

Способы определения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту

А. Г. Волков¹, Н. Ж. Дикопова¹, Г. Е. Аманатиди², А. В. Арзуканян¹, Н. А. Волков³, И. А. Никольская⁴

¹ ФГБОУ ВО «Первый МГМУ имени И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет)

² ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России

³ ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» Минздрава РФ

⁴ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Электрогальванические явления в полости рта связаны с присутствием во рту металлических конструкций и включений из разнородных металлов (коронки, имплантаты, вкладки, штифты). Эти явления могут возникнуть у подавляющего большинства пациентов стоматолога. В обзорной статье приведен анализ литературных сведений, посвященных гальваническим процессам в полости рта, способам их диагностики, также затронуты вопросы терминологии при описании гальванических процессов в полости рта. Способы определения электрохимических потенциалов металлических конструкций и включений, находящихся во рту и их диагностическая ценность рассматриваются в сравнительном ключе с точки зрения теоретических и физических аспектов их преимуществ и недостатков для практического использования в клинике. Обоснована необходимость разработки унифицированной методики определения электрохимических потенциалов металлических конструкций и включений, находящихся в полости рта, ее теоретической базы и клинической апробации с целью повышения эффективности диагностики у пациентов стоматологического профиля гальванического синдрома.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электрохимический потенциал, гальванические пары, металлические конструкции, диагностика гальванического синдрома.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-25-00796).

Methods of determining the electrochemical potentials of metal structures in the oral cavity

A. G. Volkov¹, N. Zh. Dikopova¹, G. E. Amanatidi², A. V. Arzukanyan¹, N. A. Volkov³, I. A. Nikolskaya⁴

¹ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

² Central research Institute of dentistry and maxillofacial surgery Ministry of health of Russia, Moscow, Russian Federation

³ Federal State Budgetary Educational Institution of High Education «A. I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry» of the Ministry of Healthcare of Russian Federation

⁴ Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University)

SUMMARY

Galvanic phenomena in the oral cavity are associated with the presence in the oral cavity of metal structures and inclusions of dissimilar metals (crowns, implants, inlays, pins). These phenomena can occur in the vast majority of dental patients. The review article analyzes the literature on galvanic processes in the oral cavity, methods for their diagnosis, and also touches upon the issues of terminology in describing galvanic processes in the oral cavity. Methods for determining the electrochemical potentials of metal structures and inclusions in the mouth and their diagnostic value are considered in a comparative manner in terms of theoretical and physical aspects of their advantages and disadvantages for practical use in the clinic. The necessity of developing a unified method for determining the electrochemical potentials of metal structures and inclusions located in the oral cavity, its theoretical basis and clinical approbation in order to improve the efficiency of diagnosis of galvanic syndrome in patients with a dental profile is substantiated.

KEY WORDS: electrochemical potential, galvanic pairs, metal structures, diagnostics of galvanic syndrome.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

FUNDING. This work was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project No. 22-25-00796).

Введение

Современная стоматология характеризуется широким использованием металлических конструкций, изготовленных из различных металлов и их сплавов. К таким конструкциям можно отнести несъемные и съемные зубные протезы, имплантаты, штифты, вкладки и т. д. Металлические конструкции, расположенные во рту, находятся в агрессивной среде и постоянно подвергаются активным физическим и химическим воздействиям, что может приводить к химической и электрохимической коррозии металлов и их сплавов. Смешанная слюна полости рта при этом выполняет роль электролита [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Электрогальванические явления в полости рта

связаны с присутствием во рту металлических конструкций и включений из разнородных металлов (коронки, имплантаты, вкладки, штифты) – т. е. эти явления могут проявиться у большей части пациентов стоматологических клиник. В растворе электролита между металлическими конструкциями, изготовленными из металлов с разными электрохимическими потенциалами, начинает протекать постоянный электрический ток. В роли электролита во рту выступает слюна. При этом, величина гальванического тока находится в прямой зависимости от разности электрохимических потенциалов металлических конструкций и включений [9, 10]. Металлические конструкции, изготовленные из металлов с разными

электрохимическими потенциалами, образуют гальванический элемент или, так называемую, «гальваническую пару». На металле конструкции, которая будет являться анодом протекают химические реакции окисления, а на металле конструкции, которая является катодом – реакция восстановления.

