

УДК: 616.314.17-
008.1:616-07

DOI: 10.24412/2075-4094-2024-1-1-3

EDN VEXJAC **



КАЛЬКУЛЯТОР ПАРОДОНТАЛЬНОГО РИСКА В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Д.Д. САМОХВАЛОВА, М.Д. ПЕРОВА

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России,
ул. им. Митрофана Седина, д.4 (Центральный микрорайон), г. Краснодар, 350063, Россия
e-mail: corpus@ksma.ru

Аннотация. *Цель исследования* - путём построения прогностических нейросетевых моделей на целевые пародонтальные предикторы и остаточный риск прогрессирования пародонтита в постактивном периоде, разработать простой инструмент системы поддержки принятия решений в практическом здравоохранении. *Материалы и методы исследования.* Ретроспективное продольное когортное исследование проведено по медкартам пролеченных пациентов пародонтитом и находящихся на поддерживающей терапии в течение 5 лет \leq ППТ \leq 20 лет. Согласно критериям включения и невключения из 236 медкарт отобрано 109. Первичный материал в виде единой базы данных структурирован на категориальные показатели, количественные переменные и целевые предикторы (отдалённого периода). Использован пакет *STATISTICA 13.3 (Tibco, USA)*; непараметрические критерии Вилкоксона и знаков, χ -квадрат Пирсона, кросстабуляция, корреляционный анализ Спирмена. Уровень статистической значимости принят при $p \leq 0,05$. Прогностические модели на целевые показатели построены в программе *STATISTICA* с помощью автоматизированных нейронных сетей *DATA MINING*. *Результаты и их обсуждение.* Выявленные связи пародонтальных параметров, категориальных значений имеют разную силу и направленность, но не ставят знака равенства с прогностической ценностью. Нейросетевое моделирование позволило определить максимальную и минимальную ценность разнородных параметров в прогнозировании целевых предикторов. Построена прогностическая модель стратификации риска на низкий и высокий с чувствительностью 85,938%, специфичностью 86,666%; площадь под ROC кривой 85,9%. Калькулятор пародонтального риска является практической реализацией построенных нейросетевых моделей. *Заключение.* Предложенный прототип определения риска прогрессирования пародонтита / потери зубов - большое подспорье практическому врачу для сокращения времени на диагностику и обоснованность выбора персонализированного лечения.

Ключевые слова: пародонтит, диагностика, нейросетевое моделирование, калькулятор пародонтального риска, персонализация пародонтальной терапии

PERIODONTAL RISK CALCULATOR IN THE SUPPORT SYSTEM OF CLINICAL DECISION MAKING

D.D. SAMOKHVALOVA, M.D. PEROVA

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of Ministry of Healthcare of Russia, 4 Mitrofana Sedina str. (Central microdistrict), Krasnodar, 350063, Russia
e-mail: corpus@ksma.ru

Abstract. *Purpose of the research* was to develop a simple tool for a decision making support system in practical healthcare by constructing prognostic neural network models of target periodontal predictors and residual risk of periodontitis disease progression in the post-active period. *Material and methods of the research.* The retrospective longitudinal cohort study was conducted using the medical cards of the treated patients with periodontitis who were on maintenance therapy for 5 years within the period of 20 years. According to the inclusion and exclusion criteria, 109 out of 236 medical cards were selected. The primary material in the form of a united database was structured into categorical indicators, quantitative variables and target predictors (for a distant period). *STATISTICA 13.3 (Tibco, USA)* package, non-parametric Wilcoxon criteria and criteria of signs, Pearson's χ -square, cross-tabulation, Spearman's correlation analysis were applied. The statistically significant level is accepted at $p \leq 0,05$. Prognostic models of target indicators are generated in *STATISTICA* application using the *DATA MINING* automated neural networks. *Results and their discussion.* The revealed relations of periodontal parameters and categorical indicators are differentiated by power and direction but aren't valuable for making a prognosis. Neural network modelling enabled us to determine the maximal and minimal value of various parameters in target predictors prognosing. A prognostic model of low and high risk stratification with 85,938% sensitivity, 86,666% specificity and 85,9% ROC curve area was constructed. A periodontal risk calcu-

lator is a practical implementation of the constructed neural network models. **Conclusion.** The offered prototype of periodontitis progressing/ teeth loss risk determining is of great use for a practitioner in reducing the time for diagnostics and as a base for personalized treatment choice.

