

## Ультраструктурный и количественный анализ клеточных элементов в периодонтальной связке первых премоляров

Хертек М.В., Логвинов С.В.

## Ultrastructural and quantitative analysis of cellular elements in the periodontal ligament premolars

Khertek M.V., Logvinov S.V.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Хертек М.В., Логвинов С.В.

Проведен подсчет и ультраструктурный анализ клеточных элементов в периодонтальной связке премоляров с разных поверхностей (медиальной, дистальной, щечной и небной) и на различных уровнях корней. Показано, что при биомеханической нагрузке на премоляры морфология периодонта меняется на всем протяжении корня в зависимости от локализации зон сжатия и растяжения. Содержание клеток в периодонте зависит от поверхности и уровня корня зуба.

**Ключевые слова:** премоляры, периодонтальная связка, морфология, фибробласты, лимфоциты.

A calculation and ultrastructural analysis of cellular elements in the periodontal ligament premolars with different surfaces (medial, distal, buccal and palatal) and at different levels of the roots. It is shown that the biomechanical load on the morphology of the premolars periodontal changes throughout the root, depending on the location of zones of compression and tension. Content of cells in the periodontium depends on the surface and the level of the tooth root.

**Key words:** premolars, periodontal ligament, morphology, fibroblasts, lymphocytes.

УДК 611.314:616.314.6]-076.4/5

### Введение

Периодонт представляет собой особую систему, основной биологической функцией которой является поглощение механической энергии, возникающей при жевании, равномерное распределение ее на костную ткань альвеолы [1]. Фибробласты — наиболее многочисленные клетки периодонтальной связки. Они занимают до 50% ее объема. Основная функция клеток — синтез и секреция компонентов межклеточного вещества периодонта: коллагенов, протеогликанов, гликопротеинов [4]. Макрофаги содержатся в небольших количествах, преимущественно в рыхлой волокнистой соединительной ткани периодонта. Они обеспечивают развитие и течение защитных реакций [7]. Лимфоциты в норме единичны, их количество нарастает при воспалительных заболеваниях, а также при ортодонтическом смещении зубов. Плазматические клетки в большом числе встречаются в нормальной периодон-

тальной связке, обеспечивают гуморальный иммунитет путем активной выработки иммуноглобулинов [4]. Эпителиальные остатки (островки) Малассе (ЭОМ) представляют собой небольшие, окруженные базальной мембраной компактные скопления (тяжи) численностью до 10 клеток [4]. ЭОМ выделяют факторы роста — цитокины, которые, в свою очередь, влияют на основные клеточные популяции периодонтальной связки — фибробласты, макрофаги, тучные клетки, лимфо-, грануло-, эндотелиоциты, остео- и цементобласты [2].

Цель исследования — изучить морфологические особенности клеточных элементов периодонтальной связки на различных уровнях корня с разных поверхностей (медиальной, дистальной, небной или оральной и щечной) первых премоляров, обосновать связь клеток с удельным объемом плотной волокнистой соединительной ткани (ПВСТ) при биомеханических нагрузках в периодонте первых премоляров.

## Материал и методы

Материалом для морфологических исследований служили фрагменты верхних челюстей с зубами, взятые у трупов людей возрастной группы от 45 до 65 лет. Всего изучено 15 зубоальвеолярных комплексов первых премоляров.

Для световой микроскопии материал фиксировали в 10%-м формалине. После фиксации материала производили его декальцинацию в 15%-м растворе азотной кислоты и заливали в парафин. Срезы готовили в горизонтальной плоскости на уровне апикальной, средней части корня (промежуточном отделе) и на уровне десны, окрашивали гематоксилином и эозином, по ван Гизону. С помощью сетки Автандилова, вставленной в окуляр микроскопа, определяли удельную площадь плотной волокнистой соединительной ткани и количество фибробластов, макрофагов, плазматических клеток и ЭОМ в  $1 \text{ мм}^2$  с различных поверхностей (медиальной, дистальной, небной или оральной и щечной) периодонта.

