

DOI 10.31718/2077-1096.22.2.44

УДК 378.147:616.31-085

Зайцев А.В., Бойченко О.М., Котелевська Н.В., Ніколішин А.К.

МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ ВЗАЄМИН МІЖ МІКРОБІОЦЕНОЗОМ ПОРОЖНИНИ РОТА ЛЮДИНИ ТА ЙОГО ОРГАНІЗМОМ

Постійну мікробіоту порожнини рота асоціюють з виникненням карієсу зубів та захворювань тканин пародонту і слизової оболонки. Найбільшу активність при цьому визначено у стрептококів, лактобацил, актиноміцетів та грибів роду *Candida*. Патогенність збудника може залежати від його біологічних властивостей. Вона також може бути інтегрованим результатом дії кількох симбіонтів біоценозу між собою. Вона також може бути результатом дії між симбіонтами біоценозу порожнини рота та організмом-хазяїном. Саме цей аспект висвітлений в роботі. Метою роботи є застосування даних аналізу взаємин між організмом-хазяїном та мікроорганізмами, які вважаються чинниками карієсу для використання в подальшій лікувальній, науковій роботі і педагогічній діяльності при викладанні відповідних розділів терапевтичної стоматології та мікробіології. Було проведено аналіз взаємин між організмом-хазяїном та мікроорганізмами, які вважаються чинниками карієсу. Матеріалами слугували дані досліджень молоді з різними показниками КПВ, які були проведені в Полтавському державному медичному університеті. В роботі розглянуті взаємини між організмом-хазяїном та мікробіотою порожнини рота при різних станах карієсу зубів. Проведений аналіз стосувався лактобацил, γ -гемолітичних стрептококів (до яких належить *S. mutans*), грибів роду *Candida* та актиноміцетів. Дослідження показало, що чисельність людей із γ -гемолітичними стрептококами стовідсоткова. Цю залежність можна виразити формулою $y=100$. Чисельність людей із лактобацилами варіюється від 43% при КПВ=0 і вище 70% при КПВ \geq 6. Ця залежність має формулу $y=13,5x+29$. Це відбувається за лінійними законами. Кількість людей-носіїв актиноміцетів за КПВ=0 також дорівнює нулю. Але при збільшенні інтенсивності карієсу відсоток носіїв цих представників мікрофлори збільшується не за лінійними законами. Формула цих змін має вигляд: $y=12,5x^2-32,5x+20$. Відсоток носіїв грибів *Candida* змінюється за формулою: $y=5x^2-10x+5$. Це відбувається не за лінійними, а за квадратичними законами. Тобто такі зміни мають критичну точку – так звану точку біфуркації. З цієї точки взаємини між людиною і вказаними представниками мікробіоценозу її порожнини рота стають нестійкими. Виникає невизначеність щодо подальшого їх взаємофункціонування: система «організм-мікробіоценоз» може стати хаотичною, або вийти на новий рівень функціонування. Проведене дослідження вказує на те, що взаємини між людьми-носіями та представниками їх мікробіоценозів змінюються по-різному в залежності від стану в порожнині рота. Тут цей стан характеризує показник КПВ. Проведене дослідження взаємин між мікробіоценозами і їх носіями має бути використано в подальшій науковій роботі, а також в педагогічній діяльності при викладанні розділів, які стосуються карієсу зубів та захворювань пародонту.

Ключові слова: порожнина рота, мікробіоценоз, карієс зубів, захворювання пародонту.

Робота є фрагментом НДР кафедри терапевтичної стоматології Полтавського державного медичного університету (ПДМУ) «Розробка патогенетичної профілактики патологічних змін у порожнині рота осіб із внутрішніми хворобами» (державний реєстраційний № 0121U108263).

Вступ

На сьогодні існує низка робіт, які стосуються питання необхідності врахування взаємин між представниками мікробіоти, які мешкають в організмі-хазяїні. Є праці, які стосувалися можливості математичного обґрунтування впливу мікробіоценозу ротової порожнини на організм-хазяїн. Це відносилось також і негативних моментів цих взаємин. До того ж, деякі дослідники вважають, що виникнення захворювань порожнини рота, зокрема карієсу зубів, є патологією, що виникає через порушення динамічної рівноваги між силами, які протистоять одна одній – макроорганізму та мікроорганізмів [1]. Порушення рівноваги між мікробним біоценозом і станом слизової оболонки порожнини рота є однією з важливих причин захворювань пародонту [2, 3, 4].

