

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ
ВЫСШЕЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ УКРАИНЫ
«УКРАИНСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»**

На правах рукописи

САРКИСЯН ЕРВАНД ГРАНТОВИЧ

УДК 616.314–002.4–092.9–092.6

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЗУБОВ ЛАБОРАТОРНЫХ
ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА В АСПЕКТЕ КАРИОЗНОЙ БОЛЕЗНИ**

14.03.01 – нормальная анатомия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель
Костиленко Юрий Петрович
доктор медицинских наук, профессор

Полтава – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	4
ГЛАВА 1	10
СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА И ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В АСПЕКТЕ ПРОБЛЕМЫ КАРИЕСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1. Строение постоянных зубов человека	10
1.2. Анализ представлений об этиопатогенезе кариеса	19
1.3. Экспериментальное моделирование кариозного процесса	26
1.4. Особенности строения зубов некоторых лабораторных животных	29
ГЛАВА 2	39
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1. Общая характеристика исследованного материала	39
2.2. Методы исследования	40
ГЛАВА 3	46
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ БОЛЬШИХ КОРЕННЫХ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА И СОБАКИ	46
3.1. Строение больших коренных зубов человека	46
3.2. Анатомическая характеристика зубочелюстной системы собаки и особенности строения ее зубов	70
ГЛАВА 4	102
ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ГРЫЗУНОВ	102
4.1. Общее устройство зубочелюстной системы кролика	102
4.2. Микроскопическое строение зубов кролика	108
4.3. Общее устройство зубочелюстной системы и микроскопической строение зубов крысы	123
ГЛАВА 5	142

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	142
ВЫВОДЫ	168
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	172
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	173

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из аргументов сторонников экзогенной теории кариеса считаются результаты экспериментальных исследований на лабораторных животных, в качестве которых использованы в основном белые крысы, мыши и хомяки. При этом провоцирующим фактором развития кариеса зубов служило искусственное повышение в полости рта животных концентрации углеводов с помощью сахарозо-казеиновой диеты с дальнейшим заселением энтерококками [14, 16, 18, 27, 53, 104, 116, 151, 205, 210, 224, 225, 231]. В процессе исследований авторами отмечено, что у половозрелых крыс кариес не возникает даже при содержании в диете сахарозы почти до 70%. Но введение в рот таким стерильным животным энтерококков приводило к интенсивному развитию у них кариеса зубов в виде появления на коронках меловидных пятен. Очевидно, что в данном случае авторы стремились подтвердить кислотно-паразитарную теорию Миллера [21, 59, 144, 146, 148], которая до сих пор пользуется широкой популярностью среди стоматологов.

Однако данные результаты, цитируемые во многих специальных руководствах, ни в одном случае не подтверждены визуальной документацией. Кроме того, авторы в своих исследованиях игнорировали объективные данные о видовых особенностях строения зубов используемых лабораторных животных [27, 53, 191, 197, 211, 217, 224, 225].

Из данных литературы известно, что, кроме указанных выше лабораторных животных, которые являются представителями разных видов грызунов, в экспериментальном моделировании кариеса в отдельных случаях, использовались также собаки, зубы которых по микроскопическому строению очень сходны с таковыми человека [8, 135, 136, 149]. Тем не менее, далеко не все в этом вопросе является достаточно ясным, чтобы можно было безоговорочно говорить об их предпочтительности по сравнению с другими, более доступными для эксперимента, животными.

Второй аспект работы нам подсказан тем, что у некоторых животных (к примеру у грызунов) процесс механической обработки пищи в полости рта осуществляется посредством особых, так называемых длиннокоронковых (гипселодонтных), зубов, которые по мере стирания способны к постоянному отрастанию, то есть их износостойчивость при жизни практически не ограничена. В этом отношении совсем по-другому стоит вопрос о морфологическом обеспечении данной при жизни износостойчивости другого типа зубов, называющихся короткокоронковыми (брахиодонтными), к которым всецело относятся зубы человека и собаки. Косвенно эти вопросы сводятся к тому, что длиннокоронковые зубы кариесом не поражаются, тогда как короткокоронковые аналоги такими свойствами не обладают. Но хорошо известно, что в местах абразивной альтерации (физиологическое стирание) твердые ткани короткокоронковых зубов становятся кариесрезистентными. К сожалению, в литературе эти вопросы, в прямой их постановке, совсем не затрагиваются [48, 62, 112, 125, 198, 216, 219, 223, 226, 227, 229].

Изложенные выше положения намечают цель и решение ряда задач, которые в совокупности призваны расширить и углубить теоретическую базу современной одонтологии.

Связь работы с научными программами, планами, темами.
Диссертационная работа является фрагментом научно-исследовательской темы кафедры анатомии человека Высшего государственного учебного заведения «Украинская медицинская стоматологическая академия» «Изучение закономерностей структурной организации внутренних органов в норме и при патологии» № государственной регистрации 0106U003236.

Цель исследования. Получить данные о степени морфологического сходства и характере различия между зубными системами человека и некоторых лабораторных животных (собаки, кролика и крысы) в плане выяснения наиболее приемлемого вида животных для экспериментального моделирования кариозной болезни.

Задачи исследования:

1. Выяснить наиболее характерные особенности строения и получить основные метрические показатели больших коренных зубов человека.
2. Получить данные об особенностях анатомического устройства зубочелюстной системы собаки, кролика и крысы.
3. Провести дифференциальный анализ микроскопического строения зубов данных видов животных.
4. Выяснить морфологическую основу, обеспечивающую абразивную износостойчивость коренных зубов человека и соответствующих видов животных.
5. На основе сравнительного анализа полученных данных, установить вид животного, у которого строение зубов, в принципиальном отношении, соответствует таковому человека, а значит является приемлемым в целях экспериментального моделирования кариеса.

Объект исследования. Строение зубов и проблема кариеса.

Предмет исследования. Зубы человека и некоторых лабораторных животных (собак, кроликов, белых крыс).

Методы исследования. Получение черепов животных путем мацерации; анатомические методы препарирования; рентгенографические методы; морфометрические методы и математический анализ данных; заключение зубов человека и отдельных фрагментов зубочелюстной системы животных в эпоксидную смолу и изготовление из полученных эпоксидных блоков полированных шлифов разной толщины, с дальнейшей их окраской метиленовым синим; изучение их в световом микроскопе и микрофотографирование.

Научная новизна полученных результатов. В работе обосновано положение, согласно которому противодействие абразивному изнашиванию зубов обоих типов (короткокоронковых и длиннокоронковых) осуществляется не только за счет исключительной твердости эмали, но и

устойчивой упругости дентина, находящихся в составе зубов в определенном композитном отношении, при котором эмаль используется в качестве упрочнителя дентина (принцип армирования материалов).

У короткокоронковых зубов общий запас композитной прочности (износостойчивости) генетически ограничен высотой коронки и особенностю конфигурации ее окклюзионной поверхности. В таких зубах вовлечение дентина в процесс изнашивания начинается после абразивного стирания самого толстого слоя эмали на возвышениях жевательных бугров. При этом толщина эмали находится в прямой зависимости от продолжительности жизни животных.

В отличие от них, у длиннокоронковых зубов дентин изначально (после их прорезывания) находится в обнаженном состоянии на окклюзионной поверхности, оказываясь подверженным абразивному стиранию. Эти зубы при жизни обладают практически неограниченным запасом износостойчивости за счет постоянного отрастания. Благодаря перманентному обновлению их твердых тканей полностью исключается возможность стойкого повреждения их кариозным процессом. К этому разряду всецело относятся зубы кролика, а также передние (резцовые) зубы крысы, которые не могут являться морфологическим субстратом при оценке результатов экспериментального моделирования кариеса. В этих целях наиболее приемлемыми объектами могут оказаться коренные (щечные) зубы крысы, но только при условии корректной разработки методов, провоцирующих развитие кариозной болезни.

Практическая значимость полученных результатов. Теоретическое содержание диссертации, прежде всего, представляет собой методологическую основу, призванную обеспечить на практике корректность постановки экспериментальных исследований при решении определенных проблем стоматологии, одной из которых является изучение причин и развития кариозной болезни.

Вместе с тем, нашедшее в работе инновационное обоснование морфологического обеспечения износостойчивости зубов человека должно помочь врачам-стоматологам модифицировать способы коррекции зубов при различных формах некариозных заболеваний, например, таких как патологическая стираемость, клиновидный дефект и др.

В настоящее время основные результаты исследований внедрены в учебный процесс на кафедре анатомии человека ВГУЗ Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия», на кафедре анатомии человека ВГУЗ Украины «Буковинский государственный медицинский университет», на кафедре анатомии человека «Медицинского института Сумского государственного университета», на кафедре анатомии человека ВГУЗ Украины «Харьковский национальный медицинский университет».

Личный вклад соискателя. Диссертация является самостоятельной научной работой. Вместе с научным руководителем определены тема, цель и задачи исследования. Соискатель самостоятельно провёл патентно-информационный поиск и анализ данных литературы. Им собран необходимый анатомический материал и освоены соответствующие методы исследования. Проведён анализ и интерпретация результатов исследования.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на Всеукраинской мультидисциплинарной конференции с международным участием «Клиническая анатомия на современном этапе развития. Задания, возможности и перспективы» посвящённой 130-летию основания кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии харьковского национального медицинского университета (Харьков, 2014), научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, пластической и реконструктивной хирургии головы и шеи» посвящённой 150-летию со дня рождения основателя кафедры профессора М.Б. Фабриканта и 45-летию Полтавского периода кафедры (Полтава, 2014), научно-практической

конференции с международным участием «Международный научный и практический конгресс» (Прага, Чехия, 2014), Всеукраинской научно-практической конференции «Медицинская наука в практику здравоохранения» (Полтава, 2014), VI(68) международной конференции студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицины» (Киев, 2014), Всеукраинской научно-практической конференции «Медицинская наука в практику здравоохранения» (Полтава, 2015 г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 научных работ, из них 5 статей в специализированных научных журналах, лицензированных ДАК Украины, 1 статья в зарубежном специализированном научном журнале медицинского направления (Грузия), индексируемом в базе данных Scopus.

ГЛАВА 1

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА И ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В АСПЕКТЕ ПРОБЛЕМЫ КАРИЕСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Строение постоянных зубов человека.

Как известно, основную массу зуба составляет дентин, коронковая часть которого покрыта эмалью. Скрытые в альвеолярных отростках корни зубов консолидированы со слоем менее прочного вещества – цементом, относящимся, согласно гистологической классификации, к первичной незрелой грубоволокнистой костной ткани [22, 30, 36, 38, 47, 64, 66, 101, 115, 118, 130, 178, 181, 184, 195, 196, 208, 220].

Дентин, относясь также к костным тканям, превосходит по прочности компактное вещество костей за счет более плотной структуры и большего содержания минеральных веществ. В прижизненном состоянии дентин, как и кость, состоит из трех основных компонентов: органических веществ, неорганических элементов и воды, но несколько в ином процентном соотношении. Матрикс дентина, на долю которого приходится около 30%, то есть 1/3 его массы, представлен сложной, строго организованной в пространстве, композицией органических веществ: белков (в основном коллаген – около 90%), липидов и гликозаминогликанов в соединении с белками и липидами [28, 39, 63, 88, 169, 194, 196, 204, 208, 213].

Толщина дентина находится в прямой зависимости от размера зуба и места, занимаемого в нем. Будучи самым тонким в апикальном отделе корня, он постепенно утолщается по направлению к коронке, где толщина его колеблется в пределах 2-2,5 мм [20, 21, 28, 32, 39, 42, 57, 63, 95, 142, 143, 147, 200, 222].

Согласно гистологической классификации, а также происхождению и строению, дентин относится к соединительным тканям [22, 35, 46, 130, 160, 218, 222]. Это значит, что он состоит из клеток и межклеточного вещества, являющегося продуктом секреторной деятельности этих клеток. В свою очередь вещество представлено волокнистыми структурами (в данном случае коллагеновыми волокнами) и аморфным коллоидным веществом, которое импрегнировано минеральными элементами (в основном фосфатом кальция в виде кристаллов гидроксиапатита).

В отличие от костей, в дентине имеется только один вид соединительнотканых клеток, известных под названием одонтобластов или, согласно современной классификации, дентинобластов [22, 36, 47, 161, 182, 183, 190, 196, 213, 227]. Эти клетки обеспечивают структурное постоянство и процесс обновления дентина, что подтверждается наличием у них длинных цитоплазматических отростков (томсовых волокон), которые радиально пронизывают всю толщу дентина [35, 38, 161].

Одонтобласти образуют непрерывный слой, расположенный на границе между пульпой и дентином. В этом слое соединения между клетками осуществляется за счет специализированных межклеточных контактов, которые находятся в зоне отхождения от одонтобластов их отростков (томсовых волокон). Данная зона межклеточного контактирования известна в литературе как пограничная мембрана Келлика-Флешмана [22, 55, 56]. Начиная от нее, в дентине выделяют две зоны. Первая зона, околопульпарная, имеет вид тонкого просветленного слоя, называемого предентином. Остальная по толщине часть носит название плащевого дентина, самый наружный слой которого контактирует с эмалью.

Своеобразие дентина состоит в том, что он пронизан большим количеством микроскопических канальцев или дентинных трубочек, которые отходят от пульпарной камеры в радиальном направлении к эмалево-дентинному соединению. Тонкие стенки этих канальцев образованы повышенно минерализованным уплотненным веществом, которое известно

под названием перитубулярного дентина, тогда как остальная часть, занимающая промежуточное положение между дентинными канальцами, называется межтубулярным дентином [22, 35, 36, 130, 161, 207, 222].

Согласно данным литературы [22, 35, 36, 81, 130, 161], образование дентина продолжается в зубах взрослого человека. Такой дентин называют вторичным или заместительным, источником которого, естественно являются одонтобласти, продуцирующими в зону предентина определенные доли органического матрикса, после чего следует соразмерное отложение в нем кристаллов гидроксиапатита. Новообразование дентина может осуществляться в ограниченных пределах и, по существу, рассматривается в качестве защитной реакции на те или иные повреждающие действия. Кроме того, встречаются атипичные формы отложения дентиноподобного вещества в пульпе зуба, которые называются дентиклями [12, 21, 82, 83, 133, 143, 144, 146, 174, 186, 193, 230]. По-видимому, одонтобласти не имеют к ним прямого отношения; причиной их возникновения считаются всевозможные дистрофические изменения в пульпе.

Эмаль, являясь защитным покрытием дентина в коронковой части зуба, неодинакова по толщине. Самой толстой она является в местах подверженных наибольшему трению, к которым относятся режущие края и жевательные бугры. Здесь толщина эмали достигает 1,5-1,7 мм, откуда она, постепенно истончаясь, сходит на нет в области шейки зуба [3, 11, 22, 43, 63, 66, 75, 86, 184, 192, 214, 216]. Эмаль - самая твердая ткань в организме, что объясняется высоким содержанием в ней неорганических веществ (до 97%), главным образом кристаллов гидроксиапатита (75%), а также карбонатапатита, фторапатита, хлорапатита. Полный перечень элементов минеральной фазы составляет не менее 1/3 периодической системы Менделеева, но основными элементами являются кальций и фосфор [2, 3, 24, 29, 32, 37, 40, 68, 75, 99, 137, 138].

Органический матрикс эмали, который, согласно данным литературы, преимущественно находится в ее базальном слое (на границе с дентином),

представлен белками: тафтелином, энамелином, амелогенином и амелобластином [22, 29, 37, 40, 75, 137, 138, 179, 180, 221]. В групповом отношении белки эмали сформированных зубов человека принято подразделять на нерастворимую в кислотах и растворимую фракции. Некоторые авторы считают, что белковые вещества первой фракции относятся к кератинам, которые в течение всей жизни не обновляются [36, 81, 195, 221]. Данная точка зрения согласуется с тем фактом, что эмаль является продуктом деятельности энамелобластов, которые происходят из эпителия эктодермального типа [23, 29, 77, 168, 180].

Физические свойства эмали зависят не только от превышающей доли в них минеральных веществ. Во многом эти свойства зависят от особой формы и структурной упорядоченности в ней кристаллов этих минеральных веществ. Известно, что данная упорядоченность воплощена в так называемых эмалевых призмах, которые рассматриваются в качестве элементарных структур эмали [22, 32, 36, 37, 102, 168, 195]. Согласно изначальным представлениям данные структурные единицы являются собой S-образно изогнутые микроскопические образования (толщиной примерно 5 мкм), которые одним концом связаны с дентином, а другим – направлены к наружной поверхности эмали.

Максимальная длина эмалевых призм, например, в области жевательных бугров, соразмерна с толщиной эмали и равна примерно 1,5 - 1,7 мм [22, 32, 37, 168, 195, 212].

Эмалевые призмы сгруппированы в толще эмали в составе отдельных совокупностей, которые на шлифах зубов имеют вид периодически чередующихся темных и светлых полос, получивших название линий Гунтера-Шрегера [37, 63, 74, 80, 90, 96, 102, 124, 145, 148, 153, 155, 162]. В целом они придают эмали на шлифах характерный радиально исчерченный вид. Кроме них на шлифах эмали видны так называемые линии Ретциуса, которые обычно пролегают в тангенциальном направлении к первым. Косо пересекая толщу эмали, они заканчиваются на ее внешней поверхности.

Но, все-таки, полное раскрытие принципов структурной упорядоченности в эмали кристаллических элементов, несмотря на бесчисленное множество работ, еще не достигнуто. Самый существенный недостаток заключается в отсутствии в литературе достаточно наглядной информации об особенностях пространственной упорядоченности в эмали тех матричных структур, которые определяют траекторию отложения кристаллов гидроксиапатитов.

Новые перспективы в изучении данной проблемы открылись при внедрении в практику морфологических исследований нового, относительно простого и эффективного метода, позволяющего всесторонне изучать структуру твердых тканей зуба с помощью световой и электронной оптики (сканирующего и трансмиссионного электронных микроскопов), который разработан и неоднократно опробован на кафедре анатомии человека УМСА [72, 103]. Благодаря ему удалось существенно расширить и углубить современные представления не только о структуре зубной эмали, но и дополнить их новыми данными об особенностях взаимосвязи между дентином и эмалью. Но особо привлекательным является то, что эти данные документированы отчетливо наглядными иллюстрациями в виде микрофотографий и электронограмм. В данном случае речь идет о работах Ю.П. Костиленко и его сотрудников [72, 74, 76, 80], в которых впервые было визуально установлено наличие между дентином и эмалью разграничительной прослойки кальцифицированных волокнистых структур, являющихся производной преформативной мембранны, которая образуется на ранних стадиях одонтогенеза между преэнамелобластами и слоем предентинобластов. Начиная от этой разграничительной пластиинки в толще эмали авторы выделяют три зоны: базальную, рассматриваемую в единстве с разграничительной дентиноэмалевой пластинкой (эта зона, благодаря наличию связывающих пучков соединительнотканых волокон, обладает микропористыми свойствами), срединную толщу эмали, соответствующую радиальному и аркадному пролеганию узловых цепей эмалевых призм (по

мнению авторов, она должна обладать ультрапористыми свойствами), самый поверхностный, щеточно-каемчатый слой эмали (возможность ультрапористых свойств этого слоя авторы не исключают).

Согласно данным указанных авторов, элементарными структурами эмали являются кристаллические волокна, образующие в ее толще целый ряд изгибов с выпрямлением в поверхностном слое. В своих работах авторы приводят доказательство, что данные образования в формальном понимании сопоставимы с общепринятым понятием об эмалевых призмах, однако, по существу они (по своей форме) не соответствуют данному наименованию [74, 80]. На основе убедительных визуальных данных, авторы приходят к выводу, что конструктивный принцип предельной компактизации эмали достигается за счет последовательного перехода по ее толщине из одного ряда в другой тесно перевитых между собой кристаллических волокон (эмалевых призм), в результате чего в толще эмали образуются радиальные, периодически чередующиеся волокнистые узловые цепи, которые выявляются на обычных шлифах зубов в виде светлых и темных полос, известных под названием полос Гунтера-Шрегера. В области жевательных бугров данные образования превращаются в аркадные цепи в результате переплетения встречно направленных с боковых сторон коронки кристаллических волокон (эмалевых призм), из толщи которых выходят выпрямленные кристаллические волокна, образующие поверхностный, самый плотный слой эмали, выделяемый авторами под названием щеточно-каемчатого слоя. В связи с тем, что самым толстым он является на возвышениях жевательных бугров, подверженных самому сильному механическому воздействию при жевании, его следует рассматривать в качестве защитного слоя эмали. По мнению авторов [70, 71, 81], данный слой заслуживает внимания в контексте проблемы о повышенной стираемости и резистентности эмали по отношению к действию различных неблагоприятных факторов.

Весьма существенными следует считать дополнения, которые внесли авторы в описание базального слоя эмали. Установлено, что в этой зоне, где начинаются от разграничительной дентиноэмалевой пластинки кристаллические волокна (эмалевые призмы), имеющиеся гиперкальцифицированными структурами, имеются, упорядоченно расположенные, слабокальцифицированные волокнистые пучки, которые переплетены с первыми. Эти ворсистые жгутообразные волокнистые пучки, начинающиеся широкими основаниями от дентиноэмалевой пластиинки, авторы рассматривают в качестве опосредующих структур между дентином и эмалью, которые за счет своих гигроскопических свойств обеспечивают поступление в эмаль мелкодисперсных растворов, равномерно распределяющихся среди совокупностей эмалевых призм.

Характеристика твердых тканей зуба будет неполной, если мы не уделим внимание цементу, который по своему гистологическому строению вполне правомерно относят к первичной, незрелой, грубоволокнистой костной ткани [22, 36, 130, 161].

Покрывая тонким слоем корни зубов, цемент имеет двоякое функциональное значение. С одной стороны он служит защитным покрытием для дентина, осуществляя изоляцию дентинных канальцев, а с другой - выполняет связующую роль в укреплении зуба с костной стенкой альвеол. В отличие от других костных образований, у которых клетки рассредоточены в межклеточном веществе равномерно, в цементе они занимают в основном место вокруг нижней части корней с большей плотностью концентрации в их апикальных отделах – это так называемый клеточный или вторичный цемент [36, 47, 85]. Клетки, которые здесь сосредоточены, аналогичны остеобластам и остеоцитам, но известны под названием цементоцитов. Вся остальная часть цемента относится к его бесклеточной зоне, которая, почему-то, в литературе называется первичным цементом. Это противоречит тому, что обновление и регенерация всего цемента должна осуществляться за счет остеогенной активности клеток вторичного цемента.

Межклеточный компонент цемента представлен обызвествленным основным веществом и коллагеновыми волокнами, одни из которых, по данным литературы, имеют спиральную ориентацию вокруг корня зуба, а другие, начинаясь среди них, направлены от корня радиально в сторону периодонта. Многие из последних, собираясь в пучки, формируют своеобразную периодонтальную связку между корнем зуба и костной стенкой соответствующей альвеолы. Кровеносные сосуды в цементе отсутствуют, ибо его толщина не превышает критического значения для диффузии питательных веществ со стороны периодонта.

Материальная основа зуба, дентин, является живой тканью, требующей надежного обеспечения своей трофики, которая не мыслима без механизмов, регулирующих процессы доставки и оттока крови, лежащих и основе обмена веществ между дентином и кровью. Известно, что к структурам, обеспечивающим эти процессы, относятся кровеносные сосуды и нервные проводники, которые сосредоточены в полости зуба среди рыхлой волокнистой соединительной ткани. Вся совокупность данных структур, как известно, называется пульпой зуба, или зубной мякотью [12, 28, 31, 39, 50, 61, 65, 106, 121, 158, 203].

