

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У НАВЧАННІ ЗУБНИХ ТЕХНІКІВ: ЗНАЧУЩІСТЬ ВИВЧЕННЯ БІОСУМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Нелюба Р. О.

*аспірант кафедри управління навчальними закладами
і педагогіки вищої школи
Класичний приватний університет
вул. Університетська, 70Б, Запоріжжя, Україна
orcid.org/0009-0002-3287-1145
rostislav.nelyuba@gmail.com*

Мазін В. М.

*доктор педагогічних наук, професор,
в. о. завідувача кафедри управління фізичною культурою та спортом
Національний університет «Запорізька політехніка»
вул. Університетська, 64, Запоріжжя, Україна
orcid.org/0000-0001-5247-1507
nivis73@gmail.com*

Ключові слова: навчальний процес, інноваційні підходи, стоматологія, зубний технік, протезування, компетенції, кераміка.

Стаття присвячена дослідженню значущості вивчення біосумісних матеріалів у підготовці зубних техніків. У статті розглядається важливість застосування сучасних матеріалів, які забезпечують оптимальну функціональність, довговічність і безпечність стоматологічних реставрацій. Проаналізовано сучасні підходи до навчання зубних техніків у різних країнах, що демонструють ефективність інтеграції біосумісних матеріалів у навчальний процес.

Доведено, що використання діоксиду цирконію, склокераміки, полімерів та композитів значно покращує якість ортопедичних конструкцій, знижує ризики ускладнень, таких як алергічні реакції чи запальні процеси, а також сприяє підвищенню комфорту пацієнтів. Визначено ключові характеристики цих матеріалів, серед яких висока – механічна міцність, стійкість до стирання, біологічна інертність, естетична відповідність природним зубам. Підкреслено, що впровадження біосумісних матеріалів дозволяє значно підвищити довговічність стоматологічних реставрацій. Розглянуто сучасні освітні підходи, які включають вивчення фізико-хімічних властивостей біосумісних матеріалів, використання цифрових технологій, 3D-друку, CAD/CAM-систем. Визначено, що застосування симуляційних методів у навчальному процесі сприяє підвищенню рівня підготовки майбутніх фахівців. Обґрунтовано необхідність оновлення навчальних програм відповідно до сучасних вимог ринку стоматологічних послуг та інноваційних матеріалів.

Проаналізовано основні виклики, що супроводжують впровадження біосумісних матеріалів у стоматологічну практику, серед яких – їхня висока вартість, необхідність використання складного обладнання та технологічна складність обробки. Наголошено на важливості безперервного професійного розвитку зубних техніків, що включає опанування сучасних методів моделювання, вдосконалення навичок роботи з інноваційними матеріалами, підвищення компетенцій у цифровому моделюванні стоматологічних конструкцій.

Запропоновано перспективні підходи до підготовки зубних техніків, які базуються на міждисциплінарному підході, використанні практичних

кейсів та інтеграції новітніх технологій у навчальний процес. Визначено, що така система освіти сприятиме формуванню висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з інноваційними матеріалами та відповідати сучасним вимогам стоматологічної галузі.

THE ROLE OF BIOCOMPATIBLE MATERIALS IN THE EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE OF A DENTAL TECHNICIAN

Neliuba R. O.

Postgraduate Student at the Department of Educational Institutions Management and Pedagogy of Higher Education

Classical Private University

Universytetska str., 70B, Zaporizhzhia, Ukraine

orcid.org/0009-0002-3287-1145

rostislav.nelyuba@gmail.com

Mazin V. M.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,

Acting Head of the Department of Physical Culture and Sports Management

National University "Zaporizhzhia Polytechnic"

Universytetska str., 64, Zaporizhzhia, Ukraine

orcid.org/0000-0001-5247-1507

nivis73@gmail.com

Key words: *educational process, innovative approaches, dentistry, dental technician, prosthetics, professional competencies, ceramic materials.*

The article is devoted to the study of the significance of learning biocompatible materials in the training of dental technicians. It examines the importance of using modern materials that ensure optimal functionality, durability, and safety of dental restorations. Contemporary approaches to training dental technicians in various countries are analyzed, demonstrating the effectiveness of integrating biocompatible materials into the educational process.

