

3. Geeksforgeeks: Correlation matrix using python. – URL: www.geeksforgeeks.org/create-a-correlation-matrix-using-python (дата обращения: 10.02.2024) – Текст: электронный.
4. Geeksforgeeks: Python seaborn.pairplot method – URL: www.geeksforgeeks.org/python-seaborn-pairplot-method/ (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный.
5. Analytics Vidhya: Pair plots in machine learning – URL: www.analyticsvidhya.com/blog/2024/02/pair-plots-in-machine-learning/ (дата обращения: 15.02.2024). – Текст: электронный
6. RealPython: Correlation with Python – URL: realpython.com/numpy-scipy-pandas-correlation-python/ (дата обращения: 11.02.2024). – Текст: электронный.
7. Дядичев, В. В. Задачи и методы интеллектуального анализа данных – Текст: электронный / В. В. Дядичев, Е. В. Ромашка, Т. В. Голуб // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2015. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zadachi-imetody-intellektualnogo-analiza-dannyh> (дата обращения: 20.02.2024).
8. Сахибгареева, М. В. Разработка системы прогнозирования диагнозов заболеваний на основе искусственного интеллекта – Текст: электронный / М. В. Сахибгареева, А. Ю. Заозерский // ООО «КОМТЕК», Уфа. и: 13.12.2017. – URL: https://vestnik.rsmu.press/files/issues/vestnik.rsmu.press/2017/6/2017-6-7_ru.pdf?lang=ru (дата обращения: 21.02.2024).
9. Жариков, О. Г. Нейросетевые технологии в медицине / О. Г. Жариков, Ю. В. Мещеряков, А. А. Литвин // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2007. – 4 (53). – 59–63 с.
10. Gradient Boosting In Classification: Not a Black Box Anymore – URL: <https://blog.paperspace.com/gradient-boosting-for-classification/> (дата обращения: 27.02.2024). – Текст: электронный.

УДК 616.31-01-036.1-053.4:004.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Галиуллин А.Н., д.м.н., профессор кафедры профилактической медицины Института фундаментальной медицины и биологии Центра последипломного образования ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

ORCID: 0000-0002-1294-4055;

E-mail: kybm@mail.ru;

Хадыева М.Н., к.м.н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет»;

ORCID: 0009-0002-06430418;

E-mail: madina-565@mail.ru;

Якимова Ю.Ю., к.м.н., доцент кафедры стоматологии и имплантологии Института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия;

ORCID: 0009-0003-5231-7755

MODELING DENTAL DISEASES IN PRESCHOOL CHILDREN USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Galiullin A.N., doctor of medical sciences, professor of the Department of Preventive Medicine, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Center for Postgraduate Education, Kazan (Volga region) Federal University;

E-mail: kybm@mail.ru;

ORCID: 0000-0002-1294-4055;

Khadyeva M.N., candidate of medical sciences, Assistant of the Department of Therapeutic Dentistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Medical University";
ORCID: 0009-0002-0643-0418;

E-mail: madina-565@mail.ru;

Yakimova Ju.Yu., candidate of medical sciences, associate professor of the Department of Dentistry and Implantology, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia;

ORCID: 0009-0003-5231-7755

Аннотация

В настоящее время одним из приоритетных направлений в здравоохранении является создание современных программ и алгоритмов для предупреждения возникновения и развития наиболее значимых болезней. Поражаемость кариесом зубов и его осложнениями не демонстрирует стойкого снижения среди населения всех возрастных групп. Заболеваемость кариесом зубов среди детей является общенациональной проблемой, так как приводит к осложнениям, негативно влияющим на все сферы жизни членов внутри семьи. Невысокая результативность профилактических мероприятий, существенные экономические затраты на лечение всех форм кариеса, устранение последствий зубочелюстных деформаций, вынужденное зубопротезирование, отсутствие комплаентности со стороны семьи, многофакторность этиологии развития кариозных болезней зубов, а также появление стойкой фобии как следствие стоматологических манипуляций у детей дошкольного возраста диктует необходимость создания современных систем прогнозирования и выработки алгоритмов с помощью современного оснащения высокими технологиями искусственного интеллекта. В статье продемонстрирована предложенная концепция применения базы данных мета-анализа и программного обеспечения распознавания факторов риска, с последующим моделированием кариеса зубов, с учетом индивидуального прогнозирования его развития у детей дошкольного возраста разных возрастных групп.

