

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ УЛЬТРАСТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕНТИНУ КОРЕНЕВИХ КАНАЛІВ БАГАТОКОРЕНЕВИХ ЗУБІВ В НОРМІ.

І. М. Чорненький, О. В. Гаврилюк

**Національна медична академія післядипломної освіти
імені П. Л. Шупика, м. Київ**

Вступ. Дентин представляє собою мінералізовану тканину, що займає проміжне положення по твердості між емаллю та цементом. Твердість дентину забезпечується шляхом біомінералізації колагенових волокон, що окутують дентинні трубочки. Згідно гістоструктурно дентин розділяється на слідуючі ділянки: плащевий, регулярний і навколопульпарний. Кожна ділянка характеризується різним вмістом колагенових структур, які оточують дентинні трубочки.

Мета. Об'єктивне одержання морфометричних результатів ультраструктурного дослідження у кожній із ділянок на поперечних зрізах дентинних каналців навколопульпарного, регулярного та плащового дентину.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження, растрова електронна мікроскопія дослідних зразків каналів кореня багатокореневих зубів без патоморфологічних змін.

Результати. Проведений підрахунок середньої щільності дентинних відростків на одиницю площі навколопульпарного дентину $8562,795 \mu\text{m}^2$: $M \pm m(321,9 \pm 28,58)$. Середній діаметр дентинних відростків навколопульпарного дентину складає: $M \pm m(0,898 \pm 0,19)$.

Проведений підрахунок середньої щільності дентинних відростків на одиницю площі регулярного дентину $8562,795 \mu\text{m}^2$: $M \pm m(209 \pm 12,018)$. Середній діаметр відростків одонтобластів у регулярному дентині складає: $M \pm m(0,46 \pm 0,091)$.

Проведений підрахунок середньої щільності дентинних відростків плащового дентину на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$: $M \pm m(103,8 \pm 16,023)$. Середній діаметр відростків одонтобластів у плащовому дентині складає: $M \pm m(0,312 \pm 0,031)$.

Висновки. Таким чином, підводячи підсумок результатів дослідження ультраструктурної організації дентину в різних його ділянках у поєднанні з біохімічними процесами утворення органічного

матриксу дентину, можна дійти до таких висновків. Відомо, що біохімічні одонтобласти подібно фібробластам синтезують різні складові елементи колагену. Так, спочатку вони декретують тропоколаген, який біохімічно є попередником колагену. Проте може знаходитись у тонких волоконних структурах преколагену. Ось чому при монопедичному відходженні одонтобластів з пульпи спочатку утворюється попередник колагенових волокон — проколаген, який відповідає зоні предентину. У подальшому при діхотомічному поділі відростків одонтобластів зона предентину зменшується і розташовується навколо окремих відростків одонтобластів у вигляді світлих ореолів інтра-тубулярного дентину. Отже, формування органічного матриксу дентину здійснюється на різних ділянках дентину завдяки синтезу та секреції одонтобластами спочатку преколагену в ділянці предентину. Потім завдяки самозборці преколагену по ходу діхотомічних відростків утворюється колаген другого типу. Нарешті по ходу мультипедичних відростків одонтобластів відбувається самозборка із преколагену, утворюючи коллаген першого типу.

Ключові слова: дентин, навколопульпарний, регулярний, плащовий, простори Неймана, дентинні каналці.

Вступ. Дентин представляє собою мінералізовану тканину, що займає проміжне положення по твердості між емаллю та цементом. [1,2,3,4]

Твердість дентину забезпечується шляхом біомінералізації колагенових волокон, що окутують дентинні трубочки. Згідно гістоструктурно дентин розділяється на слідуєчі ділянки: **плащевий, регулярний** і **навколопульпарний**. Кожна ділянка характеризується різним вмістом колагенових структур (I, III типу), які оточують **дентинні трубочки**. Останні являють собою систему каналців, в яких розміщені різного діаметру дентинні відростки, що йдуть від одонтобластів пульпової камери. [1,2,3,4]

Результати проведеного електронномікроскопічного дослідження (А. Хем, Д. Кормак, 1983) свідчать, що ультраструктурно відростки одонтобластів оточені капсулою Неймана, між якою і відростком циркулює емалевий ліквор. За межами капсули Неймана спочатку розташовуються інтраканалікулярні волокнисті структури. В подальшому вони об'єднуються між собою завдяки більш грубим волокнистим структурам інтраканалікулярного дентину. [1,2]

