

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»

На правах рукописи



Волков Николай Александрович

**Оптимизация способа определения гальванических пар металлических
конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта**

3.1.7. Стоматология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Разумова Светлана Николаевна

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПАРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ЭЛЕКТРОГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛОСТИ РТА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. Причины появления гальванического тока в полости рта.....	13
1.2. Терминология, применяемая при описании электрогальванических явлений в полости рта	16
1.3. Электрогальванические явления в полости рта, обусловленные наличием гальванической пары металлических конструкций.....	19
1.4. Способы выявления гальванических пар металлических конструкций в полости рта.....	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
2.1. Общая характеристика обследованных больных	32
2.2. Способ выявления гальванических пар металлических конструкций в полости рта	39
2.3. Определение активности гальванических пар металлических конструкций в полости рта	48
2.4. Статистическая обработка результатов исследований	55
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	57
3.1. Результаты оценки частоты обнаружения металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.....	57
3.2. Результаты определения активности гальванических пар металлических конструкций при наличии и отсутствии гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
ВЫВОДЫ	97

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	101

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В настоящее время в стоматологической практике отмечается рост числа пациентов с заболеваниями, развитие которых связано с электрогальваническими процессами в полости рта. Это обусловлено тем, что, на сегодняшний день, при лечении стоматологических больных используется большое количество металлических конструкций. В терапевтической стоматологии – это штифты и амальгамовые пломбы, в ортопедической стоматологии – каркасы металлокерамических зубных протезов, коронки, мостовидные зубные протезы, вкладки и т.д., в хирургической стоматологии и в челюстно-лицевой хирургии – имплантаты, металлические конструкции для остеосинтеза и т.д., в ортодонтии – металлические брекет системы и т.д. [10].

Наличие в полости рта металлических конструкций, изготовленных из разнородных металлов, имеющих разные электрохимические потенциалы, является причиной появления гальванического элемента, роль электролита в котором отводится слюне и ротовым жидкостям, а металлические конструкции образуют гальваническую пару.

Гальваническая пара создает электродвижущую силу за счет развития окислительно-восстановительных реакций между электродами, в нашем случае, между металлическими конструкциями.

Электрогальванические процессы, раздражая слизистую оболочку рта, приводят к развитию различных заболеваний, которые можно классифицировать на две группы. Первая группа характеризуется отсутствием видимых патологических изменений слизистой оболочки рта, но сопровождается неприятными ощущениями, связанными с электрогальваническими процессами. Пациенты предъявляют жалобы на ощущения жжения, покалывания и т.д. различных участков слизистой оболочки рта [54]. Подобное состояние получило название «гальванический синдром». Вторую группу составляют заболевания

слизистой оболочки рта, развивающиеся на фоне электрогальванических процессов. По данным литературы, эти заболевания могут как сопровождаться, так и не сопровождаться ощущениями, характерными для гальванического синдрома. Наиболее часто наблюдается нарушение ороговения слизистой оболочки и развитие эрозивно-язвенных процессов [73]. Нередко развиваются предраковые формы заболеваний, такие как эрозивно-язвенная и гиперкератотическая формы красного плоского лишая, веррукозная форма лейкоплакии, ограниченный гиперкератоз и т.д. [20].

В связи с этим, выявление гальванических пар металлических конструкций и определение их активности является актуальной задачей, так как без ее осуществления не представляется возможным правильно поставить диагноз и объективно проконтролировать эффективность проведенных лечебных мероприятий.

Степень разработанности темы исследования

Различные исследователи предпринимали неоднократные попытки выявления гальванических пар металлических конструкций и оценки электрогальванических процессов в полости рта. С этой целью предлагается ориентироваться на ощущения пациентов, измерять силу постоянного электрического тока и рассчитывать разность электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту [89].

К сожалению, ощущения пациента не могут быть критерием наличия или отсутствия электрогальванических процессов в полости рта. Это связано с тем, что, с одной стороны, по данным Макаренко Н.В. и соавт., 2020 развитие патологического процесса не всегда сопровождается субъективными ощущениями. С другой стороны, глоссалгия и стомалгия, характеризующиеся ощущениями сходными с гальваническим синдромом, могут наблюдаться при других заболеваниях, например, при гиповитаминозе, снижении высоты прикуса и т.д. [13, 37].

При наличии гальванического элемента в полости рта появляется гальванический ток. В связи с этим, ряд авторов пытаются измерить величину этого тока. Однако то обстоятельство, что постоянный электрический ток, создаваемой гальванической парой металлических конструкций, идя по пути наименьшего электросопротивления, растекается не только по слюне, но и распределяется по всем тканям полости рта и организму в целом, делает результаты подобных измерений сомнительными и недостоверными [177].

Наиболее популярным, на сегодняшний день, способом выявления гальванических пар, расположенных во рту, является способ, основанный на измерении электрохимических потенциалов металлических конструкций и расчете их разности. Потенциальная возможность гальванической пары генерировать электрический ток, т.е. создавать электродвижущую силу, прямо пропорциональна разности потенциалов [57].

Однако, этот способ тоже имеет недостатки, так как не всегда удается обеспечить контакт активного индикаторного электрода измерительного прибора с исследуемой металлической конструкцией. Например, при необходимости измерения электрохимических потенциалов металлических вкладок и имплантатов, покрытых искусственными коронками.

Кроме того, гальваническая пара не всегда может находиться в активном состоянии, когда она способна продуцировать гальванический ток. По данным Рагулина А.В. и соавт., 2023 гальванический синдром является относительно редким явлением, хотя большая разность электрохимических потенциалов у здоровых лиц наблюдается часто [99].

В связи с этим, определение активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся в полости рта, является актуальной задачей, имеющей большое научное и практическое значение. Решению этого вопроса посвящено настоящее диссертационное исследование.

Цель и задачи исследования

Цель: повышение эффективности определения гальванических пар металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта

Задачи:

1. Изучить частоту обнаружения гальванических пар металлических конструкций у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

2. Разработать способ определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту.

3. Изучить частоту обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при отсутствии у пациентов жалоб, характерных для гальванического синдрома, и заболеваний слизистой оболочки рта.

4. Изучить частоту обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при наличии у пациентов гальванического синдрома и отсутствии заболеваний слизистой оболочки рта.

5. Изучить частоту обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, у пациентов с различными заболеваниями слизистой оболочки рта.

Научная новизна

1. Уточнены данные по частоте обнаружения гальванических пар металлических конструкций у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

2. Разработан способ определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту.

3. Впервые определена частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при отсутствии у пациентов жалоб и заболеваний слизистой оболочки рта.

4. Впервые выявлена частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при наличии у пациентов гальванического синдрома и отсутствии заболеваний слизистой оболочки рта.

5. Впервые определена частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, у пациентов с различными заболеваниями слизистой оболочки рта.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработан способ определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся в полости рта. Дано теоретическое обоснование разработанного способа и проведена его клиническая апробация при наличии и отсутствия гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта.

Применение данного способа позволит оптимизировать диагностику заболеваний, развитие которых связано с электрогальваническими процессами в полости рта.

Методология и методы исследования

Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Дано всестороннее теоретическое обоснование разработанного способа определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся в полости рта.

На обширном клиническом материале 200 человек проведено изучение частоты выявления гальванических пар металлических конструкций у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

С помощью разработанного способа, у 150 пациентов определена частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при отсутствии и наличии гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта.

В работе использованы современные методики сбора и обработки исходной информации с применением современных статистических программ.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработанный способ определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, позволяет оптимизировать диагностику заболеваний, развитие которых связано с электрогальваническими процессами в полости рта.

2. При наличии в полости рта металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов у пациентов не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта, активные гальванические пары обнаруживаются редко, в отличии от пациентов с гальваническим синдромом и заболеваниями слизистой оболочки рта.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.7. Стоматология, пункту 5 «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов профилактики, диагностики и лечения заболеваний слизистой оболочки рта» направлений исследований.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным количеством клинических наблюдений, определением разности электрохимических потенциалов и электрогальванической активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся в полости рта, с использованием современных адекватных методов обработки полученного материала.

Результаты исследования доложены и обсуждены на: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти заслуженного деятеля науки РФ профессора А.В. Алимского, Москва, 21 сентября 2020; 19 Всероссийском стоматологическом форуме, Москва, 10-11.02.2022; VI Всероссийском конгрессе. Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина., Москва, 1-2 марта 2023; 50-ой Всероссийской научно-практической Конференции СТАР «Актуальные проблемы стоматологии», Москва, 22-24 апреля 2024 г; научно-практической конференции стоматологов ФМБА России «Актуальные вопросы профилактики и лечения заболеваний полости рта», Москва, 18-19 апреля 2024 года.

Апробация проведена на межкафедральном заседании кафедр МИ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» (протокол № 0300-36-04/1 от 17 июня 2025).

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования включены в учебный процесс кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний МИ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», а также внедрены в практику клинико-диагностического центра РУДН им. Патриса Лумумбы.

Личный вклад автора

С участием автора было дано теоретическое обоснование разработанного способа определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту.

Автором лично проведено изучение частоты выявления гальванических пар металлических конструкций у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

С помощью разработанного способа, у 150 пациентов соискателем самостоятельно проведено изучение частоты обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при отсутствии и наличии гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 11 работ, в том числе 2 научные статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета/ Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 1 статья в изданиях, индексируемых в международных базах (Scopus, PubMed), 2 иные публикации по результатам исследования, 2 патента, 4 публикации в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 125 страницах машинописного текста, состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, который включает 184 источников (102 – отечественных,

82 – зарубежных). Работа иллюстрирована 35 рисунками и содержит 11 таблиц.

ГЛАВА 1. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ПАРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ЭЛЕКТРОГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛОСТИ РТА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Причины появления гальванического тока в полости рта

Металлы и их сплавы являются основным конструкционным материалом в стоматологии [47]. Они используются при изготовлении искусственных коронок и мостовидных протезов, анкерных штифтов и штифтовых культевых вкладок, бюгельных съемных протезов и дентальных имплантатов, а также несъемных ортодонтических конструкций [46,70].

Металлические конструкции предназначены для лечения широкого круга стоматологических заболеваний и могут быть использованы у пациентов всех возрастных групп [59, 72].

Следует отметить, что в последние десятилетия наблюдается активное развитие дентальной имплантации [22, 144]. По данным литературы прослеживается четкая тенденция увеличения количества пациентов с дентальными имплантатами. Американские ученые отмечают, что к началу 30-х годов доля людей, имеющих дентальные имплантаты, может достичь 25% [179].

Развитие имплантологии в стоматологии способствует значительному росту, используемых при протезировании, несъемных металлических конструкций и балочных зубных протезов с опорой на имплантаты [15,116, 130, 134, 153].

Применение несъемных металлических ортодонтических конструкций существенно расширили возможности ортодонтического лечения [137,152, 167]. Количество больных, у которых используется данный вид конструкций, ежегодно увеличивается [160].

Для изготовления металлических конструкций используются различные металлы и их сплавы [62, 92, 122]. В настоящее время в стоматологии наиболее

часто используются такие сплавы металлов, как кобальтохромовый, никельтитановый и хромоникелевый и т.д. [15, 31, 33].

Электрохимические свойства металлов и их сплавов характеризуются их электрохимическими потенциалами, которые отдельно соответствуют каждому металлу и сплаву [14, 27]. О разнородности металлов судят по разности их электрохимических потенциалов [26, 66, 116]. Наличие в полости рта двух и более металлических конструкций, изготовленных из разнородных металлов, является причиной появления гальванического элемента, роль электролита в котором отводится десневой и ротовой жидкостям, а металлические конструкции образуют гальваническую пару [133, 146, 161, 164, 176].

Гальваническая пара создает электродвижущую силу за счет развития окислительно-восстановительных реакций между электродами, в данном случае, между металлическими конструкциями [98].

Потенциальная возможность гальванической пары генерировать электрический ток, т.е. создавать электродвижущую силу, прямо пропорциональна разности потенциалов.

Как известно, величина постоянного электрического тока определяется соотношением напряжения к сопротивлению.

$$I = U/R \quad (1)$$

где I – сила тока;

U – напряжение;

R – сопротивление.

В том случае, если электродвижущая сила или, созданное гальванической парой, напряжение сможет преодолеть суммарное электросопротивление структур, составляющих гальванический элемент, в полости рта возникнет направленное движение заряженных частиц, т.е. появится электрический ток [69, 126]. При этом, одна из конструкций гальванической пары будет являться катодом, на которой будут протекать электрохимические процессы восстановления, а другая конструкция будет являться анодом и на ней будут протекать электрохимические процессы окисления. В данном случае одноименно заряженные частицы будут

двигаться в одном направлении. Таким образом, металлические конструкции, составляющие гальваническую пару, будут являться источником постоянного (гальванического) электрического тока [42,99,126].

Электрогальванические процессы, раздражая слизистую оболочку рта, приводят к развитию различных заболеваний, которые можно классифицировать на две группы [83, 158]. Первая группа характеризуется отсутствием видимых патологических изменений слизистой оболочки рта, но сопровождается неприятными ощущениями, связанными с электрогальваническими процессами. Пациенты предъявляют жалобы на ощущения жжения, покалывания и т.д. различных участков слизистой оболочки рта. Подобное состояние получило название «гальванический синдром» [5, 44]. Вторую группу составляют заболевания слизистой оболочки рта, развивающиеся на фоне электрогальванических процессов. Наиболее часто наблюдается нарушение ороговения слизистой оболочки и развитие эрозивно-язвенных процессов. Нередко развиваются предраковые формы заболеваний, такие как эрозивно-язвенная и гиперкератотическая формы красного плоского лишая, веррукозная форма лейкоплакии, ограниченный гиперкератоз и т.д. [93].

По данным литературы характерной особенностью заболеваний слизистой оболочки, обусловленных раздражающим действием постоянного электрического тока, является то, что их развитие не всегда сопровождается наличием неприятных ощущений, характерных для гальванического синдрома [41]. Это обстоятельство вызывает затруднения у врачей при определении причин развития заболевания и его возникновения не всегда связывают с наличием электрогальванических процессов.

Неблагоприятное воздействие гальванической пары, являющейся источником постоянного электрического тока, наиболее ярко проявляется в полости рта. При этом следует помнить, что, за счет токов утечки, могут возникать микротоки во всех органах и тканях, что оказывает негативное влияние на организм в целом [119,121].

Таким образом, причиной появления гальванического тока в полости рта является наличие во рту гальванической пары, образованной из металлических конструкций, выполненных из разнородных металлов, т.е. металлов, отличающихся по своим электрохимическим потенциалам.

Освещению вопросов негативного воздействия электрогальванических процессов, обусловленных наличием гальванической пары в полости рта, а также используемым способам выявления этих пар, посвящены следующие разделы литературного обзора.

Но прежде, чем приступить к изложению, указанных тем, необходимо разобраться с используемой терминологией. Этому вопросу посвящен следующий раздел настоящего обзора литературы.

1.2. Терминология, применяемая при описании электрогальванических явлений в полости рта

Анализируя литературу, посвященную теме диссертационного исследования, мы столкнулись с тем, что используемая терминология, описывающая происходящие электрогальванические явления в полости рта, требует дополнительных уточнений и пояснений. Это связано с тем, что авторы достаточно вольно трактуют и смешивают многие понятия, что приводит к путанице, недопониманию и ошибочным умозаключениям при изложении данного вопроса. В связи с этим, мы провели анализ, используемой при описании электрогальванических процессов, терминологии.

В результате проведенного анализа, мы пришли к выводу, что существуют базовые понятия, которые не имеют различные интерпретации и трактуются однозначно. К таким понятиям относятся: «гальваническая пара», «электрохимические потенциалы», «гальванический элемент», «постоянный или гальванический электрический ток» [29].

К указанным понятиям, по нашему мнению, можно также отнести термин «гальванический синдром», под которым понимают комплекс субъективных

ощущений и симптомов, связанных с раздражением слизистой оболочки рта постоянным электрическим током [3,111, 131]. Этот симптомокомплекс, как было сказано выше, характеризуется ощущениями жжения, покалывания слизистой оболочки рта, ощущением привкуса металла и т.д. [70,114, 115, 159,175].

Следует отметить, что, наряду с базовыми понятиями, используются термины, которые разными авторами истолковываются по-разному, например, «гальванизм» и «гальваноз», при чем эти понятия часто подменяют одно другим, не видя между ними существенной разницы [4, 11].

«Гальванизм» – это физическое явление, объединяющее всю совокупность процессов, приводящих к появлению гальванического тока в полости рта. Так как в диссертационной работе рассматриваются конкретные процессы, чтобы избежать терминологической путаницы, вместо термина «гальванизм» мы используем такие понятия как «электрогальванические» и «электрохимические» процессы.

Некоторые авторы трактуют как тождественные понятия электрохимическую коррозию металла и гальванизм. Описывая электрогальванические процессы, эти авторы забывают о протекающим в полости рта постоянном электрическом токе, а сами электрогальванические процессы сводят исключительно к электрохимической коррозии металла.

Весьма спорным понятием является термин «гальваноз» [12, 18]. Под «гальванозом» – понимают патологические процессы и заболевания, вызванные гальваническими токами в полости рта, т.е. данный термин является не вполне конкретным и требует дополнительного пояснения [32,61,118]. Одни ставят знак равенства между гальванозом и гальваническим синдромом, другие наряду с гальваническим синдромом, в это понятие вкладывают также токсическое и аллергическое действие металлов. В нашем исследовании мы не использовали термин «гальваноз», а конкретизировали, какие патологические изменения могут вызвать электрогальванические процессы в полости рта, разделив больных на две группы. Как было сказано выше, в первую группу вошли больные с жалобами, характерными для гальванического синдрома, но не имеющих видимых патологических изменений слизистой оболочки, вторую группу составили больные

с заболеваниями слизистой оболочки, развитие которых могло быть связано с наличием гальванического элемента в полости рта. При этом, заболевания слизистой оболочки рта как сопровождались, так и не сопровождались жалобами, характерными для гальванического синдрома.

В литературе часто встречается термин «непереносимость металлов» [50,51, 79]. Этот термин мы также в нашем диссертационном исследовании не использовали, так как, на наш взгляд, данное понятие разными авторами трактуется по-разному. Одни авторы под «непереносимостью металла» понимают исключительно аллергическую реакцию на металл, другие – всю совокупность возможных негативных воздействий металла, а именно аллергическое, токсическое и электрогальваническое действие.

Изучая литературные источники, мы обнаружили, что часто авторы путают такие понятия, как "электрохимические потенциалы" и "биопотенциалы", считая эти термины эквивалентными друг другу [34,36,52,99]. Однако, Волков А.Г., Дикопова Н.Ж. в своих публикациях указывают, что, даже по своему определению, эти термины связаны с разными процессами и разными видами электрического тока. В связи с этим, путать и смешивать эти понятия недопустимо [29].

Авторы приводят следующие аргументы:

1. Электрохимический потенциал является величиной постоянной, не меняющейся во времени, т.е. речь идет о постоянном электрическом токе (гальваническом). Значение электрохимического потенциала объекта, в нашем случае металлической конструкции, зависит от способности металла отдавать электроны. Можно измерить электрохимический потенциал поверхности металлической конструкции, эмали зуба, слизистой оболочки рта и т.д. В гальванической паре разность электрохимических потенциалов определяет постоянное напряжение (электродвижущую силу). В том случае, если это напряжение будет превышать электросопротивление рассматриваемой системы, возникает постоянный (гальванический) электрический ток.

2. Биопотенциал является величиной переменной, связанной с изменением заряда или поляризацией и деполяризацией мембран нервных,

мышечных и других клеток, т.е. речь идет о переменном напряжении или переменном электрическом токе. Такие потенциалы регистрируются при проведении электрокардиографии, электроэнцефалографии и т.д.

Мы задались вопросом, каким образом могла произойти подмена столь разных понятий у исследователей стоматологов. Выяснилось, что смешивание понятий имеет давнюю историю. Дело в том, что в годы существования Советского Союза для измерения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту, выпускался прибор с неудачным названием «БПМ-3», которое расшифровывалось как "Биопотенциалометр" [48]. Выяснить кто и почему дал такое название прибору, в настоящее время, не представляется возможным. Однако, это характерный пример того, как неудачное название измерительного прибора может вызвать терминологическую путаницу.

Таким образом, используемая правильная терминология имеет важное значение. В противном случае, полученные результаты исследования, могут быть восприняты и истолкованы научным сообществом в искаженном виде, что может сильно изменить их смысловое значение, и, как следствие, затруднит использование, полученных данных, в практической деятельности.

В нашем диссертационном исследовании мы старались пользоваться основными базовыми понятиями из физики и электрохимии, давая определение каждому дополнительному используемому термину.

1.3. Электрогальванические явления в полости рта, обусловленные наличием гальванической пары металлических конструкций

К металлическим конструкциям, используемым в стоматологии, предъявляются особые требования. Так как находясь в агрессивной среде полости рта, эти конструкции могут не только подвергаться разрушению, но и сами могут оказывать неблагоприятное действие на окружающие ткани и организм в целом [106].

Металлические конструкции, расположенные во рту, подвергаются различным видам воздействия, а именно химическим, механическим, термическим и т.д. Металлические конструкции взаимодействуют со слюной, испытывают трение при жевательной нагрузке, подвергаются температурному воздействию, а также действию кислот и щелочей при приеме пищи. Средства гигиены оказывают абразивное действие на металлические конструкции [3]. Кроме того, на металлические конструкции оказывают влияние кислоты, продуцируемые биопленкой [108].

Находясь в неблагоприятных условиях, металлические сплавы могут подвергаться коррозии, а в слюну и окружающие ткани начинают поступать ионы металлов. Указанные явления значительно усиливаются при наличии гальванической пары, так как, наряду с химической коррозией, наблюдается анодное растворение металла [35, 100].

Металлы могут оказывать токсическое действие [28,61,112]. Установлено негативное воздействие ионов Ni^{3+} , Cr^{3+} и других на фибробласты, изменяя их метаболизм и нарушая процессы пролиферации. Кроме того, установлено, что ионы металлов способствуют выделению медиаторов воспаления и фактора некроза опухолей, что стимулирует развитие хронических воспалительных процессов в слизистой оболочке и в тканях, прилегающих к имплантату [155]. Цитотоксическое действие ионов металлов, выделяющихся при коррозии сплавов, применяемых в стоматологии, связано, с вызываемым ими, окислительным стрессом [124,161]. В экспериментальном исследовании был отмечен апоптоз клеток. Отмечается, что следствием окислительного стресса в полости рта могут быть такие заболевания как лейкоплакия и красный плоский лишай [162].

Считается, что одним из наиболее токсичных сплавов является хромоникелевый [154, 143]. Однако даже сплавы титана могут являться источником потенциально токсичных ионов ванадия и алюминия [113,178,184].

Ионы металлов могут оказывать токсическое действие не только на окружающие ткани, но и на организм в целом. Это связано с тем, что, поступая в организм, они могут накапливаться в отдельных органах и тканях. При этом,

патологическое действие металлов может быть отсрочено по времени, пока количество аккумулированного металла не превысит критическое значение.

Несмотря на то, что по мнению некоторых авторов системное патологическое воздействие металлов не является бесспорным, так как ежедневная доза ионов металлов, поступающих в организм из металлических конструкций, намного ниже суточной нормы, общее токсическое действие металлов отрицать нельзя [145, 147].

Патологическое действие металлов не ограничивается только их токсическим воздействием. Наряду с токсическим действием, металлы могут стать источником развития аллергических реакций [13, 43, 49, 94, 138].

Казалось бы, металлы лишены антигенной структуры и поэтому не должны вступать во взаимодействие с иммунной системой и вызывать аллергическую реакцию. Однако, существует такое понятие как гаптены, которые являясь низкомолекулярными соединениями, не обладающие иммуногенностью, соединяясь с высокомолекулярными белками носителями, могут вызывать ответ иммунной системы. Некоторые металлы, такие как никель, хром и т.д. могут выступать в роли гаптенных, т.е., соединяясь с белками организма, они способны вызывать аллергические реакции, что обуславливает «непереносимость» этих металлов. Иммунологический ответ может развиваться локально, приводя к возникновению лихеноидных реакций и стоматита, или системно, с вовлечением других тканей и органов [94, 105, 110, 123, 139, 183].

По данным Pigatto et al. аллергические реакции чаще всего связаны с такими металлами, как: никель (42%), золото (38%), амальгама (30%), кобальт (15%), палладий (13%) [104].

Raap et al. выявили значительную распространенность контактной аллергической реакции на хлорид палладия, который используется в качестве сплава в коронках, а также на никель, который содержится в составе брекетов [97, 153, 164].

Наряду с токсическим и аллергическим действием, металлы могут явиться источником развития электрогальванических процессов в полости рта. В этом случае говорят об электрогальваническом воздействии металлов.

Особенностью данного вида воздействия является то, что для его возникновения необходимо как минимум два металла или два сплава металлов, обладающих большой разностью электрохимических потенциалов.

Как было сказано выше, наличие в полости рта одной или нескольких пар конструкций, изготовленных из разнородных металлов, является причиной появления гальванического элемента, роль электролита в котором отводится десневой и ротовой жидкостям, а металлические конструкции образуют гальваническую пару. При этом, на конструкциях гальванической пары будут протекать разнонаправленные электрохимические процессы: окисления и восстановления. В первом случае – на аноде, во втором – на катоде. Потенциальная возможность гальванической пары генерировать электрический ток, т.е. создавать электродвижущую силу, прямо пропорциональна разности потенциалов.

Таким образом, активность гальванического элемента определяется химическим составом металлов в гальванической паре. Кроме того, важную роль играет площадь металлических конструкций, контактирующих с раствором электролита, электропроводность электролита, т.е. электросопротивление ротовой и десневой жидкостей, которые могут зависеть от пищевых продуктов и используемых средств гигиены [129,155, 182].

Элементами гальванической пары могут быть кламмеры протезов и искусственные коронки, металлические вкладки и пломбы из амальгамы, имплантаты и абатменты, а также компоненты несъемных ортодонтических конструкций [157, 173].

По данным лабораторных исследований, чаще гальванические токи возникают при формировании следующих гальванических пар: амальгама – кобальто - хромовый сплав; титан – амальгама; нитиноловая дуга - титановые брекетты; нитиноловая дуга – стальные брекетты; титановый имплантат – кобальтохромовая супраструктура [117,120,129,136, 147, 157, 172].

Также, по мнению некоторых авторов, имеет значение площадь поверхности металлических конструкций [171]. По данным Nayak et al, при увеличении площади

катода и одновременном уменьшении площади анода сила гальванического тока возрастает [120].

На величину гальванического тока также оказывает влияние количество и электропроводность ротовой жидкости. Не случайно многие авторы отмечают, что при развитии гальванического синдрома больные предъявляют жалобы на сухость полости рта, что связано с развитием ксеростомии, которая носит компенсаторный характер, так как уменьшение количества электролита снижает активность электрогальванических процессов в полости рта.

Кроме того, используемые средства гигиены полости рта также способны оказывать влияние на электрогальванические процессы. Так средства гигиены, содержащие ионы хлора и фтора, способствуют разрушению оксидных пленок на поверхности металлов, что вызывает активизацию электрогальванических процессов [141,158].