Abstract

Currently one of the priority areas of health care is the creation of modern programs and algorithms to prevent the emergence and development of the most significant diseases. Tooth decay and its complications do not show a steady decline in the population of all age groups. The incidence of dental caries among children is a nationwide problem, as it leads to complications that negatively affect all areas of life of family members. Low effectiveness of preventive measures, significant economic costs for the treatment of all forms of caries, elimination of the consequences of dentoalveolar deformities, forced dental replacement, lack of compliance on the part of the family, multifactorial etiology of the development of carious dental diseases, as well as the emergence of persistent phobia in preschool children dictates the need to create modern forecasting systems and the development of algorithms using modern equipment of high technologies of artificial intelligence. This article demonstrates the proposed concept of using a meta-analysis database and risk factor recognition software, followed by modeling dental caries, taking into account the individual prediction of its development in preschool children of different age groups.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дети дошкольного возраста, кариес зубов, факторы риска

Keywords: artificial intelligence, preschool children, dental caries, risk factors

Введение

В последние годы уделяется огромное внимание по применению искусственного интеллекта (далее – ИИ) в разных направлениях науки и народного хозяйства. Родоначальником понятий ИИ и нейросетей является американский физик – Марвин Мински. Он охарактеризовал ИИ как «науку о том, как заставить машины делать вещи, которые требуют применения

интеллекта, когда их делают люди». «Искусственный интеллект», как общепринятый термин был принят на научном форуме в Дартмутском университете в Хановере в 1956 г. [1]. В настоящее время ИИ успешно внедряется в областях термоядерной физики, космонавтики, тяжелой и военной промышленности, а также в медицине и здравоохранении [2, 3, 4]. Исследования в области термоядерного синтеза продемонстрировали применение ИИ с наибольшей пользой ввиду своей способности решать масштабные и сложные задачи. ИИ способствует проведению научных открытий экспериментальных исследований и путем моделирования и имитации, что входит проект координированных исследований МАГАТЭ [1].

В медицине ИИ стали широко использовать после внедрения компьютерных, магнитно-резонансных исследований, робототехники, в целях диагностики клинично-лабораторных исследований, ведения мониторинга за наблюдением здоровья пациента, а так же для визуализации и хранении результатов клинично-лабораторных исследований [5, 6, 7].

В литературе имеются лишь единичные сообщения по использованию ИИ в практической стоматологии. В стоматологии успешно применяется приложение «Diagnocat», данная программа анализирует полученные данные трехмерных снимков, помогает в постановке диагноза, дифференциальной диагностике и разработке плана лечения в работе врача-стоматолога, что особенно может послужить хорошим подспорьем для начинающего врача. Данное приложение визуализирует и высвечивает проблему, определяет индекс разрушения окклюзионной поверхности, наличие вторичного кариеса, изменения со стороны тканей пародонта, состояние периапикальных тканей, способна обнаружить скрытые формы поражений твердых тканей зубов, а также обратить внимание врача на наличие возможных новообразований, что особенно актуально, так как принцип своевременности лежит в основах онкологической настороженности [8, 9, 10]. В то же время, в стоматологии недостаточно применяется ИИ для изучения стоматологических заболеваний, оценки результатов диагностики и лечения. ИИ дает возможность минимизировать врачебные ошибки и повысить качество оказания стоматологической помощи, удовлетворенность качеством медицинской помощью у населения. Целесообразно, внедрить применение ИИ в моделировании стоматологических заболеваний и влиянии факторов риска на развитие болезней полости рта у детей дошкольного периода, в целях управления этими факторами риска.

Цель исследования

Моделирование стоматологических заболеваний, с учетом факторов риска у детей дошкольного возраста, с применением искусственного интеллекта.

Задачи исследования

1. Провести мета-анализ распространенности стоматологических заболеваний у детей в возрасте до 6 лет.
2. Выявить детерминанты факторов риска на возникновение кариозных поражений твердых тканей зубов.
3. Математическое моделирование кариозных поражений.
4. Создать программу по моделированию кариеса зубов по данным влияния факторов риска на основе применения ИИ.