Отже, як свідчать дані літератури дентин являє собою пористу структуру, через яку може здійснюватися відток ліквора з пульпової камери. На нашу думку, відток може здійснюватися не через дентинний відросток, а через простори Неймана. [1,2,3,4]

Вищезазначене дає змогу зробити такий висновок: нами проведено ультраструктурне дослідження на поперечних зрізах дентинних каналців в ділянках навколопульпарного, регулярного та плащового дентину.

Мета. З метою об'єктивності одержаних морфометричних результатів у кожній із вищеназваних ділянок проводилось:

- 1) Визначення щільності дентинних трубочок на одиницю площі (μm^2).
- 2) Підрахунок діаметра ($M \pm m$) округлих або овальних за формою дентинних трубочок.
- 3) Товщина відростку одонтобластів навколопульпарного, регулярного і плащового дентину.
- 4) Нарешті шляхом різниці показників діаметру дентинних трубочок і діаметру відростку одонтобластів обчислили товщину, що визначає капсулу Неймана.

Крім того, згідно з розрахунками за Стьюдентом Фішером визначалась достовірність різниці цих показників при $p < 0,05$.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження, растрова електронна мікроскопія дослідних зразків каналів кореня багатокореневих зубів без патологоморфологічних змін.

Результати. За результатами електронномікроскопічних досліджень було виявлено, що навколопульпарний дентин на поперечних зрізах ультраструктурно представлений дентинними відростками, які мають темний колір, а також округлу або овальну форму. Навколо відростків розташовується тонка капсула Неймана, яка тісно прилягає до перитубулярного дентину. Останній має сіруватий колір і циркулярно розташовується в дентинних трубочках (рис 1.).

Нарешті інтратубулярний дентин представлений світлими смугами, які тангенціально розташовуються відносно відростків одонтобластів.

Отже, завдяки відросткам, циркулярному ходу перитубулярного дентину і тангенціальному (косому) ходу інтратубулярного дентину утворюється губчаста матриця навколопульпарного дентину.

Нами проведені морфометричні дослідження щільності дентинних відростків на одиницю площі навколопульпарного дентину.

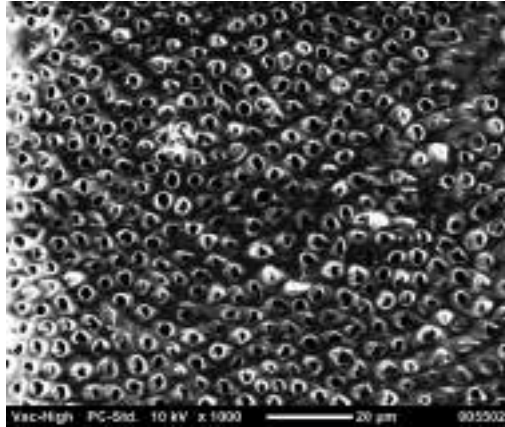


Рис. 1. Растрово електронна мікроскопія(РЕМ) навколопульпарний дентин при збільшенні 1000 разів без патоморфологічних змін.

Морфометричні показники щільності дентинних відростків на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$ навколопульпарного дентину представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Морфометричні показники щільності дентинних відростків навколопульпарного дентину.

Номер фото	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість дентинних відростків	350	340	300	320	357	340	330	350	260	272

Проведений підрахунок, середньої щільності дентинних відростків на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$ навколопульпарного дентину: $M \pm m(321,9 \pm 28,58)$.

Нами проведені морфометричні дослідження середнього діаметра дентинних відростків навколопульпарного дентину.

Морфометричні показники діаметра дентинних відростків навколопульпарного дентину представлені в таблиці 2.

Проведений підрахунок середнього діаметра дентинних відростків навколопульпарного дентину складає: $M \pm m(0,898 \pm 0,19)$.

Товщину капсули Неймана, через щільне прилягання до дентину, визначити неможливо.