Раздражение слизистой оболочки рта гальваническим током приводит к развитию гальванического синдрома – комплексу специфических ощущений, которые в зарубежной печати называют «синдромом жжения полости рта» или «горящий рот» [71,102,109,148,176]. Этот синдром характеризуется тем, что больные предъявляют жалобы на непрерывные, спонтанные и часто интенсивные ощущения жжения, как будто рот или язык обожжены, или горят [114,127, 171, 174]. По данным разных авторов, у пациентов, имеющих металлические конструкции во рту, глоссодиния и стоматодиния наблюдаются частотой от 17% до 33%. [121, 128, 163, 165, 184]

Клинически чаще всего спонтанное, интенсивное жжение во рту локализуется в области языка и губ. При этом, не выявляется элементов поражения слизистой оболочки полости рта. Однако следует учитывать, что синдром жжения полости рта, может развиваться у пациентов, не имеющих металлических конструкций и может быть связан с целым рядом других системных и местных факторов, таких как дефицит витаминов группы В, снижение высоты прикуса, гормональные изменения, местные инфекции полости рта и т.д. [149].

Важно отметить, что при наличии гальванической пары клинические проявления гальванического синдрома могут отсутствовать даже в тех случаях, когда разность электрохимических потенциалов является значительно большей по сравнению с минимальными пороговыми значениями, достаточными для развития электрогальванических процессов, что по мнению многих авторов составляет 50-80 мВ [40,41, 76].

Длительное воздействие гальванического тока на клетки слизистой оболочки рта может приводить к различным нежелательным эффектам. При воздействии электрического тока на культуру клеток слизистой оболочки рта Wartenberg et al. наблюдали апоптоз клеток за счет генерации активных форм кислорода [125]. Korrah et al в лабораторном исследовании на клеточной модели лейкоплакии установили, что воздействие постоянного тока вызывает изменения клеток, характерные для малигнизации [140].

Длительное нахождение слизистой оболочки под воздействием электрогальванических процессов приводит к развитию ее заболеваний [24, 48, 85]. Наиболее часто наблюдается нарушение ороговения слизистой оболочки и развитие эрозивно-язвенных процессов [74, 86]. Нередко развиваются предраковые формы заболеваний, такие как эрозивно-язвенная и гиперкератотическая формы красного плоского лишая, веррукозная форма лейкоплакии, ограниченный гиперкератоз и т.д. [7,16, 78, 177].

Красный плоский лишай и лихеноидные реакции – по данным разных авторов, наблюдаются частотой от 12% до 78 % [21,91, 104, 107]. На слизистой оболочке появляются очаги в виде белых папул, сливающихся в характерную сетку Уикхема [180]. Чаще всего очаги локализуются в области контакта слизистой оболочки с металлом. Martin M et al. отмечают, что наличие гальванического эффекта от разнородных стоматологических материалов и конструкций связано с повышенным риском возникновения красного плоского лишая и других клинических проявлений [150]. Следует отметить высокую частоту встречаемости эрозивно-язвенной формы красного плоского лишая, которая относится к факультативным предраковым заболеваниям [58, 75].

Лейкоплакия – характеризуется образованием очагов паракератоза и повышенного ороговения участков слизистой оболочки. Чаще всего очаги представляют собой белесоватый или серый налет, который невозможно убрать подручными средствами и локализуется на слизистой оболочке щек и уголков рта, небе, а также на поверхности языка. При этом, на фоне раздражения слизистой оболочки рта гальваническим током чаще всего наблюдается веррукозная форма лейкоплакии [60].

Литературные данные свидетельствуют о том, что наличие в полости рта гальванической пары из разнородных металлов может приводить не только к появлению неприятных ощущений, но и являться источником патологических изменений клеток и развития заболеваний слизистой оболочки рта [56, 85, 96].

Макаренко Н.В. 2021 г. отмечает: «При таких заболеваниях, как веррукозная форма лейкоплакии, эрозивно-язвенная форма красного плоского лишая и ограниченный гиперкератоз слизистой оболочки, лишь у 11-17% больных патологические изменения слизистой оболочки сочетались с ощущениями, характерными для гальванического синдрома». Автор указывает: «Субъективные ощущения при наличии гальванической пары с большой разностью электрохимических потенциалов не могут расцениваться как критерий оценки наличия или отсутствия гальванического тока в полости рта» [41].

Таким образом, металлические конструкции, находящиеся в полости рта, способны оказывать токсическое, аллергическое действие, а также могут вызывать электрогальванические процессы. При этом, различные виды патологического воздействия металлов могут наблюдаться как изолированно друг от друга, так и сочетаться между собой. При развитии электрогальванических явлений, за счет анодного растворения металлов, токсическое и аллергическое действие может усиливаться.

Электрогальванические процессы, протекающие во рту, являются источником хронического раздражения. Реакция слизистой оболочки рта на это раздражение может проявляться в виде развития гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки.

В связи с этим, своевременное выявление и устранение гальванических пар металлических конструкций в полости рта имеет большое значение.

1.4. Способы выявления гальванических пар металлических конструкций в полости рта

Как было написано ранее, металлические конструкции из разнородных металлов составляют гальваническую пару, являющуюся источником постоянного тока в полости рта. Продуцируемый ей гальванический ток оказывает повреждающее воздействие на ткани.

Многие исследователи пытаются измерить силу постоянного тока, который протекает в полости рта при наличии гальванической пары.

Разрабатываются различные способы определения этого тока [1, 25, 103, 156]. Однако, на наш взгляд, подобные исследования лишены смысла. Это связано с тем, что достоверно измерить величину этого тока в принципе не представляется возможным. Данное обстоятельство обусловлено тем, что гальванический ток объемно распределяется не только в ротовой жидкости и тканях полости рта, но и в организме в целом, что создает значительные токи утечки, влияющие на погрешность измерения.

Кроме того, во рту в норме также можно зафиксировать микротоки. Появление этих токов связано с тем, что электрохимические потенциалы поверхности эмали зубов, цемента и дентина корня зуба отличаются от электрохимических потенциалов поверхности в различных отделах слизистой оболочки рта.

Несмотря на то, что невозможно достоверно определить какой силы постоянный электрический ток продуцирует гальваническая пара, вопрос по выявлению этих пар имеет свое решение. Однако это решение лежит в другой плоскости.

Идея заключается в том, что разнородные металлы, обладают разной способностью отдавать электроны, т.е. имеют различные электрохимические

потенциалы. Эта идея реализуется, благодаря измерению потенциала отдельно каждой металлической конструкции, сравнению, измеренных потенциалов, и вычислению их разности [8,9, 82, 101]. При этом эксплуатируется такое понятие, как минимально допустимая разность потенциалов металлических конструкций. Превышение этой разности свидетельствует о той или иной степени вероятности того, что гальваническая пара способна вызвать электрогальванические процессы в полости рта. При этом, пороговые значения определяются погрешностью измерений и фоновыми значениями разности электрохимических потенциалов поверхности зубов и слизистой оболочки рта.

Единицей измерения потенциалов являются милливольты (мВ), т.е. одна тысячная вольта, а для проведения таких исследований используют милливольтметры.

Измерить электрохимические потенциалы во рту пары металлических конструкций можно двумя способами:

1. без использования электрода сравнения;
2. с использованием электрода сравнения.

Первый способ можно использовать в том случае, если во рту находятся только две металлические конструкции [38, 55]. Исследование осуществляют, прикасаясь одновременно двумя активными индикаторными электродами к исследуемым металлическим конструкциям. На цифровом табло измерительного прибора отразится разность электрохимических потенциалов этих конструкций, так как милливольтметр фиксирует величину потенциала одной конструкции по отношению к другой.

Однако, при кажущейся простоте и примитивности описанного способа, его существенным недостатком является то, что, если во рту будет более двух изучаемых конструкций, придется проводить сложный анализ, полученных результатов. Например, если во рту будет хотя бы три металлические конструкции, нужно будет провести три измерения разности потенциалов, соединяя конструкции по парно, а затем сопоставить полученные результаты. С увеличением числа конструкций количество измерений возрастает кратно, а сопоставление

результатов становится все более затруднительным. В связи с этим, данный способ используется редко.

Кроме того, дополнительным недостатком, описанного в литературе, первого способа является то, что для его проведения используются электроды из неблагородных металлов, которыми комплектуется милливольтметр. Использование электродов, выполненных из неблагородных металлов, дополнительно искажают результаты измерений, так как подобные электроды могут вступить не только в электрическое, но и в химическое взаимодействие с исследуемыми конструкциями.

Более надежными способами определения электрохимических потенциалов являются способы, предполагающие возможность использования пассивного электрода сравнения [23,77, 95]. Электрод сравнения называют пассивным в связи с тем, что при проведении измерений электрохимический потенциал этого электрода остается стабильным, т.е. не меняется. Милливольтметр во время исследования фиксирует разность потенциалов изучаемой конструкции и электрода сравнения. Эту разность принимают за электрохимический потенциал исследуемой конструкции. Определяют электрохимический потенциал отдельно каждой металлической конструкции, что позволяет легко сравнить электрохимические потенциалы большого количества конструкций.

В качестве пассивных электродов сравнения, в настоящее время, в медицине чаще всего используют различные виды хлорсеребряных электродов.

Вторым электродом, соединенным с милливольтметром, является активный индикаторный электрод. Его активность связана с тем, что он, в отличие от электрода сравнения, являясь переносчиком зарядов, меняет свой потенциал в зависимости от электрохимического потенциала металлической конструкции, контактирующей с этим электродом.

При проведении измерений нельзя допускать химического взаимодействия индикаторного электрода с исследуемой металлической поверхностью. Для выполнения этого условия, электроды изготавливают из благородных металлов (например, золото, платина).

Чаще всего в доступной литературе описывается методика измерений, при которой пассивный электрод сравнения располагается под языком на дне полости рта [30,63,45,67,95]. Эта методика, связанная с расположением электрода сравнения во рту, имеет ряд существенных недостатков. Двумя главными недостатками, которые могут внести погрешности в результаты измерений, являются следующие:

1. существенное значение играет расстояние между исследуемой конструкцией и электродом сравнения;
2. результаты измерения будут сильно зависеть от количества слюны и увлажненности слизистой оболочки рта в момент измерения.

Нужно отметить, что при применении данной методики, большинство исследователей использовали активный индикаторный электрод, изготовленный из неблагородных металлов, а это обстоятельство могло негативно влиять на результаты измерений [17, 36].

Наиболее эффективным способом определения электрохимических потенциалов является способ, разработанный на кафедре терапевтической стоматологии Института стоматологии имени Е. В. Боровского Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) [6, 39,55, 81].

Исходя из того, что при проведении измерений нельзя допускать химического взаимодействия индикаторного электрода с исследуемой металлической поверхностью, активный индикаторный электрод для проведения исследований выполнен из золота 999 пробы.

Электрододержатель этого электрода при проведении измерений врач держит в руке, а самим электродом прикасается поочередно к поверхности каждой исследуемой металлической конструкции.

Самым существенным отличием и преимуществом, разработанной методики, является расположение пассивного электрода сравнения вне полости рта. Авторы провели исследования по изучению электросопротивления и доказали, что при определении электрохимических потенциалов стоматологических металлических конструкций, электрод сравнения можно располагать на запястье руки. Такое

расположение электрода не только является более комфортным для врача, проводящего эту процедуру, и пациента, но позволяет избежать погрешностей измерений, связанных с расположением пассивного электрода в полости рта.

Активный и пассивный электроды соединены с милливольтметром. Чтобы исключить аппаратную ошибку, учитывая большое внутреннее электросопротивление исследуемой системы, имеющиеся между электродами, используют милливольтметр с входным электросопротивлением в несколько раз превышающее сопротивление системы. Для тестирования милливольтметра используют «нормальный элемент», а перед проведением измерений определяют насыщение ионами натрия и хлора пассивного электрода и перехода измерительной системы в состояние равновесия, что свидетельствует о готовности к работе.

Благодаря высоким измерительным качествам, разработанный способ показывает высокую эффективность, с повторяемостью результатов измерений до 98% [52].

Несмотря на явное достоинство, описанный способ не лишен недостатков, которые имеются у всех способов выявления гальванических пар с помощью измерения электрохимических потенциалов металлических стоматологических конструкций, так как не всегда удается обеспечить контакт активного индикаторного электрода измерительного прибора с исследуемой металлической конструкцией. Например, при необходимости измерения электрохимических потенциалов металлических вкладок и имплантатов, покрытых искусственными коронками.

Рагулин А.В. и соавт. (2023) использовали, описанный выше способ, для изучения частоты обнаружения гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, у здоровых людей разных возрастных групп, т.е. у тех лиц, у которых отсутствовали признаки гальванического синдрома и патологические изменения слизистой оболочки рта. Было установлено, что «в разных возрастных группах количество обнаруженных гальванических пар металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов колеблется в

пределах от 18 до 26%, а частота их обнаружения не зависит от возраста, а имеет прямое отношение к количеству металлических конструкций, находящихся во рту» [76, 77, 99].

Результаты исследования свидетельствует о том, что большая разность электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту, у здоровых лиц встречается довольно часто. В тоже время распространенность гальванического синдрома является относительно редким явлением. Данное обстоятельство наталкивает на мысль о том, что гальванические пары не всегда активны и могут быть источником развития электрогальванических процессов в полости рта [88].

Однако, для подтверждения этой гипотезы необходимо разработать способ, позволяющий определить в активном или пассивном состоянии находится гальваническая пара. Решению данного вопроса посвящено наше диссертационное исследование.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика обследованных больных

С целью повышения эффективности определения гальванических пар металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта, было проведено обследование 300 пациентов. Из них:

– у 200 человек жалобы, характерные для гальванического синдрома, и патологические изменения слизистой оболочки рта отсутствовали. У этих пациентов до проведения исследования гальванические пары металлических конструкций не выявляли, т.е. предварительно электрохимические потенциалы не измеряли;

– у 50 человек были жалобы, характерные для гальванического синдрома. При этом, патологических изменений слизистой оболочки рта не наблюдалось. Критерием включения этих больных в исследование было наличие гальванической пары металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов;

– у 50 человек имелись клинические проявления заболеваний слизистой оболочки рта, развитие которых могло быть связано с гальваническими процессами в полости рта. Критерием включения этих больных в исследование также было наличие гальванической пары металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов.

У всех пациентов, вошедших в исследование, имелись не менее двух стоматологических несъемных металлических конструкций. При этом, последняя металлическая конструкция появилась в полости рта не менее чем за год до проведения исследования.

Обнаруженные металлические конструкции и их количество у обследованного контингента представлены в Таблице 1.

Таблица 1– Виды и количество металлических конструкций, обнаруженных в полости рта у обследованных пациентов

Металлические конструкции	Количество, шт.
Одиночные металлокерамические и металлические коронки	822
Металлокерамические и металлические зубные протезы	794
Имплантаты	326
Металлические вкладки	216
Металлические штифты	272
Балочные металлические конструкции	28

Возраст пациентов находился в диапазоне от 32 до 86 лет и составил в среднем $58,3 \pm 6,38$.

Распределение пациентов по признаку половой принадлежности отражено на Рисунке 1.

Количество лиц мужского пола было 39,3%, лица женского пола составили 60,7%.

Дизайн диссертационного исследования представлен на Рисунке 2.

Исследование включало два этапа.

Первый этап исследования был посвящен оценке частоты выявления гальванических пар металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

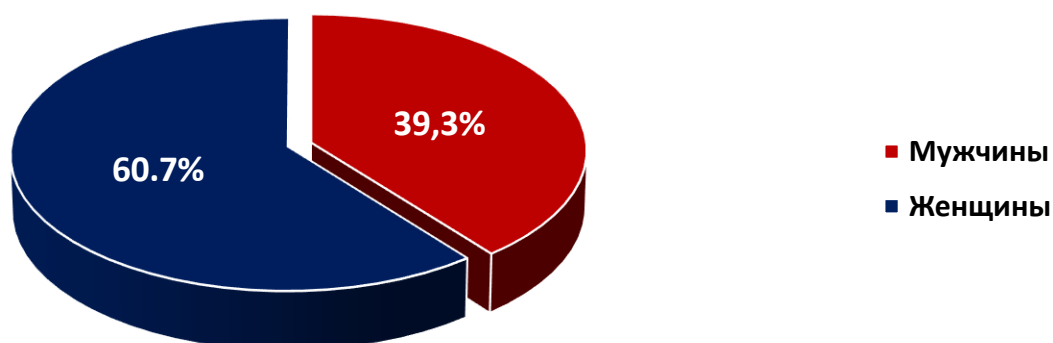


Рисунок 1 – Распределение по признаку половой принадлежности

В исследовании приняли участие 200 человек, не имевших жалоб, характерных для гальванического синдрома, и патологических изменений слизистой оболочки рта.

После завершения первого этапа исследования, в результате которого была выявлена частота обнаружения металлических конструкций с большой разность электрохимических потенциалов у, указанной выше, категории пациентов, приступали ко второму этапу исследования.

Второй этап исследования был посвящен определению активности гальванических пар металлических конструкций в полости рта как у больных с различными заболеваниями слизистой оболочки рта и жалобами, характерными для гальванического синдрома, так и у пациентов, не имевших патологических изменений слизистой оболочки рта и жалоб, характерных для гальванического синдрома.

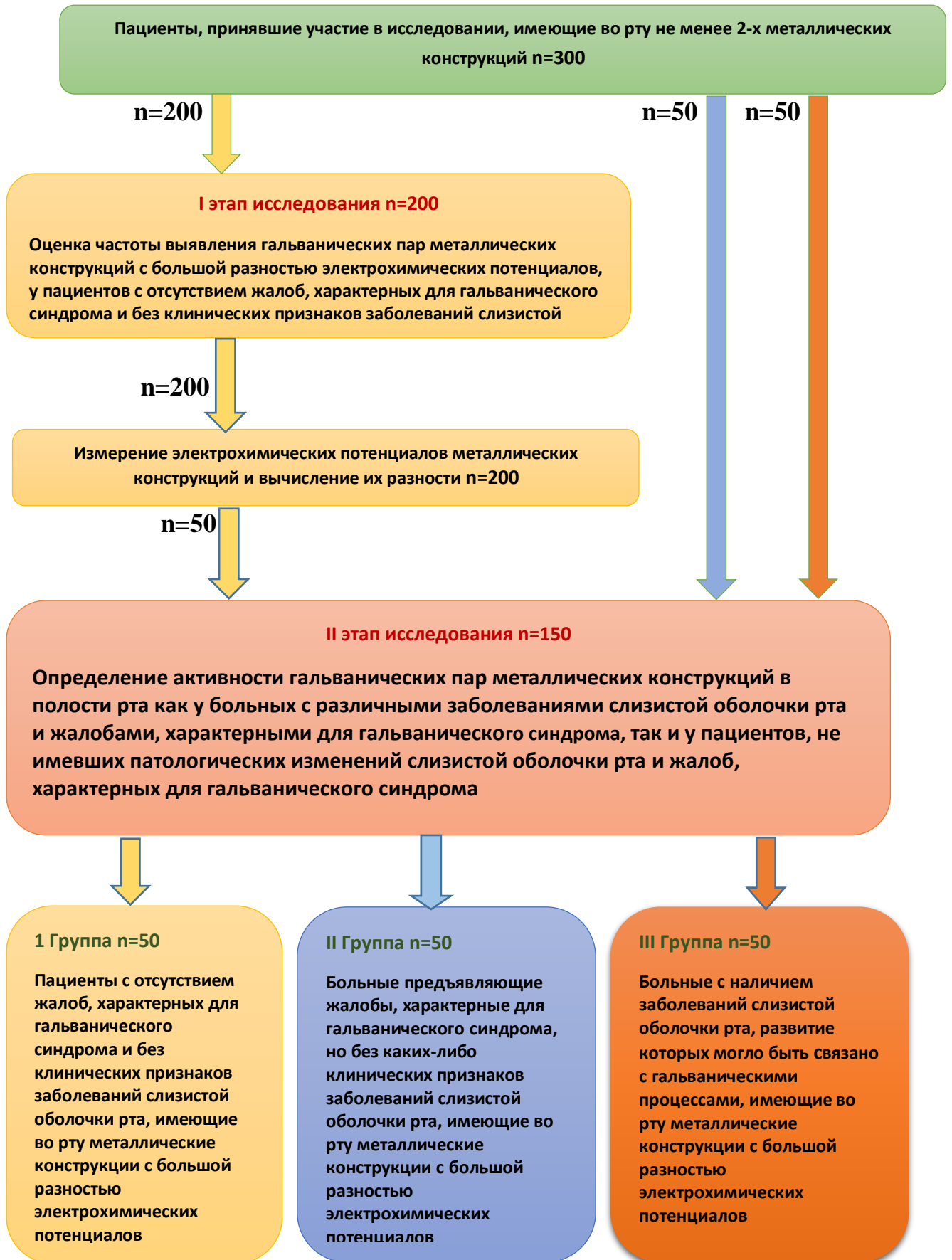


Рисунок 2 – Дизайн диссертационного исследования «Оптимизация способа определения гальванических пар металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта»

На втором этапе исследования было проведено обследование 150 человек. У всех пациентов, вошедших в это исследование, металлические конструкции, находящиеся во рту, имели большую разность электрохимических потенциалов, т.е. являлись гальванической парой, способной образовать гальванический элемент.

В зависимости от наличия гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта, больные были разделены на три группы по 50 человек в каждой.

Первую группу составили пациенты, у которых не было жалоб, характерных для гальванического синдрома, и отсутствовали какие-либо клинические признаки заболеваний слизистой оболочки рта.

Эта группа была составлена из пациентов, которые проходили обследование на первом этапе исследования. У этих пациентов была обнаружена большая разность электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту.

Во вторую группу вошли больные предъявлявшие жалобы, характерные для гальванического синдрома. При этом, у больных данной группы отсутствовали какие-либо клинические признаки заболеваний слизистой оболочки рта.

Третью группу составили больные с различными заболеваниями слизистой оболочки рта, развитие которых могло быть связано с гальваническими процессами в полости рта:

21 пациенту был поставлен диагноз красный плоский лишай, 17 – веррукозная форма лейкоплакии, 12 – ограниченный гиперкератоз слизистой оболочки рта.

Пациенты всех групп были сопоставимы по полу и возрасту.

Проведение данного исследования было одобрено Комитетом по Этике Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, выписка из протокола № 26 от 21.03.2024.

Перед проведением исследования все больные подписывали информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Критерии включения, не включения и исключения пациентов из диссертационного исследования представлены в Таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2 – Критерии включения пациентов из исследования

Критерии включения в исследование	Пациенты в возрасте старше 18 лет, подписавшие добровольное согласие на проведение исследования
	Мужчины и женщины
	Наличие во рту не менее двух металлических конструкций, с момента изготовления последней из которых прошло не менее одного года.
	Пациенты с отсутствием – жалоб, характерных для гальванического синдрома; –клинических признаков заболеваний слизистой оболочки рта.
	Больные предъявляющие жалобы, характерные для гальванического синдрома, но без каких-либо клинических признаков заболеваний слизистой оболочки рта, имеющие во рту гальванические пары металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов.
	Больные с наличием заболеваний слизистой оболочки рта, развитие которых могло быть связано с гальваническими процессами, имеющие во рту гальванические пары металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов.

Таблица 3 – Критерии не включения пациентов из исследования

Критерии не включения в исследование	Лица моложе 18 лет
	Лица, не подписавшие добровольное согласие на участие в исследовании
	Отсутствие металлических конструкций в полости рта
	Наличие менее двух металлических конструкций в полости рта
	Острые и обострения хронических воспалительных процессов в тканях пародонта
	Наличие психических заболеваний

Таблица 4 – Критерии исключения пациентов из исследования

Критерии исключения из исследования	Добровольный отказ от участия в исследовании на любом этапе
	Нарушение пациентом регламента исследования

Для того, чтобы исключить возможное влияние воспалительных процессов в тканях пародонта на результаты исследований, обследование пациентов проводили через 10-14 дней после удаления зубных отложений при отсутствии признаков острого и обострения хронического воспалительного процесса.

На первом этапе исследования для выявления гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, у всех пациентов измеряли электрохимические потенциалы металлических конструкций, с последующим вычислением их разности.

На втором этапе исследования всем пациентам определяли активность гальванической пары металлических конструкций с помощью регистрации водородных показателей жидкости десневой борозды в области металлических конструкций, составлявших гальваническую пару.

2.2. Способ выявления гальванических пар металлических конструкций в полости рта

Гальванические пары металлических конструкций выявляли, согласно нашего патента на полезную модель № 214859 U1 Российская Федерация, устройство для измерения электрохимических потенциалов в полости рта, от 17.11.2022 [60,65].

Исследование заключалось в том, что сначала во рту определяли электрохимический потенциал каждой несъемной стоматологической металлической конструкции. После этого вычисляли разность, измеренных значений потенциалов конструкций. Согласно методическим указаниям по проведению данного исследования, гальванической парой считали конструкции, чья разность потенциалов превышала 50 мВ.

Для проведения измерений использовали измерительный прибор с определенными техническими характеристиками, с комплектом специальных электродов, изображенных на Рисунке 3.

В качестве измерительного прибора, для проведения измерений электрохимических потенциалов, использовали мультиметр Fluke 115 (фирма «Fluke Corporation», США), внесенный в Госреестр измерительной аппаратуры, регистрационный номер №42446-09, так как данный прибор в полной мере соответствует требованиям, предъявляемой к аппаратуре, предназначенной для проведения подобных исследований.

К таким требованиям, прежде всего, относится высокое входное электросопротивление измерительного прибора, которое в несколько раз должно превышать внутреннее электросопротивление постоянному току исследуемой

системы, когда один из электродов расположен на исследуемой металлической конструкции в полости рта, а другой на запястье руки. В противном случае, результаты измерений будут занижены.



Рисунок 3 –Измерительный прибор с комплектом специальных электродов

Входное электросопротивление постоянному току в измерительном приборе должно быть не ниже 20 МОм. Для обеспечения точности измерений чувствительность прибора должна быть более 200 мВ, а по требованиям электробезопасности прибор должен быть снабжен автономным электропитанием.

В, описанном выше, мультиметре использовали функцию милливольтметра для измерения напряжения постоянного тока.

Перед проведением измерений проверяли точность настройки милливольтметра с помощью «нормального элемента» Мэ 4700 001 (Микроприбор,

Россия), который является образцовой мерой при измерении электродвижущей силы (Рисунок 4).

В том случае, если измеренное аппаратом напряжение соответствовало электродвижущей силе «нормального элемента» (1,0196 В), милливольтметр считали готовым к работе.

Как было сказано выше, измерительный прибор был снабжен комплектом из двух специальных электродов, которые во время проведения измерений были соединены с этим прибором.

Одним из электродов был активный индикаторный электрод.



Рисунок 4 – Образцовая мера электродвижущей силы – нормальный элемент Мэ 4700 001

Исходя из условия, что при проведении измерений нельзя допускать химического взаимодействия индикаторного электрода с исследуемой металлической поверхностью, активный индикаторный электрод для проведения исследований был выполнен из золота 999 пробы. Таким образом, он являлся лишь переносчиком зарядов и менял свой потенциал в зависимости от электрохимического потенциала исследуемого металла.

