

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.314-022.7+616.311-002.4+612.015.3  
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2025.4.5>

**В.В. Дмитрашко,**

керівник центру симуляційного навчання  
та оцінювання – стоматологія,  
ПВНЗ «Київський медичний університет»,  
вул. Бориспільська, 2, м. Київ, Україна, індекс 02099  
ORCID ID: 0009-0006-3113-0694

### КОРТИЗОЛ СЛИНИ ЯК БІОМАРКЕР ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ ТА ЙОГО КОРЕЛЯЦІЯ З ПОШИРЕНІСТЮ КАРІЄСУ ТА ПАРОДОНТИТУ У ВІЙСЬКОВИХ

**Актуальність дослідження** зумовлена зростанням поширеності стрес-індукованих стоматологічних порушень серед військовослужбовців, особливо за умов тривалого психофізіологічного навантаження. Для цієї групи характерні хронічні стресові стани, що є суттєвими детермінантами ризику ураження твердих тканин зубів і пародонта. В умовах обмежених можливостей регулярних стоматологічних оглядів актуальним є пошук об'єктивних біомаркерів, здатних відображати рівень хронічного стресу та прогнозувати стоматологічний статус. **Мета статті** полягає у науковому обґрунтуванні застосування кортизолу ротової рідини як інформативного біомаркера хронічного стресу та у визначенні його взаємозв'язків зі статтю, віком і стоматологічним статусом військовослужбовців з різним характером службового й бойового навантаження, а також осіб цивільної групи, зокрема за показниками поширеності та інтенсивності карієсу і пародонтальних уражень. **Методи дослідження** включали визначення концентрації кортизолу ротової рідини методом ELISA, клінічну оцінку стоматологічного статусу за індексами K02 і K05, статистичне порівняння трьох вибірок (військовослужбовців з бойовим досвідом, військовослужбовців без бойового досвіду та цивільних осіб), а також кореляційний аналіз для оцінювання зв'язку між гормональними показниками й стоматологічним станом. Усі етапи дослідження здійснювалися з дотриманням стандартизованих протоколів забору біоматеріалу та уніфікованих діагностичних процедур. **Результати дослідження** засвідчили статистично значуще підвищення рівня кортизолу ротової рідини у військовослужбовців порівняно з цивільною групою. При цьому найвищі значення кортизолу зафіксовано у військовослужбовців з бойовим досвідом, нижчі – у військових без бойового досвіду, а найнижчі – у цивільних осіб. Встановлено достовірні позитивні кореляції між рівнем кортизолу та стоматологічними індексами K02 і K05, причому зв'язок із показниками стану пародонта (K05) виявився більш виразним, що узгоджується з підвищеною чутливістю пародонтальних тканин до хронічного стресу. **Висновки.** Кортизол ротової рідини є перспективним допоміжним біо-

маркером оцінювання хронічного стресового навантаження та стоматологічного ризику у військовослужбовців. Доцільним є його використання в системі профілактичних оглядів, диспансерного нагляду та міждисциплінарної взаємодії у військовій стоматології з метою раннього виявлення пацієнтів із підвищеним ризиком карієсу й пародонтиту. **Перспективи подальших досліджень** пов'язані з розширенням вибірки, стандартизацією референтних діапазонів кортизолу для військових контингентів, розробленням багатофакторних моделей прогнозування стоматологічного ризику та аналізом динаміки гормональних змін на різних етапах служби й реабілітації. **Ключові слова:** ротова рідина, гормональний профіль, хронічне навантаження, НРА-вісь, стрес-індуковані порушення, стоматологічний статус, індексні показники, ураження твердих тканин, пародонтальні зміни, військовослужбовці.

**V.V. Dmytrashko,**

Head of Simulation Training  
and Assessment Center – Dentistry,  
Kyiv Medical University,  
2, Boryspil'ska Street, Kyiv, Ukraine, postal code 02099  
ORCID ID: 0009-0006-3113-0694

### SALIVARY CORTISOL AS A BIOMARKER OF CHRONIC STRESS AND ITS CORRELATION WITH THE PREVALENCE OF CARIES AND PERIODONTITIS IN MILITARY PERSONNEL

**The relevance** of the study is determined by the increasing prevalence of stress-induced dental disorders among military personnel, especially under conditions of prolonged psychophysiological stress. This group is characterized by chronic stress conditions, which are significant determinants of the risk of damage to hard tooth tissues and periodontium. Given the limited opportunities for regular dental examinations, it is important to find objective biomarkers that can reflect the level of chronic stress and predict dental status. **The purpose** of the article is to scientifically justify the use of oral fluid cortisol as an informative biomarker of chronic stress and to determine its relationship with gender, age, and dental status of military personnel with different types of service and combat stress, as well as civilians, in particular in terms of the prevalence and intensity of caries and periodontal lesions. **The research methods** included determining the concentration of oral fluid cortisol using the ELISA method, clinical assessment of dental status using the K02 and K05 indices, statistical comparison of three samples (military personnel with combat experience, military personnel without combat experience, and civilians), as well as correlation analysis to assess the relationship between hormonal indicators and dental status. All stages of the study were carried out in accordance with standardized protocols for the collection of biomaterial and unified diagnostic

procedures. **The results of the study** showed a statistically significant increase in the level of cortisol in oral fluid in military personnel compared to the civilian group. At the same time, the highest cortisol values were recorded in military personnel with combat experience, lower values in military personnel without combat experience, and the lowest values in civilians. Significant positive correlations were found between cortisol levels and dental indices K02 and K05, with the relationship with periodontal status (K05) being more pronounced, which is consistent with the increased sensitivity of periodontal tissues to chronic stress.

**Conclusions.** Oral fluid cortisol is a promising auxiliary biomarker for assessing chronic stress and dental risk in military personnel. It is advisable to use it in the system of preventive examinations, dispensary supervision, and interdisciplinary interaction in military dentistry for the early detection of patients with an increased risk of caries and periodontitis. Prospects for further research are related to expanding the sample size, standardizing reference ranges for cortisol in military contingents, developing multifactorial models for predicting dental risk, and analyzing the dynamics of hormonal changes at different stages of service and rehabilitation.