Еволюція людини проходила в тісному контакті з мікроорганізмами. Внаслідок цього склалася єдина екосистема організму людини та мікробів, що заселяють цей організм [5]. Організм людини

(макроорганізм) та його мікробіота (мікробіоценоз) існують у стані постійної взаємодії. Ця взаємодія протікає в умовах впливу різних факторів зовнішнього середовища. Макроорганізм і його мікробіота перебувають у стані динамічної рівноваги. Найкращий спосіб співіснування в таких умовах – симбіоз. В процесі еволюційного розвитку відбувалося постійне вдосконалення симбіозу макроорганізму людини з його мікрофлорою. Внаслідок чого мікробіота людини створила найкращі умови для організму-хазяїна – еубіоз: оптимальне співвідношення мікроорганізмів – представників нормальної мікробіоти. Вважають, що саме нормальна мікробіота є життєво важливим органом із величезною кількістю мікробних клітин, які підтримують життєздатність організму людини в цілому [6, 7].

Складаюча цього органу – мікробіота ротової порожнини, виконує важливі функції: стимулює розвиток лімфоїдної тканини, завдяки антагоністичному впливу на представників різних видів патогенних бактерій, що потрапляють в порожнину рота, пригнічує їх розмноження, багато в

чому забезпечує самоочищення ротової порожнини. Мікроорганізми порожнини рота сприяють постачанню організму цінних амінокислот і вітамінів. Продукти життєдіяльності мікроорганізмів стимулюють секрецію слинних і слизових залоз і сприяють здійсненню актів прийому їжі, жування і ковтання та інше [7].

Але існує безліч факторів, які негативно впливають на склад і активність мікрофлори людини. Це несприятлива екологія, незбалансоване харчування, чинники стресу (емоції тощо), а також ятрогенні фактори (антибактеріальні препарати, гормони, імунодепресанти, окремі прокінетики, жовчогінні, обволікувальні засоби та інші) [6]. Завдяки цьому впливу представники нормальної мікрофлори починають негативно впливати на організм людини.

Як вказувалося вище, постійну мікробіоту порожнини рота асоціюють з виникненням карієсу зубів та захворювань тканин пародонту і слизової оболонки [4, 8]. Найбільшу активність при цьому визначено у стрептококів, лактобацил та актиноміцетів. Окремими роботами у виникненні цієї патології відображено роль грибів роду *Candida* [9].

Проте патогенність збудника може залежати не тільки від його біологічних властивостей, а також бути інтегрованим результатом дії кількох симбіонтів біоценозу як між собою, так і між ними та організмом-хазяїном [9]. Саме цей аспект є актуальним і висвітлений в роботі.

Метою є застосування даних аналізу взаємин між організмом-хазяїном та мікроорганізмами, які вважаються чинниками карієсу для використання в лікувальній, науковій роботі і педагогічній діяльності при викладанні відповідних розділів терапевтичної стоматології та мікробіології.

Матеріалами слугували дані досліджень, які характеризують представників орального мікробіоценозу молоді з різними показниками КПВ, які були проведені в нашому виші [10].

Методом був використаний математичний аналіз, заснований на елементах регресійного аналізу. Зокрема це є апроксимація, яка здійснена за допомогою комп'ютерної програми Excel 2010.

Результати та їх обговорення

Як вже було вказано вище, наші попередні роботи стосувалися взаємин між представниками мікробіоти при різному стані карієсу зубів у молоді [11, 12]. Також були праці, які стосувалися показників карієсу зубів в людській популяції, яка виникла на проміжку часу від енеоліту до сучасності (IV тис.-III тис. до н.е. – XXI ст. н.е.) [13]. Але взаємини між організмом-хазяїном та мікробіотою його порожнини рота при різних станах карієсу зубів нами не розглядались. Дослідити ці взаємини можливо, вивчаючи частку кількості людей, які мають тих чи інших представників мікробіоценозу при різній інтенсивності карієсу зубів (КПВ). Нами вважається, що саме ці характеристики мають вказати на взаємини між людиною та мікроорганізмами, які знаходяться в її організмі.

У цьому дослідженні було обчислено частку людей, які мають карієсогенні мікроорганізми при різному КПВ. Карієсогенною мікробіотою вважають лактобацили, γ -гемолітичні стрептококи (до яких належить *S. mutans*), гриби роду *Candida* та актиноміцети. Результати нашого дослідження відображені в графічному виконанні на рисунку 1.