Key words: periodontitis, diagnostics, neural network modeling, periodontal risk calculator, personalization of periodontal therapy

Введение. В отечественной литературе по пародонтологии отсутствуют исследования расчета риска прогрессирования пародонтита после активного пародонтального лечения (АПЛ). Данные поиска мировой литературы по вопросам прогнозирования течения пародонтита показали, что утрата зубов явилась целевой доминантой при построении прогнозов. [12, 2 - 5, 14, 15]. Более того, настораживает стойкая тенденция необоснованных «профилактических» удалений зубов в пользу дентальных имплантатов с непосредственными нагрузками.

Построение прогнозов остаётся сложным и пока не используется в повседневной практической работе. Велико разнообразие взглядов исследователей на оптимизацию подходов к ведению пациентов в отдаленные сроки из-за трудностей точной диагностики активности и течения патологического процесса в пародонте, а также отсутствия обоснованных предложений по спектру стандартизированных оценочных параметров для диагностики состояний опорного аппарата зубов [1, 9, 11, 6]. Учитывая постепенное движение в эру персонализированной медицины, не исключая и стоматологию, существует необходимость в разработке моделей прогнозирования течения пародонтита/ утраты зубов для возможности широкого использования в практическом здравоохранении. На сегодняшний день конкретные задачи классификации данных решаются, преимущественно, в сравнительных количественных линейных моделях с применением многомерного анализа логистической регрессии [7, 8, 10, 16]. Однако такие системы построения прогнозов обладают лишь некоторым успехом и воспроизводимостью прогнозирования потери зубов, обладая низкой чувствительностью моделей и неудовлетворительными характеристиками свойств обобщаемости. Оценка факторов риска прогрессирования пародонтита позволила бы установить адекватную манипуляционную наполненность врачебных вмешательств для поддержания уровня зубодесневого прикрепления в постактивной фазе наблюдений. Отсутствуют данные сравнений прогностических моделей при работе с небольшими выборками, которые априори имеют низкий уровень доказательности.

Цель исследования – путём построения прогностических нейросетевых моделей на целевые пародонтальные предикторы и остаточный риск рецидивов пародонтита в постактивном периоде разработать простой инструмент системы поддержки принятия решений в практическом здравоохранении.

Материалы и методы исследования. Ретроспективное когортное продольное исследование проведено по обезличенным данным медицинских карт пациентов, получивших активное пародонтальное лечение в период с 1999 по 2016 годы и находящихся на *поддерживающей пародонтальной терапии* (ППТ) в течение 5 лет \leq ППТ \leq 20 лет, в трех стоматологических учреждениях города Краснодара (Стоматологическая поликлиника ФГБОУ ВО КубГМУ, КБУЗ «Краевая клиническая стоматологическая поликлиника», ООО «Стоматологический центр «Интеллиджен»). Предварительный анализ данных 236 медицинских карт показал, что только 46,2% от числа выбранных и просмотренных медкарт 109-ти пациентов, соответствующих критериям включения и невключения, могли быть использованы как респонденты исследовательской когорты.

Критерии включения: взрослые пациенты обоего пола, возраст от 30 до 70 лет, независимо от статуса курения и наличия коморбидной патологии, после АПЛ разными известными методами по поводу хронического генерализованного пародонтита легкой, средней и тяжелой степени (K05.3 – классификация МКБ-10), зубопротезирование которым осуществлено съёмными и несъёмными конструкциями, включая применение дентальных имплантатов.

Критерии невключения: агрессивный и быстро прогрессирующий пародонтит. Пациенты, в медицинских картах которых отсутствует необходимая для анализа информация.

Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации, одобрено независимым этическим комитетом федерального государственного бюджетного образования учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, протокол № 106 от 17.12. 2021 года.

