

*На правах рукописи*



**Волков Николай Александрович**

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

3.1.7. Стоматология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

**Научный руководитель:**

доктор медицинский наук, профессор

**Разумова Светлана Николаевна**

**Официальные оппоненты:**

**Дубова Любовь Валерьевна** – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Научно-образовательный институт стоматологии им. А.И. Евдокимова, кафедра ортопедической стоматологии, заведующая кафедрой

**Олесов Егор Евгеньевич** – доктор медицинских наук, профессора, Академия постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», кафедра клинической стоматологии и имплантологии, заведующий кафедрой

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «20» ноября 2025 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.36 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая д. 8, стр. 2

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной учебной библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат медицинских наук, доцент



**Дикопова Наталья Жоржевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### 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. (Макеева И.М. и др, 2023).

Наличие в полости рта металлических конструкций, изготовленных из разнородных металлов, имеющих разные электрохимические потенциалы, является причиной появления гальванического элемента, роль электролита в котором отводится десневой и ротовой 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 (Макеева И.М. и др, 2018). 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 (Васюкова О.М., Максимовская Л.Н., Абрамова М.Я. и др, 2018). Нередко развиваются предраковые формы заболеваний, такие как эрозивно-язвенная и гиперкератотическая формы красного плоского лишая, веррукозная форма лейкоплакии, ограниченный гиперкератоз и т.д. (Данилина Т.Ф. и др, 2020).

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 (Волков А.Г. и др, 2022).

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. (Гиряев С.Г. и др., 2021; Макаренко Н.В., Аракелян М.Г., 2017).

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 (Dikorova N.Zh. et al., 2020).

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 (Дубова Л.В. и др, 2021).

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 (Рагулин А.В. и др, 2023).

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 отличие 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.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Было проведено обследование 300 пациентов как с наличием, так и без наличия гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта. У всех пациентов во рту было не менее двух конструкций, содержащих металлы и их сплавы. При этом, с момента появления в полости рта последней конструкции прошло не менее одного года. Возраст пациентов находился в диапазоне от 32 до 86 лет и составил в среднем  $58,3 \pm 6,38$  лет. Количество мужчин составило 39,3%, женщин – 60,7%.

Исследование включало 2а этапа: 1 этап был посвящен уточнению 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. На втором этапе определяли активность гальванических пар металлических конструкций в полости рта как у пациентов с наличием, так и без наличия гальванического синдрома и заболеваний слизистой оболочки рта.

На первом этапе было проведено определение электрохимических потенциалов металлических конструкций у 200 пациентов, не имевших признаков развития заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта. Данное исследование проводили согласно, полученного нами патента на полезную модель «Устройство для измерения электрохимических потенциалов в полости рта» (Патент на полезную модель № 214859 U1 Российская Федерация, МПК А61В 5/0533, А61В 5/0534, А61С 19/04). Для проведения исследования использовали мультиметр Fluke 115 (фирма «Fluke Corporation», США), внесенный в Госреестр измерительной аппаратуры, регистрационный номер №42446-09). Пассивным электродом сравнения являлся ЭХП-1(ООО "НПК Элимед", Россия), регистрационное удостоверение № ФСЗ 2012/11643, который располагали на запястье руки. Такое расположение электродов не только является более комфортным для врача и пациента, но и дает возможность точнее измерить потенциалы, так как при расположении электрода сравнения на руке нивелируется роль расстояния между электродами и увлажненности слизистой оболочки рта в момент исследования. В качестве активного электрода использовали электрод, изготовленный из золота 999 пробы, которым последовательно прикасались к исследуемым конструкциям и фиксировали электрохимический потенциал каждой конструкции в мВ. Использование электрода, изготовленного из благородного металла, исключает возможность химического взаимодействия электрода с исследуемой конструкцией, десневой и ротовой жидкостями, что значительно повышает точность измерений.

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

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 сформирована из пациентов, которые проходили обследование на первом этапе исследования. У этих пациентов была обнаружены гальванические пары металлических конструкций. 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, что составило 42% от общего количества больных этой группы, был поставлен диагноз красный плоский лишай. При этом наблюдались следующие формы заболевания: – эрозивно-язвенная – 11; экссудативно-гиперемическая – 9; гиперкератотическая – 1 пациент. 17 больным, что составило 34%, был поставлен диагноз веррукозная форма лейкоплакии; 12 пациентам, что составило 24%, был поставлен диагноз ограниченный гиперкератоз слизистой оболочки рта. У 18% больных третьей группы заболевания слизистой оболочки рта протекали на фоне гальванического синдрома, а у абсолютного большинства пациентов этой группы (82%) заболевания слизистой оболочки рта не сопровождалась жалобами, характерными для раздражения слизистой оболочки рта гальваническим током.

Активность выявленных гальванических пар в исследуемых группах 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.

