

## Электронно-микроскопическое изучение наружной резорбции корня зуба при экспериментальном периодонтите

А.П.Педорец, А.П.Белоус, Н.А.Исакова, С.И. Максютенко

*Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, Донецк,  
Украина*

### РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

Целью исследования было изучить распространенность и характер связи степени тяжести наружной резорбции апикальной части корня зуба с экспериментально вызванным апикальным периодонтитом в зубах с сохраненным и искусственно сформированным апикальным отверстием. Апикальный периодонтит был воспроизведен в 12 вторых и третьих премолярах нижней челюсти 3-х экспериментальных животных. Сканирующую электронную микроскопию проводили с использованием растрового электронного микроскопа «JSM – 6490LV» (Япония). На основании полученных данных была установлена достоверная связь между наличием и степенью тяжести резорбции и состоянием апикального отверстия. Доказано, что тяжелая резорбция достоверно чаще встречается при ятрогенно разрушенном апикальном отверстии (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2012.-Т.10,№2.-С.51-57).

**Ключевые слова:** апикальный периодонтит, электронная микроскопия, резорбция цемента корня зуба

*О.П. Педорець, А.П. Білоус, Н.О. Ісакова, С.І. Максютенко*

### ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНЕ ВИВЧЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ РЕЗОРБЦІЇ КОРЕНЯ ЗУБА ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ПЕРІОДОНТИТІ

*Донецький національний медичний університет ім.М.Горького, Донецьк, Україна*

Метою дослідження було вивчити розповсюдженість та характер зв'язку ступені важкості зовнішньої резорбції апікальної частини кореня зубу з експериментально викликаним апікальним періодонтитом у зубах зі збереженням та штучно зруйнованим апікальним отвором. Апікальний періодонтит було відтворено у 12 других та третіх премолярів нижньої щелепи 3-х експериментальних тварин. Скануючу електронну мікроскопію проводили шляхом застосування растрового електронного мікроскопу «JSM-6490 LV» (Японія). На підставі отриманих даних, був встановлений достовірний зв'язок між наявністю та ступенем важкості резорбції кореня зубу та станом апікального отвору. Доведено, що важка резорбція достовірно частіше має місце при ятрогенно зруйнованому апікальному отворі. (Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2012.-Т.10,№2.-С.51-57).

**Ключові слова:** апікальний періодонтит, електронна мікроскопія, резорбція цементу кореня зубу.

*A.P.Pedorets, A.P.Belous, N.A.Isakova, S.I.Maksyutenko*

### A SCANNING ELECTRON STUDY OF ROOT APICAL RESORPTION IN EXPERIMENTAL APICAL PERIODONTITIS

*Donetsk National Medical University named after M.Gorky, Donetsk, Ukraine*

The aim of this study was to evaluate a relation between histological features of periapical lesion and external root apical resorption in dog's teeth with induced experimental apical periodontitis. Apical periodontitis has been experimentally induced in twelve second and third mandible's premolars of three animals. Scanning Electron Microscopy study has been provided by the raster scope JSM 6490 LV equipment (Japan). Grounding on the present study, it was note a correlation between the presence and grade of apical resorption and apical hole condition. It has been proved that severe resorption met in iatrogenic destroyed apical hole (Ukr.z.telemed.med.telemat.-2012.-Vol.10,№2.-P.51-57).

**Key words:** apical periodontitis, electron microscopy, root apical resorption of teeth

Основным клиническим маркером хронических апикальных периодонтитов является деструкция костной ткани в периапикальной области. Hammarstrom &

Lindskog (1992) обратили внимание на факт, что, в отличии от костной ткани, которая постоянно подвергается процессам резорбции и репозиции в процессе