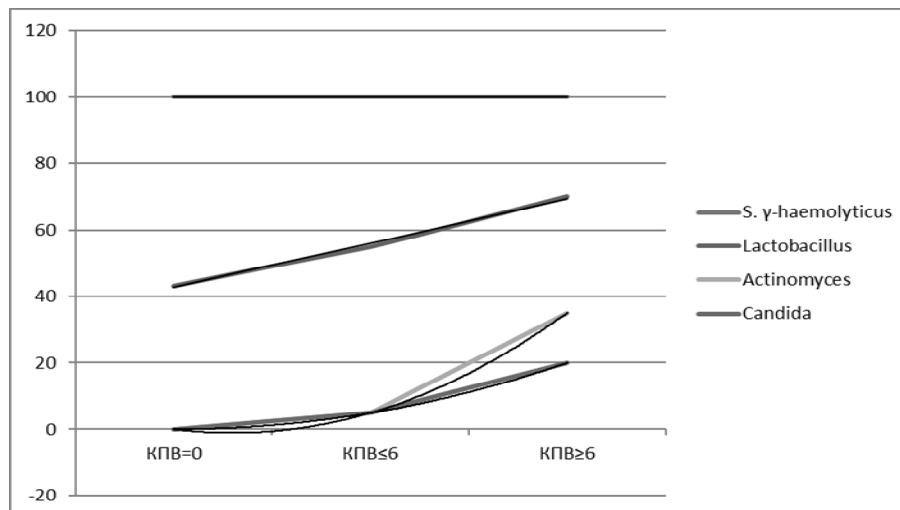


Рис. 1. Відсоток обстежених, які мають карієсогенні мікроорганізми при різному КПВ.

Рисунок 1 дає уявлення щодо кореляції між присутністю представників карієсогенної мікробіоти порожнини рота та відсотком обстежених людей, з якими ця комунікація відбувається. Щодо гемолітичних стрептококів, ми виявили

однаковий відсоток людей, з якими вони комунікують. Це 100-відсоткова кількість обстежених. На графіку це відображено прямою лінією, яка змінюється за формулою $y=100$. Частка людей-носіїв лактобацил, лінійно збільшується разом із

збільшенням показника інтенсивності карієсу. Але і при КПВ=0 відсоток носіїв цих мікроорганізмів дорівнює 43%. На графіку пряма цих змін має формулу $y=13,5x+29$. Стосовно грибів роду *Candida* та актиноміцетів ми бачимо зовсім іншу картину. Кількість людей-носіїв актиноміцетів за КПВ=0 також дорівнює нулю. Але при збільшенні інтенсивності карієсу відсоток носіїв цих представників мікрофлори збільшується зовсім не за лінійними законами. Так, формула цих змін має вигляд: $y=12,5x^2-32,5x+20$. А відсоток носіїв грибів *Candida* змінюється за формулою: $y=5x^2-10x+5$. Рівняння таких графіків належать до квадратичних функцій.

В математиці та суміжних галузях лінійна функція – це функція, графік якої є прямою лінією, тобто поліноміальною функцією нульового або одиничного ступеня [14]. Функція виду $y=ax^2+bx+c$ це квадратична функція, яка є також поліноміальною, її графік являє собою параболу [15]. Одна із властивостей квадратичної функції – вона має єдину критичну точку. Щодо критичних точок функцій – вони відіграють важливу роль в таких розділах математики, як диференціальні рівняння, варіаційне числення, теорія стійкості, а також в механіці і фізиці. Дослідження критичних точок становить одне з основних питань теорії катастроф [16]. В цьому розділі математики слово «катастрофа» означає будь-яку стрибкоподібну зміну властивостей досліджуваного об'єкту [17].