Изучение материала также проводили с помощью электронной микроскопии. Материал фиксировали в 2,5%-м глutarовом альдегиде, постфиксировали в 1%-м растворе четырехоксида осмия, дегидратировали в спиртах возрастающей крепости и заливали в эпон. Приготовленные на ультратоме LKB-4 (Швеция) полутонкие срезы окрашивали 1%-м раствором толуидинового синего. Ультратонкие срезы помещали на медные сетки и докрасивали уранилацетатом и цитратом свинца (Reinolds E.S., 1963). Просмотр и фотографирование полутонких срезов проводили на световом микроскопе «Микромед-5» (Россия), ультратонких — на электронном микроскопе JEM-7A (Япония).

Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Манна—Уитни. Использована компьютерная программа Statistica 6.0. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ . Результаты представляли в виде  $X \pm m$ , где  $X$  — выборочное среднее значение,  $m$  — ошибка среднего.

## Результаты

Основную долю клеток периодонтальной связки составляют фибробласты (Фб). Это клетки вытянутой, отростчатой формы с округлым ядром (рис. 1). Наибольшее их количество сосредоточено в средней и апикальной зонах корня зуба. Можно отметить, что

большая часть Фб расположена в ПВСТ. Меньше их наблюдается в рыхлой волокнистой соединительной ткани (РВСТ). В цитоплазме много митохондрий, представлены элементы цитоскелета (микрофиламенты). Часть Фб имеют вытянутую форму ядра, в цитоплазме обнаруживаются единичные фагосомы, содержащие мембранные комплексы и гранулярные структуры. Часто обнаруживаются Фб, содержащие весьма многочисленные цистерны гранулярной эндоплазматической сети. Просвет цистерн, как правило, расширен, что свидетельствует о высокой интенсивности синтетических процессов в данных клетках. Фб связываются друг с другом посредством десмосом, щелевых и плотных соединений и образуют в периодонте единую трехмерную сеть. Следует отметить, что количество Фб увеличивается при максимальном удельном объеме ПВСТ периодонта с той или иной поверхности корня.

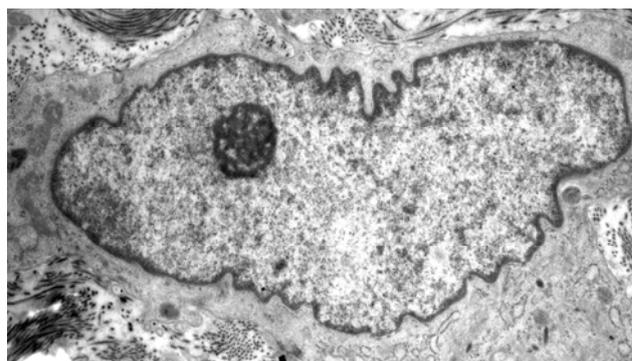


Рис. 1. Фибробласт периодонтальной связки первого моляра. Ув. 3 000

В непосредственной близости к фибробластам могут располагаться клетки макрофагального ряда. Их количество преобладает в десневой части корня по сравнению со средней и верхушечной зонами. В цитоплазме макрофагов располагается выраженный лизосомальный аппарат. Часть клеток относится к разряду секреторных форм и содержит в цитоплазме многочисленные вакуоли и умеренно развитый эндоплазматический ретикулум.

В десневой зоне периодонта располагается наибольшее количество лимфоцитов. Преимущественно они сосредоточены в РВСТ, нередко обнаруживаются в просвете сосудов (рис. 2). Лимфоциты с умеренной конденсацией хроматина. Количество органелл невелико.

При изучении плазматических клеток выявлено, что их содержание существенно не изменяется между

уровнями корня. Больше их количество обнаруживается в РВСТ. Плазмоциты имеют округлую форму, ядра их с характерной прикраевой локализацией хроматина (рис. 3). В цитоплазме хорошо выражены цистерны эндоплазматической сети, заполненные белковым содержимым.

