

УДК 616.314-089.23:544.632

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.57236

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЛОСТИ РТА У ПАЦИЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ОРТОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ

© М. Г. Щеголева

Изучена разница электрохимических потенциалов металлических стоматологических материалов в полости рта у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении. Установлено, что самым неблагоприятным с электрохимической точки зрения является сочетание амальгамы и ортодонтических аппаратов. Наименьшей эффективностью отличаются гальванопары с участием элементов брекет-системы, а следовательно, минимален риск возникновения непереносимости металлических включений. Определены профилактические мероприятия

Ключевые слова: металлические включения в полости рта, электрохимические потенциалы, ортодонтические аппараты, гальванопара

Aim of research was to study the electrochemical potentials of metallic stomatological materials in oral cavity of patients who undergo orthodontic treatment that allows diminish the risk of the development of intolerance to metallic inclusions.

Materials and methods of research. 22 patients of both sexes 15–40 years old underwent clinical examination.

All patients had in their oral cavities the composition of several types of metallic inclusions: 3 persons – amalgam fillings and orthodontic apparatuses; 2 persons – one-piece steel crowns with ceramic coating and stationary retainers of the steel wire; 5 persons – bracket-system and retainers of wire. 12 persons underwent treatment with stationary apparatus. There were assessed the state of the mucous tunic in the oral cavity, the state of metallic inclusion surfaces and also there was measured the value of difference of electrochemical potentials between the metallic inclusions using biopotentialmeter BPM-03.

Results of research. The identical galvanic couples in the oral cavity had the different value of voltage in different patients that is obviously connected with an influence of electrolytic factors of saliva.

Despite the essential difference of potentials that was observed at presence of metallic inclusions in oral cavities of the most patients under observation the subjective and objective signs corresponding to galvanic syndrome were observed only in 4 patients.

Conclusions. The data on the level of electrochemical potentials in combination with information about the state of metallic inclusion surfaces and data on anamnesis have a great importance for assessment of the possibility of appearance of intolerance to metallic inclusions and for its prophylaxis in the oral cavity of patients who undergo orthodontic treatment.

The combination of amalgam with orthodontic apparatus is the most unfavorable one from electrochemical point of view. Galvanic couples including bracket-system elements have the least effectiveness so the risk of appearance of intolerance to metallic inclusions is minimal

Keywords: metallic inclusions in the oral cavity, electrochemical potentials, orthodontic apparatus, intolerance to the metallic inclusions in oral cavity, galvanic couples

1. Введение

Современная стоматология немислима без использования металлических материалов, арсенал которых постоянно расширяется. К недостаткам таких материалов относятся их электрохимическая и коррозионная активность в полости рта.

В связи с тем, что слюна является электролитом, металлические стоматологические материалы в полости рта могут подвергаться электрохимической коррозии и оказывать неблагоприятное воздействие на ткани полости рта и организм в целом. При наличии во рту металлических включений возможны три основных вида патологического воздействия на окружающие ткани и организм в целом: электрогальваническое, химико-токсическое и аллергическое.

К химико-токсическим патологическим воздействиям относятся химические процессы, вы-

званные гальваническими токами в полости рта, и коррозия сплавов с образованием оксидов металлов, входящих в состав протезов. Разнородные металлические включения в полости рта могут вызывать общую интоксикацию организма и аллергические реакции [1] за счет ионов солей тяжелых металлов, которые образуются в результате коррозии материалов стоматологических сплавов и являются источником возникновения гальванических токов [2].

Основными причинами непереносимости стоматологических конструкций являются их конструкционные и технические особенности, изменения физических условий в полости рта [3], специфические физические факторы (например, гальванические эффекты), биохимические воздействия ионами металлов, влияние негативных внешних факторов,

конституция пациента [4], микробные и механические раздражения, психогенные факторы.

Непереносимость металлических включений развивается очень редко, даже при наличии в полости рта гальванических токов и обширных металлических включений. Бывает, что проявления гальваноза возникают через несколько месяцев или даже лет после фиксации протезов или наложения пломб. Патологическое воздействие гальванических элементов объясняется нарушением физиологического движения ионов в клетках, приводящим к временным или стойким изменениям их структуры и функции и нередко распаду тканей. Пусковыми механизмами клинических проявлений гальваноза являются электродные и электролитные факторы.

Электродный фактор определяется природой сплавов, количеством составляющих его частей, структурным состоянием сплава, величиной реагирующей поверхности протеза. Разность потенциалов определяется не только между протезами, изготовляемыми из различных по природе сплавов металлов, но и между однородными.

