

УДК 616.314-089.28:615.464/.465]-073-074.001.36

Когут О.К., Кордіяк А.Ю.

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького,  
каф. ортопедичної стоматології (зав. – проф. В.Ф. Максєв)

O.K. Kohut, A.J. Kordiyak

## Порівняльна оцінка металокерамічних зубних протезів зі сплавів Heraenium P, Heraenium S, Pors-on-4 і BioHeragold B2

### за результатами потенціометричних досліджень

## Comparative Evaluation of Heraenium P-, Heraenium S-, Pors-on-4- and BioHeragold B2-Based Metal-Ceramic Dental Prostheses by the Results of Potentiometric Investigations

**Резюме** Дані амбулаторного обстеження 92 пацієнтів (56 жінок і 36 чоловіків віком 21-68 років) і показники прямих потенціометричних вимірювань через 3, 15 і 30 днів користування металокерамічними зубними протезами зі сплавів Heraenium P (25 осіб), Heraenium S (23 особи), Pors-on-4 (18 осіб) і BioHeragold B2 (26 осіб) підтвердили позитивні результати проведеного нами стоматологічного ортопедичного лікування.

**Summary** Ambulatory examination data of 92 patients (56 women and 36 man aged 21-68 years) and indices of direct potentiometric measurements after 3, 15 and 30 days of metal-ceramic dental prostheses, based on Heraenium P (25 persons), Heraenium S (23 persons), Pors-on-4 (18 persons) and BioHeragold B2 alloys (26 persons) use confirmed positive results of conducted dental prosthetic treatment.

**Ключові слова** металокерамічні зубні протези, сплави неблагородних і благородних металів, потенціометричні дослідження

**Key words** metal-ceramic dental prostheses, based and noble metal alloys, potentiometric investigations

Численні заходи з реформування різних галузей охорони здоров'я, а також зусилля провідних фахівців з впровадження новітніх технологій діагностики та лікування створюють умови для зростання якості надання стоматологічної допомоги [1, 4, 5]. Проте й надалі для лікарів залишаються проблемними ускладнення, пов'язані з несприятливими реакціями пацієнтів на зубні протези [6, 8, 11]. Саме тому експериментальні дослідження сплавів стоматологічного призначення спрямовані передусім на пошук матеріалів, що забезпечують відтворення в клінічних спостереженнях даних виробників про їхні властивості [7, 9, 14]. Як відомо, характер сприйняття пацієнтами зубних протезів залежить від цитотоксичності, сенсibilізуючої дії сплавів металів, задокументованих за результатами лабораторних випробу-

вань, але передусім – корозійної стійкості [6, 10, 13]. Так, наприклад, виробники гарантують біосумісність і високу корозійну стійкість заготовок сплавів Heraenium SE/EN на основі кобальту (63,5%), хрому (28,0%), молібдену (6,5%), що, за вимогами ISO 6871-87 «Стоматологічні ливарні сплави на металевій основі», виплавлені у вакуумних індукційних печах з хімічно чистих шихтових компонентів і повторно не переплавлялися, за умови дотримання технологічних вимог при виготовленні зубних протезів [2, 3, 5, 7]. Водночас, порівняльна оцінка зубопротезних сплавів на основі золота, паладію, платини, срібла, а також кобальту, хрому, нікелю, молібдену підтверджує, що немає «ідеального» сплаву металів – є лише сплави, кращі за хімічними, фізико-механічними показниками, біологічними і техноло-

гічними властивостями, а також зручністю обробки [2, 10, 12].

Метою даної роботи була оцінка відповідності рівня електрохімічної активності металокерамічних зубних протезів показникам біосумісності і корозійних властивостей досліджуваних сплавів неблагородних і благородних металів.

