

# СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В РЕСТАВРАЦІЇ ЕНДОДОНТИЧНО ЛІКОВАНИХ ЗУБІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

А.Д. Вережак, М.М. Рожко, Р.І. Вербовська, Т.М. Дмитришин,  
Б.Л. Пелехан, Х.В. Ковалишин

Кафедра стоматології післядипломної освіти Івано-Франківського національного  
медичного університету

**Резюме. Вступ.** Ендодонтично ліковані зуби часто мають ослаблену структуру через втрату тканин, що підвищує ризик фрактур. Сучасні методи реставрації спрямовані на відновлення функції та попередження переломів зубів.

**Мета.** Аналіз сучасних тенденцій у реставрації ендодонтично лікованих зубів із фокусом на ферул-ефект, адгезивні системи та використання штифтів.

**Матеріал і методи.** Огляд базується на 13 наукових джерелах із PubMed, ResearchGate та інших баз за 2002-2023 роки, де містяться дослідження про реставрації ендодонтично лікованих зубів. Джерела стосуються різних аспектів реставрації ендодонтично лікованих зубів, включаючи ферул-ефект, адгезивні системи, штифти, ізоляцію тощо. Критеріями відбору були наявність клінічних або лабораторних даних, що підтверджують ефективність методів реставрації. Аналіз проводився шляхом систематизації та узагальнення результатів досліджень.

**Результати.** Покриття коронками знижує ризик переломів у 6 разів. Ферул висотою 1,5-2 мм підвищує стійкість. Штифти можуть викликати напруження. Адгезивні системи деградують через гідрофільність. Правильний вибір відновлення зуба після ендодонтичного лікування може значно покращити прогноз.

**Висновки.** Незважаючи на широке застосування різних видів штифтових конструкцій у стоматологічній практиці, клінічні принципи й технології виготовлення продовжують залишатися дискусійними. Найсуперечливішими залишаються питання, пов'язані з підготовкою кореневої частини зуба, вибором оптимальної конструкції вкладки, матеріалу для її виготовлення.

Ускладнення після реставрації композитними матеріалами часто зумовлені помилками, яких припускаються лікарі-стоматологи на етапі вибору методу лікування, під час проведення відновлення, а також унаслідок недотримання пацієнтами рекомендацій лікаря. Успішна реставрація вимагає ферула висотою 1,5-2 мм, якісної ізоляції кофердамом і ретельного вибору адгезивних систем, стійких до деградації. Перспективи подальших досліджень включають розробку вдосконалених методик відновлення ендодонтично лікованих зубів.

**Ключові слова:** ендодонтично ліковані зуби, ферул-ефект, ізоляція, бондинг, відновлення функції.



УДК: 616.314-085+616.314-089.23

© А.Д. Вережак, М.М. Рожко,  
Р.І. Вербовська, Т.М. Дмитришин,  
Б.Л. Пелехан, Х.В. Ковалишин

## Modern trends in the restoration of endodontically treated teeth (literature review)

A.D. Verezhak, M.M. Rozho, R.I. Verbovska, T.M. Dmytryshyn,  
B.L. Pelekhan, K.V. Kovalyshyn

*Department of Postgraduate Dentistry, Ivano-Frankivsk National Medical University*

**Abstract. Introduction.** Endodontically treated teeth are often weakened due to tissue loss, increasing fracture risk. Modern restoration methods aim to restore function and protect teeth. **Objective.** Analyzing of trends in restoring endodontically treated teeth, focusing on ferrule effect, adhesive systems, and posts. **Materials and Methods.** The review is based on 13 scientific sources from PubMed, ResearchGate, and other databases (2002-2023), containing data on restoration techniques. The sources concern various aspects of restoration of endodontically treated teeth, including ferrule effect, adhesive systems, posts, isolation, etc. The selection criteria were the availability of clinical or laboratory data confirming the effectiveness of the restoration methods. The analysis was carried out by systematizing and summarizing the research results. **Results.** Crown coverage reduces fracture risk sixfold. A 1.5-2 mm height of ferrule enhances stability. Posts may cause stress, with efficacy tied to tissue volume. Adhesives degrade due to hydrophilicity. Proper restoration method selection can significantly improve the prognosis. **Conclusions.** Despite the widespread use of various types of post structures in dental practice, clinical principles and manufacturing technologies continue to be debatable. The most controversial issues remain those related to the preparation of the root part of the tooth, the choice of the optimal design of the inlay, the material for its manufacture.