Отримані дані електронномікроскопічних досліджень регулярно-го дентину свідчать, що дентинні трубочки мають дещо іншу структуру, ніж навколопульпарний дентин. Так дентинні відростки, маючи округлу або овальну форму оточені світлою смугою у вигляді ореола.

Таблиця 2

Морфометричні показники діаметра дентинних відростків навколопульпарного дентину.

Номер фото	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Діаметр	0,83	0,75	0,83	1,12	0,83	0,83	0,83	0,91	1,24	0,74
$M \pm m$ дентинних відростків	0,83	0,83	1,12	1,04	1,24	0,70	0,70	0,95	1,12	0,79
	0,70	0,66	1,45	0,83	1,24	0,70	0,70	0,87	0,70	1,12

На нашу думку, даний ореол, очевидно, відповідає просторам Неймана. Інтраканалікулярний дентин, на відміну від навколопульпарної ділянки, забарвлюється в темно-сірий колір. Причому, між окремими групами канальців утворюються косі волокнисті структури Ебнера. Інтраканалікулярний дентин цієї ділянки слабо виражений.

Проведені морфометричні дослідження свідчать про зменшення щільності дентинних канальців регулярно дентину в порівнянні з навколопульпарним дентином у 1,5 рази відповідно (рис. 2.).

Морфометричні показники щільності дентинних відростків на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$ регулярно дентину представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Морфометричні показники щільності дентинних відростків регулярно дентину.

Номер фото	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість дентинних відростків	212	195	221	218	220	230	210	180	204	200

Проведений підрахунок середньої щільності дентинних відростків на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$ регулярно дентину: $M \pm m(209 \pm 12,018)$.

Таким чином, зменшення щільності дентинних трубочок в зоні регулярно дентину може відбуватися як за рахунок збільшення дентинних відростків, так і за рахунок зміни співвідношення пері- та

СТОМАТОЛОГІЯ

інтраканалікулярного дентину. Морфометричні показники діаметра дентинних відростків регулярного дентину представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Морфометричні показники діаметра дентинних відростків регулярного дентину.

Номер фото	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Діаметр	0,375	0,375	0,375	0,416	0,375	0,5	0,375	0,625	0,416	0,416
M±m дентинних відростків	0,5	0,416	1,583	0,375	0,416	0,375	0,625	0,5	0,5	0,416

Результати морфометричних досліджень свідчать, що середній діаметр відростків одонтобластів у регулярному дентині складає: $M \pm m(0,46 \pm 0,091)$.

Отже, середня величина діаметра дентинних відростків у регулярному дентині в 2 рази менше, ніж у навколопульпарному дентині. Це можна пояснити дихотомічним поділом дентинних відростків. При цьому дане положення підтверджується статистично достовірною різницею $p < 0,05$.

Поряд з наявністю більшої кількості відростків, зменшенням його щільності відбувається за рахунок співвідношення між інтракатулярним дентином, який у вигляді і світлого ореола оточує відростки, і темно-сірого перітубулярного дентину.

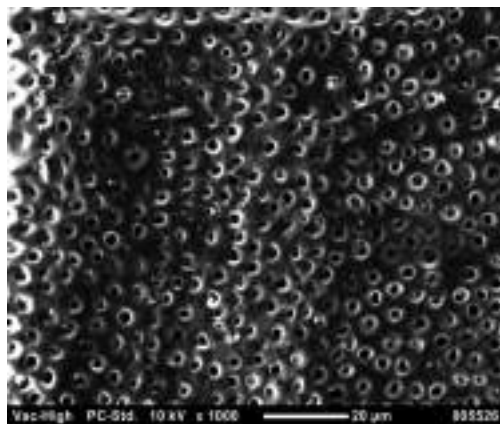


Рис. 2. Растрово електронна мікроскопія(РЕМ) регулярний дентин при збільшенні 1000 разів без патоморфологічних змін.

Отже, в процесі становлення регулярного дентину відбуваються дихотомічний поділ відростків і поступове зменшення інтратубулярного дентину. На нашу думку, зменшення інтратубулярного дентину в цій зоні пов'язане з біохімічним утворенням колагенових волокон, (темно-сірого колагену), які відповідають тангенціальним волокнам Ебнера.