Водородные показатели измеряли с помощью индикаторных полосок высокой точности и контрастности, pHSCAN 5.4-10.0 (Россия). Индикаторную полоску помещали в десневую борозду, содержащую десневую жидкость возле металлической конструкции, на 1-2 с. Через 5 с после смачивания, индикаторную полоску, изменившую свой цвет, сравнивали с измерительной шкалой и регистрировали водородный показатель. После взаимодействия с десневой жидкостью возле металлической конструкции, являющейся анодом, изменение цвета индикаторной полоски свидетельствовало о смещении водородного показателя в кислую сторону. После взаимодействия с десневой жидкостью возле металлической конструкции, являющейся катодом, изменение цвета индикаторной полоски свидетельствовало о смещении водородного показателя в щелочную сторону.

Гальваническую пару считали активной в том случае, если разность водородных показателей была 0,6 и выше.

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 ( $\sigma$ ), производили корреляционный анализ. Результаты оценивали, как достоверные, при значениях  $p < 0,05$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Результаты I этапа исследования показали, что при обследовании 200 пациентов, не имевших признаков развития заболеваний, обусловленных электрогальваническими процессами в полости рта, у 30,5% были обнаружены металлические конструкции с большой разностью электрохимических потенциалов, т.е. такие металлические конструкции можно было признать гальванической парой. Среднее значение разности электрохимических

потенциалов металлических конструкций составило  $131 \pm 25,3$  мВ. Мы провели анализ частоты обнаружения гальванических пар у пациентов с разным количеством металлических конструкций в полости рта, которые были разделены на три группы. В первой группе пациентов, имевших во рту от двух до четырех конструкций, у 25% пациентов были обнаружены гальванические пары. Во второй группе пациентов, имевших во рту от пяти до семи конструкций, у 31% были выявлены гальванические пары. В третьей группе пациентов, имевших во рту от восьми и более конструкций, гальванические пары были обнаружены у 40,5% пациентов. Таким образом, частота выявления гальванических пар металлических конструкций находится в прямой зависимости от количества металлических конструкций, расположенных во рту. С увеличением количества металлических конструкций наблюдается тенденция к увеличению средних значений разности электрохимических потенциалов в гальванических парах, в диапазоне от  $115,2 \pm 31,4$  до  $139,8 \pm 41,2$  мВ ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, результаты I этапа диссертационного исследования показали, что при отсутствии жалоб, характерных для гальванического синдрома и патологических изменений слизистой оболочки рта, почти у одной трети (1/3) (30,5%) пациентов обнаруживаются металлические конструкции с большой разностью потенциалов. Это позволило нам выдвинуть гипотезу, что у данных пациентов могли отсутствовать электрогальванические процессы в полости рта, т.е. гальваническая пара находилась в пассивном состоянии.

Как известно, раздражающим действием обладает электрический ток. По закону Ома, сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению. 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 большим, электрический ток будет очень маленьким или не возникнет вовсе.

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. В нашем случае в роли электродов выступают металлические конструкции, составляющие гальваническую пару.

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. К катоду устремляются катионы, например, ионы натрия. При этом, на катоде восстанавливаются не металл, а водород, так как потенциал водорода намного больше потенциалов катионов, присутствующих в растворе. В результате восстановления водорода ( $H_2$ ), в приэлектродном пространстве, т.е. в жидкости десневой борозды, создается избыток  $OH^-$  ионов, а водородный показатель смещается в щелочную сторону.

Электрохимические процессы, происходящие у анода, зависят от концентрации ионов хлора в растворе. В слабо концентрированных растворах, к которым относится десневая жидкость, электролиз происходит без разряжения хлорид-ионов, а разлагается вода с выделением кислорода и накоплением ионов водорода (соляная кислота), что изменяет водородный показатель десневой жидкости (pH) в кислую сторону.

Таким образом, активность гальванической пары можно оценить, измерив водородные показатели жидкости десневой борозды возле металлических конструкций, составляющих гальваническую пару. При этом, разность водородных показателей будет свидетельствовать об интенсивности электрохимических процессов, происходящих на электродах, составляющих гальваническую пару. Чем выше разность водородных показателей, тем большей электрохимической активностью обладает гальваническая пара.

В случае пассивации электродов электрохимические процессы будут слишком замедлены или отсутствовать, и водородные показатели будут мало отличаться друг от друга.

На II этапе исследования определяли активность выявленных гальванических пар металлических конструкций у пациентов трех исследуемых групп. В первой группе разность электрохимических потенциалов конструкций в гальванической паре была  $129 \pm 24,7$  мВ, во второй группе составила  $- 138 \pm 35,3$  мВ, в третьей группе составила  $135 \pm 19,8$  мВ (Рисунок 1).