В целях характеристики заболеваемости кариозными поражениями у детей был проведен мета-анализ распространенности этих болезней за 2006 и 2018 г. в Республике Татарстан в зависимости от возраста детей. Мета анализ демонстрирует высокую распространенность кариеса зубов и его осложнений среди обследованных детей из разных возрастных групп (табл. 1).

Полученные цифры мета-анализа показывают нарастающую высокую распространенность поражений зубов кариесом, в том числе, осложненным среди детей всех возрастов, участвующих в обследовании. Последние данные профилактических осмотров среди детей в возрасте до 1 года показали тенденцию более высокой поражаемостью кариесом молочных зубов и его осложнений – $14,1 \pm 0,7\%$ случаев, по сравнению с данными профилактических осмотров за 2006 год – $9,2 \pm 1,6\%$ ($p < 0,001$) соответственно.

Таблица 1

Данные о распространенности кариозных поражений у детей за 2006 и 2018 г.

Возраст	Распространенность кариеса зубов и его осложнений по данным за 2006 год (m±%)	Распространенность кариеса зубов и его осложнений по данным за 2018 год(m±%)	Значение Р
До 1 года	9,2±1,6	14,1±0,7	p<0,001
1,1-2,5	34,8±1,4	32,9±0,9	p>0,05
2,6-4,5	66,4±1,3	63±1,0	p<0,001
4,6-6	84,5±1,2	74,7±0,9	p<0,001
Всего	65,2±0,8	61,8±1,1	p<0,001

У детей в возрасте от 1,1 до 2,5 и от 2,6 до 4,5 лет показатели распространенности кариесом зубов достоверно не изменились. Однако в возрасте детей от 4,6 до 6 лет распространенность кариеса и его осложнений достоверно оказалась ниже, по сравнению с данными за 2006 год, (p<0,001). Полученные данные о нарастающей распространенности кариеса зубов и его осложнений среди детей до 1 года предполагает необходимость более детального изучения антенатальных факторов риска, так как закладка и формирование зубных зачатков происходит в период внутриутробного развития.

При изучении силы влияния патологии беременности будущей матери на возникновение кариозных поражений зубов у детей, нами установлено, что тяжелые роды и осложнения во время беременности имеют наибольшую силу влияния, по сравнению с другими осложнениями. Наименьшее влияние имеет патология слабой родовой деятельности на детей более старшей возрастной группы до 6 лет – η2=0,7%, (табл. 2).

Таблица 2

Факторы риска патологии матери во время беременности на формирование кариеса зубов и их ранжирование

Фактор	Сила влияния фактора(η2=%)	
	Ранговое место 0-3 года	Ранговое место 4-6 лет
Характер осложнений при родах тяжелой степени	η2=14,6% P<<0,001	η2=11,3% P<0,001
Ранний токсикоз	η2=3,6% P<<0,05	η2=2,9% P<0,05
Поздний токсикоз	η2=2,9% P<<0,05	η2=1,6% P<0,05
Угроза выкидыша	η2=4,2% P<0,05	η2=0,9% P>0,05
Слабость родовой деятельности	η2=2,9% P<0,05	η2=0,7% P>0,05
Родовая травма	η2=1,1% P>0,05	η2=1,6% P>0,01
Острые заболевания, перенесенные в период беременности	η2=4,1% P<0,05	η2=1,6% P<0,05

При оценке медико-социальных факторов питания беременной в период вынашивания плода, нами установлено что: у детей всех возрастов дошкольного периода по детерминантам влияния наиболее неблагоприятный фактор это – минимальное содержание фтора в потребляемой питьевой воде женщиной вовремя беременности (табл. 3). Наименьшее влияние на развитие кариозного процесса в зубах у ребенка, оказывало потребление мясных продуктов матерью вовремя беременности, причем у детей в возрасте от 4 и до 6 лет включительно, $\eta^2=1,9\%$ ($p<0,05$). Влияние на развитие кариеса у детей до 3 лет в молочных зубах оказалось существенно выше – $\eta^2=3,4\%$, $p<0,05$.