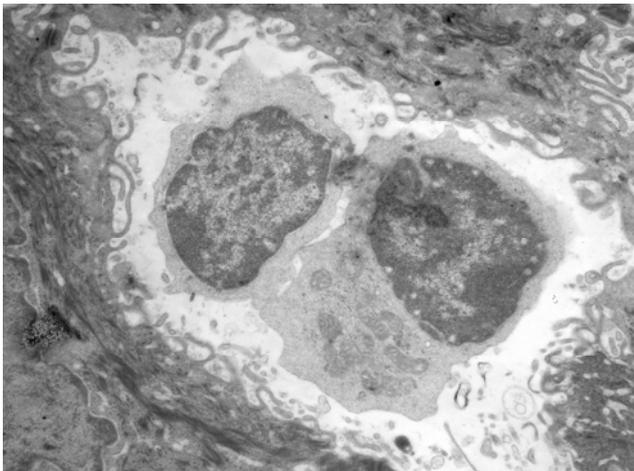


Рис. 2. Лимфоциты в просвете сосуда периодонта десневой части моляра. Ув. 4 000

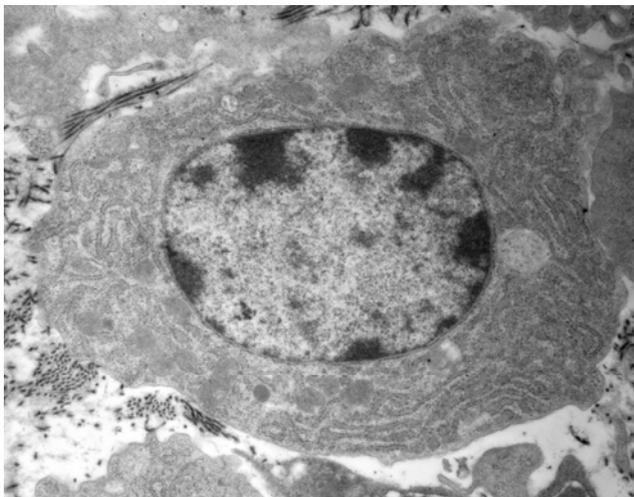


Рис. 3. Зрелая плазматическая клетка с округлым ядром в периодонтальной связке первых премоляров. Ув. 5 000

При количественном изучении Фб в периодонте первых премоляров на различных уровнях и поверхностях выявлены существенные различия. В десневой части периодонта с медиальной поверхности количество фибробластов в РВСТ составило  $444,6 \pm 30,1$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что значительно меньше, чем с небной стороны аналогичного уровня корня —  $539,2 \pm 59,9$  ( $p < 0,05$ ).

На вестибулярной поверхности в средней области периодонта количество исследуемых клеток составило  $627,9 \pm 82,5$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что значительно выше, чем на десневом и верхушечном уровнях таковой стороны ( $473,5 \pm 15,3$  и  $434,8 \pm 27,2$  соответственно) ( $p < 0,05$ ). В средней зоне корня на небной поверхности количество Фб в периодонте первых премоляров составило  $546,2 \pm 43,8$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что достоверно превышало исследуемое значение в верхушечной области аналогичной поверхности ( $494,2 \pm 18,9$ ) ( $p < 0,05$ ).

Меньшая часть Фб располагается в рыхлой волокнистой соединительной ткани периодонта первых премоляров. Статистический анализ выявил, что содержание фибробластов в РВСТ корня с различных сторон и поверхностей также не одинаково. При изучении этих клеток в РВСТ на медиальной поверхности на среднем уровне корня их количество составило  $65,7 \pm 8,9$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что выше, чем в десневой ( $55,1 \pm 6,8$ ), и значительно выше, чем в верхушечной зоне аналогичной стороны ( $32,1 \pm 6,4$ ) ( $p < 0,05$ ).