Электрический ток, возникающий между двумя металлическими конструкциями, расположенными в полости рта, и имеющими разные электрохимические потенциалы может протекать по слюне, по поверхности слизистой оболочки рта, а также растекаться по органам и тканям полости рта и всего организма в целом. Особенностью распространения электрического тока является то, что все эти процессы происходят одновременно [11].

Определить и достоверно измерить постоянный электрический ток, который появляется в полости рта, при наличии металлических конструкций и включений с разными электрохимическими потенциалами, прямым измерением силы тока практически невозможно, в связи с существенными погрешностями, обусловленными токами утечки, из-за объемного распределения гальванического тока в мягких тканях. Судить о возможности появления постоянного электрического тока в полости рта, связанного с наличием во рту разнородных металлов, можно только измерив электрохимические потенциалы металлических конструкций и включений, изготовленных из этих металлов. При этом, величина гальванического тока находится в прямой зависимости от разности электрохимических потенциалов металлических конструкций и включений. Без проведения данного исследования уточнить и правильно поставить диагноз практически невозможно [12].

Различные способы определения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту

В доступной литературе имеются сведения, что в тех случаях, когда в полости рта имеются металлические конструкции, разность электрохимических потенциалов которых не превышает определенное значение, гальванический синдром не развивается и не возникают патологические изменения слизистой [13, 14]. Указываются следующие пороговые значения разницы электрохимических потенциалов: 50, 70 и даже 80 мВ и более. Такой разброс связан с тем, что авторы использовали разные способы измерения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся в полости рта.

Клиническая картина при гальваническом синдроме может быть весьма разнообразной. Дифференциальная диагностика для стоматологов представляет определенные трудности, так как многие признаки схожи с симптомами таких заболеваний как аллергический стоматит, кандидоз, токсический стоматит, заболеваниями системы пищеварения и т. д.

Величина гальванических токов, возникающих в полости рта определяется разностью электрохимических потенциалов металлических конструкций и включений [15, 16].

Для проведения исследования электрохимических потенциалов металлических конструкций нужно использовать измерительную систему, состоящую из милливольтметра, и, соединенных с ним, двух электродов.

Милливольтметр должен обладать большим входным сопротивлением, не менее 20 МОм, так как входное электросопротивление измерительного прибора должно многократно превышать внутреннее сопротивление исследуемого объекта. В противном случае, когда входное сопротивление милливольтметра будет сопоставимо с внутренним сопротивлением исследуемого объекта, результаты измерений будут сильно занижены. Это связано со значительным падением электродвижущей силы на входных клеммах измерительного прибора, обусловленного частичным прохождением тока через прибор из-за низкого входного сопротивления.

К электродам, которые применяются для определения электрохимических потенциалов, предъявляются определенные требования. Из электрохимии известно, что для определения электрохимических потенциалов необходимо два электрода: первый – активный индикаторный электрод, второй – пассивный электрод (электрод сравнения).

Активный индикаторный электрод изменяет свой потенциал в зависимости от уровня окислительно-восстановительных процессов относительно той среды, в которую он погружен. Кроме того, индикаторный электрод не должен вступать в химическое взаимодействие с компонентами исследуемой среды, т. е. сам электрод, не вступая во взаимодействие с окружающей средой, является лишь переносчиком электронов. В связи с этим активные индикаторные электроды обычно изготавливают из инертных благородных металлов (платина или золото высокой пробы) [17, 18].

Пассивный электрод сравнения это неполяризуемый электрод, потенциал которого должен оставаться неизменным при проведении исследования. К наиболее известным электродам сравнения относятся водородный, каломельный и хлорсеребряный электроды. Чаще всего в медицине в качестве электрода сравнения применяется насыщенный хлорсеребряный электрод. Особенностью этого электрода является то, что его потенциал зависит только от температуры.

При определении электрохимического потенциала, с помощью милливольтметра измеряют электродвижущую силу в мВ между активным индикаторным электродом и пассивным электродом сравнения.

В литературе, наряду с термином «электрохимические потенциалы», встречается термин «биопотенциалы», которые для многих авторов являются тождественными [19]. Однако, смешивать эти понятия, на наш взгляд, является недопустимым [20].