Когда металл и электролит (слюна) контактируют, то металл всегда стремится отдать положительно заряженные ионы в раствор, сохранив принадлежащие ему электроны. Вследствие этого на металле, находящемся в слюне, возникает отрицательный заряд, что формирует разность потенциалов, величина которой зависит от природы металла и электролита, концентрации раствора, а также от температуры. Причем, каждый металл приобретает определенный, свойственный только ему потенциал. Постоянно изменяющиеся электролитные факторы и трение во время жевания могут изменять потенциал металлических включений, особенно если включение является частью гальванопары [5].

Если два металлических включения в полости рта не контактируют друг с другом, то их можно представить как отдельные электроды, образующие гальванический элемент, напряжение которого можно измерить. Если включения соединяются друг с другом проводником (посредством ортодонтической дуги или при жевании), то по нему течет ток. Происходит типичный эффект включения с максимальным током, который в течение нескольких секунд падает до остаточной величины. На отрицательной (неблагородной) «реставрации» протекают преимущественно анодные реакции, а на положительной (благородной) – катодные. Последние могут сопровождаться отделением растворенных ионов металла из благородных «реставраций» и выпадением их в виде осадка на благородных «реставрациях», что ведет к изменению цвета последних. Полное устранение этого эффекта достигается удалением неблагородной конструкции.

При одинаковой растворимости большее количество ионов уходит в раствор (слюну) из протезов, имеющих большую реагирующую площадь. Поэтому протезы с большей площадью при других равных условиях обладают более отрицательными

потенциалами, чем протезы меньшего размера. При наличии в полости рта более 10 ортодонтических единиц существенно увеличивается частота выявления микротоков и одновременно возрастает их сила [6].

Ток, возникающий между однородными металлами, минимален. Однако, даже среди однородных по материалу протезов может обнаруживаться значительное отличие потенциалов друг от друга. Если же составы металлов отличаются друг от друга, то увеличивается и сила тока.

Среди электролитных факторов значительное влияние на протекание электрохимических процессов между металлическими включениями оказывает рН ротовой жидкости [7].

2. Обоснование исследования

В настоящее время отмечается высокая нуждаемость населения в ортодонтическом лечении. Эпидемиологические исследования, проведенные на территории Украины и в зарубежных странах, свидетельствуют о стабильно высокой частоте зубочелюстных аномалий и деформаций у детей и подростков [8].

Постоянно расширяются возрастные границы контингента пациентов, желающих получить ортодонтическую помощь (от 5 лет до 50 лет и более по показаниям).

В полости рта, являющейся сложной биологической средой, постоянно протекают электрохимические процессы, происходящие в тканях и на границе тканей со слюной. При ортодонтическом лечении в полость рта вводятся разнородные металлические включения (металлические брекететы, дуги из никель-титановой, стальной или титан-молибденовой проволоки разного сечения и диаметра, замки или кольца из стали, несъемные ретейнеры из стальной проволоки т. п.), которые становятся участниками электрохимических процессов, происходящих в полости рта.

При введении в полость рта двух и более металлических включений, имеющих различную природу, а следовательно, различную величину электродных потенциалов возникает гальванический элемент. Наличие разности потенциалов – первичное необходимое условие для возникновения гальванопары. Вторым условием эффективного существования гальванопары, т. е. протекания тока в цепи, является наличие металлического или другого материала с электронной проводимостью, соединяющего два разных электрода. В стоматологии этот вариант реализуется, когда металлические включения соприкасаются непосредственно при жевании или контактирует через другой проводник первого рода (дугу ортодонтического аппарата, металлическую ложку) [9].

Отрицательное влияние возникающих гальванопар проявляется в двух аспектах. Во-первых, под действием разности потенциалов (ЭДС) в тканях организма может быть спровоцировано протекание необратимых окислительно-восстановительных ре-

акций, конкурирующих с естественными биоэлектрохимическими процессами, что, в свою очередь, приводит к определенным патологическим изменениям.

Другим опасным моментом функционирования гальванопары в полости рта является усиление коррозионной активности одного из контактирующих металлических материалов.

Эффективность работы гальванопар зависит от множества факторов: в том числе от природы контактирующих материалов, состояния их поверхности, вида обработки, химического состава среды, ее кислотности, расстояния между электродами (материалами) и, в конечном счете, от индивидуальных особенностей организма пациентов (например, от проводимости их мышечных тканей и ротовой жидкости [10], активности самоочищения полости рта, порога индивидуальной чувствительности тканей полости рта к постоянному току).