При подсчете макрофагов в РВСТ периодонта первых премоляров было выявлено, что большая часть их сосредоточена в десневой области. На медиальной поверхности в верхушечной части корня количество макрофагов составило  $5,8 \pm 0,6$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что значительно ниже, чем в десневой и средней зонах аналогичной стороны ( $18,4 \pm 3,0$  и  $12,9 \pm 2,0$  соответственно) ( $p < 0,05$ ). Численный показатель на дистальной поверхности в области верхушки корня был равен  $11,7 \pm 2,0$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что достоверно ниже, чем исследуемое значение на десневом и среднем уровнях аналогичной стороны ( $17,6 \pm 3,1$  и  $13,7 \pm 2,1$  соответственно) ( $p < 0,05$ ).

Количество лимфоцитов на медиальной поверхности в десневой области корня составляло  $86,4 \pm 11,7$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что достоверно превышало искомое значение на аналогичной стороне в средней и верхушечной зонах периодонта ( $13,7 \pm 2,2$  и  $6,2 \pm 0,6$ ) соответственно ( $p < 0,05$ ).

Статистический анализ плазматических клеток выявил, что их количество различно на разных поверхностях и уровнях периодонта. В десневой части корня на медиальной поверхности количество плазмоцитов составило  $4,7 \pm 0,9$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что значительно отличалось от искомого показателя с небной и вестибулярной сторон аналогичной зоны ( $19,9 \pm 3,3$  и  $20,3 \pm 3,4$  соответственно) ( $p < 0,05$ ).

Исследуемое значение плазмоцитов на небной поверхности десневой зоны составило  $19,9 \pm 3,3$  в  $1 \text{ мм}^2$ , что значимо выше, чем в средней и верхушечной областях этой же стороны ( $0,9 \pm 0,1$  и  $1,9 \pm 0,9$  соответственно) ( $p < 0,05$ ). Необходимо отметить, что количество макрофагов и плазмоцитов превалирует в десневой части корня, вероятно, в связи с тем, что данная область постоянно контактирует с полостью рта, непосредственно с зубной бляшкой.

При изучении ЭОМ отмечалось, что они в основном дислоцируются в средней и апикальной частях корня (рис. 4). При подсчете количественного состава ЭОМ в периодонте первых премоляров выявлено, что их численный показатель на верхушечном уровне небной поверхности составил  $3,9 \pm 0,7$  в  $1 \text{ мм}^2$ . В средней части корня с аналогичной стороны количество ЭОМ значимо выше и было равно  $6,6 \pm 1,1$  в  $1 \text{ мм}^2$ . Клетки ЭОМ выделяют факторы роста — цитокины, которые, в свою очередь, влияют на основные клеточные популяции периодонтальной связки — фибробласты [2]. Отмечено, что количество ЭОМ превалирует на тех поверхностях, где содержание фибробластов больше.



Рис. 4. Эпителиальные островки Малассе (указаны стрелками) в прослойках ПВСТ периодонта первых премоляров. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 750

## Обсуждение

Зубы подвергаются воздействию прерывистых и постоянных нагрузок со стороны языка, щек, губ и жевательных мышц. Прерывистые нагрузки на зубы осуществляются при жевании и глотании пищи. В процессе ее пережевывания они могут быть значительными [3]. Механические нагрузки являются важ-

нейшими регуляторами деятельности периодонтальных фибробластов. Установлено, что натяжение усиливает, а сдавление — угнетает выработку коллагена [4].

Первые премоляры отличаются по форме и анатомическому строению корней от моляров. Эта группа зубов имеет два отдельно стоящих корня или один с раздвоенными верхушками. При изучении периодонта первых премоляров имеются отличительные признаки от моляров. В зависимости от точки сопротивления, прикладываемой при жевательной силе, нагрузка будет распределяться в средней части периодонта [5]. Удельный объем ПВСТ варьирует на разных участках корня в соответствии с жевательной нагрузкой.

В гистологических и электронно-микроскопических исследованиях установлено, что количество Фб зависит от удельного объема ПВСТ в периодонте первых премоляров при физиологических условиях. Из источников литературы известно, что при пережевывании пищи максимальная нагрузка на периодонтальную щель первых премоляров приходится на среднюю часть корня [5]. При изучении удельного объема ПВСТ зафиксированы наибольшие показатели в средней зоне корня. Количество фибробластов было максимальным в аналогичной части периодонта. В зонах натяжения периодонтальной связки — на дистальной и небной поверхностях десневой области корня, наибольшее количество данных клеток.