Электрододержателем для данного электрода служил электрододержатель от аппарата ИВН-01 – «Пульптест – Про» (Каскад-ФТО, Россия), регистрационное удостоверение № ФСР 2010/09348 (Рисунок 5).

Электрододержатель активного электрода при проведении измерений находился в руке исследователя, а золотым электродом прикасались поочередно к поверхности каждой исследуемой металлической конструкции.



Рисунок 5– Электрододержатель со вставленным золотым электродом

Другим электродом из комплекта являлся пассивный хлорсеребряный электрод сравнения.

Электрохимический потенциал этого электрода являлся эквивалентом при проведении измерений, так как хлорсеребряный электрод является стабильным, а величина его потенциала остается неизменной. При проведении исследования, измерительный прибор на цифровом табло отображал разность, в мВ, электрохимического потенциала, исследуемой конструкции, и потенциала электрода, являющегося эквивалентом. Эту разность фиксировали как электрохимический потенциал каждой отдельно взятой металлической стоматологической конструкции.

Чтобы исключить возможное негативное влияние на результаты измерений степени увлажненности слизистой оболочки рта и расстояния между электродами, электрод сравнения располагали вне полости рта, на запястье руки.

Используемый пассивный хлорсеребряный электрод сравнения представлен на Рисунке 6.

Им являлся нейтральный хлорсеребряный электрокардиографический электрод – ЭХП-1(ООО "НПК Элимед", Россия), регистрационное удостоверение № ФСЗ 2012/11643.



Рисунок 6 – Нейтральный хлорсеребряный электрокардиографический электрод

Для проведения исследования пациента усаживали в стоматологическое кресло. Чтобы удалить остатки слюны, пищи и других веществ, пациент споласкивал полость рта дистиллированной водой.

Как было сказано выше, электрод сравнения помещали на запястье руки, а именно, на кожу внутренней поверхности запястья (Рисунок 7).

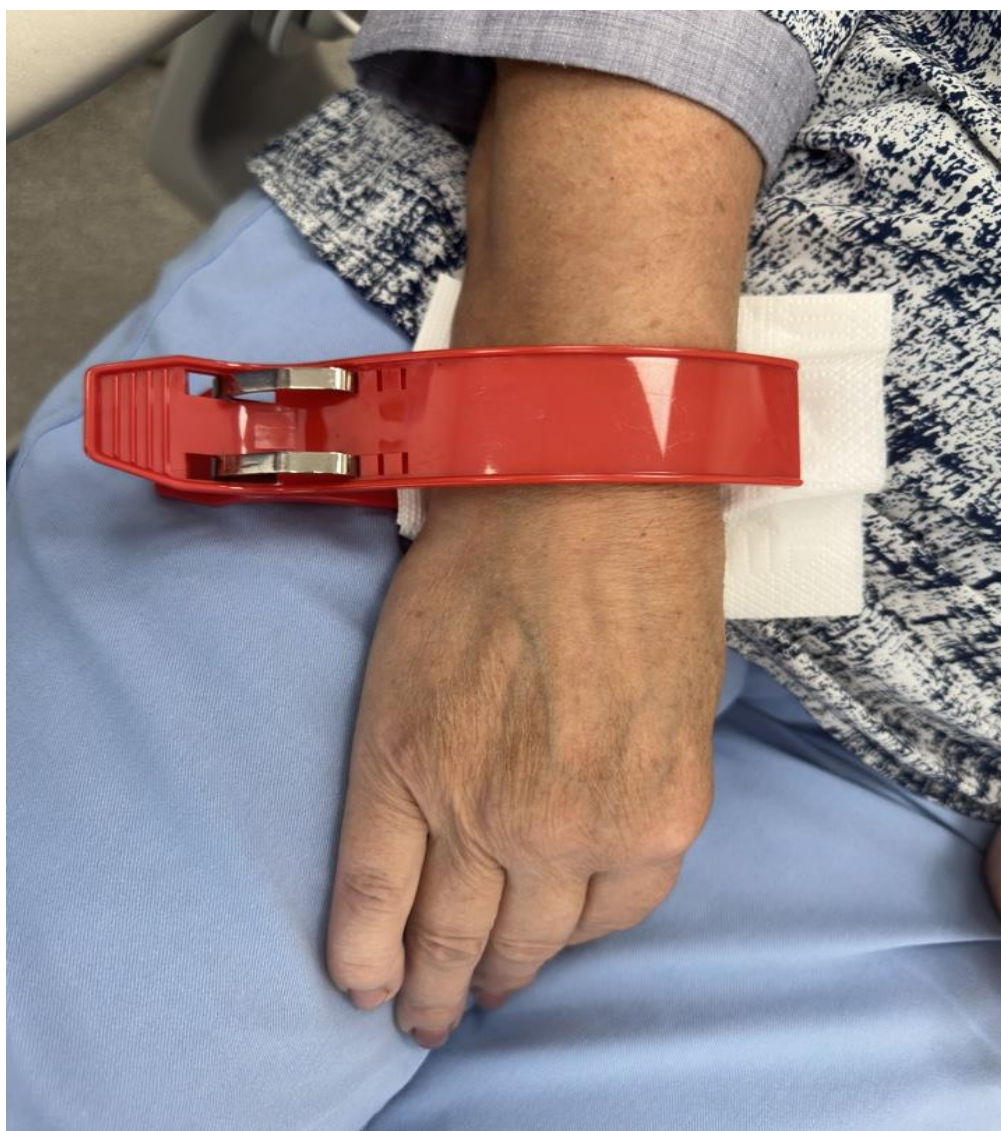


Рисунок 7 – Расположение нейтрального хлорсеребряного электрокардиографического электрода при проведении исследования

При расположении пассивного хлорсеребряного электрода сравнения на запястье руки, из-за значительной удаленности этого электрода от полости рта, расстояние между каждой исследуемой конструкцией и электродом сравнения можно считать одинаковым, т.е. расстояние перестает влиять на результаты измерений.

Перед наложением пассивного электрода сравнения на кожу, в месте контакта с электродом помещали марлевую салфетку, смоченную

физиологическим раствором. Таким образом, между поверхностями кожи и электрода оказывалась смоченная марлевая салфетка, улучшавшая контакт между ними.

Перед проведением измерений в течение 5 минут ожидали, когда пассивный электрод насытится ионами натрия и хлора из марлевой салфетки и измерительная система перейдет в состояние равновесия.

Согласно методическим указаниям по подготовке измерительной системы к работе, несколько раз определяли электрохимические потенциалы слизистой оболочки рта в различных участках. О стабилизации потенциала электрода сравнения и готовности измерительной системы к работе судили по повторяемости показаний измерительного прибора при проведении измерений в одних и тех же участках слизистой оболочки, когда разброс показаний не превышал 3-5 мВ.

Затем приступали к измерению электрохимических потенциалов металлических конструкций. С этой целью последовательно к поверхности каждой исследуемой конструкции прикасались активным электродом (Рисунок 8).

Милливольтметр при этом регистрировал электродвижущую силу между активным и пассивным электродами или, иными словами, электрохимический потенциал измеряемой конструкции (Рисунки 9, 10).

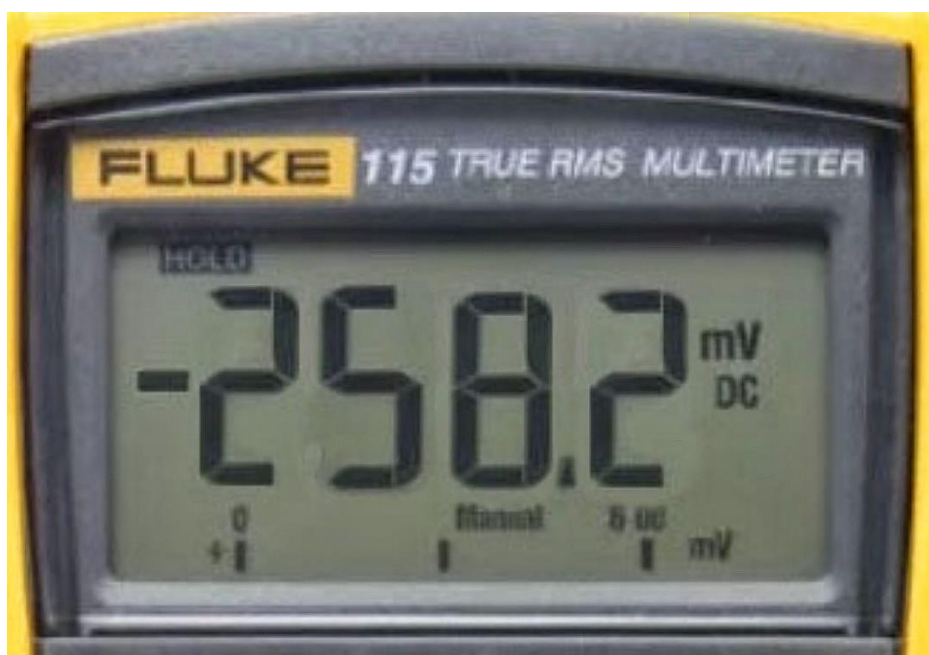
После измерения электрохимических потенциалов всех исследуемых стоматологических металлических конструкций вычисляли их разность. Эти расчеты проводились для выявления гальванических пар стоматологических конструкций, расположенных в полости рта. Данный расчет проводился следующим образом: из большего измеренного значения потенциала одной исследуемой металлической конструкции вычитали результаты измерения электрохимического потенциала другой исследуемой металлической конструкции.



Рисунок 8 – Расположение золотого электрода при проведении измерения



Рисунок 9 – Электрохимический потенциал исследуемой металлической конструкции



А



Б

Рисунок 10 – Показание милливольтмера при измерении потенциалов двух металлических конструкций (А, Б)

По данным литературы, разность электрохимических потенциалов выше 50 мВ свидетельствует о том, что металлические конструкции изготовлены из разнородных металлов и потенциально такая пара может стать источником

развития электрогальванических процессов в полости рта. Разность электрохимических потенциалов меньше 50 мВ не может вызвать патологических процессов, так как подобная разность наблюдается между поверхностями различных анатомических образований полости рта, т.е. разность меньше 50 мВ является физиологической. В связи с этим, гальванической парой считали те металлические конструкции, чья разность электрохимических потенциалов превышала 50 мВ.

2.3. Определение активности гальванических пар металлических конструкций в полости рта

Определение активности гальванических пар металлических конструкций осуществляли путем регистрации водородных показателей жидкости десневой борозды в области металлических конструкций, составлявших гальваническую пару, согласно нашего патента на изобретение Российская Федерация №2805119 «Способ выявления гальванических пар несъемных металлических конструкций, расположенных во рту», 11.11.2023. [45,53]

При разработке способа определения активности гальванических пар металлических конструкций, расположенных во рту, руководствовались следующими соображениями.

При наличии в полости рта гальванической пары, велика вероятность развития во рту электрогальванических процессов. Эти процессы можно рассмотреть в двух аспектах. Первое – появление постоянного (гальванического) электрического тока. Второе – на электродах, в нашем случае, металлических конструкциях, входящих в гальваническую пару, развиваются электрохимические процессы, характеризующиеся окислительно-восстановительными реакциями разной направленности, обусловленные зарядом электрода.

Постоянный электрический ток, появляющийся во рту, подчиняется закону Ома, т.е. сила, протекающего гальванического тока будет определяться по формуле:

$$I = U/R \quad (1)$$

где I – сила, протекающего гальванического тока;

U – напряжение, которое определяется электродвижущей силой, создаваемой гальванической парой, т.е. разностью потенциалов металлических конструкций;

R – общее электросопротивление компонентов, образующих источник постоянного тока.

Таким образом, сила тока определяется разностью потенциалов металлов и электросопротивления всех компонентов, составляющих гальванический элемент.

Из указанной формулы видно, что при высоком электросопротивлении может создаться ситуация, когда электрический ток будет очень малой силы или не появится вовсе. В этом случае, гальваническая пара не будет источником электрогальванических процессов, несмотря на имеющуюся разность электрохимических потенциалов, т.е. гальванический элемент будет находиться не в активном, а в пассивном состоянии.

Достоверно определить активность гальванического элемента путем измерения постоянного электрического тока не представляется возможным.

Как было сказано выше, постоянный электрический ток, создаваемой гальванической парой металлических конструкций, идя по пути наименьшего электросопротивления, растекается не только по слюне, но и распределяется по всем тканям полости рта и организму в целом, делает результаты измерений сомнительными и недостоверными.

В связи с этим, для определения активности гальванической пары, мы решили использовать анализ электрохимических процессов, протекающих на электродах.

Для проведения такого анализа, одну из конструкций следует рассматривать в качестве катода, другую – в качестве анода, а жидкость десневой борозды – как раствор электролита в приэлектродном пространстве, содержащего ионы Na^+ , K^+ , Cl^- и т.д.

Окислительно-восстановительные реакции на электродах имеют разную направленность и определяются зарядом электрода. На катоде протекают процессы, связанные с восстановлением, на аноде – с окислением [27].

Рассмотрим более подробно какие электрохимические процессы происходят на электродах и в приэлектродном пространстве.

К поверхности катода в растворе электролита, в нашем случае это десневая жидкость, движутся положительно заряженные ионы, представленные катионами Na^+ и K^+ . Однако, в связи с тем, что окислительный потенциал водорода намного больше чем потенциалы натрия и калия, на катоде происходит реакция восстановления водорода (H_2), а ионы Na^+ и K^+ остаются в растворе. В связи с восстановлением водорода, в растворе электролита возле электрода, являющегося катодом, наблюдается избыточное скопление ионов OH^- , водородный показатель, при этом, смещается в щелочную сторону.

К поверхности анода направляются отрицательно заряженные ионы Cl^- . Так как десневая жидкость по содержанию хлора является слабо концентрированным раствором, окислительные процессы на аноде будут характеризоваться разложением воды, что приводит к выделению кислорода (O_2). При этом, ионы хлора не разряжаются, а в приэлектродном пространстве скапливается соляная кислота, что смещает водородный показатель в кислую сторону.

На Рисунке 11 представлена упрощенная схема электрохимических процессов, протекающих на аноде и катоде в растворе хлорида натрия.

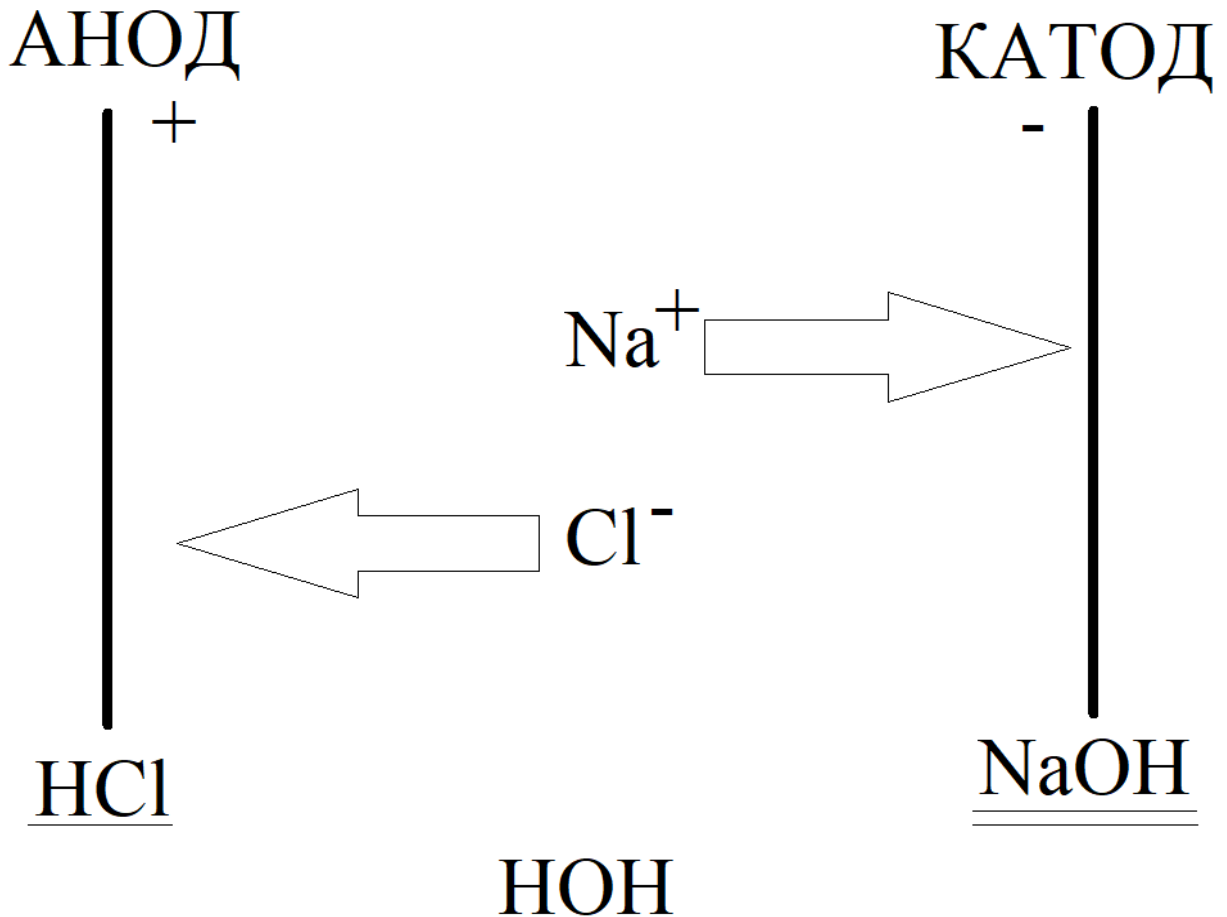


Рисунок 11 – Электрохимические процессы, протекающие на аноде и катоде

Таким образом, измерив водородные показатели десневой жидкости возле металлических конструкций, можно не только выявить гальваническую пару, но и определить ее электрогальваническую активность. Эта активность характеризуется интенсивностью электрохимических процессов, происходящих на электродах, т.е. чем значительнее водородные показатели жидкости десневой борозды возле металлических конструкций отличаются друг от друга, тем выше электрогальваническая активность этой пары. При снижении разницы водородных показателей можно говорить о пассивации гальванической пары, вплоть до

полного отсутствия электрогальванических процессов, о чем будут свидетельствовать одинаковые значения водородных показателей десневой жидкости возле металлических конструкций.

Определяли активность выявленных гальванических пар металлических конструкций. Гальванические пары выявляли заранее с помощью методики, описанной выше, т.е. измеряя электрохимические потенциалы стоматологических металлических конструкций и вычисляя их разность.

Для определения активности гальванических пар измеряли водородные показатели жидкости десневой борозды возле металлических конструкций, составлявших эту пару.

Измерение проводили непосредственно в полости рта с помощью индикаторных полосок высокой точности и контрастности, рHSCAN 5.4-10.0 (Россия) (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Индикаторные полоски рHSCAN

Принцип определения водородных показателей с помощью указанных индикаторных полосок заключался в том, что они реагировали на водородный показатель жидкости, в которую они были погружены, меняя свой цвет.

Индикаторную полоску на 1-2 с погружали в десневую борозду возле исследуемой конструкции (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Индикаторная полоска, помещенная в десневую борозду, возле исследуемой металлической конструкции

В зависимости от водородного показателя десневой жидкости, индикаторная полоска меняла свой цвет.

Через 5 с после смачивания, индикаторную полоску, изменившую свой цвет, сравнивали с измерительной шкалой (Рисунок 14).

После взаимодействия с десневой жидкостью возле металлической конструкции, являющейся анодом, изменение цвета индикаторной полоски свидетельствовало о смещении водородного показателя в кислую сторону (Рисунок 15).

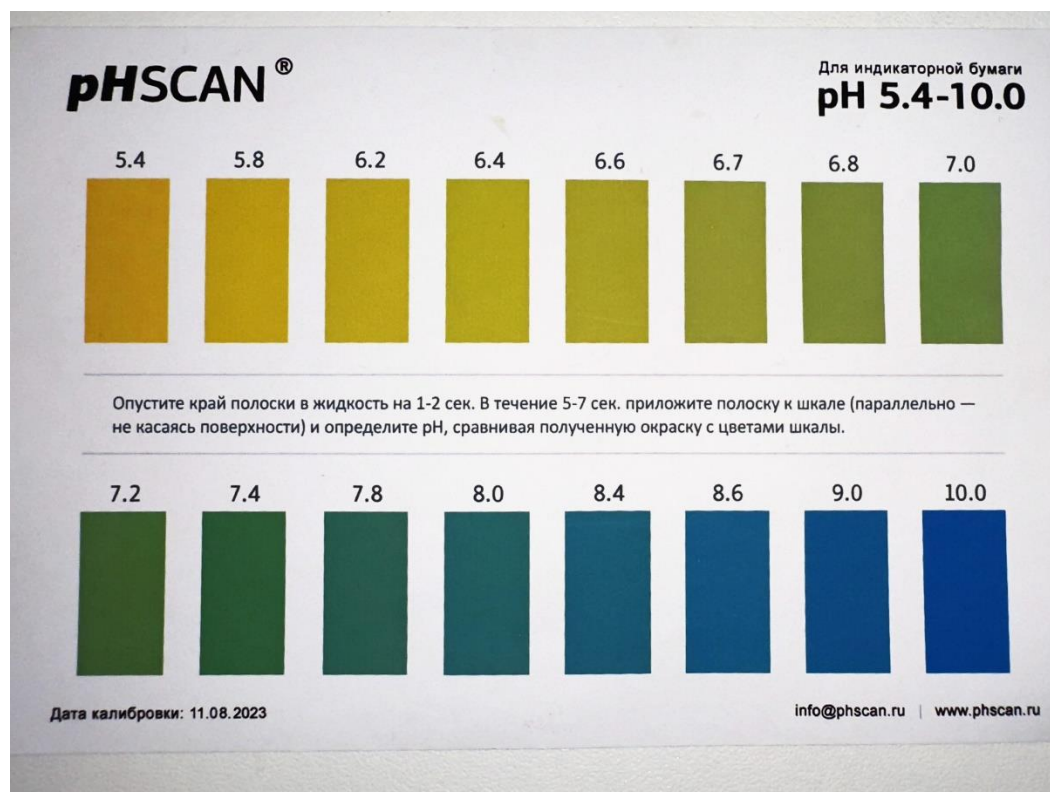


Рисунок 14 – Измерительная шкала, предназначенная для определения водородного показателя



Рисунок 15 – Индикаторная полоска после взаимодействия с десневой жидкостью возле металлической конструкции, являющейся анодом

После взаимодействия с десневой жидкостью возле металлической конструкции, являющейся катодом, изменение цвета индикаторной полоски свидетельствовало о смещении водородного показателя в щелочную сторону (Рисунок 16).

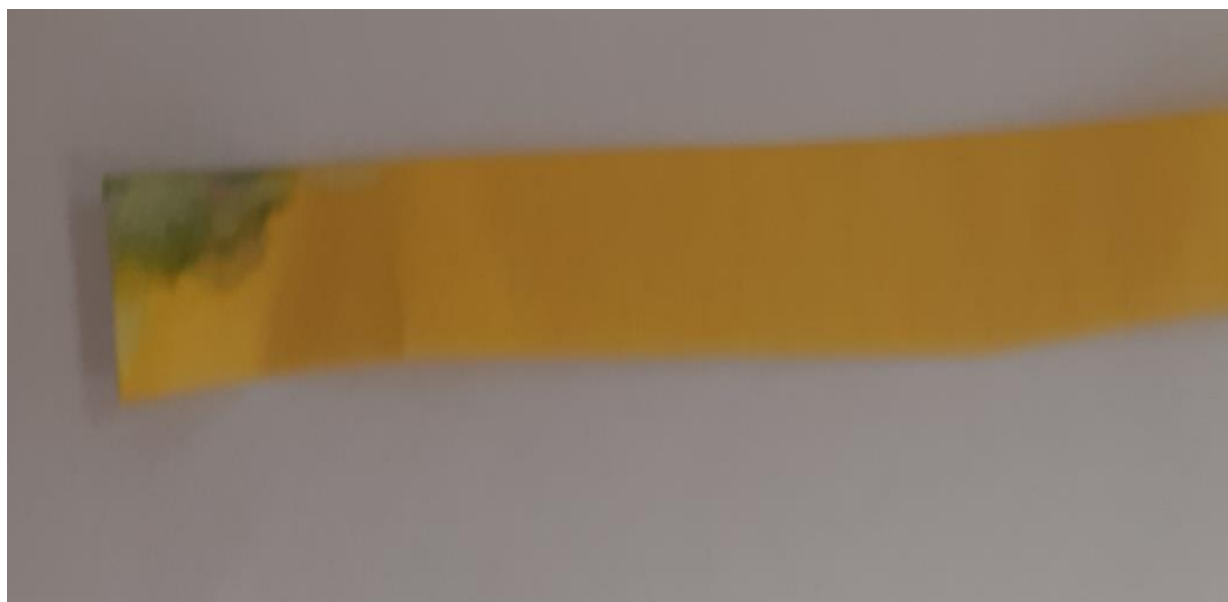


Рисунок 16 – Индикаторная полоска после взаимодействия с десневой жидкостью возле металлической конструкции, являющейся катодом

Проводили сравнение, полученных водородных показателей.

Согласно методическим указаниям «Способ выявления гальванических пар несъемных металлических конструкций, расположенных во рту» гальваническую пару считали активной в том случае, когда разность водородных показателей была 0,6 и выше.

2.4. Статистическая обработка результатов исследований

Статистический анализ в данной работе применен с целью обработки полученных числовых значений показателей электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту, и водородных показателей десневой жидкости десневой борозды в области металлических конструкций, составлявших гальваническую пару.

Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми статистическими методами с помощью стандартного блока статистических программ Microsoft Excel и SPSS Statistics 23. Определяли среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ), производили корреляционный анализ. Результаты оценивали, как достоверные, при значениях $p < 0,05$.

Для визуализации данных использовались средства пакета Microsoft Office.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Результаты оценки частоты обнаружения металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта

Полученные результаты относились к первому этапу диссертационного исследования, который был посвящен оценке частоты обнаружения металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

С указанной выше целью, мы обследовали 200 человек, у которых, несмотря на наличие двух и более металлических конструкций, отсутствовали признаки заболеваний, связанных с электрогальваническими процессами в полости рта.

Так как для развития электрогальванических процессов при наличии гальванической пары, по данным литературы, часто требуется некоторое время, иногда составляющая несколько месяцев, в группу отбирали тех пациентов, у которых с момента появления во рту несъемной металлической конструкции прошло не менее одного года.

Тщательный опрос обследованных пациентов показал, что у них никогда не было жалоб, характерных для глоссалгии и стомалгии, связанных с ощущениями жжения слизистой оболочки, которые обычно развиваются на фоне электрогальванических процессов. Также отсутствовали другие признаки, встречающиеся при гальваническом синдроме, такие как нарушение вкусовых ощущений, вкус металла и т.д.

Осмотр слизистой оболочки рта не выявил признаков нарушения ороговения и развития воспалительных процессов. Слизистая оболочка во всех участках имела нормальный цвет и увлажненность.

Критерием разделения обследованных пациентов на группы являлось число металлических конструкций во рту.