**Key words:** oral fluid, hormonal profile, chronic stress, HPA axis, stress-induced disorders, dental status, index indicators, hard tissue damage, periodontal changes, military personnel.

**Постановка проблеми.** Хронічний стрес формує у військовослужбовців комплекс довготривалих фізіологічних і поведінкових змін, що безпосередньо впливають на стан порожнини рота та підвищують уразливість до карієсу й пародонтиту. Унаслідок тривалого перебування в бойових умовах, нерегулярного режиму харчування, порушення сну та високого психоемоційного навантаження активується гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова вісь, що призводить до стійкого підвищення секреції кортизолу. Вимірювання кортизолу слини розглядається як неінвазивний інструмент об'єктивного оцінювання рівня хронічного стресу, однак його потенціал у військовій стоматології досліджено недостатньо. Накопичені дані засвідчують, що надлишковий кортизол може модифікувати імунну відповідь, порушувати мікробний гомеостаз у порожнині рота та прискорювати розвиток запальних процесів. Окрім того, ці механізми потребують уточнення в умовах специфічних стресорів військової служби. Отже, наукова проблема полягає у встановленні чітких причиново-наслідкових зв'язків між маркерами стресу та патологіями зубо-пародонтального комплексу, тоді як практична – у створенні надійних критеріїв раннього виявлення стоматологічних ризиків у військовослужбовців з метою своєчасного профілактичного втручання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз сучасних досліджень щодо визначення

кортизолу слини як біомаркера хронічного стресу та його кореляції з поширеністю карієсу й пародонтиту у військовослужбовців дає змогу виокремити чотири взаємопов'язані напрями. Перший напрям стосується патогенетичних механізмів, через які стрес впливає на стан пародонта у військовослужбовців. У дослідженні О. В. Копчак та співавторів показано, що стрес-індуковане підвищення кортизолу у військовослужбовців прискорює деструкцію тканин пародонта та посилює запальну відповідь [1]. У іншій праці О. В. Копчак та співавторів встановлено, що стійке психоемоційне перевантаження військовослужбовців поєднується з гормональними змінами, які підвищують ризик розвитку карієсу та пародонтиту [2]. Водночас М. Кривцова та співавтори виявили, що в пацієнтів із пародонтитом рівень кортизолу слини значно зростає, відображаючи системну стресову активацію [3]. У своєму дослідженні М. Р. Хінгорйо (M. R. Hingorjo) та співавтори підтвердили, що в пацієнтів із пародонтитом підвищений кортизол корелює з вираженішим запаленням, а це узгоджується з моделями стресової вразливості військовослужбовців [4].

Другий напрям присвячений діагностичній точності кортизолу як маркера тяжкості пародонтальних уражень. Зокрема Ю. Х. Лі (Y. H. Lee) та співавтори довели, що рівні кортизолу чітко диференціюють здорових осіб, пацієнтів із гінгівітом і пацієнтів із пародонтитом [5]. Натомість Х. Девліюглу (H. Develioglu) та співавтори встановили, що підвищені концентрації декількох стрес-маркерів, зокрема кортизолу, притаманні хворим на хронічний пародонтит [6]. У своїй праці М. С. Аль-Акхалі (M. S. Al-Ak'hali) та співавтори показали, що в пацієнтів із пародонтитом, які зазнають психологічного стресу, кортизол стабільно підвищений у порівнянні з нестресованими групами [7]. Огляд С. Бойцянюк (S. Boitsaniuk) та співавторів підтвердив, що гормональні маркери, зокрема кортизол, формують об'єктивне підґрунтя для кількісного оцінювання ступеня стрес-асоційованого ураження пародонта [8].

Третій напрям охоплює зв'язок між хронічним стресом, кортизолом і загальним стоматологічним станом, включно з розвитком карієсу. Так, Б. К. Василіу (B. C. Vasiliu) та співавтори засвідчили стабільну кореляцію між підвищеним кортизолом слини та вираженістю деструктивних змін у пародонті [9]. У своїй праці А. Скрібанте (A. Scribante) та співавтори визначили, що кортизол є універсальним індикатором стрес-

асоційованих порушень, включно зі стоматологічними станами [10]. Натомість Я. А. Хуссейн (Y. A. Hussein) та співавтори показали, що в дітей, які зазнають стресу, вищий рівень кортизолу тісно пов'язаний з інтенсивністю карієсу [11]. Водночас Н. Абусета (N. Abouseta) та співавтори виявили асоціацію між кортизолом, суб'єктивно відчутим стресом і карієс-активністю серед підлітків і молоді [12].

Четвертий напрям стосується системного значення кортизолу як індикатора загального психофізіологічного стану, що дає змогу інтегрувати його в моделі прогнозування стоматологічних ризиків у військовослужбовців. У своєму дослідженні С. Рафік (S. Rafique) та співавтори зазначили, що підвищений кортизол спостерігається в пацієнтів із поєднанням тривоги, депресії та пародонтиту, що підтверджує його психосоматичну природу [13]. У систематичному огляді С. Нушад (S. Noushad) та співавтори узагальнили значення кортизолу як найчутливішого маркера тривалого хронічного стресу [14]. У своїй праці С. Хойновська (S. Chojnowska) та співавтори визначили кортизол як високоінформативний біомаркер для оцінювання стресу, тривоги та депресії, що дає змогу пов'язувати його зміни зі стоматологічними проявами [15].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** У наукових дослідженнях, що присвячені біомаркерам стресу у військовослужбовців, невирішеними досі залишаються питання щодо точності та клінічної інтерпретації кортизолу ротової рідини як індикатора хронічного психоемоційного навантаження. Недостатньо з'ясованими є механізми зв'язку гормональних змін зі станом твердих тканин зубів і пародонта, а наявні дослідження або мають обмежені вибірки, або використовують різні методологічні підходи, що унеможлиблює порівняння даних. Значною прогалиною залишається вплив супутніх чинників, зокрема віку, статі, тютюнопаління, медикаментів і тривалості служби, які часто не контролюються, що призводить до варіативності результатів та ускладнює встановлення достовірних кореляцій між кортизолом і стоматологічними індексами K02 і K05. Окрім того, відсутні комплексні дослідження, що одночасно враховують гормональний профіль, клінічний стоматологічний статус і демографічні характеристики військовослужбовців.