В верхушечной части периодонтальной связки максимальное количество фибробластов зарегистрировано на небной поверхности. Здесь же выявлены высокие значения удельного объема ПВСТ.

Наибольшее количество клеток макрофагального ряда в десневой части, вероятно, обусловлено постоянным контактом этой области с полостью рта, непосредственно с зубной бляшкой. Также можно отметить, что в области десны большая часть клеток располагается на дальних поверхностях (дистальной и щечной), где процесс самоочищения затруднен.

Плазматические клетки чаще всего обнаруживаются в прослойках соединительной ткани вблизи кровеносных сосудов. Наибольшее количество этих клеток выявляется в десневой части периодонта.

## Заключение

Количество фибробластов превалирует в зонах с максимальным удельным объемом ПВСТ. При биоме-

ханических нагрузках на периодонт первых премоляров в зонах сжатия характерно минимальное количество Фб, а в областях его растяжения сосредоточен наибольший численный показатель таковых клеток. Количество ЭОМ соответствует максимальному содержанию Фб на этих же поверхностях. По литературным данным, ЭОМ взаимодействуют с ними и способны совместно вырабатывать ряд биологически активных веществ, гликозаминогликанов и ферментов [6]. Наибольшее количество лимфоцитов, плазматических клеток и макрофагов содержится в десневой части периодонта.

#### Литература

1. Аболмасов Н.Г., Аболмасов Н.Н. Ортодонтия. М.: МЕДпресс-информ, 2008. 423 с.
2. Быков В.Л. Эпителиальные остатки Малассе: тканевая, клеточная и молекулярная биология // Морфология. 2003. № 4. С. 95—102.

3. Гросс М.Д., Мэтьюс Д.Д. Нормализация окклюзии. М.: Медицина, 1986. 288 с.
4. Орехова Л.Ю. Заболевания пародонта. М.: Поли Медиа Пресс, 2004. 432 с.
5. Шварц А.Д. Биомеханика и окклюзия зубов. М.: Изд-во «АМЛ ЗАО», 1994. 204 с.
6. Karin B.B., Dorrit N., Jonas P.B et al. Immunohistochemical localization of epithelial rests of Malassez in human periodontal membrane // European J. of Orthodontics. 2007. V. 29. P. 350—353.
7. Nemoto E., Kanaya S., Minamibuchi M. et al. Cleavage of PDGF Receptor on Periodontal Ligament Cells by Elastase // J. of Dental Research. 2005. V. 84, № 7. P. 629—633.

Поступила в редакцию 02.03.2011 г.

Утверждена к печати 01.04.2011 г.

#### Сведения об авторах

*М.В. Хертек* — ассистент кафедры гистологии, эмбриологии и цитологии СибГМУ (г. Томск).

*С.В. Логвинов* — д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой гистологии, эмбриологии и цитологии СибГМУ (г. Томск).

#### Для корреспонденции

*Хертек Марина Васильевна*, тел. 8-923-405-0861; e-mail: @mail: Hertek81@mail.ru

---

### Уважаемые рекламодатели!

На страницах журнала можно разместить рекламу о медицинских и оздоровительных организациях и учреждениях, информацию о новых лекарственных препаратах, изделиях медицинской техники, продуктах здорового питания. Приглашаем вас разместить информацию о деятельности вашего учреждения на страницах журнала в виде научной статьи, доклада или в форме рекламы.

#### Тарифы на размещение рекламного материала

Площадь на полосе	Черно-белая печать, руб.	Полноцветная печать, руб.
1/1 210 × 280 мм (А4)	4000	10000

1/2	2500	7500
1/4	1500	5000
1/8	1000	2500
1/16	800	1000
Текстовая реклама	50 руб. за 1 кв. см	

Скидки: 2 публикации — 5%, 4 публикации — 10%, 6 публикаций — 15%