Як показують результати електронномікроскопічних досліджень, ультраструктура плащового дентину представлена дрібними термінальними відростками одонтобластів (рис. 3.), які відходять від дихотомічних відростків і доходять до емалево-дентинної межі. На відміну від дихотомічних, термінальні дентинні трубочки розгалужуються поблизу межі і часто між собою анастомозують. Крім того, в ділянці плащового дентину розташовуються грубі пучки колагенових волокон, які забарвлюються в темно-сірий колір. У той час як термінальні відростки мають темну серцевину і оточені тонкою світлою смужкою інтраканалікулярного дентину.

Проведеними морфометричними розрахунками встановлено, що щільність дентинних каналців у плащовому дентині відрізняється в 3 рази у порівнянні з навколопульпарним дентином і в 2рази порівняно з регулярним дентином.

Морфометричні показники щільності дентинних відростків на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$ плащового дентину представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Морфометричні показники щільності дентинних відростків дентину.

Номер фото	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість дентинних відростків	100	142	124	94	140	100	97	102	125	114

Проведений підрахунок середньої щільності дентинних відростків на одиницю площі $8562,795 \mu\text{m}^2$ плащового дентину: $M \pm m(103,8 \pm 16,023)$.

На нашу думку, зниження щільності плащового дентину, порівняно з регулярним, зумовлена наявністю більшої кількості дентинних каналців, завдяки чому збільшується його пористість.

Морфометричні показники діаметра дентинних відростків плащового дентину представлені в таблиці 6.

**Морфометричні показники діаметра дентинних відростків
плащового дентину.**

Номер фото	1	2	3	4	5	6	7	8
Діаметр M±m дентинних відростків	0,33	0,25	0,29	0,33	0,33	0,33	0,33	0,29

Результати морфометричних досліджень свідчать, що середній діаметр відростків одонтобластів у плащовому дентині складає: $M \pm m (0,312 \pm 0,031)$.

Проведені морфометричні дослідження відростків одонтобластів, які локалізуються в цьому шарі свідчать, що вони в середньому мають діаметр $0,3 M \pm m$. Це вказує, що вони в 1,5 рази менші від діхотомічних відростків і в 3 рази від монопедичних. Тобто щільність дентину в різних його ділянках має зворотню пропорцію в порівнянні з середнім діаметром дентинних відростків.

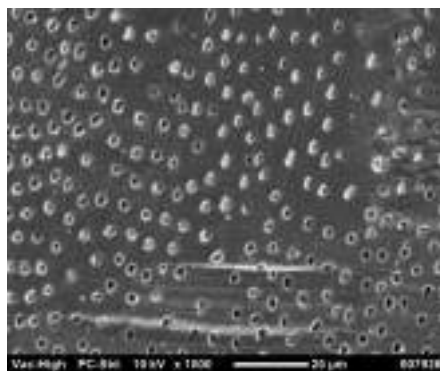


Рис. 3. Растрово електронна мікроскопія(РЕМ) плащовий дентин при збільшенні 1000 разів без патоморфологічних змін.

Однак на щільність дентинних трубочок у різних ділянках дентину впливає не тільки діаметр дентинних відростків, а й якісні показники інтра- та перитубулярнодентинів, які їх оточують.

Встановлено, що маючи малий діаметр, термінальні відростки плащового дентину, в порівнянні з регулярним дентином, які містять вузьку білу смужку інтратубулярного дентину та масивні грубі пучки темного кольору перитубулярного дентину.

Останні, згідно Фаліна, представляють собою колагенові волокна першого типу — волокна Корфа. Саме завдяки наявності в плащовому дентині волокон Корфа спостерігається ущільнення термінальних відростків та оточуючих їх світлих зон інтратубулярного дентину.