ремоделирования, корни постоянных зубов в норме не подвергаются резорбции [9]. Механизмы повышенной устойчивости корней зубов к резорбции не установлены, однако считается, что появление резорбции связано с изменением структуры корня зуба и необходимо 2 основных условия для ее возникновения [6,9]. Первое условие заключается в том, чтобы защитный слой, представленный неминерализованным прецементом и цементобластами, покрывающий цемент со стороны периодонта, был поврежден. Второе условие – в тканях должны присутствовать стимулы для активации кластических клеток. Главной локальной причиной воспалительной радикулярной резорбции является воспаление, вызванное микрофлорой системы корневого канала и продуктами их жизнедеятельности [3,14,16]. Исследования Delzangles (1989) показали, что в зубах с гранулемами присутствовала систематическая и интенсивная резорбция вокруг апикального отверстия [7]. С другой стороны, Shafer, Hine & Levy (1974) определили, что большинство зубов с наличием периапикальной гранулемы не имеют видимой периапикальной резорбции [15]. Brynolf (1970) показал, что только в крайних случаях резорбция может определяться рентгенологически [5]. Таким образом, зубы с периапикальными поражениями могут иметь или не иметь периапикальную резорбцию. Наличие апикальной резорбции в зубах с периапикальными поражениями может быть причиной неудач эндодонтического лечения, так как очаги резорбции цемента связаны с формированием периапикальной бактериальной пленки.

Как и любой воспалительный процесс, периапикальное воспаление продолжается до тех пор, пока причинный фактор не будет удален. Однако, существенным отличием периапикального воспаления, является невозможность со стороны организма самостоятельно справиться с инфекцией в системе корневого канала при некрозе пульпы [18]. Следовательно, апикальные периодонтиты не относятся к самоизлечивающим-

ся заболеваниям, и воспаление будет продолжаться до тех пор, пока адекватное клиническое лечение, основной целью которого является удаление инфекции из системы корневых каналов, не будет проведено. Общепринятая основная цель при лечении корневых каналов заключается в тщательной очистке и формировании канала для последующего его пломбирования [11,13]. Следует отметить, нет никаких сомнений, что неудачи эндодонтического лечения всегда связаны с остаточной инфекцией. В большинстве случаев эта инфекция ограничена пространством корневого канала до дентинно-цементного соединения и не распространяется за его пределы, оставляя цементный канал не инфицированным, поскольку живая воспаленная ткань периодонта занимает пространство цементного канала. В таких случаях инфекция ограничивается дентинным каналом, апикальная граница которого ограничена положением апикальной констрикции на расстоянии нескольких мм от рентгенологической верхушки. Неповрежденный цемент, покрывающий наружную поверхность корня зуба и распространяющийся в области апикального отверстия внутрь корневого канала, на расстояние до нескольких мм, формируя апикальную констрикцию, является естественным препятствием для выхода микроорганизмов из инфицированной системы корневого канала в периодонт. В тоже время, при хронических периодонтитах он может подвергаться деструктивным процессам и, в ряде случаев, в нишах резорбированного цемента могут, с одной стороны, создаваться условия для выживания и размножения микроорганизмов, недоступных для хемоинструментальной обработки, а с другой - создаются условия невозможности защитным силам организма обеспечить самоочищение.

Степень вовлечения апикального отверстия в резорбтивный процесс может существенно варьировать в различных клинических ситуациях и не приводить к полному разрушению апикального отверстия.

В работах Masahiro Furusawa, Hiroki Nayaakawa (2011г.) было показано, что ятрогенное расширение апикального отверстия приводит к возникновению перманентного периодонтита, который не поддается эффективному лечению, несмотря на качественно проведенные препарирование и дезинфекцию системы корневого канала [8]. Авторы показали, что при препарировании апикального отверстия файлами больше 35 размера, апикальный периодонтит приобретает перманентное обострившееся течение с прогрессирующей деструкции костной ткани [8, 12]. В то же время вопрос о вовлечении в резорбтивный процесс

апикальной части корня зуба в зависимости от степени разрушения апикального отверстия в современной литературе не рассматривался. В клинических исследованиях невозможно оценить наличие и распространенность апикальной резорбции в зависимости от степени разрушения апикального отверстия. В связи с этим, только экспериментальное воспроизведение воспалительного процесса в периодонте на животных может пролить свет на характер патоморфологических изменений в периапикальной области, в первую очередь, в твердых тканях зуба.

### **Цель исследования**

Целью настоящей работы было оценить наличие и степень распространенности резорбции твердых тканей корня

зуба вокруг апикального отверстия при экспериментальном периодонтите.