Таблица 3

Факторы питания беременной, влияющие на возникновение кариозных поражений в зубах, у детей дошкольного периода

Фактор	Сила влияния фактора($\eta^2=\%$)	
	Ранговое место 0-3 года	Ранговое место 4-6 лет
Недостаточное количество кисломолочных продуктов в рационе	$\eta^2=6,2$ $P<0,05$	$\eta^2=7,1$ $P<0,01$
Недостаточное количество в рационе мяса	$\eta^2=3,4$ $P<0,05$	$\eta^2=1,9$ $P<0,05$
Недостаточное количество овощей/фруктов в рационе	$\eta^2=7,1$ $P<0,01$	$\eta^2=8,2$ $P<0,01$
Дефицит фтора в потребляемой воде	$\eta^2=31,4$ $P<0,001$	$\eta^2=34,3$ $P<0,001$

При изучении влияния недостатков в организации медицинского обслуживания нами выявлено, что наиболее негативное влияние оказывало отсутствие профилактики кариеса вовремя беременности у будущей матери (табл. 4). Наименьшее воздействие оказывало на возникновение кариозного процесса в зубах у ребенка в возрасте от 4 и до 6 лет включительно $\eta^2=0,7\%$ – низкая мотивация беременной женщины за собственным состоянием зубов и органами рта ($p>0,05$)

Таблица 4

Сравнительная характеристика влияния недостатков специализированного медицинского обслуживания беременных на возникновение кариозного процесса в зубах у детей

Фактор	Сила влияния фактора($\eta^2=\%$)	
	Ранговое место 0-3 года	Ранговое место 4-6 лет
Отсутствие диспансерной работы	$\eta^2=7,3$ $P<0,01$	$\eta^2=5,4$ $P<0,01$
Отсутствие санации полости рта	$\eta^2=3,1$ $P<0,05$	$\eta^2=2,2$ $P<0,05$
Отсутствие ухода за полостью рта	$\eta^2=1,9$ $P<0,05$	$\eta^2=0,7$ $P>0,05$
Отсутствие профилактики кариеса зубов в период беременности	$\eta^2=19,3$ $P<0,001$	$\eta^2=9,2$ $P<0,01$

Полученные результаты о детерминантах влияния факторов риска беременной женщины на возникновение кариозного процесса в зубах у детей целесообразно мониторировать с помощью программ ИИ и прогностической матрицы использовать для систематизации базы данных и запуска алгоритмов прогнозирования кариеса зубов у детей разных возрастов дошкольного периода. Результаты составленной прогностической матрицы возможного возникновения кариеса зубов и его осложнений представлены в табл. 5.

Таблица 5

Прогностическая матрица для оценки возможности появления кариеса в зубах, у детей по факторам риска в период беременности матери

№ п/п	Медико-социальный фактор риска в период беременности	Градация факторов	Прогностический коэффициент (X)
1	Семейный статус	Замужем	1,1
		Незамужем	2,9
2	Жилищные условия	Удовлетворительные	1,3
		Неудовлетворительные	4,7
3	Подушевой доход в семье	Ниже среднего уровня	3,895
		Средний уровень	1,217
		Выше среднего уровня	1,071
4	Условия места жительства	В условно чисто чистой жилой зоне	1,27
		В зоне загрязнения воздушного бассейна	4,121
5	Образование	Высшее	1,822
		Среднее, среднее специальное	4,091
		Ниже среднего	5,911
6	Фактор курения	Нет	1,3
		Да	5,0
7	Алкоголь	Не употребляет	1,804
		Употребляет	8,979
8	Характер трудового процесса	Без особенностей	1,5
		Присутствие пыли, химических реагентов	4,891
		Сидячая работа	1,89
		Стоячая работа	1,565
		Частая ходьба	2,917
		Частые наклоны	3,992
		Поднятие тяжестей и груза	4,301
		Низкая(высокая)температура	4,012
9	Занятость в отраслях	Нефтехимия	3,011
		Машиностроение	2,911
		Легкая промышленность	1,951
		Сельское хозяйство	3,011
		Сфера строительства	2,511
		Транспорт и связь	2,013
		Торговля и коммунальная сфера услуг	2,912
		Образование, наука, медицина	2,46
		Прочие отрасли	1,871

