

Разработка и клиническая валидация мобильного приложения на основе искусственного интеллекта для выявления кариеса у детей

Х.С.Ахмед, Н.А.Аль-Шарида, С.А.Хаджи

Университет Басры, Басра, Ирак

Кариес зубов является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний, выявляемых у детей во всем мире, при этом его ранняя диагностика остается серьезной проблемой для родителей и лиц, осуществляющих уход за детьми.

Цель. Разработка и клиническая валидация мобильного приложения на основе искусственного интеллекта (ИИ), предназначенного для оказания помощи родителям в выявлении кариеса у их детей на ранней стадии с использованием изображений, полученных с помощью камеры смартфона.

Пациенты и методы. В исследование включено около 1500 интраоральных фотографий детей в возрасте от 7 до 13 лет. Снимки были сделаны с помощью камер смартфона при контролируемом освещении для подтверждения четкости и последовательности. Выборка не была рандомизированной и основывалась на добровольном участии. Массив данных интраоральных фотографий детей был использован для последовательности модели ИИ, разработанной инженером-программистом. Алгоритм ИИ был обучен выявлять визуальные маркеры кариеса на основе отмеченных признаков на изображениях. Фаза клинической проверки включала 330 детей.

Результаты. Приложение ИИ продемонстрировало чувствительность 69,1%, специфичность 98,9%, PPV 99,4%, NPV 56% и общую точность 77,6%. Прогностическая достоверность была подтверждена значимой моделью линейной регрессии ($\beta = 0,579$, $R^2 = 0,61$, $p < 0,001$), параллельная достоверность была умеренной ($\rho = 0,61$, $p < 0,001$).

Заключение. Данное исследование представляет собой важный шаг к улучшению доступа к первичным инструментам обнаружения кариеса, особенно в условиях ограниченных ресурсов. Его плановое применение может способствовать проведению профилактического ухода за полостью рта, обеспечивая своевременное вмешательство и уменьшая проблему нелеченного кариеса зубов у детей.

Ключевые слова: смартфон, кариес зубов, педиатрия, применение ИИ, гигиена полости рта

Для цитирования: Ахмед Х.С., Аль-Шарида Н.А., Хаджи С.А. Разработка и клиническая валидация мобильного приложения на основе искусственного интеллекта для выявления кариеса у детей. Вопросы детской диетологии. 2026; 24(2): 93–102. DOI: 10.20953/1727-5784-2026-2-93-102

Development and clinical validation of a smartphone-based AI application for dental caries detection in children

H.S.Ahmed, N.A.Al-Shareeda, S.A.Haji

University of Basrah, Basrah, Iraq

Dental caries is one of the most common chronic diseases detected in children worldwide, and its early diagnosis remains a significant challenge for parents and caregivers.

Objective. To develop and clinically validate a mobile application based on artificial intelligence (AI) designed to assist parents in the early detection of dental caries in their children using photos captured with a smartphone camera.

Patients and methods. Approximately 1500 intraoral pictures were collected from children aged 7 to 13 years. To ensure accuracy and uniformity, photos were taken using smartphone cameras in a controlled environment. Voluntary involvement formed the basis of the non-randomized sample. The study team collaborated with a software developer to create an AI model using the collection of intraoral pictures from pediatric patients. Based on the characteristics seen in the photos, the AI system was taught to detect visual signs of caries. The clinical validation phase involved 330 children.

Results. The AI application displayed a sensitivity of 69.1%, specificity of 98.9%, PPV of 99.4%, NPV of 56%, and overall accuracy of 77.6%. Predictive validity was supported by a significant linear regression model ($\beta = 0.579$, $R^2 = 0.61$, $p < 0.001$), and concurrent validity was moderate ($\rho = 0.61$, $p < 0.001$).

Conclusion. This research presents an important step toward improving access to initial caries detection tools, especially in low-resource settings. The planned application has the probability to support preventive oral healthcare by enabling timely intervention and reducing the problem of untreated dental caries among children.

Key words: smartphone, dental caries, pediatrics, AI application, oral healthcare

For citation: Ahmed H.S., Al-Shareeda N.A., Haji S.A. Development and clinical validation of a smartphone-based AI application for dental caries detection in children. Vopr. det. dirol. (Pediatric Nutrition). 2026; 24(2): 93–102. (In Russian). DOI: 10.20953/1727-5784-2026-2-93-102

For correspondence:

Hiyam S. Ahmed, Lecturer, Department of Pedodontics, Orthodontics and Preventive Dentistry, College of Dentistry, University of Basrah, Basrah, Iraq
E-mail: hiyam.ahmed@uobasrah.edu.iq
ORCID: 0000-0002-3872-8211

The article was received 13.10.2025, accepted for publication 30.04.2026

Для корреспонденции:

Ахмед Хиям С., преподаватель кафедры детской стоматологии, ортодонтии и профилактической стоматологии, колледж стоматологии, Университет Басры, Басра, Ирак
E-mail: hiyam.ahmed@uobasrah.edu.iq
ORCID: 0000-0002-3872-8211

Статья поступила 13.10.2025, принята к печати 30.04.2026

Аrtificial intelligence (AI) is a technology in computer science associated with constructing “machines” that can simulate the cognitive skills of human intelligence [1–3]. With the use of AI, machines can perform human-like tasks, including machine learning techniques that recognize patterns in data to generate predictions. In dentistry, AI aims to improve diagnostics, patient care and treatment planning, as well as image analysis, prediction modeling, and data management [4].

Dental caries is one of the most common chronic diseases around the world. It is caused by particular bacteria in the oral cavity that metabolize fermentable carbohydrates, producing acid and later demineralizing tooth enamel and dentin [5]. The initial signs of dental caries typically appear as a white, chalk-like lesion on the tooth surface, indicating early enamel demineralization. As the condition progresses, lesions may become dark brown and shiny, signifying more advanced decay [6–8]. A healthy tooth is free from discoloration and structural damage, while dental caries, if left untreated, can lead to the formation of cavities, tooth pain, and eventual tooth loss [5]. Cariogenic microbes, fermentable carbs, and a porous tooth surface are the three components necessary for dental caries to form [9].

Several studies indicate that early childhood caries (ECC) is more common among children from low-income families and minority groups, as well as among those with low birth weight and those exposed to vertical transmission of cariogenic bacteria from mother to child [9–11]. Behavioral practices also play an important role in the progression of ECC. These include nighttime bottle-feeding, frequent consumption of sugary foods and beverages, infrequent tooth brushing, and irregular oral hygiene practices [10–14].

Children with ECC may experience significant pain and discomfort, which can impair their ability to eat and speak [15]. When ECC is severe, it may lead to early front tooth loss, which affects their ability to chew food and speak, and ultimately impacts overall growth and quality of life [15, 16].