It has been proven that the use of zirconium dioxide, glass ceramics, polymers, and composites significantly improves the quality of prosthetic constructions, reduces the risks of complications such as allergic reactions or inflammatory processes, and enhances patient comfort. The key characteristics of these materials have been identified, including high mechanical strength, wear resistance, biological inertness, and aesthetic compatibility with natural teeth. It is emphasized that the implementation of biocompatible materials allows for a significant increase in the durability of dental restorations.

Modern educational approaches are examined, including the study of the physicochemical properties of biocompatible materials, the use of digital technologies, 3D printing, and CAD/CAM systems. It has been determined that the application of simulation methods in the learning process contributes to improving the training level of future specialists. The necessity of updating educational programs in accordance with the current demands of the dental services market and innovative materials is substantiated.

The main challenges accompanying the introduction of biocompatible materials into dental practice are analyzed, including their high cost, the need for complex equipment, and the technological complexity of processing. The importance of continuous professional development for dental technicians is emphasized, which includes mastering modern modeling methods, improving

skills in working with innovative materials, and enhancing competencies in digital modeling of dental structures.

Promising approaches to the training of dental technicians are proposed, based on an interdisciplinary approach, the use of practical case studies, and the integration of advanced technologies into the educational process. It is determined that such an education system will contribute to the formation of highly qualified specialists capable of working with innovative materials and meeting the modern requirements of the dental industry.

Постановка проблеми. Зубний технік є важливим ланцюгом в команді спеціалістів, який відповідає за роботу з матеріалами для створення ортопедичних конструкцій. Проте без належних компетентностей неможливо якісно виконувати ті задачі, які з'являються в сучасності при роботі з новими матеріалами нового покоління. Сучасна система професійної освіти потребує адаптації до викликів інноваційної стоматології. Міжнародний досвід свідчить про важливість регулярного перегляду освітніх стандартів, орієнтованого на формування нових компетенцій, що забезпечать конкурентоспроможність майбутніх фахівців на ринку праці. G. S.Siang Lin, J. Y. Foo, C. Choong Foong в своїй роботі вивчали навчальні програми для курсу стоматологічного матеріалознавства та наголошують на перегляді цієї навчальної програми, щоб забезпечити її відповідність сучасним вимогам і покращити навчальний досвід студентів [1].

У роботі Takeuchi зазначено, що в США необхідні для покращення освітніх закладів та матеріально-технічної бази обладнання, набір викладачів із передовими навичками та працевлаштування випускників нових програм як викладачів. Саме тому роль біосумісних матеріалів є такою важливою у підготовці зубних техніків і тому викладено позитивні властивості даних матеріалів. [2]

Саме біосумісні матеріали є важливою частиною інноваційної стоматології, тому їх вивчення є необхідним для професійної роботи зубних техніків.

Таким чином, постає завдання розробки комплексного підходу до підготовки зубних техніків, впровадження використання нових методик роботи з біосумісними матеріалами та забезпечення доступу до сучасних технологій. Вирішення цієї проблеми є важливим кроком для підвищення ефективності стоматологічного лікування, зменшення ризиків ускладнень та підвищення якості життя пацієнтів.

Незважаючи на різноманітність досліджень, вони не розкривають питання впровадження біосумісних матеріалів в підготовку, не вказуються методи збільшення компетентностей зубних техніків та сучасні підходи до їх навчання. Тому питання підготовки майбутніх зубних техні-

ків до роботи з біосумісними матеріалами нового покоління залишається недостатньо вивченим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Автори G. S.Siang Lin, J. Y. Foo, C. Choong Foong, Takeuchi описують необхідність покращення освітніх програм та навчання зубних техніків. E.Marin, F.Boschetto, G.Pezzotti описали історію розвитку матеріалів до біосумісних. S. Kongkiatkamon, D. Rokaya, S. Kengtanyakich, C. Peampring описали властивості біосумісних матеріалів та як це впливає на роботу з ними.