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Медико-социальный фактор риска в период беременности	Градация факторов	Прогностический коэффициент (X)
10	Социальная группа	Студенты(учащиеся)	1,413
		Служащие	1,898
		Рабочие	4,121
11	Употребление овощей во время беременности	Ежедневно	1,37
		Не каждый день, редко	3,401
12	Употребление мясо-молочных продуктов	Ежедневно	1,291
		Не каждый день, редко	3,902
13	Употребление легко-усвояемых углеводов	Употребляет менее 60 г в день	1,521
		Употребляет 60 г и более	7,112
14	Содержание фтора в питьевой воде	Достаточное	2,101
		Недостаточное	16,971
15	Микроклимат семьи	Благоприятный	0,981
		Неблагоприятный	6,121
16	Стрессовые ситуации во время беременности	Нет	1,62
		Имеются	6,101
17	Возраст беременной	До 30 лет	1,811
		Старше 30 лет или моложе 19 лет	3,804
18	Соблюдение индивидуальной гигиены в период беременности, а также прогулки на свежем воздухе, соблюдение режима сна и отдыха	Соблюдает	0,98
		Не соблюдает	4,11
19	Перенесенные болезни	Нет	1,925
		Сердечно-сосудистой системы	5,991
		Гипертония/гипотония	9,821
		Ревматизм	8,121
		Сахарный диабет	8,77
		Туберкулез	12,171
		ОРВИ, грипп	5,27
		Несистемные заболевания легких	8,011
		Заболевания почек	6,1
		Инфекционные заболевания	8,211
		Заболевания щитовидной железы	9,001
		Другие заболевания	4,928
20	Наследственная отягощенность	Не имеются	1,304
		Имеются	4,829
21	Профилактика кариеса зубов в период беременности	Проводилась	1,237
		Не проводилась	7,301
22	Проведение дородового патронажа	Проводилась	1,23
		Не проводилась	4,701
23	Болезни во время беременности	Отсутствуют	1,19
		ОРВИ, грипп	5,02
		Обострение хронических болезней	5,601
		Другие заболевания	4,7

Окончание таблицы 5

№ п/п	Медико-социальный фактор риска в период беременности	Градация факторов	Прогностический коэффициент (X)
24	Особенности беременности	Без особенностей	5,27
		Ранний токсикоз	5,774
		Поздний токсикоз	6,55
		Угроза выкидыша	4,192
		Слабость родовой деятельности	4,907
		Крупный плод	5,001
		Анемия	4,709
25	Количество родов	Вторые роды и более	1,51
		Первые роды	4,01
26	Количество беременностей	Вторая беременность и более	1,29
		Первая беременность	2,901

Для определения прогноза возникновения кариеса зубов у детей дошкольного периода, была использована частота заболеваемости. Полученные данные о распространенности кариозных болезней зубов, выражалось в коэффициентах (кп+КПУ), которые легли в основу при прогнозировании возникновении кариозных поражений у детей.

Социально-гигиенические, медико-биологические, медико-социальные, производственные, факторы имеют различные детерминанты влияния на появление кариозного процесса в зубах. Такие данные нами были получены в качестве прогностического коэффициента (X).

Для вычисления прогностического эффекта X был использован показатель относительного риска поражений кариесом зубов, или так называемый весовой коэффициент (R), и нормированный интенсивный показатель (НИП). Например, значения R и НИП находят следующим образом у беременной женщины, имеющей образование ниже среднего: интенсивность поражения зубов кариесом у ее ребенка выражается величиной 5,911, а при наличии у нее высшего образования этот коэффициент составляет лишь 1,822($p<0,01$). На основе этих данных легко определить относительный риск возникновения кариеса зубов у детей (R), матери которых имели образование ниже среднего: $R=5,911:1,822=3,244$.

Исчисленные таким путем R суммируются. Для определения нормированного интенсивного показателя (НИП) необходимо знать показатель заболеваемости кариесом на одного ребенка в данной отдельно взятой группе и нормирующий показатель (M), характеризующий интенсивность кариеса в расчете на 1 ребенка в выборке исследования. Так, заболеваемость кариесом у детей, матери которых имели образование ниже среднего, составила 5,911, а во всей обследованной группе (по всем факторам) на одного обследованного приходилось 2,2 случая кариеса, затем и приведенных цифр (R и НИП) получают прогностический коэффициент (X): $X=R \times \text{НИП}$, или $3,244 \times 2,785=9,035$. Рассчитанные таким образом прогностические коэффициенты приведены в табл. 6.