В растворе электролита между металлическими конструкциями, изготовленными из металлов с разными электрохимическими потенциалами, начинает протекать постоянный электрический ток. В роли электролита во рту выступает слюна. Величина гальванического тока зависит от разности электрохимических потенциалов металлических конструкций, а величина электрохимического потенциала металла зависит от его способности отдавать электроны.

Таким образом, в тех случаях, когда обсуждаются электрохимические потенциалы, речь идет о гальваническом, т.е. постоянном токе. Следует отметить, что можно определить электрохимический потенциал поверхности слизистой оболочки в области десны, языка, губ, щек и т. д., который зависит от уровня окислительно-восстановительных процессов в этих участках и накопления электрических зарядов в тканях.

В тех случаях, когда говорят о биопотенциалах, речь идет о биоэлектрической активности определенных органов и тканей – нервной, мышечной и т. д. Эта активность связана с «потенциалом покоя» и «потенциалом действия», т.е. поляризацией и деполяризации мембран клеток. Таким образом, при регистрации биопотенциалов регистрируются импульсы переменного тока. К видам регистрации биоэлектрической активности относятся: электроэнцефалография, электрокардиография, миография и т.д.

В связи с тем, что, при использовании понятия «электрохимический потенциал» и понятия «биопотенциал», речь идет о двух совершенно разных видах тока, следует строго дифференцировать эти понятия.

Вероятно, терминологическая путаница связана с тем, что еще во времена СССР выпускался прибор «БПМ-03». Это был один из немногих, официально зарегистрированных и разрешенных к применению, приборов, предназначенных для измерения электрохимических потенциалов металлических конструкций и включений в полости рта, который, в силу неопределенных обстоятельств, получил название «Биопотенциалометр». Этот прибор давно снят с производства, но, очевидно по аналогии, и в настоящее время некоторые полезные модели аппаратов, предназначенных для измерения электрохимических потенциалов в полости рта, получают названия биопотенциалометров [19].

При анализе литературы, посвященной измерению электрохимических потенциалов и включений, находящихся в полости рта, установлено, что методики определения электрохимических потенциалов можно представить двумя категориями, в зависимости от используемых электродов.

Первую группу составляют методики, где электрод сравнения не применяют [4, 13]. Во время проведения исследования используют два хромированных или никелированных электрода, входящих в комплект к милливольтметру. При проведении исследования оба электрода являются активными или индикаторными, т. е. во время исследования они меняют свой электрохимический потенциал в зависимости от того, к чему прикасаются этими электродами. Рекомендуют прикасаться к поверхности двух разных металлических конструкций, при этом, по мнению авторов, милливольтметр фиксирует разность электрохимических потенциалов этих металлических конструкций. Кроме того, касаются поверхности металлической конструкции и поверхности слизистой оболочки, при этом, фиксируется разность электрохимических потенциалов металлической конструкции и поверхности слизистой оболочки. Также рекомендуют касаться слизистой оболочки в двух разных участках, при этом, фиксируется разность электрохимических потенциалов слизистой оболочки в этих участках.

К недостаткам указанных методик относится то, что используемые активные индикаторные электроды изготовлены не из инертных благородных металлов, следовательно, они могут вступать в химическое взаимодействие с металлами, из которых изготовлены металлические конструкции, слюной и слизистой оболочкой полости рта, что приведет к искажению, полученных результатов.

Другим недостатком данных методик является то, что вольтметр фиксирует относительную разность электрохимических потенциалов. Это не дает возможность предположить из каких металлов или их сплавов изготовлены металлические конструкции, что не позволяет дать рекомендации по рациональному лечению и протезированию.

Вторую группу составляют методики, где наряду с активным индикаторным электродом, применяют электрод сравнения [21, 22]. Хлорсеребряный электрод сравнения, заполненный раствором хлорида калия, снабженный одноразовым съемным электролитическим ключом, помещают под язык. В качестве активного индикаторного электрода используют нержавеющую сталь (Горина Е.Р. 2016), хромированные или никелированные электроды, или, как написано в инструкции к прибору «БПМ-03», электроды, изготовленные «из того же сплава», из которого изготовлена, исследуемая металлическая конструкция [22]. При проведении исследования, активным индикаторным электродом прикасаются к металлической конструкции, при этом, милливольтметр фиксирует электрохимический потенциал исследуемой конструкции по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения. Для вычисления разности электрохимических потенциалов двух разных металлических конструкций, из полученного значения одной из них нужно вычесть электрохимический потенциал другой.