Complications after restoration with composite materials are often due to errors made by dentists at the stage of choosing the treatment method, during restoration, as well as due to patients' failure to comply with the recommendations given by doctors.

Successful restoration requires a ferrule with a height of 1.5-2 mm, high-quality rubber isolation and careful selection of adhesive systems that are resistant to degradation. Prospects for further research include the development of improved methods for restoring endodontically treated teeth.

**Keywords:** endodontically treated teeth, ferrule effect, isolation, bonding, recovery function.

Ендодонтично ліковані зуби, як правило, є досить ослабленими через втрату своєї структури внаслідок каріозної хвороби, повторних реставрацій, тріщин емалі. Також тканини втрачаються внаслідок ендодонтичного доступу та інструментальної обробки кореневого каналу. Такі структурно ослаблені ендодонтично ліковані зуби, відновлені тільки за допомогою реставрацій, але не покриті коронками, є дуже вразливими до переломів із локалізацією нижче маргінального краю ясен. Дуже часто такі зуби вже не підлягають відновленню. Тому ендодонтично ліковані зуби рекомендується покривати коронками. В одному з ретроспективних досліджень [1] виявлено, що ендодонтично ліковані зуби, не покриті коронками, у 6 разів частіше отримують тріщини та переломи, ніж ті, що покриті коронками.

### Мета

Метою цього дослідження є аналіз сучасних тенденцій у відновленні ендодонтично лікованих зубів із фокусом на оцінку впливу

ефекту ферула, використання штифтів, адгезивних систем та ізоляції робочого поля на успіх відновлення.

### Матеріал і методи

Огляд виконано на основі аналізу 13 наукових джерел, опублікованих у базах даних PubMed, ResearchGate та інших наукових платформах за період з 2002 по 2023 рік. Джерела стосуються різних аспектів реставрації ендодонтично лікованих зубів, включаючи ферул-ефект, адгезивні системи, штифти, ізоляцію тощо. Критеріями відбору були наявність клінічних або лабораторних даних, що підтверджують ефективність методів реставрації. Аналіз проводився шляхом систематизації та узагальнення результатів досліджень.

### Результати та їх обговорення

Клінічні дослідження *in vitro* вказують на те, що успішність відновлення зубів, покритих коронками, залежить від наявності ферула [2].

Ферул-ефект — це усталене та широко визнане поняття в англомовній стоматологічній літературі. Ця концепція відображає один з основних принципів відновлення зубів при великій втраті твердих тканин. На підставі численних лабораторних і клінічних досліджень прийнято вважати, що висота ферула повинна становити 1,5-2 мм вище клінічної шийки зуба. Такий розмір ферула значно підвищує ймовірність збереження зубів після ендодонтичного лікування. Це забезпечує стійкість фіксації ортопедичної конструкції, її функціональну цінність, а також запобігає вертикальному перелому стінки кореня.

Відомо, що навіть при висоті ферула 1 мм збільшується ймовірність стійкості зуба до перелому вдвічі порівняно з аналогічним зубом, але без ферула. Максимальна клінічна ефективність досягається, коли вертикально над клінічною шийкою зуба наявні 1,5-2 мм дентину. Деякі дослідники вважають, що для досягнення стабільного ефекту ферула ця висота повинна становити не менше 2 мм. Чим більше здорових тканин над клінічною шийкою зуба, тим вищий ефект.

У класичному підході, як правило викладеному в більшості клінічних рекомендацій, визначено, що стінки відпрепарованої порожнини вважаються надто тонкими, якщо їх товщина становить менше 1 мм.