Висновок

В нашому дослідженні було визначено частку кількості людей, які мають карієсогенні мікроорганізми при різному стані КПВ. Проведений аналіз стосувався лактобацил, γ -гемолітичних стрептококів (до яких належить *S. mutans*), грибів роду *Candida* та актиноміцетів. Дослідження показало, що лактобацили та γ -гемолітичні стрептококи відносяться до симбіотної мікрофлори ротової порожнини. Чисельність людей із γ -гемолітичними стрептококами стовідсоткова. Чисельність людей із лактобацилами варіюється від 43% при КПВ=0 і вище 70% при КПВ \geq 6. Тобто збільшується із збільшенням інтенсивності карієсу. Зовсім інакше відбувається із носіями грибів роду *Candida* та актиноміцетів. Їхня кількість при КПВ=0 також дорівнює нулю. А при збільшенні інтенсивності карієсу кількість носіїв грибів роду *Candida* та актиноміцетів збільшується не за лінійними, а за квадратичними законами. Тобто такі зміни мають критичну точку – так звану точку біфуркації. З цієї точки взаємини між людиною і вказаними представниками мікробіоценозу її порожнини рота стають нестійкими і виникає невизначеність щодо подальшого їх взаємодіювання: система «організм-мікробіоценоз» може стати хаотичною, або вийти на новий рівень функціонування. Проведене дослідження вказує на те, що взаємини між людиною-носіями та представниками їх мікробіо-

ценозів змінюються по різному в залежності від стану в порожнині рота. Тут цей стан характеризує показник КПВ.

Перспектива подальших досліджень

Проведене дослідження взаємин між мікробіоценозами і їх носіями має бути використано в подальшій науковій роботі, а також в педагогічній діяльності при викладанні розділів, які стосуються карієсу зубів та захворювань пародонту.

Література

1. Okushko VR. Osnovy fiziologii zuba [Fundamentals of physiology of the tooth]. Tiraspol'; 2005. 240 p. (Russian)
2. Nikolishyn AK, Moshel' TM, Hancho OV. Mikrobiotsenoz parodontal'nykh karmaniv u khvylyakh na khronichnyy generalizovany parodontyt na tli khronichnykh kholetsystopancreatytiv. [Microbiocenosis of periodontal pockets in patients with chronic generalized periodontitis on the background of chronic cholecystopancreatitis]. Innovatsiyni tekhnolohiyi – do stomatolohichnoyi praktyky: materialy III (X) z'yizdu Asotsiatsiyi stomatolohiv Ukrainy, Poltava, 2008; 217p. (Ukrainian)
3. Moshel' TM. Mikrobiolohichne obgruntuvannya zastosuvannya novoho sposobu likuvannya generalizovanoho parodontytu u khvorykh z khronichnykh kholetsystopancreatytamy [Microbiological substantiation of application of a new method of treatment of generalized periodontitis in patients with chronic cholecystopancreatitis]. Svit medytsyny ta biolohy. 2008; 5: 82-85. (Ukrainian)
4. Pereder N A. Funktsional'nist' mikrobioty pry patolohiyi [Functionality of the microbiota in pathology]. Svit medytsyny ta biolohy. 2017; 2: 177-181. (Ukrainian)
5. Lorans'ka VD. Prystynkova mikroflora kyshechnyk [Parietal intestinal microflora]. Moskva; 2015. 100p. (Ukrainian)
6. Besh LV. Suchasni mozhyvosti korektsiyi porushen' mikroekolohichnyy kyshok u praktytsi dytyachoho alerholoha [Modern possibilities of correction of intestinal microecology disorders in the practice of pediatric allergist]. Dytyachyy likar. 2011; 1: 16-20. (Ukrainian)
7. Yamborko KV, Yelyns'ka P Z, Hudzenko T V. Mikroekolohiya lyudyny: kurs lektsiy [Human microecology: a course of lectures]. Odes'ky; 2018. 44. (Ukrainian)
8. Nikolishin AK, editor. Terapevtichna stomatolohiya: pidruchnyk dlya studentiv stomatolohichnoho fakul'tetu vyshchyykh medychnykh navchal'nykh zakladiv IV rivnya akredytatsiyi [Therapeutic dentistry: a handler for the students of the dental faculty of the general health care providers of the IV level of accreditation]. Vyd 2-he, vypravlene i dopovnene. Vinnytsya: Nova Knyha; 2012. 680p. (Ukrainian).
9. Zaytsev AV, Kotelevs'ka NV, Boychenko OM, Nikolishyn AK. Obchyslennya mizhmikrobnykh vzayemodiy oral'noho biotopu [Calculation of intermicrobial interactions of the oral habitat]. Ukrainy's'ky stomatolohichnyy al'manakh; 2021; 2: 6-10. (Ukrainian)
10. Zaytsev AV, Boychenko VM, Kotelevs'ka NV, Nikolishyn AK. Antagonistychna aktyvnist' diyovykh predstavnykiv oral'noho biotsenozu [Antagonistic activity of active representatives of the oral biocenosis]. Ukrainy's'ky stomatolohichnyy al'manakh. 2021; 3: 34-35. (Ukrainian)
11. Zaytsev AV, Kotelevs'ka NV, Boychenko OM, Nikolishyn AK. Obchyslennya mizhmikrobnykh vzayemodiy oral'noho biotopu [Calculation of intermicrobial interactions of the oral habitat]. Ukrainy's'ky stomatolohichnyy al'manakh. 2021; 2: 6-10. (Ukrainian)
12. Dubinin SI, Zaytsev AV, Vatsenko AV, Ulanovs'ka-Tsyba NA, Perederiy NA, Boychenko VI. Mizhmikrobnyy vzayemodiyuchyy oral'nyy biotopu [Intermicrobial interactions of the oral habitat]. Hruzyns'ka medychna. 2020; 2 (299): 131-137. (Ukrainian)
13. Zaytsev AV, Perederiy NA, Vatsenko AV, et al. Vykorystannya stomatolohichnykh pokaznykiv u biolohiyi. [The use of dental indicators in biology]. Wiadomości Lekarskie. 2018; LXXI (5): 1099–1103. (Ukrainian)
14. Liniyna funktsiya – Wikipedia [Internet]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_function.
15. Kvadratychna funktsiya odniyeyi zminy – Wikipedia [Internet]. Available from: https://uk.wikipedia.org/wiki/Kvadratychna_funktsiya_odniyeyi_zminy.
16. Krytychna tochka (matematyka) – Wikipedia [Internet]. Available from: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Krytychna_tochka_\(matematyka\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Krytychna_tochka_(matematyka)).
17. Zahal'ni vidomosti shchodo teorii katastrofy [Internet]. Available from: <https://subject.com.ua/safety/bezpeka/62.html>

