени тяжести лёгкой астмы высокая приверженность отмечалась у небольшой доли пациентов со средней и тяжёлой астмой (7–10 %), тогда как низкая приверженность преобладала во всех группах (83–93 %). Статистически значимых различий между группами по уровню приверженности в зависимости от возраста и тяжести заболевания не получено ($\chi^2 = 0,423$; $df = 2$; $p = 0,810$), что подчёркивает системный характер проблемы [4, 5].

Ошибки ингаляционной техники и эффект обучения. Анализ исходных ошибок показал, что при использовании ДПИ и ДАИ доминировали критические ошибки, резко снижавшие поступление препарата в дыхательные пути (табл. 3). Для ДПИ критические ошибки включали неснятие колпачка, неправильную подготовку дозы и нарушение дыхательной техники, тогда как некритические ошибки касались пропуска встряхивания и нарушений последовательности при нескольких дозах [9].

При применении ДАИ критические ошибки были связаны с неправильным положением ингалятора, отсутствием синхронизации вдоха с нажатием баллончика и отсутствием задержки дыхания, тогда как некритические – с пропуском встряхивания, недостаточной подготовкой дыхания и отсутствием полоскания рта [9]. Для небулайзеров критическими являлись неверный выбор и фиксация маски, использование маски вместо мундштука у старших детей и начало процедуры без обеспечения свободного дыхания; некритические ошибки включали нестабильное положение устройства, преждевременное прекращение ингаляции и отсутствие постпроцедурного ухода [9].

Таблица 3. Частота критических и некритических ошибок ингаляционной техники до и после обучения

Table 3. Frequency of critical and non-critical errors in inhalation technique before and after training

Показатель	ДАИ (53,3 %)	ДПИ (40 %)	Небулайзер (6,7 %)
С критическими ошибками до обучения, %	69	67	0
Без критических ошибок до обучения, %	0	33	100
Без ошибок до обучения, %	31	0	0
С критическими ошибками после обучения, %	0	25	0
Без критических ошибок после обучения, %	25	8	50
Без ошибок после обучения, %	75	67	50

Примечание: представлены доли пациентов в каждой категории ошибок до и после индивидуального обучения технике ингаляции.

Note: The proportions of patients in each error category are presented before and after individual training in inhalation technique.

После индивидуального обучения доля пациентов без ошибок при использовании ДАИ увеличилась с 31 до 75 %, при ДПИ – с 0 до 67 %, при небулайзерах – с 0 до 50 %, что подтверждает эффективность краткого структурированного обучения [9].

Обсуждение. Полученные данные демонстрируют крайне низкий уровень приверженности к поддерживающей терапии бронхиальной астмы у детей, практически не зависящий от возраста и степени тяжести заболевания. Это подчёркивает, что дефицит приверженности носит системный характер и обусловлен прежде всего недостаточным пониманием цели длительной терапии и особенностей её реализации, а не только тяжестью симптомов [4, 5]. Одновременно показано, что даже при лёгкой астме доля пациентов с неконтролируемым течением сохраняется, что может быть связано как с низкой приверженностью, так и с выраженными ошибками ингаляционной техники [3, 4].

Эффективность краткого индивидуального обучения правильной ингаляционной технике подтверждается существенным уменьшением частоты критических ошибок и ростом доли пациентов без ошибок во всех типах устройств [9]. Особенно значимым является улучшение при использовании ДПИ, исходно наиболее сложных для освоения детьми и их родителями; увеличение доли правильных ингаляций здесь достигает нескольких десятков процентных пунктов.

Важным аспектом является то, что у детей раннего, дошкольного и младшего школьного возрастов в терапии непосредственное участие принимает родитель, который чаще всего соблюдает все назначения врача, тогда как наиболее низкая приверженность характерна для подростков [5]. Согласно

международным рекомендациям GINA 2024, акцент по достижению успешной приверженности должен быть направлен на упрощение терапевтического режима, образование пациента (астма-школа) и применение методов поведенческой терапии [3].