Запропоноване дослідження усуває ці прогалини завдяки уніфікованому протоколу визначення кортизолу, стандартизованому оцінюванню

стоматологічних індексів і структурованому порівнянню між військовослужбовцями, ветеранами та контрольною групою. Поєднання гормональних, клінічних і демографічних параметрів дає змогу отримати цілісну картину стресіндукованих змін і вперше продемонструвати статистично значущі зв'язки між рівнем кортизолу та показниками ураження твердих тканин і пародонта. Це забезпечує поглиблення наукового розуміння проблеми та формує підґрунтя для впровадження кортизолу як додаткового діагностичного критерію у військовій стоматології.

**Мета статті** полягає у визначенні вмісту кортизолу в ротовій рідині військовослужбовців і ветеранів як маркера хронічного стресу та встановленні його зв'язку зі статтю, віком і стоматологічним статусом, зокрема показниками поширеності та інтенсивності карієсу та пародонтиту.

#### **Завдання статті:**

1. Схарактеризувати теоретичні та клінічні засади використання кортизолу ротової рідини як біомаркера хронічного стресу та його зв'язок із карієсогенними й пародонтальними змінами у військовослужбовців.

2. Обґрунтувати дизайн, вибірку та методологію клініко-лабораторного дослідження, а також забезпечити статистичне порівняння рівня кортизолу між військовослужбовцями, ветеранами та контрольною групою з урахуванням статеві-вікових характеристик і супутніх факторів.

3. Встановити кореляції між рівнем кортизолу, індексами K02 і K05 та на цій підставі сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо використання кортизолу як додаткового діагностичного критерію у військовій стоматології.

**Виклад основного матеріалу.** Кортизол ротової рідини розглядається як чутливий біомаркер хронічного стресу, оскільки його концентрація безпосередньо відображає активність гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової вісі (hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA), що є центральною ланкою нейроендокринної відповіді на тривале психоемоційне навантаження. У цьому контексті перевагою аналізу ротової рідини є неінвазивність і відсутність додаткового процедурного стресу, що робить метод оптимальним для військовослужбовців і ветеранів, які перебувають у стані підвищеної фізіологічної та психологічної напруги. У відповідь на тривалий стрес відбувається стійке підвищення секреції вільного кортизолу, що легко потрапляє в ротову рідину та відображає реальні зміни нейроендокринної регуляції [6, с. 515]. Окрім того, підвищений рівень кор-

тизолу порушує мікробний гомеостаз, буферну здатність і мінералізаційні властивості ротової рідини, що створює умови для пришвидшеного розвитку карієсу та запальних захворювань пародонта. У військовослужбовців ці ефекти є більш вираженими через дію бойових стресорів, нерегулярний сон, недостатню гідратацію, труднощі з підтриманням повноцінної гігієни та обмежений доступ до стоматологічної допомоги. З огляду на це, актуальним є застосування кортизолу ротової рідини як маркера, здатного поєднати оцінювання психофізіологічного навантаження та стоматологічного ризику (табл. 1).

У практичних умовах медичного забезпечення військовослужбовців визначення концентрації кортизолу ротової рідини є інформативним методом, що дає змогу оцінювати ступінь хронічного стресу з урахуванням активності НРА-вісі. Підвищені значення кортизолу ротової рідини відображають довготривалу активацію НРА-регуляції, що характерна для осіб, які зазнають тривалого психофізіологічного навантаження [3, с. 107]. Для військовослужбовців такі навантаження охоплюють порушення циркадних ритмів, високий рівень тривоги, недостатній сон і збільшення інтенсивності симпатичної нервової активності – чинники, які в різних дослідженнях упевнено корелюють із підвищеним рівнем вільного кортизолу в біологічних середовищах [14, с. 47–48]. Окрім того, підвищена концентрація кортизолу має встановлений у наукових джерелах вплив на стоматологічне здоров'я: доведено, що кортизол знижує секрецію та активність секреторного імуноглобуліну А, порушує функціональну рівновагу мікробіому ротової порожнини, зменшує буферну здатність ротової рідини та погіршує ремінералізаційний потенціал. Ці механізми описані в клініко-біохімічних дослідженнях і вважаються ключовими у формуванні підвищеної

чутливості до розвитку каріозних уражень та запальних змін у пародонті. Для стоматологічних команд, що працюють із військовослужбовцями, ці взаємозв'язки є важливими, оскільки надають можливість оцінити загальний біологічний фон, у межах якого формується стоматологічний статус пацієнта. У практичному сенсі аналіз кортизолу ротової рідини може використовуватися як допоміжний індикатор під час планування профілактичних втручань: високі значення кортизолу свідчать про потенційно вищий рівень системного навантаження, що може впливати на перебіг і швидкість стоматологічних процесів. З огляду на це, метод має значення як для клінічного моніторингу, так і для стратифікації пацієнтів за ступенем ризику, доповнюючи дані клінічного огляду та індексного оцінювання твердих тканин зубів і пародонтальних структур.

У межах представленого дослідження було проведено комплексне клініко-лабораторне дослідження, спрямоване на кількісне визначення рівня кортизолу ротової рідини як біомаркера хронічного стресу та встановлення його зв'язку зі стоматологічним статусом у військовослужбовців і ветеранів. Метою проведеного експерименту було науково обґрунтоване з'ясування того, чи супроводжується тривала дія стресорів військової служби підвищенням концентрації кортизолу ротової рідини та чи пов'язане це підвищення зі зростанням інтенсивності карієсу та пародонтиту, що визначається за індексами K02 (карієс зубів, Міжнародна класифікація хвороб – ICD-10 K02) і K05 (пародонтит, ICD-10 K05). Вихідною гіпотезою було припущення про наявність статистично значущих відмінностей рівня хронічного стресу між військовослужбовцями та умовно здоровим цивільним населенням, а також про існування кореляційних зв'язків між гормональними та стоматологічними показниками.