Первичный материал в виде единой базы данных структурирован на категориальные показатели и количественные переменные. Для стратификации остаточного риска прогрессирования пародонтита у пролеченных пациентов путем нейросетевого моделирования предварительно выявляли взаимосвязи и взаимозависимость между количественными переменными, категориальными значениями и целевыми (по данным литературы) предикторами. Градацию категориальных значений: пол: 1 - муж., 2 - жен.; возрастные группы: 1 - 30-54 лет, 2 - 55-70 лет; принадлежность к курению: 1 - да, 2 - нет; наличие общих соматических заболеваний: 1 - да, 2 - нет; направленность АПЛ: 1 - консервативная терапия + резекционное хирургическое лечение; 2 – консервативная терапия + регенеративное хирургическое

лечение; диагноз хронического генерализованного пародонтита: 1 - легкой степени, 2 - средней и тяжелой; степень стратификации риска: 1 – низкий, 2 - высокий. В качестве количественных переменных, характеризующих состояние тканей пародонта, использовали индекс налета; число сохраненных зубов на каждый момент обследования; глубина поддесневого зондирования: до 4 мм, 4 - 6 мм и более 6 мм; процент зубов, имеющих симптом кровоточивости десен; количество дентальных имплантатов в полости рта на момент обследования; количество дентальных имплантатов с глубиной зондирования околоимплантатной десневой манжетки ≤ 3 мм, > 3 мм; число дентальных имплантатов, имеющих кровоточивость трансгингивального участка. Каждому пациенту определяли целевые показатели максимально отдаленного периода: ИН** (*Green – Vermillion, OHI-S*) – индекс налета; ЧСЗ** - число сохраненных зубов; ГЗ1** - количество зубов с глубиной поддесневого зондирования менее 4 мм; %Кр_{зубы}** - процент зубов, имеющих кровоточивость десны.

Данные описательных статистик обработаны посредством пакета *STATISTICA 13.3 (Tibco, USA)*: вычисляли центральную тенденцию (медиану), вариационные статистики (квартили, стандартное отклонение), статистики диапазона (минимальное, максимальное значения). Сравнение средних значений параметров в различные периоды наблюдений проводили с помощью критерия Вилкоксона и критерия знаков. Во всех случаях статистического анализа принят уровень статистической значимости $p \leq 0,05$. Для оценки связей между качественными признаками использовали критерий χ -квадрат Пирсона, для определения структуры связи между двумя категориальными показателями - двумерные таблицы сопряженности (кросстабуляция), степень взаимосвязей – с помощью коэффициента корреляции Спирмена.

В качестве инструментария построения нейросетевых моделей применены автоматизированные нейронные сети *DATA MINING* программы *STATISTICA*. Для оценки предиктивной силы итоговой нейросетевой модели для решения задачи классификации остаточного риска применили ROC AUC анализ. Предсказательную силу модели оценивали при помощи показателей чувствительности и специфичности.

Результаты и их обсуждение. Сравнительные данные описательных статистик в когорте пациентов продемонстрировали общее улучшение состояния тканей пародонта в отдаленные сроки: повысился уровень гигиенического ухода, существенно снизилось число зубов, имеющих кровоточивость десны и околоимплантатной манжетки. Количество сохраненных зубов в отдаленные сроки, с учётом показателей диапазона, изменилось от 20-26 зубов до 18-25 зубов по отношению к состоянию до лечения, что было связано с изначальной экстракцией зубов во время АПЛ из-за критической потери опорных структур. Группа пациентов пародонтитом средней и тяжелой степени составила более 50% исследовательской выборки. Установлено, что показатель глубины зондирования более 6 мм представляет собой фактический риск прогрессирования заболевания, влияет на увеличение частоты интервалов отзывать пациентов на постактивную терапию, в то время как нормализация глубины зондирования после регенеративно-хирургических вмешательств на пародонте таких пациентов позволяет увеличить интервал ППТ. В результате такого происходит формирование нового структурного комплекса опорных тканей у пациентов пародонтитом тяжелой степени, хоть и не в полном объеме, и нивелирование пародонтальных дефектов при легкой и средней степени тяжести болезни. У 98% длительно функционирующих дентальных имплантатов симптом кровоточивости трансгингивального участка не выявлен, что в паре с показателем ГЗ < 3 мм указывало на оптимальное состояние функции дентальных имплантатов в долгосрочной перспективе без взаимоповреждающих эффектов. Как видно из таблицы 1, на состояние пародонта в отдаленном периоде ППТ не влияет фактор курения у ранее пролеченных пациентов с использованием регенеративной хирургии пародонта. Степень повреждения опорного аппарата зубов и наличие ко- или полиморбидных состояний значимо коррелировали с возрастом, демонстрируя умеренную взаимосвязь ($p = 0,573$ и $p = 0,391$ по критерию χ -квадрат Пирсона, соответственно). Анализ таблиц сопряженности выявил, что при наличии сопутствующей общесоматической патологии количество пациентов пародонтитом тяжелой степени в 1,5 раза превышало таковое у лиц без коморбидных состояний. У этих пациентов доля пародонта легкой степени была снижена в 7 раз при увеличенной распространенности в когорте поврежденных опорного аппарата средней и тяжелой степени.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа взаимосвязи целевых и предикторных переменных