Ефективний ферул повинен бути круговим. Багато досліджень вказують на те, що круговий ферул має значно кращі характеристики порівняно з частковим. Класично виділяють чотири ключові аспекти для успішного досягнення ефекту ферула при відновленні значно втрачених твердих тканин ендодонтично лікованих зубів:

1. Висота залишеного дентину після препарування повинна становити 1,5-2 мм.
2. Товщина стінок повинна бути не менше ніж 1 мм.
3. Має бути наявна максимальна кількість стінок.
4. Важливо враховувати оклюзійні співвідношення відновленого зуба та антагоністів [3].

Кореневі штифти використовуються у випадках відновлення ендодонтично лікованих зубів, коли клінічна коронка сильно зруйнована. Штифти рекомендується використовувати для зміцнення зубів, що пройшли ендодонтичне лікування, для розподілу жувального тиску на радіальний дентин уздовж внутрішньої поверхні коренів. Однак дослідження демонструють, що встановлення штифта може створювати

напруження, яке призводить до перелому кореня під час функціонування відновленого зуба. Також міцність ендодонтично лікованих зубів набагато більше пов'язана з кількістю збережених тканин, ніж із наявністю штифтової конструкції [4].

Ізоляція робочого поля — дуже важливий етап в ендодонтичному лікуванні і відновленні зуба після ендодонтичного лікування. Ізоляція, проведена кофердамом, дає можливість отримати передбачуваний та надійний результат. Ізоляція має бути детально спланована. Для цього потрібна точна клінічна оцінка ситуації, що дозволяє досягнути якісної ізоляції впродовж усього процесу лікування. Після проведення ізоляції клінічний випадок стає простішим і полегшує всі наступні процедури [5].

Встановлення кофердаму попереджає будь-яку форму забруднення рідиною ротової порожнини, що є вирішальним фактором для забезпечення якості та успіху ендодонтичного лікування й процедури реставрації. Робоче поле без слини є найкращою умовою для роботи, особливо на етапі адгезивних процедур. Відсутність кофердаму при роботі з композитними реставраціями збільшує ризик мікропідтікань. А композити й адгезиви дуже чутливі до рідин ротової порожнини та вологості, які порушують їх функціональність. Окрім того, захист від рідин ротової порожнини знижує ризик контамінації дентину бактеріями. Протравлювання емалі, забрудненої слиною або такої, що контактує з м'якими тканинами, завжди зменшує адгезію композитних матеріалів, погіршує їх зв'язок і міцність зчеплення, що також призводить до мікропідтікань [5].

Бондинг за будь-яким протоколом із часом піддається деградації. Більшість невдач при відновленні ендодонтично лікованих зубів зв'язані з дебондингом. Загалом клінічні дослідження показують, що дебондинг відбувається поступово протягом усього терміну існування реставрації без очевидної тенденції до негайної невдачі. Можливими причинами є анатомічні та гістологічні особливості дентину кореня, які також включають орієнтацію дентинних трубочок і неоднорідну гібридизацію на цьому субстраті. Також причинами є багато інших факторів [6].

Довговічність бондингу до кореневого дентину тісно пов'язана з властивою компонентам гібридного шару схильністю до деградації. Хоча точні механізми деградації гібридного шару не до кінця відомі, внутрішній спротив деградації в основному залежить від проникнення

мономерів смоли в демінералізований дентин і оптимального перетворення мономерів у полімер для забезпечення довгострокової адгезії [7].

Більшість адгезивів містять схильні до гідролізу групи (ефірні, уретанові, гідроксильні, карбоксильні, фосфатні), тому вода дуже негативно впливає на їх механічні властивості. Через свій склад ці продукти вкрай схильні до сорбції води, що має на них руйнівний вплив. Гідрофільна природа бондів сприяє тривалій адсорбції води, викликаній заміщенням гідрофільних мономерів смоли водою навіть після полімеризації, що веде до гідролітичної деградації. Іншими словами, гідрофільний шар адгезиву всередині гібридного шару може збільшити сорбцію води, що веде до пластифікації й ослаблення полімерної сітки, а також до зниження сили адгезії з часом [8].