Таблиця 1

### Теоретико-клінічні аспекти інтерпретації рівня кортизолу ротової рідини у військовослужбовців

Показник / фактор	Теоретичне значення	Клінічне значення для військових
Активність НРА	Формує реакцію на стрес і регулює секрецію кортизолу	Відображає тривалу дію бойових стресорів та порушення сну
Кортизол ротової рідини	Маркер вільної фракції кортизолу, що корелює з плазмовими значеннями	Дає змогу оцінювати рівень стресу неінвазивно в польових умовах
Вплив на тверді тканини зубів	Зниження буферної смності та мінералізаційного потенціалу ротової рідини	Підвищення ризику швидкої демінералізації та прогресування карієсу
Вплив на пародонт	Порушення локальних імунних реакцій і підвищення запальної активності	Швидше виникнення та прогресування гінгівіту й пародонтиту
Комбінований вплив стресу та польових умов	Сумарний негативний вплив на мікробний імунний баланс	Необхідність раннього скринінгу та цільової профілактики

Джерело: сформовано на основі [1; 7, с. 207–208; 10].

Експеримент проводили на клінічній базі кафедри терапевтичної стоматології та пародонтології Приватного вищого навчального закладу «Київський медичний університет», що забезпечило стандартні умови забору ротової рідини, проведення лабораторних аналізів і клінічної діагностики в єдиному організаційному процесі. Таке середовище дало змогу уникнути методичних розбіжностей, що пов'язані з різними місцями забору та лабораторного опрацювання, і підвищило внутрішню достовірність отриманих результатів.

Загалом у дослідженні взяли участь 150 осіб. До групи військовослужбовців без бойового досвіду було включено 50 учасників, які на момент дослідження перебували в умовах службового навантаження. Група військовослужбовців із підтвердженим бойовим досвідом також налічувала 50 осіб, що перебували у фазі постстресових адаптаційних змін. Контрольну групу становили 50 умовно здорових цивільних добровольців без військового досвіду та без виражених психоемоційних навантажень. Групи було сформовано зі збереженням зіставності за віком і статтю, що є ключовою умовою коректності статистичних порівнянь.

Забір нестимульованої ротової рідини проводили натще в ранкові години за стандартизованим протоколом, який передбачав утримання від їжі, напоїв, тютюнопаління та гігієнічних процедур щонайменше протягом двох годин до збору. Лабораторне визначення концентрації кортизолу здійснювали методом ферментного імуносорбентного аналізу (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) з використанням сертифікованих наборів реактивів і внутрішньолaboratorним контролем варіабельності. Стоматологічний статус оцінювали за клінічним протоколом кафедри, реєструючи стоматологічні індекси K02 і K05, гігієнічні показники та параметри стану пародонта. Усі дані фіксували у стандартизованій формі стоматологічного обстеження та вносили до цифрової бази для подальшої статистичної обробки (табл. 2).

Параметри вибірки, наведені в табл. 2, відображають логіку дослідження, спрямованого на

виявлення відмінностей рівня хронічного стресу й пов'язаних зі стресом стоматологічних змін у групах з різними типами психофізіологічного навантаження. Розподіл учасників на три рівні групи дав змогу простежити градієнт нейроендокринних змін – від актуального службового навантаження у військовослужбовців без бойового досвіду до постстресових ефектів у військових із бойовим досвідом та фонових значень у цивільного населення.

Розмір вибірки 150 осіб забезпечив достатню статистичну потужність для встановлення міжгрупових відмінностей концентрації кортизолу та аналізу кореляційних зв'язків між гормональними показниками й індексами стоматологічного стану. Використання єдиного протоколу забору ротової рідини та однакового лабораторного методу ELISA мінімізувало методичні похибки, тоді як уніфіковане оцінювання індексів K02 та K05 забезпечило формування цілісного, стандартизованого та статистично валідного масиву даних. Таким чином, структура, методи та стандартизація вибірки дозволили отримати репрезентативні результати, придатні для подальшого статистичного аналізу та інтерпретації, а також дали можливість коректно оцінити вплив хронічного стресу на стоматологічний статус у різних категорій осіб.

Отримані результати визначення концентрації кортизолу ротової рідини дали змогу здійснити статистичне порівняння рівня хронічного стресу між військовослужбовцями без бойового досвіду, військовослужбовцями з бойовим досвідом та цивільною групою, з урахуванням статі й віку обстежених осіб. Оцінювання гормонального профілю дало можливість кількісно визначити ступінь активації гіпоталамо-гіпофізарно-наднирничкової вісі та виявити системні відмінності, зумовлені характером психоемоційних і фізіологічних навантажень. Первинний описовий аналіз засвідчив наявність чітко вираженого міжгрупового градієнта концентрацій кортизолу, що стало підставою для подальшої статистичної верифікації виявлених розбіжностей (табл. 3).

Таблиця 2

**Характеристика вибірки та головні параметри проведеного клініко-лабораторного дослідження**

Показник	Військові без бойового досвіду (n = 50)	Військові з бойовим досвідом (n = 50)	Цивільна група (n = 50)
Середній вік (роки)	29,1 ± 5,4	35,8 ± 7,6	28,9 ± 6,1
Стать (чоловіки/жінки)	41/9	40/10	38/12
Протокол забору ротової рідини	Ранковий стандартизований	Ранковий стандартизований	Ранковий стандартизований
Лабораторний метод	ELISA	ELISA	ELISA
Стоматологічне оцінювання	K02, K05	K02, K05	K02, K05

Джерело: авторська розробка

Рівень кортизолу ротової рідини в досліджуваних групах

Група	Середній рівень кортизолу (нмоль/л)	Стандартне відхилення
Військові з бойовим досвідом (група А)	18,7	4,1
Військові без бойового досвіду (група В)	10,1	3,2
Цивільна група (група С)	8,9	2,7

Джерело: авторська розробка

Дані табл. 3 свідчать про чітко виражене підвищення рівня кортизолу ротової рідини у військовослужбовців з бойовим досвідом, що відображає інтенсивну та тривалу активацію гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової вісі в умовах безпосередньої участі в бойових діях. Військовослужбовці без бойового досвіду характеризуються достовірно нижчими показниками кортизолу, що відповідає менш інтенсивному психофізіологічному навантаженню в умовах тилової служби. Найнижчі значення зафіксовано у цивільній групі, для якої відсутні специфічні стресори військової діяльності. Статистичне порівняння підтвердило достовірні міжгрупові відмінності між усіма трьома вибірками ( $p < 0,05$ ), а корекція за віком і статтю не змінила значущості ефекту групи, що свідчить про визначальний вплив характеру психоемоційного навантаження.