### **Материал и методы**

Экспериментальное исследование, отраженное в этой работе, выполнено согласно правилам Европейской Конвенции о защите животных, которые используются в экспериментальных исследованиях, Законодательства Украины и полностью отвечает всем этическим требованиям. Апикальный периодонтит воспроизводили по методике, опубликованной нами ранее [19]. Проводили сканирующую электронную микроскопию (СЭМ) апикальной части корней удаленных зубов. Перед проведением СЭМ удаленные зубы выдерживали в 5% гипохлорите натрия, затем, для дегидратации образцов, в этиловом спирте с возрастающей концентрацией 70 %, 90 %, 99,96 % в течение 5 часов в каждом. После этого экспериментальные образцы в течение суток высушивались, а затем крепились к специальной подложке корнем вверх при помощи токопроводящего углеродного скотча. Для обеспечения электропроводности поверхность образцов напыляли углеродом на вакуумной установке «ВУП-5» до толщины 150 ангстрем, после чего их помещали в колонну микроскопа для исследований. Сканирующую электронную микроскопию проводили с использова-

нием растрового электронного микроскопа «JSM – 6490 LV» (Япония) с разрешающей способностью 3 нм с энергодисперсионной приставкой «INCA Penta FETx3» (OXFORD Instruments, Англия) предназначенной для проведения микрорентгено-спектрального анализа, персонального компьютера (Лаборатория сканирующих микроскопических исследований Донецкого национального физико-технического института НАН Украины).

Полученные при помощи сканирующего микроскопа изображения оценивали на наличие и степень резорбции, согласно индексной оценке Vier F. V. [17]:

1 балл – отсутствие резорбции, апикальная часть корня зуба покрыта непрерывным цементным слоем;

2 балла – низкая степень резорбции, то есть наличие отдельных, не связанных между собой очагов резорбции, в промежутках между которыми есть участки неизмененного цемента, а резорбция не охватывает все апикальное отверстие;

3 балла – средняя степень резорбции, то есть наличие непрерывной резорбции цемента, которые охватывают

все апикальное отверстие, но не приводят к оголению дентина;

4 балла – тяжелая степень резорбции, то есть наличие резорбции, которая полностью или частично охватывает апикальное отверстие с оголением дентинных трубочек.

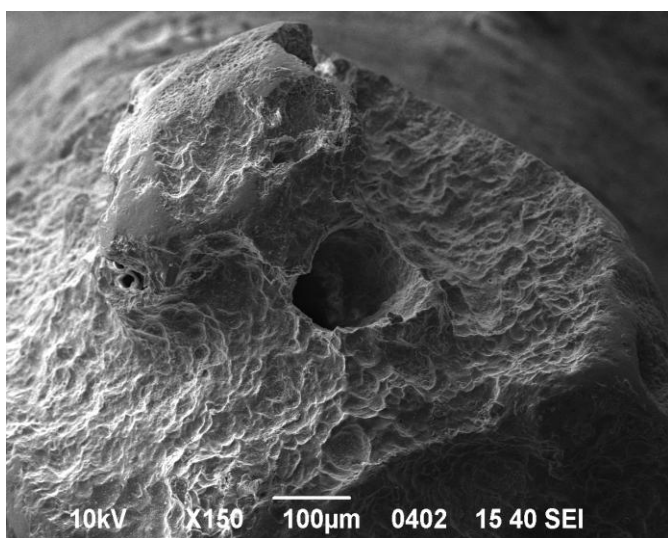
Полученные данные были введены в Excel Microsoft. Для проверки значимости

различий между степенью резорбции апикальной части корня зуба в зубах с различными методиками моделирования апикального периодонтита, сгруппированные данные были проанализированы по дихотомическому признаку и оценены с использованием непараметрического критерия Хи – квадрат (при 95 % доверительном интервале).