**мВ**

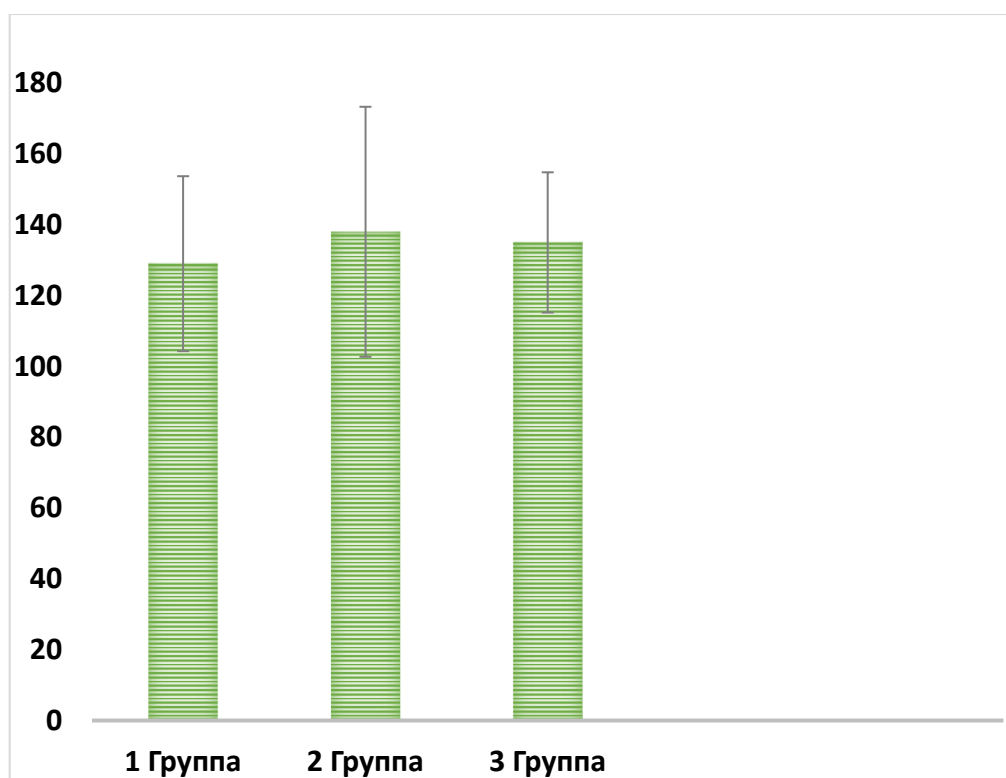


Рисунок 1 – Разность электрохимических потенциалов в гальванических парах трех исследуемых групп

При этом, статистически достоверных отличий разности потенциалов в исследуемых группах не отмечалось ( $p > 0,05$ ). Таким образом, во всех исследуемых группах в полости рта были обнаружены металлические конструкции, изготовленные из разнородных металлов, составлявших гальваническую пару.

В результате определения активности гальванических пар металлических конструкций было установлено, что в первой группе, которую составили 50

человек не имевших жалоб, характерных для гальванического синдрома, и каких-либо клинических проявлений заболеваний слизистой оболочки рта, у 92% пациентов гальванические пары находились в неактивном состоянии. Об этом свидетельствовало отсутствие достоверной разницы водородных показателей десневой жидкости возле пар металлических конструкций. Возле конструкций, являвшихся катодом, значения водородного показателя составили  $6,9 \pm 0,35$ , а возле конструкций, являвшихся анодом,  $- 6,6 \pm 0,26$  ( $p > 0,05$ ). Лишь у 8% пациентов первой группы была обнаружена существенная разница водородных показателей жидкости десневой борозды. Возле конструкций, являвшихся катодом, значения водородного показателя составили  $7,5 \pm 0,37$ , а возле конструкций, являвшихся анодом,  $- 6,4 \pm 0,29$  ( $p < 0,05$ ).

У 88% пациентов второй группы, которую составили больные с жалобами, характерными для гальванического синдрома, но не имевших видимых патологических изменений слизистой оболочки, были обнаружены гальванические пары, находящиеся в активном состоянии. У этих больных водородные показатели десневой жидкости возле металлических конструкций имели значительные достоверные отличия. Водородный показатель возле конструкций, являвшихся катодом, был смещен в щелочную сторону и составил  $7,9 \pm 0,42$ , а возле конструкций, являвшихся анодом, – в кислую и составил  $6,3 \pm 0,31$  ( $p < 0,05$ ). При этом, у 12% больных второй группы достоверной разницы водородных показателей десневой жидкости возле металлических конструкций, выявлено не было. Водородный показатель возле предполагаемого анода составлял  $6,5 \pm 0,21$ , у катода  $- 6,9 \pm 0,43$  ( $p > 0,05$ ).