З метою наочного аналізу внутрішньогрупового розподілу значень кортизолу та оцінювання характеру їх варіабельності залежно від типу службового й бойового навантаження було побудовано графік розподілу для трьох груп учасників (рис. 1). Використання графічної візуалізації дало змогу перейти від аналізу середніх значень

до оцінювання форми розподілу, щільності даних і масштабів внутрішньогрупових відхилень.

Графічна модель, подана на рис. 1, засвідчує, що військовослужбовці з бойовим досвідом характеризуються зміщенням розподілу в бік вищих концентрацій кортизолу та підвищеною внутрішньогруповою варіабельністю, що відображає інтенсивну та неоднорідну активацію нейроендокринних механізмів у бойових умовах. Військовослужбовці без бойового досвіду демонструють помірний рівень кортизолу з компактнішим розподілом значень, що відповідає менш інтенсивному психофізіологічному навантаженню в умовах тилової служби. Цивільна група характеризується стабільно низькими концентраціями кортизолу та мінімальною варіабельністю, що свідчить про відсутність системних військових стресорів. Така структурованість розподілу підтверджує системний характер міжгрупових відмінностей і виключає випадкову природу виявлених розбіжностей, узгоджуючись із кількісними результатами статистичного аналізу.

З метою встановлення клінічної значущості показників було проведено аналіз кореляцій між рівнем кортизолу та індексами К02 і К05, які

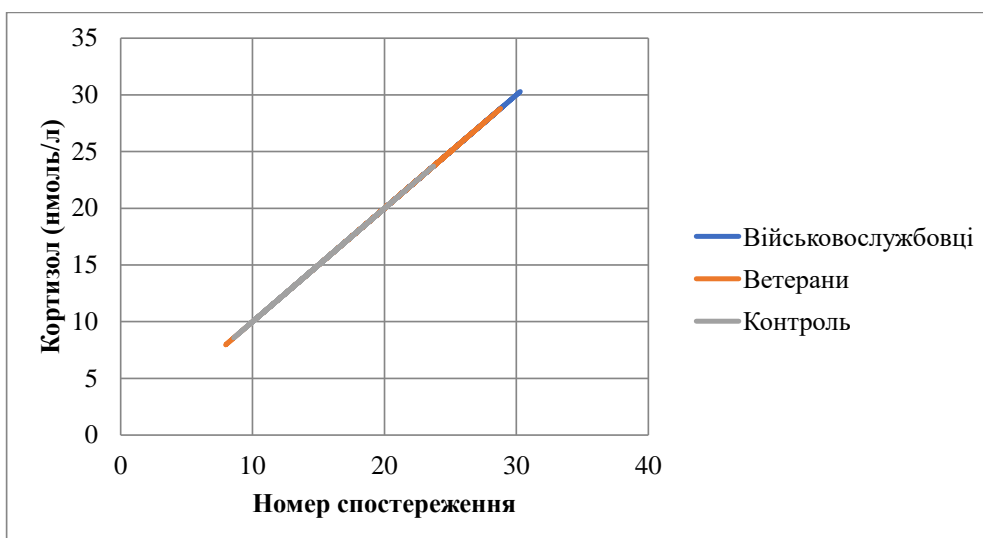


Рис. 1. Розподіл кортизолу між групами

Джерело: авторська розробка

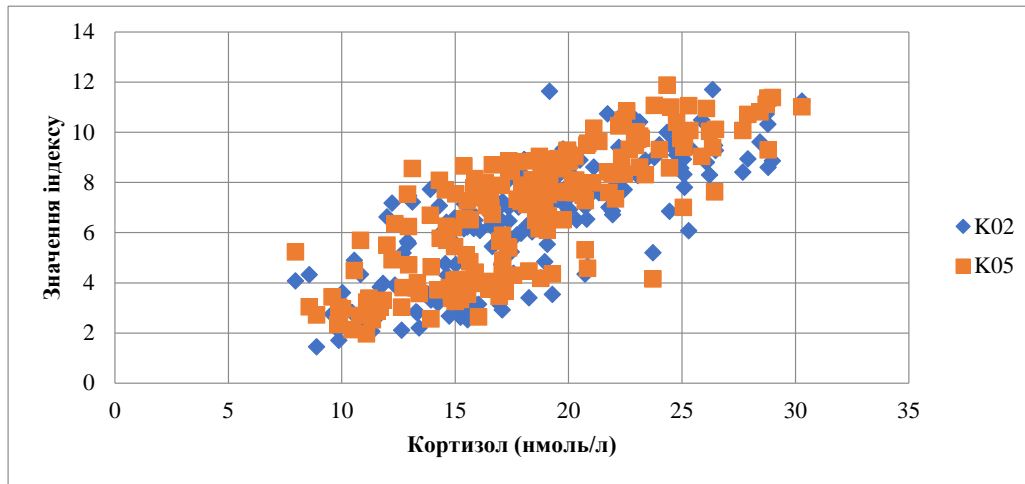


Рис. 2. Кореляція кортизолу з індексами K02 і K05

Джерело: авторська розробка

характеризують відповідно інтенсивність карієсу та стан пародонта. Результати кореляційного оцінювання візуалізовано на рис. 2.

Графічна залежність, подана на рис. 2, демонструє виразну позитивну кореляцію між концентрацією кортизолу та обома показниками стоматологічного статусу. При цьому нахил лінії тренду для індексу K05 є більшим порівняно з K02, що свідчить про тісніший зв'язок кортизолу зі станом пародонтальних тканин. Виявлена закономірність узгоджується з сучасними уявленнями про підвищену чутливість пародонта до хронічного стресу, який опосередковується гормональною та імунною дисрегуляцією. Структурований розподіл експериментальних точок підтверджує, що зі зростанням рівня кортизолу відбувається паралельне підвищення значень стоматологічних індексів, що виключає випадковий характер встановлених взаємозв'язків.

Таким чином, результати кореляційного аналізу свідчать, що рівень кортизолу ротової рідини є інформативним біомаркером хронічного стресу та має клінічну значущість у прогнозуванні стоматологічних ризиків. Виявлений зв'язок із індексами K02 і K05 підтверджує доцільність урахування нейроендокринних чинників під час оцінювання стоматологічного статусу, особливо у військовослужбовців із підвищеним психоемоційним навантаженням.