Primary teeth must be preserved in good condition because of their importance in speech, appearance, nutrition, and space allocation for permanent teeth [18]. In order to avoid dental caries, it is crucial to practice good oral hygiene, reduce plaque accumulation, make dietary adjustments, and use topical fluorides [19]. Despite these interventions, ECC remains the most common chronic illness among children globally, with an estimated 1.8 billion new cases reported each year [20, 21]. Untreated ECC is associated with lower oral health outcomes and an increased risk of caries in permanent teeth for patients [22, 23].

AI has potential in improving dental caries detection and diagnosis. There has been a lot of success in using AI models, deep learning approaches, and convolutional neural networks (CNNs) to diagnose carious lesions from dental images [24, 25]. Smartphone applications that use AI algorithms to identify early indicators of caries in intraoral photos are currently available to users [26]. These tools may help people, especially parents, monitor their children's oral health and schedule appointments for them at the most inconvenient times [27].

For this study, we built a dataset of high-resolution intraoral images of both front and back teeth. In order to create reference data, semi-automated caries annotation software was used by

Искусственный интеллект (ИИ) – это возможность самоконтроля в компьютерной науке, связанного с созданием «машин», которые могут имитировать когнитивные навыки человеческого интеллекта [1–3]. С использованием ИИ машины могут выполнять работу, подобную работе человека, включая методы машинного обучения, которые распознают шаблоны в данных для создания прогнозов. В стоматологии использование ИИ направлено на улучшение диагностики, планирования ухода за пациентами и лечения, анализа полученных изображений, моделирования прогнозов и управления данными [4].

Кариес зубов является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний во всем мире. Он вызывается определенными бактериями в полости рта, которые метаболизируют ферментируемые углеводы с образованием кислот, приводя к деминерализации зубной эмали и дентина [5]. Начальные признаки кариеса зубов обычно проявляются в виде белого меловидного поражения на поверхности зуба, что указывает на раннюю деминерализацию эмали. По мере прогрессирования кариеса поражения могут становиться темно-коричневыми и блестящими, что означает прогрессирующий распад тканей зуба [6–8]. Здоровый зуб не имеет изменения цвета и структурных повреждений, в то время как кариес зубов при отсутствии лечения может привести к образованию полостей, болям в зубах и возможной потере зубов [5]. Развитие кариеса зубов включает кариегенные микроорганизмы, подходящий субстрат (ферментируемые углеводы) и восприимчивую поверхность зуба [9].

Многочисленные исследования выявили дополнительные факторы риска развития раннего детского кариеса (early childhood caries/ECC), включающие низкий социально-экономический статус, принадлежность к меньшинствам, низкую массу тела при рождении и передачу бактерий от матери ребенку [9–11]. Поведенческие практики также играют важную роль в прогрессе ECC. Они включают ночное кормление из бутылочки, частое употребление сладких продуктов и напитков, редкую чистку зубов и нерегулярные гигиенические мероприятия для полости рта [10–14].

У детей с ECC может быть значительная боль, которая может замедлять становление навыков речи и правильного приема пищи [15]. В тяжелых случаях преждевременная потеря передних зубов, вызванная ECC, может вызвать проблемы с речью и недостаточность питания, что, в конечном итоге, влияет на общий рост и качество жизни ребенка [16, 17].

Сохранение здоровых молочных зубов имеет решающее значение, поскольку они способствуют речи, эстетике, правильному жеванию и сохранению пространства для постоянных зубов [18]. Подходы к профилактике кариеса включают пропаганду правильной гигиены полости рта, уменьшение зубного налета, корректировку привычек питания и применение местных фторидов [19]. Несмотря на эти мероприятия, ECC по-прежнему является наиболее распространенным хроническим заболеванием среди детей во всем мире, с выявлением почти 1,8 млрд новых случаев в год [20, 21]. Кроме того, нелеченный ECC увеличивает риск кариеса постоянных зубов и снижает качество жизни, связанное со здоровьем полости рта [22, 23].

dentists who are qualified by the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS). Using the annotated dataset, an AI-powered technique was trained to detect and classify carious lesions in pediatric patients [28].

Although dental experts are trained to detect cavities, models powered by AI are preferable in resource-constrained locations and those with low incomes. In terms of accuracy, these models can hold their own against humans [29–32].

This study aimed to develop and clinically validate an AI-based mobile application designed to assist parents in the early detection of dental caries in their children using photos captured with a smartphone camera.

Patients and methods

Study design

A prospective diagnostic study was conducted to determine how well AI-powered smartphone apps could identify cases of dental caries in children, as well as their clinical validity and overall diagnostic performance. This program integrates digital dentistry with technological innovations in order to promote preventive treatment and early diagnosis. Because it included both the construction and evaluation of the AI model, the research had a dual purpose.

AI model development and training

Approximately 1,500 intraoral photographs were obtained from children aged 7 to 13 years. To guarantee clarity and uniformity, the images were taken using smartphone cameras in regulated lighting settings. The dataset sought to reflect different phases of dental caries for complete AI training; the sample was non-randomized and relied on volunteer participation.

Clear pictures of the occlusal, buccal, or lingual surfaces as well as high-resolution intraoral shots of permanent or primary teeth were the only ones that were considered. On the other hand, photos that were either too dark or had blurry focus were not considered.

Completely encrypted data was sent to the software developer working on the project when data gathering was complete. A machine learning model that can identify carious lesions was trained using these photos by the programmer. The study team had to do the following: check and organize the dataset; standardize the procedure of capturing images; annotate visible caries to help with model training and then utilize the right AI frameworks to build and train the model. An instantaneous analysis and feedback on user-uploaded or -captured photographs are features of the final product.

Application workflow

Figures 1–4 show the application's capabilities. After launching the app, users have the option to either shoot a new picture or import an old one. After that, the chosen picture is processed by the AI model, which looks for indicators of caries. Finally, the result is displayed instantly on the user's screen.

Study population and sampling

The clinical validation phase involved 330 children aged 7 to 13 years recruited from pediatric dental clinics in the College of

ИИ в стоматологии обладает большим потенциалом в улучшении выявления и диагностики кариеса зубов. Модели ИИ, подходы глубокого обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN), подтвердили высокую точность и чувствительность при выявлении кариозных поражений на стоматологических изображениях [24, 25]. В настоящее время это оборудование можно интегрировать в приложения для смартфонов, помогая пользователям снимать интраоральные изображения, анализируемые алгоритмами ИИ для ранних признаков кариеса [26]. Такие инструменты позволяют людям активно контролировать здоровье полости рта своих детей и своевременно обращаться к профессионалам [27].