P. Ellakany, M. A. AlGhamdi, T. Alshehri, Z. Abdelrahman, B. Кіндій, D. Agop-Forna, P. S. Popa, G. V. Popa, R. N. Ionescu, A. R. Totan, M. M. Imre, A. M. C. Țâncu, M. Pantea, M. Butucescu, та A. T. Farcașiu, B. S. Yigit, M. Al-Akkad, R. Mounajjed, N. C. Forna, R. Uleanu, I. Lungu, A.-R. Dimofte, Y. Alfawaz дослідили позитивні властивості різних біосумісних матеріалів.

E. Marin, A. Kui, M. Manziuc, A. Petruțiu, S. Buduru, A. Labuneț, M. Negucioiu, A. Chisnoiu зазначили головні виклики використання біосумісних матеріалів.

Проте не до кінця визначена роль біосумісних матеріалів у навчанні та розвитку зубних техніків, що створює потребу у подальших експериментальних дослідженнях для вдосконалення освітніх програм.

Мета статті полягає у висвітленні значущості вивчення біосумісних матеріалів зубними техніками та провадження їх поглибленого вивчення як інноваційний підхід у навчання.

У дослідженні описані такі **методи**:

1. Аналіз літературних джерел та наукових статей.
2. Дослідження освітніх програм у стоматологічних навчальних закладах.
3. Порівняльний аналіз сучасних методик навчання у різних країнах.
4. Порівняльний аналіз властивостей біосумісних матеріалів.

Виклад основного матеріалу. Сучасна стоматологія постійно розвивається, пропонуючи новітні методи та матеріали, що відкриває нові горизонти в лікуванні, протезуванні та імплантології. Одним із найважливіших досягнень є впровадження біосумісних матеріалів, які мінімізують

ризик ускладнень, забезпечують комфорт пацієнтів і відповідають високим стандартам безпеки.

Е. Marin, F. Boschetto, G. Pezzotti описали історію використання матеріалів у стоматології, яка бере свій початок ще більше тридцяти століть тому, коли основними матеріалами були кістка, золото і природні смоли. Перший біоматеріал, який було використано у цій галузі, золото, постійно й успішно використовується протягом більше двох тисячоліть у всіх видах стоматологічних та протезних пристроїв. Хімічна незмінність золота разом із його стійкістю до патогенної колонізації зробили ці пристрої більш успішними, ніж будь-який інший конкуруючий матеріал протягом століть. У другій половині двадцятого століття парадигма почала змінюватися від біоінертності до біоактивності, з розвитком науки та технологій з'явилися кераміка, металеві сплави, композити, а згодом – біосумісні полімери й наноматеріали. У двадцять першому столітті акцент змістився на створення матеріалів, які мають не лише високу функціональність, але й біосумісність – здатність взаємодіяти з тканинами організму без шкоди здоров'ю [3, с. 1617–1633].

Ключову роль у сучасній стоматології відіграє зубний технік, адже саме від його професійної майстерності залежить якість, функціональність та естетичність ортопедичних конструкцій. Першочергове завдання зубного техника – забезпечення анатомічної точності та функціональності стоматологічних конструкцій. Робота з біосумісними матеріалами вимагає глибокого розуміння їхніх властивостей. Зубний технік має володіти компетенціями в галузі фізичних та хімічних характеристик матеріалів, методах їх обробки, а також особливостях взаємодії з тканинами ротової порожнини. Наприклад, діоксид цирконію потребує точної температурної обробки, адже від цього змінюються його властивості. S. Kongkiatkamon, D. Rokaya, S. Kengtanyakich, C. Peampring дослідили, що швидке спікання цирконію забезпечує вищу міцність на згин, тоді як звичайне спікання цирконію призводить до збільшення розміру кристалів і більшої прозорості [4].

Постійний розвиток матеріалів і технологій ставить перед зубним техніком завдання постійно вдосконалювати свої знання та навички. Вивчення нових біосумісних матеріалів, участь у семінарах і тренінгах дозволяють залишатися на передовій сучасної стоматології.

Тому роль зубного техника у використанні біосумісних матеріалів є багатогранною. Від його знань, навичок та інноваційного підходу залежить успіх стоматологічного лікування, а також якість життя пацієнтів.

Біосумісність – це здатність матеріалу взаємодіяти з біологічними тканинами без викликання

негативних реакцій, таких як запалення, алергії чи відторгнення.

Основними характеристиками біосумісних матеріалів є: нетоксичність, відсутність алергічних реакцій, стійкість до корозії, стабільність у ротовій порожнині, сумісність із тканинами, міцність і довговічність.