### Результаты и обсуждение

При сканирующей электронной микроскопии поверхности корня зуба было выявлено, что во всех случаях вокруг искусственно сформированного апикально-

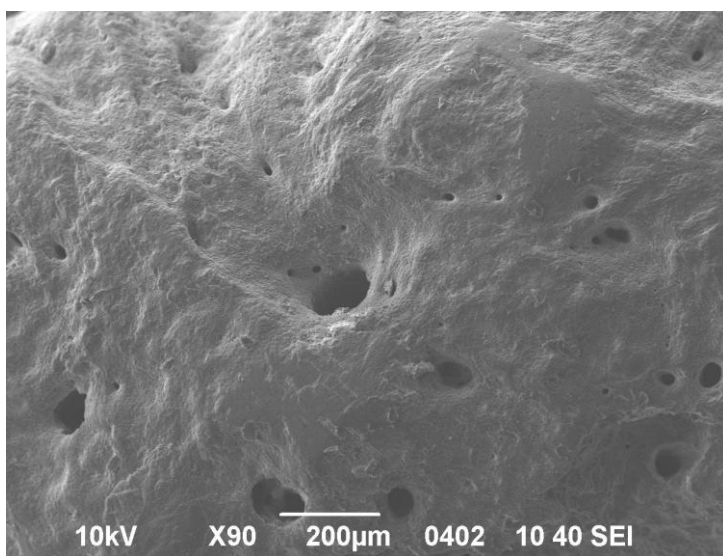
го отверстия имела место резорбция цемента, а в ряде случаев и дентина (рис.1)



*Рисунок 1. Сканирующая электронная микроскопия поверхности апикальной части корня зуба собаки с искусственно сформированным апикальным отверстием (X90)*

В зубах с сохраненным апикальным отверстием в 2 случаях (17%) резорбция полностью отсутствовала, и цемент представлял собой интактную гладкую

поверхность с многочисленными апикальными отверстиями, где выделить главное апикальное отверстие не представлялось возможным (рис.2).



*Рисунок 2. Сканирующая электронная микроскопия апикальной части корня зуба собаки. Апикальная дельта сохранена. Резорбция не определяется (X 90)*

В 10 случаях (83%) на поверхности отмечалась отдельные, не связанные между собой очаги резорбции, в промежутках между которыми участки неизменного цемента, а резорбция не охватывала все апикальное отверстие или

резорбция цемента, которая охватывала все апикальное отверстие, но не приводила к обнажению дентина. Однако ни в одном случае резорбция не достигала 4 степени.

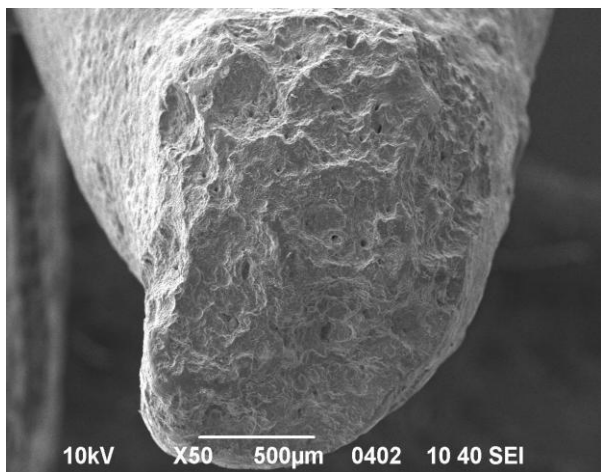


Рисунок 3. Сканирующая электронная микроскопия апикальной части корня зуба собаки. Очаги резорбции сливаются между собой (X 50)

Из приведенных данных видно, что наружная резорбция является частым, но не обязательным проявлением хронических апикальных периодонтитов. В то же время данные, полученные в настоящем исследовании, показывают, что искусственно сформированное апикальное отверстие приводит к обязательному вовлечению в резорбтивный процесс апикальной части корня зуба. Это обстоятельство может быть объяснено тем, что ятрогенное разрушение апикальной констрикции создает условия для прогресси-

рования резорбтивного процесса. В то же время и при сохраненной апикальной констрикции в 83% случаев отмечалось появление резорбции. Поскольку отмечалось выраженное различие в глубине и распространенности резорбции зубы распределили по степени выраженности резорбции согласно критериям Vier F. V (2002) в зубах с сохраненным и искусственно сформированным апикальным отверстием. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение зубов по степени выраженности резорбции в зубах с сохраненным и искусственно сформированным апикальным отверстием