### Матеріали та методи дослідження

У процесі амбулаторного обстеження 92 пацієнтів (56 жінок і 36 чоловіків віком 21-68 років), умовно поділених на 4 підгрупи, поряд з показниками клініко-технологічної якості зубних протезів (щільності прилягання коронок до опорних зубів і суміжних тканин, повноцінності функціонального та естетичного відновлення, наявності/відсутності пошкоджень або



Мал. 1. Металокерамічні (Heraenium P-Duceram) зубні протези, приготовані до фіксації (клінічне спостереження 1/32)



Мал. 2. Зубні ряди пацієнтки Р. (35 років) через 30 днів після відновлення металокерамічними (Heraenium P-Duceram) зубними протезами (клінічне спостереження 1/32)

деформації), особливу увагу звертали на виявлення місцевих, характерних, неприємних відчуттів, а також гальванічно зумовлених уражень слизової оболонки порожнини рота (СОПР) або загальних проявів, що могли би бути спричинені несприятливими реакціями пацієнтів на зубні протези.

До I підгрупи увійшли 25 осіб (27,2%), яким виготовили металокерамічні зубні протези зі сплаву Heraenium P на основі кобальту (59,0%), хрому (25,0%) і молібдену (4,0%); до II підгрупи – 23 особи (25,0%) зі сплаву Heraenium S на основі нікелю (62,9%), хрому (23,0%) і молібдену (10,0%); до III підгрупи – 18 осіб (19,6%) зі сплаву Pors-on-4 на основі паладію (57,8%) і срібла (30,0%); до IV підгрупи – 26 осіб (28,2%) зі сплаву BioHeraGold B2 на основі золота (88,7%) і платини (9,5%). Слід зазначити, що 49 пацієнтам (53,3% спостережень) зубні протези були виготовлені вперше.

Для прямих потенціометричних досліджень через 3 (1-ша серія досліджень), 15 (2-га серія досліджень) і 30 (3-тя серія досліджень) днів після фіксації зубних протезів застосовували автоматичний цифровий потенціометр Pitterling Electronic, з двома хромонікелевими електродами у фторопластових тримачах для вимірювань «метал-СОПР», «метал-метал». Прилад визначає різницю потенціалів в межах 0-999 мВ, силу струму в межах 0-99 мкА (показники низької електрохімічної активності, відповідно – до 6 мкА і 80 мВ; помірного зростання – 6-18 мкА і 80-160 мВ; значного зростання – понад 18 мкА і понад 160 мВ), подає автоматичні розрахункові значення електричної провідності ротової рідини (далі –

величини провідності) у мкСм. Для варіаційного аналізу одержаних результатів використали статистичні функції прикладної програми Microsoft Office Excel 2007.

### Результати дослідження та їх обговорення

За результатами амбулаторного обстеження у жодного з пацієнтів I-IV підгруп через 3, 15 і 30 днів користування металокерамічними зубними протезами (мал. 1, 2) не було виявлено місцевих або загальних проявів, а також клінічних ознак, що дали б підстави стверджувати про порушення клінічних чи технологічних вимог при наданні стоматологічної ортопедичної допомоги.

Через 3 доби після фіксації зубних протезів на Hybrid Сем, що містить 4-МЕТА (оксиетил-метакрилат), не було виявлено гальванічних подразнень порожнини рота, високу чутливість до яких зумовлюють активне кровопостачання підепітеліальної пухкої сполучної тканини власної пластинки слизової оболонки, постійне зволоження і відсутність зроговіння багат шарового плоского епітелію (за винятком паракератозу т.зв. «жувальних» ділянок). Величина сили струму як «метал-СОПР», так і «метал-метал» – показники активності електрохімічних реакцій, адже, як зазначають G. Schmalz, P. Garhammer [14], саме спонтанні окисно-відновні реакції, пов'язані з перенесенням зарядів, і є джерелом гальванічного струму в порожнині рота – були найвищими, проте в межах помірного зростання – в пацієнтів II підгрупи, відповідно:  $15,19 \pm 2,62$  мкА і  $14,27 \pm 1,98$  мкА, вірогідно відмінними від показників помірного зростання сили струму па-

цієнтів I підгрупи:  $9,61 \pm 1,82$  мкА і  $7,71 \pm 1,10$  мкА ( $p < 0,02$ ). Натомість помітно нижчі показники сили струму в пацієнтів III ( $6,47 \pm 0,86$  мкА і  $6,41 \pm 0,95$  мкА) і IV підгруп ( $6,16 \pm 1,02$  мкА і  $5,81 \pm 0,77$  мкА) не були суттєво відмінними між собою ( $p > 0,05$ ).