Переменные	Ранговые корреляции Спирмена				
	ПД попарно удалены				
	Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < ,05000$				
	ИН**	ЧСЗ**	ГЗ 1**	% Кр (зубы)**	Риск
пол	-0,062	0,152	0,092	-0,112	-0,004
возрастная группа	0,065	-0,433	-0,402	0,127	0,410
курение	-0,072	-0,028	-0,025	-0,029	0,050
ОСЗ	-0,226	0,440	0,421	-0,189	-0,363
АПЛ	-0,371	0,075	0,302	-0,492	-0,425
Диагноз	0,185	-0,697	-0,621	0,187	0,461
ИН	0,434	-0,367	-0,490	0,416	0,411
ЧСЗ	-0,243	0,880	0,709	-0,269	-0,388
ГЗ1	-0,331	0,877	0,816	-0,362	-0,524
ГЗ2	0,292	-0,561	-0,642	0,384	0,520
ГЗ3	0,346	-0,654	-0,591	0,179	0,345
% Кр (зубы)	0,306	-0,313	-0,437	0,531	0,413
i	-0,322	-0,028	0,150	-0,188	-0,198
ГЗi 1	-0,333	-0,018	0,164	-0,193	-0,243
ГЗi 2	-0,001	-0,013	-0,022	-0,026	0,236
кри	-0,068	0,115	0,123	-0,030	0,144

Примечание: *Знаки не учитываются, если один или оба показателя категориальные

Выявленные с помощью непараметрического корреляционного анализа взаимосвязи и взаимные влияния разнородных параметров на оценку состояния тканей пародонта не ставят знака равенства с прогностической ценностью, что обусловило перспективность разработки нейросетевых моделей прогнозирования значений интересующих нас показателей.

На 4 целевых предиктора построены нейросетевые модели. На рис.1 продемонстрирована архитектура НС на один из целевых показателей.

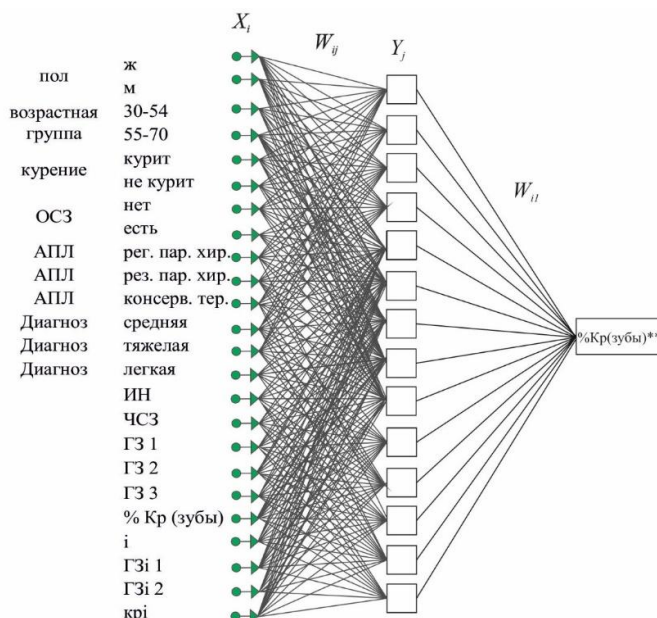


Рис 1. Архитектура нейронной сети MLP 24-14-1

Примечание: *число слоев в сети 3, промежуточный слой Y_j ($j = 14$) содержит 14 скрытых нейронов. Первый слой X_i ($i = 24$) состоит из 24 нейронов, соответствующих входным количественным и качественным показателям, третий слой, включающий 1 нейрон, прогнозирует значение процента количества зубов с наличием кровоточивости десны

Из 1000 автоматически построенных и обученных нейронных сетей – двухслойных перцептронов, были выбраны сети с наилучшими свойствами для каждого целевого клинического показателя с расчётом прогностической ценности. Окончательная проверка, осуществляемая на тестовой выборке (не участвующей в обучении нейросети), позволила распределить НС по убыванию их предиктивных способностей (производительности сети) в следующей последовательности: прогнозирование ЧСЗ** (0,976); прогнозирование ГЗ₁** (0,964); прогнозирование %Кр_{зубы}** (0,940); прогнозирование ИН** (0,872). О вкладе (весе) показателей в прогностические свойства построенных НС судили по данным построенных графиков: наибольший вклад – у фактора направленности АПЛ, возрастных групп, диагноза; наименьший – у пола, принадлежности к курению, наличия коморбидных состояний.

