

Олена СЕВИДОВА¹, Ірина СТЕПАНОВА¹, Марія ЩЕГОЛЕВА²

ОЦІНКА ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ СУМІСНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ОРТОДЕНТИЧНИХ ВИРОБІВ У СТОМАТОЛОГІЇ

¹*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
вул. Курпичова, 2, м. Харків, 61002. E-mail: grinko@kpi.kharkov.ua*

²*Харківська медична академія післядипломної освіти,
вул. Амосова, 58, м. Харків, 61000*

Olena SEVIDOVA¹, Iryna STEPANOVA¹, Mariya SHYOGOLEVA²

ESTIMATION OF ELECTROCHEMICAL COMPATIBILITY OF ELEMENTS OF ORTHODONTIC PRODUCTS IN DENTISTRY

¹*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
Kурpичова Str. 2, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: grinko@kpi.kharkov.ua*

²*Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education
58, Amosova Str., Kharkiv, 61000, Ukraine*

ABSTRACT

Orthopedic treatment of tooth-abdominal anomalies in children and adolescents provides the long-term use of various metal constructions and devices in the oral cavity - braces, retainers, locks or rings with spacings, wire arches, and so on. They are usually made of corrosion-resistant metals and alloys, most often they are made of stainless chromium-nickel austenitic steels of the X18H10T type (import analogue - steel 304), martensitic 08X17 (import analogue - steel 430), nickel-titanium and nickel-molybdenum alloys.

The main disadvantage of all metal products is their manifestation of electrochemical properties and participation in electrochemical processes which can flow into the oral cavity and provoke galvanosis, especially for their joint use. In the "in vitro" conditions, according to a specially developed method, investigations of electrode potentials of directly 4 types of orthodontic products, in particular, very small (2-3 mm), in recommended for such products environment were carried out: 3% solution of sodium chloride (pH = 6,8), 2% solution of citric acid (pH = 0,5) and 2% solution of baking soda (pH = 8,65).

It is found that the considered elements of orthodynamic systems have similar values of electrode potentials in neutral and weakly-alkaline environments and, accordingly, in the absence of other metal inclusions in the oral cavity, can be used jointly without the risk of galvanosis.

The most heterogeneous construction is an individual ring with a spacing, in which the difference in the values of the potentials between the individual parts in the acidic medium is more than 120 mV, which is a prerequisite for increasing the likelihood of galvanosis. For simultaneous use of other elements, in particular standard doping brackets, the value of EMP can increase up to 160mV.

KEY WORDS: *electrochemical activity, electrode potentials, galvanosis, metal inclusions.*

ВСТУП

Ортодентичне лікування зубощелепних аномалій у дітей та підлітків передбачає довгострокове використання у порожнині рота різних металевих конструкцій і пристроїв. Зазвичай їх виготовляють із корозійнотривких металів і сплавів, найчастіше із неіржавних хромонікелевих аустенітних X18H9T і мартенітних (08X17) сталей, нікель-титанових і нікель-молібденових сплавів.

Головним недоліком усіх металевих стоматологічних виробів є їх специфічні електрохімічні властивості та здатність брати участь у електрохімічних процесах, які можуть перебігати в порожнині рота та провокувати захворювання – гальванози.

Першопричина виникнення гальванозів – різниця потенціалів (ЕРС) між металевими включеннями (коронками, амальгамними пломбами, елементами ортодентичного лікування тощо) [1, 2]. Тому в практичній стоматології у методиках діагностики та лікування гальванозів найчастіше оперують саме різницею потенціалів, яку визначають шляхом прямого вимірювання за допомогою двох контактних електродів-щупів і високоомного потенціометра. За цією методикою не можна визначити найактивніше металеве включення (якщо їх більше двох), щоб потім вилучити або замінити. Крім того, матеріал електрода-щупа за умов “мокрого” контакту впливає на інтегральне значення електродного потенціалу металевого включення і тим самим сприяє згладжуванню різниці потенціалів.

Підвищити достовірність результатів дослідження гальванозів дозволяють методики, в яких передбачено індивідуальне вимірювання потенціалів металевих включень як безпосередньо в ротовій порожнині, так і поза нею [3, 4]. Набагато складніше забезпечити “сухий” контакт, що особливо важливо для дрібнорозмірних (2...3 mm) елементів ортодентичних виробів, оскільки змочений електрод-дріт Ø1 mm може внести суттєву похибку в значення потенціалу. Зазначені складнощі, що виникають у дослідженнях електрохімічних характеристик дрібнорозмірних стоматологічних виробів, простіше подолати в лабораторних умовах.

Мета роботи – дослідити “in vitro” електродні потенціали металевих виробів для ортодентичного лікування та оцінити ймовірність виникнення активних гальванічних процесів за умови їх сумісного використання.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження електродних потенціалів здійснювали на реальних ортодентичних виробках: брекетах із нікель-титановими кліпсами, ретейнерах (сталь 304), індивідуальних кільцях із дротяними розпірками (X18H9T) та брекетах стандартного легування (сталь 304).