Висновки. Таким чином, підводячи підсумок результатів дослідження ультраструктурної організації дентину в різних його ділянках у поєднанні з біохімічними процесами утворення органічного матриксу дентину, можна дійти до таких висновків. Відомо, що біохімічного одонтобласти подібно фібробластам синтезують різні складові елементи колагену. Так, спочатку вони секретують тропоколаген, який біохімічно є попередником колагену. Проте може знаходитись у тонких волоконних структурах преколагену. Ось чому при монопедичному відходженні одонтобластів з пульпи спочатку утворюється попередник колагенових волокон — проколаген, який відповідає зоні предентину. У подальшому при діхотомічному поділі відростків одонтобластів зона предентину зменшується і розташовується навколо окремих відростків одонтобластів у вигляді світлих ореолів інтратубулярного дентину. [1,2]

Проте, на відміну від предентину, навколо інтратубулярного дентину розташовується темно-сірого кольору зона перитубулярного дентину. Останній, очевидно, представляє собою зону самозборки колагенових волокон третього типу. Даний колаген згідно Л. Г. Фаліна, В. Л. Викова розташовується в регулярному дентині маючи косий (тангенціальний) напрямок відносно дентинних трубочок і називається волокнами Ебнера.[1]

Нарешті плащовий дентин складається із термінальних мультіпедичних відростків одонтобластів, які поблизу емалево-дентинної межі часто анастомозують. Згідно даних літератури, іноді термінальні відростки одонтобластів можуть проникати в емаль у вигляді ламел та емалевих веретен, реагуючи на різні фізичні та хімічні фактори.

Слід відзначити, що в порівнянні з моно- та діхотомічними відростками одонтобластів, мультіпедичні відростки мають світлу тонку смужку преколагену. Проте органічний матрикс цієї ділянки складається із грубих пучків колагенових волокон, які відповідають волокнам Корфа. Останні, згідно біохімічних досліджень, слід віднести до колагену першого типу.

Отже, формування органічного матриксу дентину здійснюється на різних ділянках дентину завдяки синтезу та секреції одонтобластами спочатку преколагену в ділянці предентину. Потім завдяки самозборці

преколагену по ходу діхотомічних відростків утворюється колаген другого типу. Нарешті по ходу мультипедичних відростків одонтобластів відбувається самозборка із преколагену, утворюючи колаген першого типу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Самусев Р. П., Краюшкин А. И., Дмитриенко С. В. Основы клинической морфологии зубов.// Учебное пособие.— М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век»: ООО «Мир и Образование», 2002.— С. 463–503.
2. Стивен Коен, Ричард Бернс. Эндодонтия.— Санкт-Петербург: «Издательский дом «STBOOK», 2007.— С. 411–456.
3. Kenneth M. Hargreaves, Stephen Cohen, Louis H. Berman. Cohen's Pathways of the Pulp// Mosby Elsevier.— 2011.— P. 532–572.
4. Kenneth M. Hargreaves, Harold E. Goodis, Franklin R. Tay. Dental Pulp.// Quintessence Publishing, 2012.— P. 47–90.

Морфометрические показатели ультраструктурной организации дентина корневых каналов многокорневых зубов в норме.

И. М. Чорненький, А. В. Гаверилук

Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика, г. Киев

Введение. Дентин представляет собой минерализованую ткань, занимает промежуточное положение по твердости между эмалью и цементом. Твёрдость дентина обеспечивается путем биоминерализации коллагеновых волокон, обволакивают дентинные трубочки. Согласно гистоструктурных дентин разделяется на следующие участки: плащевой, регулярный и околопульпарный. Каждый участок характеризуется различным содержанием коллагеновых структур, окружающих дентинные трубочки.

Цель. Объективное получение морфометрических результатов ультраструктурного исследования каждого из участков на поперечных срезах дентинных канальцев околопульпарного слоя, регулярного слоя и плащевого слоя дентина.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования, растровая электронная микроскопия опытных образцов каналов корня многокорневых зубов без патоморфологических изменений.

Результаты. Проведенный подсчет средней плотности дентинных отростков на единицу площади околопульпарного дентина $8562,795\mu\text{m}^2$: $M \pm m$ ($321,9 \pm 28,58$). Средней диаметр дентинных отростков околопульпарного дентина составляет: $M \pm m$ ($0,898 \pm 0,19$).

Подсчет средней плотности дентинных отростков на единицу площади регулярного дентина $8562,795 \mu\text{m}^2$: $M \pm m$ ($209 \pm 12,018$). Средний диаметр отростков одонтобластов в регулярном дентине составляет: $M \pm m$ ($0,46 \pm 0,091$).

Проведенный подсчет средней плотности дентинных отростков плащевого дентина на единицу площади $8562,795 \mu\text{m}^2$: $M \pm m$ ($103,8 \pm 16,023$). Средний диаметр отростков одонтобластов в плащевом дентине составляет: $M \pm m$ ($0,312 \pm 0,031$).