В этом исследовании использован набор данных, включающий высококачественные интраоральные изображения передних и задних зубов. Используя полуавтоматическое программное обеспечение для выявления кариеса, стоматологи, прошедшие обучение в Международной системе обнаружения и оценки кариеса (ICDAS), аннотировали эти изображения для предоставления справочных данных. Аннотированный набор данных был затем использован для обучения алгоритма на основе ИИ для выявления и классификации кариозных поражений у педиатрических пациентов [28].

Хотя кариес могут обнаруживать стоматологи, при наличии социально-экономических препятствий, ведущих к снижению доступа к здравоохранению, а также к нехватке ресурсов в условиях низкого дохода, модели на основе ИИ становятся более практичным решением, позволяющим машинам получать результаты, сопоставимые с таковыми для людей [29–32].

Цель исследования – разработка и клиническая валидация мобильного приложения на основе ИИ, предназначенного для оказания помощи родителям в выявлении кариеса у их детей на ранней стадии с использованием изображений, полученных с помощью камеры смартфона.

Пациенты и методы

Дизайн исследования

Проведено проспективное диагностическое исследование оценки эффективности, клинической достоверности и диагностических показателей приложений для смартфонов на основе ИИ для выявления кариеса у педиатрических пациентов. Проект интегрирует цифровую стоматологию с технологическими инновациями для улучшения ранней диагностики и содействия профилактической помощи. Исследование также включало разработку и обучение модели ИИ, что сделало ее одновременно развивающейся и оценочной.

Разработка и обучение модели ИИ

Приблизительно 1500 интраоральных фотографий были получены у детей в возрасте от 7 до 13 лет. Снимки сделаны с помощью камеры смартфона в условиях контролируемого освещения для обеспечения четкости и последовательности. Выборка не была рандомизированной и основывалась на добровольном участии, набор данных был направлен на представление различных стадий кариеса зубов для всестороннего обучения ИИ.

В работу были включены только интраоральные фотографии высокого разрешения, показывающие молочные или

Dentistry, University of Basrah. The data collection took place between November 2024 and May 2025.

Inclusion criteria were healthy children with at least one erupted permanent molar, as well as the participation of both children and their parents. Children with fixed orthodontic appliances, extensive restorations, enamel anomalies, or uncooperative behavior were excluded.

Clinical examination

Each child underwent a clinical dental examination according to the “gold standard” by a licensed pediatric dentist blinded to the AI results, using WHO diagnostic criteria. The diagnosis was either caries present (1) or absent (0).

AI application use

Immediately after clinical examination, intraoral photographs were taken using a standard smartphone camera following the app’s in-app guidance. In real-time, the AI program assessed the pictures and returned a yes/no answer for the presence of caries. These results were saved and compared with clinical data for statistical analysis.

постоянные зубы и четкие изображения окклюзионных, щечных или языковых поверхностей. Были исключены нечеткие или некачественные изображения, снимки с чрезмерным затемнением или плохим освещением.

После сбора все изображения были переданы разработчику программного обеспечения, который использовал их для обучения модели ИИ, способной обнаруживать кариозные поражения. Исследовательская группа отвечала за стандартизацию процесса получения изображений, обзор и организацию набора данных. Аннотируя видимый кариес, программист использовал соответствующие ИИ-структуры для разработки и обучения модели. Полученное приложение позволяет в режиме реального времени анализировать загруженные или полученные в реальном времени изображения и обеспечивает мгновенную обратную связь с пользователем.

Рабочий процесс приложения

Функциональность приложения проиллюстрирована на рис. 1–4. Когда пользователь открывает приложение, он может загрузить существующее изображение или снять новое. Модель ИИ обрабатывает выбранное изображение

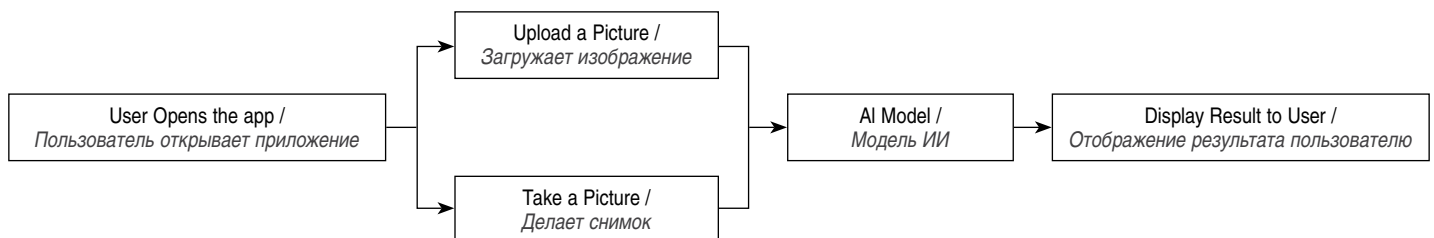


Fig. 1. Application workflow.

Рис. 1. Рабочий процесс приложения.



Fig. 2. Start menu.

Рис. 2. Стартовое меню.

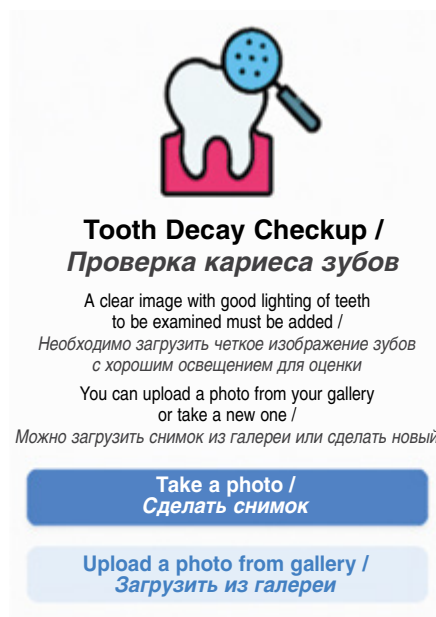


Fig. 3. Caries detection option.

Рис. 3. Опция выявления кариеса.



Fig. 4. Result display to user.

Рис. 4. Отображение результата пользователю.

Statistical analysis

SPSS Statistics 24 was utilized for statistical analysis overall. Descriptive statistics summarized sex and age demographics. An AI (2x2) confusion matrix was constructed to compare results to the clinical gold standard. Sensitivity, specificity, PPV, NPV, and overall accuracy were the parameters used to measure diagnostic performance. Each metric was reported with 95% confidence intervals using the Wilson method. Predictive validity was assessed using simple linear regression, with the clinical diagnosis as the independent variable and AI result as the dependent variable. Concurrent validity was evaluated using Spearman’s correlation coefficient. A p -value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

Demographic characteristics

A total of 330 children were involved in this study. Females represented 70.3% of participants, while 29.7% were males. Participants were divided into two subgroups depending on age: 7–9 years (252 children) and 10–13 years (78 children). Clinical examination showed that 236 (71.5%) children had at least one carious lesion, and 94 (28.5%) children had none (Table 1).