Величина провідності, що залежить від електролітного складу ротової рідини та її активної кислотності [2], в обох вимрюваннях також була найвищою у пацієнтів II підгрупи, відповідно  $56,56 \pm 7,72$  мкСм («метал-СОПР») і  $56,74 \pm 5,13$  мкСм («метал-метал»). За цими показниками статистично вірогідною була відмінність з результатами пацієнтів I підгрупи у вимірюванні «метал-метал»:  $41,27 \pm 2,42$  мкСм ( $p < 0,02$ ). Відмінності величин провідності у пацієнтів III і IV підгруп не були статистично вірогідними: при вимірюваннях «метал-СОПР» –  $40,83 \pm 5,85$  мкСм порівняно з  $38,88 \pm 4,31$  мкСм, «метал-метал» –  $35,94 \pm 4,50$  мкСм порівняно з  $31,76 \pm 2,33$  мкСм. Показники різниці потенціалів, зумовленої наявністю подвійного електричного шару через нерівномірний розподіл заряджених частинок на межі метал/електроліт [12] у пацієнтів I, II, III та IV підгруп не вказували на суттєві відмінності подібних за складом кобальто-хром-молібденового, нікель-хром-молібденового, а також паладій-срібного і золото-платинового сплавів. Різниця потенціалів у пацієнтів II підгрупи була хоч і більшою, ніж в пацієнтів I підгрупи –  $143,35 \pm 8,65$  мВ порівняно з  $137,38 \pm 7,04$  мВ при вимірюванні «метал-СОПР»,  $136,98 \pm 10,40$  мВ порівняно з  $129,67 \pm 10,97$  мВ при вимірюванні «метал-метал», але в межах незначного зростання і з недостатньою статистичною вірогідністю ( $p > 0,05$ ). Неістотними були також

відмінності дещо меншої, порівняно з даними I і II підгруп, різниці потенціалів у пацієнтів III і IV підгруп при вимірюваннях як «метал-СОПР» –  $92,68 \pm 9,42$  мВ і  $85,87 \pm 5,33$  мВ, так і «метал-метал» –  $106,09 \pm 9,69$  мВ і  $97,11 \pm 8,05$  мВ. Слід зазначити, що за результатами всіх вимірювань різниці потенціалів, за винятком показників III і IV підгруп, дещо вищими були показники «метал-СОПР» (табл.). Важливим також, що відмінність між результатами всіх шести вимірювань пацієнтів I-II і I-IV підгруп була статистично вірогідною ( $p < 0,02$ ). Через 15 діб показники сили струму порівняно з результатами вимірювань через 3 доби суттєво не змінилися, що опосередковано вказує на врівноважене співвідношення енергії зв'язку у кристалічній ґратці металу та енергії гідратації у розчині електроліту [12]. Так, показники обох вимірювань також були найвищими у пацієнтів II підгрупи:  $16,45 \pm 2,98$  мкА і  $15,53 \pm 2,82$  мкА, зі статистично вірогідними відмінностями ( $p < 0,02$ ) порівняно з результатами у пацієнтів I підгрупи:  $9,62 \pm 1,74$  мкА і  $9,04 \pm 1,43$

мкА. Показники сили струму в пацієнтів III і IV підгруп ( $7,80 \pm 1,39$  мкА і  $7,40 \pm 1,11$  мкА «метал-СОПР»,  $6,67 \pm 1,16$  мкА і  $6,55 \pm 0,99$  мкА «метал-метал») були значно нижчими, ніж в пацієнтів II підгрупи, а відмінності результатів обох вимірювань не були статистично вірогідними ( $p > 0,05$ ). Величина провідності у пацієнтів II підгрупи залишилася найвищою ( $61,15 \pm 8,43$  мкСм «метал-СОПР» і  $52,10 \pm 5,49$  мкСм «метал-метал»), тобто помітно не змінилася порівняно з попередньою серією досліджень. Разом з тим, у пацієнтів I підгрупи вказана величина зросла в середньому на 6-8 мкСм:  $58,48 \pm 6,67$  мкСм («метал-СОПР») і  $47,10 \pm 2,61$  мкСм («метал-метал»), в результаті чого змінився ступінь вірогідності відмінностей ( $p > 0,05$ ) з результатами в пацієнтів II підгрупи. Відмінності величин провідності в пацієнтів III –  $40,28 \pm 5,62$  мкСм («метал-СОПР») і  $35,42 \pm 3,92$  мкСм («метал-метал») і IV –  $36,36 \pm 3,83$  мкСм («метал-СОПР») і  $31,83 \pm 2,70$  мкСм («метал-метал») підгруп в обох вимірюваннях не були закономірними ( $p > 0,05$ ). Ра-