К недостаткам указанных методик, как и в первом случае, следует отнести то, что в качестве активного индикаторного электрода используются электроды, изготовленные из неблагородных металлов. Особое удивление вызывает указание на то, что электрод «должен быть изготовлен из того же сплава, что и исследуемая металлическая конструкция». Очевидно, при возникновении потребности в определении электрохимических потенциалов, исследователь не может знать из какого материала изготовлены исследуемые протезы.

Другим недостатком, указанных методик, является то, что пассивный хлорсеребряный электрод сравнения расположен во рту. При этом погрешности в измерении может внести влажность слизистой оболочки, количество слюны и расстояние между исследуемой металлической конструкцией и электродом сравнения.

При проведении исследования милливольтметр фиксирует электродвижущую силу или напряжение в мВ, которая равна произведению силы тока и сопротивления между активным и пассивным электродами. При этом, в случае повышенной влажности слизистой оболочки и небольшого электросопротивления в этой области, ток от электрода к электроду пройдет по слюне или поверхности слизистой оболочки. В том случае, если увлажненность слизистой оболочки будет недостаточной, а элек-

тросопротивление большим, ток от электрода к электроду пройдет через ткани и органы, при этом милливольтметр может зафиксировать разную электродвижущую силу.

Также значение имеет расстояние между исследуемой металлической конструкцией и электродом сравнения. Предположим, что одна из исследуемых металлических коронок находится в области премоляра нижней челюсти, т.е. в непосредственной близости от месторасположения электрода сравнения. Другая исследуемая металлическая коронка находится в области второго моляра верхней челюсти, т.е. значительно удалена от электрода сравнения по сравнению с первой короной. Очевидно, что в первом случае электросопротивление между измеряемыми объектами будет значительно ниже, чем во втором случае. Это также может привести к искажению полученных результатов.

Наконец, использование хлорсеребряного электрода сравнения, заполненного концентрированным раствором хлорида калия не безопасно в полости рта, так как хлорид калия является токсичным веществом.

Заключение

Таким образом, актуальной проблемой на сегодняшний день является борьба с заболеваниями, связанными с наличием в полости рта металлических конструкций и включений с разными электрохимическими потенциалами: токсическое, аллергическое местное действие и на организм в целом, заболевания слизистой оболочки, в том числе предраки, к которым относится веррукозная форма лейкоплакии, эрозивно-язвенная и гиперкератотическая формы красного плоского лишая, ограниченный гиперкератоз. В литературе также имеются сведения о том, что электрогальванические микротоки могут привести к развитию злокачественных новообразований. Правильно поставить диагноз и, следовательно, избрать тактику лечения при этом, можно только определив электрохимические потенциалы металлических конструкций, находящихся в полости рта, так как наличие во рту гальванической пары – это один из факторов, предрасполагающий к развитию вышеперечисленных заболеваний, а также фактор, который может привести к их рецидиву после проведенного лечения.

Идеальных способов определения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту, на сегодняшний день не существует. В связи с этим, результаты, полученные разными авторами, являются неоднозначными и противоречивыми, которые, зачастую, невозможно сопоставить и правильно интерпретировать. Это вызывает необходимость разработки унифицированной методики определения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту, ее теоретическое обоснование и клиническую апробацию.