Стромой зубной пульпы, является рыхлая волокнистая соединительная ткань с долевым преобладанием в ней межклеточного аморфного компонента, пронизанного по всем направлениям тонкими коллагеновыми волокнами. По оценке некоторых авторов, зубная мякоть больше напоминает ретикулярную ткань или мезенхиму. Это сходство придает ей характер формы и ориентации в межклеточном пространстве соединительнотканых клеток. Имея звездчатую форму и удлиненные цитоплазматические отростки, расходящиеся во все стороны и соединяющиеся между собой, эти клетки формируют своеобразную сеть (ретикулум), в петлях которой находятся лимфоциты, плазмоциты и макрофаги. Среди последних нередко встречаются многоядерные клетки [12, 31, 35, 61, 82, 186, 230].

Согласно обстоятельной работе Е.В. Ковалева [60, 61], путями доставки крови в пульпу являются кровеносные микрососуды, диаметром около 100 мкм, что даёт основание относить их к магистральным артериолам. Последние, войдя через верхушечное отверстие корня зуба, проходят в восходящем направлении к коронковой части пульпы, занимая в ней центральное положение. По своему ходу они отдают более мелкие (диаметром около 30 мкм) боковые, дугообразно изогнутые в сторону одонтобластов, ветви, которые образуют между собой аркадоподобные анастомозы.

Отток крови от общего капиллярного русла пульпы осуществляется посткапиллярными венулами в собирательные венулы, которые сосредоточены в центральном отделе рядом с магистральными артериолами. Проникая через верхушечное отверстие и дельтовидные каналы, данные венулы впадают в более крупные венозные микрососуды, сосредоточенные в апикальном отделе периодонта [12, 22, 31, 33, 60, 61, 87, 117].

Представленная выше общая характеристика пульпы зуба нуждается в некоторых уточнениях. Прежде всего, следует отметить, что соединительнотканная строма в разных частях пульпы сформирована неравномерно, как по плотности сосредоточения клеток, так и по их составу, что послужило основанием к условному выделению в ней нескольких зон [12, 31, 36, 144, 145, 186, 193].

В пульпе принято отличать центральный отдел от зоны, занимающей промежуточное положение между ним и слоем одонтобластов. Та часть промежуточной зоны, которая непосредственно связана со слоем одонтобластов, известна под названием субодонтобластического слоя Вейля. Кнутри от него и в тесном с ним единстве различается по обилию клеток так называемый клеточный слой. Он представляет особый интерес, ибо по имеющимся в литературе данным в нем расположены особые клетки, которые называют дендритными [22, 31, 61, 182, 193, 230], как известно, они относятся к фиксированным макрофагам, которые выполняют важнейшую

роль в инициации и регуляции Т- и Б- клеточной реакции в начальной стадии формирования иммунного ответа на тот или иной патогенный фактор. В настоящее время установлено участие этих клеток в патогенезе кариеса [14, 27, 53, 60, 151, 201].

1.2. Анализ представлений об этиопатогенезе кариеса зубов.

В недавно опубликованной статье "Фундаментальная одонтология и кариозная болезнь" Окушко В.Р. [115], указывает на давно назревшую необходимость «пересмотра представлений о кариесе, как о чисто локальном патологическом процессе и продвижения в изучении кариеса в качестве болезни – кариозной болезни (caries disease)». При этом автор обращает внимание «на необходимость учитывать весь комплекс сведений по фундаментальной одонтологии, накопившийся в современной палеонтологии, антропологии, эмбриологии, физиологии данного органа и т.п.» Сюда мы добавили бы сравнительную анатомию в связи с тем, что некоторые лабораторные животные используются в качестве объектов для экспериментального моделирования кариеса зубов.

Однако, несмотря на данную вполне обоснованную установку в практической стоматологии всецело господствует упрощенное представление о том, что «кариес возникает в результате каких-то определенных локальных, направленных извне патогенных воздействий, приводящих к сквозному поражению твердых тканей коронковой части зуба» [15, 17, 18, 27, 34, 78, 93, 116, 151, 228].

В отечественной литературе до сих пор наиболее полная антология существующих представлений о природе кариозного процесса приводится в монографиях М. Бушан, Н. Кодола, В. Кулаженко [19, 64] и Е.В. Боровского, П.А. Леус [15, 17, 18, 21, 91, 93, 94]. В той или иной форме авторы говорят, что за последнее столетие создано около четырехсот теорий развития кариеса, отмечая, что нередко они противоположны в своей

методологической основе. Важно отметить, что в данном случае одна теория от другой отличается только по тому или иному предпочтительному патогенному фактору. По мнению Ю.П. Костиленко [70, 75, 76, 78] все существующие многочисленные представления следует разделить на две принципиально противоположные позиции. Согласно одной из них причиной кариеса считается тот или иной повреждающий эмаль внешний (экзогенный) фактор. Данное представление выглядит убедительным в связи с кажущейся очевидностью первичности поражения эмали при кариесе [14, 16, 18, 27, 53, 104, 116].

Наряду с этим, совсем немногие авторы пытаются обосновать противоположную точку зрения, согласно которой кариес рассматривается как местное проявление определенных неблагоприятных изменений внутренней среды организма (например, при понижении неспецифической и специфической резистентности), порождающих в пульпе зуба всевозможные дисфункциональные состояния, что отрицательно сказывается на способности одонтобластов выполнять обменные процессы в твердых тканях зуба [21, 53, 71, 75, 78].

Вместе с тем между этими двумя противоположными концепциями (или теориями) в литературе обсуждаются и компромиссные точки зрения. Пожалуй, самой первой, заслуживающей внимания, концепцией, которая получила широкое распространение (оставаясь действенной и по сей день), является химико-паразитарная теория Миллера, которая возникла после того, как во второй половине XIX столетия под микроскопом на зубах были открыты микроорганизмы [21, 74, 104, 114]. В результате этого было выдвинуто предположение, что микроорганизмы, размножаясь на эмали, могут вырабатывать кислоты, которые растворяют неорганические компоненты зуба, в результате чего образуется кариозная полость. Миллер [21, 144, 146, 148], в нескольких сериях исследований показал, что некоторые бактерии полости рта обладают свойствами вырабатывать кислоты, ферментируя пищевые субстраты. Таким образом, кариозный процесс, по

мнению автора, является следствием сочетанного воздействия кислот и микроорганизмов: первые растворяют минеральную фракцию твердых тканей зубов, а вторые лизируют деминерализованную (органическую) фракцию. Е.В. Боровский и П.А. Леус [17, 18, 21. 91, 93, 94] отмечают, что теория Миллера в дальнейшем была приведена в более стройную систему и получила экспериментальное, лабораторное и клиническое подтверждение.

Хотя кислотно-бактериальное представление о причине возникновения кариозного поражения зубов получило широкое распространение и имеет в настоящее время много сторонников, однако нельзя сказать, что его разделяли и разделяют все исследователи. Сомнительность однофакторной причины кариеса побудила некоторых исследователей использовать многофакторный подход, расширяющий диапазон исследований. В настоящее время к ним относят теорию Д.А.Энтина, А.З.Шарпенака, И.Г. Лукомского и А.И. Рыбакова [21, 75, 144, 145, 148].

Д.А.Энтин [21, 75, 148] является основоположником нервно-трофической теории кариеса, согласно которой кариозная болезнь, приводящая к разрушению зубов, является результатом условий существования человека, связанных с воздействием на него факторов внешней среды и следовательно, с состоянием центральной нервной системы и ее высшего отдела – коры головного мозга, которая находится в функциональной взаимосвязи с многочисленными центрами подкорковой области.

Для доказательства своей точки зрения автор предпринял эксперименты на собаках, которым наносилось хроническое раздражение на область серого бугра. В результате этого у 13 из 43 животных возникли патологические изменения внутренних органов и полости рта, а также были обнаружены дистрофические расстройства в виде ломкости, стертости, пятнистости, эрозирования и некроза эмали зубов. Абсолютно очевидно, что подобные опыты не могут считаться корректными относительно экспериментального моделирования кариозной болезни человека, ибо в

реальной действительности подобные грубые расстройства центральной нервной системы не могут иметь места, если учитывать большую распространенность кариеса, которая, как известно, достигает более 90% населения в мировом масштабе [21, 147, 159, 163].

В основу концепции встречных воздействий на пульпу зуба Рыбаков А.И. [52] положил потенциальную возможность развития кариозного процесса в зависимости от различного периода жизни человека. Аргументом этого является наибольшая интенсивность развития кариеса в периоды возрастных физиологических перестроек в организме, а также влияние внешних и внутренних факторов на формирование и жизнедеятельность зубочелюстного аппарата. Автор считает, что внешние и внутренние факторы (кариесогенные факторы) могут создавать в организме условия для возникновения патологического процесса только при определенном их взаимодействии и при наличии патологической ситуации. В данной ситуации необходимы также пусковые механизмы, которые могут быть как экзогенными, так и эндогенными факторами.

Следовательно, автор рассматривает патогенез кариеса как процесс встречных воздействий на пульпу зуба, то есть трактует механизм логического процесса с полиэтиологических позиций. Доказательством этого служат исследования согласно которым у больных кариесом обнаружены изменения в зубной пульпе, как при эндогенных, так и экзогенных воздействиях. Данную концепцию следует считать плодотворной, ибо она вынуждает обратить пристальное внимание на характер структурных изменений в пульпе зуба в начальном периоде развития кариозного процесса, а не ограничиваться только его внешней стороной.

Более четкую позицию, противоположную сторонникам экзогенного происхождения кариеса, в свое время занял И.Г.Лукомский [21, 145, 148], который считал, что механизм развития кариеса заключается в нарушении трофической функции одонтобластов, трофики которых в свою очередь нарушена под воздействием многих, в основном эндогенных причин, в том

числе сдвигов в состоянии нервной системы. Свою точку зрения автор подтверждает экспериментальными исследованиями, основные результаты которых сводятся к тому, что одонтобласти, кроме дентиногенной функции обладают и трофической функцией по отношению к эмали. Следует особенно подчеркнуть, что главная сущность экспериментов И.Г. Лукомского [75, 148] состояла в поисках доказательств механизма передачи патологических импульсов от поврежденных одонтобластов к эмали зуба, где впервые становится заметным кариозный дефект.

Идею нарушения трофической функции одонтобластов в развитии кариеса разделяют и другие исследователи. Пульпогенный механизм развития его признаёт А.И. Рыбаков [21, 62, 75, 111, 114, 128, 145, 148], который считает, что нормальная пульпа располагает кариесрезистентными свойствами, которые в состоянии нейтрализовать внешние агрессивные факторы, вызывающие кариес. Тем самым обеспечивается иммунность зуба к кариесу. Следует отметить, что в данном случае понятие "иммунность" не соответствует современным представлениям об иммунитете; оно используется только в смысле защитных способностей зубной пульпы. Тем не менее, оно намечает коренной поворот в подходе к рассмотрению данной проблемы. Такая точка зрения находит многочисленные подтверждения, которые базируются на гистологических исследованиях и клинических наблюдениях.

В литературе особняком приводится гипотеза В.Ф. Кусковой и Л.Н. Ребреевой [21, 75, 148] об аллергическом механизме развития кариеса. Придерживаясь концепции пульпогенного пути развития заболевания, они допускают, что в результате дистрофических процессов в пульпе при начальном кариесе в организме образуются аутоантигены и аутоантитела, то есть на ранних стадиях возникновения кариеса развиваются аутоиммунные процессы. Исходя из данного предположения авторы считают перспективным применение цитотоксической антипульповой сыворотки для активного влияния на состояние тканей зуба. К сожалению, к этой

неординарной по тому времени идее среди исследователей не было проявлено никакого интереса, хотя её следует отнести к новаторскому подходу.

Касаясь этой проблемы, следует отметить, что в последние годы все больше появляется работ, благодаря которым можно с полным основанием говорить, что в этиопатогенезе кариеса задействован механизм иммунных реакций, который выражается в появлении в субодонтобластической зоне кариозных зубов иммунокомпетентных клеток. Правда, трактуется он, как отмечают Ю.П. Костиленко и И.В. Бойко [70, 73, 157], двояко: одни авторы единодушны во мнении, что развитие кариеса зубов зависит от общего состояния иммунной системы организма, тогда как другие – иммунный компонент в патогенезе кариеса объясняют вирулентным действием патогенных микроорганизмов на эмаль зуба. Конечно, в последнем случае речь идет об общеизвестной (представленной нами выше) инфекционной теории.

Более четкую и принципиально новую концепцию, противоположную экзогенной теории кариеса, предложили и теоретически обосновали Ю.П. Костиленко и И.В. Бойко [70, 72, 75, 78]. Авторы отмечают, что побудительным мотивом для их исследований послужили данные литературы, согласно которым эмаль рассматривается в качестве "забарьерной" ткани, что позволяет рассматривать проблему с точки зрения хорошо известной в современной иммунологии теории о механизмах срыва иммунной толерантности [129]. Одно из представлений данной теории заключается в том, что тканевые дефинитивные структуры организма, не контактировавшие в эмбриогенезе с иммунокомпетентными клетками, в силу наличия генетически предусмотренного морфологического барьера, способны при определенных условиях становиться источником развития аутоиммунных или аутоагgressивных заболеваний. Если отнести к разряду этих структур эмаль, то кариозный процесс правомерно рассматривать в контексте данной теории. Действительно, по мнению некоторых авторов [73,

75, 111, 128], имеются основания считать, что органические вещества эмали, которые сосредоточены в ее пограничном слое с дентином, обладают иммуногенными свойствами.

В результате многочисленных морфологических исследований Ю.П. Костыленко и соавторы [70, 71, 73, 75] обращают внимание прежде всего на хорошо известные специалистам фиссурные образования коронок многобугорковых зубов. Показано, что в некоторых местах они выглядят в виде сквозных расщелин в эмали, дном которых, по сути, является дентиноэмалевая пограничная зона, оказывающаяся открытой для прямого контакта с внешним покрытием зуба. Это дало основания авторам предположить, что источником первичной сенсибилизации могут являться не сами по себе первичные, естественные, а приобретенные, вторичные аутоантигены, возникающие в фиссурных зонах зубов под воздействием определенных физико-химических или инфекционных факторов (теория измененных антигенов) [73].

Однако это не исключает возможности развития иммунной реакции на собственные, естественные аутоантигены эмали остальных зубов, ибо приобретенные аутоантигены обладают двойственной детерминантностью.

В качестве обсуждения результатов своих исследований авторы предлагают гипотезу рассмотрения тех событий и звеньев, которые составляют процесс презентации антигенов со стороны эмали иммунокомпетентным клеткам пульпы зубов. По их мнению, опосредующим звеном в этом должны являться дентинные канальцы, калибр которых и структура, вряд ли могут способствовать прямому проникновению каких либо микроорганизмов. Но молекулярные вещества, обладающие антигенными свойствами, благодаря дентинным канальцам, реально могут достигать пограничной с дентином пульпарной зоны, где находятся те клетки, которые выполняют ведущую роль в инициировании иммунных реакций. В настоящее время достоверно установлено, что их представляют дендритные клетки пульпы, расположенные в субодонтобластическом слое.

Данные фиксированные макрофаги, как известно, предназначены поглощать и обрабатывать сложные антигены, с дальнейшим представлением их лимфоцитам [75].

С точки зрения авторов, относящихся к последователям инфекционной теории кариеса, эти события являются следствием прямого вирулентного действия на зубную эмаль патогенных микроорганизмов. В работах же Ю.П. Костиленко и соавторов [73, 75, 76, 78, 177] доказывается обратное: поражение эмали оказывается следствием иммунных реакций в пульпе зуба.

Итак, приведенный нами выше краткий аналитический обзор существующих в настоящее время в литературе представлений о причинах и развитии (этиопатогенезе) кариозного поражения зубов человека демонстрирует широкий спектр различных и довольно противоречивых мнений и гипотез, ни одна из которых до сих пор не является окончательно доказанной или опровергнутой. Стало быть, вопрос о патогенетической сущности кариозного поражения зубов или кариозной болезни человека остается ключевой проблемой стоматологии.

1.3. Экспериментальное моделирование кариозного процесса

Вначале следует отметить, что кариес зубов, или кариозная болезнь (*caries disease*) является преимущественно видовым заболеванием людей. Если учесть, что поражаемость населения земного шара кариесом достигает почти 100%, то можно говорить о полном отсутствии у человека резистентности (или иммунитета) к данной патологии, то есть людям свойственна генетическая предрасположенность к кариесу зубов. Но эта очевидная истина является слишком общей для того, чтобы ею руководствоваться в решении конкретных вопросов об этиологии и патогенезе кариозной болезни. Во всяком случае, прежде чем планировать определенное по цели экспериментальное исследование направленное на моделирование кариозного процесса, необходимо располагать объективными

данными о степени предрасположенности того или иного вида животных к данной патологии, а также, что очень важно, о видовых особенностях строения их зубов. Но прежде чем перейти к знакомству с данными литературы по строению зубочелюстной системы и самих зубов некоторых лабораторных животных, рассмотрим конкретные примеры в литературе по способам моделирования кариеса зубов.

Как свидетельствуют данные литературы, основные результаты по воспроизведению кариеса в лабораторных условиях были получены на белых крысах, хомяках и мышах. Почему именно этим животным отдается предпочтение остается не известным. Во всяком случае, в литературе отсутствуют данные, которые бы позволили судить о степени поражаемости зубов данных животных кариесом в естественных условиях существования. Иными словами, нам не известно о степени генетической предрасположенности этих животных к кариозной болезни по сравнению с человеком.

Вторая сторона вопроса заключается в том, что служило в качестве экспериментального кариесогенного фактора. Можно сказать, что в подавляющем большинстве для этого использовалось искусственное повышение в организме и полости рта концентрации углеводов. Наиболее распространенными формами в этих целях являются, как известно, сахарозо-казеиновые диеты в различной комбинации с другими ингредиентами. Как указывают авторы, кариесогенный эффект диеты в определенных пределах прямо пропорционален количеству содержащейся в диете сахарозы [151, 205, 210, 231]. При этом, что немаловажно учитывать при оценке результатов исследования, сахароза обладает кариесогенным действием только при поступлении в организм молодых животных через рот. Введение ее с помощью зонда, фистулы желудка, а также внутрибрюшинно, внутривенно или подкожно почти исключает кариесогенный эффект [205, 210, 231].

Вместе с тем, у взрослых половозрелых крыс (6-8 мес., весом свыше 100 г.) кариес зубов не возникает даже при содержании сахарозы в

кариесогенной диете до 66% [205]. Однако, по данным некоторых авторов, введение в рот стерильным крысам культуры энтерококков, выделенных из кариозных полостей контрольных крыс, приводит к интенсивному развитию у них кариеса зубов.

Наряду с этим в литературе имеются данные, согласно которым действие кариесогенной диеты зависит не только от количества легко ферментируемых в полости рта углеводов, особенно сахарозы, но и от их соотношения с другими ингредиентами. Например, увеличение в диете белков, содержащих незаменимые аминокислоты (особенно лизин), легкоусвояемых жиров, витаминов, минеральных солей (в первую очередь кальция и фосфора) и микроэлементов (фтора, молибдена, меди, ванадия и стронция) может резко снизить кариесогенный эффект. Действенность таких диет зависит, как оказалось, также от физических свойств указанных выше ингредиентов; например, введение сахарозы в водном растворе снижает ее кариесогенный эффект по сравнению с кристаллической формой. Грубая, жесткая диета (с казеином, кукурузой, рисом, пшеницей грубого помола) не способствует быстрому возникновению кариеса зубов, но, интересно отметить, значительно ускоряет стирание коронок зубов [70, 75, 81].

Особое место в литературе имеют сведения о том, что при содержании крыс на кариесогенной диете понижается их иммунная реактивность [73, 205, 210, 231], что, по мнению авторов, находит подтверждение при экспериментальной терапии крыс, в частности с применением фторсодержащих препаратов; при этом показатели иммунологических реакций нормализовались по мере уменьшения поражаемости зубов кариесом. Доказательством участия иммунных механизмов в регуляции кариесрезистентности твердых тканей зубов считаются результаты использования антипульповой цитотоксической сыворотки, вводимой крысам в стимулирующих и угнетающих дозах. К сожалению, остается не понятным, какие показатели в этих исследованиях являлись объективным свидетельством иммунологических реакций в пульпе и твердых тканях зуба,

и какой имеют они характер. Кроме того, не совсем понятно, какое отношение к изменению иммунологического статуса имеет фтор. Нам, например, не удалось встретить в литературе данных о прямом или косвенном участии фтора и его соединений в иммунных реакциях организма. Но, как бы то ни было, данный аспект проблемы, если судить по данным литературы, к сожалению, не нашёл дальнейшей разработки.

Как отмечалось нами в разделе обсуждения причин возникновения кариеса, в свое время была выдвинута концепция о роли нервно-трофических механизмов в его патогенезе, для доказательства которой автор (Д.А.Энтин) [17, 145, 148] предпринял опыты на собаках путем нанесения хронического раздражения на область серого бугра по методу Сперанского. В результате этого отмечено, что у некоторых животных возникли патологические изменения внутренних органов и полости рта, а также были обнаружены дистрофические расстройства в виде ломкости, стертости, пятнистости, эрозирования и некроза эмали зубов. Однако автору не удалось данным способом получить экспериментальную модель кариеса.

Из этого краткого обзора литературы по результатам экспериментального воспроизведения кариеса зубов в опытах над лабораторными животными очевидность вытекает, что данная патология никак не может рассматриваться односторонне, как результат местного, внешнего повреждения твердых тканей зуба, ибо в основе своего патогенеза содержит и целый ряд различных внутренних факторов, связанных с расстройством обмена веществ, реакцией иммунной системы, гормональным дисбалансом и другими нарушениями внутренней среды организма.

1.4. Особенности строения зубов некоторых лабораторных животных.

Известно, что для зубов человека, приматов и большинства млекопитающих общим является то, что они в процессе развития

проходят две последовательные смены, при которой молочные предшественники замещаются постоянными зубами. Такая система называется дифиодонтизмом [1, 58, 126, 141, 164, 165, 167, 175].

Кроме того, для всех них присуща отчетливая дифференцировка по форме, отражающая их разделение по функциональной специализации, что относится к гетеродонтной зубной системе. Вместе с тем, по форме соединения с челюстными костями, они являются текодонтными зубами, ибо их корни находятся в костных ячейках или альвеолах [1, 58, 119, 165, 175].

Следует также иметь в виду, что в дифиодонтной системе, то есть при однократной смене, подлежат замещению не все зубы, ибо истинные коренные (моляры) не имеют молочных предшественников [1, 51, 120, 139, 165, 175].

Однако, при данных общих основных чертах, для разных представителей млекопитающих животных свойственны свои специфические, видовые различия по количеству зубов, размерам, форме и способу поддержания продолжительности функционирования, что продиктовано способом их питания и характером пищи. Так, например, у грызунов и некоторых копытных животных высокодифференцированные (гетеродонтные), сильно стирающиеся, зубы обладают способностью к длительному росту. В этом случае у них не образуется корней как таковых, и зубной сосочек, являющийся аналогом пульпы зуба, проникает в широко раскрытое, постоянно растущее основание зуба [1, 136, 175, 215]. Но нас, как следует из плана диссертации, интересуют далеко не все виды млекопитающих, а только те, которые чаще всего используются в экспериментальной медицине. Поэтому, исходя из практических соображений, мы ограничимся только сведениями о зубочелюстной системе двух видов грызунов (белые крысы и кролики) и одного вида плотоядных животных (собаки).

Согласно данным литературы у грызунов развивается лишь пара средних резцов (небольшой второй, латеральный, резец имеется в верхней

челюсти заячьих), которые имеют крупные размеры и обладают постоянным ростом, причем эмалевый покров развивается только спереди. Между резцами и коренными зубами находится широкая диастема. Коронка коренных зубов имеет складчатую форму. Благодаря особенностям функционирования зубы грызунов обладают длительным, обновляющимся, ростом. Поэтому у них корня, как такового, не образуется, и зубной сосочек проникает в широко раскрытое, постоянно растущее основание зуба [1, 136, 175, 215].