зом з тим, середнє значення різниці потенціалів в обох вимірюваннях у пацієнтів I підгрупи знизилась на 8-10 мВ, практично не змінилися в пацієнтів II і III підгруп, на 2-4 мВ зросли в пацієнтів IV підгрупи (табл. 1). У 3-ій серії досліджень (через 30 діб) співвідношення показників сили струму, величин провідності і різниці потенціалів у пацієнтів I-IV підгруп не змінилися, а незначні розбіжності результатів потенціометрії були зумовлені, на наш погляд, саме періодичними змінами станів «електрохімічної пасивності» і «депасивації» металевих зубних протезів, пов'язаної, за даними П.Л. Тітова [10], зі спонтанним утворенням і руйнуванням шару окиснених структурних компонентів – фаз даного сплаву металу при взаємодії з молекулами води. Результати наших досліджень показали, що у пацієнтів I підгрупи сила струму як «метал-метал», так і «метал-СОПР» була найнижчою через 3 доби спостереження, відповідно  $7,71 \pm 1,10$  мкА і  $9,61 \pm 1,82$  мкА. Найвищою вказана величина була при вимірюванні «метал-метал» – через 15 діб

Таблиця. Результати потенціометричних досліджень (M±m) через 3, 15 і 30 діб користування металокерамічними зубними протезами

Показники дослідження		I підгрупа (n=25) M±m	II підгрупа (n=23) M±m	I і II підгрупи (n=48) M±m	III підгрупа (n=18) M±m	IV підгрупа (n=26) M±m	III і IV підгрупи (n=44) M±m
<b>3 доби</b>							
Сила струму	1	9,61±1,82	15,19±2,62	12,28±1,75*	6,47±0,86	6,16±1,02	6,28±0,69***
	2	7,71±1,10	14,27±1,98	10,85±1,44*	6,41±0,95	5,81±0,77	6,05±0,60***
Величина провідності	1	48,35±6,70	56,56±7,72	52,28±5,16***	40,83±5,85	38,88±4,31	39,68±3,46***
	2	41,27±2,42	56,74±5,13	48,68±3,51*	35,94±4,50	31,76±2,33	33,47±2,35***
Різниця потенціалів	1	137,38±7,04	143,35±8,65	140,24±5,54***	92,68±9,42	85,87±5,33	88,65±5,01***
	2	129,67±10,97	136,98±10,40	133,17±7,57***	106,09±9,69	97,11±8,05	100,78±6,26***
<b>15 діб</b>							
Сила струму	1	9,62±1,74	16,45±2,98	12,90±1,94*	7,80±1,39	7,40±1,11	7,56±0,86***
	2	9,04±1,43	15,53±2,82	12,15±1,78*	6,67±1,16	6,55±0,99	6,60±0,74***
Величина провідності	1	54,48±6,67	61,15±8,43	57,68±5,35***	40,28±5,62	36,36±3,83	37,97±3,24***
	2	47,10±2,61	52,10±5,49	49,50±3,01***	35,42±3,92	31,83±2,70	33,30±2,30***
Сила струму	1	127,55±6,64	137,78±9,11	132,45±5,70***	89,86±8,55	93,02±5,66	91,73±4,80***
	2	110,72±8,90	142,76±11,66	126,07±8,51*	101,71±10,88	100,50±8,68	101,00±6,71***
<b>30 діб</b>							
Сила струму	1	10,09±2,07	13,28±2,58	11,62±1,68***	6,06±1,07	6,78±0,78	6,48±0,64***
	2	8,95±1,63	13,88±2,30	11,31±1,55*	6,33±1,00	6,62±0,77	6,50±0,61***
Величина провідності	1	48,99±5,37	50,40±6,09	49,66±4,00***	34,49±4,60	34,92±3,60	34,75±2,81***
	2	43,58±2,53	51,40±4,67	47,33±2,80*	33,43±3,09	30,94±2,30	31,96±1,87***
Різниця потенціалів	1	117,56±8,51	130,31±9,21	123,67±6,45**	90,96±8,40	90,33±5,63	90,59±4,72***
	2	120,21±7,82	134,42±11,08	127,02±6,92**	112,24±11,68	101,25±9,91	105,75±7,64***