Потенціали вимірювали за спеціально розробленою методикою, суть якої наведено на рисунку.

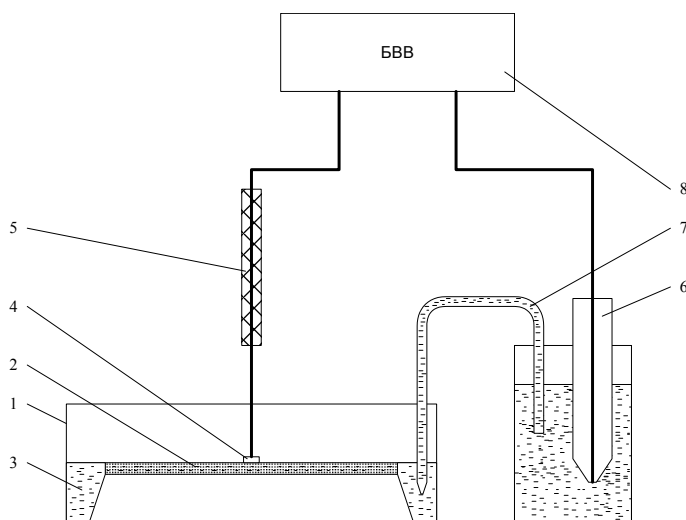


Рис. Принципова схема вимірювання електродних потенціалів елементів ортодентичних систем.

Fig. Schematic diagram of measuring the electrochemical potentials of the bracket system elements.

На дно плоскої скляної ємності 1 поміщали штучну замшу 2 (або інший щільно-поруватий матеріал) та заливали розчином електроліту 3 не вище товщини тканини. На поверхню змоченої замші встановлювали стоматологічний виріб 4, до зовнішнього боку якого підводили голчатий контактний електрод 5. Хлоридсрібний електрод 6 через капіляр Лугіна встановлювали в кільцеве заглиблення ємності. Потенціалів вимірювали за допомогою блоку високоомного вольтметрапотенціостата ПИ-50-1.1.

Розроблена схема дає змогу здійснювати тонкоплівкове змочування стоматологічних виробів, що наближається до реальних умов їх експлуатації у порожнині рота. Іншою

перевагою є можливість оцінювання електродних потенціалів дуже дрібних (2...3 mm) виробів, а також різних ділянок їх поверхні шляхом обертання на 90° та 180°.

Перед вимірюваннями поверхню обробляли шляхом тертя зубною щіткою з порошком харчової соди (що імітувало чищення зубів), а потім промивали водогінною водою та просушували фільтрувальним папером.

Модельними середовищами слугували розчини, рекомендовані медичними методиками, наступних концентрацій : 3%-ий натрію хлориду (рН = 6,8), 2%-ий лимонної кислоти (рН = 0,5) та 2%-ий харчової соди (рН = 8,7). Вони відповідно моделювали нейтральне, кисле та слабколужне середовища. Витримання зразків у модельних середовищах тривало впродовж п'яти хвилин. Протягом цього часу спостерігали значне зменшення швидкості їх зміни, зазвичай, у позитивну область. Це дало можливість із невеликою похибкою оцінювати досягнуті значення потенціалів як такі, що вже встановилися.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Оскільки вимірювання потенціалів здійснювали безпосередньо на ортодентичних виробках, їх значення не усереднювалися, а приймалися як діапазон величин, які були зафіксовані для трьох зразків кожного типу виробів (див. табл.). Це дозволило оцінити різницю потенціалів, яка може виникати між ідентичними елементами.

Таблиця. Значення електродних потенціалів у модельних середовищах

Table. The value of electrode potentials in model environments

№ п/п	Стоматологічні вироби	Матеріал	Діапазон значень, (E, V)			Візуальний стан поверхні
			3% NaCl	2% C ₆ H ₈ O ₇ кислота	2% розчин соди (NaHCO ₃)	
1.	Брекети, що саморегулюються з Ni-Ti кліпсами :	Ni-Ti Ст 304 (аналог 08X18H10)				
1.1	лице		-0,015...-0,034	-0,060...-0,067	-0,077...-0,107	блискуча
1.2	зворотний бік		-0,035...-0,095	-0,027...-0,033	-0,017...-0,068	матова
2	Ретейнер	Ст 304	-0,032...-0,056	0,037...0,064	-0,093...-0,105	блискуча
3.	Індивідуальне кільце з розпіркою :	X18H9T				
3.1	Кільце(коронка)		-0,015...-0,043	-0,004...-0,037	-0,089...-0,104	блискуча
3.2	розпірка (пружина)		-0,078...-0,095	-0,027...-0,088	-0,106...-0,151	матова
4.	Брекети стандартного легування:	Ст 304 (аналог 08X18H10)				
4.1	лице		-0,042...-0,065	0,057...0,067	-0,112...-0,120	блискуча
4.2	зворотний бік		-0,050...-0,060	0,067...0,075	-0,108...-0,117	блискуча

Аналіз результатів свідчить, що найсуттєвіша різниця значень електродних потенціалів для кожної групи виробів спостерігається залежно від складу модельного середовища, а точніше від його рН. Очікувано, що найпозитивніші значення потенціалу корозії досліджуваних зразків встановилися у середовищах із мінімальним показником рН – 2%-ому розчині лимонної кислоти, а найвід'ємніші – у 2%-му розчині харчової соди. Саме тому не можна порівнювати корозійну тривкість металевих включень за значеннями потенціалів, що вимірювали в різних умовах. На жаль, цей факт не завжди беруть до уваги в медичних дослідженнях, аналізуючи явища гальванозу.