Дополнительным перспективным направлением выступает применение «умных» ингаляторов и цифровых платформ (например, Propeller Health), позволяющих регистрировать частоту и качество использования устройств, формировать напоминания и предоставлять врачу объективную информацию о реальной приверженности [10]. Интеграция подобных технологий с традиционными обучающими вмешательствами может обеспечить более устойчивое изменение поведения пациента и его семьи, что особенно актуально для подростков с низкой мотивацией к лечению.

Заключение. У детей с бронхиальной астмой, находящихся под амбулаторным наблюдением, выявлен крайне низкий уровень приверженности назначенной терапии (до 90 % низкой приверженности по шкале оценки приверженности лекарственной терапии) при отсутствии выраженных различий между возрастными и клинико-тяжелыми подгруппами. Низкая приверженность ассоциируется с недостаточным контролем заболевания по тестам контроля над астмой у детей и высокой распространённостью критических ошибок ингаляционной техники, особенно при использовании порошковых и дозированных аэрозольных ингаляторов.

Индивидуальное краткое обучение правильной технике ингаляций позволяет существенно уменьшить частоту критических ошибок и увеличить долю пациентов с корректной техникой использования ингаляторов, что рассматривается как важный резерв повышения эффективности базисной терапии. Оптимизация контроля бронхиальной астмы у детей требует комплексного подхода, включающего регулярную оценку приверженности, стандартизированную проверку навыка ингаляции, повторное обучение и использование цифровых технологий мониторинга.

Раскрытие информации. Авторы заявляют об отсутствии видимых и возможных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Disclosure. Авторы заявляют об отсутствии видимых и возможных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Клинические рекомендации. Бронхиальная астма у детей. Российская ассоциация аллергологов и клинических иммунологов. Москва, 2024. 146 с.
2. Бронхиальная астма. Клинические рекомендации РФ 2024. URL: <https://diseases.medelement.com/disease/бронхиальная-астма-дети> (дата обращения: 17.02.2026).
3. Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2024. 234 p. URL: https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2024/05/GINA-2024-Strategy-Report-24_05_22_WMS.pdf (accessed: 17.02.2026).
4. Намазова-Баранова Л. С., Геппе Н. А., Малахов А. Б. Проблемы приверженности терапии у детей с бронхиальной астмой // Педиатрическая фармакология. 2020. Т. 17, № 3. С. 226–234.
5. Роль приверженности в достижении контроля над бронхиальной астмой у подростков: возможные стратегии решения проблемы // Эффективная фармакотерапия. 2024. № 20. С. 18–24.
6. Лукина Ю. В., Кутишенко Н. П., Дмитриева Н. А., Марцевич С. Ю. Опросники и шкалы для оценки приверженности к лечению – преимущества и недостатки диагностического метода в научных исследованиях и реальной клинической практике // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020. Т. 19, № 4. С. 67–75.
7. Liu A. H., Zeiger R., Sorkness C., Mahr T., Ostrom N., Burgess S., Rosenzweig J., Manjunath R. Development and cross-sectional validation of the Childhood Asthma Control Test // Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2007. Vol. 119, № 4. P. 817–825.
8. Nathan R., Sorkness C., Kosinski M., Schatz M., Li J. T., Marcus P. Development of the Asthma Control Test: a survey for assessing asthma control // Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2004. Vol. 113, № 1. P. 59–65.

9. Айсанов З. Р. Ошибки при использовании различных видов ингаляционных устройств у пациентов с бронхообструктивными заболеваниями // Терапевтический архив. 2023. Т. 95, № 1. С. 20–27.

10. Propeller Health: система для лечения астмы и ХОБЛ. Evercare. 2019. URL: <https://evercare.ru/sistema-dlya-lecheniya-astmy-i-khobl-ot-propeller> (дата обращения: 17.02.2026).