Апикальное отверстие	Всего, n	Степень резорбции			
		1 количество зубов, n	2 количество зубов, n	3 количество зубов, n	4 количество зубов, n
Сохраненное апикальное отверстие	12	2	6	4	0
Искусственно сформированное апикальное отверстие	12	0	2	6	4
Всего, n	24	2	8	10	4

Как видно из таблицы 1, распределение случаев по степени тяжести в зубах с сохраненной и разрушенной апикальной констрикцией существенно различается. Для оценки характера связей между степенью резорбции и состоянием апикального отверстия, данные были сгруппированы в 2 группы. В 1 группу

вошли случаи с отсутствием резорбции и небольшими очагами резорбции, не охватывающие полностью апикальное отверстие. Во 2 группу - случаи, при которых резорбция полностью охватывала апикальное отверстие. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Связь степени резорбции корня зуба с состоянием апикального отверстия

Апикальное отверстие	Всего, n	Степень резорбции		$\chi^2$	p
		1 группа	2 группа		
Сохраненное апикальное отверстие	12	8	4	6,17	0,013
Искусственно сформированное апикальное отверстие	12	2	10		
Всего, n	24	10	14		

Статистический анализ выявил достоверное различие между выраженностью резорбции и состоянием апикального отверстия ( $p=0,013$ ). Результаты показывают, что при искусственно разрушенном апикальном отверстии выраженная резорбция, охватывающая все отверстие и распространяющаяся на

большие участки периапикальной области, отмечается достоверно чаще, чем в зубах с сохраненным апикальным отверстием. При экстраполяции представленных данных в клиническую практику можно сделать заключение, что апикальная констрикция может разрушаться и без ятрогенного вмешательства.

### Выводы

Результаты проведенного экспериментального исследования показали, что искусственное формирование апикального отверстия в зубах экспериментальных животных вызвало более сильное разрушение цемента, чем в зубах с сохраненным апикальным отверстием. Следует отметить, что лечение хронических периодонтитов с наличием резорбции корня зуба представляет сложную проблему современной эндодонтии [2,4,11,13]. Резорбция может быть столь значительной, что приводит к изменению первоначальной анатомии апекса корня зуба вплоть до дислокации апикального отверстия [1,10]. В то же время, наши данные показывают, что резорбция тканей корня зуба является более распространенным феноменом при апикальных

периодонтитах, чем это обычно предполагалось, несмотря на то, что рентгенологические и клинические исследования не дают возможности ее распознавания. Представленные результаты показали, что резорбция корня зуба не является облигатным признаком периапикального воспалительного процесса. Также видно, что резорбция корня зуба, связанная с апикальными периодонтитами, может показывать различную распространенность и степень выраженности. Необходимо подчеркнуть, что в биологическом плане наружная резорбция цемента и дентина представляет собой ниши для роста и размножения микроорганизмов недоступны для хемоинструментальной обработки корневого канала.

### Литература и веб-библиография

1. Педорец А. П. Гистологическое и электронно-микроскопическое изучение наружной резорбции корня зуба при экспериментальном периодонтите / А. П. Педорец, А. П. Белоус, Н. А. Исакова, А. Г. Пиляев // Архив клінічної та експериментальної медицини. – Том 21, № 1. – 2012. – С. 92-96.
2. Педорец А. П. Патоморфологический анализ апикальных и периапикальных тканей зубов с хроническим периодонтитом / Педорец А. П., Юровская И. А., Исакова Н. А., Пиляев А. Г., Баркалова Е. И. // Эндодонтист. – 2011. - №1(5). – С. 3-5.
3. Белоус А. П. Изучение наружной резорбции корня зуба при различных способах моделирования апикального периодонтита. / А. П. Белоус // Питання экс-

- периментальної та клінічної медицини. Зб. статей. – Вип.16., том 2. – 2012. – С. 359-364.
4. Юровская И. А. Периапикальная резорбция цемента корня и ее связь с патогистологическими проявлениями хронического периодонтита / И. А. Юровская, А. П. Педорец, А. Г. Пиляев, Е. И. Баркалова // Архив клінічної та експериментальної медицини. – 2011. -Т. 20. - №1. – С. 62-67.
5. Brynolf I. Rentgenologic periapical diagnosis: Reproducibility of the interpretation / I. Brinolf // Swedish Dentology Journal – 1970. – Vol. 63. – P. 339-344.
6. Dammaschke T. Effect of root canal dressings on the regeneration of inflamed periapical tissue /

