

Морфологические особенности периодонта первых премоляров и моляров*

Хертек М.В.

Morphological features of periodontal first premolars and molars

Khertek M.V.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Хертек М.В.

Проведен расчет и анализ данных о морфофункциональной организации периодонтальной связки с разных поверхностей (медиальной, дистальной, щечной и небной) на различных уровнях корней первых моляров и первых премоляров. Показано, что при биомеханической нагрузке на жевательные зубы морфология периодонта меняется на всем протяжении корня в зависимости от локализации зон сжатия и растяжения.

Ключевые слова: биомеханика, зуб, морфология, периодонтальная связка.

The calculation and analysis of data on the morphofunctional organization of periodontal ligament with different surfaces (medial, distal, buccal and palatal) at various levels of the roots of the first molars and first premolars. Shown that the biomechanical load on teeth morphology of periodontal changes throughout the root, depending on the localization of zones of compression and tension.

Key words: biomechanics, tooth morphology, periodontal ligament.

УДК 611.314-018:616.314.5/314.6-091.8

Введение

Периодонт (периоцемент, периодонтальная связка) — это уникальная структура организма, основной функцией которой является равномерное распределение нагрузки на костную ткань альвеолы, возникающей при жевании [16]. Ширина периодонтальной щели, занимаемой связкой, неодинакова на различных уровнях. Наибольшая в области края альвеолы, где она составляет 0,23—0,27 мм (минимальное и максимальное значение), далее в цервикальной области постепенно сужается до 0,17—0,19 мм и в средней трети становится наименьшей — до 0,08—0,14 мм. Затем в апикальной трети периодонтальная щель вновь увеличивается до 0,16—0,19 мм и в области дна альвеолы составляет 0,23—0,28 мм [2]. Из этого можно сделать вывод, что в средней части лунки периодонтальная щель имеет сужение, и это дает право некоторым авторам сравнивать ее конфигурацию с песочными часами. Сужение периодонтальной щели в средней трети объясняется характером физиологической подвиж-

ности

зуба. Существует теория о подвешивании корня зуба, согласно которой жевательное давление передается через корень на периодонт и от него на лунку [3, 4, 9]. При потере зубов-антагонистов расположение пучков волокон периодонта нарушается, и они истончаются. При повышенной нагрузке на зуб, наоборот, отмечается утолщение периодонтальной связки, особенно на тех участках, которые испытывают наибольшее давление [7].

Если рассматривать зубочелюстную систему в целом как механизм, который обеспечивает измельчение пищи, то зубной ряд представляет собой жесткую рабочую поверхность. При любых функциональных нагрузках значительная часть волокон периодонта работает на растяжение, что обеспечивает устойчивость зуба, корень которого практически всегда остается в упругофиксированном состоянии, не касаясь стенок альвеолы [2, 11].

Ряд авторов [11, 13] считают, что зубы под воздействием приложенных сил совершают колебательные

* Работа выполнена под руководством д-ра мед. наук, профессора С.В. Логвинова.

движения в альвеолах, главным образом в вестибулярном и оральном направлениях. Однако нужно учесть,

что зубы совершают микродвижения в своих лунках в покое. Сила, соответствующая жевательной нагрузке, действует под некоторым углом по отношению к оси зуба, и точка ее приложения не совпадает с осью. Такое приложение силы характерно в первую очередь для премоляров, у которых жевательная площадка смещена орально в более значительной степени, чем у передних зубов и моляров [10]. Современные возможности биомеханики, которые применяются в стоматологии, с каждым годом значительно расширяются. Морфология периодонта жевательных групп зубов изучена далеко не полно. Мало сведений об особенностях периодонтальной связки на различных поверхностях зубов. Для врачей-стоматологов данный вопрос имеет важное практическое значение. Это прежде всего связано с тем, что при ортопедических и ортодонтических нагрузках на периодонт возникают неадекватные изменения в его структуре и функции [2, 3]. Таким образом, актуальность проблемы морфологии периодонта и биомеханических особенностей зуба с каждым годом возрастает.