Біосумісні матеріали, які використовуються у зуботехнічній практиці, можна поділити на кілька основних груп залежно від їхнього складу та властивостей.

Металеві матеріали займають важливе місце в зуботехнічній практиці завдяки своїй міцності, довговічності та здатності витримувати великі навантаження. До таких матеріалів належать:

1. Титан – його основні переваги – це висока механічна міцність, корозійна стійкість, а також здатність до остеоінтеграції. P. Ellakany, M. A. AlGhamdi, T. Alshehri, Z. Abdelrahman під час дослідження виявили, що сплав титану демонструє найвищу стійкість до корозії та пасивність порівняно зі сплавами [5].

2. Кобальт-хромові сплави – ці матеріали відомі своєю високою стійкістю до корозії та механічним навантаженням. В. Кіндій зазначив, що використання нікельвільних сплавів дозволяє забезпечити високу якість лікування і мінімізувати ризик ускладнень [6, с. 44–48].

Полімери є іншою важливою групою матеріалів, що широко застосовуються в стоматології завдяки своїй легкості та можливості легкої обробки. До них належать:

1. Акрилати – мають хорошу біосумісність і відносно низьку вартість. Однак вони можуть бути менш стійкими до механічних навантажень у порівнянні з металами або керамікою. D. Agor-Fogna, P. S. Pora, G. V. Pora зазначають, що виняткова біосумісність ПММА робить його незамінним матеріалом у стоматології. Його здатність добре переноситися тканинами ротової порожнини, у поєднанні з хімічною стабільністю та універсальністю, забезпечує довгостроковий успіх стоматологічних реставрацій [7, с. 77–84].

2. Композити – вони мають високу естетичність, оскільки можуть імітувати природний колір зубів. Композити також володіють хорошими механічними властивостями та використовуються для відновлення як фронтальних, так і жувальних зубів. Наприклад, у своїй роботі R. N. Ionescu, A. R. Totan, M. M. Imre, A. M. C. Țâncu, M. Pantea, M. Butucescu, та A. T. Farcașiu представили відповідні властивості РЕЕК (полієфірефіркетону), який може використовуватися як для довготривалих тимчасових, так і для постійних протезів завдяки своїм естетичним характеристикам, придатності для цифрового виробництва, фізичним властивос-

тям, хімічній стабільності та сприятливій взаємодії з ротовим середовищем [8].

Керамічні матеріали.

Кераміка є популярним вибором для створення естетичних реставрацій завдяки своїм властивостям, схожим на натуральну зубну емаль. До керамічних матеріалів належать:

1. Цирконій – цей матеріал став популярним завдяки своїй високій міцності, біосумісності та естетичним властивостям. Цирконієві коронки та мостоподібні протези не тільки надають природний вигляд, але й є дуже міцними та стійкими до механічних пошкоджень. Цирконій також не викликає алергічних реакцій і має відмінну стійкість до корозії. В. S. Yigit, M. Al-Akkad, R. Mounajjed описали, що кераміка з цирконію є ідеальним вибором матеріалу для складних реставрацій і високоестетичних конструкцій завдяки унікальним властивостям цирконієвої кераміки, таким як міцність, стійкість до зношування, стійкість до корозії та естетичні характеристики [9, с. 39–45].

2. Склокераміка – цей матеріал застосовується для виготовлення реставрацій, таких як вініри та коронки. Склокераміка має хорошу прозорість і дозволяє створювати реставрації, що максимально нагадують природні зуби. Крім того, склокераміка має високу міцність і стійкість до зношування. N. C. Forna, R. Uleanu, I. Lungu, A.-R. Dimofte зазначили, що нетоксичність, сумісність із тканинами ротової порожнини, гіпоалергенність та довготривала стабільність роблять стоматологічну кераміку чудовим вибором для стоматологічних реставрацій [10, с. 69–76].

Усе це дозволяє вибирати найкращий матеріал для кожного конкретного випадку в залежності від потреб пацієнта та специфіки стоматологічної проблеми. Кожен із цих матеріалів має свої унікальні властивості, що дають змогу забезпечити високий рівень безпеки, довговічності та естетичності стоматологічних конструкцій.