Учитывая возможность возникновения в полости рта у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, двух и более вариантов гальванопар, существующих в течение длительного времени необходимо обеспечить максимальную безопасность проводимых мероприятий. Для этого следует провести потенциометрические исследования разнородных металлических включений в полости рта с целью выявления наиболее неблагоприятных с электрохимической точки зрения сочетаний металлических стоматологических материалов.

3. Цель исследования

Изучение электрохимических потенциалов металлических стоматологических материалов в полости рта у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, позволяющее снизить риск развития непереносимости металлических включений.

4. Материалы и методы исследования

Клинические обследования проведены у 22-х пациентов обоего пола в возрасте от 15 до 40 лет, находившихся на амбулаторном лечении, или обратившихся на консультативный приём на кафедре стоматологии детского возраста, ортодонтии и имплантологии Харьковской медицинской академии последипломного образования.

У всех пациентов в полости рта имелось сочетание нескольких видов металлических включений: у 3 человек – пломбы из амальгамы и ортодонтические аппараты; у 2 – цельнолитые стальные коронки с керамической облицовкой и несъемные ретейнеры из стальной проволоки; у 5 – брекет-система и ретейнеры из проволоки. 12 человек находились на лечении несъемной аппаратурой, сочетающей в себе металлические брекеты, дуги (никель-титановая, стальная или титан-молибденовая проволока разного сечения и диаметра) и замки или кольца из стали.

При клиническом обследовании оценивали состояние слизистой оболочки полости рта, определяли индексы ПМА, Грина-Вермильона, состояние поверхности металлических включений, с помощью

биопотенциалометра БПМ – 03 измеряли величину разницы электрохимических потенциалов между металлическими включениями.

5. Результаты исследования

У разных пациентов идентичные гальванопары в полости рта имели различное значение ЭДС, что, очевидно, связано с влиянием электролитных факторов слюны (табл. 1).

Таблица 1

Крайние значения ЭДС различных металлических включений в полости рта

Гальванопары	Величина разницы электрохимических потенциалов, мВ	
	min	max
Вестибулярная дуга – стальная коронка	28	297
Вестибулярная дуга – пломба из амальгамы	12	397
Цельнолитая стальная коронка – несъемный металлический ретейнер	184	254
Кольцо из стали – брекет металлический	8	45
Брекет металлический – металлический ретейнер	12	62
Стальная коронка – пломба из амальгамы	117	204

Наиболее высокие значения разности потенциалов возникали в парах с пломбами из амальгамы или несъемными металлическими ретейнерами.

Несмотря на то, что при наличии в полости рта металлических включений у большинства обследованных пациентов определялась значительная разница потенциалов, субъективные и объективные признаки, соответствующие наличию гальванического синдрома, отмечались только у 4 пациентов. Обследование этих больных мы начинали с анализа предъявляемых ими жалоб. Из них, у 2 пациентов на слизистой оболочке полости рта имелись проявления красного плоского лишая; у 1 пациента – ощущение «разряда тока» во время еды металлической ложкой, металлический привкус во рту, пощипывание языка и у 1 пациента – ангулярный хейлит.

У 3 пациентов этой группы гальванопары были представлены пломбами из амальгамы и ортодонтическими аппаратами (в одном случае – съемными, в 2 случаях – несъемными). У одной пациентки во рту находилось 18 единиц цельнолитых стальных коронок с керамической облицовкой и несъемный ретейнер из стальной проволоки. Во всех 4 случаях отмечалось изменение цвета отдельных металлических включений (пломб из амальгамы и стальных коронок).

6. Обсуждение результатов

Одинаковые материалы и одинаковые условия их пребывания в полости рта одного больного,

казалось бы, должны обеспечивать стабильность и одинаковую величину их ЭХП. Однако, проведенные исследования в ряде случаев выявили значительные различия величин ЭХП металлических включений в полости рта у пациентов. Это может свидетельствовать о различном структурном составе поверхностей металлических включений, возникающем в результате: коррозионных процессов, протекающих с разной скоростью на поверхности пломб или коронок, поставленных в разное время; наличия или отсутствия окисной пленки на поверхности пломбы; скорости депассивации поверхности; pH ротовой жидкости; технологических факторов [11].

Потемнение и изменение цвета металлических включений свидетельствует об образовании на их поверхности продуктов электрохимической коррозии, которые имеют солевую или оксидную природу, о чем свидетельствует характерная окраска этих соединений. В связи с этим информация о состоянии поверхности металлического включения является одним из наиболее важных диагностических критериев, особенно в сочетании с данными анамнеза и потенциометрическими исследованиями.