Список литературы / References

1. Беда В.И. Гальванизм у больных с несъемными металлическими зубными протезами / В. И. Беда, М. А. Ярифа // Современная стоматология. – 2010. – № 1. – С. 122–128.
Beda V.I. // Galvanism of patients with unremovable metallic crown dentures / Modern dentistry. – 2010. – № 1. – S. 122–128

2. Михальченко Д.В. 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.
Mihalchenko D.V., Zhidovinov A.V., Denisenko L.N., Holovchenko S.G., Matveev S.V. / Corrosion of metals in the oral cavity as a factor of galvanosis. 2015. – № 3. – С. 43.
3. Данилина Т.Ф. Профилактика гальваноза полости рта у пациентов с металлическими зубными протезами / Т.Ф. Данилина, А.В. Жидовинов, А.В. Порошин, С.Н. Хвостов // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 121–122. РИНЦ.
Danilina T.F. / Preventive maintenance galvanosis in the oral cavity – 2012. – Т. 19. – № 3. – С. 121–122.
4. Лебедев К.А. Гальванические токи в полости рта и диагноз синдром гальванизма / К.А. Лебедев, А.В. Митронин, И.Д. Понякина, Л. Г. Саган, С.Н. Легошин // Cathedra – кафедра. Стоматологическое образование. – 2015. – № 51. – С. 28–31. РИНЦ.
Lebedev K.A. Galvanic currents in the oral cavity and the diagnosis of galvanism syndrome / K.A. Lebedev, A.V. Mitronin, I.D. Ponyakina, L.G. Sagan, S.N. Legoshin // Cathedra – department. Dental education. – 2015. – No. 51. – pp. 28–31.
5. 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. РИНЦ.
Ponyakina I.D. Mechanisms of formation and flow paths of galvanic currents in tissues and fluids of the oral cavity / I.D. Ponyakina, L.G. Sagan, K.A. Lebedev // Dental Forum. – 2011. – No. 6. – p. 33.
6. Лебедев К.А. Сочетание высоких гальванических токов и очага воспаления – основная причина возникновения синдрома гальванизма / К.А. Лебедев, О.О. Янушевич, Н.Б. Журули, Ю.М. Максимовский, А.В. Митронин, И.Д. Понякина, Л.Г. Саган, С.Н. Легошин, Г.С. Пашкова, Е.П. Просфорова, Г.Н. Журули, И.В. Потемкина // Клиническая стоматология. – 2013. – № 4 (68). – С. 50–56. РИНЦ.
Lebedev K.A. The combination of high galvanic currents and the focus of inflammation is the main cause of galvanism syndrome / K.A. Lebedev, O.O. Yanushevich, N.B. Zhuruli, Yu.M. Maksimovsky, A.V. Mitronin, I.D. Ponyakina, L.G. Sagan, S.N. Legoshin, G.S. Pashkova, E.P. Prosfirova, G.N. Zhuruli. I.V. Potemkina // Clinical dentistry. – 2013. – № 4 (68). – Pp. 50–56.
7. Kalicanin B, Ajdukovic Z. Influence of saliva medium on freeing heavy metal ion from fixed dentures. // Sci Total Environ. – 2008. – Vol. 397 (1–3). – P. 41–45. PMID: 18407318 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.02.058.
8. Mikulewicz M., Chojnacka K., Wozniak B., Downarowicz P. Release of Metal Ions from Orthodontic Appliances: An In Vitro Study // Biol Trace 3. – 2011. PMID: 22011837 PMCID: PMC3310133 DOI: 10.1007/s12011-011-9233-4.
9. Манин А.И. Изучение явлений гальванизма у пациентов с конструкциями из разнородных сплавов с помощью измерения электрохимических потенциалов / А. И. Манин, О. И. Манин // Dental Forum. – 2011. – № 3. – С. 81. РИНЦ.
Manin A.I. The study of galvanism phenomena in patients with structures made of dissimilar alloys by measuring electro-chemical potentials / A.I. Manin, O.I. Manin // Dental Forum. – 2011. – No. 3. – p. 81.
10. Данилина Т.Ф. Гальваноз как фактор возникновения и развития предраковых заболеваний слизистой оболочки рта / Т.Ф. Данилина, А.В. Жидовинов // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2012. – № 3 (35). – С. 37–39. РИНЦ.
Danilina T.F. Galvanosis as a factor in the occurrence and development of precancerous diseases of the oral mucosa / T.F. Danilina, A.V. Zhidovinov // Volgograd Scientific Medical Journal. – 2012. – № 3 (35). – Pp. 37–39.
11. Понякина И.Д. 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. РИНЦ.
Ponyakina I.D. Saliva pH and the flow of galvanic currents in tissues and fluid of the oral cavity / I.D. Ponyakina, K.A. Lebedev, Yu.M. Maksimovsky, A.V. Mitronin, L.G. Sagan, N.N. Sagan // Dentistry. – 2009. – No. 1. – pp. 32–37.
12. Макеева И.М. 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, Н.В. Макаренко // Head and Neck/Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации Федерации специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. – 2018. – № 1. – С. 42–45. РИНЦ.
Makeeva I.M. Determination of electrochemical potentials in the oral cavity as a method of diagnosing galvanic syndrome contributing to the development of diseases of the mucous membrane / I.M. Makeeva, A.G. Volkov, N.J. Dikopova, N.V. Makarenko // Head and Neck/ Head and neck. Russian edition. Journal of the All-Russian Public Organization Federation of Specialists in the Treatment of Head and Neck Diseases. – 2018. – No. 1. – pp. 42–45.
13. Тимофеев А.А. Потенциометрические показатели у пациентов с металло-керамическими зубными протезами, зафиксированными на дентальных