Клінічний сценарій дегідратації полімерів стає більш важливим при використанні техніки вологого бондингу, адже вода відіграє дуже важливу роль у забезпеченні інфільтрації мономерів у демінералізований дентин. При використанні цієї стратегії адгезії кислота демінералізує поверхню дентину, відкриваючи тонку сітку колагену і створюючи простір для інфільтрації смоли. Кислота змивається водою, деяка кількість якої повинна залишатися для збереження простору між волокнами колагену і можливості інфільтрації демінералізованого дентину мономерами. Тому в адгезивні системи додають органічні розчинники для більш простого й швидкого випаровування розчинника і води, що залишилася.

Більшість виробників стоматологічних адгезивів рекомендують протоколи для випаровування адгезивів. Та найбільш важко досягнути повного видалення розчинника, якщо він входить до складу дуже гідрофільного адгезиву. Унаслідок цього наявність залишкової води і розчинника може заважати зближенню реактивних пендантних груп, ускладнюючи цим утворення перехресних зв'язків у гібридному шарі.

Хоча механізми бондингу до кореневого і коронкового дентину однакові, деградація полімерів у кореновому каналі є більшою проблемою, ніж у будь-якій іншій ділянці. Через анатомію корневих каналів видалення фосфорної кислоти і контроль вологості при використанні адгезивних систем тотального протравлювання не можуть бути успішно виконаними. Унаслідок цього в демінералізованому дентині залишається великий об'єм залишкової

води, особливо в пришийковій та середній частині кореня.

Також послаблення світла полімеризаційної лампи внаслідок анатомії кореня може призвести до поганої конверсії мономерів адгезиву і композиту чи композитного цементу. Отримана погана полімеризація в сукупності з великим вмістом води та розчинника з часом зробить адгезивний зв'язок у середній і апікальній третинах більш схильним до гідролітичної деградації, ніж у пришийковій ділянці. Це призведе до зниження адгезивних сил навіть через короткий термін [9].

При відновленні ендодонтично лікованих зубів композитами потрібно використовувати всі наявні здорові тканини зуба — як емалі, так і дентину. «Золотим стандартом» у сучасній стоматології вважається бондингова система четвертого покоління OptibondFL (Kerr). У цій системі розчинник (праймер) не входить до складу адгезиву, а наноситься окремо, після процедури протравлювання і змивання ортофосфорної кислоти. Оскільки це система тотального протравлювання, вона не є оптимальною для адгезивної підготовки під час фіксації скловолоконних штифтів у каналах. Але водночас використання цієї бондингової системи дає найвищу ймовірність досягнення успішного результату, що підтверджують численні дослідження [10].

Відновлення зуба після ендодонтичного лікування має три основні мети: відновлення функції, попередження повторного інфікування кореневого каналу і захист тканин зуба, що залишилися, від подальшого пошкодження.

Основними функціями, які потрібно відновити, є жування, оклюзійна стабільність і захист маргінального пародонта, що забезпечується створенням правильних контактних пунктів із сусідніми зубами. Водночас має бути досягнутий естетичний результат.

Створення адекватного коронарного герметизму після завершення ендодонтичного лікування є пріоритетом. На підставі системного аналізу [11] Gillen та ін. дійшли висновку, що кращого результату слід очікувати при високоякісному ендодонтичному лікуванні і відновленні зуба. Між неякісною реставрацією і неадекватним ендодонтичним лікуванням значної різниці у відсотковому співвідношенні не спостерігалось. Якість реставрації є ключовим фактором загального успіху ендодонтичного лікування.

Захист тканин ендодонтично лікованого зуба від подальших пошкоджень в основному

полягає в попередженні переломів. Основною причиною ризику переломів є втрата коронкових тканин. Тому після значної втрати тканин (понад 50%) після відновлення композитом показано встановлювати коронку [12].

Ідеальний момент для процедури відновлення зуба будь-якою з методик – одразу після obturaції коронкових каналів. Підготовка і сам процес відновлення проводиться в кофердамі, що мінімізує проникнення мікрофлори. Крім того, є добре розуміння анатомії кореневого каналу, його довжини, а також орієнтири для того, щоб позначити глибину. Для забезпечення оптимальної адгезії силер для коронкових каналів не має містити евгенолу, оскільки його залишки дуже важко видалити з дентину [13].