Diagnostic capability of the AI application

The diagnostic capability of the mobile application was compared to the gold-standard clinical examination (Table 2). The AI application detected 163 children with caries out of 263 children diagnosed by the standard clinical examination. The AI application also detected 93 out of 94 children diagnosed as non-carious by the gold standard clinical examination.

Diagnostic metrics

The developed application demonstrated high specificity (98.9%) and PPV (99.4%), indicating a strong ability to confirm the presence of dental caries (Table 3). However, its sensitivity (69.1%) and NPV (56%) were lower, suggesting that some caries cases may be missed when the app gives a negative result.

Validity analysis

The validity of the AI-based application was evaluated using two complementary approaches (Table 4).

In order to assess the AI’s predictive validity, a linear regression was used, where 0 indicates no caries and 1 indicates caries, based on the clinical diagnosis. A standardized coefficient of $\beta = 0.579$ and $R^2 = 0.61$ were produced by the highly significant model ($F(1,328) = 165.566, p < 0.001$). There is a moderate-to-strong predictive association, as clinical data explain 61% of the variation in the application’s outcomes.

The use of Spearman’s rank correlation to assess concurrent validity between AI scores and clinical state yielded $\rho = 0.61$ ($p < 0.001$). This moderate positive association confirms that, when performed concurrently, the AI evaluation shows good agreement with the clinical gold standard.

When taken as a whole, these findings demonstrate that the app is a viable screening tool as it accurately depicts the prevalence of caries. Although it has the ability to forecast clinical consequences, a clinical evaluation should be conducted to validate any unfavorable app findings due to its lesser sensitivity.

Table 1. Demographic characteristics of study participants (n = 330)

Таблица 1. Демографические характеристики участников исследования (n = 330)

Characteristic / Характеристика	Category / Категория	Number / Количество	Percentage / Процент
Sex / Пол	Male / Мужской	98	29.7%
	Female / Женский	232	70.3%
Age / Возраст	7–9 years / лет	252	76.4%
	10–13 years / лет	78	23.6%
Caries presence clinically / Наличие кариеса по клиническим данным	Yes / Да	236	71.5%
	No / Нет	94	28.5%

и анализирует его на наличие признаков кариеса. Затем результат отображается на экране пользователя.

Исследуемая популяция и выборка

На этапе клинической валидации в работу были включены 330 детей в возрасте от 7 до 13 лет, посещавших детские стоматологические клиники в Колледже стоматологии Университета Басры, Ирак. Сбор данных проходил в период с ноября 2024 г. по май 2025 г.

Критерии включения: здоровые дети, имеющие по меньшей мере один постоянный моляр, участие в исследовании родителей и ребенка. Дети с фиксирующими ортодонтическими устройствами, обширными реставрациями зубов, аномалиями эмали или поведением, препятствующим сотрудничеству, были исключены.

Клиническое обследование

Каждый ребенок прошел клиническое стоматологическое обследование по золотому стандарту у лицензированного детского стоматолога, не знакомого с результатами ИИ-обследования, с использованием диагностических критериев Всемирной организации здравоохранения. Диагностировалось наличие кариеса (1) либо его отсутствие (0).

Использование приложений искусственного интеллекта

Сразу после клинического обследования были сделаны интраоральные фотографии с использованием стандартной камеры смартфона с помощью руководства для пользователя в данном мобильном приложении. Приложение ИИ проанализировало изображения в режиме реального времени и предоставило двоичный результат (положительный/отрицательный) по наличию кариеса. Эти результаты были сохранены и позже сопоставлены с клиническими данными для статистического анализа.

Статистический анализ

Все статистические анализы проводились с использованием SPSS Statistics версии 24. Описательная статистика суммирует демографические характеристики (возраст, пол). Была создана матрица 2x2 для сравнения результатов ИИ с клиническим стандартом. Диагностические показатели эффективности включали чувствительность, специфичность, положительную прогностическую ценность (PPV), отрицательную прогностическую ценность (NPV) и общую точность. Каждый

Table 2. Comparison of AI application results and clinical diagnosis (n = 330)

Таблица 2. Сравнение результатов ИИ-приложения и клинической диагностики (n = 330)

	Caries / Кариес (+)	Caries / Кариес (-)	Total / Всего
AI positive / ИИ положительный	163 (true positive) / (истинно положительные)	1 (false positive) / (ложноотрицательные)	164
AI negative / ИИ отрицательный	73 (false negative) / (ложноотрицательные)	93 (true negative) / (истинно отрицательные)	166
Total / Всего	236	94	330

Table 3. Diagnostic performance measures of the AI application

Таблица 3. Показатели диагностической точности ИИ-приложения

Metric / Показатель	Formula / Формула	Value / Значение
Sensitivity / Чувствительность	TP / (TP + FN)	69.1%
Specificity / Специфичность	TN / (TN + FP)	98.9%
Positive predictive value (PPV) / Положительная прогностическая ценность	TP / (TP + FP)	99.4%
Negative predictive value (NPV) / Отрицательная прогностическая ценность	TN / (TN + FN)	56%
Overall accuracy / Общая точность	(TP + TN) / Total / Общий результат	77.6%

TP – true positive; TN – true negative; FP – false positive; FN – false negative.

TP – истинно положительные результаты; TN – истинно отрицательные результаты; FP – ложноположительные результаты; FN – ложноотрицательные результаты.

Table 4. Summary of validity analysis

Таблица 4. Сводный анализ валидности

Type of validity / Тип валидности	Statistical test / Статистический анализ	Results / Результаты	P-value / P-значение	Interpretation / Интерпретация
Predictive validity / Прогностическая валидность	Liner regression / Линейная регрессия	$\beta = 0.579$, $R^2 = 0.61$, $F = 165.566$	<0.001	Moderate-to-strong prediction of AI results by clinical diagnosis; clinical gold standard explains 61% of variance in app output / Умеренно-сильная предсказательная способность результатов ИИ по клиническому диагнозу; клинические данные составляют 61% дисперсии в результатах применения приложения
Concurrent validity / Конкурентная валидность	Spearman correlation / Корреляция Спирмена	$\rho = 0.61$	<0.001	Moderate real-time agreement between AI and clinical data / Умеренная корреляция между ИИ и клиническими данными в реальном времени

Discussion

This research set out to create and test a new AI-powered mobile app that uses intraoral photos taken by smartphones to identify dental cavities in children as soon as they appear. A total of 330 children participated in a prospective assessment with 1,500 labelled intraoral pictures to build an AI model. A pediatric dentist's clinical examination was used as the gold standard to evaluate the AI application's diagnostic performance.