- имплантатах / А.А. Тимофеев, В.И. Беда, М.А. Ярифа // Современная стоматология. – 2012. – № 2 (5). – С. 21–29. РИНЦ.
Timofeev A.A. Potentiometric indicators in patients with metal-ceramic dentures fixed on dental implants / A.A. Timofeev, V.I. Beda, M.A. Yarifafa // Modern dentistry. – 2012. – № 2 (5). – Pp. 21–29.
14. Yumashev, A.V. Reconceptualization of glossalgia issue, solution approaches / A.V. Yumashev, I.M. Makeeva, A.G. Volkov, A.S. Utyuzh, I.V. Nefedova // American Journal of Applied Sciences. – 2016. – Vol. 13. – № 11. – P. 1245-1254. PMID: 28759763 DOI: 10.3844/ajassp.2016.1245.1254.
 15. 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. РИНЦ.
Mamikonjan R.V. Complex therapeutic and preventive measures in persons with an increased level of galvanic currents of the oral cavity to prevent the occurrence of galvanism syndrome / R.V. Mamikonjan // Questions of theoretical and clinical medicine. – Yerevan. – 2015. – Vol. 18. – № 3 (99). – Pp. 11–14.
 16. Манин А.И. Изучение явлений гальванизма у пациентов с конструкциями из разнородных сплавов с помощью измерения электро-химических потенциалов / А.И. Манин, О.И. Манин // Dental Forum. – 2011. – № 3. – С. 81. РИНЦ.
Manin A.I. The study of galvanism phenomena in patients with structures made of dissimilar alloys by measuring electro-chemical potentials / A.I. Manin, O.I. Manin // Dental Forum. – 2011. – No. 3. – p. 81.
 17. Макеева И.М. Повышение электрохимических потенциалов как одна из причин возникновения патологических процессов слизистой оболочки рта / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, Н.В. Макаренко. – 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. РИНЦ.
Makeeva I.M. Increase of electrochemical potentials as one of the causes of pathological processes of the oral mucosa / I.M. Makeeva, A.G. Volkov, N.Zh. Dikopova, N.V. Makarenko. – In the collection: Modern Medicine: New approaches and current research: A collection of materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of the Chechen State University. Chechen State University; Executive Editor: M.R. Nakhaev. – 2018. pp. 222–226.
 18. Dikopova N.Zh., Volkov A.G., Arakelyan M.G., Makarenko N.V., Soxova I.A., Doroshina V.J., Arzukanyan AV, Margaryan E.G. The study of the electrochemical potentials of metal structures in the oral cavity in diseases of the oral mucosa // The New Armenian medical Journal. – 2020. Vol. 14. – № 1. – P. 54–58.
 19. 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. РИНЦ.
Manin O.I. Comparative evaluation of the difference in electrochemical potentials obtained using BMP-03 and expert-001 devices / O.I. Manin, A.A. Kolomeitsev, K.X. Urusov // Dental Journal. – 2008. – No. 2. – pp. 5–6.
 20. 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.
Volkov A.G. On the issue of terminology in the description of galvanic processes in the mouth / A.G. Volkov, N.Zh. Dikopova, N.V. Makarenko, M.K. Makeeva, N.A. Volkov. – Topical issues of organization and provision of dental care to the population of the Russian Federation in modern conditions: a collection of scientific papers. / under total ed. prof. V.D. Wagner, – M. – Lacuer, 2020. – P. 58–61.
 21. Лебедеко И.Ю. Исследование электрохимических потенциалов в полости рта / И.Ю. Лебедеко, О.И. Манин. – Пособие для врачей-стоматологов: учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей-стоматологов; Московский гос. мед.-стоматологический ун-т, Каф. госпитальной ортопедической стоматологии. – Москва, 2011. РИНЦ.
Lebedenko I.Y. Investigation of electrochemical potentials in the oral cavity / I.Y. Lebedenko, O.I. Manin. – manual for dentists: a textbook for the system of postgraduate professional education of dentists; Moscow State Medical and Dental University, Department of Hospital Orthopedic Dentistry. – Moscow, 2011.
 22. 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. РИНЦ.
Gorina E.R. Dynamic electrochemical potential of the oral mucosa in patients with lichen planus / E.R. Gorina, E.A. Volkov, S.N. Ermolyev // Medical Council. – 2015. – No. 11. – pp. 60–63.