В третьей группе, где у пациентов имелись заболевания слизистой оболочки рта, у 86% пациентов при сравнении водородных показателей десневой жидкости была обнаружена существенная, статистически достоверная разница значений pH, полученных возле металлических конструкций, составлявших гальваническую пару. Значения водородных показателей возле катода составили  $7,8 \pm 0,29$ , а возле анода  $6,3 \pm 0,22$  ( $p < 0,05$ ). У 14% больных третьей группы разность водородных

показателей десневой жидкости возле конструкций, не превышало 0,5 единиц измерения и составило возле катода  $7,0 \pm 0,28$ , возле анода –  $6,6 \pm 0,31$ .

Следует отметить, что у абсолютного большинства пациентов третьей группы 79,1% несмотря на то, что гальванический элемент находился в активном состоянии, жалобы, характерные для гальванического синдрома, отсутствовали. Результаты наших исследований говорят о том, что при оценке наличия или отсутствия постоянного электрического тока в полости рта нельзя ориентироваться только на ощущения пациентов.

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.

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 2)

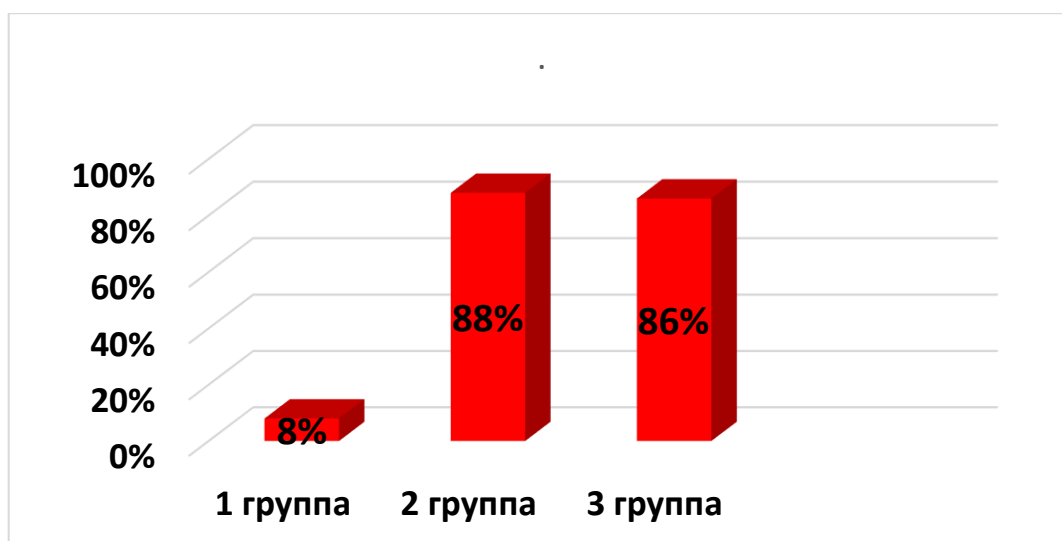


Рисунок 2 – Процент пациентов в группах с активными гальваническими парами

Полученные результаты 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.

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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Волков, А. Г. 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.
2. Волков, А.Г. 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.А. Никольская, Д.А. Еремин, О.Ю. Гусева, Ж.А. Турсуматов, Л.В. Побожьева, Ю.В. Шевелюк // **Медицинский алфавит**. – 2022. – № 7. – С. 27-30. – DOI 10.33667/2078-5631-2022-7-27-30.
3. **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 / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова, А.В. Арзуканян, Т.В. Будина, В.Е. Талалаев, **Н.А. Волков**, Г.Е. Аманатиди, Ю.О. Парамонов, И.А. Парамонова; патентообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации(Сеченовский Университет) – 2022118996, заявл. 12. 07. 2022, **опубл. 17.11. 2022, Бюл. №32**
4. Волков, А.Г. 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. – DOI 10.33667/2078-5631-2022-22-27-31.
5. Михалева, И. Н. 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.

**6. Патент на изобретение № 2805119 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/487.** Способ выявления гальванических пар несъемных металлических конструкций, расположенных во рту / 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 (Сеченовский Университет) – 2023102006, заявл. 30.01.2023, **опубл. 11.10.2023, Бюл. №29**

7. Макеева, И. М. 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.С. Копецкий, И.А. Никольская, А.В. Арзуканян – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2023. – 64 с.

8. 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.

9. Волков, Н.А. 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. <https://doi.org/10.36377/ET-0023>

10. **Волков, Н. А.** Определение активности гальванических пар металлических конструкций у пациентов с заболеваниями слизистой оболочки полости рта / Н.А. Волков, С.Н. Разумова, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, Едрис Алин, Г.Е. Аманатиди : 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.

11. Волков, А.Г. 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. – <https://doi.org/10.17116/stomat202510403121> [**Scopus**]