Фактор курения, демонстрирующий в построенных НС для целевых предикторов наименьший вклад в прогнозирование, объясняется отрицательным влиянием курения на процессы заживления послеоперационных ран, в то время как в отдаленном периоде, сам по себе не ухудшает состояние структур опорного аппарата, как уже отмечено выше, если не связан с уровнем гигиенического ухода за полостью рта. Полученные данные оказались сопоставимыми с результатами S. Rahim-Wöstefeld с соавт. (2022), с использованием DT- прогностической модели (алгоритм искусственного интеллекта - «деревья решений») при обнаружении небольшой разницы между числом утраченных зубов у курильщиков и некурящих с долгосрочным исследованием [13]. Вклад в НС модель для ЧСЗ** состояния функционируемых дентальных имплантатов демонстрирует важность восстановления целостности зубных рядов с помощью остеоинтегрируемых искусственных опор у пациентов пародонтитом для долгосрочного сохранения зубов естественного прикуса.

Стратификация остаточного пародонтального риска проведена в трёхслойной НС MLP 24-11-2, состоящей из 24 входных нейронов (числовых и категориальных показателей), 11 скрытых нейронов и прогнозирующих степень риска в двух оценках – высокая и низкая. Поскольку практический интерес представляет прогнозирование принадлежности пациента к группе низкого риска, то верное прогнозирование пациента высокого риска к группе высокого риска считали истинно положительной классификацией, а ошибочную идентификацию пациента низкого риска считали ложно положительной классификацией. Такое предположение позволило применить ROC AUC анализ чувствительности и специфичности разработанной прогностической модели: и по всем выборкам ретроспективной когорты (обучающей, валидационной и тестовой) чувствительность составила 85,938%, специфичность 86,666%, соответственно. Площадь под кривой - 85,9%.

Для всех пяти разработанных нейросетевых моделей, с помощью сохраненных кодов программирования, написана программа для стратификации риска прогрессирования пародонтита в помощь практическим врачам для персонализированного подхода к ППТ в долгосрочном периоде наблюдений. Прототип калькулятора пародонтального риска продемонстрирован на рис. 2.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ПАРОДОНТИТА В ПЕРИОДЕ ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ					
Пол	женский	Индекс налета	0,4	Процент кровоточивости десны вокруг зубов	11,18
Возрастная группа	30-54	Число сохраненных зубов	25	Число зубных имплантатов	2
Курение	курит	Глубина поддесневого зондирования вокруг зубов:		Глубина зондирования десны вокруг имплантата:	
ОСЗ	нет	Г31 – глубина зондирования = < 4 мм	20	Г31 – глубина зондирования = < 3 мм	2
АПЛ	рег. пар. хир.	Г32 – глубина зондирования = 4-6 мм	4	Г32 – глубина зондирования = ≥ 3 мм	0
Диагноз	средняя	Г33 – глубина зондирования = > 6 мм	4	Число имплантатов с кровоточивостью десны, окружающей имплантат	0
Индекс налета (отдаленный результат ≥5 лет) = 0,41					
Число сохраненных зубов (отдаленный результат ≥5 лет) = 22,99					
Г31 – глубина зондирования = < 4 мм (отдаленный результат ≥5 лет) = 23,71					
Процент кровоточивости десны вокруг зубов (отдаленный результат ≥5 лет) = 5,38					
Уровень риска - Низкий					
				Рассчитать	
				Сброс	
				Выход	

Рис.2. Пример реализации прогностической нейросетевой модели

Апробация прототипа калькулятора пародонтального риска в периоде ППТ ранее пролеченных пациентов показала возможность простого использования для планирования адекватных мероприятий. В сравнении с методами многофакторного анализа логистической регрессии, искусственные НС обладают преимуществом отсутствия необходимости сбора информации в динамике, что допускает применение у пациентов, впервые обратившихся за медицинской помощью.

В качестве ограничения данного исследования, с учётом использования неоднородных входных данных и наличия разнообразия мнений в мировой литературе в отношении построения и трактовки прогнозов, следует увеличить объем датасетов для машинного обучения с ожиданием повышения точности предиктивных характеристик нейронных сетей.