Статья поступила / Received 05.07.2022
Получена после рецензирования / Revised 10.08.2022
Принята в печать / Accepted 10.08.2022

Информация об авторах

Волков Александр Григорьевич¹, д.м.н., профессор кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского. E-mail: parodont@inbox.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2674-1942>. SPIN: 3391-0877. AuthorID: 789405

Дикопова Наталья Жоржевна¹, к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского. E-mail: zubnoy-doctor@yandex.ru.

Аманатиди Георгий Евстафьевич², к.м.н., врач стоматолог. E-mail: amantidi.g@mail.ru

Арзуканян Алина Владимировна¹, к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского. E-mail: aav0218@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5087-6647>. eLibrary SPIN: 9648-2139

Волков Николай Александрович³, клинический ординатор кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии. E-mail: jollyat1@yandex.ru

Никольская Ирина Андреевна⁴, к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии стоматологического факультета. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8042-2884>

¹ ФГБОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет)

² ФГБУ НИИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России

³ ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова» Минздрава РФ

⁴ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Контактная информация:

Никольская Ирина Андреевна. E-mail: doknikolskaya@gmail.com

Для цитирования: Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Аманатиди Г.Е., Арзуканян А.В., Волков Н.А., Никольская И.А. Способы определения электрохимических потенциалов металлических конструкций, находящихся во рту. Медицинский алфавит. 2022;(22):27–31. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-22-27-31>

Author information

Volkov Aleksandr G.¹, MD Professor of the Department of Therapeutic Dentistry E-mail: parodont@inbox.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2674-1942>. SPIN: 3391-0877. Author ID: 789405

Dikopova Natalya Zh.¹, PhD, assistant professor of the Department of Therapeutic Dentistry. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4031-2004>. eLibrary SPIN: 3635-2998. AuthorID: 881509. E-mail: zubnoy-doctor@yandex.ru

Amanatidi G.E.², PhD, dentist Department of Cariesology and Endodontics.

Arzukanyan Alina V.¹, PhD, assistant professor of the Department of Therapeutic Dentistry. E-mail: aav0218@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5087-6647>. eLibrary SPIN: 9648-2139

Volkov N.A.³, Clinical Resident, Department of Maxillofacial and Plastic Surgery. E-mail: jollyat1@yandex.ru

Nikolskaya Irina Andreevna⁴, Ph.D., Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry, Faculty of Dentistry. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8042-2884>

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

² Central research Institute of dentistry and maxillofacial surgery Ministry of health of Russia, Moscow, Russian Federation

³ Federal State Budgetary Educational Institution of High Education «A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry» of the Ministry of Healthcare of Russian Federation

⁴ Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University)

Contact information

Nikolskaya Irina Andreevna. E-mail: doknikolskaya@gmail.com

For citation: Volkov A. G., Dikopova N. Zh., Amanatidi G. E., Arzukanyan A. V., Volkov N. A., Nikolskaya I. A. Methods of determining the electrochemical potentials of metal structures in the oral cavity. Medical alphabet. 2022;(22): 27–31. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-22-27-31>