Учитывая большое значение прогностического коэффициента для выявления кариеса зубов у детей, мы разработали пороговые значения этого показателя по каждому учтенному нами фактору (табл. 6).

Алгоритм составления программы для ИИ по моделированию кариеса зубов у детей дошкольного периода представлен на рис. 1.

Таблица 6

Пороговые значения прогностического индекса
о вероятности риска появления кариозного процесса
во временных зубах у детей по антенатальным критериям

Вероятность риска	Значение прогноза	Прогноз в отношении риска кариеса зубов
Невысокая	0,29-0,71	Хороший
Средняя	0,72-0,98	Наименее благоприятный
Высокая	0,99-1,31	Неблагоприятный

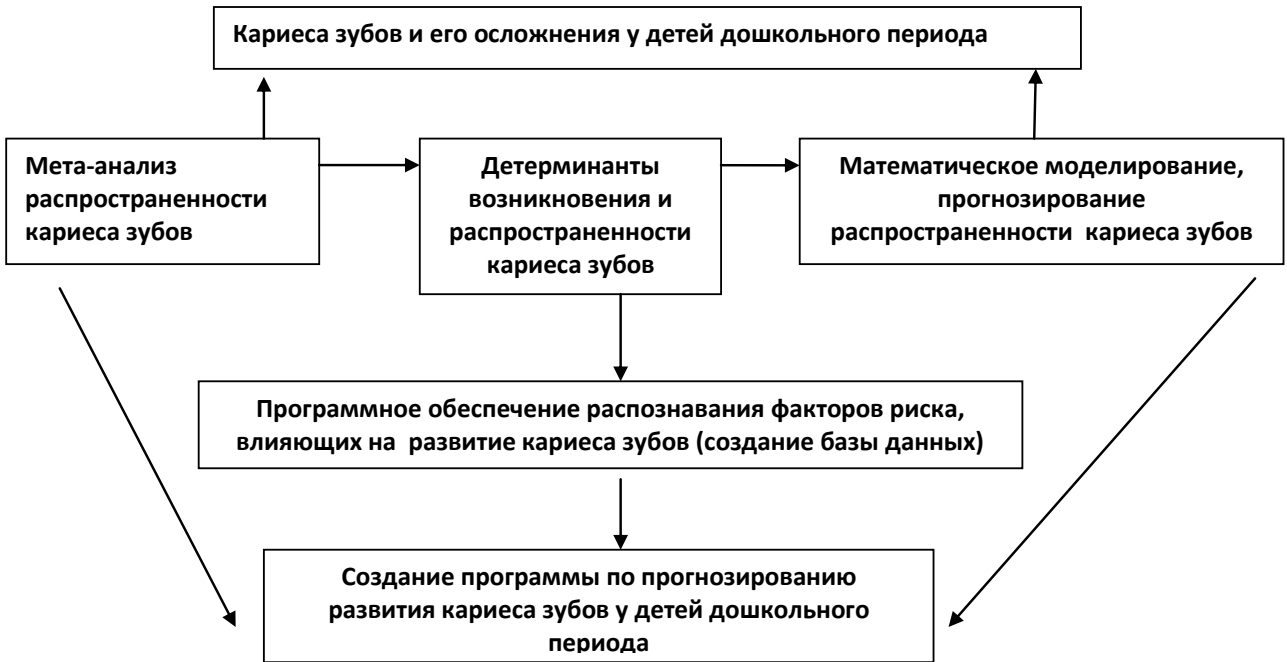


Рис. 1. Схема программы с применением ИИ для изучения распространенности, влияния факторов риска и математическое моделирование кариозного процесса в зубах у детей в дошкольном периоде

Выводы

Предложенная нами программа для ИИ по моделированию кариозного процесса в зубах, у детей дошкольного возраста, создает предпосылки для внедрения мероприятий по уменьшению влияния факторов риска на возможное возникновение кариозного процесса в молочных или постоянных зубах у детей разных возрастов, проживающих в разных типах семей, что существенно поможет снизить затраты здравоохранения, а так же повысить качество жизни как самого ребенка, так и членов семьи. Применение ИИ, создание программного обеспечения с обновляющейся базой данных в разных областях медицины, в том числе в стоматологии, может позволить проводить необходимые профилактические мероприятия у детей группы-риска до возникновения первых признаков болезни, что существенно снизит стоматологическую заболеваемость среди населения.