Распределение пациентов по группам, а также их количество в группах, указаны в Таблице 5.

Таблица 5 – Распределение пациентов на группы на I этапе исследования

Группа	Количество металлических конструкций, шт.	Количество пациентов, чел.
1 группа	2-4	76
2 группа	5-7	87
3 группа	8 и более	37
Всего		200

Гальванические пары у пациентов всех, представленных в таблице 5, групп выявляли, вычисляя разность электрохимических потенциалов стоматологических конструкций. Для этого предварительно осуществляли измерение потенциалов всех конструкций, изготовленных из какого-либо металла, находящихся во рту.

Гальванической парой считали те металлические конструкции, чья разность электрохимических потенциалов превышала 50 мВ.

Процентное соотношение пациентов с наличием и отсутствием гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, из всех обследованных 200 человек, представлено на Рисунке 17.

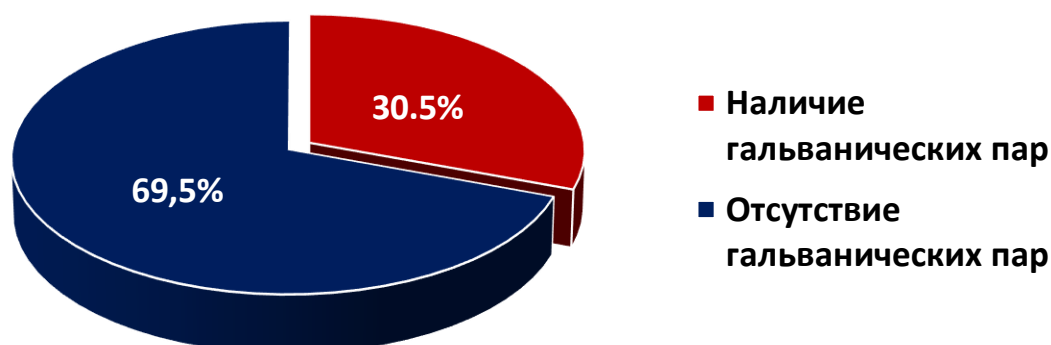


Рисунок 17 – Процентное соотношение всех обследованных пациентов с наличием и отсутствием гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту

В результате проведенных измерений и вычислений, у 139 пациентов, среди пациентов всех обследованных групп, т.е. из 200 человек, что составило 69,5%, гальванические пары выявлены не были, так как разность потенциалов конструкций во рту была ниже 50 мВ.

При этом, у 61 пациента из 200 обследованных, разность потенциалов конструкций во рту была значительно выше 50 мВ и составила, в среднем, $131 \pm 25,3$ мВ, что говорило о присутствии в полости рта разнородных металлов.

Таким образом, у 30,5% пациентов от общего числа пациентов всех групп были обнаружены гальванические пары металлических конструкций, которые являлись потенциальным источником развития электрогальванических процессов в полости рта. Однако, у этих пациентов отсутствовали какие-либо признаки заболеваний, связанных с раздражающим действием электрогальванических процессов.

Мы провели анализ частоты обнаружения гальванических пар у пациентов с разным количеством металлических конструкций в полости рта, которые были разделены на три группы.

В каждой группе мы не только учитывали число пациентов с выявленными гальваническими парами, но и определяли среднюю разность потенциалов в этих парах.

Результаты исследований сведены в Таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты выявления гальванических пар в исследуемых группах

Признак	Исследуемые группы		
	1 группа	2 группа	3 группа
Количество металлических конструкций, шт.	2-4	5-7	8 и более
Количество пациентов, чел.	76	87	37
Количество пациентов без гальванических пар, чел.	57	60	22
% пациентов без гальванических пар	75,0	69,0	59,5
Количество пациентов с гальваническими парами, чел.	19	27	15
% пациентов с гальваническими парами	25,0	31,0	40,5
Разность ЭХП в гальванических парах, мВ	115,2 ± 31,4	132,4 ± 32,3	139,8 ± 41,2

У пациентов, имевших во рту от двух до четырех металлических конструкций, т.е. вошедших в первую группу, у 19 человек из 76 были обнаружены металлические конструкции с большой разностью электрохимических потенциалов, т.е. эти конструкции могли считаться гальванической парой. Среди обследованных в первой группе, количество таких пациентов составило 25%. При этом, среднее значение разности потенциалов у них было $115,2 \pm 31,4$ мВ (Рисунок 18).

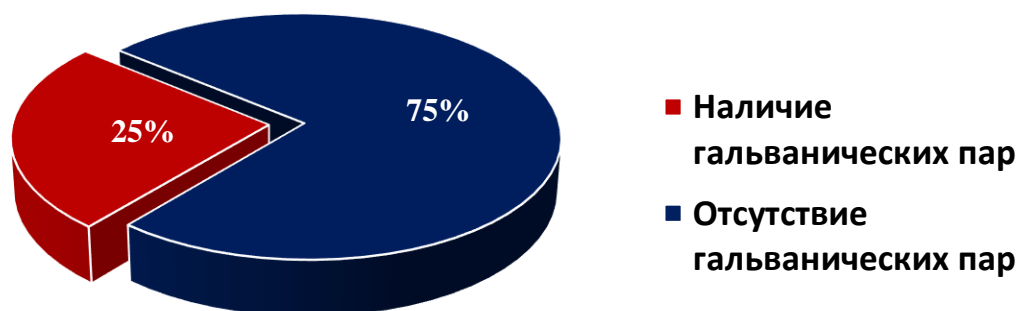


Рисунок 18 – Процентное соотношение пациентов первой группы с наличием и отсутствием гальванических пар

В том случае, если во рту было от 5 до 7 конструкций, т.е. во второй группе обследованных, у 27 человек из 87 были обнаружены металлические конструкции с большой разностью электрохимических потенциалов, т.е. эти конструкции могли считаться гальванической парой. Количество таких пациентов составило 31% от общего количества пациентов второй группы. При этом, была обнаружена разность потенциалов, составлявшая в среднем $132,4 \pm 32,3$ мВ (Рисунок 19).

У пациентов, имевших во рту 8 и более металлических конструкций, т.е. вошедших в третью группу, у 15 человек из 37 были обнаружены металлические конструкции с большой разностью электрохимических потенциалов, т.е. эти

конструкции могли считаться гальванической парой. Количество таких пациентов составило 40,5% от общего количества пациентов третьей группы (Рисунок 20).

Среднее значение разности электрохимических потенциалов металлических конструкций у этих пациентов составило $139,8 \pm 41,2$ мВ.

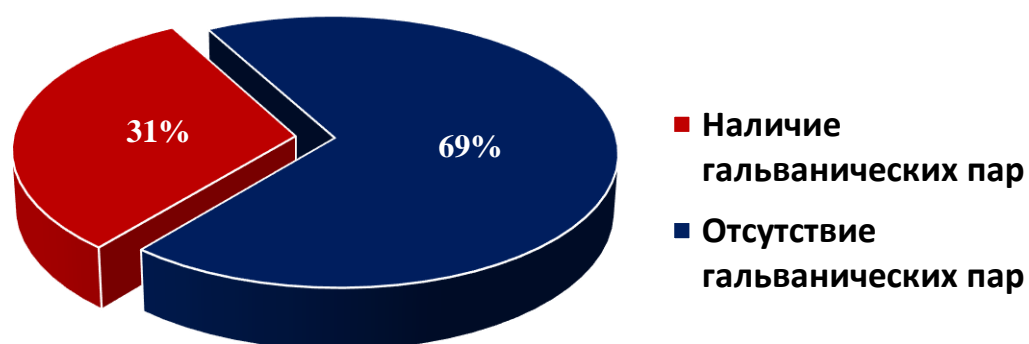


Рисунок 19 – Процентное соотношение пациентов второй группы с наличием и отсутствием гальванических пар

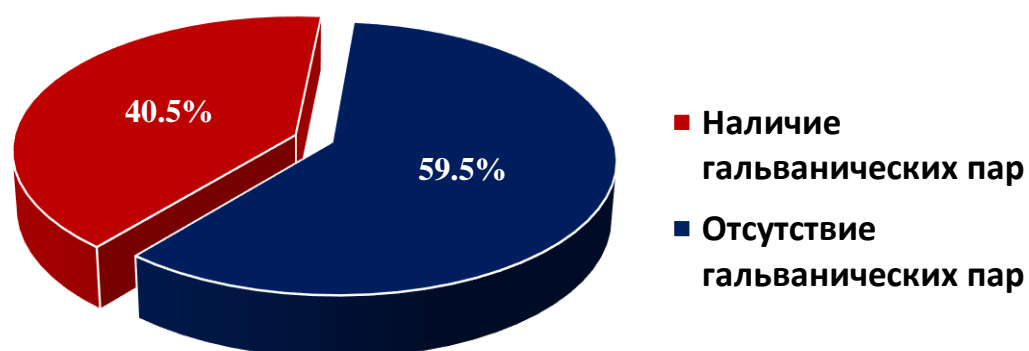


Рисунок 20 – Процентное соотношение пациентов третьей группы с наличием и отсутствием гальванических пар

Количество пациентов с выявленными гальваническими парами, а также разность электрохимических потенциалов в этих парах представлены на Рисунках 21, 22.

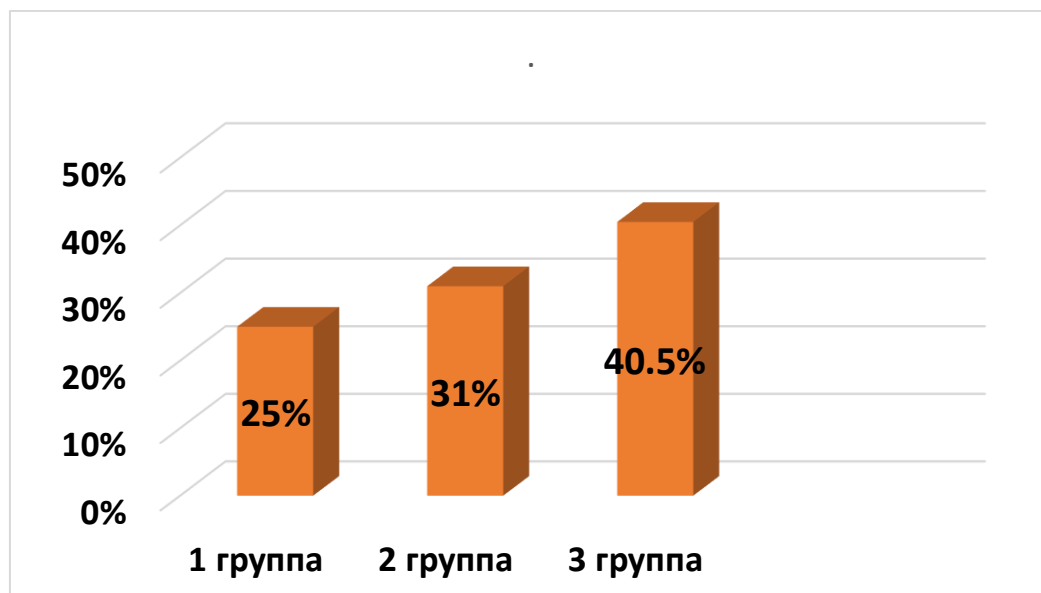


Рисунок 21 – Количество пациентов (%) с выявленными гальваническими парами в трех группах

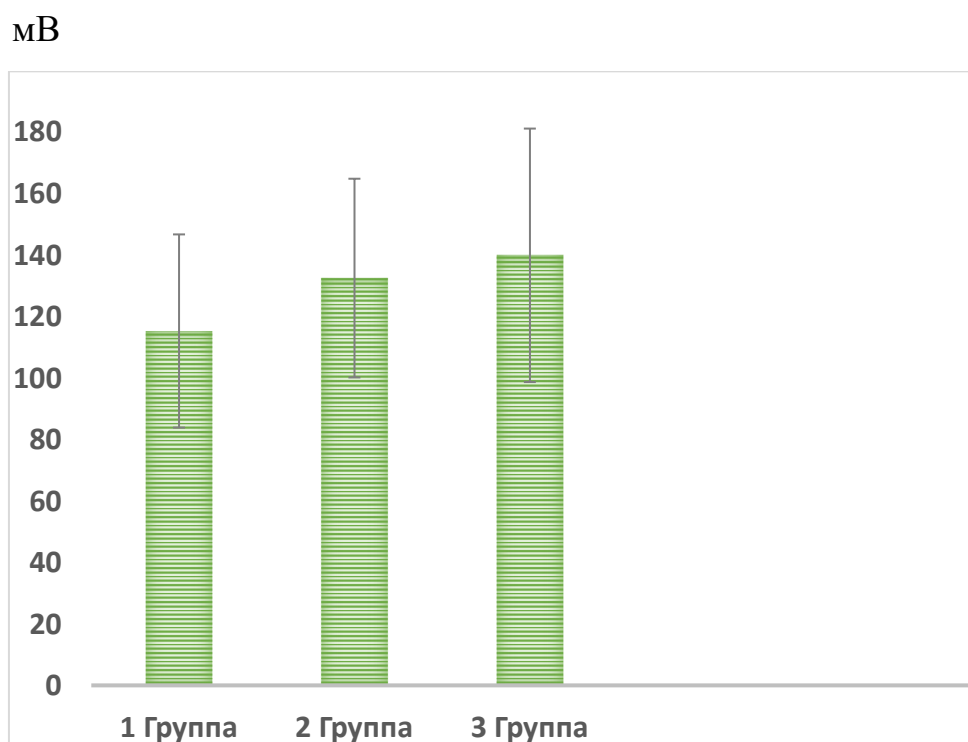


Рисунок 22 – Средние значения разности электрохимических потенциалов в выявленных гальванических парах у пациентов трех групп

Данные, представленные на Рисунке 21, показывают, что при прибавлении числа конструкций, изготовленных из металла, чаще складывается ситуация, когда разнородные металлы могут оказаться в полости рта. Это отражается в увеличении процента пациентов с выявленными гальваническими парами в зависимости от числа конструкций в исследуемой группе.

При этом, как показано на Рисунке 22, наблюдается тенденция к увеличению разности электрохимических потенциалов в гальванических парах ($p > 0,05$).

Подводя итог I этапу исследования, можно констатировать, что у 30,5%, т.е. почти у одной трети здоровых людей, которые не имели признаков заболеваний, вызванных электрогальваническими процессами в полости рта (гальванический синдром и заболевания слизистой оболочки рта), были выявлены гальванические пары стоматологических конструкций, выполненных из разнородных металлов. Такие пары являлись гальваническим элементом, т.е. могли быть источником постоянного электрического тока и электрогальванических процессов в полости рта, а число обнаруживаемых гальванических элементов коррелировало с числом металлических конструкций.

Высокая выявляемость гальванических пар и отсутствие ощущений и патологических процессов противоречат друг другу, особенно с учетом того, что у данного контингента пациентов срок нахождения гальванического элемента во рту составлял длительное время (год и более).

Указанный феномен был обнаружен до нас Рагулиным А.В. и соавт (2023). Авторы истолковывают, указанные противоречия, повышенной устойчивостью тканей к воздействию электрического тока и сниженной восприимчивостью рецепторного аппарата к данному виду раздражения.

Однако, на наш взгляд, высокая разность электрохимических потенциалов, обнаруженная в гальванических парах, в разы превышающая минимально-допустимые значения, говорит о том, что обнаруженные гальванические элементы обладали большой электродвижущей силой, способной вызвать гальванические процессы, на которые не могли не отреагировать рецепторы и клетки слизистой оболочки рта.

Кроме того, то обстоятельство, что число обнаруженных гальванических элементов у людей без признаков заболеваний является слишком большим, а выявляемость патологии, связанной с гальваническими процессами, относительно редкой, при широком применении металлических конструкций в современной стоматологии, не позволяет считать объяснения, которые дали вышеуказанные авторы, достаточно аргументированными.

Единственным возможным объяснением такого явления, на наш взгляд, является то, что гальваническая пара может находиться как в активном, так и в пассивном состоянии, т.е. в состоянии, когда электрогальванические процессы в полости рта не развиваются. Отсутствие электрогальванических процессов может быть связано с пассивацией электродов. В этом случае, электрохимические процессы на электродах значительно замедляются или полностью отсутствуют.

Изучению данного вопроса был посвящен II этап данного диссертационного исследования.

3.2. Результаты определения активности гальванических пар металлических конструкций при наличии и отсутствии гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта

II этап исследования был посвящен изучению активности гальванических пар металлических конструкций при наличии и отсутствии гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта.

Для реализации цели II этапа исследования, было проведено обследование 150 пациентов. Обязательным условием включения каждого пациента в исследование было наличие выявленной гальванической пары конструкций, изготовленных из разнородных металлов, т.е. имевших большую разность электрохимических потенциалов.

Как и на I этапе исследования, у пациентов было две и более несъемных стоматологических металлических конструкций, а в исследуемые группы отбирали

тех пациентов, у которых с момента появления во рту последней конструкции прошло не менее одного года.

Критерием распределения больных на группы являлось наличие или отсутствие заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта. Причем сами заболевания были выделены в две отдельные группы, а именно гальванический синдром, когда пациенты предъявляли характерные жалобы, но не имели патологических проявлений заболевания на слизистой оболочке и заболевания слизистой оболочки рта, при которых гальванический синдром мог как присутствовать, так и отсутствовать. Таким образом, 150 пациентов были распределены на три отдельные группы по 50 человек в каждой.

В первую группу вошли пациенты с отсутствием заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта. Группу формировали из пациентов, отобранных на I этапе исследования, т.е. в нее вошли лица с выявленными гальваническими парами.

Как было сказано выше, тщательный опрос обследованных пациентов показал, что у них никогда не было жалоб, характерных для глоссалгии и стомалгии, связанных с ощущениями жжения слизистой оболочки, которые обычно развиваются на фоне электрогальванических процессов. Также отсутствовали другие признаки, встречающиеся при гальваническом синдроме, такие как нарушение вкусовых ощущений, вкус металла и т.д.

Осмотр слизистой оболочки рта не выявил признаков нарушения ороговения и развития воспалительных процессов. Слизистая оболочка во всех участках имела нормальный цвет и увлажненность.

Вторая группа была сформирована из больных, которым был поставлен диагноз гальванический синдром полости рта. Этот диагноз по МКБ-10 можно отнести к коду K14.6 «Глоссодиния» или K13.7 «Другие и неуточненные поражения слизистой оболочки полости рта». Эти пациенты предъявляли жалобы на ощущения жжения, покалывания в области слизистой оболочки языка, губ, щек, десен, неба, на привкус металла и кислоты во рту, извращение вкуса и т.д.

При осмотре полости рта у больных данной группы патологических изменений слизистой оболочки рта не наблюдалось, т.е. слизистая оболочка во всех участках имела нормальный цвет и увлажненность.

Больные с заболеваниями слизистой оболочки рта, развитие которых могло быть связано с гальваническими процессами в полости рта, вошли в третью группу.

При осмотре полости рта у всех больных данной группы были обнаружены патологические изменения слизистой оболочки, характерные для таких заболеваний как красный плоский лишай, лейкоплакия, ограниченный гиперкератоз.

Частота встречаемости заболеваний слизистой оболочки рта у больных третьей группы представлена на Рисунке 23.

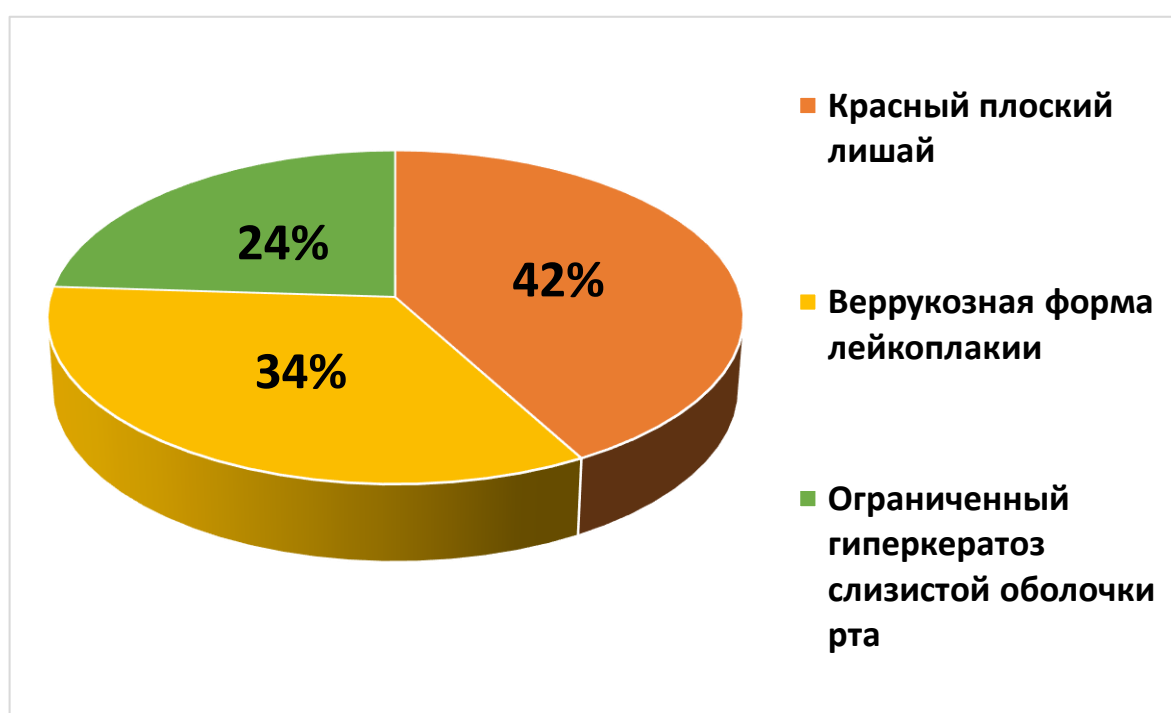


Рисунок 23 – Частота встречаемости заболеваний слизистой оболочки рта у больных третьей группы

21 пациенту, что составило 42% от общего количества больных этой группы, был поставлен диагноз красный плоский лишай (L43 «Лишай красный плоский»).

При этом наблюдались следующие формы заболевания:

- эрозивно-язвенная – 11;
- экссудативно-гиперемическая – 9;
- гиперкератотическая – 1.

17 больным, что составило 34%, был поставлен диагноз (К13.2 «Лейкоплакия и другие изменения эпителия полости рта, включая язык»). Данное заболевание было представлено исключительно веррукозной формой.

Ограниченный гиперкератоз (К13.6 «Гиперплазия СОПР вследствие раздражения» ограниченный гиперкератоз слизистой оболочки рта) был обнаружен у 12 больных, составивших 24%.

При обследовании пациентов третьей группы было установлено, что патологические изменения слизистой оболочки у 9 больных сочетались с гальваническим синдромом. У остальных больных этой группы (41 человек) подобные жалобы, характерные для данного синдрома, выявлены не были.

Количество больных третьей группы, у которых заболевание слизистой оболочки рта сочеталось и не сочеталось с гальваническим синдромом представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Количество больных третьей группы, у которых заболевание слизистой оболочки рта сочеталось и не сочеталось с гальваническим синдромом

Заболевания	Общее количество больных	Количество больных с гальваническим синдромом	Количество больных без гальванического синдрома
Красный плоский лишай	21	5	16
Лейкоплакия	17	3	14
Ограниченный гиперкератоз	12	1	11
Всего	50	9	41

Общее процентное соотношение пациентов третьей группы, у которых заболевания слизистой оболочки рта сочетались и не сочетались с гальваническим синдромом представлены на Рисунке 24.

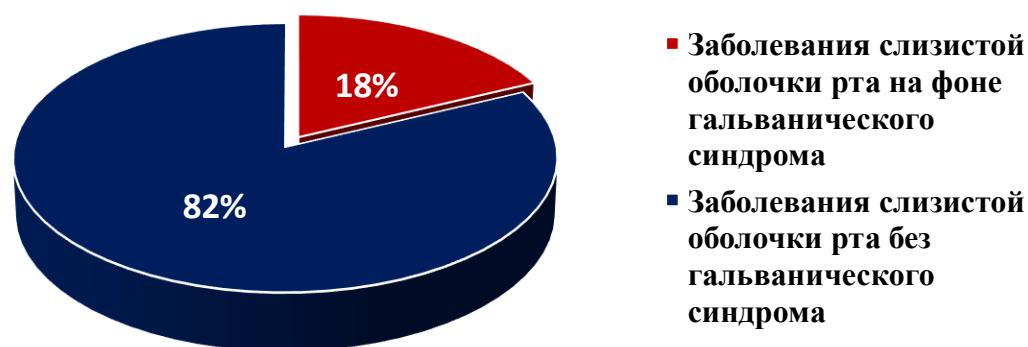


Рисунок 24 – Процентное соотношение пациентов третьей группы, у которых заболевания слизистой оболочки рта сопровождались гальваническим синдромом

Таким образом, у 18% больных третьей группы заболевания слизистой оболочки рта протекали на фоне гальванического синдрома, а у абсолютного большинства пациентов этой группы заболевания слизистой оболочки рта не сопровождались жалобами, характерными для раздражения слизистой оболочки рта гальваническим током.

У пациентов всех трех исследуемых групп были выявлены гальванические пары металлических конструкций. Для этого вычисляли разность электрохимических потенциалов стоматологических конструкций. А перед проведением расчетов осуществляли измерение потенциалов всех конструкций, изготовленных из какого-либо металла, находящихся во рту.

Результаты измерений разности потенциалов в гальванических парах, обнаруженных в трех исследуемых группах, представлены в Таблице 8 и на Рисунке 25.