Заключение. В клинической практике использование разработанного инструмента количественного прогнозирования может помочь стоматологам в принятии адекватных решений на основе быстро полученных данных, обеспечив персонализированный подход к назначению оптимального лечения с целью сохранения зубов на протяжении длительного времени. Преимущества использованного метода построения прогностических моделей с помощью искусственных нейронных сетей перед классическими методами – дискриминантным анализом, логистической и множественной регрессией в том, что они позволяют решать задачи классификации и регрессии с категориальными и количественными предикторными переменными для данных произвольной природы при использовании большого и малого объема.

Литература

1. Bouchard P., Carra M.C., Boillot A., Mora F., Rangé H. Risk factors in periodontology: a conceptual framework // *J. Clin. Periodontol.* 2016. №44(2). P. 125–131
2. Carvalho R. Predictors of tooth loss during long-term periodontal maintenance: An updated systematic review // *J Clin Periodontol.* 2021. V. 48(8). P. 1019-1036. DOI 10.1111/jcpe.13488
3. Costa F.O. Tooth loss in individuals under periodontal maintenance therapy: 5-year prospective study // *J. Periodontol Res.* 2014. V. 49. P. 121-128.– DOI 10.1111/jre.12087
4. Eickholz P. Tooth loss after active periodontal therapy: patient-related factors for risk, prognosis, and quality of outcome // *J Clin Periodontol.* 2008. V.35. P. 165-174
5. Farina R. Tooth loss in complying and non-complying periodontitis patients with different periodontal risk levels during supportive periodontal care // *Clin Oral Investig.* 2021. V. 25(10). P. 5897-5906. DOI 10.1007/s00784-021-03895-8
6. Hasuike A., Watanabe T., Wakuda S., Kogure K., Yanagiya R., Byrd KM, Sato S. Machine Learning in Predicting Tooth Loss: A Systematic Review and Risk of Bias Assessment // *J Pers Med.* 2022. №9(10). P. 1682. DOI: 10.3390/jpm12101682
7. Kawahara H. Risk Factors for Tooth Loss in Patients Undergoing Mid-Long-Term Maintenance: A Retrospective Study // *Int J Environ Res Public Health.* 2020. V. 17(17). P. 6258. DOI 10.3390/ijerph17176258.
8. Leininger M. Modified periodontal risk assessment score: long-term predictive value of treatment outcomes. A retrospective study // *J Clin Periodontol.* 2010. V. 37(5). P. 427-435.
9. Leite F.R.M., Nascimento G.G., Scheutz F., López R. Effect of smoking on periodontitis: a systematic review and meta-regression // *Am. J. Prev. Med.* 2018. №54(6). P. 831–841
10. Matuliene G. Significance of Periodontal Risk Assessment in the recurrence of periodontitis and tooth loss // *J Clin Periodontol.* 2010. V. 37(2). P. 191-199. DOI 10.1111/j.1600-051X.2009.01508.x.
11. Matuliene G., Pjetursson B.E., Salvi G.E. Influence of residual pockets on progression of periodontitis and tooth loss: results after 11 years of maintenance // *J. Clin. Periodontol.* 2008. №35(8). P. 685–695
12. Miller P.D., McEntire M.L., Marlow N.M., Gellin R.G. An Evidenced-Based Scoring Index to Determine the Periodontal Prognosis on Molars. // *J. Periodontol.* 2014. №85. P. 214–225. DOI:10.1902/jop.2013.120675
13. Rahim-Wöstefeld S., Kronsteiner D., ElSayed S., ElSayed N., Eickholz P., Pretzl B. Development of a prognostic tool: based on risk factors for tooth loss after active periodontal therapy // *Clin Oral Investig.* 2022 №26(1). P. 813–822. DOI: 10.1007/s00784-021-04060-x.
14. Saydzai S. Comparison of the efficacy of periodontal prognostic systems in predicting tooth loss // *J. Clin. Periodontol.* 2022. V. 49. P. 740–748. DOI 10.1111/jcpe.13672
15. Schwendicke F. Association, prediction, generalizability: Cross-center validity of predicting tooth loss in periodontitis patients // *J Dent.* 2021. V. 109. P. 103662. DOI 10.1016/j.jdent.2021.103662
16. Sonnenschein S.K. Adherence to long-term supportive periodontal therapy in groups with different periodontal risk profiles // *J Clin Periodontol.* 2020. V. 47(3). P. 351-361. DOI 10.1111/jcpe.13252.