Під час вимірювання потенціалів встановлено, що практично в усіх середовищах після попередньої обробки поверхні шляхом протирання содовим порошком (“чищення зубів”) упродовж п'яти хвилин відбувається репасивація. Про це свідчить монотонне ошляхетнення значень потенціалів. Виняток у вигляді осциляцій з “ушляхетнення” до “знешляхетнення”

спостерігали в 3%-ому розчині NaCl і особливо помітно проявлявся в конструкції № 3 (індивідуальне кільце з розпіркою).

Осциляція значень потенціалів у хлоридвмістних середовищах характерна для неіржавних сталей. Разом з тим, відомо, що руйнівна спроможність СГ-іона залежить не лише від складу сталі, а й від стану її поверхні. Зокрема, кільце з розпіркою зі сталі Х18Н9Т має гострі різані краї, а, окрім того, після штампування воно може перебувати під дією розтягувальної напруги. Всі ці чинники негативно впливають на якість захисної пасивної плівки.

Такою ж мірою вищенаведене має відношення і до розпирки-пружини, яку виготовляють методом протягування. Слід зазначити, що значення потенціалу розпирки у всіх розчинах є найбільш від'ємним, тобто вона виступає анодом у гальванопарі не лише з кільцем, а й з іншими ортодентичними виробами. Утім, різниця значень потенціалів, яка може виникнути в нейтральному розчині NaCl чи слабколужному середовищі NaHCO_3 , не перевищує 80 mV і, відповідно з систематизацією, наведеною у дослідженнях [5], вона є безпечною для розвитку гальванозу.

Найнебезпечніша ситуація з точки зору вірогідності появи ефективної гальванопари виникає лише в кислому середовищі лимонної кислоти. Найгірший варіант реалізується за умов сумісного використання брекетів стандартного легування та кільця з розпіркою, в результаті чого генерується ЕРС величиною 160 mV. Відповідно з висновками автора [5] за таких значень ЕРС ймовірність виникнення гальванозу найвища. Однак, слід зазначити, що кисле середовище (рН = 0,5) все ж не характеризує постійний склад рідини в ротовій порожнині, але його потрібно враховувати як короткотривале явище.

Порівняння значень потенціалів ортодентичних виробів у кожному із розчинів дає можливість оцінювати ідентичність їх поверхневого стану. Очевидно, що найбільш однорідними є брекети стандартного легування (сталь 304). Розкид значень потенціалів у них мінімальний у всіх розчинах як між окремими зразками, так і різними боками поверхні на кожному з них. Результат прогнозовано очікуваний, оскільки ці вироби формують методом прецизійного литва, яке забезпечує поверхню із мінімальними залишковими напругами та рівномірною мінімальною шоркістю.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що досліджувані елементи ортодентичних систем характеризуються близькими значеннями електродних потенціалів у нейтральних і слабокислих середовищах і, за відсутності інших металевих включень у ротовій порожнині, їх можна сумісно використовувати без ризику появи гальванозу.

Найбільш неоднорідною конструкцією є індивідуальне кільце з розпіркою, різниця потенціалів у якій між складовими елементами в кислому середовищі сягає понад 120 mV, що збільшує ймовірність виникнення гальванозу. За умов одночасного використання інших елементів, зокрема брекетів стандартного легування, значення ЕРС зростають до небезпечних 160 mV.

Запропонована методика досліджень дає можливість підвищити об'єктивність результатів вимірювання електродних потенціалів стоматологічних виробів, зокрема дрібнорозмірних, а також оцінити електрохімічну неоднорідність їх поверхні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Величко Л. С., Ящиковский Н. В. Заболевания, обусловленные материалами зубных протезов // Медицинский журнал. – 2010. – С. 38–44.
2. Щеголева М.Г. Электрохимические процессы в полости рта пациентов. // Медичні науки. Scientific journal "Science Rise". – 2015, – № 12/3 (17) – С. 72–76.
3. Омеляненко Н.Д., Гуца Д.К. Измерение сопротивлений тканей полости рта: особенности, последовательность, незамеченные ошибки. // Современная стоматология. – 2009. – №4. – С. 22.
4. Куцевляк В.Ф., Севидова О.К., Щеголева М.Г., Васильченко О.В. Спосіб діагностики гальванозів. Деклараційний патент № 55906. – 2003. – Бюл. № 4.
5. Жидовинов А.В. Обоснование применения клинко-лабораторных методов диагностики и профилактики гальваноза полости рта у пациентов с металлическими зубными протезами.: Диссертация на соискание степени канд. мед. наук. – Волгоград, 2013. – 225 с.