This viewpoint is significant because it has the potential to facilitate communication between patients' families and dentists by proposing a rapid, harmless method for identifying tooth decay prior to the development of severe symptoms. In rural areas, where kids are less likely to participate for their dental checkups, this method may be particularly valuable in pediatric dentistry.

The program has a strong PPV (99.4%), and research shows that it can properly detect dental caries with a specificity level of 98.9%. In contrast, sensitivity was 69.1% and NPV 56%. The program seems to correctly diagnose caries, although it may overlook microscopic, hard-to-see lesions due to poor capture. This strategy emphasizes the app's diagnostic capabilities, not only its diagnostic skills.

Consistent with previous studies, this investigation found that the diagnostic performance was good. Lee et al. (2018) found that CNNs may be 66.7% sensitive and 83.3% specific in detecting caries in intraoral pictures [33]. Using the same YOLOv3

показатель представлен с 95%-ми доверительными интервалами с использованием метода Уилсона. Прогностическую достоверность оценивали с использованием простой линейной регрессии, с клиническим диагнозом в качестве независимой переменной и результатом ИИ в качестве зависимой переменной. Параллельную достоверность оценивали с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Значение $p < 0,05$ считали статистически значимым.

Результаты исследования

Демографические характеристики

В исследование были включены 330 детей – 70,3% девочек и 29,7% мальчиков. По возрасту участники были разделены на 2 подгруппы: 7–9 лет – 252 ребенка, 10–13 лет – 78 детей. Клиническое обследование показало, что 236 (71,5%) детей имели по крайней мере одно кариозное поражение, а 94 (28,5%) – не имели (табл. 1).

Диагностические возможности приложения ИИ

Диагностические возможности мобильного приложения сравнивали с клиническим обследованием (табл. 2). Приложение ИИ выявило 163 ребенка с кариесом из 263 детей с диагностированным кариесом при стандартном клиническом обследовании. Приложение ИИ также определило 93 из 94 детей с отсутствием кариеса, установленным при клиническом обследовании.

approach, Thanh et al. (2022) achieved a sensitivity of 74% in detecting deterioration in intra-oral pictures [34]. To use deep learning, Schwendicke et al. (2020) used bitewing radiography. Researchers were able to detect proximal or hidden tumors, which are more difficult to see with smartphone photos, using radiographic imaging's higher sensitivity (>80%) [35]. In addition, when compared to younger dentists, Adnan et al. (2024) found a specificity of 90.7% and a sensitivity of 85.6% when it came to identifying dental caries [36]. Possible reasons for the decreased sensitivity and NPV in our study include unreliable lighting, low-quality images, and the inability of the AI model to detect tiny or undetectable lesions.

Two more methods further demonstrated the app's AI-based validity. Clinical diagnosis was shown to have a substantial predictive effect on the app's diagnostic outcomes when evaluating predictive validity by linear regression ($R^2 = 0.61$, $p < 0.001$). Concurrent validity was assessed using Spearman's rank correlation between AI scores and clinical status ($\rho = 0.61$, $p < 0.001$). The AI evaluation agrees with the clinical gold standard when done at the same time, as shown by this moderate positive association.

When taken as a whole, these findings demonstrate that the app is a viable screening tool as it accurately depicts the prevalence of caries. Although it has the ability to forecast clinical consequences, a clinical evaluation should be conducted to validate any unfavorable app findings due to its lesser sensitivity.

With a 61% validity rate, the system accurately detected the locations and quantities of carious lesions on every tooth in real time. This research highlights the promising use of AI technology in a non-clinical setting, namely in the home, and its possible reliability and therapeutic effectiveness. By letting parents take intraoral pictures of their children and receiving immediate feedback, the program encourages regular dental checkups, promotes good oral hygiene habits, and lessens the chances of sickness. Many important conclusions emerge when these results are compared to other studies. Park et al. (2022) achieved 81.3% success utilizing AI simulations on trained experts' intraoral pictures [37]. Park and his colleagues validated the results using controlled imaging and modern technology. Users' mobile device images from their houses were used to build our application in real time. This discovery emphasizes software flexibility and the prospect that smartphone AI apps might fulfill diagnostic functions traditionally handled by high-tech medical tools in clinical settings. When Thanh et al. (2022) used deep learning to smartphone images, clinical effects were similar. Research suggests smartphone-based image processing might replace traditional dental decay diagnosis [34]. We solely treat children, unlike their studies, which encompassed all ages. This is essential because AI solutions must overcome more diagnostic and behavioral obstacles in younger patients to be successful. Nguyen et al. showed that AI is becoming more relevant in dental caries diagnosis [38]. They also called for further research on non-clinical image-based diagnostic approaches. With these guidelines in mind, AI-powered apps may be a feasible alternative to dentist clinics for monitoring children's teeth and gums. Our program's ability to detect carious lesions and offer immediate, intelligible location information is one of its greatest strengths. When parents have real-time

Диагностические показатели

Применение разработанного приложения обладает высокой специфичностью (98,9%) и высокой PPV (99,4%), что указывает на способность подтверждать наличие кариеса зубов (табл. 3). Тем не менее его чувствительность (69,1%) и NPV (56%) были ниже, свидетельствуя о том, что при отрицательном результате приложения некоторые случаи кариеса пропускаются.

Анализ достоверности

Обоснованность применения на основе ИИ оценивали с использованием двух взаимодополняющих подходов (табл. 4).

Прогностическую достоверность оценивали с помощью линейной регрессии, при этом клинический диагноз (0 = без кариеса; 1 = кариес) предсказывал выход ИИ. Модель была очень значимой ($F(1328) = 165,566$, $p < 0,001$), что дало стандартизированный коэффициент $\beta = 0,579$ и $R^2 = 0,61$. Это указывает на то, что клинические данные составляют 61% дисперсии в результатах применения, демонстрируя умеренную и сильную прогностическую взаимосвязь.

Параллельная валидность была исследована с использованием ранговой корреляции Спирмена между баллами ИИ и клиническим статусом, что дало $\rho = 0,61$ ($p < 0,001$). Эта умеренная положительная корреляция подтверждает, что при одновременном проведении оценка ИИ хорошо согласуется с клиническим золотым стандартом диагностики.

Совместно эти результаты подтверждают валидность приложения как инструмента скрининга: оно надежно отражает фактический статус кариеса. Приложение может предсказать клинические результаты, хотя его более низкая чувствительность предполагает, что клиническое обследование должно подтверждать полученные в приложении отрицательные результаты.