Цель исследования — изучить морфологические особенности периодонтальной связки на различных уровнях корня с разных поверхностей (медиальной, дистальной, небной, оральной и щечной) первых премоляров и первых моляров. Определить связь между биомеханикой и морфологией периодонта первых моляров и 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 10 зубоальвеолярных комплексов первых моляров и первых премоляров. Материал забирали на 2-е сут после смерти и 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 кровеносных и лимфатиче-

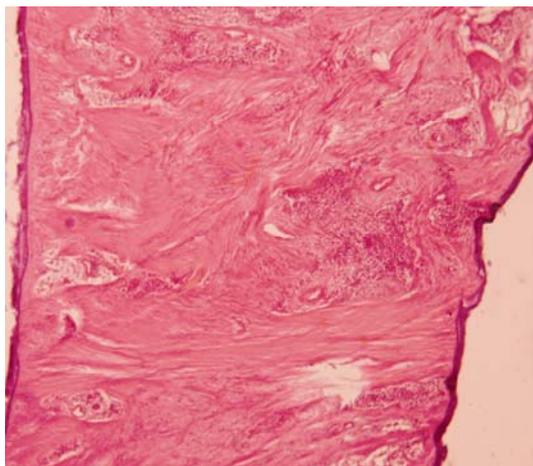
ских сосудов, удельный объем рыхлой и плотной соединительной ткани с различных поверхностей (медиальной, дистальной, небной или оральной и щечной) периодонта. Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Манна—Уитни. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$. Результаты представляли в виде $X \pm m$, где X — выборочное среднее, m — ошибка среднего.

Результаты

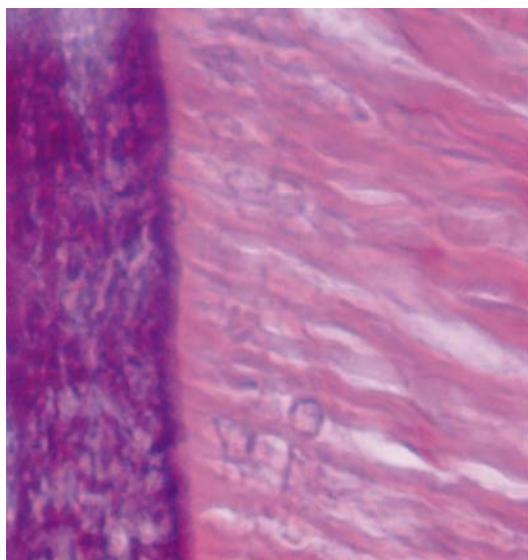
На гистологических препаратах хорошо виден периодонт, граничащий с одной стороны с цементом зуба, а с другой стороны — с тонкой пластинкой костной ткани. Последняя имеет единичные остеоны и образует выросты в сторону периодонта. Периодонтальная связка содержит толстые пучки коллагеновых волокон, имеющих преимущественно радиальное направление, как правило, от указанных выростов альвеолярной кости и с противоположной стороны влетающих в цемент (рис. 1). От пластинки костной ткани также отходят пучки коллагеновых волокон, имеющих тангенциальное направление. Между пучками коллагеновых волокон хорошо выражена рыхлая волокнистая соединительная ткань (рис. 2,а). По объему она, как правило, уступает плотной соединительной ткани связки. В ней довольно много различных клеточных элементов, но преобладающими являются клетки фибробластического ряда. Среди клеток периодонта можно отметить лимфоциты различной степени зрелости, которые преобладают в десневой части корня, а также в небольшом количестве обнаруживаются макрофаги. В периодонтальной связке встречаются эпителиальные остатки (островки) Малассе, преимущественно они сосредоточены в области шейки и верхушки корня.