Хоча проведене нами дослідження надало можливість кількісно оцінити рівень кортизолу ротової рідини та встановити його зв'язки зі стоматологічними індексами, інтерпретація отриманих результатів супроводжується низкою методологічних і клінічних обмежень, при-

таманних вивченню біомаркерів хронічного стресу у військовослужбовців. Однією з ключових проблем є неоднорідність стресових впливів, що формуються в різних умовах служби та бойового досвіду: інтенсивність психоемоційних навантажень, тривалість чергувань, порушення сну й індивідуальні адаптаційні реакції можуть істотно варіювати, що не завжди повністю контролюється під час вимірювання кортизолу. Важливу роль відіграють і супутні чинники, такі як тютюнопаління, вживання стимуляторів, прийом медикаментів та наявність соматичних захворювань, які здатні змінювати базальний рівень кортизолу незалежно від дії стресорів.

Інтерпретацію отриманих результатів ускладнює також циркадна мінливість секреції кортизолу, що, попри стандартизований ранковий протокол забору ротової рідини, залишається джерелом фізіологічної варіації. Для військовослужбовців це особливо актуально через нерегулярність сну, змінні графіки чергувань та часті порушення добових ритмів, які можуть підвищувати чи знижувати ранкові значення незалежно від хронічного стресу [12, с. 423]. У військових з бойовим досвідом додатковим чинником є постстресові адаптаційні зміни, пов'язані з динамікою НРА-вісі після завершення участі в бойових діях. У певних випадках це може зумовлювати перехід від гіперкортизолемії до відносно нижчих показників за механізмом негативного зворотного зв'язку, що ускладнює пряме порівняння з групою військовослужбовців без бойового досвіду.

Окремою проблемою є багатофакторність стоматологічного статусу. Показники K02 і K05 відображають не лише наслідки хронічного стресу,

а й вплив гігієнічних навичок, характеру дієти, частоти професійних оглядів, доступу до стоматологічної допомоги та індивідуальної імунної реактивності. Військовослужбовці, залежно від місця служби, можуть мати нерівномірний доступ до стоматологічних послуг, що незалежно впливає на інтенсивність карієсу та пародонтиту. Варіабельність гігієнічних навичок і раціону в умовах служби також здатна посилювати чи маскувати вплив підвищеного кортизолу на стоматологічні показники.

Не менш значущими є інструментальні обмеження самого біомаркера: визначення кортизолу ротової рідини чутливе до технічних відмінностей у протоколах забору зразків, тривалості й умов їх заморожування, а також характеристик конкретних ELISA-наборів [15]. Хоча в нашому дослідженні всі процедури були уніфіковані, зазначені чинники залишаються критичними для порівняння результатів між різними центрами та дослідницькими групами.

Сукупність описаних проблем підкреслює, що встановлені нами кореляції між рівнем кортизолу ротової рідини та індексами K02 і K05, хоча й статистично значущі, потребують інтерпретації в межах багатofакторної моделі, у якій гормональний маркер є важливим, але не єдиним детермінантом стоматологічного стану військовослужбовців. Це вказує на необхідність подальших, більш диференційованих досліджень, спрямованих на уточнення внеску окремих поведінкових, психофізіологічних та клінічних чинників у формування стоматологічного ризику.

Отримані результати дали змогу сформуванню низку науково обґрунтованих рекомендацій щодо використання кортизолу ротової рідини як додаткового діагностичного критерію оцінювання ризику карієсу та пародонтиту у військовослужбовців. Виявлений градієнт підвищення кортизолу та його достовірні кореляції з індексами K02 і K05 свідчать про доцільність включення цього маркера до розширеного скринінгу стоматологічного ризику. Підвищені значення кортизолу можуть слугувати сигналом щодо необхідності раннього профілактичного втручання, посиленого моніторингу пародонтальних структур та впровадження індивідуальних програм гігієнічної підтримки.

У практиці військової стоматології визначення кортизолу може бути корисним для стратифікації пацієнтів за рівнем ризику, з виділенням груп, що потребують інтенсивнішого спостереження й лікування. У військовослужбовців з підви-

щеним рівнем кортизолу доцільно посилювати контроль стану пародонта, збільшувати частоту професійних гігієнічних процедур, застосовувати ремінералізувальні засоби та регулярно оцінювати гігієнічні показники. У військових з бойовим досвідом підвищений рівень кортизолу може свідчити про збереження віддалених наслідків хронічного стресу, що обґрунтовує потребу у тривалішому диспансерному спостереженні та комплексному підході до профілактики пародонтальних змін.

Інтерпретація рівня кортизолу ротової рідини має здійснюватися в міждисциплінарній взаємодії з фахівцями військової медицини та психологами, оскільки ефективне зниження стрес-індукованих стоматологічних ризиків передбачає одночасний контроль поведінкових, психофізіологічних і гігієнічних чинників. Застосування кортизолу як додаткового біомаркера дає змогу точніше ідентифікувати пацієнтів із підвищеною ймовірністю розвитку уражень твердих тканин зубів і пародонта та оптимізувати профілактичні й лікувально-реабілітаційні заходи відповідно до індивідуального стресового навантаження військовослужбовців.

**Висновки.** Проведене дослідження встановило, що як військовослужбовці з бойовим досвідом, так і військовослужбовці без бойового досвіду мають статистично значуще підвищений рівень кортизолу ротової рідини порівняно з умовно здоровими цивільними особами. Це свідчить про тривалу активацію гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової вісі під впливом хронічних службових і бойових стресорів, притаманних військовій діяльності. Виявлено послідовний градієнт хронічного стресу: найвищі значення кортизолу зафіксовано у військовослужбовців з бойовим досвідом, нижчі – у військових без бойового досвіду, а найменші – у цивільної групи. Така закономірність підтверджує домінуючий вплив безпосередньої участі в бойових діях на нейроендокринний статус та збереження стрес-індукованих змін навіть після їх завершення. Доведено наявність статистично значущих додатних кореляцій між рівнем кортизолу та стоматологічними індексами K02 і K05, причому зв'язок із показниками стану пародонта (K05) є більш виразним. Це узгоджується з сучасними уявленнями про роль хронічного стресу як ключового модифікатора стоматологічного здоров'я, який реалізує свій вплив через порушення нейроендокринної та імунної регуляції, зміни місцевої резистентності, мікробіому ротової порожнини та бар'єрних власти-