Примітка: 1 – «метал-СОПР», 2 – «метал-метал»

\*  $p < 0,02$  при порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів I і II, а також III і IV підгруп

\*\*  $p < 0,05$  при порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів I і II, а також III і IV підгруп

\*\*\*  $p > 0,05$  при порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів I і II, а також III і IV підгруп

При порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів I-II з III-IV підгрупами в трьох серіях досліджень –  $p < 0,02$

спостереження ( $9,04 \pm 1,43$  мкА), «метал-СОПР» – через 30 дів спостереження ( $10,09 \pm 2,07$  мкА) в межах незначного зростання. Натомість, у пацієнтів II підгрупи найвищими були показники сили струму як «метал-метал», так і «метал-СОПР» через 15 дів спостереження, відповідно  $15,53 \pm 2,82$  мкА і  $16,45 \pm 2,98$  мкА, найнижчими – через 30 дів спостереження, відповідно  $13,88 \pm 2,30$  мкА і  $13,28 \pm 2,58$  мкА в межах незначного зростання.

Показники сили струму «метал-метал» при потенціометрії у пацієнтів як III, так і IV підгруп впродовж 1 місяця користування металокерамічними зубними протезами були зареєстровані в межах низької електрохімічної активності: відповідно, в проміжках від  $6,33 \pm 1,00$  мкА (30 дів спостереження) до  $6,67 \pm 1,16$  мкА (15 дів спостереження) і  $5,81 \pm 0,77$  мкА (3 доби спостереження) до  $6,62 \pm 0,77$  мкА (30 дів спостереження). Щодо показників сили струму «метал-СОПР», то їх значення не виходили за межі низької електрохімічної активності, відповідно – від  $6,06 \pm 1,07$  мкА (30 дів спостереження) до  $7,80 \pm 1,39$  мкА (15 дів спостереження) і від  $6,16 \pm 1,02$  мкА (30 дів спостереження) до  $7,40 \pm 1,11$  мкА (15 дів спостереження).

Як бачимо, відмінності показників потенціометрії у пацієнтів I-IV підгруп не

були закономірними у трьох порівняннях; статистично вірогідною ( $p < 0,02$ ) була лише відмінність у пацієнтів I і II підгруп: відповідно –  $13,88 \pm 2,30$  мкА порівняно з  $8,95 \pm 1,63$  мкА (сила струму «метал-метал»);  $51,40 \pm 4,67$  мкСм порівняно з  $43,58 \pm 2,53$  мкСм (величина провідності «метал-метал»); різниця потенціалів «метал-СОПР» –  $130,31 \pm 9,21$  мВ порівняно з  $117,56 \pm 8,51$  мВ ( $p < 0,05$ ) і різниця потенціалів «метал-метал» –  $134,42 \pm 11,08$  мВ порівняно з  $120,21 \pm 7,82$  мВ ( $p < 0,05$ ). Посилене кислотоутворення внаслідок реакції іонів металу (продуктів гідролізу) з іонами хлору у важкодоступних для самоочищення ділянках порожнини рота, порівняно з відкритими, як зазначають, зокрема П.Ф. Фліс зі співавт. [6], впливає на величину різниці потенціалів між окремими ділянками металевих зубних протезів. За відсутності статистично вірогідних відмінностей в обох вимірюваннях різниці потенціалів III і IV підгруп «метал-СОПР» і «метал-метал», зростання різниці потенціалів порівняно з попередніми двома серіями досліджень не спостерігалось, показники «метал-метал» переважали «метал-СОПР» лише для різниці потенціалів, як вищевказаних у пацієнтів I і II підгруп, так і III ( $101,25 \pm 9,91$  мВ порівняно з  $90,33 \pm 5,63$  мВ) і IV ( $105,75 \pm 7,64$  мВ порівняно з  $90,59 \pm 4,72$  мВ) підгруп. Отже, на

відміну від порівняльної оцінки даних пацієнтів III і IV підгруп (табл.), відмінності середніх значень усіх трьох потенціометричних величин у пацієнтів I-II і III-IV підгруп були статистично вірогідними ( $p < 0,02$ ).