## Висновки

Незважаючи на широке застосування різних видів штифтових конструкцій у стоматологічній практиці, клінічні принципи й технології виготовлення продовжують залишатися дискусійними.

Найсуперечливішими залишаються питання, пов'язані з підготовкою кореневої частини зуба, вибором оптимальної конструкції вкладки, матеріалу для її виготовлення.

Проблема відновлення коронкової частини зуба вкрай загострюється за наявності дефектів фронтальних зубів і порушень зубоясенного прикріплення. Ускладнення після реставрації композитними матеріалами часто зумовлені помилками, яких припускаються лікарі-стоматологи на етапі вибору методу лікування (зуби, які мали показання до проведення непрямой реставрації, були відновлені за допомогою прямого методу), під час проведення відновлення, а також унаслідок недотримання пацієнтами рекомендацій лікаря. Успішна реставрація вимагає ферула висотою 1,5-2 мм, якісної ізоляції кофердамом і ретельного вибору адгезивних систем, стійких до деградації. Перспективи подальших досліджень включають розробку вдосконалених методик відновлення ендодонтично лікованих зубів.

## Список використаної літератури

1. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *Prosthet Dent.* 2002 Mar;87(3):256-63. [PubMed]
2. Zahran M, Abderbwh D. Effect of ferrule height and distribution on the fracture resistance of endodontically treated premolars. *Nigerian Journal of Clinical Practice.* 2021 Apr;24(4):505-10. [PubMed]
3. Братушкіна МВ, Жуков КВ. Вміст поняття феррул-ефект. Сучасні тенденції та перспективи розвитку стоматологічної освіти, науки та практики. 2020 May; 13-14.
4. Pereira JR, Valle AL, Shiratori FK. Influence of intraradicular post and crown ferrule on the fracture strength of endodontically treated teeth. *Brazilian Dental Journal.* 2009;20(4):297-302. [PubMed]
5. Miao C, Yang X. Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients. *Cochrane Database System Review.* 2021 May; 5(5):CD009858. [PubMed]
6. Reis A, Loquercio AD. Adhesion to Root Dentin: A Challenging Task. *Restoration of Root Canal-Treated Teeth.* 2016 Jan;137-151. [ResearchGate]
7. Perdigo J, Araujo E. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *J Esthet Restor Dent.* 2021 Jan;33(1):51-68. [PubMed]
8. Abdalla A, Feilzer A. Four-year water degradation of a total-etch and two self-etching adhesives bonded to dentin. *J Dent.* 2008 Aug; 36(8):611-7. [PubMed]
9. Vano M, Goracci C, Monticelli F. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006 Jan;39(1):31-9. [PubMed]
10. Bourgi R, Hardan L. Effectiveness of Different Application Modalities on the Bond Performance of Four Polymeric Adhesive Systems to Dentin. *Polymers (Basel).* 2023 Sep 28;15(19):3924. [PubMed]
11. Gillen BM, Looney SW. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics.* 2011 Jul;37(7):895-902. [PubMed]
12. Leprince J, Leloup G, Hardy C. Considerations for the Restoration of Endodontically Treated Molars. *The Guidebook to Molar Endodontics.* 2017:169-205. [ResearchGate]
13. Stone SJ. Core Build-Ups and Post Placement: Concepts and Clinical Application. *Extra-Coronal Restorations.* 2019:295-327. [ResearchGate]

**Для цитування:** Вережак АД, Рожко ММ, Вербовська РІ, Дмитришин ТМ, Пелехан БЛ, Ковалишин ХВ. Сучасні тенденції в реставрації ендодонтично лікованих зубів (огляд літератури) // *Терапевтика / імені професора М.М. Бережницького.* 2025;1(6):12-17. DOI: 10.31793/2709-7404.2025.1-6.12.

**Адреса для листування:** Вережак Андрій Дмитрович, кафедра стоматології післядипломної освіти Івано-Франківського національного медичного університету, вул. Галицька, 2, Івано-Франківськ, 76000, Україна.