Таблица 8 – Разность электрохимических потенциалов в гальванических парах трех исследуемых групп

Разность электрохимических потенциалов металлических конструкций мВ			Статистическая достоверность		
1 Группа	2 Группа	3 Группа	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
129 ± 24,7	138 ± 35,3	135 ± 19,8	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05

мВ

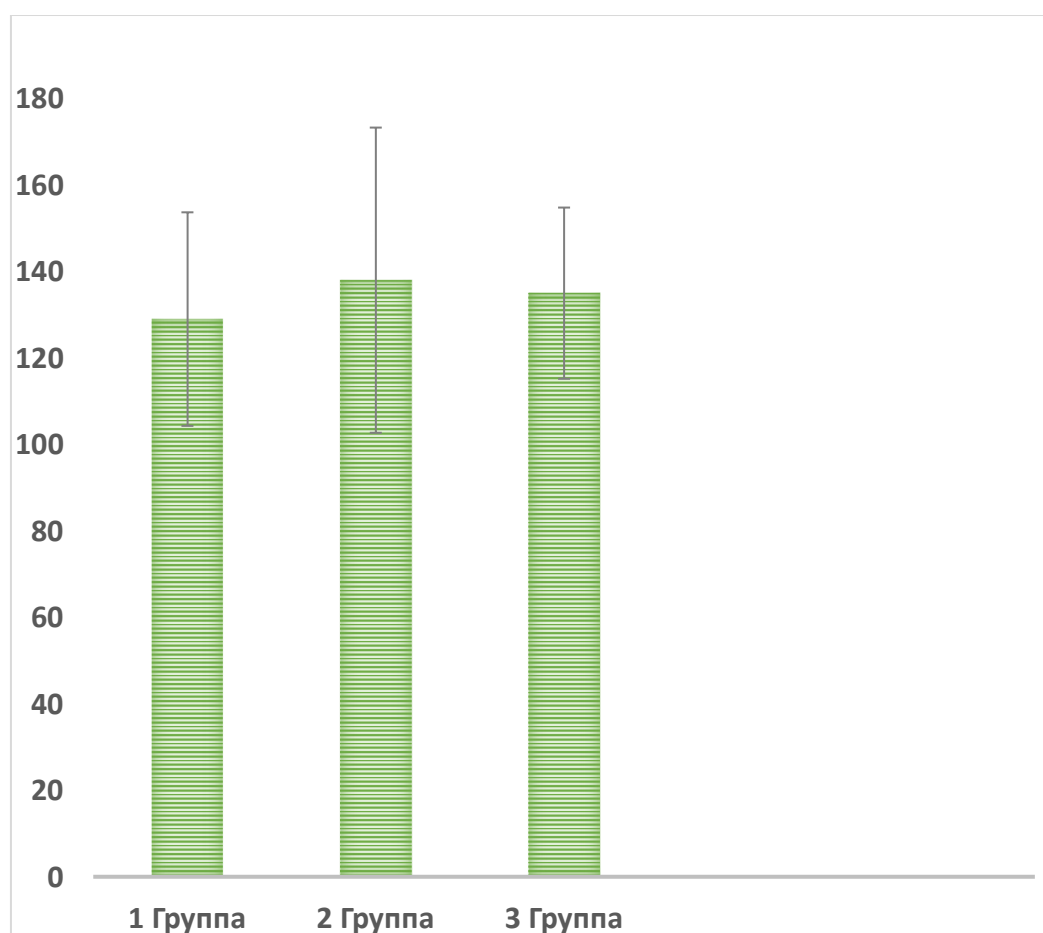


Рисунок 25 – Разность электрохимических потенциалов в гальванических парах трех исследуемых групп

Таким образом, во всех исследуемых группах были выявлены гальванические пары стоматологических конструкций, выполненных из разнородных металлов. Причем разность электрохимических потенциалов в этих парах в разы превышала минимальные значения достаточные для развития электрогальванических процессов, т.е. выявленные пары могли быть потенциальным источником этих процессов.

Анализ результатов также показывает, что несмотря на наличие или отсутствие жалоб, характерных для гальванического синдрома и клинических проявлений заболеваний слизистой оболочки рта, в гальванических парах разность потенциалов не имела статистически значимых отличий ($p > 0,05$).

Несмотря на выявленные гальванические пары, следует знать, что разность электрохимических потенциалов в гальванической паре сама по себе не может оказывать раздражающего воздействия на слизистую оболочку рта. Эта разность всего лишь характеризует электродвижущую силу (напряжение) гальванического элемента, образованного этой парой. Однако, обстоятельства могут сложиться так, что данной силы может не хватить для развития электрогальванических процессов и появления постоянного электрического тока, которые, как раз, и оказывают воздействие на рецепторы и клетки слизистой оболочки рта. Подобная ситуация может произойти в том случае, если электросопротивление, рассматриваемой системы, будет значительно превышать, создаваемое гальванической парой, напряжение. Наиболее вероятным вариантом, в данном случае, является увеличение электросопротивления за счет пассивации поверхности электродов, составляющих гальваническую пару, в нашем случае, поверхности металлических конструкций, расположенных во рту.

Пассивация развивается в результате образования на поверхности металлов пленок из оксидов или солей. В этом случае, протекание электрохимических процессов на поверхностях конструкций, образующих гальваническую пару, будут затруднены или эти процессы совсем прекратятся. При этом, исчезнет электрический ток, а гальваническая пара перейдет в пассивное состояние. Таким образом, активность электрохимических процессов, протекающих на поверхности

электродов, образующих гальваническую пару, свидетельствует об электрогальванической активности самой гальванической пары.

Электрохимические процессы, протекающие на электродах, были описаны нами выше. Напомним лишь то, что на разноименно заряженных электродах протекают разнонаправленные реакции. При этом, в приэлектродных пространствах, в нашем случае жидкость десневой борозды, по-разному меняются водородные показатели.

Таким образом, разность водородных показателей жидкости десневой борозды коррелирует с активностью гальванического элемента. Гальванический элемент считали активным, если разность водородных показателей десневой жидкости возле металлических конструкций, составлявших гальваническую пару этого элемента, была не ниже 0,6 единиц измерения.

Результаты определения активности гальванических пар с помощью измерения водородных показателей в первой группе, которую составили пациенты с отсутствием заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта, представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Результаты определения активности гальванических пар у пациентов первой группы

Общее количество пациентов в группе	Количество пациентов с активными гальваническими парами	Процент пациентов с активными гальваническими парами	Количество пациентов с пассивными гальваническими парами	Процент пациентов с пассивными гальваническими парами
50	4	8	46	92

Как видно из данных, приведенных в таблице 9, при сопоставлении водородных показателей жидкости десневой борозды возле конструкций, составлявших гальваническую пару, было обнаружено, что у 8% пациентов, от общего числа пациентов первой группы, гальваническая пара находилась в активном состоянии, а у 92 % – в пассивном (Рисунок 26).

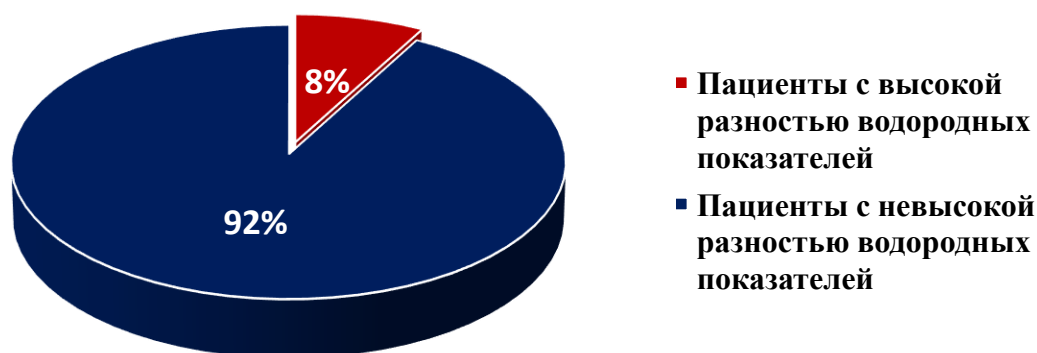


Рисунок 26 – Процентное соотношение пациентов первой группы с активными и пассивными гальваническими парами

У четырех пациентов (8%) разность водородных показателей возле металлических конструкций была достоверной ($p < 0,05$) и составила у катода $7,5 \pm 0,37$, а возле анода – $6,4 \pm 0,29$. Это свидетельствовало о том, что гальванические пары находилась в активном состоянии (Рисунок 27).

У 46 пациентов первой группы (92%) измеренные водородные показатели не имели статистически достоверных отличий ($p > 0,05$) и составили у катода $6,9 \pm 0,35$, а возле анода – $6,6 \pm 0,26$. Это свидетельствовало о том, что гальванические пары находилась в пассивном состоянии (Рисунок 28).

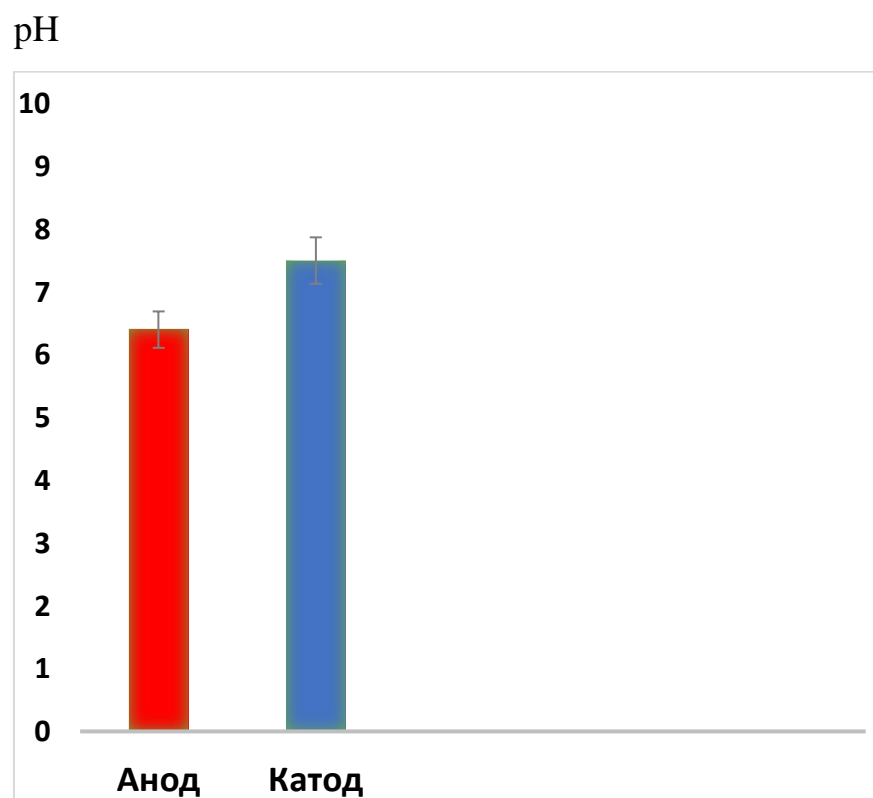


Рисунок 27 – Водородные показатели у пациентов первой группы с гальваническими парами, находящимися в активном состоянии

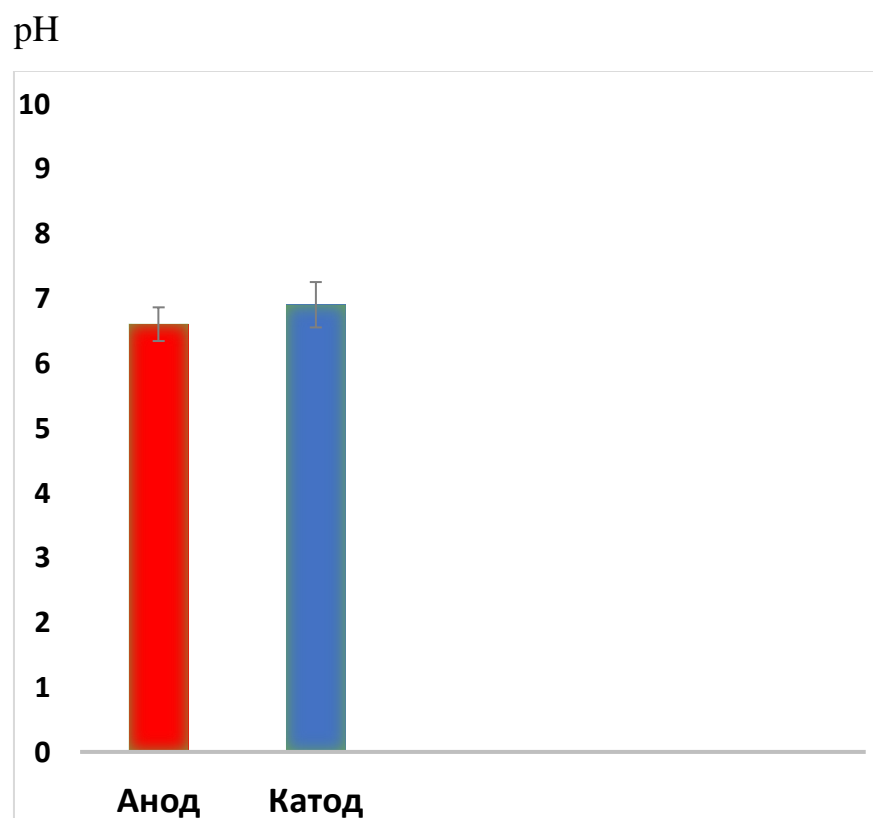


Рисунок 28 – Водородные показатели у пациентов первой группы с гальваническими парами, находящимися в пассивном состоянии

Результаты определения активности гальванических пар с помощью измерения водородных показателей во второй группе, которую составили больные с гальваническим синдромом, но не имевшие видимых патологических изменений слизистой оболочки рта, представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Результаты определения активности гальванических пар у пациентов второй группы

Общее количество пациентов в группе	Количество пациентов с активными гальваническими парами	Процент пациентов с активными гальваническими парами	Количество пациентов с пассивным гальваническими парами	Процент пациентов с пассивным гальваническими парами
50	44	88	6	12

Как видно из данных, приведенных в таблице 10, при сопоставлении водородных показателей жидкости десневой борозды возле конструкций, составлявших гальваническую пару, было обнаружено, что у 88% пациентов, от общего числа пациентов второй группы, гальванические пары находились в активном состоянии, а у 12 % – в пассивном (Рисунок 29).

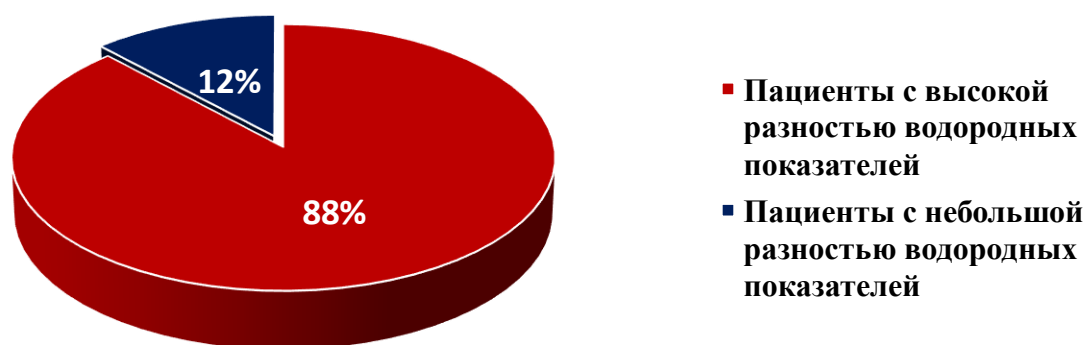


Рисунок 29 – Процентное соотношение пациентов второй группы с активными и пассивными гальваническими парами

У 44 пациентов (88%) разность водородных показателей возле металлических конструкций была достоверной ($p < 0,05$) и составила у катода $7,9 \pm 0,42$, а возле анода – $6,3 \pm 0,31$. Это свидетельствовало о том, что гальванические пары находились в активном состоянии (Рисунок 30).

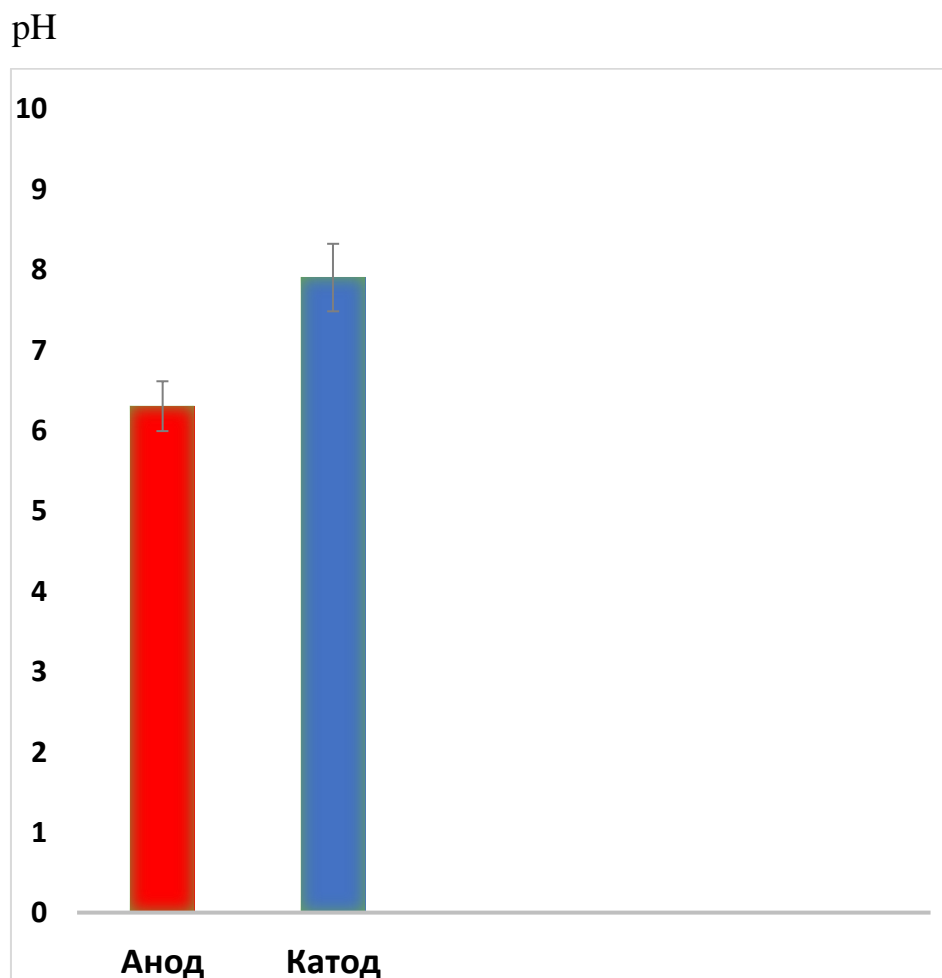


Рисунок 30 – Водородные показатели у пациентов второй группы с гальваническими парами, находящимися в активном состоянии

У 6 пациентов второй группы (12%) измеренные водородные показатели не имели статистически достоверных отличий ($p > 0,05$) и составили у катода $6,9 \pm 0,43$, а возле анода – $6,5 \pm 0,21$. Это свидетельствовало о том, что гальванические пары находились в пассивном состоянии (Рисунок 31).

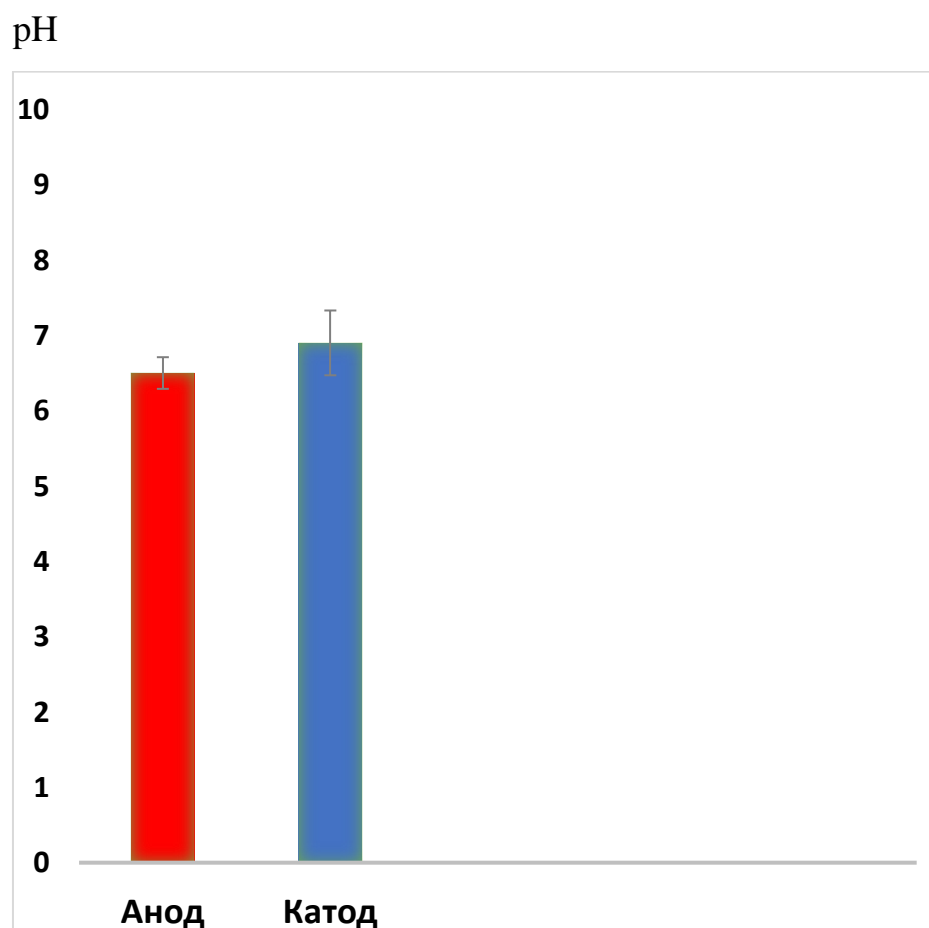


Рисунок 31 – Водородные показатели у пациентов второй группы с гальваническими парами, находящимися в пассивном состоянии

Результаты определения активности гальванических пар с помощью измерения водородных показателей в третьей группе, которую составили больные с заболеваниями слизистой оболочки рта, представлены в Таблице 11.

Как видно из данных, приведенных в Таблице 11, при сопоставлении водородных показателей жидкости десневой борозды возле конструкций, составлявших гальваническую пару, было обнаружено, что у 86% пациентов, от общего числа пациентов третьей группы, гальванические пары находились в активном состоянии, а у 14 % – в пассивном (Рисунок 32).

Таблица 11 – Результаты определения активности гальванических пар у пациентов третьей группы

Общее количество пациентов в группе	Количество пациентов с активными гальваническими парами	Процент пациентов с активными гальваническими парами	Количество пациентов с пассивным гальваническими парами	Процент пациентов с пассивным гальваническими парами
50	43	86	7	14

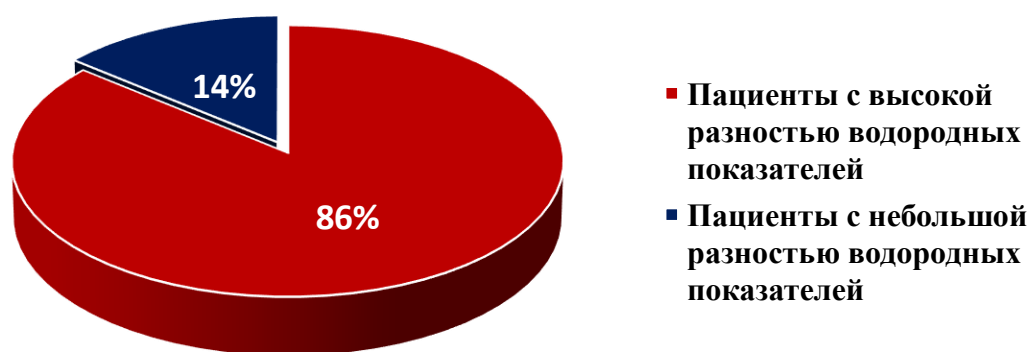


Рисунок 32 – Процентное соотношение пациентов третьей группы с активными и пассивными гальваническими парами

У 43 пациентов (86%) разность водородных показателей возле металлических конструкций была достоверной ($p < 0,05$) и составила у катода $7,8 \pm 0,29$, а возле анода – $6,3 \pm 0,22$. Это свидетельствовало о том, что гальванические пары находились в активном состоянии (Рисунок 33).

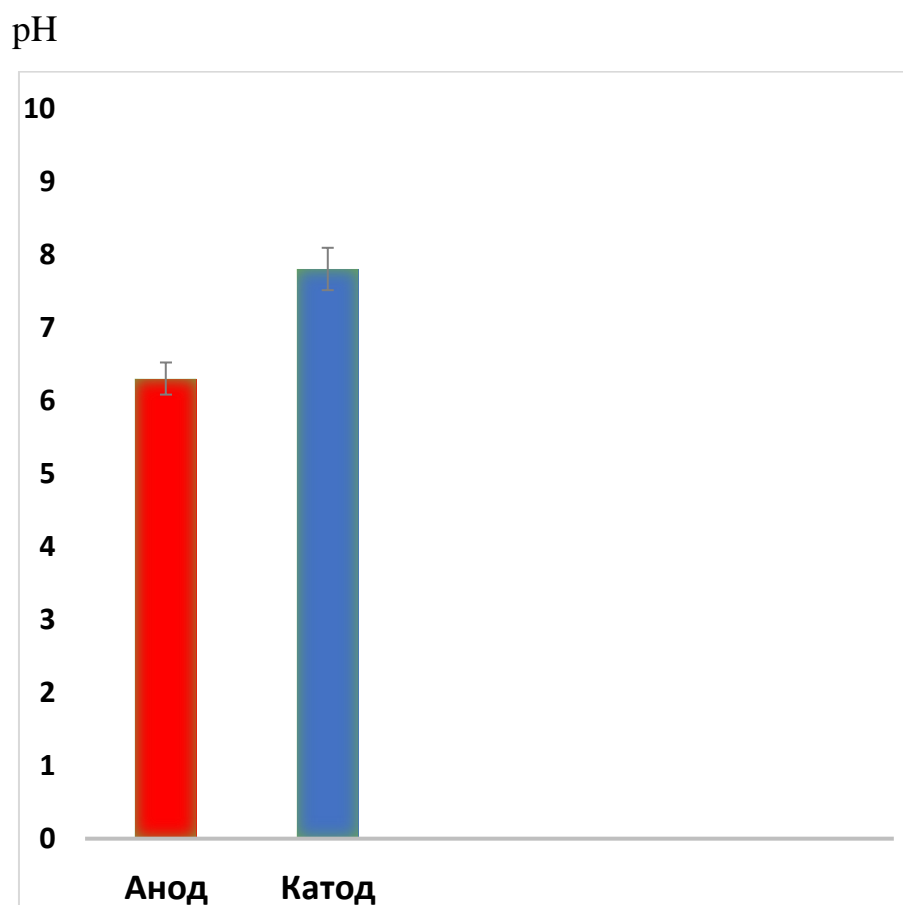


Рисунок 33 – Водородные показатели у пациентов третьей группы с гальваническими парами, находящимися в активном состоянии

У 7 пациентов третьей группы (14%) измеренные водородные показатели не имели статистически достоверных отличий ($p > 0,05$) и составили у катода $7,0 \pm 0,28$, а возле анода – $6,6 \pm 0,31$. Это свидетельствовало о том, что гальванические пары находились в пассивном состоянии (Рисунок 34).

Как было указано выше, у 9 пациентов третьей группы заболевания слизистой оболочки рта сочеталось с гальваническим синдромом. Такие пациенты составили 18% от общего числа пациентов третьей группы. У всех больных, имевших указанное сочетание, были обнаружены гальванические пары металлических конструкций, находившиеся в активном состоянии. Количество таких больных от общего числа пациентов третьей группы, у которых была обнаружена большая разность водородных показателей десневой жидкости составила 20,9%.