востей пародонтальних тканин. Водночас інтерпретація кортизолу ротової рідини як біомаркера хронічного стресу має певні обмеження. До них належать міжіндивідуальна варіабельність реакцій на стрес, вплив супутніх чинників (порушення сну, медикаментозна терапія, тютюнопаління), а також багатофакторна природа стоматологічних індексів, які відображають не лише стресові, а й поведінкові та гігієнічні детермінанти. У військовослужбовців ці впливи посилюються через нерегулярність режиму служби, циркадні зсуви та обмежений доступ до профілактичної стоматологічної допомоги. Додатковими є й методичні обмеження, пов'язані з чутливістю результатів до умов забору, зберігання біологічного матеріалу та характеристик імуноферментних методів, що зумовлює необхідність стандартизації лабораторних протоколів. На підставі отриманих результатів обґрунтовано доцільність включення визначення кортизолу ротової рідини до системи стоматологічного моніторингу військовослужбовців. Підвищені значення кортизолу можуть розглядатися як ранній індикатор підвищеного ризику карієсу та запально-деструктивних захворювань пародонта, що обґрунтовує необхідність індивідуалізованих профілактичних заходів, частішого контролю стану пародонта, регулярних професійних гігієнічних процедур і програм підтримки стоматологічного здоров'я. У системі військової стоматології використання цього біомаркера є перспективним інструментом стратифікації пацієнтів за рівнем ризику та організації міждисциплінарної взаємодії зі спеціалістами військової медицини й психологічної підтримки. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення вибірки, уточнення порогових значень кортизолу, розроблення багатофакторних моделей оцінювання стоматологічного ризику та вивчення динаміки гормональних показників на різних етапах служби, відновлення й реабілітації, що дозволить створити більш точні прогностичні інструменти для профілактики стоматологічних уражень у військовослужбовців.

### Література:

1. Копчак О.В., Береговий О.О., Ашаренкова О.В., Оболонська Г.О., Янішевський К.А. Наукове обґрунтування застосування мукогінгівального гелю в комплексному лікуванні генералізованого пародонту у військовослужбовців та ветеранів (огляд літератури). *Медичні перспективи*. 2025. Т. 30, № 3. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2025.3.340537>
2. Копчак О.В., Дмитрашко В.В., Новіков Р.А., Яковець О.В. Особливості етіопатогенезу карієсу та пародонтиту у військовослужбовців: вплив стресових

та генетичних чинників (огляд літератури). *Медична наука України*. 2024. Т. 20, № 3. С. 102–111. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2024.12>

3. Кривцова М., Савенко М., Ньорба-Бобиков М., Заячук Р. Рівень кортизолу як біомаркер стресового стану організму в умовах пародонтиту. *Intermedical Journal*. 2025. № 1. С. 106–110. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-1-18>

4. Hingorjo M.R., Owais M., Siddiqui S.U., Nazar S., Ali Y.S. The impact of psychological stress on salivary cortisol levels in periodontitis patients: a case-control study. *BMC Oral Health*. 2025. Vol. 25, № 1. Article 276. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05017-8>

5. Lee Y.H., Suk C., Shin S.I., Hong J.Y. Salivary cortisol, dehydroepiandrosterone, and chromogranin A levels in patients with gingivitis and periodontitis and a novel biomarker for psychological stress. *Frontiers in Endocrinology*. 2023. Vol. 14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1147739>

6. Develioglu H., Korkmaz S., Dundar S., Schlagenhauf U. Investigation of the levels of different salivary stress markers in chronic periodontitis patients. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2020. Vol. 10, No. 4. P. 514–518. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.07.020>

7. Al-Ak'hali M.S., Al-Moraissi E.A., Fageeh H.N., Alakhali H.S., Peeran S.W., Khurayzi T.A., Imran A.G. Are salivary cortisol levels elevated in periodontitis patients experiencing stress compared to those without stress? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2025. Vol. 26, No. 2. P. 206–216. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3819>

8. Boitsaniuk S., Levkiv M., Ostrovskiy P. The Impact of Stress on Periodontal Health: A Biomarker-Based Review of Current Evidence. *Medicine*. 2025. Vol. 3, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.61927/igmin288>

9. Vasiliu B.C., Trufanda S.A., Teodorescu C., Teslaru S., Sioustis I.A., Luchian I., Mârțu S. Correlations between salivary cortisol levels and periodontal disease. Review. *Romanian Journal of Medical and Dental Education*. 2021. Vol. 10, No. 2. URL: <https://journal.adre.ro/wp-content/uploads/2021/06/CORRELATIONS-BETWEEN-SALIVARY-CORTISOL-LEVELS-AND-PERIODONTAL-DISEASE-REVIEW.pdf>

10. Scribante A., Pellegrini M., Ghizzoni M., Pulicari F., Gianni A.B., Spadari F. Exploring the Potential Clinical Applications of Salivary Cortisol in the Diagnosis and Management of Cushing's Syndrome, Diabetes, Depression, and Periodontal Disease: A Systematic Review. *The Open Dentistry Journal*. 2024. Vol. 18, No. 1. DOI: [10.2174/0118742106346940241212104004](https://doi.org/10.2174/0118742106346940241212104004)

11. Hussein Y.A., Refai R.H., Hussein M.M., Abdou M.H., El Bordini M.M., Ewais O.M., Hussein M.F. Association between environmental stress factors, salivary cortisol level and dental caries in Egyptian preschool children: a case-control study. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15, No. 1. Article 11063. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94327-0>

12. Abouseta N., Gomaa N., Tassi A., Elzagallaai A. A., Rieder M. J., Dixon S. J., Pani S. C. Relationships among cortisol, perceived stress, and dental caries experience in adolescents and young adults. *Caries Research*. 2024. Vol. 58, No. 4. P. 421–430. DOI: <https://doi.org/10.1159/000539041>

13. Rafique S., Ahmed S., Noushad S. Salivary 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> & cortisol as biomarkers of anxiety, depression, and periodontitis: a comparative cross-sectional study. *Steroids*. 2025. Vol. 222. Article 109674. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2025.109674>

14. Noushad S., Ahmed S., Ansari B., Mustafa U. H., Saleem Y., Hazrat H. Physiological biomarkers of chronic stress: A systematic review. *International Journal of Health Sciences*. 2021. Vol. 15, No. 5. P. 46–60. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8434839/pdf/IJHS-15-46.pdf> (дата звернення: 21.11.2025).