В сравнительной анатомии по особенностям строения и развития зубы млекопитающих подразделяются на два типа - короткокоронковые и длиннокоронковые. У первого типа, к которому относятся и зубы человека, отчетливо выделяется коронка (выступающая из челюсти в полость рта), шейка и корни зуба. У этих зубов только коронка покрыта эмалью [51, 58, 110, 119, 141, 150, 166, 167].

В отличие от них длиннокоронковые зубы характеризуются очень длинной коронкой, которая из ротовой полости продолжается в зубную лунку, выполняя функцию корня. Такие зубы обеспечивают тщательное перетирание корма. У них эмаль покрывает весь зуб, включая ту часть, которая находится в зубной лунке. Но складки эмали образуются не только по краям жевательной поверхности, но и в центре ее, в результате чего такие зубы становятся складчатыми.

Более подробную информацию представляют данные литературы о строении зубов собаки. Можно сказать, что по объему и обстоятельности эта информация не уступает таковой о зубах человека. Прежде всего следует отметить, что собакам всецело свойственны короткокоронковые зубы, коронка которых у старых особей может стираться без восполнения до самой шейки. При стирании зуба зубная полость зарастает дентином, при этом новый дентин имеет более темную окраску и называется зубной звездой [5, 6, 51, 105, 109, 120, 139, 164, 167].

Зубная система у собак дифференцирована на три группы - резцы, клыки и коренные зубы. Последние в свою очередь делятся на ложнокоренные (премоляры) и настоящие коренные, или моляры. Свою классификацию имеют резцы, которые делятся на зацепы (находящиеся в центре), средние, располагавшиеся между зацепами и третьими резцами, называющимися окрайками. Последние, соприкасаются апраксимальными поверхностями с клыками. Резцы у собак от зацепа к окрайку увеличиваются в размере.

Клыки крупные, конической формы. Коренные зубы хорошо развиты. Первый нижний премоляр характеризуется маленькой коронкой с одним зубцом и называется волчьим зубом. Кзади коренные зубы увеличиваются; самые крупные из них - верхний четвертый премоляр и нижний первый моляр. Они называются секущими зубами. Премоляры (исключая первый нижний с одним зубцом) трехзубчатые. Моляры, напротив, широкие, многобугорчатые.

Таким образом, постоянный прикус собаки состоит из 42 зубов и выражается следующей зубной формулой:

2.4.1.3 | 3.1.4.2

3.4.1.3 | 3.1.4.3

То есть в каждой челюсти, справа и слева, имеется по три резца, по одному клыку, по четыре премоляра и по два (верхних) – три (нижних) моляра. У коронки каждого зуба принято различать высоту, ширину и толщину. Высота коронки - расстояние от бугра жевательной поверхности до уровня шейки. Ширина зуба – расстояние между апраксимальными поверхностями. Жевательная поверхность зубов уже, чем их пришеечная часть. Толщина зуба – это его вестибуло-оральный размер.

Примечательной особенностью зубного прикуса у собак является то, что зубы-антагонисты (за исключением последних коренных зубов) не соприкасаются между собой своими коронками. Промежутки между ними представлены в виде треугольников, вершина которых обращена к десневому

краю, а основание – к режущей части коронки [7, 51, 109, 119, 134, 141, 150, 165, 167].

При внимательном знакомстве с описанием строения зубов собаки, нас заинтересовали данные о толщине эмалевого покрытия их коронок. Согласно им, толщина эмали у постоянных зубов собак варьирует от 1,3-1,6 мм. на резцах, 1,9-3,2 мм. на клыках и до 3,2-3,6 мм. на коренных зубах в зависимости от различных пород, что существенно превышает соответствующие показатели для зубов человека, где максимальная толщина эмали не превышает 2,0 мм. [6, 165, 167, 175].

Некоторая особенность отмечается в микроскопическом строении дентина зубов собаки. В литературе указано, что в нем дентинные каналы имеют вид тонких трубочек диаметром порядка 1-4 мкм, что близко к значению аналогичных образований зубов человека. Но у крупных пород собак встречаются гигантские трубочки диаметром от 5 до 40 мкм. В остальном же строение дентина у собак, если судить по данным литературы, полностью совпадает с таковым у человека [5, 141, 165, 167].

Обобщая, приведенный выше, краткий обзор литературы, можно сказать, что зубы грызунов и хищных относятся к дифио-гетеро-текодонтной системе, то есть в своем развитии они проходят две последовательные смены (молочные и постоянные), имеют отчетливую дифференцировку по форме (подразделяются на группы) и находятся в ячейках челюстей. Но в количественном отношении, а также по форме и размерам они очень разнообразны. Однако более существенным морфологическим различием между зубами данных видов животных является отношение эмалевого покрытия к дентину, что продиктовано характером их функционального предназначения. Те зубы, которые испытывают большое усилие при перетирании грубой пищи наделены способностью к постоянному росту по мере стирания коронки. Данная особенность связана с тем, что эмалевое покрытие имеется по всей длине таких зубов, отчего они получили название длиннокоронковых (Hypsodontes). В противоположность им другой тип

зубов имеет эмалевое покрытие только на выступающей в полость рта части зубов. Такие зубы называются короткокоронковыми (Brachiodontes).

Исходя из этого, все зубы грызунов относятся к длиннокоронковому типу, тогда как у хищных животных (собаки), отчетливо выраженная гетеродонтная система, всецело представлена короткокоронковыми зубами [4, 5, 9, 10]. Следовательно, по относительным морфологическим признакам зубы собаки имеют большее сходство с зубами человека. Хотя они и сильно отличаются между собой по внешней форме, зато, судя по данным литературы, являются принципиально идентичными по микроскопическому строению твердых тканей.

Важно отметить, что если микроскопическому строению короткокоронковых зубов в литературе удалено всестороннее внимание, то длиннокоронковые зубы в этом отношении остаются совсем не изученными. В связи с этим вызывает удивление то, что в литературе отсутствуют какие-либо данные о цитофизиологическом механизме их непрерывного отрастания по мере стираемости при жевательном акте.

Эти вопросы, по нашему мнению, имеют первостепенное значение при выяснении того, какие из этих двух типов зубов более предрасположены к кариозному поражению.

В этом отношении в литературе имеются данные несколько противоречащие той характеристике зубной системы грызунов, которая приведена выше. Например, Н.В. Косолапова [1, 58, 150] пишет, что у таких видов как крысы и хомяки щечные зубы, то есть коренные, короткокоронковые, у которых развиты корни, жующая поверхность уменьшена, рост остановлен, потому что они привыкли к малоабразивному, высококалорийному корму. У кроликов же в связи с потреблением низкокалорийного и абразивного корма зубы длиннокоронковые. Автор отмечает, что этим функциональным группам соответствуют и специфические заболевания. Так, у грызунов с короткокоронковым строением зубов нередко наблюдается кариес. Стало быть, такие зубы

являются объектом для развития кариесогенной микрофлоры, что свидетельствует в пользу теории Миллера [21, 45, 54, 97, 120, 164].

Из этого можно предположительно считать, что кариозному процессу подвержены только короткокоронковые зубы, тогда как длиннокоронковым аналогам это не свойственно. Однако, в существующих в настоящее время руководствах по ветеринарной стоматологии вопрос о преимущественной предрасположенности или резистентности того и другого типа зубов не обсуждается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По масштабу распространенности кариозная болезнь может с полным основанием считаться видовой принадлежностью человека. Согласно современным данным этой болезнью охвачено практически все население земного шара. Несмотря на предпринимаемые усилия со стороны ученых и врачей-стоматологов, каких-либо впечатляющих результатов лечения и, тем более, профилактики кариозной болезни до сих пор не достигнуто, что объясняется отсутствием в настоящее время достаточно обоснованных, с позиций современной медико-биологической науки, представлений о причинах и патогенезе данного заболевания.

Среди стоматологов принято считать, что в настоящее время насчитывается около четырехсот теорий развития кариеса. Однако при глубоком анализе оказывается, что все их можно свести к двум концепциям [21, 27, 75, 91, 145]. К одной из них относится представление, согласно которому причиной кариеса зубов являются те или иные, повреждающие эмаль, внешние факторы физического или химического происхождения; отсюда следует и множество мнимых теорий. Если же их обобщить, то все они составят теорию об экзогенном происхождении кариозного повреждения зубов.

Наряду с этим, некоторые авторы пытаются обосновать противоположную точку зрения, согласно которой кариес рассматривается как местное проявление определенных неблагоприятных изменений внутренней среды организма, порождающих в пульпе зуба дисфункциональные состояния, отрицательно сказывающиеся на состоянии твердых тканей зубов. Такое представление обосновывает теорию об эндогенном происхождении кариеса, и позволяет классифицировать его как кариозную болезнь (caries disease).

Решение вопроса о том, какая из этих теорий в настоящее время лучшим образом объясняет клинические и патоморфологические факты кариозного процесса зависит от результатов дальнейшей научной разработки данной проблемы. В настоящее время сильным аргументом сторонников экзогенной теории являются результаты экспериментальных исследований на животных, в качестве которых использовались белые крысы, мыши и хомяки. Исходным условием экспериментального моделирования кариеса зубов служило искусственное повышение в полости рта животных концентрации углеводов с помощью сахарозо-казеиновой диеты. При этом отмечено, что у взрослых половозрелых животных кариес зубов не возникает даже при содержании в кариесогенной диете сахарозы до 66%. Однако, введение в рот стерильным крысам культуры энтерококков, выделенных из кариозных полостей контрольных крыс, приводит к интенсивному развитию у них кариеса зубов.

Однако результаты соответствующих экспериментальных исследований, подтверждающих это, приводятся авторами в основном в описательном виде без надлежащих, объективно убедительных иллюстраций.

Но, важнее всего то, что прежде чем планировать определенное экспериментальное исследование, направленное на моделирование кариозного процесса, необходимо располагать объективными данными о видовых особенностях строения их зубов и степени предрасположенности

данного вида животных к кариесу. К сожалению, авторы, судя по данным литературы, в своих исследованиях эту сторону вопроса не учитывали.

При изучении литературы по сравнительной морфологии животных было установлено, что у разных видов млекопитающих зубные системы отличаются в основном от наличия в них двух типов зубов, что продиктовано характером потребляемой пищи. Те зубы, которые испытывают большое усилие при перетирании пищи наделены способностью к постоянному росту по мере стирания коронки. У таких зубов эмалевое покрытие имеется по всей их длине, отчего они получили название длиннокоронковых (*Hypsodontes*). В противоположность им другой тип зубов имеет эмалевое покрытие только на выступающей в полость рта части зуба. Поэтому они получили название короткокоронковых (*Braohiodontes*).

Согласно фундаментальным данным по сравнительной анатомии зубы грызунов относятся к длиннокоронковому типу. Однако имеются указания, что это справедливо не для всех видов. Например, у крыс и хомяков коренные зубы представлены короткокоронковыми, тогда как у кроликов все зубы относятся к длиннокоронковым. При этом отмечается, что этим функциональным группам соответствуют и специфические заболевания. Так у грызунов с короткокоронковым строением зубов нередко наблюдается кариес.

Абсолютно однозначные сведения имеются о зубах собаки, которые всецело представлены короткокоронковым типом, что характерно и для зубов человека, несмотря на то, что они сильно отличаются между собой по количеству, расположению и форме коронки.

Если микроскопическому строению короткокоронковых зубов (в основном человека и собаки) в литературе удалено всестороннее внимание, то длиннокоронковые зубы в этом отношении остаются совсем не изученными. Кроме того, в литературе отсутствуют какие-либо данные о цитофизиологическом механизме их непрерывного отрастания по мере стираемости при жевании.

Эти вопросы, по логике, имеют решающее значение при выяснении того, какие из этих двух типов зубов более предрасположены к кариозному поражению. Принимая во внимание указание Косолаповой Н.В. [58, 150] о том, что у некоторых грызунов (крысы и хомяки) с короткокоронковым типом строения коренных зубов нередко наблюдается кариес, можно предположить ту же склонность к кариесу и у других видов животных, у которых имеются короткокоронковые зубы, то есть такие зубы, которые в процессе эволюции потеряли способность к непрерывному отрастанию.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика исследованного материала

Необходимые данные о строении зубов человека получены при изучении 40 больших нижних корневых зубов (нижних моляров) с полностью интактной коронкой (без явных признаков стираемости) и 10 аналогичных зубов с выраженным признаками физиологической стираемости, которые получены после удаления (по клинически обоснованным показаниям) на кафедре хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ВГУЗ Украины “Украинская медицинская стоматологическая академия”.

Для изучения зубов грызунов использованы головы (после декапитации под тиопенталовым наркозом) 10 белых крыс самцов, массой от 255 до 350 грамм и 5 кроликов породы Шиншила, массой от 2,5 до 3 килограмм. Кроме того, 5 беспородных собак-самцов, возрастом от 3 до 4 лет и массой около 20 килограмм, служили для изучения зубочелюстной системы и отдельных зубов. До эвтаназии животные содержались в стандартных условиях экспериментально-биологической клиники ВДНЗУ “УМСА”.

Все оперативные манипуляции при заборе материала у животных осуществлены с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986), согласно требований Токийской декларации Всемирной медицинской ассоциации, Хельсинской декларации (1964), а также решений «Первого национального конгресса про биоэтику» (Киев, 2001).

2.2. Методы исследования

Головы грызунов, после снятия кожного покрова, подвергали полной макерации путем вываривания с последующей отмыккой и очисткой от оставшихся мягких тканей. Полученные черепа после отбеливания, промывки и высушивания, фотографировали в нужных ракурсах. В дальнейшем из некоторых из них извлекали отдельные зубы в целях детального обследования их формы и получения фотоснимков. У других препаратов нижние челюсти подвергали расчленению на отдельные зубочелюстные сегменты, которые помещали в кюветы соответствующего размера и заливали эпоксидной смолой, в качестве которой служил эпоксидный клей “Химконтакт-Эпокси”. После полимеризации из них были изготовлены шлифы в продольном и поперечном сечении зубов. Завершающий этап заключался в поверхностном протравливании шлифов в хелатообразующем агенте (Трилон-Б) и окраске их 1% раствором метиленового синего на 1% растворе буры. Изучение их и фотодокументация осуществлены с помощью световых микроскопов МБС-9 и «Конус», оснащенных цифровой фотоприставкой. Таким же способом были подготовлены к исследованию и зубы человека.

Самая сложная, задача заключалась в получении отдельных зубочелюстных сегментов (выборочно по отдельным группам зубов) 5-ти собак, что достигалось путем выпиливания их с помощью тонкого ножовочного полотна. В целях технического упрощения мы во всех случаях ограничивались препаратами нижней челюсти. Следует отметить, что к этой работе мы приступали после проведения необходимых морфометрических измерений коронок нижних и верхних секущих зубов макерированных черепов собаки. Следовательно, в реестр морфометрических исследований вошло 20 зубов собаки, которые в количественном соотношении сопоставимы с вариантной выборкой моляров человека (табл. 2.1).

Таблица 2.1.

Распределение материала по методам исследования

Зубочелюстные комплексы / Зубы	Методы исследования			
	Фотосъемка	Рентгенография	Эпоксидные шлифы	Морфометрия
Человека	-/-	3/-	-/30	-/20
Собаки	6/-	3/-	10/10	-/20
Крысы	5/5	3/-	10/12	-/-
Кролика	5/6	2/-	10/12	-/-
			Световая микроскопия	

Для процесса пластинации полученных зубочелюстных сегментов собаки мы, впервые в практике подобных исследований, вместо дорогостоящей эпоксидной смолы Эпон-812, использовали эпоксидный клей “Химконтакт-Эпокси”, впрочем, для этого пригодны и другие его промышленные марки. В данном случае вся процедура заключалась в следующем.

1. Зубочелюстные сегменты, после фиксации в 10% растворе нейтрального формалина и отмычки от него, подвергали дегидратации в спирте возрастающей концентрации с плавным переходом в чистый ацетон, как это принято в трансмиссионной электронной микроскопии.

2. Затем приступали к процедуре постепенной пропитки данных препаратов в поочередных растворах возрастающей концентрации эпоксидной смолы в ацетоне, доводя ее до чистого состояния. После этого препараты помещали в соразмерные им кюветы для полимеризации. Следует отметить, что данная техническая смола в отличие от эпон-812 подвергается

более быстрой полимеризации, в связи с чем мы не прибегали к использованию повышенных температурных режимов в термостате.

3. Завершающим этапом данной методике является изготовление из полученных эпоксидных блоков пластинчатых шлифов разной толщины, готовых к изучению не только в световом, но и в сканирующем электронном микроскопе.

Достоинство данного метода заключается в том, что в получаемом эпоксидном шлифе эмаль оказывается ограниченной с одной стороны дентином, а с другой – внешним слоем эпоксидной смолы. Благодаря этому, она становится (на лицевой стороне шлифа) доступной для направленного и контролируемого травления в декальцинирующем агенте, чего нельзя получить на обычных шлифах зубов, ибо, находящаяся в них, внешне открытая эмаль подвергается при декальцинации полному разрушению. Опыт показал, что наиболее щадящим для биологических тканей декальцинирующим реагентом является динатриевая соль ЭДТА (Трилон-Б). Под его воздействием происходит постепенное послойное вытравливание эмали из того замкнутого объема, в котором она находится. В результате этого между дентином и внешним слоем эпоксидной смолы, являющимся конформным внешней поверхности зубной коронки, образуется постепенно растущее углубление, легко контролируемое временем пребывания шлифа в декальцинирующем растворе. При этом дном данного углубления становится слой протравленной эмали, рельеф которого будет отражать ее внутреннюю структуру, доступную для изучения не только с помощью светового и сканирующего электронного микроскопов, но и для снятия угольных реплик в целях изучения в трансмиссионном электронном микроскопе.

Поверхностное протравливание в хелатообразующем агенте необходимо не только для более отчетливого выявления структурного рельефа эмали, но и в целях демаскирования органических структур в дентине и в костной ткани альвеолярных отростков, которые, благодаря этому, легко поддаются окраске метиленовым синим. Как показал опыт,

самым простым, недорогостоящим и эффективным красителем является 1% раствор метиленового синего на 1% растворе буры. При этом, предварительно протравленные шлифы, нет необходимости целиком погружать в раствор красителя. Вместо этого мы использовали контактный способ окрашивания, для чего эпоксидный шлиф зуба, удерживаемый пинцетом, приводится к кратковременному (около 2-3 секунд) поверхностному соприкосновению с красителем, который в небольшом количестве находится в чашке Петри. После отмычки от избытка красителя и высушивания шлифы полностью готовы для изучения с помощью световой оптики в отраженном и проходящем свете. В первом случае нам служил микроскоп МБС-9, а во втором – микроскоп “Конус”. Следует отметить, что при изучении в проходящем свете с относительно большим увеличением необходимы шлифы толщиной около 0.5 мм. Мы их монтировали на предметные стекла и покрывали, как принято в гистологической практике, покровными стеклами с помощью полистирола.

Все микрофотографии стандартизировано получены с помощью цифровой фотоприставки, за исключением обзорных снимков, которые сделаны на градуированном цифровом штативе цифровым фотоаппаратом.

Для математической характеристики морфологических отличий зубов животных и человека использованы метрические показатели толщины эмали и высоты коронки, которая определялась дистанцией от возвышенности бугра до пришеечного истончения эмали. Однако, в отдельности данные признаки (толщина эмали и высота коронки) не являются достаточно показательными, особенно если учитывать большую изменчивость толщины эмали от формы зубов, а также неравномерности ее покрытия в зависимости от кривизны окклюзионной поверхности коронки, ибо самой толстой она является на возвышениях бугров или конусов и минимально тонкой в углублениях между ними.

В связи с тем, что ведущей функцией зубочелюстной системы человека является жевание, мы сосредоточили свое внимание на молярах и тех зубах

собаки, которые им аналогичны по функции. Эти зубы, как известно, отличаются самой большой неравномерностью толщины эмалевого покрытия на окклюзионных поверхностях коронки, которому мы, для емкости формулировки характеризуем скалярностью (лат. *Scalaris* – лестничный, ступенчатый) эмалевого покрытия или просто, скалярностью эмали. Выразить ее в единицах меры по всей окклюзионной кривизне крайне затруднительно, да и настущной необходимости в этом нет, если учитывать, что у моляров самую большую жевательную нагрузку испытывают соответствующие бугры, где толщина эмали самая максимальная. Отсюда она, постепенно истончаясь, переходит по скату на боковые поверхности коронки, исходя на нет возле шейки зуба. Стало быть, здесь толщина эмали имеет нулевое значение, что послужило нам ориентиром для определения высоты зубной коронки, которая, таким образом, будет равна дистанции между самой возвышенной точкой жевательного бугра до шейки зуба (рис. 2.1).

Однако, данные абсолютные величины максимальной толщины эмали и высоты коронки, сами по себе еще не дают обобщающих критериев для удобного сопоставления с их аналогами. Поэтому мы прибегли к получению относительных показателей путем вычисления толстотно-высотного индекса эмали (ТВИ), как отношения максимальной толщины ее (мТЭ) к высоте коронки (ВК), выраженного в процентах по формуле:

$$\text{ТВИ} = \frac{\text{мТЭ}}{\text{ВК}} \times 100.$$

Однако, само название “толстотно-высотный индекс эмали” является несколько громоздким и недостаточно точным, поэтому мы решили изменить его на “индекс скалярности эмали”.

При этом высоту коронки мы измеряли с помощью штангенциркуля на интактных зубах (20 единиц) до заключения их в эпоксидную смолу. Вместе с этим мы определяли толстотные размеры этих зубов, как диаметр их коронок по апоксиимальным поверхностям.

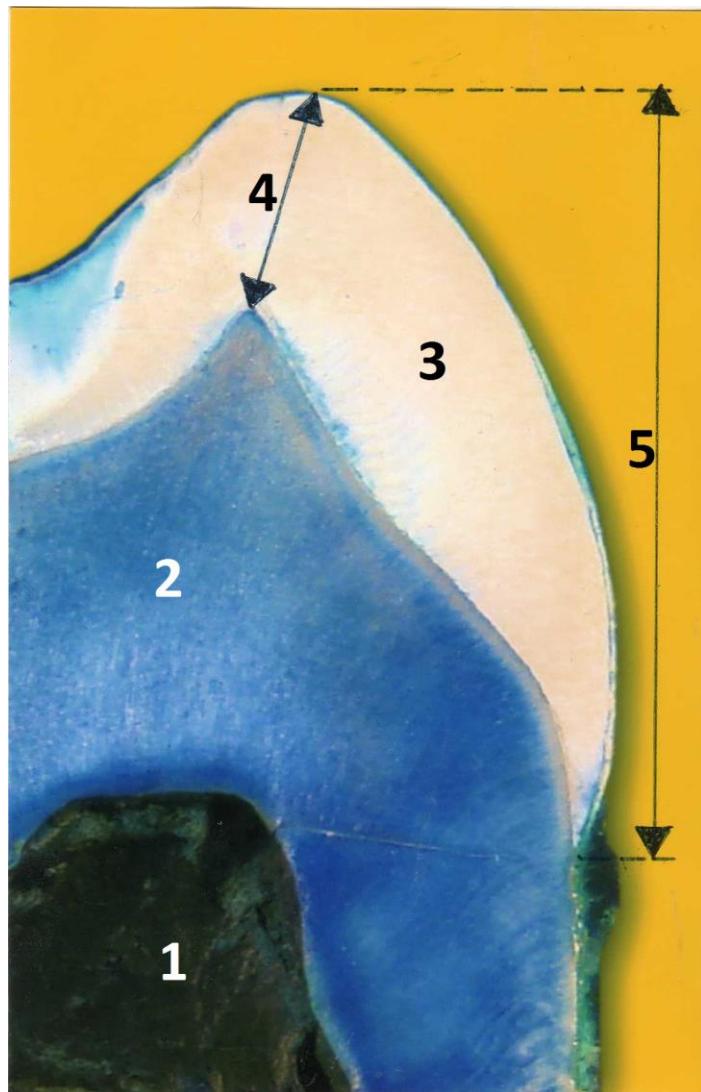


Рис. 2.1. Принцип определения индекса скалярности зубной эмали.