Основні вимоги до матеріалів, що використовуються зубними техніками, охоплюють низку факторів, які забезпечують ефективність та безпеку стоматологічних конструкцій, а також комфорт пацієнта.

1. Функціональна адаптація

Матеріали, що використовуються у зуботехнічній практиці, повинні бути здатні витримувати постійні механічні навантаження, зокрема при жуванні, без руйнування або деформації. Зазвичай для цього використовуються матеріали, які мають високий модуль пружності, що дозволяє їм зберігати свою форму і структуру навіть при тривалому навантаженні, наприклад, металеві сплави та діоксид цирконію.

2. Взаємодія з тканинами порожнини рота.

Матеріали повинні бути сумісними з біологічними тканинами, що забезпечує їхню безпеку і відсутність негативних ефектів, таких як запалення чи алергічні реакції. Взаємодія з тканинами ротової порожнини, зокрема слизовою оболонкою та кістковою тканиною, є надзвичайно важливою для підтримки здоров'я пацієнта. Біосумісність матеріалу означає, що він не повинен викликати відторгнення, подразнення чи алергій, а також не повинен змінювати фізіологічні властивості тканин, з якими він контактує. Y. Alfawaz дослідив біосумісність цирконію за допомогою *in vitro* та *in vivo* досліджень, які показали кращу реакцію тканин при використанні цирконієвих реставрацій та відсутність цитотоксичних реакцій на культури клітин, такі як фібробласти, кров'яні клітини та остеобласти [11, с. 418–422].

3. Гігієнічність і довговічність матеріалів.

Важливим аспектом є здатність матеріалів підтримувати високий рівень гігієни, тобто вони повинні бути легко очищуваними та не накопичувати бактерії чи інші шкідливі мікроорганізми. Це дозволяє мінімізувати ризик інфекцій, карієсу чи запальних процесів у ротовій порожнині. Крім того, матеріали повинні бути довговічними та бути стійкими до впливу слини, кислот, механічного тертя і температурних коливань, що сприяє збереженню їхніх функціональних і естетичних властивостей на протязі всього періоду носіння.

Загалом, матеріали, що використовуються в зуботехнічній практиці, повинні бути не тільки функціональними і довговічними, але й безпечними для пацієнта, взаємодіяти з біологічними тканинами без виклику небажаних ефектів, а також забезпечувати легкість у догляді та підтримці гігієни.

Біосумісні матеріали мають важливу роль при створенні ортопедичних конструкцій, таких як коронки та мостоподібні протези. Для виготовлення коронок використовуються як метали (наприклад, сплави на основі кобальту та хрому), так і керамічні матеріали (цирконій, склокераміка), які забезпечують високу міцність та естетичність реставрацій. Металеві сплави часто використовуються для коронок, що будуть розміщені на жувальних зубах, оскільки вони витримують високі механічні навантаження. Керамічні матеріали, такі як цирконій, використовуються для фронтальних зубів, оскільки вони можуть бути підібрані під природний колір зуба і виглядають максимально природно. Ці матеріали також володіють високою біосумісністю, що забезпечує відсутність алергічних реакцій та добре взаємодіють з тканинами ротової порожнини.

Естетична стоматологія значно вииграє від використання біосумісних матеріалів, оскільки

вони дозволяють створювати природні, максимально непомітні реставрації. Вініри та накладки виготовляються переважно з керамічних матеріалів, таких як склокераміка або діоксид цирконію, що мають високу прозорість і здатні максимально імітувати природний вигляд зубної емалі. Вініри дозволяють коригувати форму, колір та розмір зубів, при цьому вони не тільки покращують естетику, але й є біосумісними, що дозволяє уникнути подразнень чи запальних процесів. Накладки також використовуються для відновлення жувальних поверхонь зубів і забезпечення функціональності, не порушуючи природний вигляд зубів.

Головні виклики використання біосумісних матеріалів – це висока вартість матеріалів, технологічні складнощі у виготовленні

Е. Marin зазначив, що розробка добре збалансованого біоактивного матеріалу є набагато складнішою та дорожчою, оскільки вона вимагає глибокого розуміння біологічного середовища, а також триваліших випробувань [3].