В периодонте располагаются многочисленные кровеносные сосуды различного калибра и типа, начиная от мелких артерий, артериол и гемокapилляров и заканчивая венами (рис. 2). Весьма характерным является наличие лимфатических сосудов, они имеют очень тонкую стенку, в составе которой обнаружены лишь единичные ядра эндотелиальных клеток, их просвет не содержит форменных элементов крови. Эти сосуды чаще всего обнаруживаются вблизи цемента, а также около костной ткани. В средней части корня они чаще имеют продольное расположение, а в области десны и апекса периодонта — циркулярное. Надо

отметить, что в рыхлой соединительной ткани, вблизи связок часто определяются значительные пространства между волокнами, не имеющие выраженной собственной стенки. Чаще всего они занимают существенную объемную долю в тканях связки и, будучи заполненными тканевой жидкостью, могут играть значительную роль в амортизации при нагрузке с той или иной поверхности корня зубов.



a

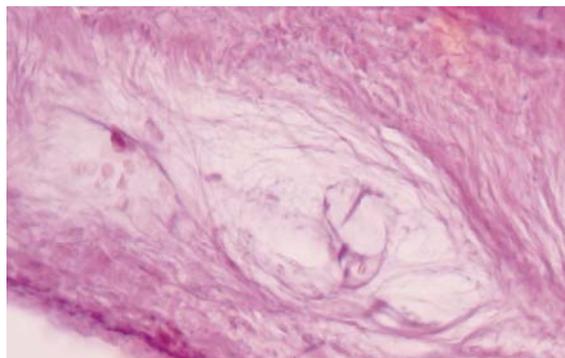


б

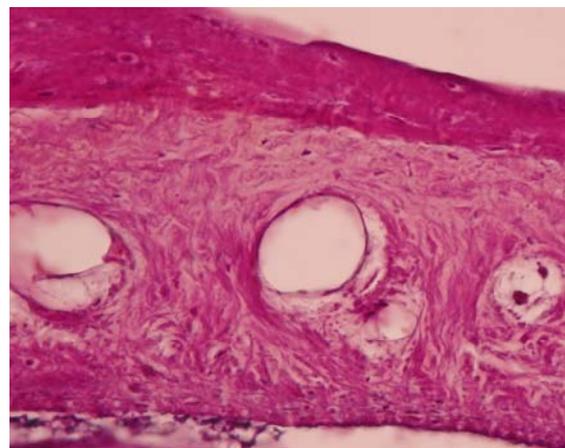
Рис. 1. Периодонтальная связка первых моляров, верхней челюсти: *a* — плотная волокнистая соединительная ткань; *б* — соединения плотной волокнистой соединительной ткани с цементом. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. *a* — 200, *б* — 800

При количественном анализе структурных элементов периодонта первых моляров и первых премоляров наблюдаются особенности с поверхностями кор-

ня на разных его уровнях (табл. 1). Удельные объемы плотной волокнистой соединительной ткани (ПВСТ) на разных уровнях корней премоляров и моляров преобладают над таковыми рыхлой волокнистой соединительной ткани (РВСТ). Однако их соотношения на разных поверхностях варьируют. Так, удельный объем ПВСТ в десневой части первых моляров на дистальной поверхности ($(64,2 \pm 7,3)\%$) значительно больше, чем на медиальной ($(47,7 \pm 6,2)\%$). Соответственно, обратная зависимость отмечается в отношении РВСТ — в десневой области ее доля больше на медиальной поверхности, чем на дистальной. Аналогичные тенденции в соотношении плотной и рыхлой соединительных тканей отмечены для небной и щечной поверхностей десневой части первых моляров, однако в этом случае цифровые значения для разных поверхностей не имеют достоверных отличий. Здесь же отметим, что с позиций биомеханической модели [7, 11] первых моляров в десневой зоне медиальная и щечная поверхности считаются зонами сжатия периодонта, а дистальная и небная — зонами растяжения.



a



б

Рис. 2. Периодонтальная связка первых премоляров: *a* — прослойка рыхлой волокнистой соединительной ткани; *b* — кровеносные и лимфатические сосуды. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. *a* — 800, *b* — 200

