

Ю.Є. Локота, І.В. Палійчук, Р.В. Куцик, В.І. Палійчук

Вплив озону, генерованого імпульсним змінним електричним струмом, на життєздатність представників мікрофлори ротової порожнини, причетних до розвитку протезного стоматиту

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Актуальність. При використанні знімних конструкцій зубних протезів у 84,26±1,19 % пацієнтів спостерігаються різноманітні зміни слизової оболонки протезного ложа з вираженими змінами мікробної екології, які посилюються при недотриманні належної гігієни ротової порожнини та знімних протезів. Новим і багатообіцяючим напрямом лікування запальних процесів і мікробних уражень слизової оболонки ротової порожнини є озонотерапія, яка проявляє антисептичну, протизапальну, знеболюючу, імуномодулюючу дію та сприяє активації внутрішньоклітинного обміну речовин, покращенню реологічних властивостей і мікроциркуляції крові, посилює репаративну здатність пошкоджених тканин.

Мета дослідження – оцінити *in vitro* вплив озону, генерованого приладом, який застосовується у стоматологічній практиці, на виживання представників аеробної й факультативно-анаеробної мікрофлори ротової порожнини, які сприяють розвитку протезного стоматиту.

Матеріали та методи дослідження. В експериментах *in vitro* вивчено вплив озону, генерованого імпульсним змінним електричним струмом (прилад «Ozone DTA» для застосування у стоматологічній практиці), на виживання представників аеробної й факультативно-анаеробної мікрофлори ротової порожнини, які можуть бути потенційними чинниками запальних процесів у тканинах протезного ложа та розвитку протезного стоматиту. Результати обробляли методом варіаційної статистики та двофакторного дисперсійного аналізу ANOVA (MS Excel 2003).

Результати. Установлено пряму залежність впливу рівня виживання *S. aureus* у суспензії від потужності озоногенерації та часу експозиції з озоном. Різні види оральних мікроорганізмів відрізняються між собою чутливістю до озону. Порівняно вищою чутливістю до генерованого озону характеризуються культури *S. epidermidis*, β -гемолітичного *Streptococcus* group G, α -гемолітичних стрептококів *S. sanguinis* і *S. oralis*, дріжджоподібних грибів *Candida tropicalis*.

Висновок. Одержані експериментальні результати мікробіологічно обґрунтовують можливість і доцільність використання озонотерапії для попередження виникнення й лікування протезного стоматиту. На основі виконаних експериментів встановлено оптимальний режим озонотерапії приладом «Ozone DTA» для забезпечення протимікробного ефекту на рівні 98,8–100 %.

Ключові слова: озон, мікроорганізми, протимікробна дія, ротова порожнина.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень

Мікробний фактор відіграє ключову роль у виникненні захворювань пародонта, тканин зубоюсенної ділянки та протезного ложа [1, 2, 3]. Запальні процеси слизової оболонки ротової порожнини є поширеним ускладненням після ортопедичного лікування пацієнтів, особливо літнього віку. За даними L. Gendreau та Z.G. Loewy [1], поширення протезного стоматиту в пацієнтів різних категорій варіює від 14,7–18,5 до 70,3–77,5 %. Дослідженнями І.В. Палійчука (2015) встановлено у 84,26±1,19 % пацієнтів різ-

номанітні зміни слизової оболонки ротової порожнини при використанні знімних конструкцій зубних протезів [4]. Наші спостереження свідчать, що в осіб з частковими й повними зубними протезами спостерігаються виражені зміни мікробної екології на поверхні слизової протезного ложа як у ранні, так і в пізні строки ортопедичного лікування [5, 6], які посилюються при недотриманні належної гігієни ротової порожнини та знімних протезів [7]. На показники мікробіоценозу слизової оболонки протезного ложа впливають також фізико-хімічні особливості конструкційних полімерних матеріалів [8]. Додатковими

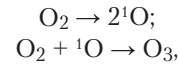
факторами ризику виникнення запальних ускладнень тканин протезного ложа в пацієнтів є супутня соматична патологія (зокрема цукровий діабет, захворювання шлунково-кишкового тракту) [9], уживання системних кортикостероїдів, антибіотиків [10], які ведуть до глибоких змін внутрішнього середовища організму з подальшим ураженням тканин пародонта [11].

Найчастіше етіологічними чинниками протезного стоматиту вважаються дріжджоподібні гриби роду *Candida* [1, 12]. Екологічний дисбаланс, який спостерігається при тривалому контакті базису зубного протеза зі слизовою оболонкою ротової порожнини, часто супроводжується беззаперечним домінуванням на слизовій протезного ложа стафілококів, β -гемолітичних стрептококів, окремих видів α -гемолітичних стрептококів (*S. gordonii*, *S. sanguinis*) і клітин грибів роду *Candida* і псевдоміцелію грибів *Candida* [5, 6, 8]. Ці мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності й токсини також впливають на розвиток запальних змін у тканинах протезного ложа [3, 12]. Тому всі рекомендації стосовно методів лікування та профілактики протезного стоматиту передбачають використання протимікробних середників, а також різноманітних фізичних методів знезараження як безпосередньо в ділянці ураження слизової, так і під час догляду за знімними конструкціями [3].

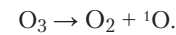
Новим і багатообіцяючим напрямом лікування мікробних уражень слизової оболонки ротової порожнини й зубоясенної ділянки є озонотерапія. Озон належить до активних форм кисню, які володіють значно вищим порівняно з його звичайною молекулярною формою окислювальним потенціалом. Озон широко використовується для знезараження питної води та води в басейнах, повітря закритих приміщень. У цих середовищах він забезпечує ефективне знищення *E. coli* та ентеропатогенних мікроорганізмів, вірусів грипу. Поряд з цим застосування озону впроваджено в різні галузі клінічної медицини, що ґрунтується на широкому спектрі його терапевтичних ефектів, таких як антисептична, протизапальна, знеболююча, імуномодуюча дія. Установлено, що застосування озонованих розчинів, озонування крові сприяє активації внутрішньоклітинного обміну речовин, покращенню реологічних властивостей і мікроциркуляції крові, посилює репаративну здатність пошкоджених тканин [13].