А. Kui, М. Manziuc, А. Petruțiu, S. Buduru, А. Labuneț, М. Negucioiu, А. Chisnoiu у своїй роботі підкреслюють складний характер естетичних властивостей прозорого цирконію – хоча цей матеріал обіцяє високу прозорість і адаптацію до кольору, клініцисти та техніки повинні враховувати його особливості та обмеження для оптимізації результатів реставрації [13].

Таким чином, використання біосумісних матеріалів має чимало значних переваг, які сприяють

покращенню якості лікування та зниженню ризиків ускладнень. Однак існують і певні виклики, пов'язані з високою вартістю таких матеріалів і технологічними складнощами їх обробки та виготовлення. Від навичок та знань зубних техніків залежить якість виконаної роботи. Саме тому підготовка майбутніх зубних техніків до роботи з біосумісними матеріалами нового покоління є надзвичайно важливим аспектом сучасної стоматологічної освіти, адже ефективне впровадження цих матеріалів у практику залежить від рівня підготовки фахівців, зокрема зубних техніків, які відіграють ключову роль у створенні стоматологічних конструкцій.

Висновки. Біосумісні матеріали займають важливе місце в сучасній стоматології, оскільки забезпечують високий рівень безпеки, естетичності та функціональності в різноманітних стоматологічних процедурах. Їх застосування значно впливає на професійну діяльність зубного техніка, оскільки потребує високих технологічних знань та вмінь, а також здатності до адаптації до нових інноваційних матеріалів і методів обробки.

Висновки дослідження підкреслюють важливість впровадження інноваційних матеріалів у процес навчання, що сприятиме підвищенню професійної кваліфікації, навичок та компетентностей зубних техніків. Оновлення освітніх програм, орієнтованих на роботу з біосумісними матеріалами, дозволить випускникам відповідати сучасним вимогам галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lin G. S. S., Foo J. Y., Foong C. C. Curriculum mapping of a dental materials science course: a reality check and way forward. *BMC Medical Education*. 2023. Vol. 23, № 1. Article 716. DOI: 10.1186/s12909-023-04717-z.
2. Takeuchi Y., Koizumi H., Imai H., Furuchi M., Takatsu M., Shimoe S. Education and licensure of dental technicians. *Journal of Oral Science*. Tokyo, 2022. – № 314.
3. Marin E., Boschetto F., Pezzotti G. Biomaterials and biocompatibility: An historical overview. *Journal of biomedical materials research*. Part A. 2020. Vol. 108, № 8. P. 1617–1633. DOI: 10.1002/jbm.a.36930.
4. Kongkiatkamon S., Rokaya D., Kengtanyakich S., Peampring C. Current classification of zirconia in dentistry: an updated review. *PeerJ*. 2023. Vol. 11. Article e15669. DOI: 10.7717/peerj.15669.
5. Ellakany P., AlGhamdi M. A., Alshehri T., Abdelrahman Z. Cytotoxicity of commercially pure titanium (cpTi), silver-palladium (Ag-Pd), and nickel-chromium (Ni-Cr) alloys commonly used in the fabrication of dental prosthetic restorations. *Cureus*. 2022. Vol. 14, № 11. Article e31679. DOI: 10.7759/cureus.31679.
6. Кіндій В. Д. Сучасні стоматологічні сплави: стан питання. *Український стоматологічний альманах*. 2024. № 4. С. 44–48. DOI: 10.31718/2409-0255.4.2024.08. URL: https://www.researchgate.net/publication/387411113_MODERN_DENTAL_ALLOYS_STATUS_OF_THE_ISSUE (дата звернення: 09.01.2025).
7. Agop-Forna D., Popa P. S., Popa G. V. PMMA in dentistry: A modern solution for sustainable dental restoration. *Medicine and Materials*. 2024. Vol. 4, № 2. P. 77–84. DOI: 10.36868/MEDMATER.2024.04.02.077.
8. Ionescu R. N., Totan A. R., Imre M. M., Țăncu A. M. C., Pantea M., Butucescu M., Farcașiu A. T. Prosthetic materials used for implant-supported restorations and their biochemical oral interactions: A narrative review. *Materials (Basel, Switzerland)*. 2022. Vol. 15, № 3. Article 1016. DOI: 10.3390/ma15031016.
9. Yigit B. S., Al-Akkad M., Mounajjed R. Zirconia ceramics. *Acta Medica (Hradec Králové)*. 2024. Vol. 67, № 2. P. 39–45. DOI: 10.14712/18059694.2024.18.