В эксперименте ЭДС гальванопар снижалась за счет пассивации анодных поверхностей нерастворимыми окисными пленками и уменьшения концентрации реагирующих веществ [7]. Мы же не наблюдали снижения активности гальванопар с течением времени, как это было выявлено в лабораторных условиях. Подобное различие в результатах исследования связано, на наш взгляд, с особенностями пребывания металлических включений в полости рта. Металлические включения при этом постоянно испытывают механические и химические воздействия, способствующие разрушению пассивирующей пленки на их поверхности, что активизирует интенсивность электрохимических процессов. Этому также способствуют постоянно изменяющиеся электролитные факторы полости рта. Кроме того, в отличие от стационарных условий *in vitro*, в полости рта постоянно происходит обновление электролита за счет проглатывания ротовой жидкости, а вместе с ней и конечных продуктов электрохимических реакций, протекающих на поверхности металлических включений.

7. Выводы

Обобщая полученные результаты электрохимических исследований металлических включений в полости рта, можно сделать ряд заключений.

Значения ЭХП металлических включений имеют индивидуальные особенности у каждого пациента вследствие различной эффективности электродных и электролитных факторов, в том числе определяемых индивидуальными условиями полости рта.

Цифровые значения ЭХП металлических включений и ЭДС, возникающая между ними, играют важную роль при определении электрохимической активности каждого включения и должны учитываться при проведении лечебных мероприятий.

Среди изученных вариантов гальванопар наибольшей активностью отличаются гальванопары с участием амальгамы, которая является анодом по отношению ко всем другим исследованным металлическим включениям.

Активность гальванопар сохраняется с течением времени, что связано с постоянным воздействием на поверхность металлических включений агрессивных факторов полости рта.

Самым неблагоприятным с электрохимической точки зрения является сочетание амальгамы и ортодонтических аппаратов. Наименьшей эффективностью отличаются гальванопары с участием элементов брекет-системы, а следовательно, минимален риск возникновения непереносимости металлических включений.

Для оценки возможности возникновения непереносимости металлических включений и ее профилактики в полости рта у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, большое значение имеют данные об уровне электрохимических потенциалов в сочетании с информацией о состоянии поверхностей металлических включений и данными анамнеза. Пациентам, имеющим во рту пломбы из амальгамы необходимо заменить их на пломбы из альтернативных материалов еще до начала ортодонтического лечения.

Литература

1. Biocina-Lukenda, D. US3 Allergy in dental practice [Text] / D. Biocina-Lukenda, P. Diz // Oral Diseases. – 2006. – Vol. 12, Issue s1. – P. 1–3. doi: 10.1111/j.1601-0825.2006.01306_14.x
2. Сергеев, Ю. В. Аллергические реакции в клинике ортопедической стоматологии [Текст] / Ю. В. Сергеев, Т. П. Гусева // Стоматолог. – 2004. – № 5. – С. 14–17.
3. Sutow, E. J. Corrosion potential variation of aged dental amalgam restorations over time [Text] / E. J. Sutow, W. A. Mailliet, G. C. Hall // Dental Materials. – 2006. – Vol. 22, Issue 4. – P. 325–329. doi: 10.1016/j.dental.2005.06.001
4. Марков, Б. П. Комплексный подход к проблеме индивидуальной непереносимости стоматологических конструкций из различных материалов [Текст] / Б. П. Марков, В. Н. Козин, Ю. А. Джаириков и др. // Стоматология. – 2003. – № 3. – С. 47–51.
5. Sutow, E. J. Time – dependent corrosion potential of newly – placed admixed dental amalgam restorations [Text] / E. J. Sutow, W. A. Mailliet, J. C. Taylor, G. C. Hall, M. Millar // Dental Materials. – 2007. – Vol. 23, Issue 5. – P. 644–647. doi: 10.1016/j.dental.2006.06.003
6. Третьяков, А. В. Причины непереносимости зубных протезов [Текст] / А. В. Третьяков // Вісник стоматології. – 2002. – № 2. – С. 58–65.
7. Севидова, Е. К. К вопросу о совместимости различных амальгамных пломбирочных материалов. 2. Оценка активности гальванопар с участием амальгамных пломбирочных материалов [Текст] / Е. К. Севидова, М. Г. Щеголева, А. В. Васильченко // Медицина сегодня и завтра. – 2001. – № 4. – С. 146–149.
8. Деньга, О. В. Взаимосвязь частоты зубочелюстных аномалий с уровнем соматического здоровья (обзор лите-

ратуры) [Текст] / О. В. Деньга, К. А. Колесник // Таврический медико-биологический вестник. – 2012. – Т. 15, № 2. – С. 300–304.