Выводы. Таким образом, подводя итог результатов исследования ультраструктурных организаций дентина в разных его участках в сочетании с биохимическими процессами образования органического матрикса дентина, можно дойти до таких выводов. Известно, что биохимически одонтобласты подобно фибробластам синтезируют различные составляющие элементы коллагена. Так, сначала они секретируют тропоколлаген, который биохимически является предшественником коллагена. Однако может находиться в тонких волоконных структурах преколлагена. Вот почему при монопедическом слое одонтобластов из пульпы сначала образуется предшественник коллагеновых волокон — проколлаген, который соответствует зоне преддентина. В дальнейшем, при дихотомическом разделении отростков одонтобластов зона преддентина уменьшается и располагается вокруг отдельных отростков одонтобластов в виде светлых ореолов интратубулярного дентина. Затем благодаря самозборки ципреколлагена по ходу дихотомическому слою образуется коллаген второго типа. Наконец, по ходу мультипедического слоя одонтобластов происходит самозборка с преколагеном, образуя коллаген первого типа.

Ключевые слова: дентин, околопульпарный, регулярный, плащевой, пространства Неймана, дентинные каналы.

Normal morphometric findings of dentine ultrastructural organization of root canals in multi-root teeth

I. M. Chornenkyi, O. V. Havryliuk

**Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education,
Kyiv**

Introduction. Dentine is a mineralized tissue that takes an intermediate position in hardness between enamel and cement. The hardness of the dentine is ensured by the biomineralized collagen fibers, enveloping

the dentinal tubules. In the histostructure of dentine there are following layers: mantles, regular and parapulpal. Each of them is characterized by a different content of collagen structures surrounding the dentinal tubules.

Aim. An objective assessment of morphometric findings of ultrastructural studies of cross sections of the dentinal tubules of the parapulpal, regular and mantles layers.

Materials and methods. Experimental studies of samples of multi-root teeth root canals with no pathological changes, using scanning electron microscopy.

Results. The average density of dentin processes per unit area of parapulpal dentin was $8562.795 \mu\text{m}^2: M \pm m (321.9 \pm 28.58)$. The average diameter of the dentinal processes of the parapulpal dentin was $M \pm m (0.898 \pm 0.19)$.

The average density of dentin processes per unit area of regular dentin was $8562.795 \mu\text{m}^2: M \pm m (209 \pm 12.018)$. The average diameter of the processes of odontoblasts in the regular dentine was $M \pm m (0.46 \pm 0.091)$.

The average density of the dentinal processes of the mantle dentin per unit area was $8562.795 \mu\text{m}^2: M \pm m (103.8 \pm 16.023)$. The average diameter of the processes of odontoblasts in the mantle dentine was $M \pm m (0.312 \pm 0.031)$.

Conclusion. Thus, summing up the findings of the study of the dentine ultrastructural organization and taking into account the underlying biochemical processes of formation of the organic matrix of dentine, we can reach the following conclusions. It is known that biochemically odontoblasts alike fibroblasts synthesize the various constituent elements of collagen. At first, they secrete tropocollagen, which is a biochemical precursor of collagen. However, it may be present in the thin fiber structures of pre-collagen. Therefore, during the mono-pedic discharge of odontoblasts from the pulp, first, a precursor of collagen fibers (procollagen) is formed. It corresponds to the pre-dentine zone. Then, with the dichotomous separation of the processes of odontoblasts, the pre-dentine zone is reduced and it is located around the individual processes of the odontoblasts as bright halos of intra-tubular dentine. After that, due to the self-assembly of precollagen, collagen type two is formed along the dichotomy layer. Finally, along the multi-pedic layer of odontoblasts, self-assembly with pre-collagen occurs, forming the collagen type one.

Key words: dentine, pulmonary, regular, mantle, Neumann spaces, dentinal tubules.

Відомості про авторів:

Чорненький Ігор Михайлович — асистент кафедри ортопедичної стоматології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9, тел.: (044)482-08-50.

Гаврилюк Олександр Васильович — кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри дерматовенерології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Адреса: м. Київ, вул. Дорогожицька, 9, тел.: (044) 245-65-93.