Таблица 1

Удельные объемы (%) структурных элементов периодонта первых моляров на разных уровнях корня с различных сторон ($n = 10$) ($X \pm m$)

Структура	Поверхность			
	медиальная	дистальная	небная	щечная
	<i>Десневая часть</i>			
КС	6,6 ± 0,4 ⁵	5,3 ± 0,4	6,4 ± 0,4	8,40 ± 0,50 ^{2,3,5}
ЛС	4,2 ± 0,5	4,7 ± 0,4	5,6 ± 0,4	6,48 ± 0,4
РВСТ	42,6 ± 6,1	24,6 ± 5,8 ¹	28,7 ± 5,7 ¹	35,78 ± 5,3 ^{2,3,5}
ПВСТ	47,7 ± 6,2 ⁵	64,2 ± 7,3 ^{1,5}	59,4 ± 6,5	50,26 ± 5,5 ^{1,2}
	<i>Средняя часть</i>			
КС	5,4 ± 0,4 ⁴	3,3 ± 0,4 ¹	3,7 ± 0,4 ^{1,4,5}	5,5 ± 0,4 ^{3,4}
ЛС	4,9 ± 0,4	4,5 ± 0,4	3,6 ± 0,4	3,4 ± 0,4
РВСТ	27,7 ± 5,3 ^{4,5}	22,8 ± 5,1 ¹	12,6 ± 3,7 ^{1,4,5}	31,2 ± 6,1 ^{3,4}
ПВСТ	61,3 ± 5,7 ^{4,5}	68,3 ± 5,2 ⁴	80,0 ± 4,3 ^{1,2,4,5}	60,9 ± 5,8 ^{3,4}
	<i>Апикальная часть</i>			
КС	3,7 ± 0,4 ⁴	4,6 ± 0,4	7,3 ± 0,8 ^{1,2}	6,1 ± 0,6 ⁴
ЛС	4,5 ± 0,5	5,2 ± 0,4	8,9 ± 0,8	5,1 ± 0,4
РВСТ	22,6 ± 4,7	20,2 ± 1,7	25,2 ± 5,1	26,1 ± 5,2 ²
ПВСТ	70,2 ± 6,2 ⁴	69,9 ± 5,5	64,9 ± 5,5	64,1 ± 5,4 ⁴

Примечание. n — количество структурных элементов. Значимые отличия ($p < 0,05$) здесь и в табл. 2 обозначены: ¹ — при сравнении дистальной, небной или щечной поверхности с медиальной поверхностью в десневой, средней или апикальной частях зуба соответственно; ² — при сравнении медиальной, небной или щечной поверхности с дистальной поверхностью в десневой, средней или апикальной частях зуба соответственно; ³ — при сравнении медиальной, дистальной или щечной поверхности с небной поверхностью в десневой, средней или апикальной частях зуба соответственно; ⁴ — при сравнении одинаковых поверхностей в десневой и средней частях зуба соответственно; ⁵ — при сравнении одинаковых поверхностей в средней и апикальной частях зуба соответственно.

В средней части корня первых моляров наибольший объем ПВСТ ((80,0 ± 4,3)%) и наименьший объем РВСТ ((12,2 ± 3,7)%) зарегистрированы на небной поверхности. Как известно, эта область корня является зоной наибольшего сопротивления, в которой силы тяжести при нагрузке располагаются в средней трети, вблизи разветвления корней.

В апикальной части удельные объемы ПВСТ на разных поверхностях значимо не отличаются, то же относится и к РВСТ. Но при сравнении значений ПВСТ медиальных поверхностей верхушечной части ((70,2 ± 6,2)%) и десневой части ((47,7 ± 6,2)%) различия достоверны. Обратная зависимость наблюдается применительно РВСТ дистальных областей. Отметим, что с позиций биомеханики первых моляров медиаль-

ная поверхность верхушечной части является зоной растяжения периодонта, а в десневой части — зоной сжатия.

Удельный объем кровеносных (КС) и лимфатических сосудов (ЛС) значительно отличается с разных сторон корня моляров. Максимальные удельные объемы КС отмечаются на щечной поверхности ((8,4 ± 0,5)%) в десневой части и с небной стороны на апикальном уровне ((7,3 ± 0,8)%) корня, что соответствует зонам сжатия периодонта при биомеханических нагрузках. Изменения удельных объемов ЛС на всех поверхностях соответствуют количественным показателям КС. Цифровые значения ЛС на всех поверхностях и уровнях корня значимых отличий не имеют.

На различных уровнях корня первых премоляров соотношения ПВСТ и РВСТ существенно отличаются (табл. 2). На десневой части корня отмечается наименьший объем ПВСТ по сравнению с верхушечной и средней частями периодонта, особенно на медиальной и дистальной поверхностях. Наблюдаются обратные пропорции по отношению к РВСТ. С медиальной стороны на среднем участке корня удельный объем ПВСТ составил (74,2 ± 6,3)%, а объем РВСТ (9,6 ± 0,5)%. Такие численные показатели соответствуют центру сопротивления, расположенному приблизительно на расстоянии 0,4 длины корней данной группы зубов [11].

Таблица 2

Удельные объемы (%) структурных элементов периодонта первых премоляров на разных уровнях корня с различных сторон ($n = 10$) ($X \pm m$)

Структура	Поверхность			
	медиальная	дистальная	небная	щечная
	<i>Десневая часть</i>			
КС	8,2 ± 0,5	8,8 ± 0,4	7,4 ± 0,5	6,7 ± 0,4
ЛС	8,1 ± 0,5	4,4 ± 0,4 ¹	6,2 ± 0,5	5,5 ± 0,4
РВСТ	25,7 ± 5,3	20,6 ± 5,4	25,1 ± 5,3	24,3 ± 4,9
ПВСТ	57,4 ± 6,4	66,0 ± 5,8	61,3 ± 5,2	63,6 ± 5,7
	<i>Средняя часть</i>			
КС	6,7 ± 0,5 ⁴	5,9 ± 0,5 ⁴	4,5 ± 0,5 ⁴	5,7 ± 0,4 ¹
ЛС	9,1 ± 0,6 ⁵	7,9 ± 0,6 ⁴	8,9 ± 0,6	11,6 ± 0,7 ^{4,5}
РВСТ	9,6 ± 0,5 ^{3,4,5}	14,8 ± 0,4 ^{4,5}	18,4 ± 1,5 ⁴	14,8 ± 0,5 ^{1,4,5}
ПВСТ	74,2 ± 6,3 ^{3,4,5}	74,0 ± 5,1 ^{3,4}	67,5 ± 5,5 ⁵	68,5 ± 5,2 ^{1,2}
	<i>Апикальная часть</i>			
КС	4,5 ± 0,4 ⁴	6,0 ± 0,5 ⁴	5,2 ± 0,5	5,3 ± 0,5
ЛС	6,9 ± 0,6	6,8 ± 0,7	11,2 ± 0,7 ^{1,2}	6,5 ± 0,5
РВСТ	19,2 ± 1,2	18,1 ± 0,5	18,6 ± 0,4	24,2 ± 1,1 ³
ПВСТ	72,4 ± 4,7 ^{3,4}	69,5 ± 5,2	63,2 ± 4,9 ²	63,8 ± 4,9 ^{1,2}

В области десневой зоны периодонта удельный объем ПВСТ ((66,0 ± 5,8)%) с дистальной стороны

больше, чем с противоположной — медиальной поверхности ($57,4 \pm 6,4\%$). В верхушечной части корня отмечается обратная тенденция. Эти данные соответствуют зонам давления и натяжения периодонтальной связки, которые возникают при жевательных нагрузках, воздействующих на зубы.

В десневой части корня на дистальной поверхности премоляров, которая соответствует зоне сжатия периодонта, наибольший удельный объем КС ($8,8 \pm 0,4\%$). С щечной стороны располагается зона растяжения периодонтальной связки, там объем КС значимо меньше. Удельный объем ЛС в средней части (щечная поверхность) и апикальной части (небная поверхность) значимо больше, чем в десневой части.

Обсуждение

Одной из актуальных проблем в стоматологии является сохранение функциональной ценности каждого зуба. Функция жевательной группы зубов в большей степени заключается в перетирании ими пищевого комка. По данным Ю.И. Савченкова и соавт. (2007), разжевывание пищи требует наряду с вертикальными нагрузками достаточно больших горизонтальных усилий. Они необходимы не только для раздавливания, но и для растирания пищи, подготовки ее к перевариванию. Давление, падающее на какой-либо зуб, распространяется не только по его корням на альвеолярные отростки, но и по межзубным контактам на соседние зубы. Анатомическая форма первых премоляров и первых моляров отличается. Первые премоляры напоминают с вестибулярной поверхности коронку клыка и имеют сферическую форму. Эти зубы имеют один или два корня. Первые моляры играют большую роль при жевании (*molaris* — жернов). Жевательная поверхность этих зубов большая, форма ее ромбовидная. Первые верхние моляры имеют три корня [5]. Они самые крупные по форме и ранние зубы, прорезывающиеся первыми из всех постоянных зубов. Эта группа подвергается жевательной нагрузке раньше всех остальных зубов, и она же первой разрушается. Соответственно, первые моляры принимают максимальную силу при жевательной нагрузке. Согласно исследованиям, произведенным с помощью электрических приборов, во время пережевывания твердой пищи на моляры действует сила, равная 200—300 Н, при этом 1 Н равен 1 кг [11]. Эта группа зубов имеет наклон коронки в медиальном направлении, таким

образом, жевательная сила, действующая на них, переносится на премоляры. Характерный волнистый ход пучков коллагеновых фибрилл периодонта приводит к незначительному смещению зубов при нагрузке, действующей на зубы. Волокна натягиваются либо сжимаются. Независимо от возникающей нагрузки или силы, действующей на зубы, выделяются две зоны сжатия и две зоны растяжения периодонтальной связки на различном уровне корня с разных поверхностей. Из полученных данных следует, что максимальный удельный объем плотной соединительной ткани соответствует зоне растяжения периодонта, с противоположной стороны в зоне сдавления периодонтальной связки отмечается наименьший ее объем.

Сила, давящая на зубы, распределяется по всему периметру периодонта и соответствует распределению кровеносных и лимфатических сосудов в данной группе зубов. С морфологической точки зрения при увеличении нагрузки отмечается выраженное полнокровие не только сосудов периодонтальной связки, но и костной ткани альвеолы, преобладание венозного компонента, гипертрофия сосудистой стенки [1]. При изучении гистологических срезов данной группы отмечается обильное кровоснабжение в зонах сжатия периодонта.

Относительно первых премоляров верхней челюсти известно, что сила, действующая со стороны пережевывания твердой пищи, меньше, чем у моляров, и составляет 130—180 Н [11]. Сила, соответствующая жевательной нагрузке, действует под некоторым углом по отношению к оси зуба, и точка ее приложения не совпадает с осью на величину корня. Такое приложение силы характерно в первую очередь для премоляров, у которых жевательная площадка смещена орально в более значительной степени, чем у передних зубов и моляров. Первые премоляры отличаются по форме и анатомическому строению корней от ранее рассмотренных зубов. Эта группа зубов имеет два отдельно стоящих корня или один с раздвоенными верхушками. При изучении периодонта первых премоляров имеются отличительные признаки от первых моляров. В зависимости от точки сопротивления, прикладываемой при жевательной силе, нагрузка будет распределяться в средней части периодонта. Удельный объем плотной соединительной ткани варьирует на разных участках корня соответственно жевательной нагрузке.