1 – пульпарная камера; 2 – дентин; 3 – эмаль; 4 – толщина эмали на возвышении жевательного бугра; 5 – высота коронки.

Измерение толщины эмали становится возможным только на срединных шлифах зубов, которое достигалось в световом микроскопе с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-16. Таким же способом были получены метрические данные о толщине дентина. Соответствующие метрические параметры зубов собаки получены в том же алгоритме измерений.

Математическая обработка морфометрической информации проведена согласно общепринятым методам вариационной статистики, с использованием соответствующего программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007 [89, 127].

ГЛАВА 3

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ БОЛЬШИХ КОРЕННЫХ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА И СОБАКИ

3.1. Строение больших коренных зубов человека

В качестве предисловия напомним, что большие коренные зубы (в дальнейшем – моляры) в целом, особенно нижние, отличаются массивностью, широкой площадью жевательной (окклюзионной) поверхности, наличием на ней нескольких бугров и прочными корневыми опорами в челюстях. Данная форма как нельзя лучше приспособлена к измельчению и растиранию пищи в процессе жевания, которое осуществляется жерновыми движениями нижнего зубного ряда по жевательной поверхности верхних зубов с должным приложением усилия жевательных мышц. При этом верхние зубы испытывают механическое воздействие, вектор силы которого попеременно меняется по всем направлениям окклюзионной плоскости. Этому противодействуют имеющиеся у верхних моляров три опоры, которыми являются их корни.

Если верхние моляры в зубном ряду имеют тенденцию к уменьшению в размере, начиная от первого к третьему, то у нижних больших коренных зубов это выражено в значительно меньшей мере (рис. 3.1). Коронка нижних моляров имеет более прямоугольную форму, чем у верхних гомологов, благодаря чему она сравнима в целом с кубом. При внимательном изучении ее внешних очертаний складывается впечатление, что она является как бы результатом сращения нескольких (4 или 5) однобугорковых (тупоконечных) зубов. Это впечатление создается за счет наличия мужбуторковых борозд на жевательной поверхности, переходящих на щечную и язычную поверхности коронки (рис. 3.2, 3.3).

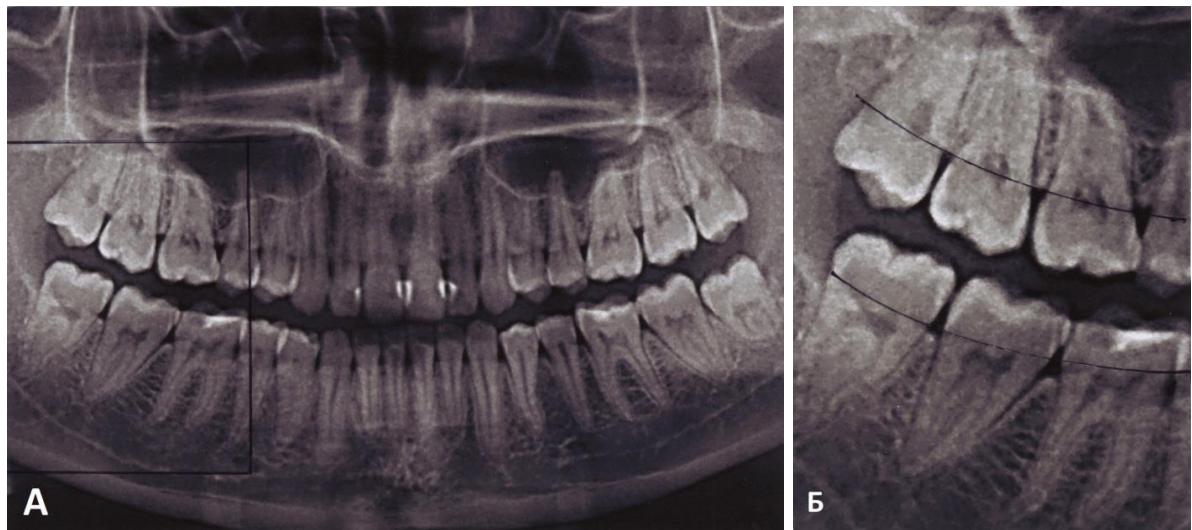


Рис. 3.1. Ортопантомограмма зубо-челюстной системы 27-летней женщины. А – общий вид; В – правые большие коренные зубы; кривыми линиями обозначены цервикальные плоскости.

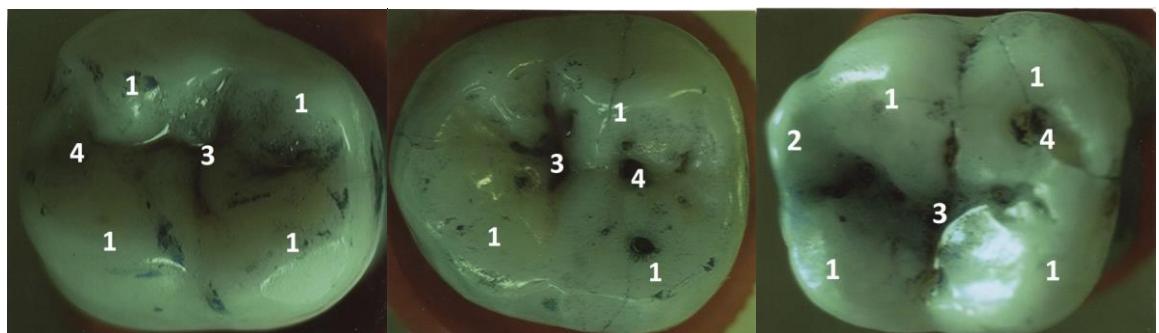


Рис. 3.2. Индивидуальные формы окклюзионной (жевательной) поверхности первых нижних моляров.

1 – жевательные бугры; 2 – добавочный бугорок (протостилид);
3 – межбугорные фиссуры; 4 – эмалевые ямки.

По тем соображениям, что постоянный прикус начинает формироваться с прорезывания первых моляров, а также учитывая их ведущую роль в процессе жевания, мы посчитали возможным ограничиться в своих исследованиях изучением только этих зубов.

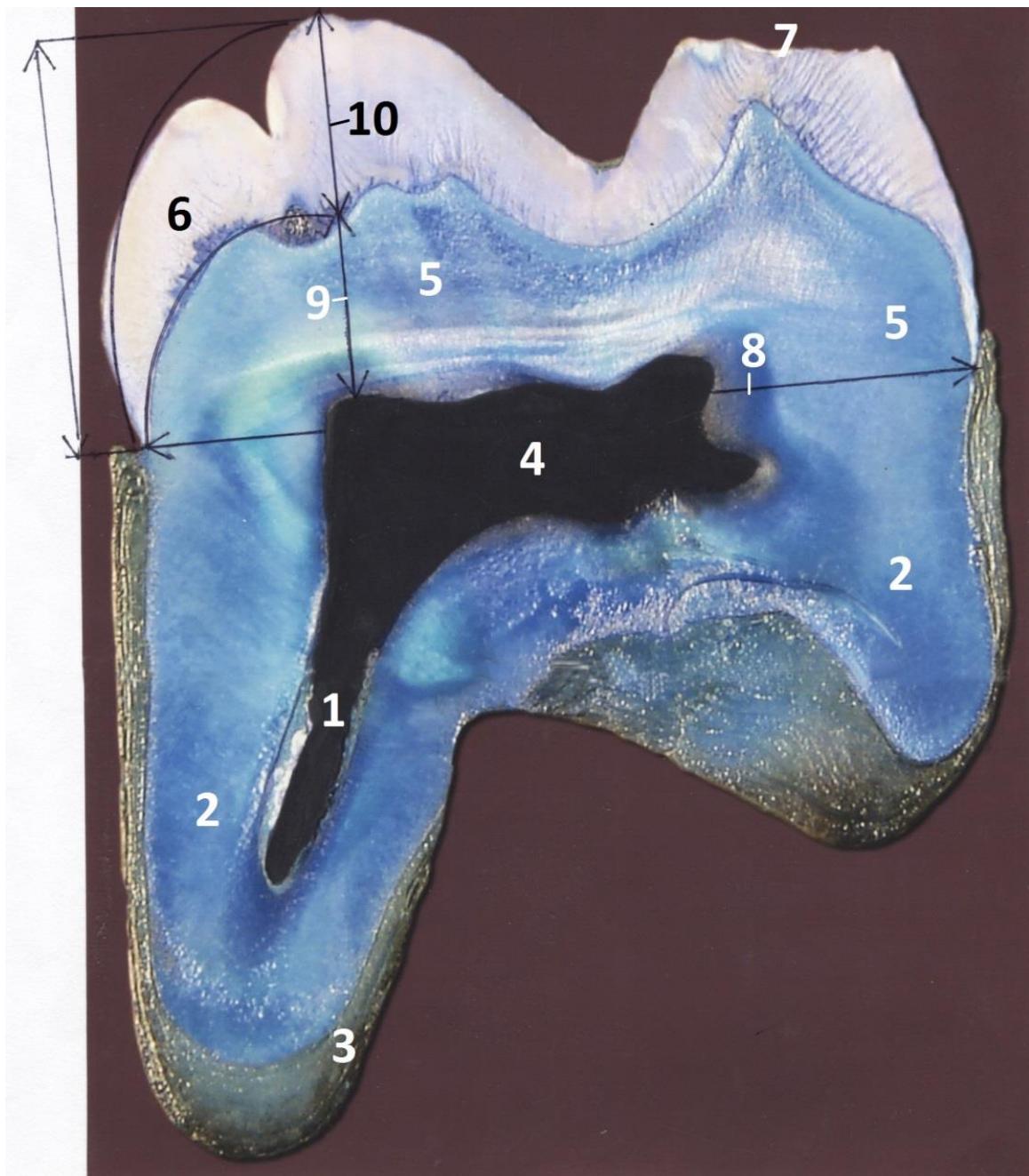


Рис. 3.3. Продольное сечение первого нижнего моляра человека. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 2х.

1 – корневой канал; 2 – корневой дентин; 3 – цемент; 4 – пульпарная камера; 5 – коронковый дентин; 6 – эмаль протостилида; 7 – физиологическая стертость эмали; 8 – широтный диаметр коронки (цервикальная плоскость); 9 – максимальная толщина коронкового дентина; 10 – максимальная толщина эмали.

Таблица 3.1.

**Сводные данные об основных метрических параметрах коронок
нижних больших коренных зубов человека**

№ зуба	Высота коронки моляров	Максимальная толщина эмали	Ширина коронки (мезиодистальный диаметр)	Толщина дентина с окклюзионной стороны коронки
1	6,53	2,83	12,30	2,20
2	6,33	2,53	11,56	2,91
3	5,82	2,71	11,83	3,21
4	6,20	2,91	10,92	2,52
5	6,72	2,81	12,15	3,00
6	6,00	2,75	11,95	2,18
7	5,92	2,84	11,86	2,63
8	6,43	2,78	12,20	2,85
9	6,62	2,65	12,17	3,31
10	5,95	2,72	10,85	3,25
11	7,10	2,79	11,67	2,93
12	5,73	2,81	11,76	2,75
13	6,51	2,68	12,13	2,68
14	6,35	2,77	11,97	3,13
15	5,86	2,67	10,93	3,11
16	6,24	2,84	11,73	2,69
17	7,23	2,59	12,19	2,58
18	5,84	2,71	11,69	3,35
19	6,65	2,82	12,22	2,47
20	5,94	2,73	10,87	3,18
Среднее (M)	6,3	2,74	11,74	2,84
Максимум	7,23	2,91	12,3	3,35

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
Минимум	5,73	2,53	10,85	2,18
Стандартное отклонение (σ)	0,43	0,09	0,48	0,35
Стандартная ошибка среднего (m)	0,09	0,02	0,10	0,3

Напомним, что в качестве основных наиболее показательных, метрических параметров коронок больших коренных зубов человека мы избрали такие постоянные характеристики как: 1 – высота коронки, которая измерялась как прямая линейная дистанция от шейки зуба (место краевой зоны эмалевого покрытия) до вершины интактного жевательного бугра; 2 – ширина коронки или мезио-дистальный диаметр; 3 – максимальная толщина эмали на вершине жевательных бугров и 4 – усредненная толщина дентина со стороны окклюзионной поверхности коронки. Результаты этих исследований и их статистический анализ представлены в табл. 3.1.

Как видно, в случайной выборке, состоящей из 20 нижних моляров (первых и вторых), высота их коронки колебалась от 5,73 до 7,23 мм (среднее значение $6,3 \pm 0,09$ мм), тогда как разброс широтного размера по мезио-дистальному диаметру находился в пределах от 10,85 до 12,3 мм (среднее статистическое значение равно $11,74 \pm 0,1$ мм). Исходя из этого индекс отношения между ними (высотно-широтный индекс) равен 53,6%, то есть ширина их коронки почти в два раза превышает высоту, из-за чего нижние моляры человека можно охарактеризовать приземисто-толстыми зубами (этим они отличаются от остальных зубов).

Как известно, коронкой зуба называется та его часть, которая, выступая в полость рта, покрыта эмалью – самой твердой тканью в организме. Согласно существующим представлениям основная ее роль заключается в защите дентина и пульпы зуба от различных по природе неблагоприятных

воздействий окружающей среды; кроме того она способна противостоять относительно большим механическим нагрузкам при разжевывании разных по плотности пищевых продуктов. Стало быть, в норме она обладает износостойчивостью, которая все-таки не рассчитана на пожизненное сохранение своей целостности; в процессе длительного функционирования она подвергается физиологическому стиранию, которое обычно появляется на рабочих частях окклюзионных поверхностей коронок (режущие края и жевательные бугры). Поэтому у людей зрелого возраста трудно бывает отыскать зубы с абсолютно интактной коронкой. Тем не менее, нам удалось получить несколько препаратов без заметных признаков дефекта жевательной поверхности больших коренных зубов человека. На рис 3.2 представлены снимки окклюзионных поверхностей трех, индивидуально разных, первых нижних моляров. Обращает на себя внимание то, что они отличаются между собой по внешнему очертанию жевательных бугров и конфигурации разделяющих их фиссурных образований, с наличием в отдельных случаях, локальных углублений и других неровностей, которые придают зубам индивидуальную неповторимость, что, как известно, относится к разделу одонтоглифики.

Вполне понятно, что данные особенности внешнего рельефа жевательной поверхности зубов будут налагать отпечаток на форму эмалевого покрытия, толщина которого всецело зависит от степени выраженности данной поверхности. Но какими бы ни были индивидуальные особенности этой неровности, от нее не зависит общий характер изменения толщины эмалевого покрытия; всегда в углублениях эмаль будет тоньше, а на возвышениях – толще. В области фиссур и ямок эмаль истончается до того, что в некоторых случаях в глубине щели происходит ограниченное обнажение поверхностного слоя дентина (рис.3.8, 3.10). Отсюда эмаль, переходя на подъем соответствующего жевательного бугра, постепенно утолщается, достигая максимума на его вершине, откуда по скату, переходя

на апроксимальные и боковые поверхности коронки, она плавно истончается, сходя на нет по периметру коронки в пришеечной области.

Такая топологическая изменчивость эмалевого покрытия в значительной степени затрудняет дать полную метрическую характеристику его толщины. Но задачу можно упростить, если допустить что по внешней форме коронка нижних моляров представляет собой результат сращения четырех тупоконечных однобугорных зубов. В этом случае анализ формы эмалевого покрытия можно свести к рассмотрению его в пределах одного, отдельно взятого жевательного бугра, который имеет форму покатого, округленно конического возвышения (рис. 3.3, 3.10). В основе его находится отрог дентина в виде остроконечного рога, а покрывающая его эмаль с внешней поверхности имеет равномерно округлую форму, отличаясь максимальной толщиной. Из этого следует, что толщина эмали, начиная от нулевого значения в основании жевательного бугра (в пришеечной области коронки) плавно по экспоненте возрастает, достигая максимума на его вершине, что может найти определенное математическое выражение, как отношение максимальной толщины эмали к высоте коронки (толстотно-высотный индекс эмали), которое является универсальным показателем при оценке различия между разными зубами, относящимися к, так называемому, короткокоронковому типу. Описанный выше характер изменения толщины эмали на жевательных буграх нижних коренных зубов мы предлагаем называть скалярностью зубной эмали, а название толстотно-высотный индекс, из-за его смысловой недостаточной точности, заменить на индекс скалярности эмали. Как известно слово скалярный происходит от латинского слова *scalaris* (лестничный, ступенчатый), являясь математической величиной, которая выражается числовым значением меры. Использование данного термина оправдано не только его числовым смыслом, но и выразительной наглядностью структуры эмали, которая выявляется в отчетливой форме на продольных шлифах зубной коронки, частично протравленных в Трилоне-Б в виде веерообразно ориентированных полос

Гунтера-Шрегера (рис. 3.4). Видно, что длина их, начиная от пришеечной области до вершины бугра, неуклонно нарастает в арифметической прогрессии, образуя по периметру коронки многоярусную ступенчатость, известную под названием перикиматий [12,21,22].

Измерения, результаты которых представлены в табл. 3.1, показывают, что максимальная толщина эмали на вершине жевательных бугров находится в интервале от 2,53 до 2,91 мм. Если соотнести её среднее значение ($2,74 \pm 0,02$ мм.) с известным нам показателем высоты коронки ($6,3 \pm 0,09$ мм), то мы получим индекс скалярности эмали, который у нижних моляров будет равен 43,5%, то есть, в приблизительном значении, можно сказать, что максимальная толщина эмали у них равна почти половине высоты коронки. Интересно, что если округлить эти метрические данные до целых чисел, то отношения между максимальной толщиной эмали, высотой коронки и её шириной будут находиться в геометрической пропорции 3:6:12.

Казалось бы, что высота коронки будет представлять собой простую сумму, состоящую из толщины эмали и подлежащего дентина, среднестатистическое значение толщины которого со стороны окклюзионной поверхности равно $2,84 \pm 0,8$ мм. Следует отметить, что близко к этому значению является и толщина корневого дентина. Если его сложить с максимальной толщиной эмали, то общая толщина твердых тканей на возвышенных частях коронки будет примерно равна 5,6 мм, что на 0,7 мм меньше высоты коронки.

Это объясняется тем, что данная разница приходится на часть свода пульповой камеры, который несколько возвышается над уровнем плоскости, являющейся условной границей между коронкой и корневым отделом зуба. Эту плоскость мы будем называть цервикальной плоскостью зуба.

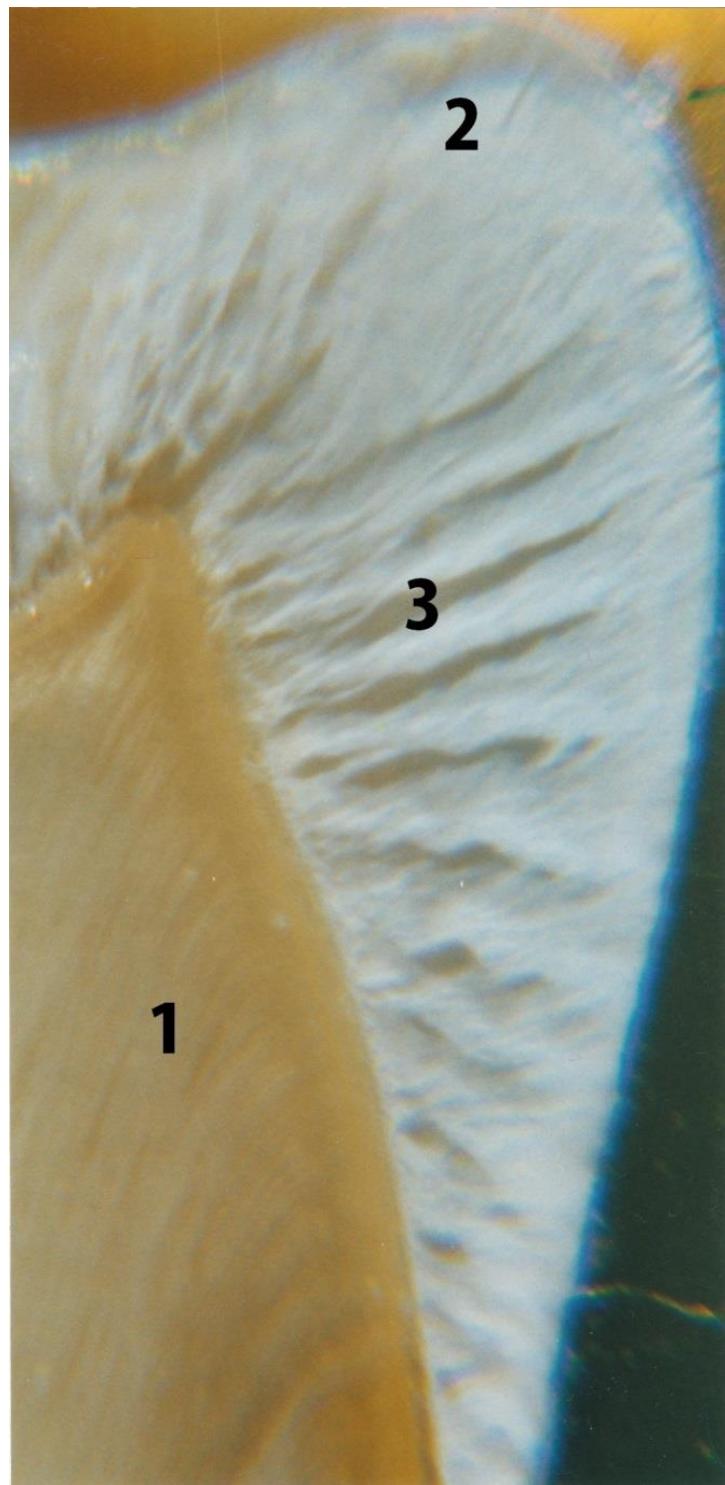


Рис. 3.4 Боковая часть коронки первого нижнего моляра. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив в 4х.

1 – дентин; 2 – жевательный бугор; 3 – узловые жгутообразные цепи кристаллических волокон (полосы Гунтера-Шрегера), демонстрирующие ступенчатое (скалярное) строение эмали.

В одномерном выражении на продольных шлифах зубов она является горизонтальной линией (параллельной окклюзионной поверхности зубов), соединяющей противоположные точки, которые находятся на границе контакта между эмалью и цементом (рис. 3.3).