Озон є нестійким газом, який має період напіврозпаду ~30 хв. За рахунок дифузії він проникає в поверхневий шар м'яких тканин ясен і протезного ложа. Електромагнітне поле генератора озону «Ozone DTA» допомагає йому проникати на глибину більше 1 см. Час розкладання озону в рідині триваліший, ніж у повітрі. Тому на вологій поверхні слизової оболонки ротової порожнини він проявляє

продовговану дію. Основний терапевтичний ефект озону (передусім протимікробна дія) забезпечується високореакційноздатним синглетним киснем, який продукується у процесі процедури лікування двічі. Перший раз – при утворенні озону:



а другий раз – при його розкладанні:



Застосування озону успішно запроваджено у стоматологічній практиці для лікування виразково-ерозивних процесів слизової оболонки ротової порожнини [14], початкового, порожнинного й кореневого карієсу [15], знезараження корневих каналів [16]. З цією метою промисловістю виробляються різні модифікації апаратів для озонотерапії. Озон ефективно інактивує каріогенні [17] та пародонтопатогенні [18, 19] бактерії. У водному розчині озон проявляє добру біосумісність з епітелієм ротової порожнини, гінгівальними фібробластами та клітинами пародонта [20].

Тому **метою** дослідження є оцінка *in vitro* впливу озону, генерованого приладом для застосування у стоматологічній практиці, на виживання представників аеробної й факультативно-анаеробної мікрофлори ротової порожнини, які мають значення у розвитку протезного стоматиту.

Матеріали та методи дослідження

У дослідженні використано штами умовно-патогенних мікроорганізмів, які репрезентують аеробну та факультативно-анаеробну транзиторну мікрофлору ротової порожнини [5, 6, 8], а також на α -гемолітичні стрептококи *Streptococcus oralis*, *S. gordonii*, *S. Sanguinis* як основні представники резидентної мікрофлори даного біотопу. Мікробні культури були виділені зі слизової оболонки ротової порожнини (протезного ложа, ясенних кишень) пацієнтів зі знімними конструкціями зубних протезів із проявами протезного стоматиту та ідентифіковані на основі морфологічних, культуральних властивостей і біохімічних мікротестів за допомогою наборів «STAPHYtest 16», «STREPTOtest 16» (Lachema, Чехія) та VITEK 2 YST (biomerieux, Франція).

Генерацію озону здійснювали за допомогою приладу «Ozone DTA» (APOZA Enterprise Co., Ltd., Тайвань), рекомендованого для клінічного застосування у стоматологічній практиці. Прилад оснащено набором зондів-насадок, які виробляють озон у сфокусованих ділянках, дозволяючи забезпечити лікувальні процедури на поверхні слизової оболонки ясен, в

ясенних кишнях, у каналі кореня зуба та альвеолярну терапію після видалення зуба. Продукція озону забезпечується імпульсним змінним електричним струмом (≤ 100 мА, 500 Гц, 2-59 мкс). Пульст управління апарата дозволяє застосувати 15 рівнів потужності та досягнути на обмежених поверхнях концентрації озону від 10 до 100 мг/мл.

Із добових культур бактерій, вирощених на кров'яному агарі, та із 48-годинних культур *C. albicans* та *C. tropicalis*, вирощених на середовищі Сабуро, за оптичним стандартом мутності виготовляли суспензії у фізіологічному розчині з концентрацією 1×10^6 КУО/мл. Для забезпечення відтворення умов, які існують при застосуванні приладу для генерації озону в лікувальній практиці, подальші дослідження виконували в невеликих об'ємах мікробних суспензій – 100 мкл, внесених у лунки стерильних полістиролових планшетів. У мікробну суспензію занурювали попередньо простерилізований зонд № 3 із плоскою поверхнею (який рекомендується для лікування уражень слизової оболонки). Використовували змінні параметри, задані пультом управління приладу: час експозиції 1, 2 і 3 хв. при вихідних рівнях потужності 3, 6, 9 і 15 (які відповідають концентраціям генерованого озону 28, 46, 64 та 100 мг/мл). Після цього з мікробної суспензії, яка залишилась у лунці, відбирали зразок об'ємом 10 мкл для визначення кількості життєздатних мікроорганізмів. У лунках нового стерильного планшета виконували десятикратні серійні розведення, які висівали (по 10 мкл) на кров'яний агар (для бактерій) або на середовище Сабуро (для грибів). Контрольне дослідження виконували з мікробною суспензією, яка не зазнавала впливу озону. Посіви культивували впродовж 24 год. у термостаті при 37°C. Після цього підраховували кількість колоній, що виросла при кожному розведенні. Кількість життєздатних клітин у досліджуваній мікробній суспензії виражали в КУО/мл (колонієутворюючі одиниці на мілілітр). Досліди при кожному режимі експозиції культури з генерованим озоном повторювали тричі. Результати обробляли методом варіаційної статистики та двофакторного дисперсійний аналізу ANOVA (MS Excel 2003).

Результати дослідження та їх обговорення

Клінічні спостереження свідчать про ефективність озонотерапії в лікуванні достатньо широкого спектру стоматологічних захворювань [21]. Було виконано експериментальне дослідження для мікробіологічного обґрунтування можливості застосування генерованого озону в лікуванні ускладнень мікробного генезу після протезування знімними конструкціями та вибору оптимального режиму озонотерапії. Вивчено *in vitro* вплив генерованого озону на виживання представників аеробної й факультативно-

анаеробної мікрофлори ротової порожнини, виділених з поверхні слизової оболонки протезного ложа пацієнтів із протезним стоматитом.

Для генерації озону в усіх дослідях використано прилад «Ozone DTA» та зонд № 3 із плоскою робочою поверхнею, який рекомендується для лікування патологічних процесів на слизовій оболонці ротової порожнини, та невеликий об'єм (100 мкл) відповідних мікробних суспензій, внесених у лунки стерильних полістиролових планшетів. Випробовано різні рівні потужності – 3, 6, 9 і 15 (які відповідають концентраціям генерованого озону 28, 46, 64 та 100 мг/мл) і різний час експозиції з мікробною суспензією (1, 2 та 3 хв.).

У першій серії експериментів, виконаних на культурі антибіотикочутливого золотистого стафілокока *S. aureus*, нами досліджено найбільш широкий спектр комбінації параметрів генерації озону (рис. 1, 2). Життєздатність контрольної суспензії стафілокока впродовж часу експерименту абсолютно не змінилась (рис. 1).

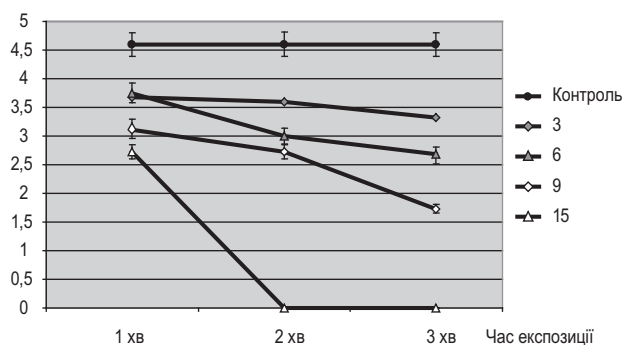


Рис. 1. Вплив різних режимів генерації озону на виживання антибіотико-чутливого *S. aureus* в умовах експерименту *in vitro*.

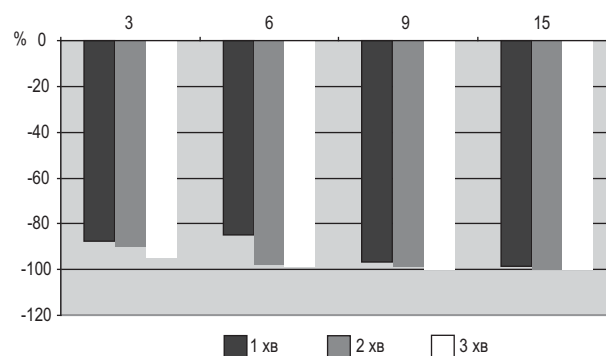


Рис. 2. Зміна життєздатності антибіотико-чутливого *S. Aureus* у суспензії при різному часі експозиції з генерованим озоном (потужності генерації 3, 6, 9 і 15 відповідають концентраціям озону 28, 46, 64 та 100 мг/мл відповідно).

При максимально можливій потужності продукції озону 15 (яка відповідає концентрації озону 100 мг/мл) після 2-хвилинної експозиції в мікробній суспензії життєздатних клітин золотистого стафілокока не залишилося взагалі ($p < 0,001$), після 1-хвилинної експозиції кількість життєздатних клітин стафілокока зменшилась на 2 порядки (на $98,8 \pm 1,68\%$, $p < 0,01$, рис. 1 і 2).

При рівнях потужності продукції озону 9 та 6 (які відповідають концентраціям озону 64 мг/мл та 46 мкг/мл) після 3-хвилинної експозиції в мікробній суспензії було досягнуто зменшення кількості життєздатних клітин стафілокока на 99,9 та 98,9 % відповідно ($p < 0,01$, рис. 2). При рівні потужності 3 (що відповідає концентрації генерованого озону 28 мкг/мл) кількість життєздатних клітин стафілокока зменшилась приблизно на порядок ($p < 0,05$) в усі строки спостереження (рис. 1). Проте рівень виживання мікроорганізмів у даному випадку був досить значним – через 1 хв. $12,50 \pm 2,96\%$, 2 хв. – $10,0 \pm 2,45\%$ 3 хв. – $5,00 \pm 2,03\%$ ($p < 0,05$ при порівнянні з почат-

ковою концентрацією стафілококів, рис. 2). При статистичному аналізі результатів експерименту методом двофакторного дисперсійний аналізу ANOVA встановлено виражений достовірний вплив потужності озоногенерації ($F = 13,645$; $F > F_{\text{крит. max.}} = 3,838$, $p = 0,0012$), та істотний вплив часу експозиції з озоном ($F = 4,059$; $F < F_{\text{крит. max.}} = 4,459$, $p = 0,0607$) на рівень виживання *S. aureus* у суспензії.

Для наступної серії експериментів вибрано два рівні потужності приладу «Ozone DTA» – 6 і 9, які забезпечили достатньо ефективну інактивацію золотистого стафілокока. Вони цілком відповідають діапазону, рекомендованому виробником апарата (а саме рівні потужності 6–12) для лікування запальних процесів слизової оболонки ротової порожнини. Інактивуючу ефективність генерованого в таких режимах озону випробувано відносно достатньо широкого видового спектру представників оральної мікрофлори, які можуть бути потенційними чинниками запальних процесів у тканинах протезного ложа (табл. 1). У цілому слід зазначити, що обидва рівні потужності

Таблиця 1

Вплив різних режимів генерації озону на виживання основних представників аеробної й факультативно-анаеробної резидентної та транзитornoї мікрофлори ротової порожнини

Мікробні культури	Контроль	К-сть життєздатних мікробних клітин у суспензії (lg КУО/мл)					
		Потужність 6			Потужність 9		
		Час експозиції			Час експозиції		
		1 хв.	2 хв.	3 хв.	1 хв.	2 хв.	3 хв.
<i>S. aureus</i> ATCC 25923 (MSSA)	4,60±0,23	3,78±0,18*	3,00±0,14**/***	2,65±0,12**/***	3,11±0,09**	2,70±0,13**	1,70±0,03**/***
<i>S. aureus</i> (MRSA)	4,48±0,22	3,40±0,17*	3,41±0,09*	3,04±0,10*	3,00±0,14	2,74±0,13*	0**/***
<i>S. epidermidis</i>	6,18±0,31	4,18±0,15**	3,40±0,09**/***	2,93±0,09**/***	3,54±0,05**	1,70±0,06**/***	0**/***
β-гемолітичний <i>S. pyogenes</i>	4,62±0,23	4,40±0,18	4,00±0,11	3,60±0,06**/***	4,18±0,12	3,26±0,09**/***	1,70±0,04**/***
β-гемолітичний <i>S. group G</i>	5,51±0,28	4,41±0,19*	3,65±0,18**/***	3,13±0,13**/***	3,93±0,15*	2,60±0,12**/***	1,93±0,04**/***
α-гемолітичний <i>S. gordonii</i>	4,88±0,24	4,00±0,21	2,95±0,16**/***	2,90±0,09**/***	3,95±0,16*	2,70±0,06**/***	2,00±0,06**/***
α-гемолітичний <i>S. sanguis</i>	4,79±0,21	2,43±0,14**	2,30±0,12**	2,08±0,07**	2,23±0,09**	1,48±0,04**	0**/***
α-гемолітичний <i>S. oralis</i>	4,79±0,24	1,63±0,09**	1,38±0,09**	0**/***	0**	0**	0**
<i>E. coli</i>	4,13±0,20	2,70±0,13*	2,40±0,11*	0**/***	2,00±0,05*	1,30±0,02**	0**/***
<i>C. albicans</i>	4,06±0,23	3,40±0,17	2,00±0,10**/***	0**/***	2,40±0,07	1,30±0,03**/***	0**/***
<i>C. tropicalis</i>	4,60±0,21	3,00±0,11*	2,60±0,12*	1,70±0,05**/***	2,65±0,08*	2,48±0,07*	1,48±0,07**/***

Примітки: 1) MSSA – метицилінчутливий *S. aureus*, MRSA – метицилінрезистентний *S. aureus*.

2) * – $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ при порівнянні з початковою концентрацією мікроорганізмів (контроль).

3) *** – $p < 0,05$ при порівнянні зі строком експозиції 1 хв.

приладу забезпечують виражене зменшення кількості життєздатних мікробних клітин усіх тест-штамів після 2-хвилинної й особливо 3-хвилинної експозиції. Але, безумовно, видова належність мікроорганізмів зумовлює певні відмінності в їх чутливості до озону.

Стафілококи в цілому проявляють значно меншу чутливість до озону, генерованого при потужності 6 (у більшості випадків їх кількість зменшувалася лише на 1–2 порядки), ніж до озону, генерованого при потужності 9 (коли їх кількість зменшувалась на 2–4 порядки). Менш вірулентний, але більш звичний для оральних мікробіоценозів *S. epidermidis* проявив вищу чутливість до генерованого озону (табл. 1), ніж *S. aureus*.

Найбільш виражену інактивацію β-гемолітичних стрептококів групи А *S. pyogenes* і групи G спостерігали при потужності 9 після 3-хвилинної експозиції – рівень життєздатності відповідних культур зменшувався на 99,8–99,98 % (рис. 3). У ході експерименту виявилося, що β-гемолітичний стрептокок групи А *S. pyogenes* є менш чутливим до генерованого озону, ніж β-гемолітичний стрептокок групи G. У суспензії β-гемолітичного стрептокока групи G різке зниження життєздатності мікробних клітин зареєстровано також при рівні потужності генерації озону 6 після 2- та 3-хвилинної експозиції.

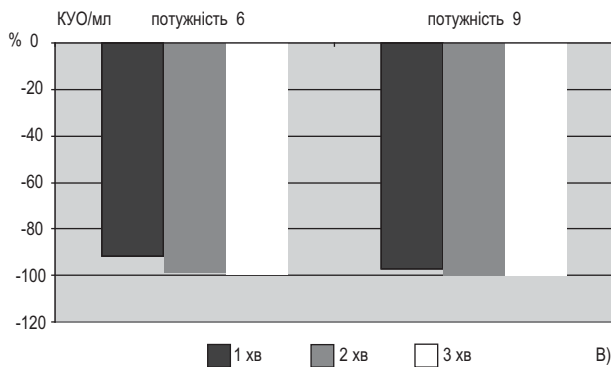
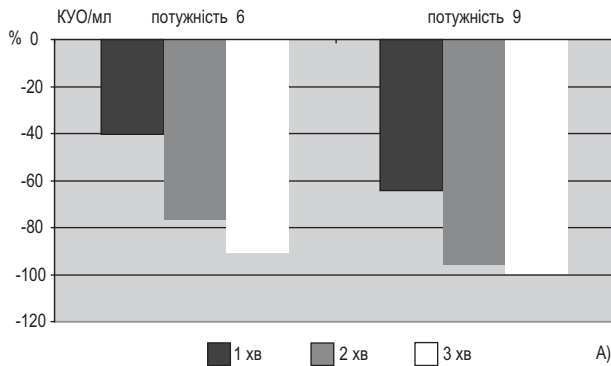


Рис. 3. Вплив експозиції з генерованим озonom на життєздатність β-гемолітичних стрептококів групи А *S. pyogenes* (А) та групи G (В).

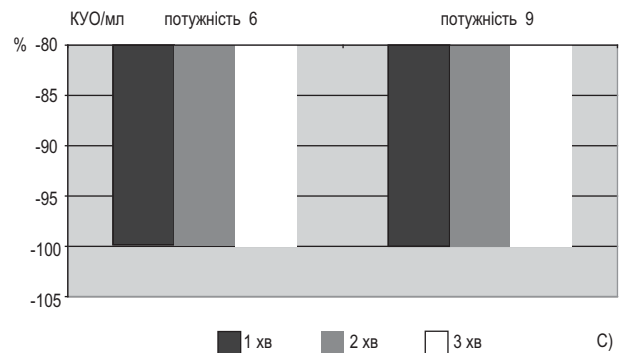
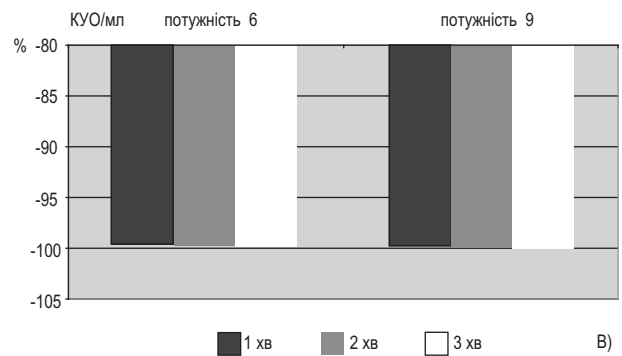
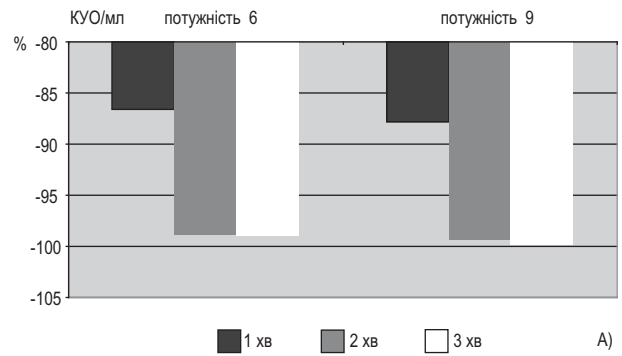


Рис. 4. Вплив експозиції з генерованим озonom на життєздатність α-гемолітичних стрептококів групи *S. gordonii* (А), *S. sanguinis* (В) та *S. oralis* (С).

Також по-різному проявилась інактивуюча дія озону на оральні α-гемолітичні стрептококи (рис. 4). Найбільш чутливим до озону є *S. oralis*, який володіє слабким патогенним потенціалом і зазвичай не асоціюється із запальними процесами слизової оболонки ротової порожнини. При рівні потужності 6 приладу «Ozone DTA» початковий рівень мікробного навантаження суспензії зменшився на 3 порядки вже після 1-хвилинної експозиції (див. табл. 1). При інших параметрах експерименту, зокрема після експозиції з озonom впродовж 3 хв., спостерігали повну інактивацію *S. oralis*: при відсіванні різних об'ємів піддослідної суспензії його життєздатних клітин не було виявлено взагалі.

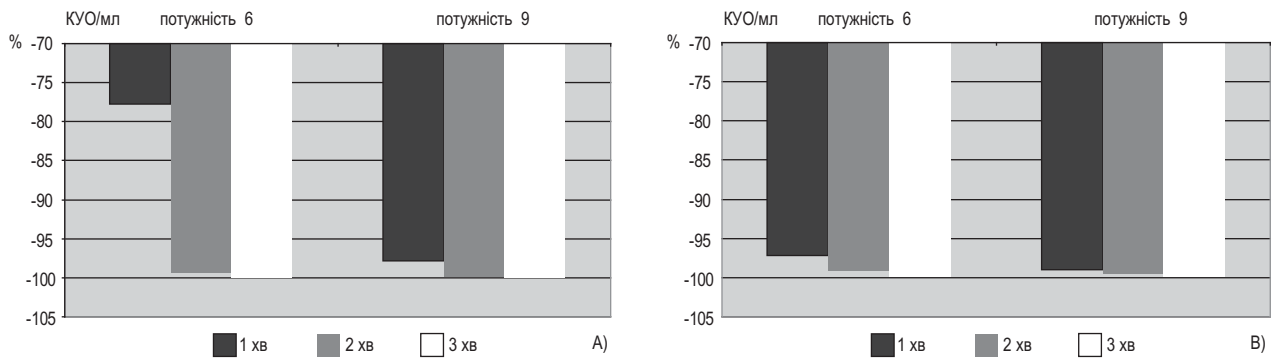


Рис. 5. Вплив експозиції з генерованим озоном на життєздатність дріжджоподібних грибів *Candida albicans* (A) і *C. tropicalis* (B).

S. gordonii та *S. sanguinis* належать до α -гемолітичних стрептококів, які характеризуються підвищеним патогенним потенціалом і високою тропністю до тканин зубів, пародонта та ясен. Вони володіють здатністю продукувати стрептолізин-О, гальмувати активацію комплементу, зв'язуватися з фібрoneктином, активно формують біоплівки як на емалі, так і на поверхні епітелію слизової оболонки ротової порожнини, а також можуть виступати в ролі ініціатора адгезії пародонтопатогенних мікроорганізмів [22]. Крім того, вони є активними продуцентами пероксиду водню в ротовій порожнині, який має вирішальне значення в підтримці орального симбіотичного гомеостазу та в екології оральних біоплівок [22, 23]. У зв'язку з цим ці види α -гемолітичних стрептококів володіють достатньо потужними системами антиоксидантного захисту для забезпечення інактивації активних форм кисню. Проте за умов тривалої (якщо взяти до уваги, що час життя вільних радикалів вимірюється мілісекундами) експозиції з високими концентраціями локально генерованого озону очевидно настає швидке їх виснаження і врешті проявляється бактерицидний ефект, що і спостерігали в ході виконаних експериментів. Так, після 2- та 3-хвилинної експозиції з генерованим озоном в суспензії *S. gordonii* наступала загибель 98,80–99,87 % мікробних клітин ($p < 0,01$). Після 1-хвилинної експозиції бактерицидний ефект відносно *S. gordonii* був трохи менш вираженим – на рівні 86,67–88,00 % ($p < 0,01$, див. рис. 4). Відносно *S. sanguinis* генерований приладом «Ozone DTA» озон проявив вищу ефективність. При усіх випробуваних параметрах потужності генерації та часу експозиції рівень загибелі клітин *S. sanguinis* перевищував 99,56 % ($p < 0,01$, див. рис. 4).

Виразний протимікробний ефект генерованого озону спостерігали також відносно кишкової палички (див. табл. 1), яка хоч і не належить до резидентної мікрофлори ротової порожнини, але є маркером незадовільного стану оральної гігієни, передусім у користувачів знімними зубними протезами.

Велику актуальність для ортопедичної стоматології представляє колонізація ротової порожнини дріжджоподібними грибами роду *Candida*, які особливо часто асоціюються із протезним стоматитом [1, 12, 24, 25].

Використані в ході проведених експериментів штами дріжджоподібних грибів орального походження, які до того ж характеризуються резистентністю до протигрибкових антибіотиків і синтетичних антимікотичних засобів, проявили достатньо високу чутливість до генерованого озону. Після 2- та 3-хвилинної експозиції з озоном, генерованим при рівні потужності 6, розвивався фунгіцидний ефект стосовно 99,13–100,00 % клітин *C. albicans* та 99,00–99,85 % клітин *C. tropicalis* ($p < 0,01$), а при рівні потужності 9 – відповідно відносно 99,82–100,00 та 99,25–99,93 % клітин ($p < 0,01$, рис. 5). Після 1-хвилинної експозиції високий фунгіцидний ефект (97,50–98,8 %, $p < 0,01$) зареєстровано лише відносно *C. tropicalis*. Стосовно *C. albicans* він був скромнішим – 78,13 % (при рівні потужності 6) і 97,83 % (при рівні потужності 9) ($p < 0,01$).

Таким чином, у ході виконаних експериментів *in vitro* продемонстровано виражену протимікробну дію озону, генерованого імпульсним змінним електричним струмом за допомогою приладу «Ozone DTA» для застосування у стоматологічній практиці, відносно різних представників аеробної й факультативно-анаеробної мікрофлори ротової порожнини, які можуть бути потенційними етіологічними чинниками протезного стоматиту.

Обговорення

Протимікробні властивості озону в газоподібному та розчиненому у воді вигляді добре відомі й детально вивчені. Для практичної стоматології найбільше значення мають експериментальні роботи, в яких доведено бактерицидну дію озону на каріогенні (*Streptococcus mutans*, *S. sobrinus*) та пародонтопатогенні (*Porphyromonas gingivalis*, *P. endodontalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Tannerella forsythia*,

Parvimonas micra, *Treponema denticola*) бактерії [17, 18, 19]. Мікробіологічно обґрунтовано перевагу озону над хлоргексидином стосовно пародонтопатогенних мікроорганізмів [19]. Водночас усі дослідники відзначають відмінності в чутливості до озону різних видів і штамів бактерій, що спостерігалось і в ході виконаних експериментів. Важливо, що протимікробна дія озону відносно планктонних культур каріогенних і пародонтопатогенних мікроорганізмів проявляється в більш значній мірі, ніж відносно бактерій, які перебувають у складі біоплівки [19]. Вважають, що це зумовлюється частковим розкладанням озону при контакті з органічними сполуками міжклітинного матриксу. Проте даний факт важливіше враховувати при лікуванні патології твердих тканин зуба, пришийкової ділянки, ясенних кишень і корневих каналів, ніж слизової оболонки протезного ложа. У даному дослідженні основну увагу було сфокусовано на вивчення впливу озону стосовно представників аеробної й факультативно-анаеробної мікрофлори ротової порожнини (α - і β -гемолітичні стрептококи, стафілококи, дріжджоподібні гриби роду *Candida*), які викликають первинне чи вторинне інфікування слизової оболонки в місці її контакту з полімерними матеріалами базисів знімних зубних протезів. Одержані експериментальні результати мікробіологічно обґрунтовують можливість і доцільність використання озонотерапії для попередження виникнення й лікування протезного стоматиту.

Виробник приладу «Ozone DTA» для лікування запальних процесів слизової оболонки ротової порожнини рекомендує застосовувати рівні потуж-

ності генерації озону 6–12. Як показало виконане експериментальне дослідження *in vitro*, при такому діапазоні потужності реально проявляється бактерицидний ефект. Ураховуючи одержані результати, для лікування протезного стоматиту найбільш оптимальним є застосування режиму потужності 9 цього приладу при часі експозиції 2–3 хв.

Висновки

1. Озон, генерований імпульсним змінним електричним струмом за допомогою приладу «Ozone DTA», проявляє виражений бактерицидний ефект відносно представників аеробної й факультативно-анаеробної мікрофлори ротової порожнини, які можуть бути потенційними етіологічними чинниками протезного стоматиту.
2. Різні види оральних мікроорганізмів характеризуються не однаковою чутливістю до озону. Порівняно вищу чутливість до генерованого озону проявляють *S. epidermidis*, β -гемолітичний *Streptococcus group G*, α -гемолітичні стрептококи *S. sanguinis* і *S. oralis*, дріжджоподібні гриби *Candida tropicalis*.
3. Найбільш оптимальним для лікування протезного стоматиту є застосування озонотерапії приладом «Ozone DTA» в режимі потужності 9 при часі експозиції 2–3 хв., який забезпечує протимікробний ефект на рівні 98,8–100 %.

Перспективи подальших досліджень

Необхідним логічним продовженням виконаної роботи повинні стати вивчення клінічної ефективності озонотерапії в попередженні виникнення та при лікуванні пацієнтів із протезним стоматитом.

ПОСИЛАННЯ

1. Gendreau L, Loewy ZG. Epidemiology and etiology of denture stomatitis // J. Prosthodont. – 2011; 20 (4): 251–260.
2. Emami E, Taraf H, de Grandmont P et al. The association of denture stomatitis and partial removable dental prostheses: A systematic review // Int. J. Prosthodont. – 2012; 25 (2): 113–119.
3. Felton D, Cooper L, Duquim I, Minsley G, Guckes A, Haug S et al. Evidence-based Guidelines for the Care and Maintenance of Complete Dentures: A Publication of the American College of Prosthodontists // J. Prosthodont. – 2011, Feb.; 20 Suppl. 1: S1–S12. doi: 10.1111/j.1532-849X.2010.00683.x.
4. Paliichuk IV. Analiz vykorystannia riznykh vydiv ortopedychnykh konstruksii ta yikh vplyv na slyzovu obolonku porozhnyy rota // Novyny stomatolohii. – 2015; 2 (83): 13–16.
5. Paliichuk IV. Vyvchennia stanu mistsevoho imunitetu ta mikrobiotsenozu rotovoi porozhnyy v dynamitsi v ranni stroky likuvannia znimnymy plastynkovomy protezamy patsientiv, skhylnykh i neskhylnykh do proteznykh stomatyv // Sovremennaia stomatolohyia. – 2012; 1 (60): 102–106.
6. Paliichuk IV. Dynamika pokaznykiv stanu mistsevoho imunitetu ta mikrobiotsenozu rotovoi porozhnyy v pizni stroky likuvannia znimnymy plastynkovomy protezamy patsientiv, skhylnykh i neskhylnykh do proteznykh stomatyv // Halytskyi likarskyi visnyk. – 2012; 19 (1): 51–55.
7. Mykhailenko TM, Kutsyk RV. Mikrobne chyslo ta defitsyt mikrobnoho chysla yak intehralni pokaznyky stanu mikrobiotsenozu slyzovoi obolonky proteznoho lozha ta bazysiv proteziv u osib z riznym rivnem hihieny znimnykh konstruksii // Arkhiv klin. medytsyny. – 2010; 2 (16): 38–42.
8. Paliichuk VI, Rozhko MM, Kutsyk RV. Adhezyvna aktyvnist bakterialnoi i hrybkovoi flory rotovoi porozhnyy do bazysnykh plastmas «Biocril-C» ta «Ftoraks» // Halytskyi likarskyi visnyk. – 2011; 18 (4): 52–55.
9. Hermanchuk SM. Uskladnennia ortopedychnoho likuvannia u khvorykh na tsukrovyy diabet (ohliad literatury) // Vestnyk problem byolohyy u medytsyny. – 2017; 1 (3 (137)): 29–34.
10. Matviuk TI, Hereliuk VI. Klinichniy stan tkanyh parodonta u khvorykh na heneralizovaniy parodontyt na tli systemnoi antybiotykoaterapii suputnoi patolohii // Halytskyi likarskyi visnyk. – 2012; 19 (4): 49–52.
11. Tonetti MS, Jepsen S, Jin L, Corgel JO. Impact of the Global Burden of Periodontal Diseases on Health, Nutrition and Wellbeing of Mankind: a Call for Global Action // J Clin. Periodontol. – 2017; 44 (5): 456–62.

12. Pereira CA, Toledo BC, Santos CT, Pereira Costa ACB, Back-Brito GN, Kaminagakura E, Cardoso Jorge AO. Opportunistic Microorganisms in Individuals With Lesions of Denture Stomatitis // *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* – 2013, Aug.; 76 (4): 419–24. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2013.05.001.
13. Alekhyna SP, Shcherbatiuk TH. Ozonoterapiya: klynycheskiye y eksperimentalnye aspekty. – N. Novhorod: Lytera; 2003. – 240 s.
14. Fazylova YuV, Ruvynskaia HR, Koviazyna SB. Effektivnost ozonoterapii v lechenii porazhenii slizyistoi rotovoi polosti // *Sovremennye problemy nauki y obrazovaniya.* – 2013; 6. Dostupno: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11740>.
15. Makeeva YM, Turkyina Alu, Marharian ЭН, Paramonov YuO, Poliakova MA. Antybakteryalnaia effektivnost ozonoterapii pry lechenii karyesa v stadii beloho piatna // *Stomatolohiya.* – 2017; 4: 7–10. Dostupno: <https://doi.org/10.17116/stomat20179647-10>.
16. Halbauer K, Prskalo K, Janković B, Tarle Z, Pandurić V, Kalenić S. Efficacy of Ozone on Microorganisms in the Tooth Root Canal // *Coll Antropol.* – 2013, Mar.; 37 (1): 101–107.
17. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial Effect of Ozonated Water on Bacteria Invading Dentinal Tubules // *J. Endod.* – 2004, Nov.; 30 (11): 778–81. doi: 10.1097/00004770-200411000-00007.
18. Eick S, Tigan M, Sculean A. Effect of Ozone on Periodontopathogenic Species: An in vitro Study // *Clin. Oral Investig.* – 2012, Apr.; 16 (2): 537–44. doi: 10.1007/s00784-011-0515-1.
19. Huth KC, Quirling M, Lenze S, Paschos E, Kamereck K, Brand K et al. Effectiveness of Ozone Against Periodontal Pathogenic Microorganisms // *Eur. J. Oral Sci.* – 2011, Jun; 119 (3): 204–10. doi: 10.1111/j.1600-0722.2011.00825.x.
20. Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R et al. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials // *Eur. J. Oral Sci.* – 2006, Oct.; 114 (5): 435–40. doi: 10.1111/j.1600-0722.2006.00390.x.
21. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone Therapy in Medicine and Dentistry // *J. Contemp. Dent Pract.* – 2008, May 1; 9 (4): 75–84.
22. Abranches J, Zeng L, Kajfasz JK, Palmer SR, Chakraborty B, Wen ZT et al. Biology of Oral Streptococci // *Microbiol. Spectr.* – 2018; – Vol. 6, № 5. – GPP3-0042-2018. doi: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018.
23. Redanz S, Cheng X, Giacaman RA, Pfeifer CS, Merritt J, Kreth J. Live and let die: Hydrogen peroxide production by the commensal flora and its role in maintaining a symbiotic microbiome // *Mol. Oral Microbiol.* – 2018; Vol. 33, № 5: 337–352. doi: 10.1111/omi.12231.
24. Paliichuk IV, Rozhko MM, Kutsyk RV. Dynamika pokaznykiv stanu mistsevoho imunitetu ta mikrobiotsenozu rotovoi porozhnyny pry likuvanni khvorykh z kandydoznym proteznym stomatytom // *Sovremennaia stomatolohiya.* – 2012; 3 (59): 76–79.
25. Paliichuk IV, Rozhko MM, Kutsyk RV, Vasylyshyn UR. Dynamika pokaznykiv stanu mistsevoho imunitetu ta mikrobiotsenozu rotovoi porozhnyny pry likuvanni khvorykh z kombinovanim proteznym stomatytom // *Halytskyi likarskyi visnyk.* – 2012; 19 (3), ch. 1: 42–46.

Влияние озона, генерируемого импульсным переменным электрическим током, на жизнедеятельность представителей микрофлоры ротовой полости, причастных к развитию протезного стоматита

Ю.Е. Локота, И.В. Палийчук, Р.В. Куцук, В.И. Палийчук

Актуальность. При использовании съемных конструкций зубных протезов у 84,26±1,19 % пациентов наблюдаются разнообразные изменения слизистой оболочки протезного ложа с выраженными изменениями микробной экологии, которые усиливаются при несоблюдении надлежащей гигиены полости рта и съемных протезов. Новым и перспективным направлением лечения воспалительных процессов и микробных поражений слизистой оболочки ротовой полости является озонотерапия, которая проявляет антисептическое, противовоспалительное, обезболивающее, иммуномодулирующее действие и способствует активации внутриклеточного обмена веществ, улучшению реологических свойств и микроциркуляции крови, усиливает репаративную способность поврежденных тканей.

Цель исследования: оценить *in vitro* влияние озона, генерируемого прибором, применяемым в стоматологической практике, на выживание представителей аэробной и факультативно-анаэробной микрофлоры ротовой полости, влияющих на развитие протезного стоматита.

Материалы и методы исследования. В экспериментах *in vitro* изучено влияние озона, генерируемого импульсным переменным электрическим током (прибор «Ozone DTA» для применения в стоматологической практике), на выживание представителей аэробной и факультативно-анаэробной микрофлоры ротовой полости, которые могут быть потенциальными факторами воспалительных процессов в тканях протезного ложа и развития протезного стоматита. Результаты обрабатывали методом вариационной статистики и двухфакторного дисперсионного анализа ANOVA (MS Excel 2003).

Результаты. Установлена прямая зависимость влияния уровня выживания *S. aureus* в суспензии от мощности озоногенерации и времени экспозиции с озоном. Различные виды оральных микроорганизмов отличаются между собой чувствительностью к озону. Высокой чувствительностью к генерируемому озону характеризуются культуры *S. epidermidis*, β-гемолитического *Streptococcus* group G, α-гемолитических стрептококков *S. sanguinis* и *S. oralis*, дрожжеподобных грибов *Candida tropicalis*.

Вывод. Полученные экспериментальные результаты микробиологически обосновывают возможность и целесообразность использования озонотерапии для предупреждения возникновения и лечения протезных стоматитов. На основании выполненных экспериментов установлен оптимальный режим озонотерапии прибором «Ozone DTA» для обеспечения противомикробного эффекта на уровне 98,8–100 %.

Ключевые слова: озон, микроорганизмы, противомикробное действие, ротовая полость.

Influence of ozone generated by pulsed alternating electric current on the viability of representatives of oral microflora involved in the development of prosthetic stomatitis

Yu. Lokota, I. Paliichuk, R. Kutsyk, V. Paliichuk

Topicality. When using removable dentures, in 84.26±1.19 % of cases patients have various changes in the mucous membrane of the prosthetic bed with pronounced changes in microbial ecology which are exacerbated by poor oral hygiene and removable dentures. Ozone therapy is a new and promising area of treatment of microbial lesions of the oral mucosa. It has antiseptic, anti-inflammatory, analgesic, immunomodulatory effects and promotes activation of intracellular metabolism, improvement of rheological properties and microcirculation of blood; it also strengthens reparative ability of the injured tissues.

The aim of the study is to evaluate the in vitro effect of ozone generated by the device for use in dental practice on the survival of the representatives of aerobic and facultative anaerobic microflora of the oral cavity, which are important in the development of prosthetic stomatitis.

Materials and methods of research. In vitro experiments helped to study the effect of ozone generated by pulsed alternating electric current (Ozone DTA device for use in dental practice) on the survival of the representatives of aerobic and facultative anaerobic microflora of the oral cavity, which may be potential factors in inflammatory processes in prosthetic bed tissues and the development of prosthetic stomatitis. The results were processed by the method of variation statistics and two-way analysis of variance ANOVA (MS Excel 2003).

Results. A direct dependence of the influence of the survival level of *S. aureus* in suspension on the ozone generation capacity and the time of exposure to ozone was established. Different types of oral microorganisms differ in their sensitivity to ozone. Cultures of *S. epidermidis*, β -hemolytic *Streptococcus* group G, α -hemolytic streptococci *S. sanguinis* and *S. oralis*, yeast-like fungi *Candida tropicalis* are characterized by relatively higher sensitivity to the generated ozone.

Conclusion. The obtained experimental results microbiologically substantiate the possibility and expediency of using ozone therapy to prevent the occurrence and treatment of prosthetic stomatitis. Based on the performed experiments, the optimal mode of ozone therapy with the Ozone DTA device was established to ensure the antimicrobial effect at the level of 98.8–100%.

Key words: ozone, microorganisms, antimicrobial action, oral cavity.

Локота Юрій Євгенович – асистент кафедри ортопедичної стоматології

Ужгородського національного університету.

Адреса: 88000, вул. Університетська, 10/19, м. Ужгород (UA).

Тел.: +38 (099) 036-76-33. *E-mail:* urij.lokota@uzhnu.edu.ua

Палійчук Іван Васильович – д-р мед. наук,

професор, завідувач кафедри стоматології навчально-наукового інституту післядипломної освіти

Івано-Франківського національного медичного університету.

Адреса: 76018, вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ (UA).

Тел.: +38 (050) 373-03-87. *E-mail:* paliuchuk62@gmail.com.

Куцик Роман Володимирович – д-р мед. наук,

професор, зав. кафедри мікробіології Івано-Франківського національного медичного університету.

Адреса: 76000, вул. Мазени 25, м. Івано-Франківськ (UA).

Тел.: 8 (03422) 4-71-56.

Палійчук Володимир Іванович – канд. мед. наук,

доцент кафедри ортопедичної стоматології Івано-Франківського національного медичного університету.

Адреса: 76018, вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ (UA).

Тел.: +38 (099) 071-56-25. *E-mail:* vovasik.lp700@gmail.com.

27-29 жовтня
ЛЬВІВ

ПАЛАЦ МИСТЕЦТВ
Вул.Коперника, 17

2021



DENTAL®
UKRAINE

19

МІЖНАРОДНА СТОМАТОЛОГІЧНА ВИСТАВКА

ДЕНТАЛ®-УКРАЇНА

19

МІЖНАРОДНИЙ

СТОМАТОЛОГІЧНИЙ ФОРУМ

www.dental-ukraine.info

ОРГАНІЗАТОР ВИСТАВКИ ТА ФОРУМУ:

Гал-ЕКСПО®
АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО

ЗА ПІДТРИМКИ:

МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТУ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ЛОДА

НАУКОВИЙ ПАРТНЕР ФОРУМУ:



ОФІЦІЙНІ ПАРТНЕРИ ФОРУМУ:



ОФІЦІЙНІ ПАРТНЕРИ ВИСТАВКИ:



ІДЕЯ ВИСТАВКИ:

IN · SPE

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ:



ОРГАНІЗАТОР:

тел.: (032) 294-91-12, 294-91-13
www.facebook.com/Dental.Ukraine.Lviv/
www.dental-ukraine.info