**Відомості про авторів:** Вережак Андрій Дмитрович, аспірант кафедри стоматології ПО ІФНМУ. ORCID: 0009-0001-5307-5618.

Рожко Микола Михайлович, член-кореспондент НАМН України, заслужений діяч науки і техніки України, д-р мед. наук, професор кафедри стоматології ПО. ORCID: 0000-0002-6876-2533. Вербовська Роксолана Іванівна, канд. мед. наук, доцентка кафедри стоматології ПО. ORCID: 0000-00031781-7909. Дмитришин Тетяна Миколаївна, д-ка мед. наук, професорка кафедри стоматології ПО. ORCID: 0000-0002-0698-3656. Пелехан Богдан Любомирович, д-р філософії, асистент кафедри стоматології ПО. ORCID: 0000-0002-1201-0383. Ковалишин Христина Василівна, канд. мед. наук, доцентка кафедри стоматології ПО. ORCID: 0000-0002-6477-6663. **Особистий внесок:** Вережак А.Д. — концепція публікації, добірка

публікацій із питань сучасних тенденцій у реставрації ендодонтично лікованих зубів; аналіз літературних джерел, написання статті. Рожко М.М. — редагування статті. Вербовська Р.І. — добірка публікацій із питань обґрунтування вибору адгезивних систем, участь у редагуванні статті. Дмитришин Т.М. — добірка публікацій із питань сучасних методик відновлення ендодонтично лікованих зубів, участь у редагуванні статті. Пелехан Б.Л. — добірка публікацій із питань підготовки ендодонтично лікованих зубів до ортопедичного лікування, участь у редагуванні статті. Ковалишин Х.В. — участь у редагуванні статті.

**Фінансування:** Стаття підготовлена в рамках самофінансування.

**Декларація з етики:** Автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

**Проходження статті:** Надійшла до редакції 16.04.2025 р., прийнята на друкування 29.04.2025 р., надрукована 30.06.2025 р.

**For citation:** Verezhak AD, Rozhko MM, Verbovska RI, Dmytryshyn TM, Pelehan BL, Kovalyshyn HV. Modern trends in the restoration of endodontically treated teeth (literature review) // Therapeutics / named after Professor M.M. Berezhnitskyi. 2025;1(6):12-17. DOI: 10.31793/2709-7404.2025.1-6.12.

**Correspondence address:** Verezhak Andrii Dmytrovych, Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University, Galytska str., 2, Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine.

**Information about the authors:** Verezhak Andrii, postgraduate Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University. ORCID:0009-0001-5307-5618. Rozhko Mykola, Corresponding member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Doctor of Medicine,

Professor Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University. ORCID: 0000-0002-6876-2533. Verbovska Roksolana, Candidate of Medical Sciences, docent Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University. ORCID:0000-00031781-7909. Dmytryshyn Tetyana, Doctor of Medicine, Professor Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University. ORCID: 0000-0002-0698-3656. Pelehan Bohdan, PhD, assistant Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University. ORCID: 0000-0002-1201-0383. Kovalyshyn Khrystyna, Candidate of Medical Sciences, docent Department of Postgraduate Dentistry Ivano-Frankivsk National Medical University. ORCID: 0000-0002-6477-6663.

**Personal contribution:** Verezhak AD — publication concept, a selection of publications on current trends in the restoration of endodontically treated teeth, analysis of literary sources, writing an article. Rozhko MM — article editing. Verbovska RI — a selection of publications on the justification of the choice of adhesive systems, participation in editing the article. Dmytryshyn TM — a selection of publications on modern methods of restoration of endodontically treated teeth, participation in editing the article. Pelehan BL — a selection of publications on modern methods of restoration of endodontically treated teeth before prosthodontics, participation in editing the article. Kovalyshyn HV — participation in editing the article.

**Funding:** The article was prepared as part of self-financing.

**Declaration of Ethics:** The authors declare no conflict of interest and financial obligations.

**Article:** Received 16.04.2025, accepted 29.04.2025, published 30.06.2025.