- T. Dammaschke, U. Schneider, U. Stratmann, J. M. Yoo, E. Schäfer // *Acta Odontologica Scandinavica*. – 2005. – №63. – P. 143 – 152.
7. *Delzangles B.* Scanning electron microscopic study of apical and intra-canal resorption / B. Delzangles // *J. Endod.* – 1989. – Vol. 15. – P. 281-285.
8. *Furusawa M.* Effectiveness of Calvital, a Calcium Hydroxide Formulation, on Persistent Apical Periodontitis Caused by Over-enlargement of Apical Foramen / M. Furusawa, H. Hayakawa, A. Ida // *Bull Tokyo Dent Coll.* – 2011. – №52 (4). – P. 209 – 213.
9. *Hammarström L.* Factors regulating and modifying dental root resorption / L. Hammarström, S. Lindskog // *Proceedings of the Finland Dental Society*. – 1992. – Vol. 88.– P. 115-123.
10. *Leonardo M. R.* Scanning Electron Microscopy of the Apical Structure of Human Teeth // M. R. Leonardo, M. A. Rossi, K. C. Bonifácio / *Journal of Endodontics*. – 2007. – Vol. 31. – № 4. – P.321-325.
11. *Mobammad A. Sabeti* Healing of Apical Periodontitis After Endodontic Treatment With And Without Obturation in Dogs / M. A. Sabeti, M. Nekofar, P. Motabbary, M. Gbandi, J. H. Simon // *J Endod.* – 2006. – Vol. 32. – №7. – P. 628 – 633.
12. *Nassri M. R. G.* Apical and periapical tissues responses after root canal obturation with two calcium hydroxid based sealers in dog's teeth / M. R.G. Nassri, A. C. Bombana, R. C. C. Lia // *Revista Sul – Brasileira de Odontologia*. – 2008. – Vol. 5. – №2. – P. 50 – 56.
13. *Ricucci D.* Biofilms and Apical Periodontitis: Study of Prevalence and Association with Clinical and Histopathologic Findings / D. Ricucci, J. Siqueira // *J. Endod.* – 2010. – №36. – P. 1277 – 1288.
14. *Ricucci D.* Histologic features of apical periodontitis in human biopsies / D. Ricucci, G. Bergenholtz // *Endodontic Topics*. – 2004. – №8. – P. 68–87.
15. *Shafer S.* Diseases of the pulp and periapical tissues / S. Shafer, M. K. Hine, B. M. Levy // *A textbook of oral pathology*. – Philadelphia:W.B. Saunders – 1974. – P. 440-446.
16. *Siqueira J. F.* Distinctive features of the microbiota associated with different forms of apical periodontitis / J. F. Siqueira, I. N. Rocas // *Journal of Oral Microbiology*. – 2009. – № 10. – P. 2 – 12.
17. *Vier F. V.* Prevalence of different periapical lesions associated with human teeth and their correlation with the presence and extension of apical external root resorption / F. V. Vier, J. A. P. Figueiredo // *International Endodontic Journal*. – 2002. – №35. – P. 710 – 719.
18. *Wang X.* Histologic Characterization of Regenerated Tissues in Canal Space after the Revitalization/Revascularization Procedure of Immature Dog Teeth with Apical Periodontitis / X. Wang, B. Thibodeau, M. Trope [at al.] // *J Endod.* – 2010. – №36. – P. 56 – 63.
19. *Белоус А. П.* Патоморфологические проявления экспериментального апикального периодонтита у собак / А. П. Белоус, А. П. Педорец, Н. А. Исакова, А. Г. Пиляев // *Архів клінічної та експериментальної медицини*. – 2012. –Т. – №1. – С. 62 – 67.

Надійшла до редакції: 11.10.2012.

© А.П.Педорец, А.П.Белоус, Н.А.Исакова, С.И. Максютенко

---

Кореспонденція: Педорец О.Г.,  
Пр-т Ілліча, 16, 83003, Донецьк, Україна  
E-mail: mfs@dsmu.edu.ua