15. Chojnowska S., Ptaszyńska-Sarosiek I., Kęпка A., Knaś M., Waszkiewicz N. Salivary biomarkers of stress, anxiety and depression. *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10, No. 3. Article 517. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10030517>.

### References:

1. Kopchak, O.V., Berehovy, O.O., Asharenkova, O.V., Obolonska, H.O., & Yanishevskiy, K.A. (2025). Naukove obgruntuvannya zastosuvannya mukohinhivalnoho helium v kompleksnomu likuvanni heneralizovanoho parodontytu u viiskovosluzhbovtiv ta veteraniv (ohliad literatury) [Scientific substantiation of the use of mucogingival gel in complex treatment of generalized periodontitis in military personnel and veterans (literature review)]. *Medychni perspektyvy – Medical Perspectives*, 30(3). DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2025.3.340537> [in Ukrainian].

2. Kopchak, O.V., Dmytrashko, V.V., Novikov, R.A., & Yakovets, O.V. (2024). Osoblyvosti etiopatogenezu kariiesu ta parodontytu u viiskovosluzhbovtiv: vplyv stresovykh ta henetychnykh chynnykiv (ohliad literatury) [Etiopathogenesis of caries and periodontitis in military personnel: the impact of stress and genetic factors (literature review)]. *Medychna nauka Ukrainy – Medical Science of Ukraine*, 20(3), 102–111. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2024.12> [in Ukrainian].

3. Kryvtsova, M., Savenko, M., Nyorba-Bobykov, M., & Zayachuk, R. (2025). Riven kortyzolu yak biomarker stresovoho stanu orhanizmu v umovakh parodontytu [Salivary cortisol level as a biomarker of stress condition of the body under periodontitis]. *Intermedical Journal*, 1, 106–110. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-1-18> [in Ukrainian].

4. Hingorjo, M.R., Owais, M., Siddiqui, S. U., Nazar, S., & Ali, Y. S. (2025). The impact of psychological stress on salivary cortisol levels in periodontitis patients: a case-control study. *BMC Oral Health*, 25(1), Article 276. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05017-8>.

5. Lee, Y.H., Suk, C., Shin, S. I., & Hong, J. Y. (2023). Salivary cortisol, dehydroepiandrosterone, and chromogranin A levels in patients with gingivitis and periodontitis and a novel biomarker for psychological stress. *Frontiers in Endocrinology*, 14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1147739>.

6. Develioglu, H., Korkmaz, S., Dundar, S., & Schlagenhauf, U. (2020). Investigation of the levels of different salivary stress markers in chronic periodontitis patients. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 10(4), 514–518. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.07.020>.

7. Al-Ak'hali, M.S., Al-Moraissi, E.A., Fageeh, H.N., Alakhali, H.S., Peeran, S.W., Khurayzi, T.A., & Imran, A. G. (2025). Are salivary cortisol levels elevated in periodontitis patients experiencing stress compared to those without stress? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 26(2), 206–216. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3819>.

8. Boitsaniuk, S., Levkiv, M., & Ostrovskiy, P. (2025). The impact of stress on periodontal health: A biomarker-based review of current evidence. *Medicine*, 3(2). DOI: <https://doi.org/10.61927/igmin288>

9. Vasiliu, B.C., Trufanda, S.A., Teodorescu, C., Teslaru, S., Sioustis, I. A., Luchian, I., & Mărtu, S. (2021). Correlations between salivary cortisol levels and periodontal disease. Review. *Romanian Journal of Medical and Dental Education*, 10(2). URL: <https://journal.adre.ro/wp-content/uploads/2021/06/CORRELATIONS-BETWEEN-SALIVARY-CORTISOL-LEVELS-AND-PERIODONTAL-DISEASE.-REVIEW.pdf> (date of access: 21.11.2025).

10. Scribante, A., Pellegrini, M., Ghizzoni, M., Pulicari, F., Gianni, A. B., & Spadari, F. (2024). Exploring the potential clinical applications of salivary cortisol in the diagnosis and management of Cushing's syndrome, diabetes, depression, and periodontal disease: A systematic review. *The Open Dentistry Journal*, 18(1). DOI: 10.2174/0118742106346940241212104004.

11. Hussein, Y.A., Refai, R.H., Hussein, M.M., Abdou, M.H., El Bordini, M.M., Ewais, O.M., & Hussein, M. F. (2025). Association between environmental stress factors, salivary cortisol level and dental caries in Egyptian preschool children: a case-control study. *Scientific Reports*, 15(1), Article 11063. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94327-0>.

12. Abouseta, N., Gomaa, N., Tassi, A., Elzagal-lai, A. A., Rieder, M. J., Dixon, S. J., & Pani, S. C. (2024). Relationships among cortisol, perceived stress, and dental caries experience in adolescents and young adults. *Caries Research*, 58(4), 421–430. DOI: <https://doi.org/10.1159/000539041>.

13. Rafique, S., Ahmed, S., & Noushad, S. (2025). Salivary 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> & cortisol as biomarkers of anxiety, depression, and periodontitis: A comparative cross-sectional study. *Steroids*, 222, Article 109674. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2025.109674>.

14. Noushad, S., Ahmed, S., Ansari, B., Mustafa, U. H., Saleem, Y., & Hazrat, H. (2021). Physiological biomarkers of chronic stress: A systematic review. *International Journal of Health Sciences*, 15(5), 46–60. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8434839/pdf/IJHS-15-46.pdf> (date of access: 21.11.2025).

15. Chojnowska, S., Ptaszyńska-Sarosiek, I., Kęпка A., Knaś M., & Waszkiewicz, N. (2021). Salivary biomarkers of stress, anxiety and depression. *Journal of Clinical Medicine*, 10(3), Article 517. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10030517>

Дата першого надходження рукопису до видання: 27.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 30.12.2025