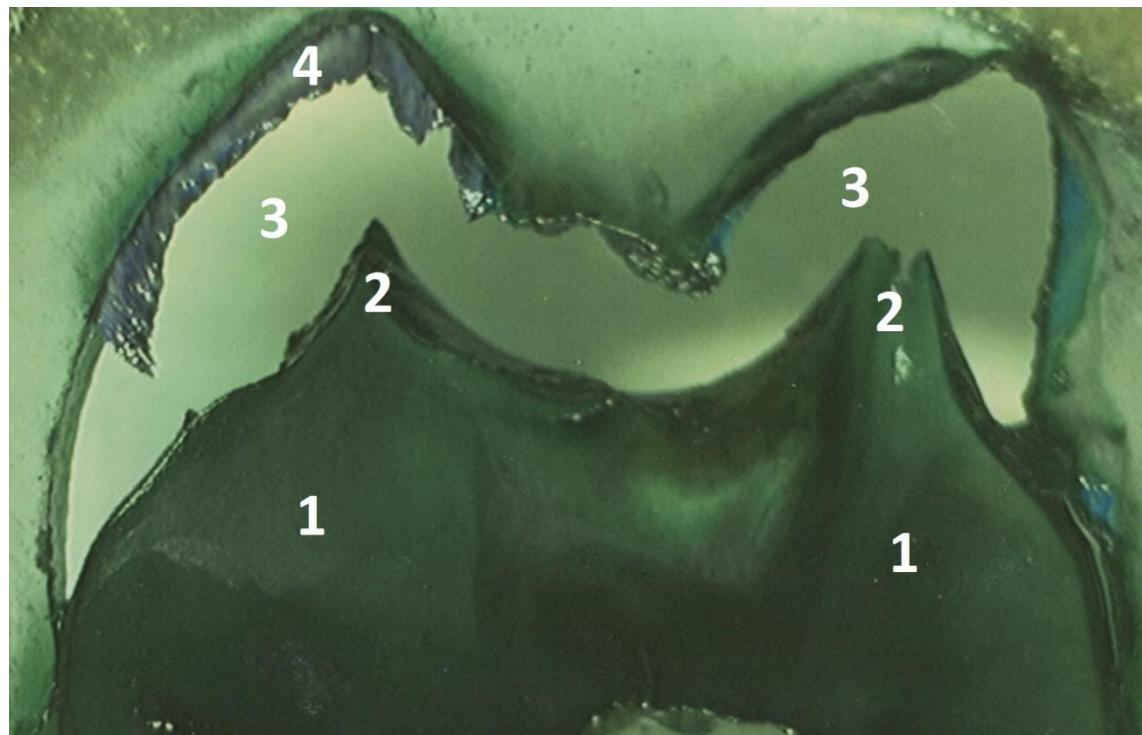


Рис. 3.5 Коронка нижнего моляра человека. Эпоксидный шлиф; сквозное вытравливание эмали; окраска метиленовым синим. Объектив 2х.

1 – дентин; 2 – отроги (рога) дентина; 3 – сквозной проем вытравленной эмали; 4 – прилипшие остатки поверхностного слоя эмали к эпоксидной смоле.

Принимая во внимание, сказанное выше, в зубной коронке (конкретно нижних моляров) имеется три разграничительных поверхности: между пульпой и дентинной, дентином и эмалью, а также ее внешняя поверхность. При тщательном рассмотрении строения коронки нижних моляров на шлифах в различных плоскостях сечения установлено, что поверхности имеют сильно искривлённую, но отображенную соответствующую в общих чертах форму; можно говорить, что эти поверхности конгруэнтны между

собой по кривизне, но не по площади. Самой обширной из них является внешняя поверхность эмали, а самой ограниченной дентино-пульпарная. Сама же искривленность возникает за счет относительно высоких заостренных отрогов пульповой камеры и дентина, направленных в сторону жевательных бугров, которые называются рогами. В целях их более отчетливой визуализации мы провели сквозное вытравливание эмали в пластинчатом эпоксидном шлифе нижнего моляра, толщиной 1,5 мм (рис. 3.5).

Обращает на себя внимание, что толщина эмалевого покрытия только в малом уступает толщине дентина, который образует заостренные рога конической формы, составляющие основу жевательных бугров. Каждое их острие направлено к самой возвышенной точке эмалевого покрытия, имеющего закругленную форму. Отсюда, эмаль, постепенно истончающимся слоем, достигает межбугорковых фиссур, где она имеет или самую минимальную толщину или прерывается. В последнем случае в глубине фиссюры дентин оказывается частично обнаженным, становясь уязвимым для патогенной микрофлоры, что может инициировать кариозный процесс (рис. 3.7, 3.8).

Таким образом, формализованный подход к анализу геометрической формы коронок нижних моляров приводит к выводу, что в конечном итоге, их метрическую характеристику можно выразить на основании измерений одного из четырех жевательных бугров, расположенных попарно с вестибулярной и язычной сторон, введя при этом такое понятие как скалярность эмали, которое в математическом виде означает отношение максимальной ее толщины к высоте коронки, а с морфологической точки зрения указывает возрастающую в арифметической прогрессии ступенчатость ее структуры от цервикальной плоскости к вершине жевательного бугра. Данный метод анализа является универсальным в том понимании, что он приложим к изучению любых зубов человека и животных, у которых они относятся к короткокоронковому типу.

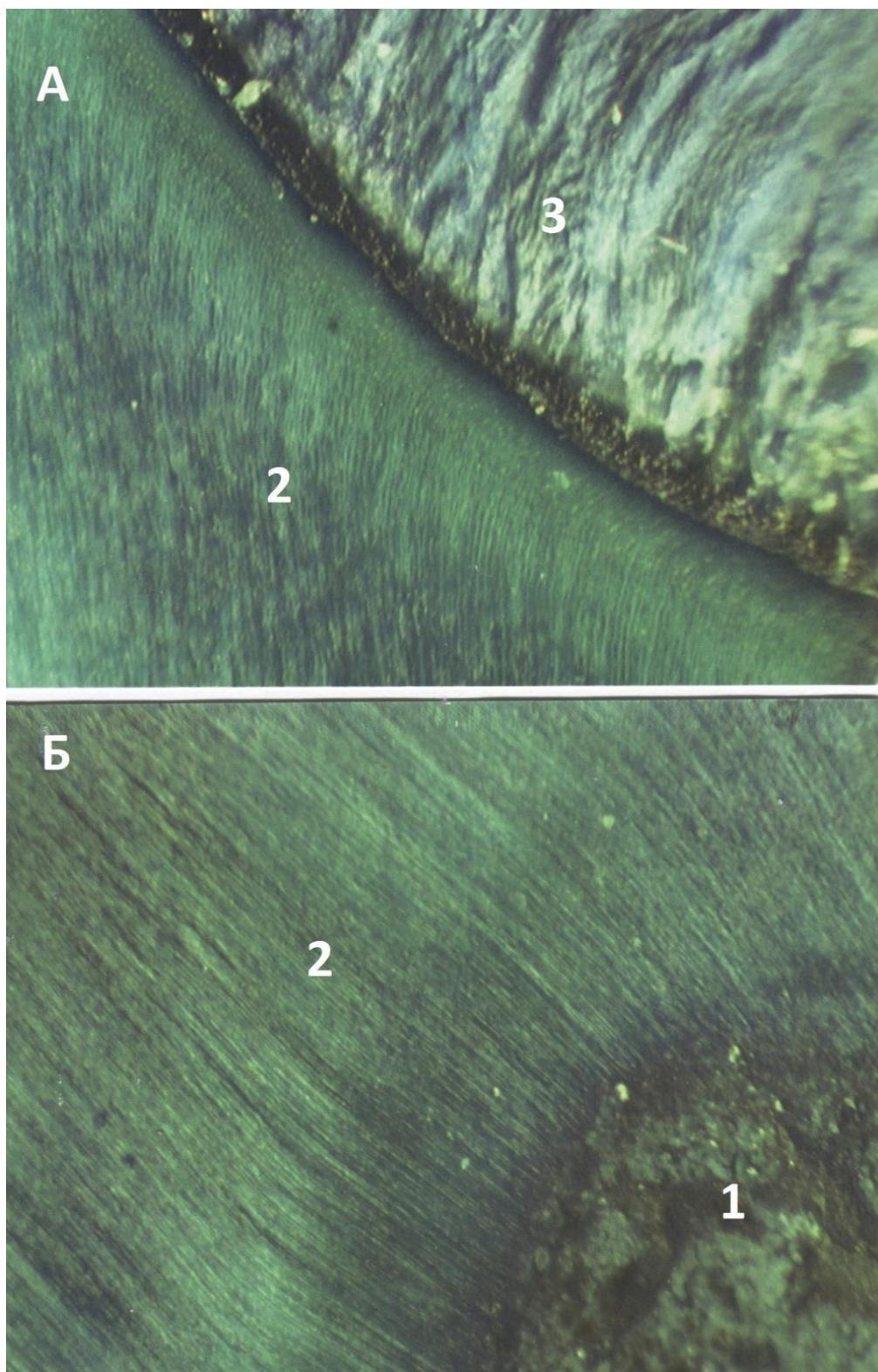


Рис. 3.6 Пограничные зоны коронкового дентина нижнего моляра. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7х. А – поверхностный слой плащевого дентина; Б – околопульпарный дентин.

1 – пульпарная камера; 2 – дентин; 3 – эмаль

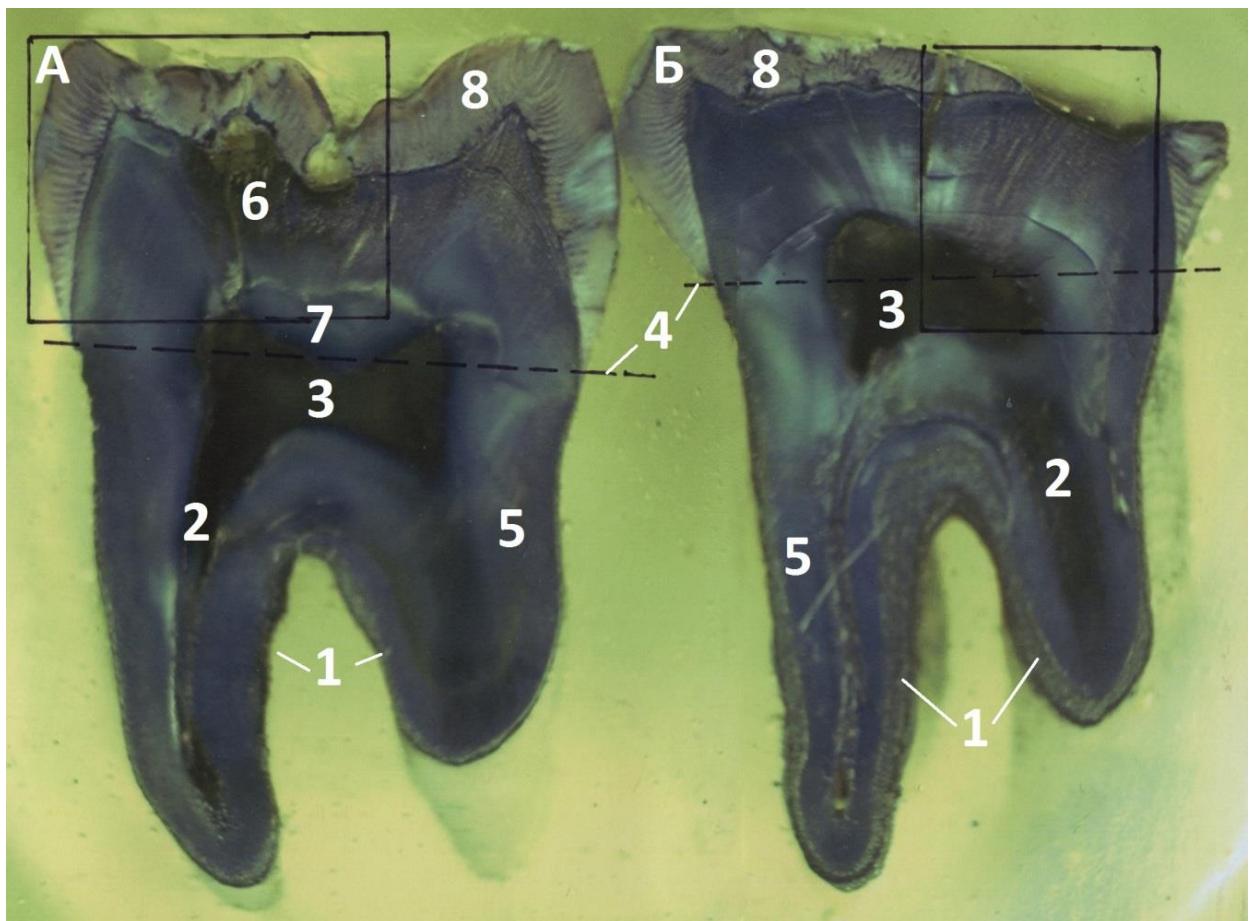


Рис. 3.7. Третья нижние моляры, заключенные в общий эпоксидный блок. Продольный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 2х. А – зуб со скрытым кариозным повреждением; Б – зуб с полной стертостью дистального жевательного бугра.

1 – корни зубов; 2 – корневые каналы; 3 – пульпарная камера; 4 – цервикальная плоскость; 5 – интактный корневой дентин; 6 – кариозная альтерация дентина; 7 – склерозированный дентин; 8 – эмаль.

Квадратными рамками очерчены участки, которые при большем увеличении представлены на рис. 3.8 и 3.9 соответственно.

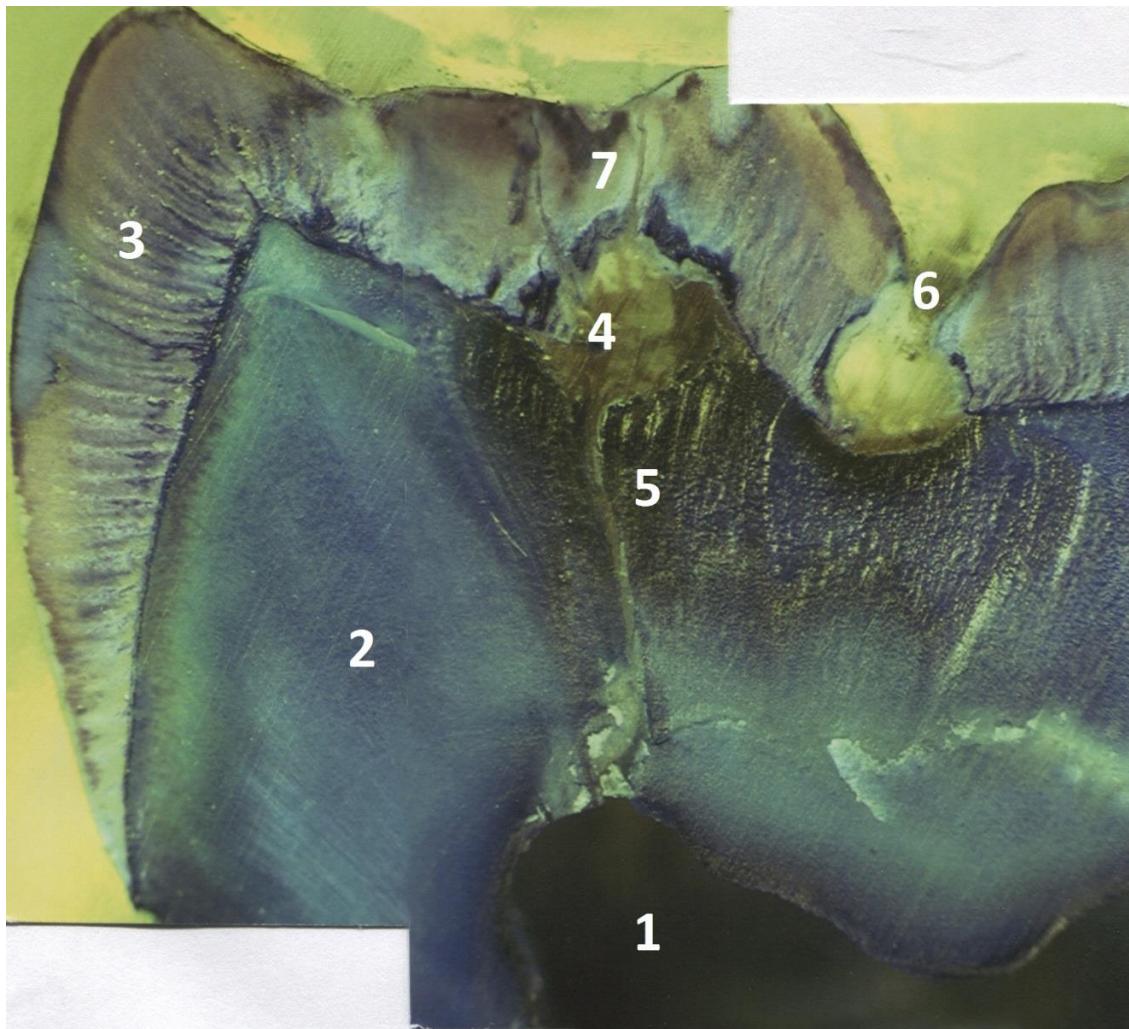


Рис. 3.8 Зона кариозного поражения, очерченная квадратом на рис. 3.7А. Объектив 7х.

1 – пульпарная камера; 2 – интактный дентин; 3 – эмаль; 4 – детрит подэмалевой кариозной полости; 5 – кариозная альтерация дентина; 6 – межбуторная фиссюра; 7 – кариозная альтерация эмали.

Дальше в нашем исследовании в целях получения сравнимых данных он будет использован при изучении зубов собаки. Как будет показано в 4 главе нашей диссертации, он совершенно не применим по отношению к длиннокоронковым зубам.

В целях получения достоверных данных при сравнительной оценке особенностей строения твердых тканей зубов разных животных необходимо

располагать определенными критериями, которые служили бы в качестве исходных, наиболее показательных и достаточно очевидных, морфологических признаков. Таким эталоном в нашем исследовании будет служить строение нижних больших коренных зубов человека.

Прежде всего рассмотрим микроскопическое строение твердой тканевой основы зуба, которой является дентин, относящийся, как известно, к разновидности костных тканей. Было бы излишним вдаваться в детальные подробности его структурной организации, которая основательно изучена в ряде работ на кафедре анатомии человека УМСА под руководством проф. Костиленко Ю.П. [69, 70, 71, 72, 74, 76, 80] и представлена в нашем обзоре литературы. К ней мы не можем добавить ничего существенно нового. Отметим только те характерные морфологические черты, которые являются наиболее выразительными при изучении зубов на светооптическом уровне. В любом продольном сечении зуба на произвольном эпоксидном шлифе, подвергнутом поверхностному травлению в Трилоне-Б, коронковый дентин имеет в основном однообразную графически отчетливую, радиально ориентированную от стенки пульпарной камеры до дентиноэмалевой границы, исчерченность, которая состоит из параллельного между собой чередования тончайших темных и светлых прожилок (рис. 3.6). При этом темные прожилки представляют собой стенки дентинных трубок, внутри которых находятся в виде узких просветов (диаметр 3-5 мкм) дентинные каналы, являющиеся вместилищем одонтобластических отростков и циркулирующего по ним зубного ликвора.

Но в своих исследованиях мы должны принимать во внимание, что дентин отличается еще и в своем слоевом строении. Как известно, в дентине зубов человека принято выделять три, неравных по толщине, слоя – это предентин, оклопульпарный дентин и плащевой слой. Последний, занимая периферический отдел, является самым толстым, а первый, примыкающий к пульпе, самым тонким. Он является тем слоем, где наиболее выражено проявление пластической функции одонтобластов, которые обладают на всем

протяжении функционирования зуба своим свойством вырабатывать органический матрикс (процесс оссификации) и осуществлять его импрегнацию солями кальция (процесс кальцификации). Но у сформировавшихся зубов эти процессы крайне ограничены; можно сказать, что они сохраняют к этому потенциальные возможности, которые реализуются только при различных повреждениях эмали и плащевого дентина, о чем будет сказано ниже.

Остальные два слоя (околопульпарный и плащевой) относятся к собственно дентину, отличаясь между собой в основном ориентацией коллагеновых волокон, которые пролегают в межтубулярном веществе дентина. Так, в плащевом дентине преобладают радиальные корфовские волокна, а в околопульпарном расположены преимущественно тангенциальные волокна Эбнера. Наибольшей концентрацией коллагеновых волокон отличается самый поверхностный слой плащевого дентина, который непосредственно примыкает к эмали. В связи с этим тинкториальные свойства дентина будут прямо пропорциональны плотности распределения в межтубулярном дентине соответствующих коллагеновых волокон, что выражается в интенсивности окраски его метиленовым синим (рис. 3.6).

Важным будет еще одно замечание, касающееся биологических свойств дентина, которые характеризуют его, в отличие от эмали, как ткань, обладающую способностью к приспособительной перестройке в ответ на те или иные повреждающие факторы. Как было сказано выше, этой способностью он обязан специализированным клеткам, одонтобластам, отростки которых находятся в дентинных канальцах, что позволяет им непосредственно реагировать на внешние воздействия, исходящие со стороны эмалевого покрытия. В своем крайнем проявлении они приводят к альтерации дентина в основном в двух формах, одна из которых возникает при кариозном процессе в виде образования так называемых «мертвых трактов», а другая – при окклюзионном стирании коронки в виде склерозирования его и образования вторичного, защитного дентина со стороны абразивного дефекта, наглядной иллюстрацией чего служит рис. 3.9.

На нем представлены, на шлифах два третьих нижних моляра, один из которых имеет явные признаки фиссурного кариеса, а другой демонстрирует сильную истертость со стороны одного жевательного бугра.

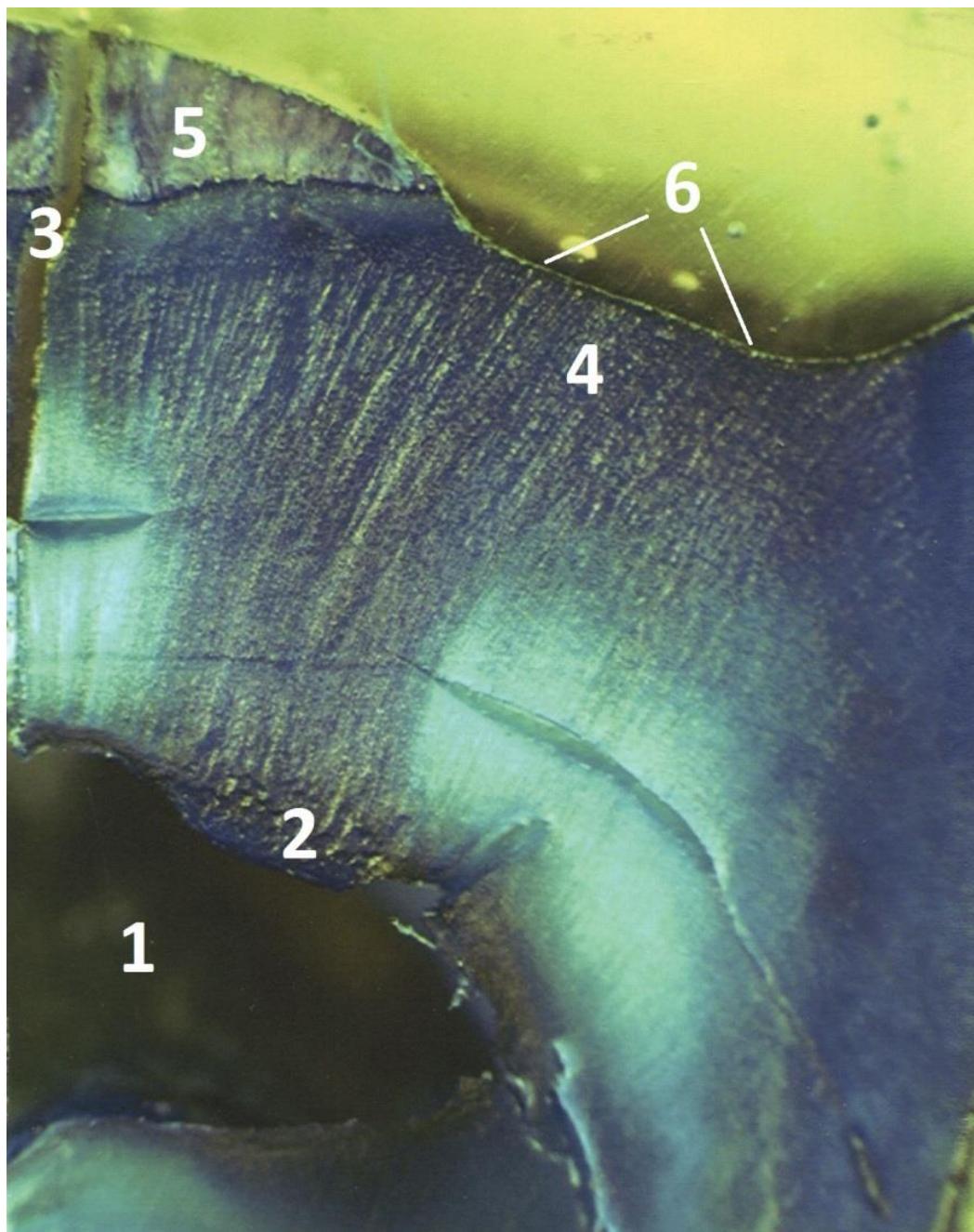


Рис. 3.9. Зона функциональной стертости жевательного бугра, очерченная квадратом на рис. 3.7Б. Объектив 7х.