Summary

METHODOLOGY FOR STUDYING INTERACTIONS BETWEEN THE MICROBIOCENOSIS OF THE HUMAN ORAL CAVITY AND WHOLE ORGANISM

Zaitsev A.V., Boychenko O.M., Kotelevskaya N.V., Nikolishyn A.K.

Key words: oral cavity, microbiocenosis, dental caries, periodontal disease.

Stable oral microbiom is associated with the occurrence of dental caries and diseases of periodontal tissues and oral mucosa. Of all the species, streptococci, lactobacilli, actinomycetes and fungi of the genus *Candida* are found as demonstrating the highest activity. The pathogenicity of a microbial agent may depend on its biological properties. It can also be regarded as an integrated result of the action between several symbionts within the biocenosis or depends on the interaction between the symbionts of the oral biocenosis and the host organism, and this aspect is highlighted in this article. The aim of this study is to apply data from the analysis of the relationship between the host organism and microorganisms, which are known as cariogenic factors, for applying in medical, research and doctor training practice. We analyze the relationship between the host organism and cariogenic microorganisms based on the data obtained from studies of young people with different DMF indices, conducted at the Poltava State Medical University. The paper considers the relationship between the host organism and the oral microbiota in different states of dental caries. The analysis mainly focused on lactobacilli, γ -hemolytic streptococci (which include *S. mutans*), fungi of the genus *Candida*, and actinomycetes. The study showed that the number of people with γ -hemolytic streptococci is one hundred percent. This dependence can be expressed by the formula $y=100$. The number of people with lactobacilli varies from 43% with $DMF=0$ and over 70% for $DMF \geq 6$. This dependence can be expressed by the formula $y=13.5x+29$. These dependencies change according to the linear laws. The number of people, carriers of actinomycetes, by $DMF=0$ is also equal to zero. But with an increase in the intensity of caries, the percentage of carriers of these representatives of microflora does not increase according to the linear laws. The formula for such changes is: $y=12.5x^2-32.5x+20$. The percentage of carriers of *Candida* fungi changes according to the formula: $y=5x^2-10x+5$. These dependences change not according to the linear, but according to the square laws. That is, such changes have a critical point, so-called the bifurcation point. From this point, the relationship between an individual and the indicated representatives of the oral microbiocenosis becomes unstable. Uncertainty arises regarding their further interaction: the "organism-microbiocenosis" system. It can become chaotic or reach a new level of functioning. This research indicates that the relationship between human organisms caring the above mentioned pathogens and representatives of their oral microbiocenoses change differently depending on the state of the oral cavity. One of the indicators of this state is the DMF index. The study of the relationship between microbiocenoses and their carriers should be applied in further scientific work, as well as in teaching activities in teaching sections related to dental caries and periodontal disease.