References

1. Clinical guidelines. Bronchial asthma in children. Russian Association of Allergologists and Clinical Immunologists, Russian Respiratory Society, Union of Pediatricians of Russia. Moscow; 2024. 146 p. (In Russ.).
2. Bronchial asthma. Clinical guidelines RF 2024. MedElement. URL: <https://diseases.medelement.com/disease/бронхиальная-астма-дети> (accessed: 17.02.2026) (In Russ.).
3. Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2024. 234 p. URL: https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2024/05/GINA-2024-Strategy-Report-24_05_22_WMS.pdf (accessed: 17.02.2026).
4. Namazova-Baranova L. S., Geppe N. A., Malakhov A. B. Problems of therapy adherence in children with bronchial asthma. *Pediatricheskaya farmakologiya = Pediatric pharmacology*. 2020; 17 (3): 226–234 (In Russ.).
5. The role of adherence in achieving control of bronchial asthma in adolescents: possible strategies for solving the problem. *Effektivnaya farmakoterapiya = Effective pharmacotherapy*. 2024; (20): 18–24 (In Russ.).
6. Lukina Yu. V., Kutishenko N. P., Dmitrieva N. A., Martsevich S. Yu. Questionnaires and scales for assessing adherence to treatment: advantages and disadvantages of the diagnostic method in scientific research and real clinical practice. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular therapy and prevention*. 2020; 19 (4): 67–75 (In Russ.).
7. Liu A. H., Zeiger R., Sorkness C., Mahr T., Ostrom N., Burgess S., Rosenzweig J., Manjunath R. Development and cross-sectional validation of the Childhood Asthma Control Test. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2007; 119 (4): 817–825.
8. Nathan R., Sorkness C., Kosinski M., Schatz M., Li J. T., Marcus P. Development of the Asthma Control Test: a survey for assessing asthma control. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2004; 113 (1): 59–65.
9. Aysanov Z. R. Errors in the use of various types of inhalation devices in patients with broncho-obstructive diseases. *Terapevticheskiy arkhiv = Therapeutic archive*. 2023; 95 (1): 20–27 (In Russ.).
10. Propeller Health: a system for treating asthma and COPD. Evercare. 2019. URL: <https://evercare.ru/sistema-dlya-lecheniya-astmy-i-khobl-ot-propeller> (accessed: 17.02.2026) (In Russ.).

Информация об авторах

Д. Ф. Сергиенко, доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской педиатрии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, ORCID: 0000-0002-0875-6780, e-mail: gazken@rambler.ru;

М. В. Темерева, ординатор кафедры факультетской педиатрии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, ORCID: 0000-0003-1010-3268, e-mail: tretyakova.mary2015@yandex.ru;

М. З.-А. Берсанова, студент, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, ORCID: 0000-0000-0000-0001, e-mail: bersanova@example.ru;

Т. М. Кузнецова, врач-пульмонолог, Областная детская клиническая больница им. Н. Н. Силищевой, Астрахань, Россия, ORCID 0000-0003-2419-3049, e-mail: miska8800@mail.ru.

Information about the authors

D. F. Sergienko, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, ORCID: 0000-0002-0875-6780, e-mail: gazken@rambler.ru;

M. V. Temereva, Resident of the Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, ORCID: 0000-0003-1010-3268, e-mail: tretyako-va.mary2015@yandex.ru;

M. Z.-A. Bersanova, student, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, ORCID: 0000-0000-0000-0001, e-mail: bersanova@example.ru;

T. M. Kuznetsova, Pulmonologist, Regional Children's Clinical Hospital named after N. N. Silishcheva, Astrakhan, Russia, ORCID: 0000-0003-2419-3049, e-mail: miska8800@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 18.02.2026; одобрена после рецензирования 10.03.2026; принята к публикации 22.06.2026.

The article was submitted 18.02.2026; approved after reviewing 10.03.2026; accepted for publication 22.06.2026.