## Висновки

Статистично вірогідні ( $p < 0,05$ ) відмінності середніх значень сили струму, електропровідності ротової рідини і різниці потенціалів «метал-СОПР», «метал-метал» в 10 з 18 рядах вимірювань при порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів I-II підгруп, в усіх 18 рядах вимірювань при порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів I-II – III-IV підгруп, а також взаємно наближені середні значення вказаних показників в усіх 18 рядах вимірювань при порівнянні результатів потенціометрії у пацієнтів III-IV підгруп ( $p > 0,05$ ) узгоджуються з даними виробників про склад і корозійні властивості досліджуваних сплавів неблагородних і благородних металів.

Відсутність несприятливих реакцій пацієнтів, а також показники клініко-технологічної якості і рівень електрохімічної активності металокерамічних зубних протезів підтверджують позитивні результати проведеного нами стоматологічного ортопедичного лікування.

## Література

1. Беда В.И. Технологические аспекты применения стоматологических сплавов фирмы «Degussa» для изготовления современных конструкций зубных протезов / В.И. Беда // *Зубное протезирование*. — 2002. — № 1. — С. 10-21.
2. Бертолотти Р. Рациональные критерии в выборе стоматологических сплавов / Р.Бертолотти // *Стоматолог*. — 2000. — № 3. — С. 29-31.
3. Бремер В. Литво у зуботехнічній справі / В.Бремер, Х.Кройтцер. — Львів: ГалДент, 2003. — 68 с.
4. Галузевий медико-економічний стандарт надання стоматологічної допомоги на I, II та III рівнях амбулаторної допомоги. / наук. ред. К. М. Косенко. — МОЗ України, ОНДІС, 2000. — С. 215-219.
5. Зависимость качества зубопротезных изделий от технологии литья сплавов металлов / В. С. Онищенко, А. В. Кузьменко, А. М. Шумейко [и др.] // *Зубное протезирование*. — 2002. — №1. — С. 30-35.
6. Исследование pH жидкости полости рта у пациентов, пользующихся зубными протезами из кобальтохромовых сплавов / П. С. Флис, Н. А. Омельчук, В. П. Вознюк [и др.] // *Современная стоматология*. — 2005. — №3. — С. 133-136.
7. Когут О.К. Дослідження структурних перетворень зубопротезних сплавів на основі неблагородних металів у процесі технологічної переробки та їх значення для клініки / О.К. Когут, Р.Є. Гладішевський, П.Ю.Демченко // *Новини стоматології*. — 2008. — № 3 (56). — С. 60-65.
8. Ожоган З. Р. Причины усладнений при використанні незнімних зубних протезів / З. Р. Ожоган // *Галицький лікарський вісник*. — 2000. — Т. 7, №3. — С. 93-95.
9. Онищенко В.С. Использование сплавов для изготовления зубных протезов / В.С.Онищенко // *Зубное протезирование*. — 2002. — № 1. — С. 4-9.
10. Титов П. Л. Биосовместимость дентальных сплавов (часть II) / П. Л. Титов // *Стоматол. журнал*. — 2003. — №3. — С. 30-33.
11. Федоша А.И. Неблагородные сплавы для металлокерамики, их биосовместимость и основные технические свойства / А.И.Федоша // *Український стоматол. альманах*. — 2001. — №2. — С. 58-59.
12. Geurtsen W. Biocompatibility of dental casting alloys / W. Geurtsen // *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.* — 2002. — Vol. 13. — P. 71-84.
13. Messer R. L. Cytotoxicity of nickel-chromium alloys: bulk alloys compared to multiple ion salt solutions / R. L. Messer, I. C. Lucas // *Dental Materials*. — 2000. — №16. — P. 207-212.
14. Schmalz G. Biologic interactions of dental cast alloys with oral tissues / G. Schmalz, P. Garhammer // *Dental Materials* — 2002. — Vol. 18. — P. 396-406.