Обсуждение

Настоящее исследование было проведено для разработки и клинической валидации нового мобильного приложения на основе ИИ для раннего выявления кариеса у детей с помощью интраоральных фотографий, снятых смартфоном. Это исследование объединило техническую разработку модели ИИ с использованием 1500 маркированных интраоральных изображений с проспективной оценкой с участием 330 детей. Диагностические показатели применения ИИ оценивали в сопоставлении с клиническим обследованием детским стоматологом.

Важность этого подхода заключается в его потенциале для ликвидации разрыва между семьями и стоматологами, предлагающем доступный, неинвазивный и эффективный по времени режим для выявления кариеса на начальных стадиях, до того как клинические признаки станут серьезными. Эта технология является ценной в детской стоматологии, в условиях, где наблюдение детей и обеспечение регулярных стоматологических осмотров могут быть ограничены, в основном в сельских общинах.

Результаты показали, что приложение является высоко-специфичным (98,9%) и имеет высокую PPV (99,4%), что

access to this information, they may encourage their children to see the dentist more or impose stricter habits. Despite the positive results, several limitations should be noted. Photo quality differences caused by smartphone camera specs, illumination, and children's engagement during photo collecting may affect diagnostic accuracy.

Conclusion

This study validates a smartphone-based AI application for the early detection of dental caries in children. Our findings demonstrate that the proposed method achieves diagnostic performance comparable to hospital-based AI models, as supported by comparisons with previous research. The application's accessibility, ease of use, and real-time feedback on oral health and preventive care make it a promising tool for addressing the need for affordable, at-home dental diagnostic solutions.

References / Литература

1. Albano D, Gitto S, Messina C, Serpi F, Salvatore C, Castiglioni I, et al. MRI-based artificial intelligence to predict infection following total hip arthroplasty failure. *Radiol Med*. 2023 Mar;128(3):340-346. DOI: 10.1007/s11547-023-01608-7
2. Chianca V, Cuocolo R, Gitto S, Albano D, Merli I, Badalyan J, et al. Radiomic Machine Learning Classifiers in Spine Bone Tumors: A Multi-Software, Multi-Scanner Study. *Eur J Radiol*. 2021 Apr;137:109586. DOI: 10.1016/j.ejrad.2021.109586
3. Gitto S, Cuocolo R, Annovazzi A, Anelli V, Acquasanta M, Cincotta A, et al. CT radiomics-based machine learning classification of atypical cartilaginous tumours and appendicular chondrosarcomas. *EBioMedicine*. 2021 Jun;68:103407. DOI: 10.1016/j.ebiom.2021.103407
4. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res*. 2020 Jul;99(7):769-774. DOI: 10.1177/0022034520915714
5. Gonsalves PR. Diagnosis of Dental Cavities using Image Processing. *Int J Comput Appl*. 2017 Dec;180(5):28-32. DOI: 10.5120/ijca2017916034
6. Vashishth A, Kaushal B, Srivastava A. Caries detection technique for radiographic and intra oral camera images. *Int J Soft Comput Eng*. 2014 May;4(2):2231-2307.
7. Olsen GF, Brilliant SS, Primeaux D, Najarian K. An image-processing enabled dental caries detection system. In: 2009 ICME International Conference on Complex Medical Engineering. IEEE; 2009. p. 1-8.
8. Jebur HJ, Radhi RA, Al-bakhakh B, Haji S. Assessment of knowledge and awareness of oral health and periodontal diseases: a cross-sectional study. *Rom J Stomatol*. 2025 Jan;71(1):1-7.
9. Bernabé E, MacRitchie H, Longbottom C, Pitts NB, Sabbah W. Birth Weight, Breastfeeding, Maternal Smoking and Caries Trajectories. *J Dent Res*. 2017 Feb; 96(2):171-178. DOI: 10.1177/0022034516678181
10. Senesombath S, Nakornchai S, Banditsing P, Lexomboon D. Early childhood caries and related factors in Vientiane, Lao PDR. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2010 May;41(3):717-725.
11. Ahmed HS, Haji SA, Al-Abbasi SW, Hussein HA. Oral health status in groups of autistic children in Basrah: case-control study. *Malays J Public Health Med*. 2024;24(1):1-7.
12. Barber LR, Wilkins EM. Evidence-based prevention, management, and monitoring of dental caries. *J Dent Hyg*. 2002 Fall;76(4):270-275.
13. Соколович НА, Сverdlova СВ, Солдатов ИК, Саунина АА, Пономарева КГ, и др. Проблема междисциплинарного взаимодействия в вопросах профилактики раннего детского кариеса: результаты анкетного исследования. *Вопросы практической педиатрии*. 2026;21(1):98-106. / Sokolovich NA, Sverdlova SV,

указывает на способность подтверждать проявление кариеса зубов. Однако его чувствительность составила 69,1%, а NPV 56%. Несмотря на то, что приложение хорошо подтверждает наличие кариеса, оно может пропускать случаи, когда поражения тонкие, скрытые или плохо запечатлены на изображениях. Эти показатели подчеркивают ценность приложения в качестве инструмента скрининга, а не единственного метода диагностики.

Диагностические показатели, полученные в этом исследовании, согласуются с результатами предыдущих исследований. Lee et al. (2018) сообщили о чувствительности 66,7% и специфичности 83,3% при использовании сверточной нейронной сети для выявления кариеса на интраоральных фотографиях [33]. В другом исследовании Thanh et al. (2022) также использовали алгоритм YOLOv3, достигнув чувствительности 74% для обнаружения распада на интраоральных изображениях [34]. Schwendicke et al. (2020) применили глубокое обучение к битовым рентгенограммам. Они обнаружили более высокую чувствительность (>80%), отражающую преимущество рентгенографической визуализации в обнаружении скрытых или проксимальных поражений, сложнее выявляемых при съемке смартфоном [35]. Кроме того, Adnan et al. (2024) сообщили о чувствительности 85,6% и специфичности 90,7% при обнаружении кариеса по сравнению с детскими стоматологами [36]. Относительно более низкие чувствительность и NPV в настоящем исследовании могут быть объяснены ограничениями качества изображения, изменчивостью освещения и неспособностью модели ИИ обнаруживать небольшие поражения.

Валидность приложения на основе ИИ была дополнительно подтверждена с использованием двух взаимодополняющих подходов. Прогностическая достоверность оценивалась с помощью линейной регрессии с клиническим диагнозом ($R^2 = 0,61$, $p < 0,001$), что позволяет предположить, что клинический диагноз значительно предсказывал результаты диагностики приложения. Параллельная валидность была исследована с использованием ранговой корреляции Спирмена между баллами ИИ и клиническим статусом ($\rho = 0,61$, $p < 0,001$). Эта умеренная положительная корреляция подтверждает, что при одновременном проведении оценка ИИ хорошо согласуется с клиническим золотым стандартом.