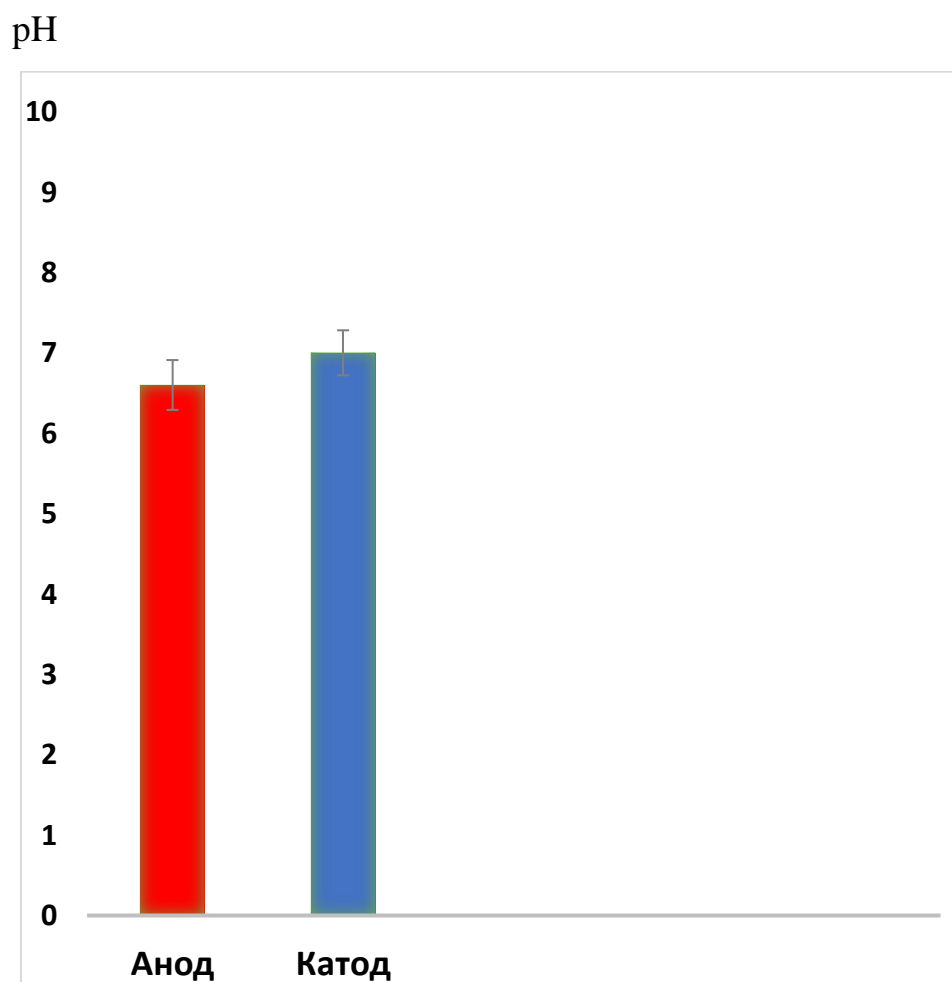


Рисунок 34 – Водородные показатели у пациентов третьей группы с гальваническими парами, находящимися в пассивном состоянии

Таким образом, несмотря на высокую активность гальванических элементов, лишь у 20,9% пациентов с заболеваниями слизистой оболочки рта были субъективные ощущения, появляющиеся при раздражении слизистой оболочки рта гальваническим током. При этом, какой-либо закономерности наличия или отсутствия субъективных ощущений при том или ином виде заболеваний слизистой оболочки рта нами отмечено не было.

Это лишний раз подтверждает тезис о том, что при оценке наличия или отсутствия постоянного электрического тока в полости рта нельзя ориентироваться только на ощущения пациентов. Вероятно, это связано с большой вариабельностью чувствительности нервных рецепторов и особенностями протекания электрического тока в полости рта у каждого отдельно взятого больного.

Результаты II этапа исследования показали, что разработанный способ оценки активности гальванических пар металлических конструкций позволяет оценить уровень электрохимических процессов происходящих на поверхности металлических конструкций, составляющих гальваническую пару и являющихся электродами в гальваническом элементе полости рта.

При пассивации электродов электрохимические процессы на их поверхности замедляются или вовсе отсутствуют. В этом случае, можно говорить о том, что гальваническая пара пассивирована, т.е. находится в не активном состоянии и не может быть источником развития электрогальванических процессов.

Об активности гальванической пары металлических конструкций свидетельствует большая разность водородных показателей возле конструкций, являющихся катодом и анодом. Причем водородный показатель под катодом сдвигается в щелочную сторону, а под анодом в кислую, а электрохимические процессы, происходящими на поверхности металлических конструкций, находятся в прямой корреляционной связи с изменениями водородных показателей.

Анализ количества пациентов с активными и пассивными гальваническими парами показал, что в первой группе, которую составили пациенты без клинических проявлений заболеваний, связанных с электрогальваническими процессами, было обнаружено наименьшее количество активных гальванических пар по сравнению со второй и третьей группами, в которую вошли лица с гальваническим синдромом и заболеваниями слизистой оболочки рта (Рисунок 35). В этих группах у абсолютного большинства пациентов гальванические пары находились в активном состоянии.

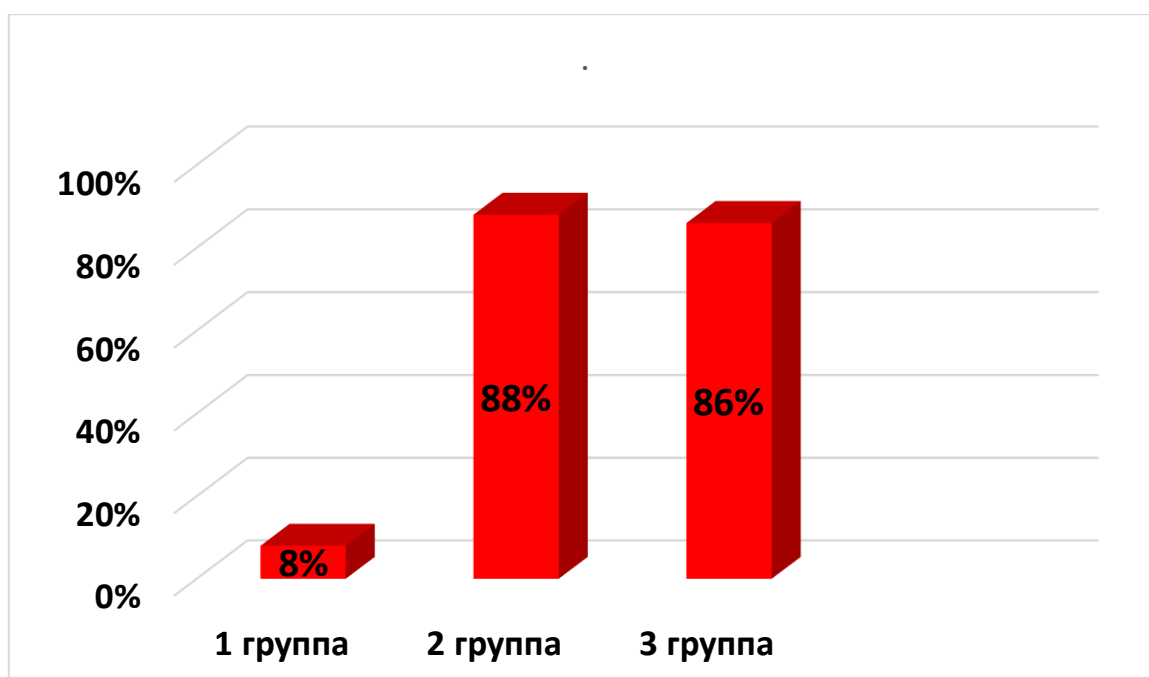


Рисунок 35 – Процент пациентов в группах с активными гальваническими парами

Полученные результаты II этапа исследования позволяют во многом объяснить, почему у пациентов первой группы, при наличии гальванической пары в полости рта, отсутствует патологическая симптоматика и в тоже время, почему у пациентов второй и третьей групп развиваются заболевания, связанные с электрогальваническими процессами в полости рта.

Таким образом, измерение водородных показателей десневой жидкости позволяет результативно и объективно оценить активность гальванической пары.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время отмечается рост заболеваний, связанных с электрогальваническими процессами в полости рта. Причиной увеличения числа пациентов с подобной патологией является применение в стоматологии большого количества конструкций, изготавливаемых из различных металлов. В том случае, если в полости рта окажутся конструкции из разнородных металлов, создаются условия для электрогальванического взаимодействия таких конструкций, которые образуют гальваническую пару.

Электрогальванические процессы, протекающие в полости рта, приводят к раздражению нервных рецепторов и клеток слизистой оболочки. В связи с этим, при появлении в полости рта гальванического элемента, могут появиться неприятные ощущения, именуемые гальваническим синдромом, а также могут развиваться заболевания слизистой оболочки. Заболевания слизистой оболочки, развивающиеся на фоне гальванических процессов, как правило, связаны с нарушением процесса ороговения и появлением эрозий, т.е. форм заболеваний, относящихся к предраковым.

В связи с этим, важную роль играет разработка способов обнаружения гальванических пар металлических конструкций, позволяющих не только правильно поставить диагноз, но и контролировать качество проводимых лечебных мероприятий.

В настоящее время усилия ученых сконцентрированы в основном на выявлении гальванических пар металлических конструкций при гальваническом синдроме и различных заболеваниях слизистой оболочки. Однако, мало кто из ученых задавался вопросом, на сколько часто обнаруживаются гальванические пары у здоровых лиц, т.е. у лиц, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта. Этому вопросу посвящены лишь единичные исследования.

Результаты таких исследований показывают, что гальванические пары металлических конструкций при отсутствии каких-либо заболеваний,

обусловленных наличием в полости рта гальванического элемента, обнаруживаются довольно часто.

Анализ способов выявления гальванических пар металлических конструкций показал, что, в настоящее время, с этой целью определяют разность электрохимических потенциалов в гальванической паре. Однако, определение разности электрохимических потенциалов металлических конструкций говорит лишь о потенциальной возможности развития электрогальванических процессов и не может напрямую свидетельствовать о том, что эти процессы происходят непосредственно в момент измерения электрохимических потенциалов.

В связи с этим, наряду с выявлением гальванических пар металлических конструкций, имеется необходимость в разработке способа, позволяющего оценить происходят ли электрогальванические процессы в полости рта в момент измерения, т.е. способа, дающего возможность определить электрогальваническую активность гальванической пары.

Целью нашего исследования было повышение эффективности определения гальванических пар металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта.

С этой целью было проведено обследование 300 пациентов, у которых было две и более несъемных стоматологических металлических конструкций, а с момента появления во рту последней конструкции прошло не менее одного года. Это было связано с тем, что по данным литературы до появления первых клинических признаков раздражения слизистой оболочки рта, развивающегося в результате электрогальванических процессов, часто требуется время, иногда составляющее несколько месяцев.

Первый этап диссертационного исследования был посвящен оценке частоты обнаружения металлических конструкций с большой разностью электрохимических потенциалов у пациентов, не предъявляющих жалоб, характерных для гальванического синдрома, и не имеющих патологических изменений слизистой оболочки рта.

В исследовании приняли участие 200 человек, не имевших признаков развития заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта.

Гальванические пары у этих пациентов выявляли, вычисляя разность электрохимических потенциалов стоматологических конструкций. Для этого предварительно осуществляли измерение потенциалов всех конструкций, изготовленных из какого-либо металла, находящихся во рту.

Гальванической парой считали те металлические конструкции, чья разность электрохимических потенциалов превышала 50 мВ.

Гальванические пары металлических конструкций выявляли, согласно нашего патента на полезную модель № 214859 U1 Российская Федерация, устройство для измерения электрохимических потенциалов в полости рта, от 17.11.2022 [65].

Характерной отличительной чертой, разработанного нами устройства, является то, что пассивный электрод сравнения при проведении измерений находится не во рту, а на запястье руки. Это не только не создает дополнительных неудобств для пациента и врача, но и позволяет с большей точностью измерить электрохимические потенциалы, так как при расположении электрода сравнения на руке нивелируется роль расстояния между электродами и увлажненности слизистой оболочки рта в момент исследования.

Исходя из условия, что при проведении измерений нельзя допускать химического взаимодействия индикаторного электрода с исследуемой металлической поверхностью, активный индикаторный электрод для проведения исследований был выполнен из золота 999 пробы. Это условие не соблюдается при применении электродов из неблагородных металлов, как это делают многие авторы, зачастую используя в качестве активного электрода хромированные или никелированные электроды, входящие в комплект к милливольтметру. При отсутствии химического взаимодействия активного электрода с исследуемым объектом повышается точность измерений, так как электрод, в данном случае, является только переносчиком электронов, меняющих его потенциал.

В результате проведенного исследования у 30,5% от всех обследованных пациентов были обнаружены металлические конструкции с большой разностью электрохимических потенциалов, т.е. такие металлические конструкции можно было признать гальванической парой. Разность потенциалов конструкций во рту была значительно выше 50 мВ и составила, в среднем, $131 \pm 25,3$ мВ, что говорило о присутствии в полости рта разнородных металлов.

В результате исследования установлено, что при прибавлении числа конструкций, изготовленных из металла, чаще складывается ситуация, когда разнородные металлы могут оказаться в полости рта. Это отражается в увеличении процента пациентов с выявленными гальваническими парами в зависимости от числа конструкций;

При этом, наблюдается тенденция к увеличению разности электрохимических потенциалов в гальванических парах ($p > 0,05$).

Результаты нашего проведенного исследования согласуются с результатами исследования других авторов, которые также изучали частоту обнаружения гальванических пар у здоровых людей.

Рагулин А.В. и соавт., 2023 отмечают, что при обследовании 133 пациентов у 29 человек, что составило 22%, разность электрохимических потенциалов металлических конструкций была выше 50 мВ [99]. Несмотря на то, что авторы изначально разделили пациентов по возрастным группам, они пришли к выводу о том, что «частота выявления гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, связана не столько с возрастом обследуемых лиц, а в большей степени с количеством металлических конструкций, находящихся во рту. С увеличением количества металлических конструкций возрастает вероятность появления во рту гальванической пары, образованной металлическими конструкциями с разными электрохимическими потенциалами» [99].

Таким образом, в обоих исследованиях наблюдаются одинаковые закономерности. Гальванические пары являлись гальваническим элементом, т.е. могли быть источником постоянного электрического тока и

электрогальванических процессов в полости рта, а число обнаруживаемых гальванических элементов коррелировало с числом металлических конструкций.

Обращает на себя внимание, что высокая выявляемость гальванических пар и отсутствие ощущений и патологических процессов противоречат друг другу, особенно с учетом того, что у данного контингента пациентов срок нахождения гальванического элемента во рту составлял длительное время (год и более).

Рагулин А.В. и соавт (2023) истолковывают, указанные противоречия, повышенной устойчивостью тканей к воздействию электрического тока и сниженной восприимчивостью рецепторного аппарата к данному виду раздражения.

Однако, на наш взгляд, высокая разность электрохимических потенциалов, обнаруженная в гальванических парах, в разы превышающая минимально-допустимые значения, говорит о том, что обнаруженные гальванические элементы обладали большой электродвижущей силой, способной вызвать гальванические процессы, на которые не могли не отреагировать рецепторы и клетки слизистой оболочки рта.

Кроме того, то обстоятельство, что число обнаруженных гальванических элементов у людей без признаков заболеваний является слишком большим, а выявляемость патологии, связанной с гальваническими процессами, относительно редкой, при широком применении металлических конструкций в современной стоматологии, не позволяет считать объяснения, которые дали вышеуказанные авторы, достаточно аргументированными.

Единственным возможным объяснением такого явления, на наш взгляд, является то, что гальваническая пара может находиться как в активном, так и в пассивном состоянии, т.е. в состоянии, когда электрогальванические процессы в полости рта не развиваются.

Возникает вопрос: почему при наличии напряжения, т.е. электродвижущей силы, отсутствует электрический ток?

По закону Ома, сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению.

$$I = U/R$$

где I – сила тока,

U – напряжение,

R – электросопротивление

В данном случае, напряжение определяется разностью электрохимических потенциалов металлических конструкций, составляющих гальваническую пару, т.е. электродвижущей силой, создаваемый этой парой. Однако, в том случае, если электросопротивление будет слишком высоким, электрический ток будет очень маленьким или не возникнет вовсе.

Следующий вопрос, который требует разъяснения: в результате чего может возникать столь высокое электросопротивление?

Из электрохимии известно, что подобная ситуация может складываться, например, в случае пассивации электродов, т.е. образования на их поверхности пленок из оксидов и различных солей. Известно, что оксидная пленка толщиной в одну молекулу значительно замедляет электрохимические процессы на поверхности электрода.

В нашем случае в роли электродов выступают металлические конструкции, составляющие гальваническую пару. В результате пассивации на поверхности этих конструкций электрохимические процессы должны быть слишком замедлены или отсутствовать.

При этом, возникает вопрос: каким образом можно оценить активность электрохимических процессов на электродах, т.е. произошла ли их пассивация или гальваническая пара находится в активном состоянии?

Решение этого вопроса заключается в следующем. В гальванической паре одна из конструкций является анодом, другая – катодом. Для работы гальванического элемента необходим раствор электролита. В качестве такого раствора выступают ротовая и десневая жидкости. При этом, десневая жидкость представляет для нас особый интерес, так как именно жидкость десневой борозды находится в постоянном контакте с металлической конструкцией.

В гальванической паре на катоде и на аноде происходят разнонаправленные электрохимические процессы. На катоде – восстановление, на аноде – окисление.

Рассмотрим более подробно какие электрохимические процессы происходят на поверхности электродов и в приэлектродных пространствах. Как было сказано выше, в качестве электролита в приэлектродном пространстве выступает жидкость десневой борозды, содержащая ионы Na^+ , K^+ , Cl^- и т.д.

К поверхности катода в растворе электролита, в нашем случае это десневая жидкость, движутся положительно заряженные ионы, представленные катионами Na^+ и K^+ . Однако, в связи с тем, что окислительный потенциал водорода намного больше чем потенциалы натрия и калия, на катоде происходит реакция восстановления водорода (H_2), а ионы Na^+ и K^+ остаются в растворе. В связи с восстановлением водорода, в растворе электролита возле электрода, являющегося катодом, наблюдается избыточное скопление ионов OH^- , водородный показатель, при этом, смещается в щелочную сторону.

К поверхности анода направляются отрицательно заряженные ионы Cl^- . Так как десневая жидкость по содержанию хлора является слабо концентрированным раствором, окислительные процессы на аноде будут характеризоваться разложением воды, что приводит к выделению кислорода (O_2). При этом, ионы хлора не разряжаются, а в приэлектродном пространстве скапливается соляная кислота, что смещает водородный показатель в кислую сторону.

Таким образом, измерив водородные показатели десневой жидкости возле металлических конструкций, можно не только выявить гальваническую пару, но и определить ее электрогальваническую активность. Эта активность характеризуется интенсивностью электрохимических процессов, происходящих на электродах, т.е. чем значительнее водородные показатели жидкости десневой борозды возле металлических конструкций отличаются друг от друга, тем выше электрогальваническая активность этой пары. При снижении разницы водородных показателей можно говорить о пассивации гальванической пары, вплоть до полного отсутствия электрогальванических процессов, о чем будут

свидетельствовать одинаковые значения водородных показателей десневой жидкости возле металлических конструкций.

Вышеизложенное легло в основу, полученного нами патента на изобретение: «Патент на изобретение Российская Федерация №2805119 «Способ выявления гальванических пар несъемных металлических конструкций, расположенных во рту», 11.11.2023» [64].

На втором этапе исследования мы провели клиническую апробацию и оценили эффективность, разработанного нами способа. Этот этап исследования был посвящен изучению активности гальванических пар металлических конструкций при наличии и отсутствии гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта.

Было проведено обследование 150 пациентов. Обязательным условием включения каждого пациента в исследование было наличие выявленной гальванической пары конструкций, изготовленных из разнородных металлов, т.е. имевших большую разность электрохимических потенциалов.

Критерием распределения больных на группы являлось наличие или отсутствие заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта. Таким образом, 150 пациентов были распределены на три отдельные группы по 50 человек в каждой.

В первую группу вошли пациенты с отсутствием заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта. Группу формировали из пациентов, отобранных на I этапе исследования, т.е. в нее вошли лица с выявленными гальваническими парами.

Вторая группа была сформирована из больных, которым был поставлен диагноз гальванический синдром полости рта. Эти пациенты, предъявляя характерные жалобы, не имели видимых проявлений заболеваний слизистой оболочки рта.

Больные с заболеваниями слизистой оболочки рта, развитие которых могло быть связано с гальваническими процессами в полости рта, вошли в третью группу.

21 пациенту был поставлен диагноз красный плоский лишай.

17 больным был поставлен диагноз веррукозная форма лейкоплакии.

Ограниченный гиперкератоз был обнаружен у 12 больных

Патологические изменения слизистой оболочки у 9 больных третьей группы сочетались с гальваническим синдромом. У остальных больных (41 человек) жалобы, характерные для данного синдрома, выявлены не были.

Пациенты трех исследуемых групп были сопоставимы по полу и возрасту.

У пациентов всех трех исследуемых групп были выявлены гальванические пары металлических конструкций. Для этого вычисляли разность электрохимических потенциалов стоматологических конструкций. А перед проведением расчетов осуществляли измерение потенциалов всех конструкций, изготовленных из какого-либо металла, находящихся во рту, по разработанной нами методике, описанной выше.

Во всех исследуемых группах были выявлены гальванические пары стоматологических конструкций, выполненных из разнородных металлов. Причем разность электрохимических потенциалов в этих парах в разы превышала минимальные значения достаточные для развития электрогальванических процессов, т.е. выявленные пары могли быть потенциальным источником этих процессов.

Несмотря на наличие или отсутствие жалоб, характерных для гальванического синдрома и клинических проявлений заболеваний слизистой оболочки рта, в гальванических парах разность потенциалов не имела статистически значимых отличий ($p > 0,05$).

Определение активности гальванических пар металлических конструкций осуществляли путем регистрации водородных показателей жидкости десневой борозды в области металлических конструкций, составлявших гальваническую пару, согласно патента на изобретение Российская Федерация №2805119 «Способ выявления гальванических пар несъемных металлических конструкций, расположенных во рту», 11.11.2023.

Измерение проводили непосредственно в полости рта с помощью индикаторных полосок высокой точности и контрастности, pHSCAN 5.4-10.0.

Индикаторную полоску на 1-2 с погружали в десневую борозду возле исследуемой конструкции. В зависимости от водородного показателя десневой жидкости, индикаторная полоска меняла свой цвет.

Через 5 с после смачивания, индикаторную полоску, изменившую свой цвет, сравнивали с измерительной шкалой.

Проводили сравнение, полученных водородных показателей.

Гальванический элемент считали активным, если разность водородных показателей десневой жидкости возле металлических конструкций, составлявших гальваническую пару этого элемента, была не ниже 0,6 единиц измерения.

При сопоставлении водородных показателей жидкости десневой борозды возле конструкций, составлявших гальваническую пару, было обнаружено, что у 8% пациентов, от общего числа пациентов первой группы, гальваническая пара находилась в активном состоянии, а у 92 % – в пассивном.

При сопоставлении водородных показателей жидкости десневой борозды возле конструкций, составлявших гальваническую пару, было обнаружено, что у 88% пациентов, от общего числа пациентов второй группы, гальванические пары находились в активном состоянии, а у 12 % – в пассивном.

При сопоставлении водородных показателей жидкости десневой борозды возле конструкций, составлявших гальваническую пару, было обнаружено, что у 86% пациентов, от общего числа пациентов третьей группы, гальванические пары находились в активном состоянии, а у 14 % – в пассивном.

Как было указано выше, у 9 пациентов третьей группы заболевания слизистой оболочки рта сочетались с гальваническим синдромом. Такие пациенты составили 18% от общего числа пациентов третьей группы. У всех больных, имевших указанное сочетание, были обнаружены гальванические пары металлических конструкций, находившиеся в активном состоянии. Количество таких больных от общего числа пациентов третьей группы, у которых была обнаружена большая разность водородных показателей десневой жидкости, составила 20,9%. При этом, какой-либо закономерности наличия или отсутствия

субъективных ощущений при том или ином виде заболеваний слизистой оболочки рта нами отмечено не было.

Таким образом, у абсолютного большинства пациентов третьей группы 79,1% несмотря на то, что гальванический элемент находился в активном состоянии, жалобы, характерные для раздражения слизистой оболочки рта электрогальваническими процессами, отсутствовали.

Наши данные согласуются с результатами других исследователей, которые изучали вопрос частоты обнаружения гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки при наличии в полости рта гальванического элемента. Макаренко Н.В., 2021 г. указывает, что несмотря на высокую разность электрохимических потенциалов металлических конструкций, находившихся во рту, «субъективные симптомы ощущения гальванического тока во рту наблюдались при веррукозной форме лейкоплакии лишь у 11% пациентов, а при ограниченном гиперкератозе слизистой оболочки рта только у 17% больных» [52]. Автор делает вывод: «Субъективные ощущения, характерные для гальванического синдрома, обусловленного наличием гальванического тока в полости рта, такими как жжение, привкус металла и т.д., нельзя рассматривать как объективный признак наличия или отсутствия гальванического тока в полости рта, связанного с присутствием во рту металлических конструкций с разными электрохимическими потенциалами» [52].

Результаты нашего исследования лишней раз подтверждают тезис о том, что при оценке наличия или отсутствия постоянного электрического тока в полости рта нельзя ориентироваться только на ощущения пациентов. Вероятно, это связано с большой вариабельностью чувствительности нервных рецепторов и особенностями протекания электрического тока в полости рта у каждого отдельно взятого больного.

Подводя общий итог II этапа исследования, можно сделать вывод о том, что разработанный способ оценки активности гальванических пар металлических конструкций позволяет оценить уровень электрохимических процессов, происходящих на поверхности металлических конструкций, составляющих

гальваническую пару, и являющихся электродами в гальваническом элементе полости рта.

При пассивации электродов электрохимические процессы на их поверхности замедляются или вовсе отсутствуют. В этом случае, можно говорить о том, что гальваническая пара пассивирована, т.е. находится в не активном состоянии и не может быть источником развития электрогальванических процессов.

Об активности гальванической пары металлических конструкций свидетельствует большая разность водородных показателей возле конструкций, являющихся катодом и анодом. Причем водородный показатель под катодом сдвигается в щелочную сторону, а под анодом в кислую, а электрохимические процессы, происходящие на поверхности металлических конструкций, находятся в прямой корреляционной связи с изменениями водородных показателей.

У всех пациентов, проходивших обследование на II этапе исследования были выявлены гальванические пары стоматологических конструкций с большой разностью потенциалов.

Однако, следует знать, что разность электрохимических потенциалов в гальванической паре сама по себе не может оказывать раздражающего воздействия на слизистую оболочку рта. Эта разность всего лишь характеризует электродвижущую силу (напряжение) гальванического элемента, образованного этой парой. При этом, обстоятельства могут сложиться так, что данной силы может не хватить для развития электрогальванических процессов и появления постоянного электрического тока, которые, как раз, и оказывают воздействие на рецепторы и клетки слизистой оболочки рта. Подобная ситуация может произойти в том случае, если электросопротивление, рассматриваемой системы, будет значительно превышать, создаваемое гальванической парой, напряжение. Наиболее вероятным вариантом, в данном случае, является увеличение электросопротивления за счет пассивации поверхности электродов, составляющих гальваническую пару, в нашем случае, поверхности металлических конструкций, расположенных во рту.

Пассивация развивается в результате образования на поверхности металлов пленок из оксидов или солей. В этом случае, протекание электрохимических процессов на поверхностях конструкций, образующих гальваническую пару, будут затруднены или эти процессы совсем прекратятся. При этом, исчезнет электрический ток, а гальваническая пара перейдет в пассивное состояние.

Результаты II этапа исследования, посвященного изучению активности гальванических пар металлических конструкций, показали, что гальваническая пара металлических конструкций в момент исследования может находиться как в активном, так и в пассивном состоянии. Вероятно, что с течением времени, с учетом действия триггерных факторов, гальваническая пара может переходить из одного состояния в другое. Однако, этот вопрос требует дополнительного изучения.

Анализ количества пациентов с активными и пассивными гальваническими парами показал, что в первой группе, которую составили пациенты без клинических проявлений заболеваний, связанных с электрогальваническими процессами, было обнаружено наименьшее количество активных гальванических пар по сравнению со второй и третьей группами, в которую вошли лица с гальваническим синдромом и заболеваниями слизистой оболочки рта

Полученные результаты II этапа исследования позволяет во многом объяснить, почему у пациентов первой группы, при наличии гальванической пары в полости рта, отсутствует патологическая симптоматика и в тоже время, почему у пациентов второй и третьей групп развиваются заболевания, связанные с электрогальваническими процессами в полости рта.

Таким образом, измерение водородных показателей десневой жидкости позволяет результативно и объективно оценить активность гальванической пары.

Подводя общий итог диссертационного исследования, можно констатировать, что сочетанное применение способа выявления гальванических пар, связанного с измерением электрохимических потенциалов металлических конструкций, и способа определения активности гальванических пар, основанного на измерении водородных показателей десневой жидкости возле металлических

конструкций, образующих гальваническую пару, позволяет оптимизировать и повысить эффективность определения гальванических пар металлических конструкций, в том числе при заболеваниях слизистой оболочки рта.

ВЫВОДЫ

1. При отсутствии жалоб, характерных для гальванического синдрома и патологических изменений слизистой оболочки рта, почти у 1/3 (30,5%) пациентов, имеющих во рту две и более металлических конструкций, выявляются гальванические пары с большой разностью электрохимических потенциалов, превышающих 50 мВ, которые могут стать потенциальным источником развития электрогальванических процессов. При этом, частота выявления гальванических пар металлических конструкций находится в прямой зависимости от количества металлических конструкций, расположенных во рту, и составляет от 25% до 40,5% в зависимости от количества конструкций.

2. Разработан и теоретически обоснован способ определения активности гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, основанный на измерении и вычислении разности водородных показателей жидкости десневой борозды возле металлических конструкций, образующих гальваническую пару.

3. Частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, с разностью электрохимических потенциалов $129 \pm 24,7$, при отсутствии у пациентов жалоб, характерных для гальванического синдрома, и заболеваний слизистой оболочки рта, не превышает 8%. Возле конструкций, являвшихся катодом, значения водородного показателя составили $7,5 \pm 0,37$, а возле конструкций, являвшихся анодом, $-6,4 \pm 0,29$ ($p < 0,05$).

4. Частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, с разностью электрохимических потенциалов $138 \pm 35,3$, при наличии у пациентов гальванического синдрома и отсутствии заболеваний слизистой оболочки рта, составляет 88%. Возле конструкций, являвшихся катодом, значения водородного показателя составили $7,9 \pm 0,42$, а возле конструкций, являвшихся анодом, $-6,3 \pm 0,31$ ($p < 0,05$).

5. Частота обнаружения активных гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, с разностью электрохимических потенциалов $7,8 \pm 0,29$, у пациентов с красным плоским лишаем, веррукозной формой

лейкоплакии, ограниченным гиперкератозом слизистой оболочки рта, составляет 86%. Возле конструкций, являвшихся катодом, значения водородного показателя составили $7,8 \pm 0,29$, а возле конструкций, являвшихся анодом, $- 6,3 \pm 0,22$ ($p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При заболеваниях, развитие которых может быть связано с электрогальваническими процессами в полости рта, необходимо выявлять гальванические пары металлических конструкций, расположенных во рту, и определять их активность.

2. Для выявления гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, необходимо определить электрохимический потенциал каждой металлической конструкции и вычислить разность электрохимических потенциалов этих конструкций.

3. При разности электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту, превышающих 50 мВ, говорят о наличии в полости рта гальванической пары металлических конструкций, являющейся потенциальным источником электрогальванических явлений.

4. Для определения активности гальванических пар металлических конструкций необходимо измерить водородные показатели жидкости десневой борозды возле металлических конструкций, составляющих гальваническую пару, и вычислить их разность.

5. Водородные показатели десневой жидкости возле металлических конструкций, находящихся во рту необходимо измерять непосредственно в полости рта с помощью индикаторных полосок высокой точности и контрастности, меняющих свой цвет в зависимости от водородного показателя жидкости, в которую помещена индикаторная полоска.

6. Для измерения водородного показателя десневой жидкости возле металлических конструкций необходимо поместить индикаторную полоску в десневую борозду, содержащую десневую жидкость, на 1-2 с. Через 5 с после извлечения индикаторной полоски из десневой борозды, изменение ее цвета необходимо сопоставить с измерительной шкалой и зафиксировать водородный показатель.

7. Возле металлической конструкции, являющейся катодом, водородный показатель смещается в щелочную сторону, а возле конструкции, являющейся анодом, – в кислую.

8. Гальваническую пару можно считать активной, т.е. являющейся источником электрогальванических процессов в полости рта, в том случае, если разность водородных показателей десневой жидкости возле металлических конструкций, образующих гальваническую пару, составляет 0,6 и выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аппаратные методы диагностики и лечения заболеваний зубов / А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, И. А. Сохова [и др.]: Учебное пособие. – Москва: – 2020. – 80с.
2. Арзуканян, А.В. Оптимизация протокола гигиенического ухода за полостью рта у пациентов с заболеваниями слизистой: специальность 14.01.14. «Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Арзуканян Алина Владимировна; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2021. – 134с.
3. Бароян, М.А. Гальванический синдром в ортопедической стоматологии / М.А. Бароян, А.И. Паршукова // Региональный вестник. – 2020. – № 8 (47). – С. 20-21.
4. Беда, В. И. Гальванизм у больных с несъемными металлическими зубными протезами / В. И. Беда, М. А. Ярифа // Современная стоматология. –2010. – №1. – С. 122-128.
5. Величко, Л. С. Профилактика и лечение пациентов с непереносимостью металлических протезов гальванической природы / Л. С. Величко, Н. В. Ящиковский // Современная стоматология. – 2011. – № 1. – С. 69-74.
6. Волков, А. Г. Обнаружение гальванических пар металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта / А. Г. Волков, Г. Е. Аманатиди, Н. А. Волков.: VI Всероссийский конгресс. Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина: материалы конгресса. — Москва : Практическая медицина, 2023. – С.11-12.
7. Выбор скринингового метода обследования при диагностике предраковых и раковых заболеваний слизистой оболочки рта / Н. И. Крихели, Т. И. Позднякова, Г. Б. Маркова [и др.] // Российская стоматология. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 47-49.

8. Выявляемость гальванических пар металлосодержащих протезов у пациентов с дентальными имплантатами / А. В. Рагулин, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Российский вестник дентальной имплантологии. – 2023. – № 1(59). – С. 32-38.
9. Выявляемость и параметры гальванических пар металлосодержащих зубных протезов / А. В. Рагулин, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Ильинские чтения 2023 : Сборник материалов международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 15–16 марта 2023 года. – Москва: Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, 2023. – С. 170-171.
10. Гальванические пары металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта : учебное пособие / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, Г. Е. Аманатиди, Н. В. Макаренко, Н. А. Волков, [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа", 2023. – 64 с. – ISBN 978-5-9704-7502-7.
11. Гальванические токи в полости рта и диагноз синдром гальванизма / К. А. Лебедев, А. В. Митронин, И. Д. Понякина И.Д [и др.] // Cathedra - кафедра. Стоматологическое образование. – 2015. – № 51. – С. 28-31.
12. Гальваноз полости рта / Э.Г. Борисова, А.А. Комова, Е.С. Вербицкий [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2019. – № 1(15). – С. 5-9.
13. Гиряев, С. Г. Оценка индивидуальной чувствительности к конструкционным материалам, используемым для изготовления зубных протезов, у пациентов среднего возраста с гипотиреозом в анамнезе / С. Г. Гиряев, О. И. Манин, А. М. Мкртумян // Российская стоматология. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 29-30.
14. Гиряев, С. Г. Оценка электрохимических потенциалов у пациентов с явлениями непереносимости к конструкционным материалам зубных протезов и гипотиреозом в анамнезе / С. Г. Гиряев, О. И. Манин, А. М. Мкртумян. : Сборник материалов XLII (42) Итоговой научной конференции молодых ученых МГМСУ имени А.И. Евдокимова, Москва, 01–15 апреля 2020 года / Московский

государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва: Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2020. – С. 164-166.

15. Гиряев, С. Г. Сравнительная оценка индивидуальной чувствительности к сплавам, используемым для изготовления зубных протезов, у пациентов с отягощенным аллергологическим анамнезом / С. Г. Гиряев, О. И. Манин, Л. В. Дубова // Актуальные вопросы стоматологии: Сборник научных трудов, посвящённый 90 летнему юбилею Великого ученого и деятеля науки проф. В.Н. Копейкина, Москва, 18 марта 2019 года. – Москва: Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2019. – С. 38-42.

16. Горбатова, Е.А. Современные подходы ведения пациентов с предопухолевыми состояниями слизистой оболочки и органов рта: специальность 3.1.7. «Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Горбатова Екатерина Александровна; ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации. – Москва, 2024. – 319 с.

17. Горина, Е. Р. Динамический электрохимический потенциал слизистой оболочки рта у пациентов с плоским лишаем / Е. Р. Горина, Е. А. Волков, С. Н. Ермольев // Медицинский совет. – 2015. – № 11. – С. 60-63.

18. Гречишников, Н. С. Методы диагностики гальваноза / Н. С. Гречишников // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 4. – С. 7-11.

19. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. – 670 с.

20. Данилина, Т. Ф. Гальваноз, как фактор развития предраковых заболеваний слизистой оболочки полости рта / Т. Ф. Данилина, П. П. Колобухова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т.22, №2. – С. 32-35.

21. Диагностическая значимость антител у больных с непереносимостью акрилатов и сплавов металлов / Е. С. Михайлова, А. В. Цимбалистов, Л. А. Ермолаева [и др.] // Институт стоматологии. – 2019. – № 2(83). – С. 54-55.

22. Дубова, Л. В. Подбор оптимальных конструкционных материалов при изготовлении зубных протезов с опорой на дентальные имплантаты фирмы "Straumann", в зависимости от показателей pH рта / Л. В. Дубова, О. И. Манин, М. В. Романенко // Актуальные вопросы стоматологии: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману, Казань, 15 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2020. – С. 150-153.

23. Жидовинов, А. В. Обоснование применения клинико-лабораторных методов диагностики и профилактики гальваноза полости рта у пациентов с металлическими зубными протезами : специальность 14.01.14 «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Жидовинов Александр Вадимович; ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Волгоград, 2013. – 121 с.

24. Заболевания слизистой оболочки и активность гальванического элемента в полости рта / Н. А. Волков, Н. Ж. Дикопова, А. Г. Волков, Г. Е. Аманатиди, З. М. Абаев, И. А. Никольская // Эндодонтия Today. – 2024. – Т.22, №2. – С. 186-190.

25. Зайцева, А. Г. Диагностика и лечение гальванизма в полости рта: специальность 14.00.21, 14.00.15 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Зайцева Ангелина Геннадьевна; Санкт-Петербургская государственная медицинская академия последипломного образования. – Санкт-Петербург, 2004. – 20 с.

26. Изучение влияния разных видов трансканального воздействия постоянным током на микрофлору корневых каналов / А. Г. Волков, В. Ф. Прикуле, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 37-41.

27. Изучение электрохимических потенциалов у пациентов с гипотиреозом и явлениями непереносимости к конструкционным материалам зубных протезов / Л. В. Дубова, О. И. Манин, А. М. Мкртумян [и др.] // Актуальные вопросы стоматологии: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману. – Казань., 2020. – С. 146-149.

28. Интоксикационный синдром у стоматологических больных и его верификация / Л. Б. Петросян, А. В. Цимбалистов, Т. А. Лопушанская [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2018. – Т. 41, № 3. – С. 379-392.

29. К вопросу о терминологии при описании гальванических процессов во рту / А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, Н. В. Макаренко, М. К. Макеева, Н. А. Волков. : Актуальные вопросы организации и оказания стоматологической помощи населению Российской Федерации в современных условиях : сборник научных трудов. / под общ. ред. проф. В.Д. Вагнера, - М. – Лакуэр, 2020. – С.58-61.

30. Клиника-экспертная оценка показателей разности электрохимических потенциалов у пациентов пожилого возраста с зубными протезами, изготовленными из разнородных сплавов / О. И. Манин, Л. В. Дубова, О. П. Ромодановский [и др.] : В сборнике: Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Сборник статей. Под редакцией А.И. Авдеева, И.В. Власюка, А.В. Нестерова. – Хабаровск, 2019. – С. 147-149.

31. Клинико-экспертная оценка зубных протезов, изготовленных из разнородных сплавов у пациентов пожилого возраста / О. И. Манин, Л. В. Дубова, П. О. Ромодановский [и др.] // Российская стоматология. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 70-71.

32. Комова, А. А. Дифференциально-диагностические критерии гальваноза полости рта / А. А. Комова // Теоретические и практические вопросы клинической стоматологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 07–08 октября 2021 года / Под редакцией В.В.

Никитенко, В.А. Железняк. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2021. – С. 97-100.

33. Коррозия металлов в полости рта, как фактор развития гальваноза / Д. В. Михальченко, А. В. Жидовинов, Л. Н. Денисенко, С. Г. Головченко, С. В. Матвеев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 43.

34. Круть, А. Г. Изменения потенциометрических показателей у пациентов с брекет-системами в зависимости от длительности пребывания ортодонтического аппарата в полости рта / А. Г. Круть // Современная стоматология. – 2010. – № 4. – С. 148-152.

35. Лебедев, К. А. Очаг патологического токсического действия металлов в организме человека и роль гальванических токов в его возникновении / К. А. Лебедев, И. Д. Понякина // Физиология человека. – 2011. – № 4. – С. 90-97.

36. Лебеденко, И. Ю. Исследование электрохимических потенциалов в полости рта : пособие для врачей-стоматологов : учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей-стоматологов / И. Ю. Лебеденко, О. И. Манин ; Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова,, Кафедра госпитальной ортопедической стоматологии. – Москва : Новик, 2011. – 87 с.

37. Макаренко, Н. В. Гальванический синдром как фактор, отягощающий течение ксеростомии. Меди аль раздел 11. / Н. В. Макаренко, М. Г. Аракелян // Стоматология. – 2017. – Т. 1, № 19. – С. 292.

38. Макаренко, Н. В. Определение электрохимических потенциалов полости рта при различных заболеваниях слизистой оболочки / Н. В. Макаренко.: IV Международный конгресс и выставка «Физиотерапия, лечебная физкультура, реабилитация, спортивная медицина». – Материалы международного конгресса. – Москва, 2018. – С. 68.

39. Макаренко, Н. В. Совершенствование методики определения электрохимических потенциалов металлических конструкций в полости рта / Н. В. Макаренко.: V Международный конгресс «Физиотерапия, лечебная физкультура,

реабилитация, спортивная медицина». – Материалы международной конференции. – Москва, 2019. – С. 27.

40. Макаренко, Н. В. Совершенствование способа определения электрохимических потенциалов в полости рта и его клиническое обоснование: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: 14.01.14 «Стоматология» / Макаренко Николай Валерьевич; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2020. – 24 с.

41. Макаренко, Н. В. Совершенствование способа определения электрохимических потенциалов в полости рта и его клиническое обоснование: специальность 14.01.14 "Стоматология": диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Макаренко Николай Валерьевич; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2021. – 122 с.

42. Мамиконян Р. В. Комплексные лечебно-профилактические мероприятия у лиц с повышенным уровнем гальванических токов полости рта по недопущению возникновения синдрома гальванизма / Р. В. Мамиконян // Вопросы теоретической и клинической медицины. – Ереван. – 2015, – Т. 18, №3 (99). – С.11-14.

43. Манин, О. И. Анализ индивидуального подбора конструкционных материалов у пациентов с отягощенным аллергологическим анамнезом / О. И. Манин, Л. В. Дубова, С. Г. Гиряев // Стоматология. – 2019. – Т. 98, № S1. – С. 91.

44. Манин, О. И. Дифференциальная диагностика симптомов непереносимости к конструкционным материалам зубных протезов и побочных реакций в полости рта от приема препаратов для лечения общесоматической патологии / О. И. Манин, А. М. Мкртумян, С. Г. Гиряев // Стоматология славянских государств: Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции, Белгород, 05–09 ноября 2019 года / Под редакцией А.В. Цимбалистова, Н.А. Авхачевой. – Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2019. – С. 226-228.

45. Манин, О. И. Индивидуальный подбор конструкционных материалов для изготовления зубных протезов у пациентов молодого возраста с отягощенным аллергологическим анамнезом с помощью диагностического комплекса "LIRA - 100BT" / О. И. Манин, Л. В. Дубова, Е. И. Манина // Российская стоматология. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 30-32.

46. Манин, О. И. Клинико-экспертная характеристика непереносимости конструкционных материалов, используемых для изготовления зубных протезов: автореферат диссертации доктора медицинских наук: 3.1.7. Стоматология/ Манин Олег Игоревич; ФГБОУ ВО «Российского университета медицины» Минздрава России. – Москва, 2025. –48 с.

47. Манин, О. И. Сравнительная оценка индивидуальной чувствительности к временным материалам, используемым для изготовления несъемных протезов клиническим способом / О. И. Манин // Ортодонтия. – 2021. – № 2(94). – С. 58-60.

48. Манин, О. И. Сравнительная оценка показателей разности электрохимических потенциалов, полученных с помощью приборов БМП-03 и эксперт-001 / О. И. Манин, А. А. Коломейцев, К. Х. Урусов // Стоматологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 5-6.

49. Манин, О. И. Сравнительный анализ конструкционных материалов, используемых для изготовления временных зубных протезов, у пациентов с аллергической реакцией в анамнезе / О. И. Манин, А. М. Рудакова, М. В. Романенко // Российская стоматология. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 71-72.

50. Михайлова, Е.С. Дифференциальная диагностика непереносимости стоматологических конструкционных материалов: монография / Е.С. Михайлова, А. В. Цимбалистов. – Белгород, 2020. – 176с.

51. Непереносимость стоматологических конструкционных материалов, используемых при изготовлении зубных протезов / Е. И. Манина, Е. Х. Баринов, А. И. Манин, О. И. Манин // Медицинское право: теория и практика. – 2017. – Т. 3, № 1 (5). – С. 298-304.

52. Никитина, Т.В. Биоэлектрические потенциалы полости рта при стоматологических заболеваниях / Т.В. Никитина // – Ташкент: Медицина, 1980. – 115 с.

53. Определение активности гальванических пар металлических конструкций у пациентов с заболеваниями слизистой оболочки полости рта / Волков Н. А., Разумова С. Н., Волков А. Г. и др.: сборник статей научно-практической конференции стоматологов ФМБА России «Актуальные вопросы профилактики и лечения заболеваний полости рта». – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ФГБУЗ КЦС ФМБА России 2024. – С 47-51.

54. Определение электрохимических потенциалов в полости рта как способ диагностики гальванического синдрома, способствующего развитию заболеваний слизистой оболочки / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Head and Neck/Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. – 2018. – № 1. – С. 42-45.

55. Определение электрохимических потенциалов металлических конструкций при различных заболеваниях слизистой оболочки рта / И. Н. Михалева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, Д. А. Маланчук, Н. А. Волков, Г. Е. Аманатиди // Российская стоматология. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 61-62.

56. Особенности клинических проявлений озлокачествления предраковых заболеваний слизистой оболочки рта красной каймы губ / Л. Н. Максимовская, М. Я. Абрамова, Г. Д. Бадалян [и др.] // Dental Forum. – 2018. – № 4. – С. 41.

57. Оценка показателей разности электрохимических потенциалов у пациентов с непереносимостью к материалам зубных протезов с опорой на дентальные имплантаты / Л. В. Дубова, О. И. Манин, М. В. Романенко [и др.] // Актуальные вопросы стоматологии: Сборник научных трудов, посвященный основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2021. – С. 579-582.

58. Оценка рецепторного аппарата при плоском лишае, лейкоплакии и глоссалгии / Л. В. Гришина, И. Б. Иконникова, Е. Р. Горина Е. Р., Е. А. Волков, С. Н. Ермольев // *Стоматология для всех*. – 2015. – № 3. – С. 6-10.

59. Оценка состояния зубных протезов у пациентов пожилого и старческого возраста с явлениями неперносимости / Л. В. Дубова, О. И. Манин, Е. И. Манина [и др.]: В сборнике: Декабрьские чтения по судебной медицине в РУДН: актуальные вопросы судебной медицины и общей патологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.: Российский университет дружбы народов. – 2019. – С. 30-33.

60. Оценка эффективности комплексного лечения пациентов с веррукозной формой лейкоплакии слизистой оболочки рта / О. Ф. Рабинович, И. М. Рабинович, В. А. Семкин, Е. С. Абрамова, К. В. Умарова, Л. П. Агапитова, А. А. Безруков // *Клиническая стоматология*. – 2016. – № 1 (77). – С. 32-35

61. Павленко, А. В. Исследования фактора естественной детоксикации в проблеме металлотоксикоза, обусловленного ортопедическими стоматологическими конструкциями/ А. В. Павленко, А. Ю. Никонов // *Современная стоматология*. – 2011. – № 4 (58). – С. 105.

62. Парунов, В. А. Электрохимическая совместимость *in vitro* образцов зубных протезов из российских стоматологических благородных и титановых сплавов / В. А. Парунов, И. Ю. Лебеденко, Л. А. Фишгойт // *Стоматология для всех*. – 2017. – № 3. – С. 52-56.

63. Патент № 2583938 С1 Российская Федерация, МПК G01N 21/00, А61К 50/00. Способ диагностики плоского лишая, лейкоплакии, глоссалгии и устройство для его осуществления : № 2015110007/15 : заявл. 23.03.2015 : опубл. 10.05.2016 / Е. Р. Горина, А. Ю. Мартиросова, Е. А. Волков, С. Н. Ермольев ; заявитель государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

64. Патент № 2805119 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/487. Способ выявления гальванических пар несъемных металлических конструкций, расположенных во рту : № 2023102006 : заявл. 30.01.2023 : опубл. 11.10.2023 / А. Г. Волков, И. М. Макеева, Н. Ж. Дикопова, А. В. Арзуканян, Г. Е. Аманатиди, Н. А. Волков ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации.

65. Патент на полезную модель № 214859 U1 Российская Федерация, МПК А61В 5/0533, А61В 5/0534, А61С 19/04. устройство для измерения электрохимических потенциалов в полости рта : № 2022118996 : заявл. 12.07.2022 : опубл. 17.11.2022 / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] ; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации.

66. Повышение электрохимических потенциалов как одна из причин возникновения патологических процессов слизистой оболочки рта / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] . : В сборнике: Современная медицина: Новые подходы и актуальные исследования: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Чеченского государственного университета. ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»; Ответственный редактор: М.Р. Нахаев. – 2018. – С. 222-226.

67. Подбор конструкционных материалов для изготовления зубных протезов с помощью диагностического комплекса "LIRA-100" у пациентов с отягощенным аллергическим анамнезом / Е. И. Манина, О. И. Манин, Л. В. Дубова [и др.] // Судебная медицина. – 2018. – Т. 4, № 1. – С. 37.

68. Показатели эндогенных антимикробных пептидов в ротовой жидкости при кандидозе слизистой оболочки рта у пациентов с сахарным диабетом II типа / М. Ф. Кабирова, А. Р. Султаншина, Л. П. Герасимова [и др.] // Институт стоматологии. – 2022. – № 4(97). – С. 68-69.

69. Понякина, И. Д. Механизмы формирования и пути течения гальванических токов в тканях и жидкостях полости рта / И. Д. Понякина, Л. Г. Саган, К. А. Лебедев // *Dental Forum*. – 2011. – № 6. – С. 33.
70. Причины непереносимости съемных протезов / П. А. Гасюк, Д. Д. Киндий, Д. В. Калашников, Е. А. Писпренко // *Вестник проблем биологии и медицины*. – 2011. – Т.1, № 2. – С. 221-222.
71. Профилактика гальваноза полости рта у пациентов с металлическими зубными протезами / Т. Ф. Данилина, А. В. Жидовинов, А. В. Порошин, С. Н. Хвостов С.Н. // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2012. –Т. 19, № 3. – С. 121-122.
72. Профилактика осложнений и особенности протезирования пациентов пожилого возраста / Н. И. Крихели, Г. Б. Маркова, Б. П. Марков, Е. [и др.] // *Российская стоматология*. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 25-26.
73. Профилактика рака слизистой оболочки рта у пациентов с эрозивно-язвенной формой красного плоского лишая / О. М. Васюкова, Л. Н. Максимовская, М. Я. Абрамова [и др.] // *Dental Forum*. – 2018. – № 4. – С. 14.
74. Рабинович, О. Ф. Красный плоский лишай слизистой оболочки рта – клиника, диагностика и лечение: монография / О. Ф. Рабинович, И. М. Рабинович, И. И. Бабиченко. – Москва, 2018. – 80с.
75. Рабинович, О. Ф. Применение фотодинамической терапии у больных с осложненными формами красного плоского лишая слизистой оболочки рта / О. Ф. Рабинович, И. М. Рабинович, Е. С. Абрамова // *Российский биотерапевтический журнал*. – 2018. – Т. 17, № 5. – С. 60-61.
76. Рагулин, А. В. Факторы риска развития гальванического синдрома у лиц с дентальными имплантатами: специальность 3.1.7. "Стоматология": диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Рагулин Арсений Витальевич; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2023. – 119 с.
77. Расширение функциональных возможностей потенциалометров при диагностике гальваноза полости рта / Т. Ф. Данилина, Д. В. Михальченко, А. В.

Жидовинов, А. В. Порошин, С. Н. Хвостов, В. А. Вирабян // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2013. – № 1. – С. 260.

78. Реализация национальной программы онкоскрининга предраковых и онкологических заболеваний слизистой оболочки рта у населения Российской Федерации / Л. Н. Максимовская, М. Я. Абрамова, А. А. Эрк // Стоматология. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 44-47.

79. Рединов, И. С. Критерии непереносимости металлических конструкций в полости рта / И. С. Рединов, С. В. Кожевников // Клиническая стоматология. – 2010. – № 4. – С. 40-41.

80. Результаты частоты обнаружения гальванических пар металлических конструкций при заболеваниях слизистой оболочки рта / А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, Г. Е. Аманатиди, Н. А. Волков [и др.] // Медицинский алфавит. – 2022. – № 7. – С. 27-30.

81. pH слюны и течение гальванических токов в тканях и жидкости полости рта / И. Д. Понякина, К. А. Лебедев, Ю. М. Максимовский, А. В. Митронин, Л. Г. Саган, Н. Н. Саган // Стоматология. – 2009. – № 1. – С. 32-37.

82. Романенко, М. В. Оценка показателей разности электрохимических потенциалов между имплантатами и конструкционными материалами, используемыми для изготовления зубных протезов / М. В. Романенко, А. М. Рудакова, О. И. Манин. : Сборник материалов XLII (42) Итоговой научной конференции молодых ученых МГМСУ имени А.И. Евдокимова, Москва, 01–15 апреля 2020 года / Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва: Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2020. – С. 171-173.

83. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621477 Российская Федерация. Симптомо-комплекс непереносимости конструкционных стоматологических материалов для изготовления зубных

протезов : № 2021621366 : заявл. 23.06.2021 : опубл. 07.07.2021 / Л. В. Дубова, О. И. Манин, Н. В. Романкова, М. С. Соколова. – EDN NFDYDJ.

84. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618575 Российская Федерация. Программа для обеспечения работы аппарата определения электрохимических потенциалов в полости рта: № 2020617843 : заявл. 24.07.2020: опубл. 30.07.2020 / А. Г. Волков, И. М. Макеева, Н. Ж. Дикопова, А. В. Арзуканян, В. Е. Талалаев, Н. В. Макаренко; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

85. Сидорова, А. С. Совершенствование ранней диагностики патологических состояний слизистой оболочки полости рта / А. С. Сидорова, М. А. Бароян // Международный студенческий научный вестник. – 2020. – № 2. – С. 9.

86. Синхронизация показателей местного иммунитета и перекисного окисления липидов полости рта у пациентов с гиперкератозами во время ортодонтического лечения несъемными аппаратами / Л. Ф. Ягафарова, М. Ф. Кабирова, Г. Ф. Минякина [и др.] // Институт стоматологии. – 2023. – № 4(101). – С. 55-57.

87. Сочетание высоких гальванических токов и очага воспаления – основная причина возникновения синдрома гальванизма / К. А. Лебедев, О. О. Янушевич, Н. Б. Журули и др. // Клиническая стоматология – 2013. – Т.4, №68. – С.50-56.

88. Способ определения активности гальванического элемента при гальваническом синдроме и заболеваниях слизистой оболочки рта / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, В.М. Гринин, С.Н. Разумова, Н.А. Волков, Г.Е. Аманатиди Г.Е. // Стоматология. – 2025. – Т. 104, №3. – С. 21-25.

89. Способы определения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту / А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, Г. Е. Аманатиди,

А. В. Арзуканян, Н. А. Волков, И. А. Никольская // Медицинский алфавит. – 2022. – № 22. – С. 27-31.

90. Сравнительная оценка индивидуального подбора благородных и неблагородных сплавов, использующихся для изготовления зубных протезов, у лиц с отягощенным аллергоанамнезом разных возрастных категорий / Л. В. Дубова, О. И. Манин, А. М. Рудакова [и др.] // Актуальные вопросы стоматологии : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману, Казань, 15 февраля 2020 года. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2020. – С. 153-158.

91. Степанов, М. А. Хирургический этап в комплексном лечении пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта / М. А. Степанов, С. В. Тарасенко, Е. А. Морозова // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 76.

92. Тагильцев, Д. И. Оценка совместимости отечественных благородных сплавов для изготовления несъемных зубных протезов в комбинации с бюгельными протезами из сплава на основе золота КАСДЕНТ-Б / Д. И. Тагильцев, О. И. Манин, Г. В. Максимов // Российская стоматология. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 60.

93. Тарасенко, С. В. Хирургическое лечение пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта с использованием высокоинтенсивных лазеров / С. В. Тарасенко, М. А. Степанов, Е. А. Морозова // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 24-31.

94. Тимофеев, А. А. Аллергические пробы на металлы при остеобластомах, эпулидах и радикулярных кистах у больных, имеющих металлические включения в полости рта / А. А. Тимофеев, Н. А. Ушко // Современная стоматология. – 2010. – № 4. – С. 46-99.

95. Тимофеев, А. А. Потенциометрические показатели у пациентов с металлокерамическими зубными протезами, зафиксированными на дентальных имплантатах / А. А. Тимофеев, В. И. Беда, М. А. Ярифа // Современная стоматология. – 2012. – № 2 (5). – С. 21-29.

96. Тимофеев, А. А. Роль гальванического фактора в возникновении отсроченных опухолей челюстей и опухолевидных образований слизистой оболочки альвеолярного отростка / А. А. Тимофеев, Н. А. Ушко // Хирургическая стоматология. – 2008. – № 1. – С. 150-153.

97. Устройство для диагностики гальваноза полости рта / Т. Ф. Данилина, Д. В. Михальченко, А. В. Жидовинов, А. В. Порошин, И. Н. Федулов, С. Н. Хвостов.: Патент на полезную модель RU 127604 U1. – 10.05.2013. – Заявка № 2012142044/14. – 02.10.2012.

98. Частота выявляемости гальванического тока у пользователей металлосодержащими протезами / Б.М. Радзишевский, Д.В. Мартынов, М.С. Гришков, А.В. Курников, А.Г. Зверьяев: Сборник материалов международного научно-практического форума молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2024». – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2024. – С. 342-345.

99. Частота обнаружения гальванических пар металлических конструкций, находящихся во рту, при отсутствии гальванического синдрома и патологических изменений слизистой оболочки рта / А. В. Рагулин, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2023. – Т. 27, № 1. – С. 15-22.

100. Ярифа, М. А. Аллергические реакции на металлы при гальванизме / М. А. Ярифа // Современная стоматология. – 2010. – №3 (20). – С. 138-141.

101. Ярифа, М. А. Сравнительная потенциометрическая характеристика показателей у пациентов с несъемными зубными протезами, изготовленными из металлокерамики и других сплавов металлов / М. А. Ярифа // Современная стоматология. – 2010. – № 4. – С. 131-135.

102. Ящиковский, Н. В. Реакция рецепторного аппарата слизистой оболочки рта на этапах ортопедического лечения / Н. В. Ящиковский, Л. В. Белодед, Г. В. Воложин // Актуальные вопросы стоматологии: Сборник научных трудов, посвященный основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ

профессору Исааку Михайловичу Оксману. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2021. – С. 801-805.

103. A Portable System to Monitor Saliva Conductivity for Dehydration Diagnosis and Kidney Healthcare / Y.P. Lu, J.W. Huang, I.N. Lee [et al.] // *Scientific Reports*. – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 14771.

104. Allergy and Adverse Reactions to Dental Amalgam: An Epidemiological Assessment / P. D. Pigatto, L. Brambilla, S. M. Ferrucci, [et al.] // *Contact Dermat.* – 2010. – № 63. – P. 95.

105. Allergy to Dental Amalgam / Balcheva, V. Panov, A. Krasteva, M. Markova // *J. Med. Dent. Pract.* – 2019. – № 6. – P. 968–974.

106. Al-Salehi, SK. Effects of bleaching on mercury ion release from dental amalgam / SK. Al-Salehi // *J Dent Res.* – 2009. – № 88 (3). – P. 39-43.

107. Amalgam-Contact Hypersensitivity Lesions and Oral Lichen Planus / M.H. Thornhill, M.N. Pemberton, R.K. Simmons, E.D. Theaker // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* - 2003. - Vol. 95. - P. 291-299.

108. Assessing the Potential Association Between Microbes and Corrosion of Intra-Oral Metallic Alloy-Based Dental Appliances Through a Systematic Review of the Literature / U. Gopalakrishnan, AS. Felicita, L. Mahendra, [et al.] // *Front Bioeng Biotechnol.* – 2021. Vol. 9. – P. 631103.

109. Association Between Emotional Stress, Sleep Disturbance, Depression, and Burning Mouth Syndrome / F. Rezazadeh, F. Farahmand, H. Hosseinpour, R. Shahriarirad, A. Sabet Eghlidi // *Biomedical Research International.* - 2021. - Vol. 2021. - Art. ID 5555316.

110. Buchanan, J. Burning mouth syndrome / J. Buchanan, J. Zakizewska J. // *Cein. Evid.* – 2005. – №14. – P. 1685-1690.

111. Burning Mouth Syndrome / KA. Kamala, S. Sankethguddad, SG. Sujith, P. Tantradi // *Indian J Palliat Care.* – 2016. – Vol. 22, № 1. – P. 74-9.

112. Burning mouth syndrome: A review on its diagnostic and therapeutic approach / R. Aravindhan, S. Vidyalakshmi, MS. Kumar, C. Satheesh, AM. Balasubramanium, VS. Prasad // *J Pharm Bioallied Sci.* – 2014. – Vol. 6, № 1. – P. 21-5.

113. Carbon black, titanium dioxide, and talc / IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans // IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. – 2010. – Vol. 93. --P. 1-413.
114. Characteristic changes of saliva and taste in burning mouth syndrome patients / H. Imura, M. Shimada, Y. Yamazaki, K. Sugimoto // Journal of Oral Pathology and Medicine. – 2016. – Vol. 45. – P. 231-236.
115. Choi, JH. Oral health-related quality of life and associated factors in patients with burning mouth syndrome / JH. Choi, MJ. Kim, HS. Kho // J Oral Rehabil. – 2021. – Vol. 48, № 2. – P. 150-159.
116. Chopra, D. Understanding and optimizing the antibacterial functions of anodized nano-engineered titanium implants / D. Chopra, K. Gulati, S. Ivanovski // Acta Biomater. – 2021. – № 127. – P. 80-101.
117. Ciszewski, A. Corrosion by Galvanic Coupling between Amalgam and Different Chromium-Based Alloys / A. Ciszewski, M. Baraniak, M. Urbanek-Brychczyńska // Dent. Mater. – 2007. – № 23. – P. 1256-1261.
118. Clinical and Biochemical Parameters of Patients with Oral Galvanosis / A.V. Tsimbalistov, I.V. Voytiatskaya, I.P. Ryzhova [et al.] // European Journal of Molecular and Clinical Medicine. – 2020. – Vol. 7, № 2. – P. 134-140.
119. Coculescu, E. C. Epidemiological and Etiological Aspects of Burning Mouth Syndrome / E. C. Coculescu, S. Tovar, B. I. Coculescu // J Med Life. – 2014. – Vol. 7, № 3. – P. 305-309.
120. Comparison of Galvanic Currents Generated Between Different Combinations of Orthodontic Brackets and Archwires Using Potentiostat: An In Vitro Study / R.S. Nayak, B. Shafiuddin, A. Pasha, K. Vinay, A. Narayan, S.V. Shetty // Journal of International Oral Health. – 2015. --Vol. 7, № 7. – P. 29-35.
121. Corrosion resistance of coupled sandblasted, large-grit, acid-etched (SLA) and anodized Ti implant surfaces in synthetic saliva. / A. Al Otaibi, EM. Sherif, MQ. Al-Rifaiy, S. Zinelis [et al.] // Clin Exp Dent Res. – 2019. – Vol. 25, № 5 – P. 452-459.

122. Corrosion Resistance of Stainless Steels Intended to Come Into Direct or Prolonged Contact With the Skin / R. Ziegenhagen, L. Reclaru, L.C. Ardelean [et al.] // *Materials*. – 2019. – Vol. 12, № 6. – P. 987.
123. Current status of dental metal allergy in Japan / M. Kitagawa, S. Murakami, Y. Akashi, [et al.] // *Journal of Prosthodontic Research*. – 2019. – Vol. 63, № 3. – P. 309-312.
124. Cytotoxicity and Oxidative Stress Induced by Nickel and Titanium Ions from Dental Alloys on Cells of Gastrointestinal Tract / M. Rincic Mlinaric, K. Durgo, V. Katic, S. Spalj // *Toxicology and Applied Pharmacology*. – 2019. – Vol. 383. – Art. No. 114784.
125. Direct Current Electrical Fields Induce Apoptosis in Oral Mucosa Cancer Cells by NADPH Oxidase-Derived Reactive Oxygen Species / M. Wartenberg, N. Wirtz, A. Grob [et al.] // *Bioelectromagnetics*. – 2008. – Vol. 29. – P. 47-54.
126. Distribution of Metal Compounds in the Tissues of the Root of the Tooth with Apex-Foreses (Iontophoresis of Copper and Silver) / A.G. Volkov, N.H. Dikopova, A.V. Arzukanyan [et al.] // *New Armenian Medical Journal*. – 2021. – Vol. 15, № 1. – P. 59-66.
127. Effect of a Homemade Salivary Substitute Prepared Using Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Flower and Flax (*Linum usitatissimum* L.) Seed to Relieve Primary Burning Mouth Syndrome: A Preliminary Report / J. Aitken-Saavedra, SB. Chaves Tarquinio, WL. De Oliveira da Rosa [et al.] // *J Altern Complement Med*. – 2020. – Vol. 26, № 9. – P. 799-806.
128. Effects of the Interaction of TiO₂ Nanoparticles With Bisphenol A on Their Physicochemical Properties and In Vitro Toxicity / D. Zheng, N. Wang, X. Wang [et al.] // *Journal of Hazardous Materials*. – 2012. – Vol. 199-200. – P. 426-432.
129. Electrochemical Behaviour and Galvanic Effects of Titanium Implants Coupled to Metallic Suprastructures in Artificial Saliva / A. Mellado-Valero, A.I. Muñoz, V.G. Pina, M.F. Sola-Ruiz // *Materials*. – 2018. – Vol. 11. – P. 171.
130. Electrochemical corrosion of titanium and titanium-based alloys / C. Kuphasuk, Y. Oshida, CJ. Andres, S.T. Hovijitra, M.T. Barco, D.T. Brown // *J Prosthet Dent*. – 2001. – Vol. 85, № 2. – P. 195-202.

131. Electrochemical studies on the stability and corrosion resistance of titanium-based implant materials / M. Aziz-Kerrzo, K. G. Conroy, A. M. Fenelon, S. T. Farrell, C. B. Breslin // *Biomaterials*. – 2001. – № 22 (12). – P. 1531-9. PMID: 11374452
132. Evaluation of laser therapy and alpha-lipoic acid for the treatment of burning mouth syndrome: a randomized clinical trial / NG. Barbosa, AKG. Gonzaga, LL. de Sena Fernandes [et al.] // *Lasers Med Sci*. – 2018. – Vol. 33, № 6. – P. 1255-1262.
133. Evaluation of salivary function in patients with burning mouth syndrome / Y.C. Lee, I.K. Hong, S.Y. Na, Y.G. Eun // *Oral Dis*. – 2015. – Vol. 21, № 3. – P. 308-13.
134. Functional Coatings for Orthodontic Archwires-A Review / J. Băcela, MB. Łabowska, J. Detyna [et al.] // *Materials (Basel)*. – 2020. – Vol.13, № 15. – P.3257.
135. Galvanic Corrosion Behavior of Orthodontic Archwire Alloys Coupled to Bracket Alloys / M. Iijima, K. Endo, T. Yuasa, [et al.] // *Angle Orthodontist*. – 2006. – Vol. 76. – P. 705-711.
136. Galvanic Corrosion of Ti Dental Implants Coupled to CoCrMo Prosthetic Component / F.M.S. Soares, C.N. Elias, E.S. Monteiro, M.E.R. Coimbra, A.I.C. Santana // *International Journal of Biomaterials*. – 2021. – Vol. 2021. – Art. No. 1313343.
137. Galvanic Coupling of Steel and Gold Alloy Lingual Brackets With Orthodontic Wires: Is Corrosion a Concern? / G. Polychronis, Y.S. Al Jabbari, T. Eliades [et al.] // *Angle Orthodontist*. – 2018. – Vol. 88, № 4. – P. 450-457.
138. Immune Markers in Oral Discomfort Patients Before and After Elimination of Oral Galvanism / S. Podzimek, M. Tomka, P. Sommerova, Y. Lyuya-Mi, J. Bartova, J. Prochazkova // *Neuroendocrinology Letters*. – 2013. – Vol. 34, № 8. – P. 802-808.
139. In Vivo Effects of Dental Casting Alloys / Z. Venclíková, O. Benada, J. Bártová [et al.] // *Neuroendocrinology Letters*. – 2006. – Vol. 27, № 1. – P. 61-68.
140. Induction of apoptosis and up-regulation of cellular proliferation in oral leukoplakia cell lines inside electric field / A.L. Korraah, M. Odenthal, M. Kopp, [et al.] // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. – 2012. – № 113(5). – P. 644-54.
141. Influence of Commercial Mouthwashes on Corrosion Behaviour of Dental Alloy / D. Pupim, R.F. Peixoto, A.P. Macedo [et al.] // *Materials Research*. – 2022. – Vol. 25. – P. 45-47.

142. Influence of Galvanic Currents and Voltage on Proliferation Activity of Lymphocytes and Expression of Cell Surface Molecules / S. Podzimek, K. Hana, M. Miksovsky, L. Ponek, P. Matucha, M. Meloun, J. Prochazkova // *Folia Biologica (Praha)*. – 2008. – Vol. 54, № 5. – P. 146-150.
143. Influence of Recasting Different Types of Dental Alloys on Gingival Fibroblast Cytotoxicity / P. Imirzalioglu, E. Alaaddinoglu, Z. Yilmaz, B. Oduncuoglu, B. J. Yilmaz // *Journal of Prosthetic Dentistry*. – 2012. – Vol. 107. – P. 24-33.
144. Initial investigation of the corrosion stability of craniofacial implants / T. Beline, AJ. Vechiato Filho, AG. Wee [et al.] // *J Prosthet Dent*. – 2018. – Vol. 119, № 1. – P. 185-54.
145. Jennrich, P. Europarat ruft dazu auf, die Umweltbelastung durch Schwermetalle zu reduzieren / P. Jennrich // *COMED*. – 2011. – № 1. – P. 5-170.
146. Kalicanin, B. Influence of saliva medium on freeing heavy metal ion from fixed dentures / B. Kalicanin, Z. Ajdukovic // *Science of the Total Environment*. – 2008. – Vol. 397. – № 1-3. – P. 41-45.
147. Karnam, S. K. Comparison of Metal Ion Release from Different Bracket Archwire Combinations: An in Vitro Study / S. K. Karnam, A. N. Reddy, C. M. Manjith // *Journal of Contemporary Dental Practice*. – 2012. – Vol. 13. – P. 376-381.
148. Kim, M. J. Comparison between burning mouth syndrome patients with and without psychological problems / M. J. Kim, J. Kim, H. S. Kho // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 47. – P. 879-887.
149. Maltsman-Tseikhin, A. Burning Mouth Syndrome: Will Better Understanding Yield Better Management? / A. Maltsman-Tseikhin, P. Moricca, D. Niv // *Pain Pract*. – 2007. – № 7. – P. 151-162.
150. Martin, M.D. Oral Lichen Planus and Dental Materials: A Case-Control Study / M.D. Martin, S. Broughton, M. Drangsholt, M. // *Contact Dermat*. – 2003. – № 48. – P. 331-336.
151. Minimization of Adverse Effects Associated with Dental Alloys / M. Arakelyan, G. Spagnuolo, F. Iaculli F, [et al.] // *Materials (Basel)*. – 2022. – Vol.15, № 21. – 7476. doi: 10.3390/ma15217476

152. New Setup for Simulating the Corrosion Behavior of Orthodontic Wires / P. Papaioannou, M. Sütel, K. Hüsker, WD. Müller, [et al.] // *Materials (Basel)*. – 2021. – Vol. 14, №. 13. – P. 3758.
153. Nickel Allergy and Orthodontics: A Review and Report of Two Cases / J. Noble, S.I. Ahing, N.E. Karaiskos, W.A. Wiltshire // *British Dental Journal*. – 2008. – Vol. 204. – P. 297-300.
154. Nickel: Human Health and Environmental Toxicology / G. Genchi, A. Carocci, G. Lauria, M.S. Sinicropi, A. Catalano // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2020. – № 17. – P. 679.
155. Noubissi, S. A Literature Review Study on Atomic Ions Dissolution of Titanium and Its Alloys in Implant Dentistry / S. Noubissi, A. Scarano, S. Gupta // *Materials (Basel)*. – 2019. – Vol. 12, № 3. – P. 368.
156. Novel 3D printing-based probe for impedance spectroscopic examination of oral mucosa: design and preliminary testing with phantom models / S. Emran, K. Laitinen, R. Lappalainen [et al.] // *J Med Eng Technol*. – 2020. – Vol. 44, № 8. – P. 517-526.
157. Oh, K. T. Electrochemical Properties of Suprastructures Galvanically Coupled to a Titanium Implant / K. T. Oh, K. N. Kim // *J. Biomed. Mater. Res. Part B Appl. Biomater*. – 2004. – № 70. – P. 318-331.
158. Okazaki, Y. Characterization of Oxide Film of Implantable Metals by Electrochemical Impedance Spectroscopy / Y. Okazaki // *Materials (Basel)*. – 2019. – Vol. 12, № 21. – P.3466.
159. Oral burning symptoms and burning mouth syndrome-significance of different variables in 15 o patients / Vlaho Bailo, Vueiae. Vanja, Bores. Viae-Bores, [et al.] // *Med Oral Patol Oral Ciz Bucal*. – 2006. – № 11. – P. 252-5.
160. Orthodontists' Preference on Type of Rigid Fixed Functional Appliance for Skeletal Class II Correction: A Survey Study / S. Borghei, J. Broadbent, R. Stevens, K. Chaudhry, K. Subramani // *J. Clin. Exp. Dent*. – 2020. – № 12. – e958–e963. DOI: 10.4317/jced.
161. Oxidative damage and OGG1 expression induced by a combined effect of titanium dioxide nanoparticles and lead acetate in human hepatocytes / H. Du, X. Zhu, C.

Fan, S. Xu, Y. Wang, Y. Zhou // *Environmental Toxicology*. – 2012. – Vol. 27, № 10. – P. 590-597.

162. Oxidative Stress and Oral Mucosal Diseases: An Overview / N. Sardaro, F. Della Vella, M.A. Incalza [et al.] // *In Vivo*. – 2019. – Vol. 33. – P. 289-296.

163. Quade, BN. The therapeutic importance of acid-base balance /B.N. Quade, M.D. Parker // *Biochem Pharmacol*. – 2021. – №183. – P. 45-47.

164. Raap, U. Contact Allergy to Dental Materials / U. Raap, M. Stiesch, A. Kapp // *JDDG J. Dtsch. Dermatol. Ges.* – 2012. – № 10. – P. 391-396.

165. Reconceptualization of Glossalgia Issue, Solution Approaches / A. V. Yumashev, I. M. Makeeva, A. G. Volkov, [et al.] // *American Journal of Applied Sciences*. – 2016. – Vol. 13, No. 11. – P. 1245-1254.

166. Reduction of Escherichia Coli Using Metal Plates with the Influence of Applied Low Current and Physical Barrier of Filter Layers / M. Versoza, W. Jung, M.L. Barabad [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Vol. 16, № 20. – P. 3887.

167. Release of Metal Ions from Orthodontic Appliances: An In Vitro Study / M. Mikulewicz, K. Chojnacka, B. Wozniak, P. Downarowicz // *Biological Trace Element Research*. – 2012. – Vol. 146, № 2. – P. 272-280.

168. Renton, T. Burning Mouth Syndrome / T. Renton // *Rev Pain*. – 2011. – Vol.5, № 4. – P. 12-7.

169. Salivary characteristics may be associated with burning mouth syndrome? // J. Aitken-Saavedra, SB. Tarquinio, WO. da Rosa AP. Gomes [et al.] // *J Clin Exp Dent*. – 2021. – Vol. 13, № 6. – P. 542-548.

170. Social Context of Burning Mouth Syndrome: An Exploratory Pilot Study of Stigma, Discrimination, and Pain / V.A. Mathur, J.S. Payano Sosa, M.L. Keaser [et al.] // *Pain Medicine*. – 2023. – Vol. 24, № 11. – P. 1213-1218.

171. Sutow, E. J. Corrosion Potential Variation of Aged Dental Amalgam Restorations over Time / E. J. Sutow, W. A. Maillet, G. C. Hall // *Dent. Mater*. – 2006. – № 22. – P. 325-329.

172. Taher, N. M. Galvanic Corrosion Behavior of Implant Suprastructure Dental Alloys / N. M. Taher, A. S. Al Jabab // *Dent. Mater.* – 2003. – № 19. – P. 54-59.
173. Tahmasbi, S. Ion Release and Galvanic Corrosion of Different Orthodontic Brackets and Wires in Artificial Saliva / S. Tahmasbi, T. Sheikh, YB. Hemmati // *J Contemp Dent Pract.* – 2017. – Vol.18. – № 3. – P. 222-227.
174. Teruel, A. Burning mouth syndrome: a review of etiology, diagnosis, and management / A. Teruel, S. Patel // *Gen Dent.* – 2019. – Vol. 67, № 2. – P. 24-29.
175. The prevalence of burning mouth syndrome: a population-based study / J.J. Kohorst, A.J. Bruce, R.R. Torgerson, L.A. Schenck, MDP. Davis // *Br J Dermatol.* – 2015. – Vol. 172, № 6. – P. 1654-1656.
176. The reactions of lipid's free radical oxidation, hemocoagulant properties of oral fluid in patients with galvanic currents in the mouth / YI. Sylenko, TV. Perepelova, MV. Khrebor, BY. Sylenko, OA. Pysarenko // *Wiad Lek.* – 2018. – Vol.71, № 4. – P. 879-882.
177. The study of the electrochemical potentials of metal structures in the oral cavity in diseases of the oral mucosa / N. Zh. Dikopova, A. G. Volkov, M. G. Arakelyan, [et al.] // *The New Armenian medical Journal.* – 2020. – Vol. 14, № 1. – P.54-58.
178. Titanium and Zirconium Release From Titanium- and Zirconia Implants in Mini Pig Maxillae and Their Toxicity In Vitro / X. He, F.X. Reichl, S. Milz [et al.] // *Dental Materials.* – 2020. – Vol. 36, № 3. – P. 402-412.
179. Trends in Dental Implant Use in the U.S. 1999–2016, and Projections to 2026 / H. W. Elani, J. R. Starr, J. D. Da Silva, G. O. Gallucci // *Journal of Dental Research.* – 2018. – Vol. 97. – P. 1424-1430.
180. Unmet Diagnostic Needs in Contact Oral Mucosal Allergies / P.L. Minciullo, G. Paolino, M. Vacca, S. Gangemi, E. Nettis // *Clinical and Molecular Allergy.* – 2016. – Vol. 14. – P. 10.
181. Vanadium Ionic Species from Degradation of Ti-6Al-4V Metallic Implants: In Vitro Cytotoxicity and Speciation Evaluation / B. C. Costa, C. K. Tokuhara, L. A. Rocha, L. A., [et al.] // *J. Mater. Sci. Eng. C.* – 2019. – № 96. – P. 730-739.

182. Wear and Corrosion Interactions at the Titanium/Zirconia Interface: Dental Implant Application / C.L. Sikora, M.F. Alfaro, J.C.C. Yuan [et al.] // Journal of Prosthodontics. – 2018. – Vol. 27. – P. 842-852.

183. Yamanaka, S. Metal allergy and its screening methods associated with dental practice / S. Yamanaka // Dentistry in Japan. – 2002. – P. 187-194.

184. Zakrzewska, J. Burning Mouth Syndrome / J. Zakrzewska, J.A.G. Buchanan // BMJ Clin Evid. – 2016. – № 7. – P. 1301.