9. Cheshire William, P. The Shocking Tooth about Trigeminal Neuralgia [Text] / P. Cheshire William // New England Journal of Medicine. – 2003. – Vol. 342, Issue 26. – P. 136. doi: 10.1056/nejm200006293422619

10. Тимофеев, А. А. Показатели потенциометрии и неспецифической резистентности организма у пациентов с металлическими включениями в полости рта, фиксированными на дентальных имплантатах и зубах [Текст] / А. А. Тимофеев // Современная стоматология. – 2005. – № 4. – С. 133–138.

11. Тимофеев, А. А. Влияние электрохимической активности тканей полости рта на состоянии неспецифической резистентности организма [Текст]: сб. научн. тр. / А. А. Тимофеев, Е. В. Горобец, А. А. Жеззини // Вопросы экспериментальной и клинической стоматологии. – 2001. – Вып. 4. – С. 39–42.

References

1. Biočina-Lukenda, D., Diz, P. (2006). US3 Allergy in dental practice. Oral Diseases, 12 (s1), 1–3. doi: 10.1111/j.1601-0825.2006.01306_14.x

2. Sergeev, Ju. V., Guseva, T. P. (2004). Allergicheskiye reakcyi v klynyke ortopedycheskoj stomatologyy. Stomatolog, 5, 14–17.

3. Sutow, E. J., Maillet, W. A., Hall, G. C. (2006). Corrosion potential variation of aged dental amalgam restorations over time. Dental Materials, 22 (4), 325–329. doi: 10.1016/j.dental.2005.06.001

4. Markov, B. P., Kozin, V. N., Dzhirikov, Ju. A. et. al. (2003). Kompleksnyj podhod k probleme individual'noj neperenosimosti stomatologicheskikh konstrukcij iz razlichnykh materialov. Stomatologija, 3, 47–51.

5. Sutow, E. J., Maillet, W. A., Taylor, J. C., Hall, G. C., Millar, M. (2007). Time-dependent corrosion potential of newly-placed admixed dental amalgam restorations. Dental Materials, 23 (5), 644–647. doi: 10.1016/j.dental.2006.06.003

6. Tret'jakov, A. V. (2002). Prichiny neperenosimosti zubnyh protezov. Visnik stomatologii, 2, 58–65.

7. Sevidova, E. K., Shhegoleva, M. G., Vasil'chenko, A. V. (2001). K voprosu o sovместимости razlichnykh amal'gannih plombirovochnykh materialov. 2. Ocenka aktivnosti gal'vanopar s uchastiem amal'gannih plombirovochnykh materialov. Medycyna segodnja i zavtra, 4, 146–149.

8. Den'ga, O. V., Kolesnik, K. A. (2012). Vzaimosvjaz' chastoty zubocheľjustnyh anomalij s urovnem somaticheskogo zdorov'ja (obzor literatury). Tavricheskij mediko-biologicheskij vestnik, 15 (2), 300–304.

9. Cheshire, W. P. (2000). The Shocking Tooth about Trigeminal Neuralgia. New England Journal of Medicine, 342 (26), 136. doi: 10.1056/nejm200006293422619

10. Timofeev, A. A. (2005). Pokazateli potenciometrii i nespecificheskoj rezistentnosti organizma u pacientov s metallicheskimi vključenijami v polosti rta, fiksirovannymi na dental'nyh implantatah i zubah. Sovremennaja stomatologija, 4, 133–138.

11. Timofeev, A. A., Gorobec, E. V., Zhezzini, A. A. (2001). Vlijanie jelektrohimičeskoj aktivnosti tkanej polosti rta na sostojanie nespecificheskoj rezistentnosti organizma. Voprosy jeksperimental'noj i kliničeskoj stomatologii, 4, 39–42.

*Рекомендовано до публікації д-р мед. наук Любченко О. В.
Дата надходження рукопису 13.11.2015*

Щеголева Марья Георгиевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра стоматологии детского возраста, ортодонтии и имплантологии, Харьковская медицинская академия последипломного образования, ул. Корчагинцев, 58, г. Харьков, Украина, 61176
E-mail: sdvoihmapo@mail.ru