Вместе эти результаты подтверждают валидность приложения как инструмента скрининга: оно надежно отражает фактический статус кариеса. Приложение может предсказать клинические результаты, хотя его более низкая чувствительность предполагает, что клиническое обследование должно подтвердить отрицательные результаты.

Применение приложения продемонстрировало достоверность 61%, предоставляя результаты в реальном времени относительно количества кариозных поражений и их конкретных местоположений на каждом зубе. Этот результат подчеркивает потенциальную надежность и клиническую ценность использования технологии ИИ в неклинических, домашних условиях. Позволяя родителям делать интраоральные изображения у своих детей и получать немедленную обратную связь, приложение способствует профилактическим мероприятиям в отношении здоровья полости рта, снижает риск прогрессирования заболевания и поощряет

- Soldatov IK, Saunina AA, Ponomareva KG, et al. The problem of interdisciplinary interaction in the prevention of early childhood caries: results of a questionnaire study. *Vopr. prakt. pediatri. (Clinical Practice in Pediatrics)*. 2026;21(1):98-106. DOI: 10.20953/1817-7646-2026-1-98-106 (In Russian).
14. Ипполитов ЮА, Хавкин АИ, Голощапов ДЛ, Алёшина ЕО, Беркович МВ. Употребление сладкой пищи как фактор риска нарушения обменных процессов в эмали зуба у детей и возможность улучшения стоматологического здоровья. *Вопросы детской диетологии*. 2021;19(4):81-88. / Ippolitov YuA, Khavkin AI, Goloshchapov DL, Aleshina EO, Berkovich MV. Intake of sweet foods by children as a risk factor of metabolic disturbances occurring in tooth enamel and a possibility to improve dental health. *Vopr. det. dietol. (Pediatric Nutrition)*. 2021;19(4):81-88. DOI: 10.20953/1727-5784-2021-4-81-88 (In Russian).
15. Von Burg MM, Sanders BJ, Weddell JA. Baby bottle tooth decay: a concern for all mothers. *Pediatr Nurs*. 1995 Nov-Dec;21(6):515-519.
16. Li MY, Zhi QH, Zhou Y, Qiu RM, Lin HC. Impact of early childhood caries on oral health-related quality of life of preschool children. *Eur J Paediatr Dent*. 2015 Mar; 16(1):65-72.
17. Berkowitz RJ, Koo H, McDermott MP, Whelehan MT, Ragusa P, Kopycka-Kedzierawski DT, et al. Adjunctive chemotherapeutic suppression of mutans streptococci in the setting of severe early childhood caries: an exploratory study. *J Public Health Dent*. 2009 Summer;69(3):163-167. DOI: 10.1111/j.1752-7325.2009.00118.x
18. Гайворонская ТВ, Аюпова ФС, Алексеенко СН, Зуб АА, Пономаренко ТВ, Арутюнов АВ. Влияние анатомо-функциональных особенностей языка на формирование зубочелюстной области у детей, возможности диагностики, лечения и профилактики. *Вопросы практической педиатрии*. 2023;18(6):98-106. / Gayvoronskaya TV, Ayupova FS, Alekseenko SN, Zub AA, Ponomarenko TV, Arutyunov AV. Influence of anatomical and functional features of the tongue on the formation of the dentition in children, the possibility of diagnosis, treatment and prevention. *Vopr. prakt. pediatri. (Clinical Practice in Pediatrics)*. 2023;18(6): 98-106. DOI: 10.20953/1817-7646-2023-6-98-106 (In Russian).
19. Dye BA, Li X, Thorton-Evans G. Oral health disparities as determined by selected healthy people 2020 oral health objectives for the United States, 2009–2010. *NCHS Data Brief*. 2012 Aug;104:1-8.
20. GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017 Sep 16;390(10100):1211-1259. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32154-2
21. American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on early childhood caries (ECC): classifications, consequences, and preventive strategies. *Pediatr Dent*. 2006; 27(7 Suppl):31-43.
22. Casamassimo PS, Thikkurissy S, Edelstein BL, Maiorini E. Beyond the dmft: the human and economic cost of early childhood caries. *J Am Dent Assoc*. 2009 Jun;140(6):650-657. DOI: 10.14219/jada.archive.2009.0250
23. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet*. 2007 Jan 6;369(9555):51-59. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60031-2
24. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E, editors. *Dental caries: the disease and its clinical management*. 3rd ed. Oxford: John Wiley & Sons; 2015. p. 231-264.
25. Kagihiro LE, Niederhauser VP, Stark M. Assessment, management, and prevention of early childhood caries. *J Am Acad Nurse Pract*. 2009 Jan;21(1):1-10. DOI: 10.1111/j.1745-7599.2008.00367.x
26. Thanh MTG, Van Toan N, Ngoc VTN, Tra NT, Giap CN, Nguyen DM. Deep Learning Application in Dental Caries Detection Using Intraoral Photos Taken by Smartphones. *Appl Sci*. 2022 Jun;12(11):5504. DOI: 10.3390/app12115504
27. Lui JC, Lam WY, Chu CH, Yu OY. Global Research Trends in the Detection and Diagnosis of Dental Caries: A Bibliometric Analysis. *Int Dent J*. 2025 Apr;75(2): 405-414. DOI: 10.1016/j.identj.2024.08.010

своевременные посещения стоматологов. При сравнении этих результатов с предыдущими исследованиями возникает несколько важных наблюдений. В исследовании, проведенном Park et al. (2022), моделирование ИИ, примененное к интраоральным фотографиям, сделанным профессиональными интраоральными камерами, достигло точности 81,3% [37]. В этом исследовании использованы контролируемые условия визуализации и высококачественное оборудование. При этом настоящее приложение основано на снимках, снятых смартфоном в домашних условиях. Этот вывод подчеркивает важность адаптивности программного обеспечения и потенциал инструментов ИИ на основе смартфонов для соответствия диагностическим данным более сложного клинического оборудования в реальных условиях. Подобно данному исследованию, Thanh et al. (2022) применяли методы глубокого обучения к фотографиям смартфонов и получили сопоставимые клинические результаты. В их работе установлено, что анализ изображений на основе смартфонов может быть ценной возможностью обнаружения кариеса [34]. Однако, в отличие от настоящего исследования, их исследование проводилось на смешанной возрастной группе, тогда как данная работа сосредоточена на педиатрических пациентах. Этот фокус важен, потому что более юные пациенты часто создают дополнительные диагностические и поведенческие проблемы, которые необходимо решить для эффективности инструментов ИИ в этой подгруппе. В соответствующем обзоре Nguyen et al. подчеркнули растущую важность ИИ для выявления кариеса зубов, в частности, указав на необходимость расширения исследований в области неклинических диагностических инструментов на основе изображений [38]. Настоящее исследование согласуется с этими рекомендациями, демонстрируя, что приложения на основе ИИ могут эффективно функционировать за пределами стоматологических клиник, потенциально привлекая родителей к непосредственному мониторингу здоровья полости рта. Преимуществом созданного в рамках исследования приложения является его способность предоставлять в режиме реального времени четкую и удобную обратную связь о наличии и местонахождении кариозных поражений. Немедленное получение этой информации позволяет родителям активно реагировать, потенциально планируя ранние посещения стоматолога или улучшая меры гигиены полости рта. Несмотря на положительные результаты, следует отметить несколько ограничений. Вариативность качества изображения из-за различий спецификаций камеры смартфона, окружающего освещения и сотрудничества детей во время получения изображения остаются проблемой, которая может повлиять на точность диагностики.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает клиническую ценность приложения ИИ на базе смартфона для раннего выявления кариеса у детей. При сравнении полученных результатов с существующими исследованиями становится очевидно, что разработанное приложение предлагает диагностические показатели, сопоставимые с моделями ИИ, применяемыми в клинических условиях. Доступность, про-