Наибольшая часть лимфатических сосудов сосредоточена в верхушечной зоне периодонта. В средней и десневой частях корня их количество меньше [14]. При ортодонтическом перемещении зубов наблюдается повышенное количество лимфатических сосудов в области сжатия периодонтальной связки. Их численный показатель увеличивается за счет повышенного выделения эндотелиального фактора роста, в месте сдавливания периодонта [15]. При анализе количественных данных удельных объемов кровеносных и лимфатических сосудов отмечается, что в зонах давления периодонта наибольший их объем, и аналогичная картина наблюдается в зоне растяжения периодонтальной связки, где КС и ЛС меньше.

Выводы

1. Удельный объем плотной ткани преобладает в областях растяжения периодонта при жевательной нагрузке.

2. Удельный объем рыхлой волокнистой соединительной ткани преобладает в областях сжатия периодонта.

3. Удельный объем кровеносных и лимфатических сосудов превалирует в зонах сжатия периодонтальной связки.

Литература

1. Антонова И.Н. Роль нарушений адаптации в патогенезе воспалительных заболеваний пародонта у спортсменов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2008. 38 с.
2. Артюшкевич А.С., Трофимова Е.К., Латышева С.В. Клиническая периодонтология. Минск: Ураджай, 2002. 300 с.
3. Ашмарин А.Н. Состояние периодонта опорных зубов под несъемными протезами. дис. ... канд. мед. наук. 2007. 104 с.
4. Быков В.Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека. СПб.: Спец. литература, 1996. 246 с.
5. Гайвороновский И.В., Петрова Т.Б. Анатомия зубов человека. СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2005. 54 с.
6. Гемонов В.В. Нервный аппарат периодонта и его место в системе рефлексогенных зон организма // *Стоматология*. 2001. № 4. С. 4—7.
7. Иванов В.С., Овруцкий Г.Д., Гемонов В.В. Практическая эндодонтия. М.: Медицина, 1984. 224 с.
8. Копейкин В.Н. Ортопедическое лечение заболеваний пародонта. М.: Триада X, 1998. 176 с.
9. Сиволова С.И. Клинические аспекты пародонтологии. М.: Триада X, 2001. 165 с.
10. Чуйко А.Н., Вовк В.Е. Особенности биомеханики в стоматологии. Харьков: Прапор, 2006. 304 с.
11. Шварц А.Д. Биомеханика и окклюзия зубов. М.: Изд-во «АМЛ ЗАО», 1994. 204 с.
12. Шилько С.В. Биомеханический анализ периодонтальной связки // *Рос. журн. биомеханики*. 2003. № 3. С. 29—34.
13. Bolcato-Bellemin L.A.L., Elkaim R., Abehseral A. et al. Expression of mRNAs encoding for α and β integrin subunits, MMPs, and TIMPs in stretched human periodontal ligament and gingival fibroblasts // *J. Dental Research*. 2000. V. 79 (9). P. 1712—1716.
14. Berggreen E., Sivakami R., Haug, Lilian E., Mkonyi, Athanasia Bletsa. Characterization of the dental lymphatic system and identification of cells immunopositive to specific lymphatic markers // *J. of Oral Sciences*. 2009. V. 117, № 1. P. 34—42.
15. Miyagawa A., Chiba M., Hayashi H. et al. Compressive force induces VEGF production in periodontal tissues // *J. Dental Research*. 2009. V. 88 (8). P. 752—756.
16. Nakao K., Goto T., Gunjigake K.K. et al. Intermittent force induces high RANKL expression in human periodontal ligament cells // *J. of Dental Research*. 2007. V. 86, № 7. P. 623—628.

Поступила в редакцию 26.04.2010 г.

Утверждена к печати 13.05.2010 г.

Сведения об авторах

М.В. Хертек — аспирантка кафедры гистологии эмбриологии и цитологии СибГМУ (г. Томск).

Для корреспонденции

Хертек Марина Васильевна, тел. 8-923-405-08-61, @mail: Hertek81@mail.ru