References

1. Bouchard P, Carra MC, Boillot A, Mora F, Rangé H. Risk factors in periodontology: a conceptual framework. *J. Clin. Periodontol.* 2016;4(2):125-31
2. Carvalho R. Predictors of tooth loss during long-term periodontal maintenance: An updated systematic review. *J Clin Periodontol.* 2021;48(8):1019-36. DOI 10.1111/jcpe.13488

3. Costa FO. Tooth loss in individuals under periodontal maintenance therapy: 5-year prospective study. *J. Periodontol.* 2014;49:121-8. DOI 10.1111/jre.12087
4. Eickholz P. Tooth loss after active periodontal therapy: patient-related factors for risk, prognosis, and quality of outcome. *J Clin Periodontol.* 2008;35:165-74
5. Farina R. Tooth loss in complying and non-complying periodontitis patients with different periodontal risk levels during supportive periodontal care. *Clin Oral Investig.* 2021;25(10):5897-906. DOI 10.1007/s00784-021-03895-8
6. Hasuike A, Watanabe T, Wakuda S, Kogure K, Yanagiya R, Byrd KM, Sato S. Machine Learning in Predicting Tooth Loss: A Systematic Review and Risk of Bias Assessment. *J Pers Med.* 2022;9(10):1682. DOI: 10.3390/jpm12101682
7. Kawahara H. Risk Factors for Tooth Loss in Patients Undergoing Mid-Long-Term Maintenance: A Retrospective Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(17):6258. DOI 10.3390/ijerph17176258.
8. Leininger M. Modified periodontal risk assessment score: long-term predictive value of treatment outcomes. A retrospective study. *J Clin Periodontol.* 2010;37(5):427-35.
9. Leite FRM, Nascimento GG, Scheutz F, López R. Effect of smoking on periodontitis: a systematic review and meta-regression. *Am. J. Prev. Med.* 2018;54(6):831-41
10. Matuliene G. Significance of Periodontal Risk Assessment in the recurrence of periodontitis and tooth loss. *J Clin Periodontol.* 2010;37(2):191-9. DOI 10.1111/j.1600-051X.2009.01508.x.
11. Matuliene G, Pjetursson BE, Salvi GE. Influence of residual pockets on progression of periodontitis and tooth loss: results after 11 years of maintenance. *J. Clin. Periodontol.* 2008;35(8):685-95
12. Miller PD, McEntire ML, Marlow NM, Gellin RG. An Evidenced-Based Scoring Index to Determine the Periodontal Prognosis on Molars. *J. Periodontol.* 2014;85:214-25. DOI:10.1902/jop.2013.120675
13. Rahim-Wöstefeld S, Kronsteiner D, ElSayed S, ElSayed N, Eickholz P, Pretzl B. Development of a prognostic tool: based on risk factors for tooth loss after active periodontal therapy. *Clin Oral Investig.* 2022;6(1):813-22. DOI: 10.1007/s00784-021-04060-x.
14. Saydzai S. Comparison of the efficacy of periodontal prognostic systems in predicting tooth loss. *J. Clin. Periodontol.* 2022;49:740-8. DOI 10.1111/jcpe.13672
15. Schwendicke F. Association, prediction, generalizability: Cross-center validity of predicting tooth loss in periodontitis patients. *J Dent.* 2021;109:103662. DOI 10.1016/j.jdent.2021.103662
16. Sonnenschein SK. Adherence to long-term supportive periodontal therapy in groups with different periodontal risk profiles. *J Clin Periodontol.* 2020;47(3):351-61. DOI 10.1111/jcpe.13252.

Библиографическая ссылка:

Самохвалова Д.Д., Перова М.Д. Калькулятор пародонтального риска в системе поддержки принятия клинических решений // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №1. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-1/1-3.pdf> (дата обращения: 24.01.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-1-1-3. EDN VEXJAC*

Bibliographic reference:

Samokhvalova DD, Perova MD. Kal'kuljator parodontal'nogo riska v sisteme podderzhki prinjatija klinicheskikh reshenij [Periodontal risk calculator in the support system of clinical decision making]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2024 [cited 2024 Jan 24];1 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-1/1-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-1-1-3. EDN VEXJAC

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-1/e2024-1.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY