

Чумакова Ю.Г., Антощук В.О.

Візуалізація біоплівки як складова процедури індивідуальної та професійної чистки зубів (Огляд літератури)

Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса, Україна

Вступ. Зубний наліт – це структурована мікробна біоплівка на поверхні емалі зуба, яка зазвичай прозора та практично не помітна неозброєним оком. Тому для візуалізації та ідентифікації біоплівки застосовують спеціальні фарбувальні розчини або таблетки, так звані «розкриваючі агенти» (англ.: *disclosing agents*) або «індикатори нальоту», які дозволяють чітко побачити наявність зубного нальоту, визначити його локалізацію та товщину на різних поверхнях зуба, у тому числі у важкодоступних ділянках.

Мета: на підставі аналізу літературних джерел визначити склад, властивості різних індикаторів нальоту та оцінити їх ефективність при проведенні індивідуальної та професійної гігієни порожнини рота.

Матеріали і методи. Інформаційний пошук та аналіз наукової літератури проведено з використанням наукометричних баз Web of Science, PubMed, Google Scholar переважно за останні 10 років, але в огляд також включені джерела, які дозволяють розкрити історичні факти та тенденції розробки сучасних індикаторів зубного нальоту.

Висновок. Візуалізація зубного нальоту за допомогою спеціальних розкриваючих розчинів, таблеток, гелів є одним із найпростіших і найшвидших способів об'єктивного виявлення мікробної біоплівки. На даний час перевага надається двоколірним індикаторам нальоту, які дозволяють встановити термін формування або «зрілість» біоплівки. Наведені в огляді результати численних наукових досліджень підтверджують високу ефективність індикаторів нальоту при проведенні індивідуальної та професійної гігієни ротової порожнини у дітей і дорослих. Їх застосування значно покращує мотивацію пацієнтів до якісного видалення зубної біоплівки.

Ключові слова: зубний наліт, біоплівка, розкриваючі агенти, індикатор нальоту, гігієна ротової порожнини.

Численними експериментальними та клінічними науковими дослідженнями доведена роль мікробної біоплівки у розвитку основних стоматологічних захворювань – карієсу зубів та захворювань пародонта [1–4].

Саме визначенню дотичності етіології та патогенезу карієсу зубів і захворювань пародонта був присвячений 12-й Європейський семінар «The boundaries between caries and periodontal diseases», організований Європейською Федерацією пародонтології (EFP) сумісно з Європейською організацією з дослідження карієсу (ORCA) (Perio Workshop, 6-9.11.2016, Іспанія). Основним висновком став доведений факт, що зубна біоплівка є головною біологічною детермінантою, загальною для розвитку

карієсу та гінгівіту (пародонтиту) [5]. А отже, знання про склад біоплівки та міжмікробні взаємодії є фундаментальними для розробки ефективних профілактичних та терапевтичних заходів [6].

Актуальним є подальша розробка ефективних методів видалення зубної біоплівки («механічний контроль») та попередження її утворення («хімічний контроль»), а також удосконалення способів і засобів індивідуальної та професійної гігієни ротової порожнини [7, 8].

Зубний наліт – це структурована мікробна біоплівка на поверхні емалі зуба, яка зазвичай прозора та практично не помітна неозброєним оком. Тому для візуалізації та ідентифікації біоплівки застосовують спеціальні фарбувальні розчини або

таблетки, так звані «розкриваючі агенти» (англ.: *disclosing agents*) або «індикатори нальоту», які дозволяють чітко побачити наявність зубного нальоту, визначити його локалізацію та товщину на різних поверхнях зуба, у тому числі у важкодоступних ділянках. Таке об'єктивне виявлення біоплівки сприяє більш ефективному її видаленню і самим пацієнтом під час чищення зубів, і лікарем або зубним гігієністом під час процедури професійної гігієни ротової порожнини.

Мета роботи – на підставі аналізу літературних джерел визначити склад, властивості різних індикаторів нальоту та оцінити їх ефективність при проведенні індивідуальної та професійної гігієни порожнини рота.

Матеріали і методи

Інформаційний пошук та аналіз наукової літератури проведено з використанням наукометричних баз Web of Science, PubMed, Google Scholar переважно за останні 10 років, але в огляд також включені джерела, які дозволяють розкрити історичні факти та тенденції розробки сучасних індикаторів зубного нальоту.

Результати дослідження

Історія використання фарбувальних розчинів для візуалізації біоплівки триває з початку минулого століття, коли у 1914 році з'явилась публікація Skinner F.H., який вперше застосував для забарвлення зубного нальоту йодний розчин [9]. Далі у 1920 році Berwick C.C. представив досвід застосування комбінації діамантового зеленого (Brilliant green) і кристалічного фіолетового (Crystal violet) [10]. Згодом з'явилися посилання на використання інших барвників, таких як Бісмарк коричневий (Bismark brown) у 1935 році [11] та генціанвіолет (Gentian violet) у 1943 році [12].

З 1963 року почалася ера застосування для візуалізації біоплівки червоного барвника еритрози (FDC Red No.3) [13], який є компонентом і деяких сучасних індикаторів нальоту.

В цілому, зубний наліт має здатність фарбуватись великою кількістю синтетичних та харчових барвників, тому в різний час з цією метою використовували також мербромін (меркурохром), швидкий зелений (Fast green), основний фуксин, метиленовий синій, блискучий блакитний, флоксин В та інші фарбувальні розчини.

Наступним значним етапом у покращенні візуалізації зубної біоплівки була запропонована Lang N.P. із співав. у 1972 р. система Plak-Lite®, в якій використовувався синтетичний барвник флуоресцеїн, що належить до фталейнів [14]. Флуоресцеїн наносився на всі поверхні зубів, залишався на 2 хв., а далі активувався джерелом ультрафіолетового опромінення в діапазоні 500 нм. Наявність і кількість зубного нальоту оцінювали шляхом розрахунку індексу зубних бляшок і площі флуоресценції Plak-Lite на стандартизованих фотографіях. Флуоресцеїн при активації синім світлом демонструє жовто-зелену флуоресценцію. Тому, зубний наліт з флуоресцеїном на зубах має жовтий колір, на поверхні ясен – зелений колір, а чисті зуби та ясна, де немає біоплівки, залишаються блакитно-синіми під блакитним джерелом світла.

В результаті застосування системи Plak-Lite® мікробний наліт можна чітко відрізнити від оточуючих тканин. У цьому аспекті флуоресцеїн має перевагу над еритрозином, оскільки еритрозин забарвлює як наліт на поверхні зуба, так і навколишні тканини (ясна, язик) в червоний колір, і тоді важко відрізнити виявлений наліт і м'які тканини [15].

На жаль, система Plak-Lite® не здобула широкого впровадження у клінічну стоматологію, бо потребує додаткового обладнання (джерело світла, монохроматори або світлофільтри, детектор флуоресценції), а переважно використовувалася для наукових досліджень [16, 17].

У монографії співробітників Одеського НДІ стоматології проф. Левицького А.П. та Мізіної І.К. (1987) було визначено, що зубний наліт утворюється шляхом адсорбції на поверхні емалі мікроорганізмів з ротової рідини за рахунок специфічних клеєподібних, нерозчинних у воді полісахаридів, декстранів, а також специфічних білків слини [18].

Згодом методом конфокальної лазерної скануючої мікроскопії було з'ясовано, що зубний наліт функціонує як біоплівка, яка має відкриту архітектоніку, подібну до інших вже відомих біоплівок, з каналами та пустотами. Оральні бактерії в ній не існують як незалежні види, а просторово організовані, координовані та повністю метаболічно інтегровані як спільнота мікроорганізмів, властивості якої перевищують патогенний потенціал окремих видів бактерій або окремих мікробних асоціацій [19].

На цей час вже чітко визначені структура зубної біоплівки та стадії її формування [3, 20]. Спочатку

на поверхні емалі зуба з'являється безклітинна органічна плівка, яку називають «придбана пелікула» (I стадія). Вона утворюється від кількох хвилин до кількох годин, товщиною від 1 до 10 мкм. На II стадії, яка триває кілька діб, відбувається адсорбція (адгезія) на поверхні пелікули протеїнів, епітеліальних клітин та мікроорганізмів, які об'єднуються у мікробні комплекси. III стадія – це стадія формування зрілої біоплівки, яка триває до 30 днів. Зріла біоплівка є структурно складним полімікробним утворенням товщиною до 200 мкм, складається з мікроорганізмів (до 70%) і міжклітинного матриксу, складовими компонентами якого є глікозаміноглікани (полісахариди) і протеїни. Саме мікробні асоціації зрілої біоплівки мають найбільший патогенний вплив на тверді тканини зуба і тканини пародонта.

Таким чином, структура зубної біоплівки, а саме мікробний склад, органічні компоненти матриксу та її товщина змінюються в залежності від терміну формування або «зрілості» біоплівки.

Потрібно розуміти, що фарбування зубного нальоту відбувається завдяки процесу міжмолекулярної взаємодії, що виникає між окремими молекулами структурних компонентів біоплівки (протеїни, полісахариди тощо) і барвників (спирти, аміни, феноли, анілін та ін.). При таких тимчасових взаємодіях утворюються нековалентні фізико-хімічні слабкі зв'язки: водневі, іонні, гідрофобні, Ван-дер-Ваальсові (у тому числі – електростатичної взаємодії). Тому різні за хімічною формулою молекули різних барвників можуть по-різному зв'язуватися з молекулами білків або полісахаридів міжклітинного матриксу біоплівки.

Досліджено, що найчастіше молекули барвників мають з молекулами білків індукційну (електростатичну) взаємодію, яка виникає між полярною молекулою і неполярною. Неполярна молекула поляризується через дію полярної, що й породжує додаткове електростатичне тяжіння.

Між молекулами барвників та полісахаридів (глікозаміногліканів) утворюються водневі зв'язки. Механізм утворення водневого зв'язку частково електростатичний, а частково – донорно-акцепторний: між молекулами, в яких є сильно полярні ковалентні зв'язки – Н-Н, Н-О або Н-Н.

Наведений аналіз дозволив дослідникам запропонувати двоколірні (або двотональні) індикатори нальоту, які містять 2 різних барвники, що мають властивості диференційовано фарбувати

різні хімічні сполуки біоплівки. Один барвник зв'язується виключно з білковими молекулами (II стадія утворення біоплівки) і фарбує ранню, «нову» біоплівку, найчастіше у червоний колір. Другий барвник зв'язується не тільки з білковими молекулами, а також і з молекулами полісахаридів, і фарбує біоплівку у синій колір. Враховуючи, що полісахариди з'являються у структурі матриксу тільки зрілої біоплівки (III стадія), це вказує на наявність застарілого зубного нальоту.

Перша публікація (Block P.L. із співав.) про застосування двоколірного барвника (FDC Red No.3 і FDC Green No.3) для візуалізації біоплівки з'явилась у 1972 р. [21].

Далі Gallagher I.H. із співав. у 1977 р. представили результати фактично першого комплексного *in vitro* та *in vivo* дослідження з вивчення механізму диференційованого фарбування зубного нальоту двоколірним розчином. Було зроблено висновок, що метакромазія зубного нальоту була результатом дифузійного явища, а диференційоване фарбування залежало від товщини нальоту і не асоціювалося з типом бактеріальної флори або іншими біохімічними факторами [22].

На даний час тривають наукові дослідження з уточнення механізму двоколірного фарбування зубної біоплівки. Так, деякі вчені ставлять під сумнів інтерпретацію синього нальоту як «зрілої» біоплівки та вважають, що на це може впливати не тільки товщина біоплівки, а й інші фактори, зокрема запалення ясен [23].

За останні десятиріччя різні закордонні виробники продукції для індивідуальної та професійної гігієни порожнини рота запропонували свої двотональні індикатори зубного нальоту: Plaquefinder, CURAPROX (Швейцарія), PlaqSearch, TePe (Швеція), Mira-2-Ton, Hager&Werken (Німеччина), GBT Biofilm Discloser, EMS (Швейцарія) та інші.

Найбільш доступним в Україні є двотональний розчин Mira-2-Ton, Hager&Werken, Німеччина (дистриб'ютор: Maximus group Мірадент, м. Львів), який містить кислотну-червоний (Phloxine B, CI 45410) і кислотну-синій (Brilliant blue FCF, E133, CI 42090) барвники. При його застосуванні рання, «нова» біоплівка фарбується у рожевий колір, а «зріла» біоплівка стає синього кольору (рис. 1). Компанія-виробник також пропонує таблетки для виявлення зубного нальоту Mira-2-Ton з аналогічним двоколірним ефектом. Фарбувальні таблетки

переважно рекомендуються для самоконтролю індивідуальної чистки зубів у дітей і дорослих. Фарбований таким способом зубний наліт легко видаляється шляхом звичайного чищення зубів.

Розглянемо дослідження з визначення ефективності індикаторів нальоту при проведенні індивідуальної гігієни порожнини рота.

У дослідженні Nepale M.B. із співав. (2014) за участі 100 осіб віком 18–50 років доведено статистично значиме зниження гігієнічного індексу Turesky modified Quigley Hein Plaque Index через 21 день після первинного обстеження в осіб групи А, які після інструктажу щоденно використовували для візуалізації біоплівки таблетки Plaksee-MD (ICPA Health Products Limited) за 5 хвилин до чищення зубів, у порівнянні з пацієнтами групи В, які теж отримали рекомендації стосовно техніки чищення зубів, але не використовували індикатор нальоту [24].

Представляє інтерес дослідження з порівняльної оцінки застосування фарбуючих таблеток та ополіскувача, що містить фарбник, яке проведено у 62 учнів загально-освітньої школи м. Сан-Паулу (Бразилія) віком 12–14 років. Було сформовано 3 дослідні групи: 1 – контрольна, в якій діти регулярно чистили зуби без індикації зубного нальоту; 2 – з застосуванням таблеток з еритрозином перед чищенням зубів; 3 – з застосуванням ополіскувача Dent Plaque перед чищенням зубів. Всі учні використовували один і той же тип зубної щітки та однакову зубну пасту для виконання регулярного чищення зубів. Показники редукції гігієнічного індексу Greene-Vermillion (ОHI-S) до та після 2 місяців обстеження не мали значущої різниці в усіх групах, але в групі 3 були отримані кращі показники,

що свідчить про перевагу застосування ополіскувачів для мотивації і покращення гігієнічного стану ротової порожнини [25].

Stevens K. із співав. (2016) запропонували для підвищення ефективності індивідуальної гігієни ротової порожнини зубну пасту, до якої додали барвник Annato (Bixa orellana) з екстракту насіння, зареєстрований FDA (Food and Drug Administration, USA), та FDC Blue No.1, що дозволяє виявити зубну біоплівку, яка фарбується у зелений колір. При проведенні дослідження у 39 дорослих пацієнтів віком 18–64 років встановлена більша редукція показника гігієнічного індексу через 7–10 днів у дослідній групі, де пацієнти застосовували фторвмісну зубну пасту з барвником (PlaqueHDTM) (51,3%, $p=0,015$), у порівнянні з контрольною групою осіб, які чистили зуби аналогічною пастою без індикатора нальоту (8,3%, $p=0,189$). Це свідчить про підвищення мотивації пацієнтів до якісного догляду за зубами та покращує гігієнічний стан ротової порожнини [26].

З метою профілактики раннього дитячого карієсу і підвищення ефективності гігієни порожнини рота у маленьких дітей матерям, які чистять зуби своїй дитині (як правило до 3 років) або контролюють чищення зубів у дітей (до 6 років), рекомендується проводити попередню візуалізацію біоплівки на зубах дитини. Так, Cardoso C.A.V. із співав. (2018) провели дослідження з 20 матерями та їхніми дітьми віком 6–36 місяців з метою оцінки ефективності використання індикатора нальоту як допоміжного засобу для гігієни порожнини рота. Одна група матерів проводила традиційне чищення зубів своїй дитині зубною щіткою та фторвмісною пастою, а друга група застосовувала перед аналогічним



Рис. 1. а) ідентифікація біоплівки за допомогою двотонального розчину Mira-2-Ton, Hager&Werken; б) стан після професійної гігієни ротової порожнини.

чищенням зубів 5% розчин фуксину (Eviplac®, Biodinamica Ind. Ltda, Londrina, PR, Brazil). Ефективність гігієни порожнини рота у дітей визначали за індексом Greene-Vermillion для гладких поверхонь зубів та індексом товщини нальоту для оклюзійних поверхонь (Carvalho et al., 1989) під час першого візиту та наступних трьох візитів через щотижневий проміжок часу. Порівняльний аналіз отриманих значень гігієнічних індексів свідчить, що візуалізація біоплівки перед чисткою зубів допомагає матеріям проводити більш ефективне чищення зубів своїх немовлят [27].

Позитивний вплив контролю батьків за чищенням зубів у дітей 7–8 років та використання перед процедурою фарбувальних таблеток доведено у дослідженні Мауа М.А. із співав. (2018), в якому взяли участь 245 учнів початкової школи м. Дар-ес-Салам (Танзанія). Контрольована гігієна ротової порожнини сприяла покращенню навичок чищення зубів у дітей, а застосування індикатору нальоту призвело до суттєвого поліпшення стану гігієни та здоров'я ясен учнів [28].

Відомо, що у пацієнтів, які знаходяться на ортодонтичному лікуванні, значно погіршується гігієнічний стан ротової порожнини. По-перше, це обумовлено утрудненням якісної чистки зубів та наявністю численних пунктів ретенції зубної біоплівки на ортодонтичних апаратах, брекет-системах, мікроімплантах і т.п., а по-друге – зниженням неспецифічної резистентності та порушенням функціональних реакцій у порожнині рота у відповідь на чужорідне тіло (стрес-фактор), таких як зниження саливації, підвищення в'язкості слини, порушення мікробіоценозу, тощо. Тому актуальним є підвищення мотивації ортодонтичних пацієнтів до якісного догляду за порожниною рота, оволодіння навичками та технологіями, що сприяють ефективному видаленню зубної біоплівки.

При вивченні гігієнічного стану ротової порожнини та стану тканин пародонта у 48 пацієнтів віком 12-18 років, які знаходились на ортодонтичному лікуванні, встановлені достовірно нижчі показники гігієнічного РІ та гінгівального GI індексів Silness and Loe через 1 та 3 місяці після фіксації брекет-системи в групі С, де підлітки щоденно самостійно вдома застосовували фарбуючі таблетки GUM Red Cote Disclosing Tablets, Sunstar, USA увечері, до та після чищення зубів, після попереднього навчання гігієні порожнини рота лікарем у порівнянні з

групою А (тільки навчання гігієни) та групою В (навчання гігієни з застосуванням фарбуючих таблеток у клініці). Це підтверджує, що застосування фарбуючих таблеток вдома під час ортодонтичного лікування може бути ефективним для покращення гігієни порожнини рота та мотивації пацієнта [29].

З метою визначення найбільш ефективного методу мотивації та навчання гігієни порожнини рота пацієнтів з ортодонтичними конструкціями було проведено дослідження у 125 дітей та підлітків віком 12–26 років у 2 приватних ортодонтичних клініках м. Хамадан (Іран), які були розподілені на 5 груп та отримали різні інструкції з гігієни порожнини рота під час ортодонтичного лікування: 1 група – усні інструкції; 2 – усні інструкції та спеціальний буклет; 3 – усні інструкції та навчальний відеоролик; 4 – усні інструкції та використання індикатору нальоту; 5 – буклет та використання індикатору нальоту. Визначення індексу гігієни Greene-Vermillion ОНІ у модифікації Lees and Rock' та гінгівального GI індексу Silness and Loe проводились у пацієнтів усіх груп через тиждень після встановлення брекет-системи та через 4 тижні. За результатами порівняння редукції індексів через 4 тижні встановлено, що всі застосовані у даному дослідженні методи мотивації до гігієни порожнини рота можуть бути ефективними, але найкращі результати отримані в групі 4, де надавалась словесна інструкція з гігієни та використовувався індикатор нальоту для візуалізації біоплівки [30].

Аналогічне дослідження проводилося протягом 6 місяців після фіксації брекет-системи у 96 дорослих пацієнтів ортодонтичних клінік у м. Карачі (Пакистан), в якому за показниками індексу кровоточивості (ВІ), гінгівального індексу (GI) та ортодонтичного індексу нальоту (ОПІ) визначено, що найбільш ефективними методами мотивації та навчання догляду за порожниною рота були 3-хвилинний відеоролик з інструкціями щодо індивідуальної гігієни та наслідками поганої гігієни під час ортодонтичного лікування та застосування двотонельних фарбувальних таблеток 1 раз на тиждень вдома для контролю чистки зубів [31].

Про ефективність застосування розкриваючих агентів з метою виявлення зубного нальоту в домашніх умовах перед та/або після чищення зубів, тобто для самоконтролю якості індивідуальної гігієни, свідчать також інші наукові дослідження у дітей і дорослих [32–35].

Індикатори нальоту також використовують науковці з метою візуалізації та ідентифікації зубної біоплівки у різних контингентів населення для визначення об'єктивних гігієнічних індексів [36], ділянок зубних рядів і поверхонь зубів, де спостерігаються найбільші скупчення біоплівки [37], з метою подальшої розробки алгоритму гігієни порожнини рота та удосконалення способів механічного видалення зубних відкладень.

Так, проведено дослідження у 588 учнів державних шкіл сільської місцевості на півночі Греції, віком 4–18 років (295 хлопчиків та 293 дівчинки), метою якого було: 1) створити карту реєстрації точок виявлення біоплівки; 2) визначити та оцінити фактори, що впливають на утворення біоплівки (вік, стать, національність, соціально-економічний статус родини, рівень освіти батьків, індекс маси тіла, показники здоров'я ротової порожнини); 3) встановити пріоритети для планування профілактичних програм, лікувально-профілактичних заходів, а також для контролю, систематичного моніторингу та оцінки всіх етапів їх реалізації. Для ідентифікації зубного нальоту у дітей використовували двоколірні фарбувальні таблетки Mira-2-Top, Hager & Werken (Німеччина). Отримані результати свідчать, що ефективність видалення біоплівки у дітей залежить від їх віку та знань про гігієну ротової порожнини, мотивації, частоти, тривалості та способу чищення зубів, дизайну щіток та їх прилягання до поверхні зубів, участі батьків у чищенні зубів. Тому профілактичні програми є необхідними та корисними, оскільки вони допомагають зменшити поширеність карієсу зубів та захворювань тканин пародонта у дітей шкільного віку. При цьому використання індикаторів нальоту кваліфікується як допоміжний засіб у програмі покращення гігієни ротової порожнини для дітей. Результати цього дослідження можуть бути використані: (а) для спрямування школярів, вчителів, батьків або опікунів щодо правильного та ефективного використання засобів гігієни ротової порожнини; (б) як основа для планування нових досліджень [38].

Доведена ефективність індикаторів нальоту при проведенні різних профілактичних процедур [39, 40] та професійної гігієни ротової порожнини у дітей і дорослих [41, 43, 44].

Так, С. R. de Alencar із співав. (2019) при проведенні профілактичного видалення зубного нальоту у 25 маленьких дітей віком від 18 до 36 місяців

встановили, що візуалізація його розчином 1% малахітового зеленого сприяє більш ефективному видаленню зубного нальоту на гладких (за індексом Greene-Vermillion ОНІ) і оклюзійних поверхнях (PI Mestrinho, Carvalho and Figueiredo) та достовірно скорочує тривалість процедури у порівнянні з групою дітей, в якій не застосовували фарбування зубного нальоту. У публікації зроблено висновок, що візуалізація зубної біоплівки у маленьких дітей є ефективним і менш трудомістким методом, який покращує якість професійної стоматологічної профілактики [39].

У дослідженні Botti R.H. із співав. (2010), яке виконано на 60 постійних молярах у порожнині рота дітей 7–8 років, доведена ефективність використання GC Plaque Indicator (GC Dental, China) для попередньої ідентифікації зубного нальоту та оцінки якості очистки ямок і фісур перед їх герметизацією різними засобами (синтетичні щітки, повітряно-абразивне полірування). Встановлено наступні переваги способу очистки фісур молярів хендблестером над щіточками: економія часу; поліпшений доступ до ямок і фісур; повне видалення біоплівки під контролем індикатору нальоту [40].

Компанія EMS (Electro Medical System SA, Швейцарія) запропонувала сучасний протокол професійної гігієни порожнини рота – протокол GBT (Guided Biofilm Therapy, пер.: керована терапія біоплівки), який був вперше офіційно представлений на Конгресі Європейської Федерації пародонтології EuroPerio 8 в Лондоні (3–6 червня 2015 р.), а зараз вже підтриманий науковою спільнотою в області пародонтології та карієсології (Scientific Consensus GBT Protocol від 14.05.2019 р.) та рекомендований до впровадження у клінічну практику. Другим етапом протоколу GBT після привітання пацієнта та огляду ротової порожнини (I етап) є обов'язкове фарбування зубів з метою візуалізації та ідентифікації зубної біоплівки [42]. Це дозволяє показати пацієнту поверхні зубів та ділянки зубного ряду, де наявна незадовільна гігієна, провести корекцію техніки чистки зубів і підібрати необхідні засоби індивідуальної гігієни та, тим самим, підвищити мотивацію пацієнта до ефективного видалення біоплівки. Крім того, попередня ідентифікація біоплівки є орієнтиром для клініциста, і тому це підвищує ефективність професійної чистки зубів, яка здійснюється, поки не залишиться жодної профарбованої плями, у тому числі у важкодоступних ділянках.

Першою публікацією, де науково доведена ефективність використання розкриваючого агента відповідно до протоколу GBT, є стаття Mensi M. із співав. (2020). В ній представлено результати порівняльного дослідження у двох групах пацієнтів (1 – з використанням розчину Mira-2-Ton, Hager & Werken, n=16; 2 – без фарбування нальоту, n=16), яким було проведено професійне механічне видалення біоплівки з використанням технології AIR-FLOW з порошком PLUS EMS (ерітритол + 0,3% хлоргексидину) та за необхідністю технології PIESON, контрольне нанесення фарбника, фотографування та планіметричний комп'ютерний аналіз загальної площі залишкового нальоту (*residual plaque area – RPA*) та приясеневих і коронкових (щічних, піднебінних, язикових) порцій окремо. Встановлені статистично значущі ($p < 0,05$) відмінності між групами: у 1 групі загальна площа RPA склала 4,8%, на приясеневих ділянках – 6,1%, на коронках зубів – 3,5% проти відповідних показників у 2 групі: 10,3%, 12,0% та 9,0%, що підтверджує значні переваги застосування розкриваючого агента [43].

В іншому рандомізованому контрольованому дослідженні, в якому взяли участь 88 мешканців Сінгапуру, визначено, що після процедури AIR-FLOW з попереднім фарбуванням нальоту Plaq-Search, TePe індекс нальоту в середньому склав 21,7%, після AIR-FLOW без застосування індикатора нальоту – 33,5% у порівнянні з використанням для видалення біоплівки гумових чашок з дрібнозернистою профілактичною пастою Zirson-F, Henry Schein, коли індекс нальоту після процедури з попереднім фарбуванням біоплівки склав 25,5%, а без фарбування – 34,5%. Таким чином, доведено, що технологія AIR-FLOW з попередньою візуалізацією біоплівки дозволяє більш ефективно видалити зубний наліт ($p < 0,01$). Крім того, тривалість процедури AIR-FLOW була в середньому значно коротшою (325 сек.) порівняно з використанням поліуретанових чашок і пасти (407 сек. $p < 0,01$) [44].

На жаль, встановлена ефективність індикаторів нальоту не гарантує той факт, що клініцисти будуть їх регулярно застосовувати при проведенні профілактичних процедур. Анкетування 105 лікарів-стоматологів віком 22–42 роки, проведене в Saveetha Medical College & Hospital (Індія), показало, що тільки 51,92% лікарів 22–32 років і 14,42% лікарів 33–42 років використовували розкриваючі агенти у своїй лікарській практиці [45].

Враховуючи доведену роль мікробної біоплівки у розвитку пародонтиту, важливим фактором будь-якої терапевтичної процедури у хворих на пародонтит є контроль біоплівки з ефективним її видаленням. У дослідженні Montevercchi M. із співав. (2012) показано, що застосування розкриваючого агента (Sunstar GUM Red-Cote) може бути корисним для підвищення ефективності під'ясенного скейлінгу і згладжування поверхні кореня зуба під час кістково-резективної пародонтальної хірургії з апікально переміщеним клаптом [46].

Взагалі, сьогодні двотональні індикатори нальоту вважають «золотим стандартом» візуалізації та ідентифікації біоплівки. У порівняльному дослідженні Klaus K. із співав. (2020) доведена перевага методу фарбування біоплівки двотональним розчином над сучасним цифровим методом кількісної світло-індукованої флуоресценції (QLF-D) з метою ідентифікації біоплівки у ортодонтичних пацієнтів з брекет-системами [47].

Враховуючи наведені властивості сучасних індикаторів нальоту, можна сформулювати показання до їх застосування:

1. Для самоконтролю – для виявлення зубного нальоту самим пацієнтом в домашніх умовах перед та/або після чищення зубів.
2. Для навчання правильному чищенню зубів і підвищення мотивації до догляду за порожниною рота у дітей і дорослих. Проводиться зубним гігієністом або лікарем-стоматологом.
3. Для опрацювання техніки чистки зубів у дітей і дорослих з особливими потребами.
4. Перед процедурою професійної гігієни ротової порожнини для підвищення ефективності видалення біоплівки, особливо на важкодоступних поверхнях зубів.
5. При наукових дослідженнях з метою ідентифікації біоплівки, визначення об'єктивних гігієнічних індексів, а також оцінки ефективності різних методів і засобів професійного видалення біоплівки.
6. Для оцінки ефективності видалення біоплівки під час різних пародонтологічних втручань на клінічному прийомі.

На даний час до цього переліку можна додати ще один пункт:

7. Виявлення ділянок зубного нальоту з високим ризиком розвитку карієсу зуба.

Це стало можливим завдяки розробці компанії GC (Японія) унікального триколірного «розкри-

ваючого» гелю Tri Plaque ID Gel, який дозволяє ідентифікувати не тільки «нову» і зрілу біоплівку, а також виявити ділянки нальоту на зубах з високою карієсогенною ситуацією, де в умовах низького рН містяться кислотостійкі карієсогенні бактерії. До складу гелю входять 2 барвники – Rose Bengal та діамантовий блакитний (Brilliant blue FCF), які здатні до рН-селективної реакції, а також глюкоза. Ранню тонку біоплівку гелю фарбує у рожево-червоний колір, зрілу щільну біоплівку – у синьо-фіолетовий колір. При наявності карієсогенної ситуації в зубному нальоті глюкоза, яка додана до гелю, протягом 2-х хвилин провокує продукцію сильних кислот в процесі метаболізму карієсогенних бактерій у біоплівці. Утворені кислоти ще більше знижують рН нальоту (<рН 4,5), завдяки чому червоний колір біоплівки перетворюється на світло-блакитний колір.

Перша інформація про триколірний індикатор GC Tri Plaque ID Gel з'явилась у 2013 р., і зараз вже є опубліковані наукові дослідження щодо ефективності його застосування в якості маркера карієсогенної ситуації в порожнині рота у дітей і підлітків.

Так, в дослідженні Jayanthi M. із співав. (2015) з вивчення ефективності триколірного розкриваючого гелю, у 60 дітей віком 6–13 років брали зразки профарбованого у світло-блакитний колір зубного нальоту на мікробіологічний аналіз. Встановлена чітка кореляція між показником інтенсивності карієсу зубів, кількістю і зрілістю зубного нальоту та наявністю в ньому карієсогенних бактерій, зокрема *S. mutans* [48].

Вимоги, які пред'являються до сучасних індикаторів нальоту:

1. Колір профарбованого нальоту повинен контрастувати з природним кольором зубів та оточуючих тканин ротової порожнини.
2. Можливість ідентифікації « нової » та « зрілої » біоплівки за допомогою двоколірних або триколірних засобів (розчинів, таблеток тощо).
3. Тривалість фарбування. Фарба не повинна змиватися звичайним полосканням або слиною до завершення необхідної процедури (обстеження, чистки зубів, професійної гігієни тощо).
4. Гарні органолептичні властивості: приємний смак, запах, консистенція.
5. Зручність при використанні. Якщо засіб у формі розчину, гелю або губки, він повинен легко наноситися на зуби тонким шаром.

6. Після видалення профарбованого зубного нальоту фарба не повинна залишатися на реставраційних стоматологічних матеріалах і конструкціях, змінювати їх колір, впливати на блиск і прозорість, що може привести до естетичних проблем.

Так, в дослідженні en S. із співав. (2020) *in vitro* на 96 видалених зубах встановлено, що розчин Mira-2-Ton, Hager & Werken викликає клінічно релевантне знебарвлення двох різних ортодонтичних силантів (поверхневих герметиків) – Pro Seal (PS; Opal Orthodontics, South Jordan, UT, USA) та Opal Seal (OS; Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA), що не може бути виправлено професійною чисткою зубів [49]. Проте подібні дослідження потребують клінічної перевірки в умовах порожнини рота (*in vivo*), де реалізуються ферментативні властивості ротової рідини.

7. Антимікробна дія. Більшість фарбників, які входять до складу індикаторів нальоту є природними антисептиками. Це сприяє зменшенню мікробного обмінення «аерозольної хмари», яка утворюється при механічному видаленні біоплівки.
8. Біосумісність. Фарбуючий засіб не повинен подразнювати слизову оболонку ротової порожнини, викликати алергічні реакції, справляти токсичний вплив на органи і тканини ротової порожнини.

На даний час є інформація про виникнення алергічної реакції при використанні двотональних таблеток Plaksee-MD, ICPSA Health Products Limited (Індія) у людей, які страждають на екзему [50].

Щодо токсичності відомих розкриваючих агентів, більше всього питань існує стосовно еритрозину. Еритрозин, відомий як харчовий барвник FDC Red No.3, – це органічна сполука, тетраїодинований дериват флуоресцеїну (2, 4, 5, 7-тетрайодфлуоресцеїну динатрієва сіль), який містить 60% йоду.

Саме з високим вмістом йоду пов'язують можливі токсичні ефекти еритрозинолу. Так, в експерименті на щурах було доведено, що тривала, протягом 30 місяців, 4% еритрозинова дієта (2400 мг/кг на день) викликає хронічну стимуляцію щитовидної залози та підвищену секрецію гормонів тироксину (Т4) та трийодтироніну (Т3) завдяки високому рівню продукції гіпофізом тиреотропного гормону (ТТГ), що сприяє розвитку пухлин щитовидної залози (аденом або аденокарцином) у тварин [51].

Після подібних досліджень у 1990 році FDA USA частково заборонила використання еритрозинолу в якості харчового фарбника, але він досі схвалений

в багатьох країнах ЄС та в США. В Україні еритрозин не входить до переліку дозволених харчових добавок.

Безумовно, одноразове короткочасне використання індикатора нальоту з еритрозином, 1 раз на 3–6 місяців під час сеансу професійної гігієни, не може чинити токсичної дії на тканини ротової порожнини. Проте слід уникати щоденного використання фарбувальних таблеток, що містять еритрозин, оскільки при їх розсмоктуванні надовго фарбуються язик, ясна, піднебіння тощо. Також слід обмежити використання розкриваючих засобів з еритрозином у пацієнтів з гіперфункцією щитовидної залози.

У дослідженні Jung I.H. із співав. (2020) *in vitro* вивчався вплив Blue-Violet Liquid (2-Tone™, Young Dental Manufacturing, США) на культивовані епітеліальні клітини ясен людини і депарафінізовані тканини голови та шиї миші. Було виявлено сильне забарвлення ядер і цитоплазми ясенних епітеліальних клітин, а також твердих і м'яких тканин голови і шиї миші. Загоєння змодельованої рани в культуральному середовищі з фарбувальним розчином сповільнювалося в залежності від концентрації фарбника. Результати проточної цитофлуориметрії показали, що ясенні епітеліальні клітини у цьому середовищі втратили здатність до міжклітинної адгезії, набули веретеноподібної та неправильної

форми, що характерно для апоптозу. Ці результати свідчать про цитотоксичний ефект даного індикатора нальоту [52].

Підбиваючи підсумок обговорення можливого токсичного впливу індикаторів нальоту на тканини ротової порожнини та організм людини в цілому, необхідно акцентувати увагу клініцистів (зубних гігієністів, лікарів-стоматологів) на необхідності максимально захищати слизову оболонку порожнини рота від подразнення барвниками, застосовуючи, наприклад, ретрактор губ OptraGate, Ivoclar Vivadent (Ліхтенштейн).

Висновки

Візуалізація зубного нальоту за допомогою спеціальних розкриваючих розчинів, таблеток, гелів є одним із найпростіших і найшвидших способів об'єктивного виявлення мікробної біоплівки. На даний час перевага надається двоколірним індикаторам нальоту, які дозволяють встановити термін формування або «зрілість» біоплівки.

Наведені в огляді результати численних наукових досліджень підтверджують високу ефективність індикаторів нальоту при проведенні індивідуальної та професійної гігієни ротової порожнини у дітей і дорослих. Їх застосування значно покращує мотивацію пацієнтів до якісного видалення зубної біоплівки.

ПОСИЛАННЯ

1. Rosan B., Lamont R.J. Dental plaque formation. *Microbes and infection*. 2000. Vol. 2, N. 13. P. 1599–1607.
2. Carvalho J.C., Dige I., Machiulskiene V., Qvist V., Bakhshandeh A., Fatturi-Parolo C., Maltz M. Occlusal caries: biological approach for its diagnosis and management: ORCA Saturday Afternoon Symposium, 2015. *Caries research*. 2016. Vol. 50, N. 6. P. 527–542.
3. Marsh P.D., Zaura E. Dental biofilm: ecological interactions in health and disease. *J Clin Periodontol*. 2017. Vol. 44, Suppl. 18: S12–S22.
4. Larsen T., Fiehn N.E. Dental biofilm infections – an update. *APMIS*. 2017. Vol. 125. P. 376–384.
5. Sanz M., Beighton D., Curtis M.A., Cury J.A., Dige I., Dommisch H. et al. Role of microbial biofilms in the maintenance of oral health and in the development of dental caries and periodontal diseases. Consensus report of group 1 of the Joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and periodontal disease. *J Clin Periodontol*. 2017. Vol. 44, Suppl. 18: 5–11.
6. Mira A., Simon-Soro A., Curtis M.A. Role of microbial communities in the pathogenesis of periodontal diseases and caries. *J Clin Periodontol*. 2017. Vol. 44, Suppl. 18: 23–38.
7. Newton J.T., Asimakopoulou K. Managing oral hygiene as a risk factor for periodontal disease: a systematic review of psychological approaches to behaviour change for improved plaque control in periodontal management. *J Clin Periodontol*. 2015. Vol. 42, Suppl. 16: S36–S46.
8. Figuero E., Nobrega D.F., Garcia-Gargallo M., Tenuta L.M.A., Herrera D., Carvalho J.C. Mechanical and chemical plaque control in the simultaneous management of gingivitis and caries: a systematic review. *J Clin Periodontol*. 2017. Vol. 44, Suppl. 18: S116–S134.
9. Skinner F.H. The prevention of pyorrhoea and dental caries by prophylaxis. *Dental Cosmos*. 1914. Vol. 56. P. 229–309.
10. Berwick C.C. The disinfection of the oral mucosa with crystal violet and brilliant green. *Journal of Dental Research*. 1920. N. 2. P. 21–42.
11. Easlick K.A. The dentist's management of young children. *American Journal of Orthodontics*. 1935. Vol. 21. P. 78–88.
12. Raybin M. Disclosing agents: their importance and uses. *The Dental Outlook*. 1943. N. 4. P. 159–162.

13. Arnim S.S. The use of disclosing agents for measuring tooth cleanliness. *J Periodontol.* 1963. Vol. 34, N. 3. P. 227–245.
14. Lang N.P., ШStergaard E., Це H. A fluorescent plaque disclosing agent. *J Periodont Res.* 1972. Vol. 7, N. 1. P. 59–67.
15. Keerthana R., Jeevanandan G. Recent developments in dental plaque. *Drug Invention Today.* 2018. Vol. 10, N. 1. P. 2769–2772.
16. Boyd R.L. Longitudinal evaluation of a system for self-monitoring plaque control effectiveness in orthodontic patients. *J Clin Periodontol.* 1983. Vol. 10, N. 4. P. 380–388.
17. Glavind L., Zeuner E., Attström R. Oral cleanliness and gingival health following oral hygiene instruction by self-educational programs. *J Clin Periodontol.* 1984. Vol. 11, N. 4. P. 262–273.
18. Levytskyi A.P., Myzyna Y.K. *Zubnoi nalet. – 2-e yzd., pererab. y dop. – K.: Zdorovia, 1987. – 80 s.*
19. Marsh P.D. Dental plaque as a microbial biofilm. *Caries research.* 2004. Vol. 38, N. 3. P. 204–211.
20. Bernimoulin J.-P. Recent concepts in plaque formation. *J. Clin. Periodontol.* 2003. Vol. 30, Suppl. 5. P. 7–9.
21. Block P.L., Lobene R.R., Derdivanis J.P. A two-tone dye test for dental plaque. *J Periodontol.* 1972. Vol. 43, N. 7. P. 423–426.
22. Gallagher I.H., Fussell S.J., Cutress T.W. Mechanism of action of a two-tone plaque disclosing agent. *J Periodontol.* 1977. Vol. 48. P. 395–396.
23. Volgenant C.M.C., y Mostajo M.F., Rosema N.A.M., van der Weijden F.A., ten Cate J.M., van der Veen M.H. Comparison of red autofluorescing plaque and disclosed plaque – a cross-sectional study. *Clin Oral Invest.* 2016. Vol. 20, N. 9. P. 2551–2558.
24. Nepale M.B., Varma S., Suragimath G., Abbayya K., Zope S., Kale V. A prospective case-control study to assess and compare the role of disclosing agent in improving the patient compliance in plaque control. *J Oral Res Rev.* 2014. Vol. 6, N. 2. P. 45.
25. Silva D.D.D., Gonzalo C.D.S., Sousa M.D.L.R.D., Wada R.S. Aggregation of plaque disclosing agent in a dentifrice. *J Appl Oral Sci.* 2004. Vol. 12, N. 2. P. 154–158.
26. Stevens K., Belavsky B., Evans C.A., Viana G., Wu C.D. Evaluation of plaque removal efficacy of a novel dye-containing toothpaste: a clinical trial. *Int J Dent Oral Sci.* 2016. Vol. 3, N. 1. P. 185–189.
27. Cardoso C.A.B., Santos N.M., Fracasso M.L.C., Provenzano M.G.A., Oliveira T.M., Rios D. Dental plaque disclosure as an auxiliary method for infants' oral hygiene. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2018. Vol. 19, N. 3. P. 139–145.
28. Maya M.A., Kahabuka F.K., Mbawalla H.S. Effectiveness of supervised tooth-brushing and use of plaque disclosing agent on children's tooth-brushing skills and oral hygiene: A cluster randomized trial. *EC Dental Sci.* 2018. Vol. 17, N. 11. P. 1929–1938.
29. Yavan M. A., Kocahan S., Uzdemir S., Sıkkıç O. The effects of using plaque-disclosing tablets on the removal of plaque and gingival status of orthodontic patients. *Turk J Orthod.* 2019. Vol. 32, N. 4. P. 207–214.
30. Soltani M.K., Jafari F., Taheri M., Soltanian A.R., Khoshhal M., Torkaman S. Effect of 5 oral hygiene teaching methods on orthodontic patients: a single-blind randomized controlled clinical trial. *Avicenna J Dent Res.* 2019. Vol. 11, N. 2. P. 41–47.
31. Ali U.S., Sukhia R.H., Fida M. A comparison of three different modalities in improving oral hygiene in adult orthodontic patients – An open label randomized controlled trial. *Intern Orthodontics.* 2022. Vol. 20, N. 3: 100669.
32. Tan A.E.S., Wade A.B. The role of visual feedback by a disclosing agent in plaque control. *J Clin Periodontol.* 1980. Vol. 7, N. 2. P. 140–148.
33. Chounchaisithi N., Santiwong B., Sutthavong S., Asvanit P. Use of a disclosed plaque visualization technique improved the self-performed, tooth brushing ability of primary schoolchildren. *J Med Assoc Thai.* 2014. Vol. 97, N. 2. P. 88–95.
34. Lee E.Y., Kyung K.M. Efficacy of self-applied plaque disclosing solution in oral care. *J Kor Soc Dent Hygiene.* 2018. Vol. 18, N. 5. P. 853–862.
35. Nagashima Y., Shigeishi H., Fukada E., Amano H., Urade M., Sugiyama M. Self-check with plaque disclosing solution improves oral hygiene in schoolchildren living in a children's home. *Arch Publ Health.* 2018. Vol. 76, N. 1. P. 1–6.
36. Oliveira L.M., Pazinato J., Zanatta F.B. Are oral hygiene instructions with aid of plaque-disclosing methods effective in improving self-performed dental plaque control? A systematic review of randomized controlled trials. *Int J Dent Hyg.* 2021. Vol. 19, N. 3. P. 239–254.
37. Ivica A., Galić N. Attitude towards Oral health at various colleges of the University of Zagreb: a pilot study. *Acta stomatol Croatica: Inter J Oral Sci Dent Med.* 2014. Vol. 48, N. 2. P. 140–146.
38. Fasoulas A., Pavlidou E., Petridis D., Mantzorou M., Seroglou K., Giaginis C. Detection of dental plaque with disclosing agents in the context of preventive oral hygiene training programs. *Heliyon.* 2019. Vol. 5, N. 7: e02064.
39. de Alencar C.R., de Oliveira G.C., Tripodi C.D. Dental plaque disclosing as an auxiliary method for professional dental prophylaxis in early childhood. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019. Vol. 12, N. 3. P. 189–193.
40. Botti R.H., Bossuç M., Zallocco N., Vestri A., Polimeni A. Effectiveness of plaque indicators and air polishing for the sealing of pits and fissures. *Eur J Paediatr Dent.* 2010. Vol. 11, N. 1. P. 15–18.
41. Chetruş V., Ion I.R. Dental plaque-classification, formation, and identification. *Int J Med Dent.* 2013. Vol. 3, N. 2. P. 139–43.
42. Shrivastava D., Natoli V., Srivastava K.C., Alzoubi I.A., Nagy A.I., Hamza M.O., Khurshid Z. Novel approach to dental biofilm management through Guided Biofilm Therapy (GBT): A Review. *Microorganisms.* 2021. Vol. 9, N. 9. P. 1966–1982.

43. Mensi M., Scotti E., Sordillo A., Agosti R., Calza S. Plaque disclosing agent as a guide for professional biofilm removal: A randomized controlled clinical trial. *Int J Dent Hyg.* 2020. Vol. 18, N. 3. P. 285–294.
44. Fu J.H., Wong L.B., Tong H.J., Sim Y.F. Conventional versus comprehensive dental prophylaxis: comparing the clinical outcomes between rubber cup and air polishing and the importance of plaque disclosure. *Quintessence Int.* 2021. Vol. 52, N. 3. P. 264–274.
45. Kumar S., Prabakar J. Knowledge, attitude and practice towards the use of dental plaque disclosing agent among dental practitioners. *JETT.* 2022. Vol. 13, N. 6. P. 309–319.
46. Montevecchi M., Checchi V., Gatto M. R., Klein S., Checchi L. The use of a disclosing agent during resective periodontal surgery for improved removal of biofilm. *Open Dent J.* 2012. Vol. 6. P. 46–50.
47. Klaus K., Glanz T., Glanz A.G., Ganss C., Ruf S. Comparison of Quantitative light-induced fluorescence-digital (QLF-D) images and images of disclosed plaque for planimetric quantification of dental plaque in multibracket appliance patients. *Scientific Reports.* 2020. Vol. 10, N. 1. P. 1–10.
48. Jayanthi M., Shilpapiya M., Reddy V. N., Elangovan A., Sakthivel R., Vijayakumar P. Efficacy of three-tone disclosing agent as an adjunct in caries risk assessment. *Contemp Clin Dent.* 2015. Vol. 6, N. 3. P. 358–363.
49. Şen S., Erber R., Şen G., Deurer N., Zingler S., Lux C.J. Discoloration of surface sealants by plaque disclosing solution. *J Orofac Orthop.* 2020. Vol. 81, N. 4. P. 258–266.
50. Datta D., Kumar S.R., Narayanan A., Selvamary A.L., Sujatha A. Disclosing solutions used in dentistry. *World J Pharm Res.* 2017. Vol. 6, N. 6. P. 1648–1656.
51. Jennings A.S., Schwartz S.L., Balter N.J., Gardner D., Witorsch R.J. Effects of oral erythrosine (2',4',5',7'-tetraiodofluorescein) on the pituitary-thyroid axis in rats. *Toxicology and applied pharmacology.* 1990. Vol. 103, N. 3. P. 549–556.
52. Jung I.H., Yeon K.H., Song H.R., Hwang Y.S. Cytotoxicity of dental disclosing solution on gingival epithelial cells in vitro. *Clin Exper Dent Res.* 2020. Vol. 6, N. 6. P. 669–676.

Biofilm visualization as a component of the procedure of individual and professional tooth brushing. (Literature Review)

Chumakova Y., Antoshchuk V.

Introduction. Dental plaque is a structured microbial biofilm on the surface of tooth enamel, which is usually transparent and practically invisible to the naked eye. Therefore, special dyeing solutions or tablets, the so-called "disclosing agents" or "plaque indicators", are used for visualization and identification of biofilm. They make it possible to clearly see the presence of plaque, to determine its location and thickness on various surfaces of the tooth, including in hard-to-reach areas.

Purpose: based on the analysis of scientific articles, to determine the composition, properties of various plaque indicators and to assess their effectiveness during individual and professional oral hygiene.

Materials and methods. Informational search and analysis of scientific literature was carried out using scientometric databases Web of Science, PubMed, Google Scholar mainly over the past 10 years, but the review also includes sources that reveal historical facts and trends in the development of modern dental plaque indicators.

Conclusion. Visualization of dental plaque using special disclosing solutions, tablets, gels is one of the easiest and fastest ways to objectively detect microbial biofilm. Currently, two-color plaque indicators are preferred, which allow setting the formation term or "maturity" of the biofilm. The results of numerous scientific studies presented in the review confirm the high effectiveness of plaque indicators in conducting individual and professional oral hygiene in children and adults. Their application significantly improves the motivation of patients for the qualitative removal of dental biofilm.

Key words: dental plaque, biofilm, disclosing agents, plaque indicator, oral hygiene

*Чумакова Юлія Геннадіївна – доктор медичних наук, професор,
професор кафедри загальної стоматології, Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса, Україна.
Адреса: 65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 33. E-mail: yuliyarar@gmail.com
Антощук Вероніка Олегівна – аспірантка кафедри загальної стоматології,
Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса, Україна.*

Стаття: надійшла до редакції 06.09.2023 р. – прийнята до друку 10.10.2023 р.