28. Chang K. Applying Convolutional Neural Networks for Radiographic Diagnosis of Periodontally Involved Teeth [master's thesis]. Houston: The University of Texas School of Dentistry at Houston; 2023.
29. Adnan S, Lal A, Naved N, Umer F. A bibliometric analysis of scientific literature in digital dentistry from low- and lower-middle income countries. *BDJ Open*. 2024 May 25;10(1):38. DOI: 10.1038/s41405-024-00225-4
30. Shan T, Tay FR, Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. *J Dent Res*. 2021 Mar;100(3):232-244. DOI: 10.1177/0022034520969115
31. Lal A, Umer F. Navigating challenges and opportunities: AI's contribution to Pakistan's sustainable development goals agenda – a narrative review. *J Pak Med Assoc*. 2024 Apr;74(4 Suppl 4):S49-S56. DOI: 10.47391/JPMA.AKU-9S-08
32. Park EY, Cho H, Kang S, Jeong S, Kim EK. Caries detection with tooth surface segmentation on intraoral photographic images using deep learning. *BMC Oral Health*. 2022 Dec 7;22(1):573. DOI: 10.1186/s12903-022-02589-1
33. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Dent*. 2018 Oct;77:106-111. DOI: 10.1016/j.jdent.2018.07.015
34. Frenkel E, Neumayr J, Schwarzmaier J, Kessler A, Ammar N, Schwendicke F, et al. Caries Detection and Classification in Photographs Using an Artificial Intelligence-Based Model – An External Validation Study. *Diagnostics (Basel)*. 2024 Oct 14;14(20):2281. DOI: 10.3390/diagnostics14202281
35. Sharma S, Kumari P, Sabira K, Parihar AS, Divya Rani P, Roy A, et al. Revolutionizing Dentistry: The Applications of Artificial Intelligence in Dental Health Care. *J Pharm Bioallied Sci*. 2024 Jul;16(Suppl 3):S1910-S1912. DOI: 10.4103/jpbs.jpbs_1290_23
36. Adnan N, Faizan Ahmed SM, Das JK, Aijaz S, Sukhia RH, Hoodbhoy Z, et al. Developing an AI-based application for caries index detection on intraoral photographs. *Sci Rep*. 2024 Nov 5;14(1):26752. DOI: 10.1038/s41598-024-78184-x
37. Chen W, Dhawan M, Liu J, Ing D, Mehta K, Tran D, et al. Mapping the Use of Artificial Intelligence-Based Image Analysis for Clinical Decision-Making in Dentistry: A Scoping Review. *Clin Exp Dent Res*. 2024 Dec;10(6):e70035. DOI: 10.1002/cre2.70035
38. Nguyen-Duc A, Cabrero-Daniel B, Przybylek A, Arora C, Khanna D, Herda T, et al. Generative Artificial Intelligence for Software Engineering – A Research Agenda. *arXiv [Preprint]*. 2023 [cited 2024]. Available from: arxiv.org

Information about co-authors:

Nadia Azzam Al-Shareeda, MSc in Pediatric Dentistry, Lecturer, Department of Pedodontics, Orthodontics and Preventive Dentistry, College of Dentistry, University of Basrah, Basrah, Iraq
E-mail: nadia.abdulwahab@uobasrah.edu.iq
ORCID: 0000-0002-1815-4388

Sarah A. Haji, Lecturer, Department of Pedodontics, Orthodontics and Preventive Dentistry, College of Dentistry, University of Basrah, Basrah, Iraq
E-mail: sarah.haji@uobasrah.edu.iq
ORCID: 0000-0001-7936-8403

Информация о соавторах:

Аль-Шарида Надия Аззам, магистр детской стоматологии, преподаватель кафедры детской стоматологии, ортодонтии и профилактической стоматологии, колледж стоматологии, Университет Басры, Басра, Ирак
E-mail: nadia.abdulwahab@uobasrah.edu.iq
ORCID: 0000-0002-1815-4388

Хаджи Сара А., преподаватель кафедры детской стоматологии, ортодонтии и профилактической стоматологии, колледж стоматологии, Университет Басры, Басра, Ирак
E-mail: sarah.haji@uobasrah.edu.iq
ORCID: 0000-0001-7936-8403

стота использования и обратная связь в режиме реального времени, предоставляемые этим приложением, позиционируют его как ценный инструмент в продвижении профилактического ухода за полостью рта у детей и обеспечении потребности в доступных стоматологических диагностических решениях в домашних условиях.

Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Funding

No funding was received for conducting this study and preparing the manuscript for publication.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими организациями), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Conflict of interest

The authors have no relationships, activities, or interests with third parties (commercial or non-commercial organizations) to declare that could have influenced the work reported in this paper in the last three years.

Этическая экспертиза

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом колледжа стоматологии Университета Басры. До начала исследования получено информированное согласие от родителей пациентов или их законных представителей, а также от самих детей. Анонимность участников строго соблюдалась. Все процедуры проводились в соответствии с этическими принципами, изложенными в Хельсинкской декларации.

Ethical approval

This study was approved by the ethics committee of University of Basrah, College of Dentistry. Parents or legal guardians gave their informed and voluntary consent prior to enrollment. Consent from children was also obtained. Patient anonymity was strictly maintained, and all procedures complied with the ethical principles of the Declaration of Helsinki.

Вклад авторов

Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Author contributions

All authors have read and approved the final manuscript and agree to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Генеративный искусственный интеллект

При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Generative artificial intelligence

Generative artificial intelligence tools were not used in the preparation of this article.