10. Forna N. C., Uleanu R., Lungu I., Dimofte A.-R. Dental ceramics: Advantages and benefits *Medicine and Materials*. 2024. Vol. 4, № 2. P. 69–76. DOI: 10.36868/MEDMATER.2024.04.02.069.
11. Alfawaz Y. Zirconia crown as single unit tooth restoration: A literature review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2016. Vol. 17, № 5. P. 418–422. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-1865.
12. Kui A., Manziuc M., Petruțiu A., Buduru S., Labuneț A., Negucioiu M., Chisnoiu A. Translucent zirconia in fixed prosthodontics-An integrative overview. *Biomedicines*. 2023. Vol. 11, № 12. Article 3116. DOI: 10.3390/biomedicines11123116.

REFERENCES

1. Lin G. S. S., Foo J. Y., Foong C. C. (2023). Curriculum mapping of a dental materials science course: a reality check and way forward. *BMC Medical Education*, 23(1), 716. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04717-z>.
2. Takeuchi, Y., Koizumi, H., Imai, H., Furuchi, M., Takatsu, M., & Shimoe, S. (2022). Education and licensure of dental technicians. *Journal of Oral Science*, 314.
3. Marin E., Boschetto F., Pezzotti G. (2020). Biomaterials and biocompatibility: An historical overview. *Journal of Biomedical Materials Research. Part A*, 108(8), 1617–1633. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.36930>.
4. Kongkiatkamon S., Rokaya D., Kengtanyakich S., Peampring C. (2023). Current classification of zirconia in dentistry: an updated review. *PeerJ*, 11, e15669. <https://doi.org/10.7717/peerj.15669>.
5. Ellakany P., AlGhamdi M. A., Alshehri T., Abdelrahman Z. (2022). Cytotoxicity of Commercially Pure Titanium (cpTi), Silver-Palladium (Ag-Pd), and Nickel-Chromium (Ni-Cr) Alloys Commonly Used in the Fabrication of Dental Prosthetic Restorations. *Cureus*, 14(11), e31679. <https://doi.org/10.7759/cureus.31679>.
6. Kindii V.D. (2024). Suchasni stomatolohichni splavy: stan pytannia [Modern Dental Alloys: Status of the Issue]. *Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh*, 4, 44–48. DOI: 10.31718/2409-0255.4.2024.08. URL: https://www.researchgate.net/publication/387411113_MODERN_DENTAL_ALLOYS_STATUS_OF_THE_ISSUE.
7. Agop-Forna D., Popa P. S., Popa G. V. (2024). PMMA in dentistry: A modern solution for sustainable dental restorations. *Medicine and Materials*, 4(2), 77–84. <https://doi.org/10.36868/MEDMATER.2024.04.02.077>.
8. Ionescu R. N., Totan A. R., Imre M. M., Țâncu A. M. C., Pantea M., Butucescu M., Farcașiu A. T. (2022). Prosthetic materials used for implant-supported restorations and their biochemical oral interactions: A narrative review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(3), 1016. <https://doi.org/10.3390/ma15031016>.
9. Yigit B. S., Al-Akkad M., Mounajjed R. (2024). Zirconia ceramics. *Acta Medica (Hradec Králové)*, 67(2), 39–45. <https://doi.org/10.14712/18059694.2024.18>.
10. Forna N. C., Uleanu R., Lungu I., Dimofte A.-R. (2024). Dental ceramics: Advantages and benefits. *Medicine and Materials*, 4(2), 69–76. <https://doi.org/10.36868/MEDMATER.2024.04.02.069>.
11. Alfawaz Y. (2016). Zirconia crown as single unit tooth restoration: A literature review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(5), 418–422. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1865>.
12. Kui A., Manziuc M., Petruțiu A., Buduru S., Labuneț A., Negucioiu M., Chisnoiu A. (2023). Translucent zirconia in fixed prosthodontics-An integrative overview. *Biomedicines*, 11(12), 3116. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11123116>.