Список литературы

1. SAP: официальный сайт. – URL: www.sap.com/central-asia-caucasus/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html (дата обращения : 29.07.2024). – Текст электронный.

2. Гусев, А. В. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении / А. В. Гусев, С. Л. Добринюк. // Информационное общество. – 2017 – Вып. 4–5. – С. 78-93. – URL: https://webiomed.ru/media/publications_files/iskusstvennyi-intellekt-v-meditsine-i-zdravookhraneni.pdf?ysclid=lxq6ay5kx825451864 (дата обращения 27.06.2024.) – Текст: электронный
3. Алексеева, М. Г. Искусственный интеллект в медицине / М. Г. Алексеева, А. И. Зубов, М. Ю. Новиков. – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.121.7.038> – Текст: электронный // Международный научно исследовательский журнал. – 2022 – Вып. 7 – 121 – С. 10-13. – URL: <https://research-journal.org/archive/7-121-2022-july/artificial-intelligence-in-medicine?ysclid=lxq5f745f8175585618> (дата обращения 25.06.2024).
4. Потекаев, Н. Н. Искусственный интеллект в медицине. Общие положения. Философские аспекты / Н. Н. Потекаев, О. В. Доля, Н. В. Фриго, А. Я. Атабиева, Е. М. Майорова. – DOI: 10.17116/klindermat202221061749 – Текст: электронный // Клиническая дерматология и венерология. – 2022 – Т. 21. – № 6 – С. 749-756.
5. Карпов, О. Э. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине / О. Э. Карпов, А. Е. Храмов. – Москва : Издательство «ДПК Пресс», 2022. – 480 с.
6. Толмачев, И. В. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении: аналитический доклад / И. В. Толмачев, И. С. Каверина, М. О. Плешков, А. А. Шавлохова, Н. Н. Равочкин, А. В. Бутина, и др.; Сибирский государственный медицинский университет. – Томск, 2022. – 94 с.
7. Жуков, О. Б. Искусственный интеллект в репродуктивной медицине / О. Б. Жуков, В. Б. Черных. – DOI: 10.17650/2070-9781-2022-23-4-00-00 Текст: электронный // Андрология и генитальная хирургия. – 2022 – Т. 23. – № 4 – С. 54-62. – avur.international/wp-content/uploads/2023/01/e7eccef8-3be8-47e2-bcfc-aec3fac0a20f.pdf (дата обращения 28.06.2024).
8. Михайлов, С. С. Искусственный интеллект и его применение в медицине / С. С. Михайлов // Современные инновации. – 2023. – №1 (42). – С. 1-2. – URL: cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-ego-primenenie-v-meditsine (дата обращения: 28.06.2024). – Текст электронный.
9. Dhingra K. Artificial intelligence in dentistry: current state and future directions // K. Dhingra –<https://doi.org/10.1308/rcsbull.2023.132> Text online // The Bulletin of the Royal College of Surgeons of England. – 2023. – Vol. 105, № 8. – URL: publishing.rcseng.ac.uk/doi/10.1308/rcsbull.2023.132 (дата обращения: 28.06.2024).
10. Гайфуллин, Е. О. Искусственный интеллект в медицине / Е. О. Гайфуллин. – [https://doi.org/10.1308/rcsbull.2023.132//CETERIS PARIBUS](https://doi.org/10.1308/rcsbull.2023.132//CETERIS%20PARIBUS). – 2023. – №5. – С. 118-122. – URL: cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-meditsine-5 (дата обращения: 30. 06.2024).

УДК 547.279+004.94

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА АНТИАГРЕГАЦИОННОГО И ПРОТИВОГРИБКОВОГО ДЕЙСТВИЯ ТИОТЕРПЕНОИДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА

Гильфанов И.Р., аспирант кафедры плазмохимических технологий наноматериалов и покрытий ФГБОУ ВО «Казанский национальный технологический университет»;

ORCID: 0000-0003-4351-3378;

Никитина Л.Е., д.х.н., профессор, заведующий кафедрой общей и органической химии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет», член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан;

ORCID: 0000-0003-2113-5732;