1 – пульпарная камера; 2 – вторичный, защитный дентин;
3 – микротрешины; 4 – склеротическая альтерация дентина; 5 – эмаль;
6 – функциональная стертость жевательного бугра.

Внимания заслуживает сама архитектоника всей толщины коронкового дентина в проекции истертого жевательного бугра (рис. 3.9). По сравнению с нормальным дентином данная зона отличается графически отчетливой радиальной исчерченностью, форма которой в общих чертах подобна мертвым трактам при кариозной альтерации дентина, однако по ряду признаков между ними имеются существенные различия, природа которых изучена с помощью трансмиссионной электронной микроскопии в работах Ю.П. Костиленко и А.И. Петренко, показавшими, что, если при кариесе в основе альтерации находятся дистрофические изменения, то стирание твердых тканей приводит к склеротическому уплотнению органического матрикса дентина и повышению его кальцификации. В целом это придает повышенную прочность дентину, что послужит нам в дальнейшем аргументом в обосновании некоторых биомеханических свойств зубов человека.

При изучении микроскопического строения эмали с помощью частичного протравливания эпоксидных шлифов нижних моляров, мы убедились в объективной достоверности тех данных, которые изложены в работах Костиленко Ю.П. и соавторов [69, 70, 76, 80, 81], задействовавших в своих исследованиях методы световой и электронной микроскопии (сканирующей и трансмиссионной), согласно которым степень минерализации эмали по глубине не одинакова. Самой минимальной она является в пограничной зоне с дентином. Начиная от этого базального слоя концентрация солей кальция плавно по экспоненте возрастает к поверхности, где в самом наружном слое достигает максимального значения. Таким образом, твердость эмали плавно возрастает из ее глубины к поверхности. Интересно то, что и сама структура эмали изменяется в таком же порядке, а именно: в базальном слое (на границе с дентином) плотность компоновки слагаемых ее элементарных структур в значительной степени уступает поверхностному слою, что достаточно выразительно видно на шлифе зуба при его поверхностном протравливании в Трилоне-Б (рис. 3.4, 3.10).

При сравнительной оценке зубной эмали человека с таковой других животных необходимо знать принцип упорядоченности в ней элементарных, слагающихся в трехмерном объеме, структур, которые известны под названием эмалевых призм. На самом деле они по форме не оправдывают этого названия, так как в действительности представляют собой тонкие волокнистые образования, по которым осуществляют трассированная укладка кристаллов гидроксиапатитов. На наших препаратах отчетливо видно, что в преобладающей массе эти кристаллические волокна, тесно переплетаясь между собой, образуют узловые совокупности, которые, начинаясь от дентиноэмалевой границы, радиально ориентированы к поверхностному слою эмали (рис. 3.4). Мы предпочитаем называть их узловыми жгутообразными цепями кристаллических волокон. Следует отметить, что в толщине эмали, в каком бы месте эти образования не находились, они всегда направлены к ее внешней поверхности под тупым углом.

Таким образом, механическая прочность (крепость) эмали, а стало быть, и ее изноустойчивость, зависят не только от большой концентрации в ней кристаллов гидроксиапатитов, но и от характера пространственной упорядоченности тех, первоначально синтезируемых энамелобластами, органических волокнистых структур, которые определяют порядок их кальцификации. Но, какой бы прочностью и устойчивостью ни обладала эмаль, она не рассчитана природой на пожизненное сохранение своей целостности: в процессе жевания она подвергается естественному (физиологическому) стиранию, приводящему к постепенной альтерации дентина. Стало быть, ее защитная функция для дентина (как это принято считать) является относительной, что побудило нас подойти несколько иначе к рассмотрению известных фактов об особенностях формы самой коронки и ее эмалевого покрытия. В особенности это относиться к жевательным зубам, среди которых наиболее выраженными чертами отличаются моляры.

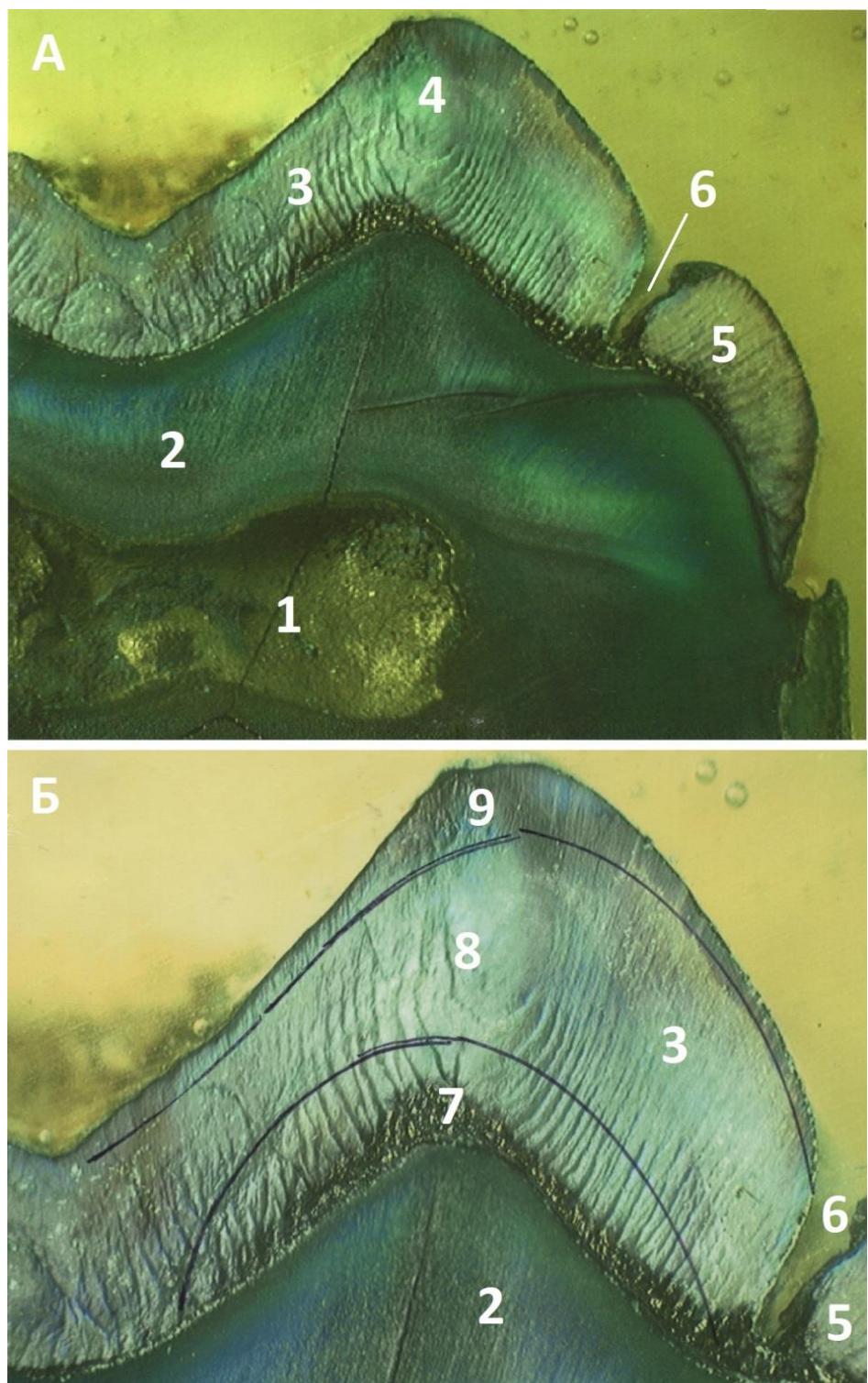


Рис. 3.10 Коронка первого нижнего моляра. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. А – объектив 2х; Б – объектив 4х.

1 – пульпарная камера; 2 – дентин; 3 – эмаль; 4 – жевательный бугор; 5 – протостилид; 6 – щель между ними; 7 – базальный слой эмали; 8 – срединная толщина эмали; 9 – поверхностный слой эмали.

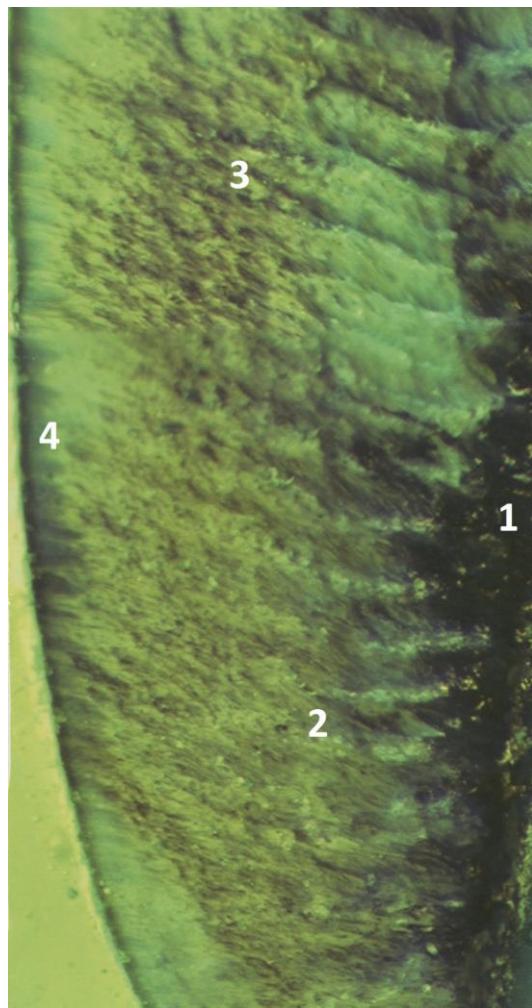


Рис. 3.11. Эмаль боковой поверхности коронки нижнего моляра. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7х.

1 – базальная эмаль; 2 – узловые жгутообразные цепи кристаллических волокон; 3 – зона пролегания аркадных цепей кристаллических волокон; 4 – поверхностный слой щеточно-каемчатых кристаллических волокон.

В связи с этим, по ходу исследования, мы внесли дополнения в план нашей работы, которое заключается в изучении изменения конфигурационного соотношения между эмалью и дентином по мере горизонтальной стираемости коронок нижних больших коренных зубов.

К сожалению, по известным причинам, проследить этот процесс, занимающий длительное время, не представляется возможным. Поэтому мы вынуждены были прибегнуть к искусственной абразивной сошлифовке

зубной коронки, что, по нашему мнению, может служить в качестве допустимой модели стирания ее в процессе длительного прижизненного функционирования. Для этого нам служили 5 эпоксидных блоков с интактными зубами. Горизонтальная сошлифовка их проводилась через каждые 0,5 мм. При этом, на каждой ступени сошлифовки, обнаженные ткани зубов протравливали в Трилоне-Б, после чего их окрашивали 1% раствором метиленового синего на 1% растворе буры и изучали, документируя в световом микроскопе, оснащённом цифровой фотоприставкой. Кроме того, в этой серии исследования, для сравнения конечного результата искусственной сошлифовки с естественным видом глубокого физиологического стирания, нами использованы 3 нижних моляра людей преклонного возраста.

В визуальном виде результаты исследования представлены на рис. 3.12, на котором даны три выборочных, наиболее показательных, изображений горизонтальных шлифов коронки третьего моляра, которые контрастно демонстрируют изменения по глубине конфигурационных отношений между стирающейся эмалью и, на ее бледном фоне, обнажающимся дентином, приобретающим в реакции с метиленовым синим интенсивную базофильную окраску. Обращает внимание на себя, что по мере горизонтальной сошлифовки зубной коронки по глубине, приводящей ко все большему обнажению дентина, эмаль, вплоть до самой глубины фиссур, сохраняется не только по периферии коронки, но и не исчезает в ее центре, распределяясь в определенно заданном отношении к дентину таким образом, что каждая его обнаженная фасетка оказывается огражденной эмалью почти со всех сторон с формированием в центре фигуры звездообразной формы.

Удостовериться в правомерности данных опытных результатов позволяет визуальное сравнение последнего изображения рис. 3.12 с формой жевательной поверхности третьего моляра при выраженной форме физиологической стираемости (рис. 3.13). Если не считать некоторых вариационных отличий, то, как видно, формы альтерации эмали и дентина

при искусственной сошлифовке и физиологическом стирании получаются подобными.

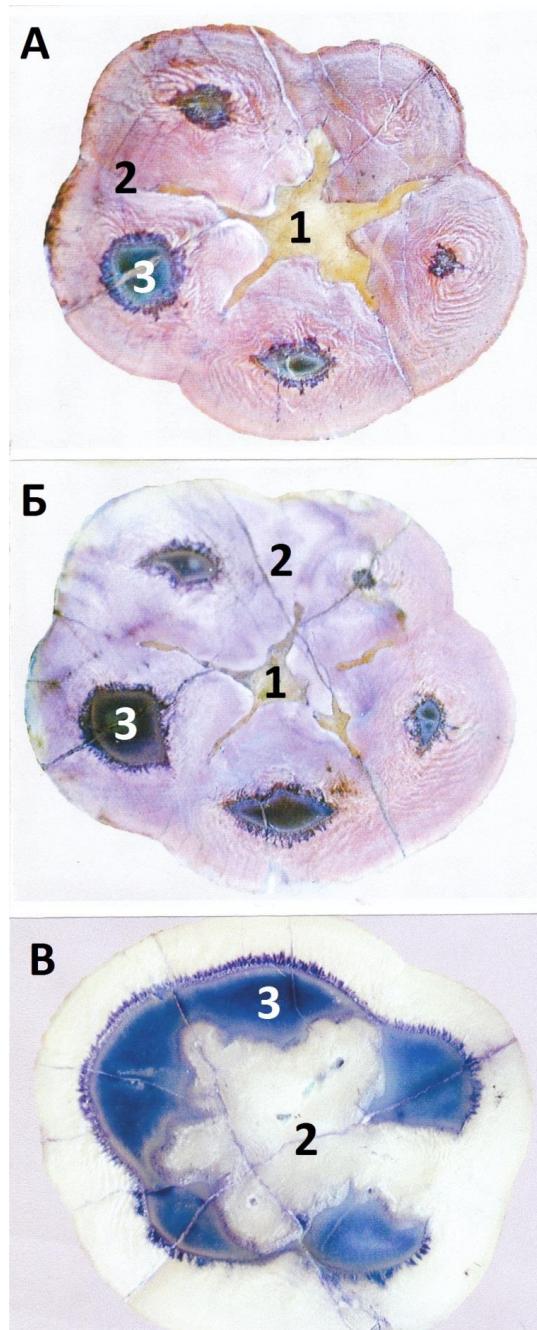


Рис. 3.12. Горизонтальные эпоксидные шлифы коронки третьего нижнего моляра человека. Поверхностное травление в Трилоне-Б. Окраска метиленовым синим. Объектив 2x. А – при сошлифовке окклюзионной поверхности на глубину 2,5 мм; Б – при сошлифовке на глубину 3,5 мм; В – при сошлифовке на глубину 4 мм.

1 – межбуторковая фиссюра; 2 – эмаль; 3 – дентин.

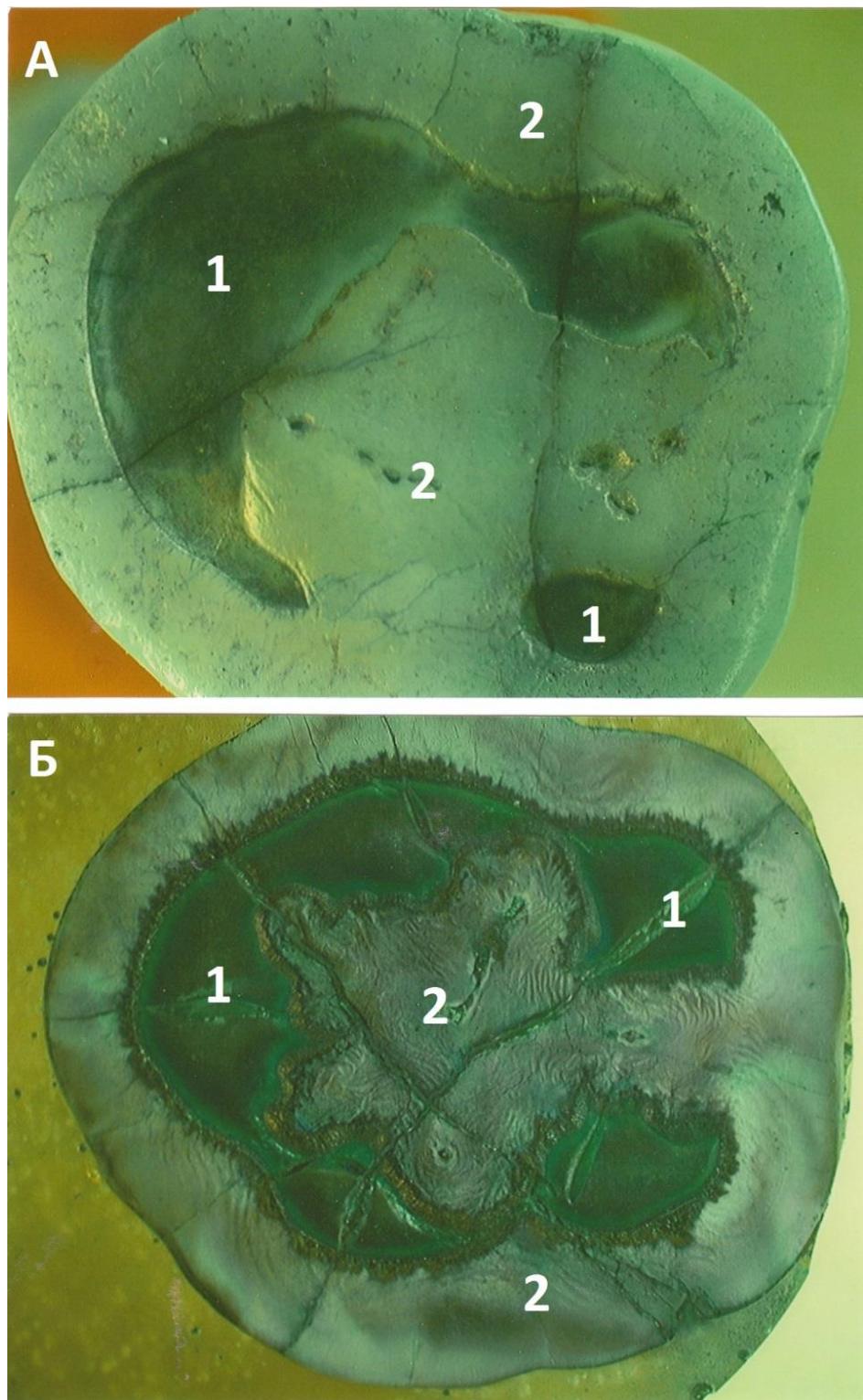


Рис. 3.13. Окклюзионные поверхности коронок третьих нижних моляров человека при глубоком физиологическом стирании (А) и при искусственной сошлифовке (Б); представленной на рис.3.12В. Поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 4x.

1 – дентин; 2 – эмаль.

К какому же выводу приводят эти исследования? По нашему мнению такое конфигурационное изменение между эмалью и дентином, возникающее в процессе изнашивания зубов, обеспечивает сохранение по глубине необходимого композитного соотношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – дентином и эмалью, за счет чего возрастает общая продолжительность функционирования зубов. При этом следует учитывать и то, что при физиологическом стирании зубов повышается также твердость самого обнажающегося дентина за счет, как было отмечено выше, его склерозирования. Следовательно, общая износостойчивость коронок жевательных зубов зависит не только от прочности эмали, но и от генетически заданной бугорчатой формы их окклюзионной поверхности.

3.2 Анатомическая характеристика зубочелюстной системы собаки и особенности строения ее зубов

Как следует из обзора литературы, общим морфологическим свойством для зубов человека и собаки является то, что как те, так и другие, относятся к короткокоронковому типу, то есть их свободно выступающие в полость рта части (коронки) имеют цельное эмалевое покрытие, которое не обладает способностью к обновления в процессе жевания, а стало быть, с течением времени оно подвержено абразивному стиранию, сопровождающемуся, как было отмечено в предыдущем разделе, обнажением дентина с образованием армированных эмалью жевательных фасеток. Согласно данным литературы у собак большие коренные зубы, также как у человека, подвержены этому процессу, что наиболее выраженным становится у старых животных, у которых коронки зубов могут стираться без восполнения до самой шейки. При этом зубная полость этих зубов постепенно зарастает новым дентином, имеющим более темную окраску по сравнению с интактым дентином, которая по форме получила

название зубной звезды, что сравнимо с конфигурацией, возникающей при глубоком стирании моляров человека. Следовательно, в этом отношении морфофизиологические свойства зубов человека и собаки являются сходным, но, как будет показано ниже, между ними имеются некоторые существенные различия.

Но самое существенное различие между зубами человека и собаки выражается в форме окклюзионной поверхности их коронки, особенно в группах больших коренных зубов, которые характеризуются наличием бугорчатых возвышений или конусов. В отличие от моляров человека, у которых эти возвышения (конусы) закруглены, имея тупоконечную форму, аналогичные коронки зубов собаки имеют остроконечные выросты в виде зубцов, что вряд ли может способствовать эффективному перетиранию пищи, ибо при смыкании челюстей между ними будет возникать зубчатое сцепление, которое является препятствием для горизонтального перемещения зубных рядов. Поэтому называть данные зубчатые возвышения жевательными буграми, по аналогии с таковыми зубов человека, неправомерно.

К сожалению, в литературе описания зубов собаки подтверждается очень скучными иллюстрациями, которые дают только общее, схематическое представление о форме их коронок в одном боковом ракурсе.

Поэтому, прежде чем приступить к анализу особенностей строения зубов собаки, мы должны получить более полные предметные данные о строении ее зубочелюстной системы, используя для этого натуральные анатомические препараты, а также их рентгенограммы.

На фотографиях, полученных в двухсторонней боковой проекции, представлены мацерированные препараты скелета головы беспородной собаки, на которых видно соотношение между верхними и нижними зубами при их смыкании и размыкании (рис. 3.14). Данное статическое положение демонстрирует особенности зубного прикуса у собак, который заключается в том, что прямой контакт между верхней и нижней клинообразными зубными

дугами при смыкании возникает только в двух местах – в передней части, соответствующей резцам и клыкам, и задней части, соответствующей секущим зубам (четвертому верхнему премоляру и первому нижнему моляру).

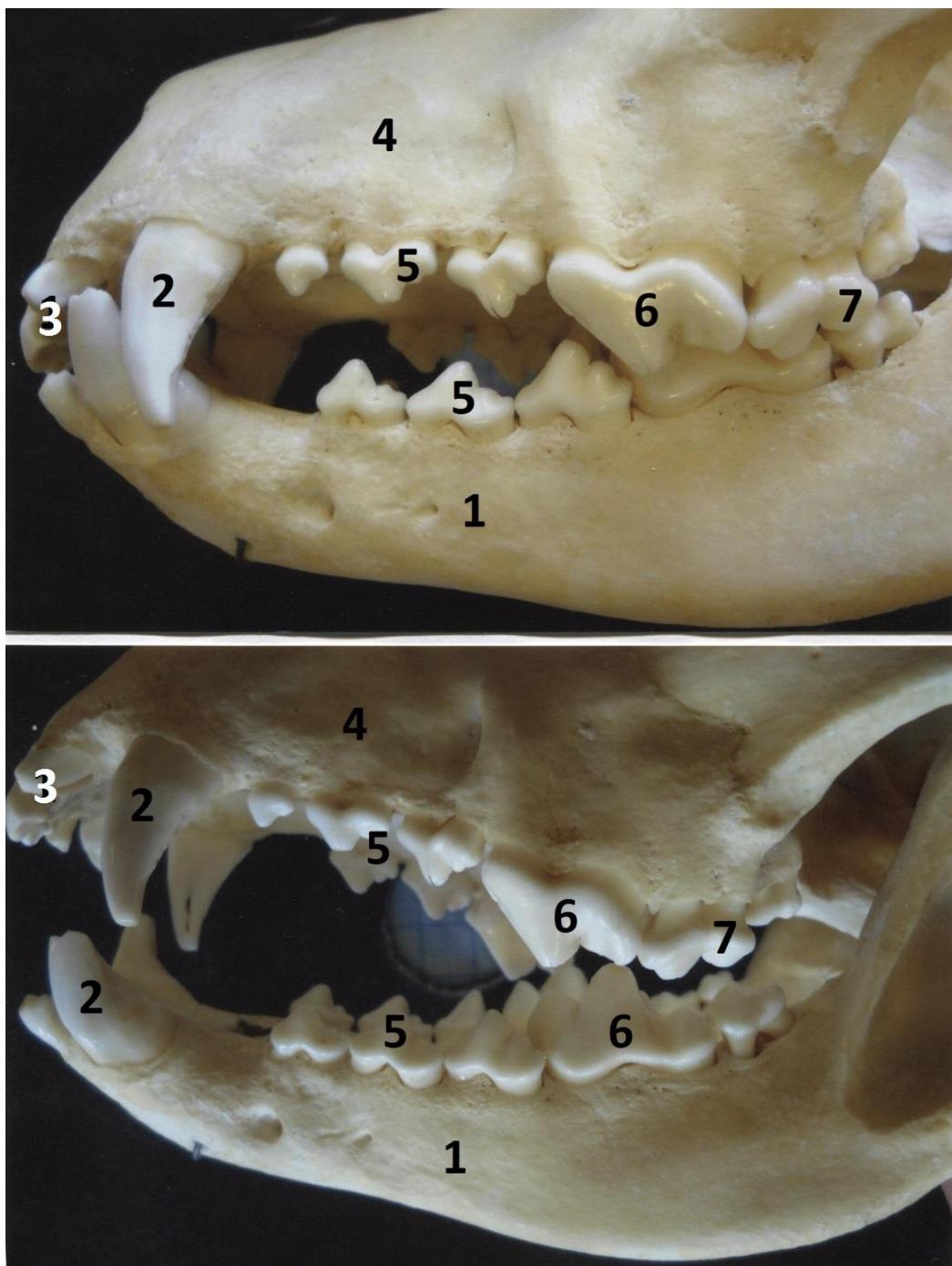


Рис. 3.14. Зубочелюстная система собаки (вид слева).

1 – нижняя челюсть; 2 – клыки; 3 – резцы; 4 – верхняя челюсть; 5 – премоляры; 6 – секущие зубы; 7 – вторые и третьи моляры.

Между этими двумя парными опорными пунктами зубные дуги оказываются разомкнутыми, так как премоляры (три верхних и четыре нижних), которые между ними находятся, между собой не контактируют. Иными словами, в промежутке между секущими зубами и клыками имеется открытый прикус, который ограничен сверху и снизу конусообразными зубцами премоляров, расположенными противоположно таким образом, что зубцы верхних премоляров находятся напротив межбуторных клинообразных выемок нижних премоляров, в результате чего данная межзубная щель имеет зигзагообразную форму. По-видимому, она служит животному для надежного удержания в поперечном положении захваченной добычи при переносе ее с одного места на другое.

При сомкнутом состоянии челюстей сзади эта межзубная щель ограничена, тесно контактирующими между собой, секущими зубами, позади от которых находятся также в контакте, значительно меньше по размерам, по два моляра. Напомним, что согласно существующей классификации, в верхнем зубном ряду собаки к молярам относятся только два последних зуба, которые по расположению соответствуют второму и третьему нижним молярам, спереди от которых (сверху и снизу) находятся самые массивные, так называемые, секущие или плотоядные зубы. Но верхний из них, почему-то относят к группе премоляров (четвертый премоляр), а нижние считаются первым моляром. Что послужило основанием для такого подразделения коренных зубов собаки, в литературе указанной нет. По нашему мнению, с функциональной точки зрения это положение нельзя считать достаточно обоснованным. Более логично и верхние и нижние секущие зубы, которые противопоставлены в зубном прикусе друг другу, считать первыми большими коренными зубами. В таком случае в верхнем и в нижнем зубных рядах их окажется поровну, а разница в общем количестве между зубными рядами будет относиться к премолярам, которых в верхнем зубном ряду будет насчитываться по три с каждой стороны, а в нижнем – по четыре.

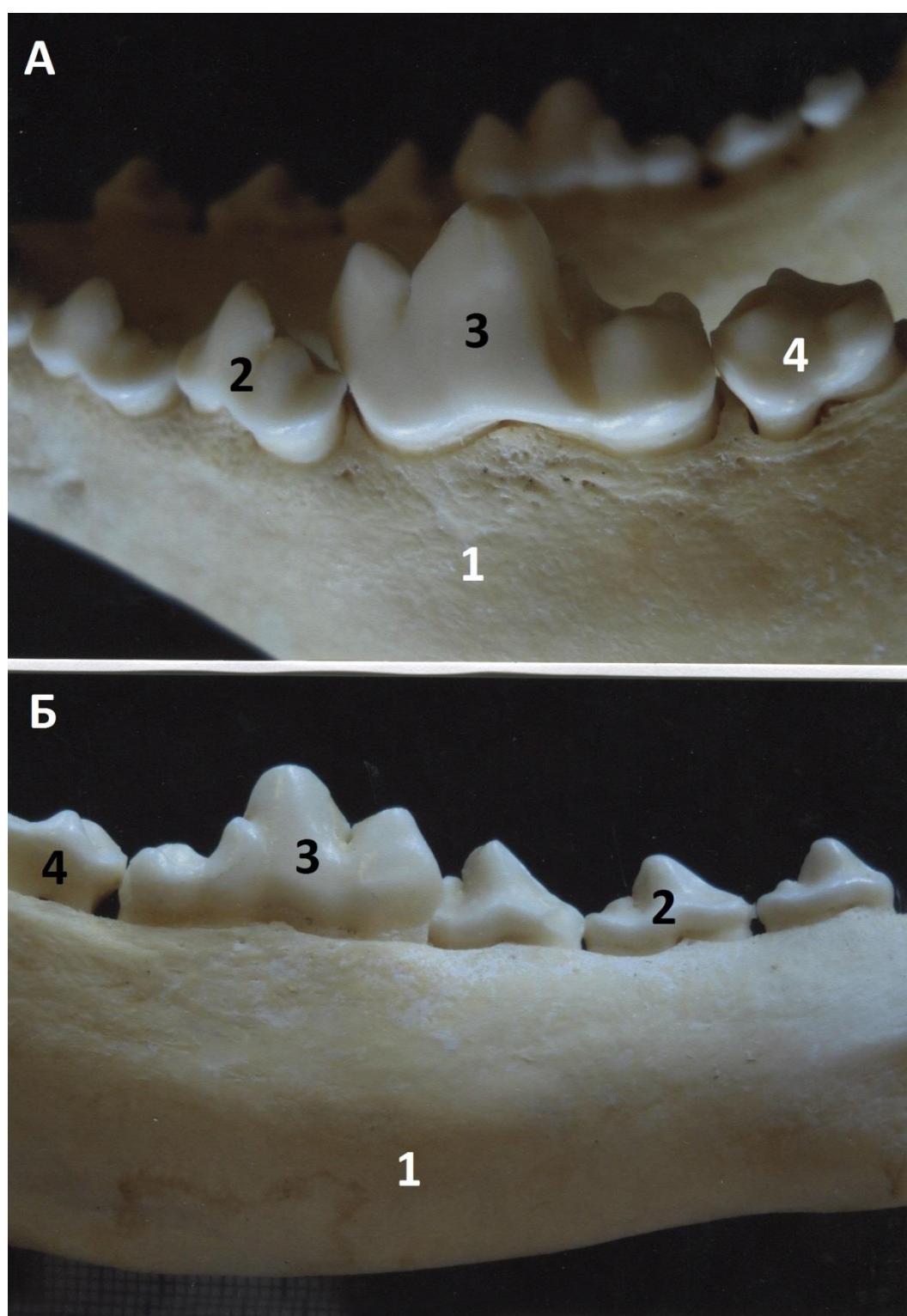


Рис. 3.15. Нижние коренные зубы собаки.

А – с наружной (вестибулярной) стороны; Б – с внутренней (язычной) стороны.

1 – нижняя челюсть; 2 – премоляры; 3 – секущие зубы (первые моляры); 4 – второй моляр.

Но все же следует отметить, что в окклюзионном прикусе нижний секущий зуб (первый моляр) примерно на 1/3 своей ширины находится смещенным кзади по отношению к своему антагонисту. При этом, коронка последнего (верхнего секущего зуба) своими двумя буграми смещена косо по направлению кзади, охватывая снаружи на 2/3 коронку нижнего секущего зуба (рис. 3.14), а заднюю его треть покрывает половина верхнего второго моляра (в нашей интерпретации). Следовательно, коронка нижнего секущего зуба (первого нижнего моляра) контактирует с наружной стороны с двумя буграми верхнего секущего зуба и одним бугром, позади стоящего от него, верхнего моляра. Такой двухсторонний охват верхними молярами нижних секущих зубов при их окклюзии исключает возможность боковых движений нижней челюсти. Очевидно, что подобная форма отношения между самыми массивными зубами-антагонистами в зубном прикусе собаки предназначена в основном для раздробления и разгрызания твердых пищевых продуктов. Поэтому, коронки данных зубов неизбежно будут подвергаться функциональному изнашиванию в виде стирания их окклюзионных поверхностей, что позволяет нам использовать их для сравнительной оценки с молярами человека.

Но более прочное сцепление между зубами собаки при смыкании происходит в переднем отделе зубочелюстной системы. Оно осуществляется за счет того, что нижние клыки входят в промежуток между клыками и третьими резцами верхней зубочелюстной дуги, причем конические острия верхних и нижних клыков немного отклонены кнаружи. Несомненно такая форма сцепления лучшим образом может служить в целях клещевого захвата с последующим разрыванием пищевой добычи. Вполне очевидно, что за счет данного сцепления полностью исключаются как передне-заднее, так и боковые движения нижней челюсти (рис. 3.14).

Теперь настала очередь познакомиться с формой и общим строением отдельных зубов собаки. Прежде всего, отметим, что все зубы собаки (верхние и нижние) по числу корней подразделяются на две группы:

однокорневые и двухкорневые, то есть, по сравнению с человеком, среди них отсутствуют трехкорневые зубы. К однокорневым зубам относятся резцы и клыки; все остальные (премоляры и моляры) являются двухкорневыми. На рентгенограммах, полученных нами, отчетливо видно, что в альвеолярных отростках челюстей их корни находятся в мезио-дистальном положении, то есть в каждом коренном зубе выделяются, расставленные между собой в мезио-дистальном направлении, передний и задний корни (рис. 3.16).

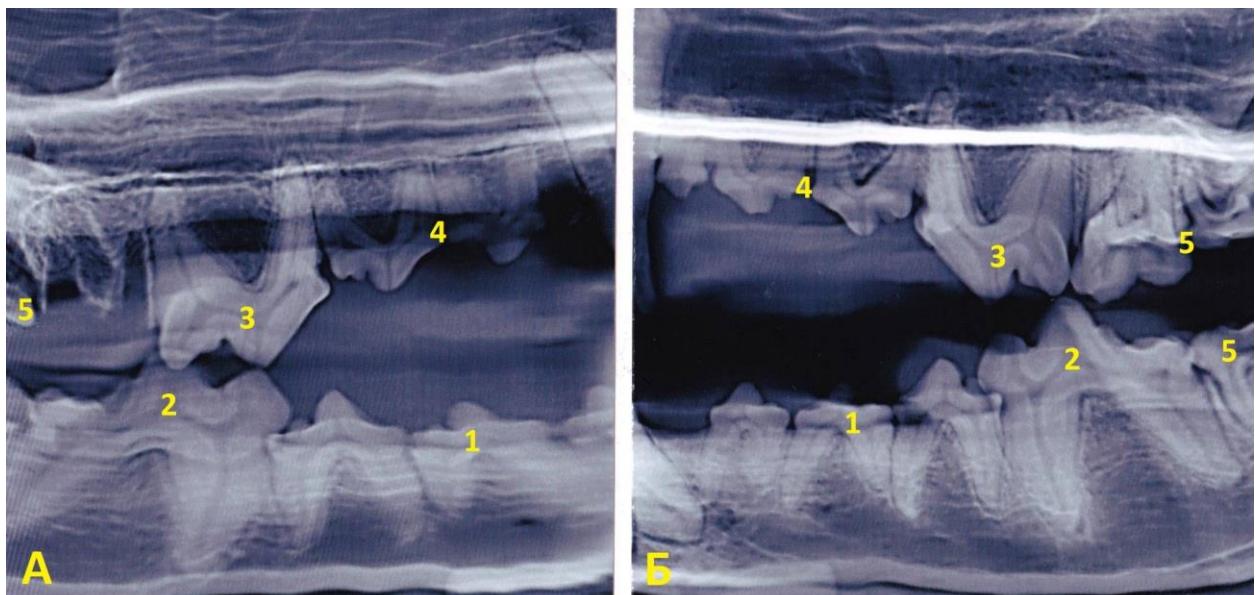


Рис. 3.16. Рентгенограмма зубов собаки.

А – правая сторона; Б – левая сторона.

1 – нижние премоляры; 2 – нижние секущие зубы; 3 – верхние секущие зубы; 4 – верхние премоляры; 5 – вторые и третьи моляры.

Интересно отметить, что по общему профильному очертанию в боковой проекции, создается впечатление, что каждый кореной зуб в отдельности образован в результате сращения коронками двух однокорневых зубов. В показательной форме эту особенность демонстрируют также их эпоксидные шлифы (рис. 3.17, 3.19).

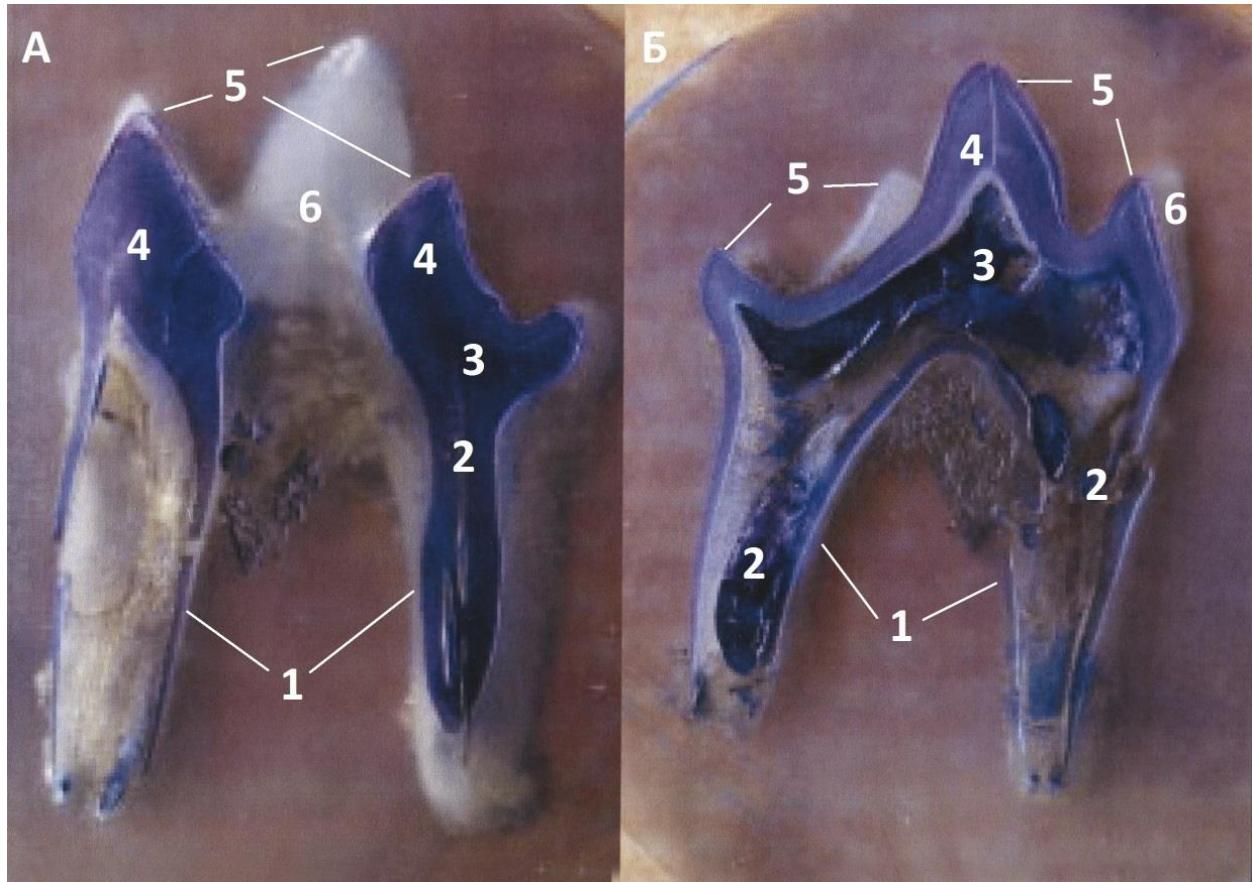


Рис. 3.17. Премоляры собаки. Эпоксидные шлифы; поверхностное травление в Трилоне_Б; окраска метиленовым синим. Объектив 2x. А – верхний третий премоляр; Б – нижний третий премоляр.

1 – корни зуба; 2 – корневые каналы; 3 – пульпарная камера;
4 – дентин; 5 – зубные конусы (коронковые зубцы); 6 – эмаль.

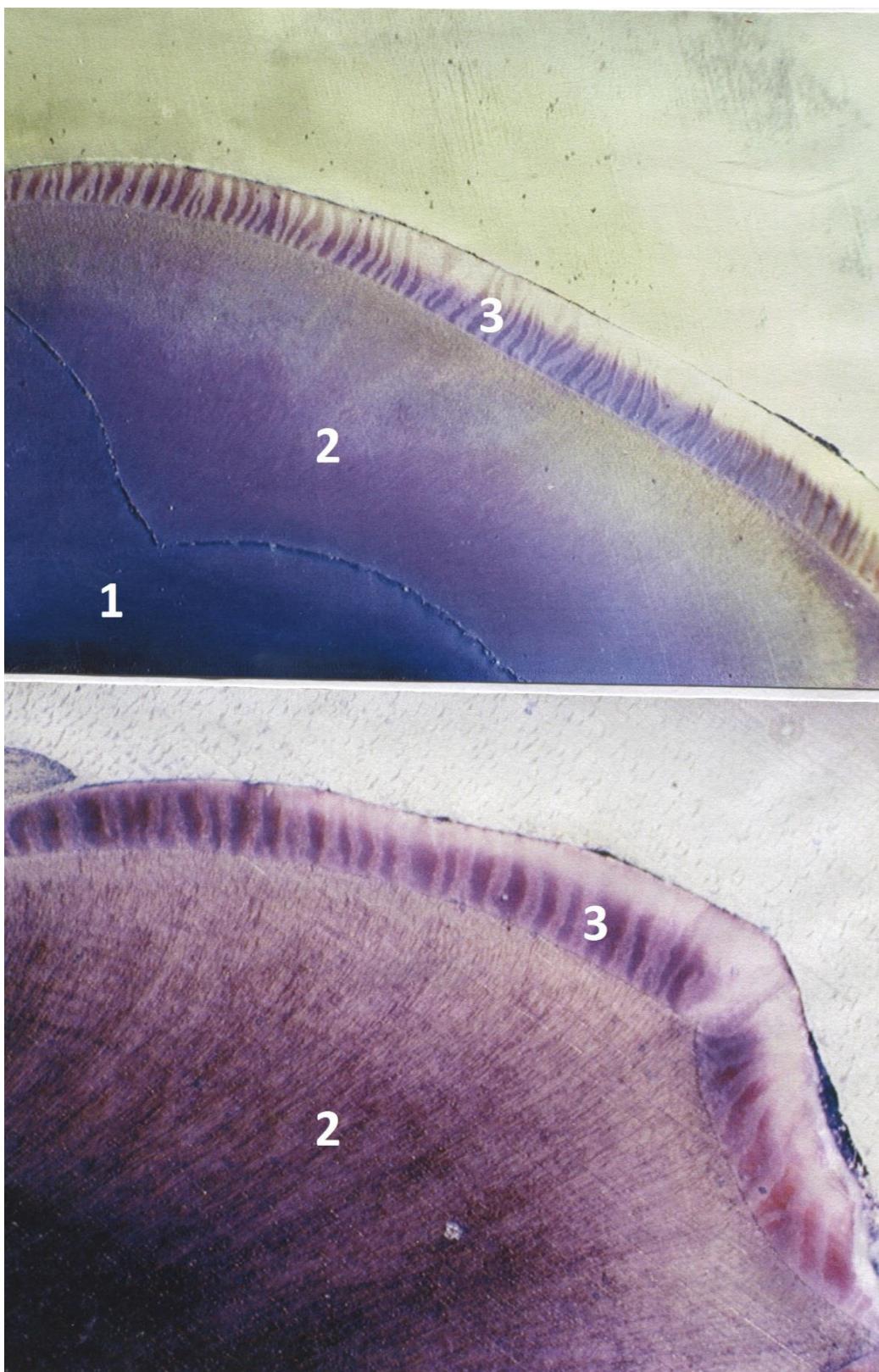


Рис. 3.18. боковая часть зубного конуса (коронкового зубца) премоляра собаки. Эпоксидные шлифы; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7х.

1 – пульпарная камера; 2 – дентин; 3 – эмаль

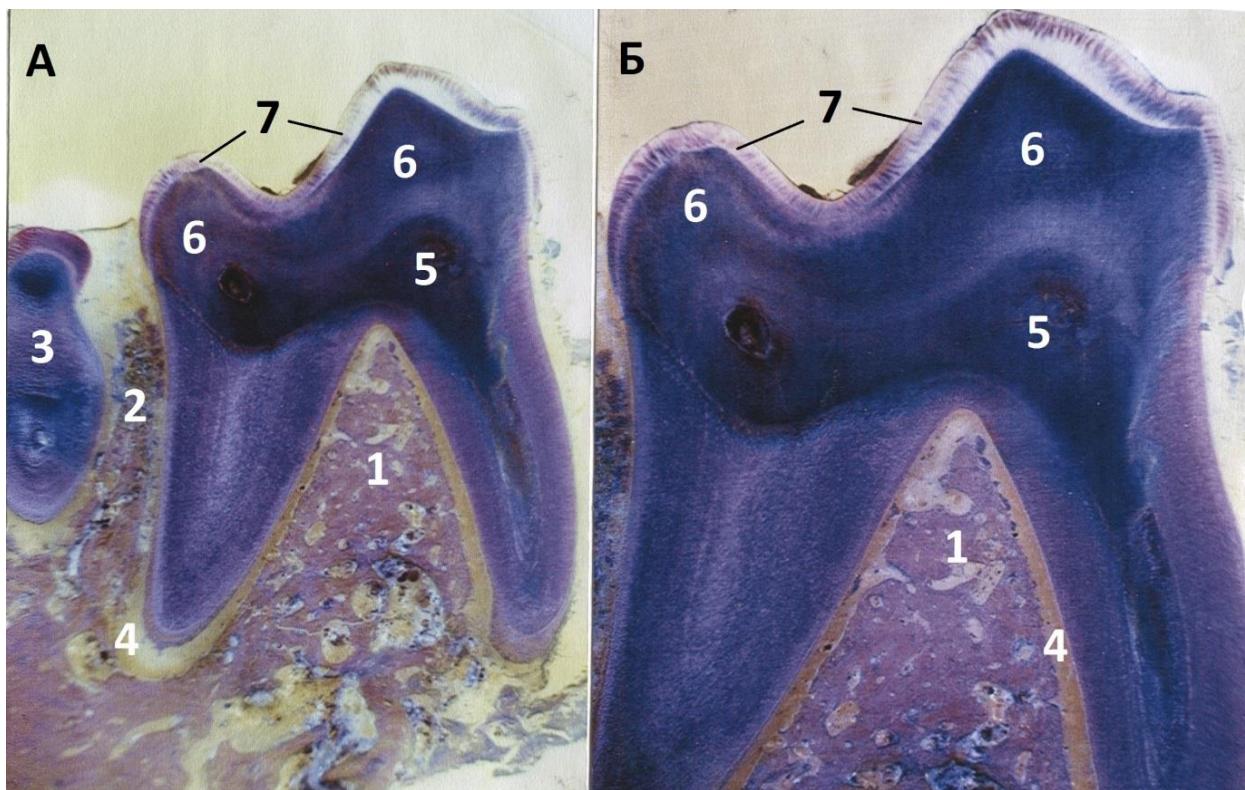


Рис. 3.19. Верхний второй моляр собаки. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим.

А – объектив 2х; Б – объектив 4х.

1 – межкорневая костная перегородка; 2 – межзубная костная перегородка; 3 – часть третьего моляра; 4 – периодонт; 5 – пульпарная камера; 6 – дентин; 7 – эмаль.

Зубы собаки, как и человека, относятся к текодонтному типу, то есть они укреплены своими корнями в конформных им лунках альвеолярных отростков челюстей. Для зуба весь комплекс связующих соединительнотканых волокон находится в узком щелевом пространстве между цементом зубных корней и стенкой челюстных лунок, называющимся периодонтом, который достаточно хорошо визуализируется на рентгенограммах, но в более отчетливом виде его демонстрируют микрофотографии эпоксидных шлифов (рис. 3.19, 3.20).

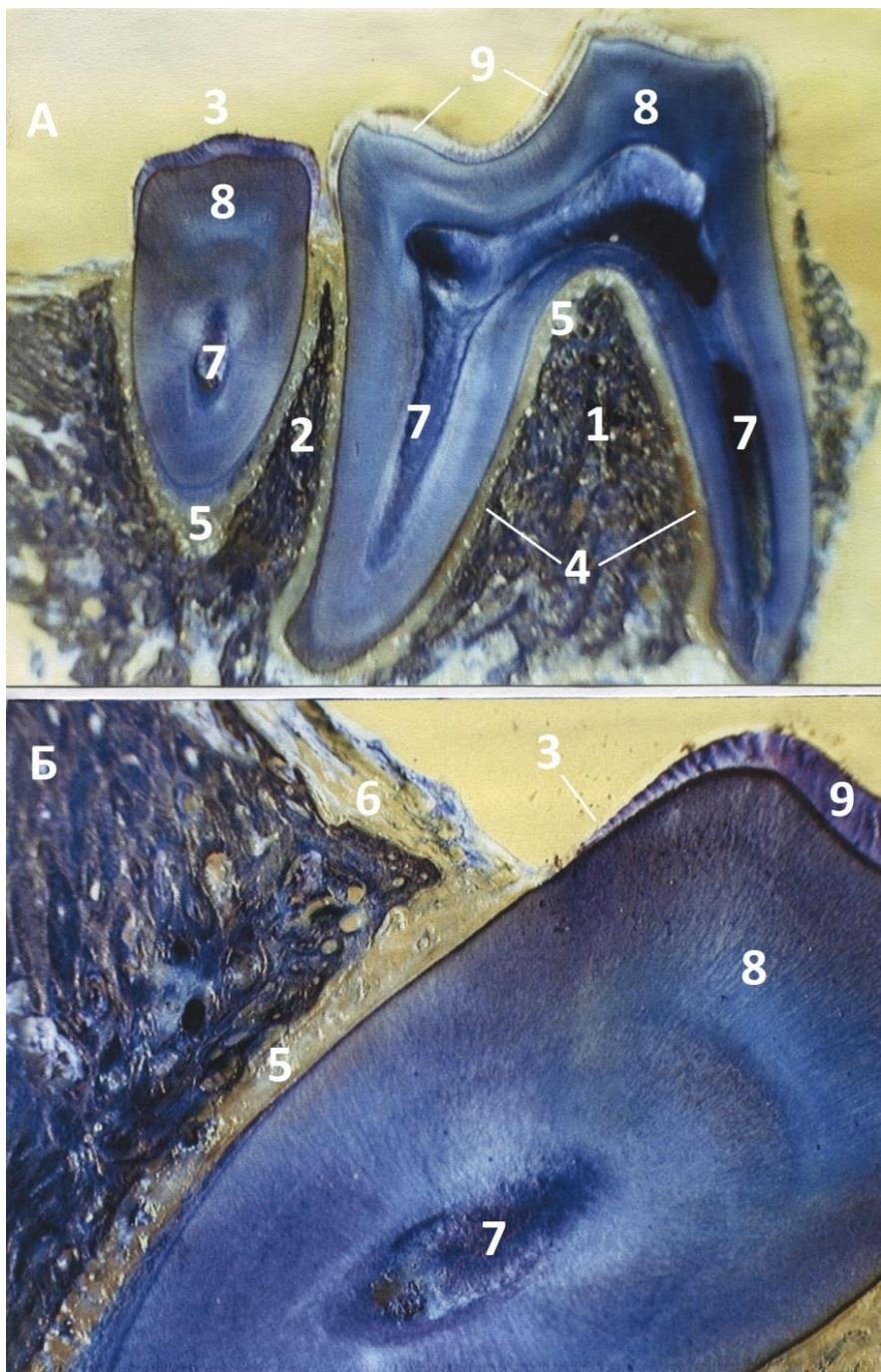


Рис. 3.20. Второй и третий (частично) нижние моляры собаки. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим.

А – объектив 2х; Б – объектив 7х.

1 – межкорневая костная перегородка; 2 – межзубная костная перегородка; 3 – третий нижний моляр (частично); 4 – корни второго нижнего моляра; 5 – периодонт; 6 – слизистая оболочка (десна); 7 – пульпарная камера и корневые каналы; 8 – дентин; 9 – эмаль.

Видно, что с морфологической точки зрения форма корневого укрепления зубов собаки и человека в альвеолярных отростках челюстей является в главных чертах одинаковой, чего нельзя сказать о форме их коронок, которые у собаки более многообразны и специфичны. Но не все из них являются предметом нашего исследования, которое ограничивается только коренными зубами – премолярами и особенно молярами. Все они, как отмечено выше, являются двухкорневыми зубами, но премоляры заметно уступают по размерам большим коренным зубам и отличаются по форме коронок, в чем можно убедиться по рентгенограммам и фотоснимкам (рис. 3.15, 3.16). В связи с меньшими размерами, коронки премоляров находятся «ниже» уровня моляров и, особенно, клыков, в результате чего, как это было отмечено выше, между верхним и нижним зубными рядами образуется открытый прикус.

Коронки премоляров собаки имеют в основном подобную между собой форму, для которой трудно найти подходящую образную аналогию. Но все они характеризуются асимметричным расположением трех или четырех конических зубцов, среди которых один является самым высоким и острым. При этом последний у верхних премоляров занимает вестибулярное положение, а у нижних – язычное, то есть они находятся между собой в противоположном отношении (рис. 3.14, 3.15).

В связи с тем, что премоляры в зубочелюстной системе собаки занимают несколько обособленное место, заключающееся в отсутствии прямого контакта между ними при смыкании челюстей, изучение их строения представляет определенный познавательный интерес, который продиктован отсутствием в литературе соответствующей информации.

Теоретическое значение этот вопрос приобретает также в связи с тем, что данная группа зубов собаки не может рассматриваться с функциональной точки зрения как аналогичная соответствующим зубам человека, разница между которыми заключается не столько в количестве, сколько в функциональном их предназначении, ибо премоляры человека

непосредственно участвуют в процессе жевания, тогда как у собаки их роль заключается совсем в ином, о чем было сказано выше.

Это различие заключается в том, что премоляры собаки являются тонкостенными образованиями, в которых пульпарная камера занимает, сравнительно с молярами, большой объем. Сама же стенка представлена в основном дентином, толщина которого зависит от топологии зуба (рис. 3.17). Самым толстым (от 1,5 до 2,0 мм) он находится на возвышениях больших конических зубцов, а самым тонким – в апикальных отделах корней, где толщина его не превышает 0,3 мм. На продольных эпоксидных шлифах видно, что между этими крайними пунктами толщина его плавно изменяется с образованием небольших промежуточных утолщений на остальных малых конических зубцах.

При большем увеличении светового микроскопа дентин премоляров собаки, по общим морфологическим чертам и элективности к метиленовому синему, в основном подобен таковому постоянных зубов человека (рис. 3.18). Однако по толщине он заметно уступает последним, а также является значительно тоньше дентина моляров собаки, что будет показано ниже.

В литературе имеются данные, согласно которым толщина эмали у зубов собак достигает в среднем 3,5 мм. На самом деле, согласно нашим данным это является очень большим преувеличением, особенно если это относится к премолярам, у которых самая максимальная толщина эмали не превышает 0,8 мм. Поэтому на рентгенограммах она едва различима в виде тончайшей каемки на окклюзионной поверхности зубных коронок (рис. 3.16). Более отчетливо она визуализируется на эпоксидных шлифах при малом увеличении светового микроскопа, где она просматривается в виде узкой каемки на внешней поверхности зубцов и впадин коронки, теряясь в пришеечной зоне зуба (рис. 3.17). При этом максимальной толщины эмаль достигает на вершинах зубцов, склоняясь к уменьшению во впадинах между ними. Стало быть, если использовать предложенный нами термин, скалярное изменение эмали у премоляров собаки является прямо пропорциональным

таковому дентина. Но здесь следует указать на одну особенность, которую следует рассматривать в качестве существенного различия между коренными зубами собаки и человека; она состоит в том, что, если между жевательными буграми зубов человека имеют место фиссурные образования, иногда достигающие дентина, то у собаки подобные образования полностью отсутствуют.

Какова же структура эмалевого покрытия коронок коренных зубов собаки? Следует ожидать, что оно будет иметь упрощенное строение по сравнению с одноименными зубами человека. Согласно нашим данным это наиболее выражено у премоляров. При окраске, предварительно протравленных в Трилоне-Б эпоксидных шлифов, метиленовым синим, в эмали премоляров собаки становятся отчетливо различимыми два, неравных по толщине, слоя. Один из них, более толстый, находится со стороны дентина, а другой занимает внешнюю поверхность. По общему виду их отличают тинкториальные свойства эмалевого вещества. Так, при окраске метиленовым синим, поверхностный слой эмали с ним не реагирует, и в результате этого выглядит в виде бесструктурной светлой каймы, толщина которой плавно возрастает при переходе эмали на возвышения конических зубцов коронки, где толщина его уравнивается с подлежащим (придентинным) слоем (рис. 3.18). Данный тинкториальный показатель является косвенным свидетельством о преобладании в поверхностной слое эмали минеральных компонентов, то есть – это самый гиперкальцифицированный слой эмали, и значит – самый твердый, износостойчивый слой, который аналогичен поверхностному, щеточно-каемчатому слою жевательных зубов человека.

Подлежащий к нему со стороны дентина (придентинный) слой выделяется тем, что в реакции с метиленовым синим, приобретает метахроматическую окраску, свидетельствующую о наличии в нем органических веществ, относящихся к соединению белков с гликозаминогликанами. Он имеет общую размытую сине-розоватую окраску,

на фоне которой отчетливо проступают более интенсивно окрашенные, ступенчато чередующиеся, радиальные пучки, которые по общему характеру относятся к полосам Гунтера-Шрегера. По-видимому, только ими и ограничивается микроскопическое строение эмали премоляров собаки.

Как нам уже известно, сзади от премоляров в зубном прикусе собаки находятся самые массивные секущие (плотоядные) зубы, которые по логике (в отличие от принятой классификации), мы будем рассматривать в качестве первых больших коренных зубов. В зубочелюстной системе собак они занимают место, которое находится в зоне максимального приложения силы, развивающейся жевательными мышцами при своем сокращении. В качестве вспомогательных опор им служат вторые и третьи моляры, испытывающие при раздроблении и разгрызании пищевых продуктов меньшую нагрузку, в связи, с чем они уступают по размерам секущим зубам, в таком соотношении с ними, что величина их коронок (но не форма) сопоставима с таковой премоляров. Но если коронки верхних и нижних премоляров в прикусе между собой не контактируют, то вторые и третьи моляры (верхние и нижние) испытывают взаимное механическое воздействие, которое должно отражаться на их строении. В связи с этими соображениями, мы вначале рассмотрим строение моляров, расположенных позади секущих зубов, а затем уделим внимание последним, представляющих для нас особый интерес, так как они, в большей мере могут быть сравнимы с молярами человека.

На рис. 3.19, 3.20 представлены микрофотографии эпоксидных шлифов вторых (верхнего и нижнего соответственно), а также, частично, позади стоящих от них третьих моляров собаки. Прежде всего, обращает на себя внимание то, что, если бы эти снимки не были аннотированы как зубы собаки, то их можно было бы, по общему виду принять за нижние моляры человека, так как они имеют по два (передний и задний) корня, которые расположены типично в лунках альвеолярных отростков с наличием отчетливо контурированного периодонта, который подробно описан выше.

Но подобие между молярами человека и собаки заключается не только в этом; они сходны и по общей форме коронок, за счет того, что их зубы, в отличие от премоляров, являются притупленными, тем самым напоминая форму жевательных бугров человека. Более всего это выражено на переднечечном зубце верхнего моляра, у которого возвышение является почти плоским (рис. 3.20). Это объясняется его прямым окклюзионным контактом с задней третью коронки нижнего секущего зуба, что отмечалось выше.

Существенным отличием больших коренных зубов собаки, расположенных позади секущих зубов, от премоляров является отношение объема пульпарной полости к дентину; если последние мы называем тонкостенными, из-за обширной пульпарной полости и пропорционально тонкого слоя дентина, то у моляров стенка существенно утолщена, а пульпарная полость пропорционально сужена. Примечательно, что у них толщина дентина подвержена небольшим изменениям, зависящих от топологии зуба. Так, если у премоляров дентин, начиная от вершины зубцов по направлению к верхушкам корней, постепенно истончается, сходя на нет около апикальных отверстий, то у моляров такая тенденция имеет малую степень выраженности. Максимальной толщины дентина отличается окклюзионная поверхность коронки, где в области зубцов она достигает почти 3 мм, что вполне соизмеримо с такими же метрическими показателями моляров человека.

Абсолютное подобие между молярами собаки и человека заключается в однотипности микроскопического строения дентина. В этом легко убедиться, сравнив их на микрофотографиях по характерным элективным свойствам при окраске метиленовым синим и общей его архитектонике (рис. 3.19, 3.20, 3.22).

После этого краткого знакомства с микроскопическим строением дентина больших коренных зубов собаки, из которого следует, что в принципиальном отношении оно ничем существенным не отличается от

такового одноименных зубов человека, мы уделим внимание их эмалевому покрытию.

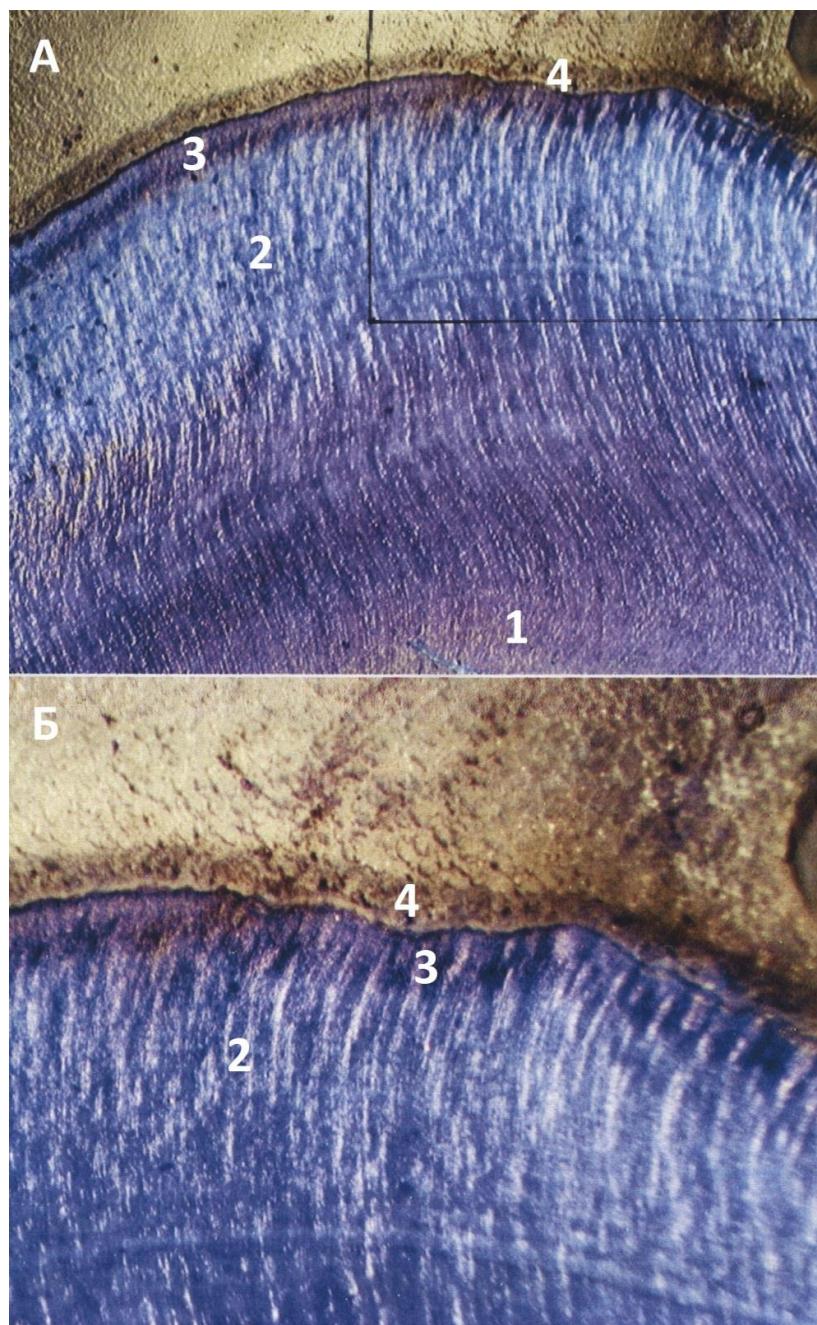


Рис. 3.21. Боковая часть корня моляра собаки. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим.

А – объектив 7х (квадратом обозначена часть, изображенная ниже);
Б – объектив 10х.

1 – глубокий слой дентина (околопульпарный); 2 – поверхностный слой дентина; 3 – пограничный с периодонтом слой дентина; 4 – периодонт.

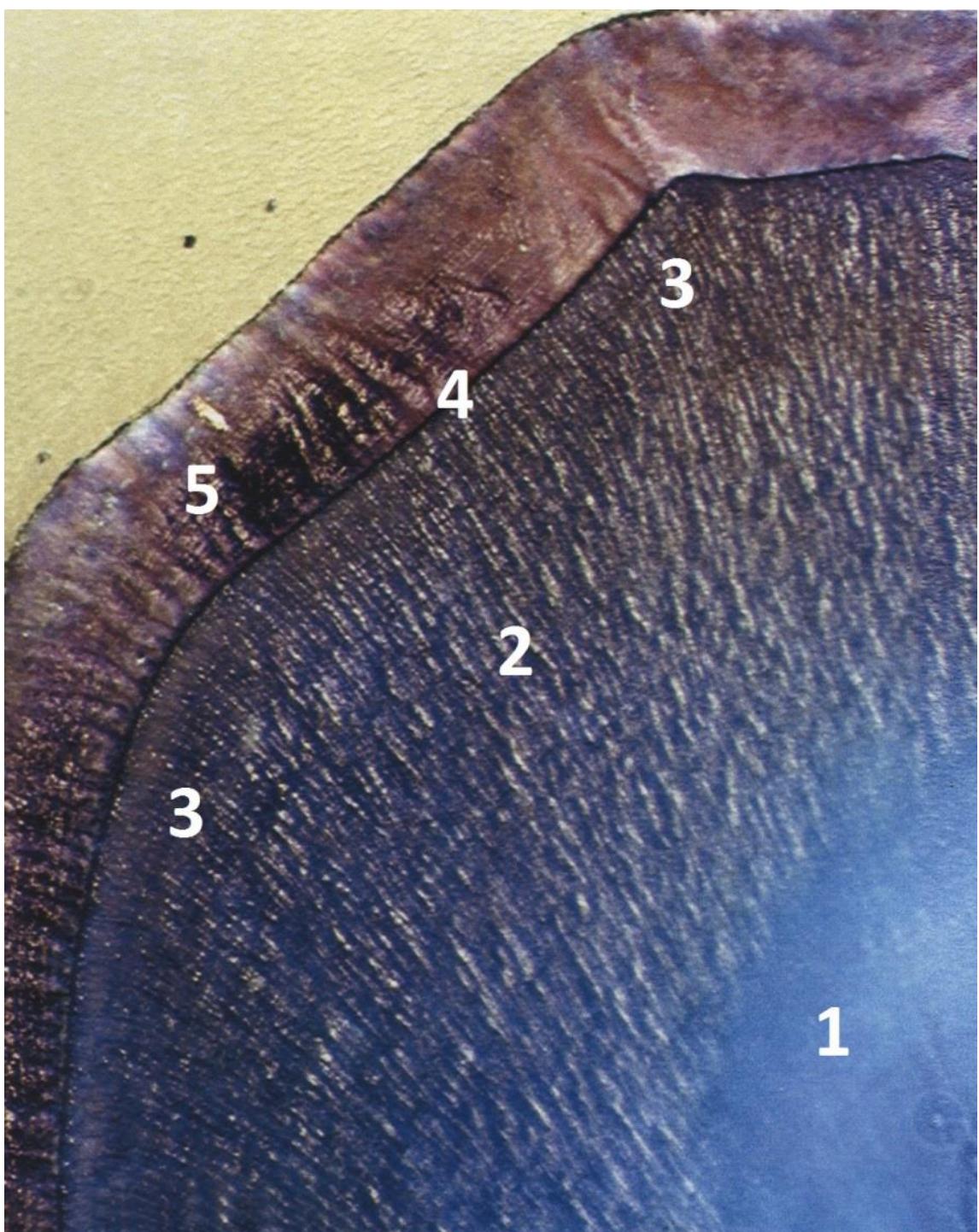


Рис. 3.22. Часть коронкового зубца второго моляра собаки. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 10x.

1 – околопульпарный дентин; 2 – плащевой дентин;
3 – поверхностный слой плащевого дентина; 4 – дентино-эмалевая граница;
5 – эмаль.

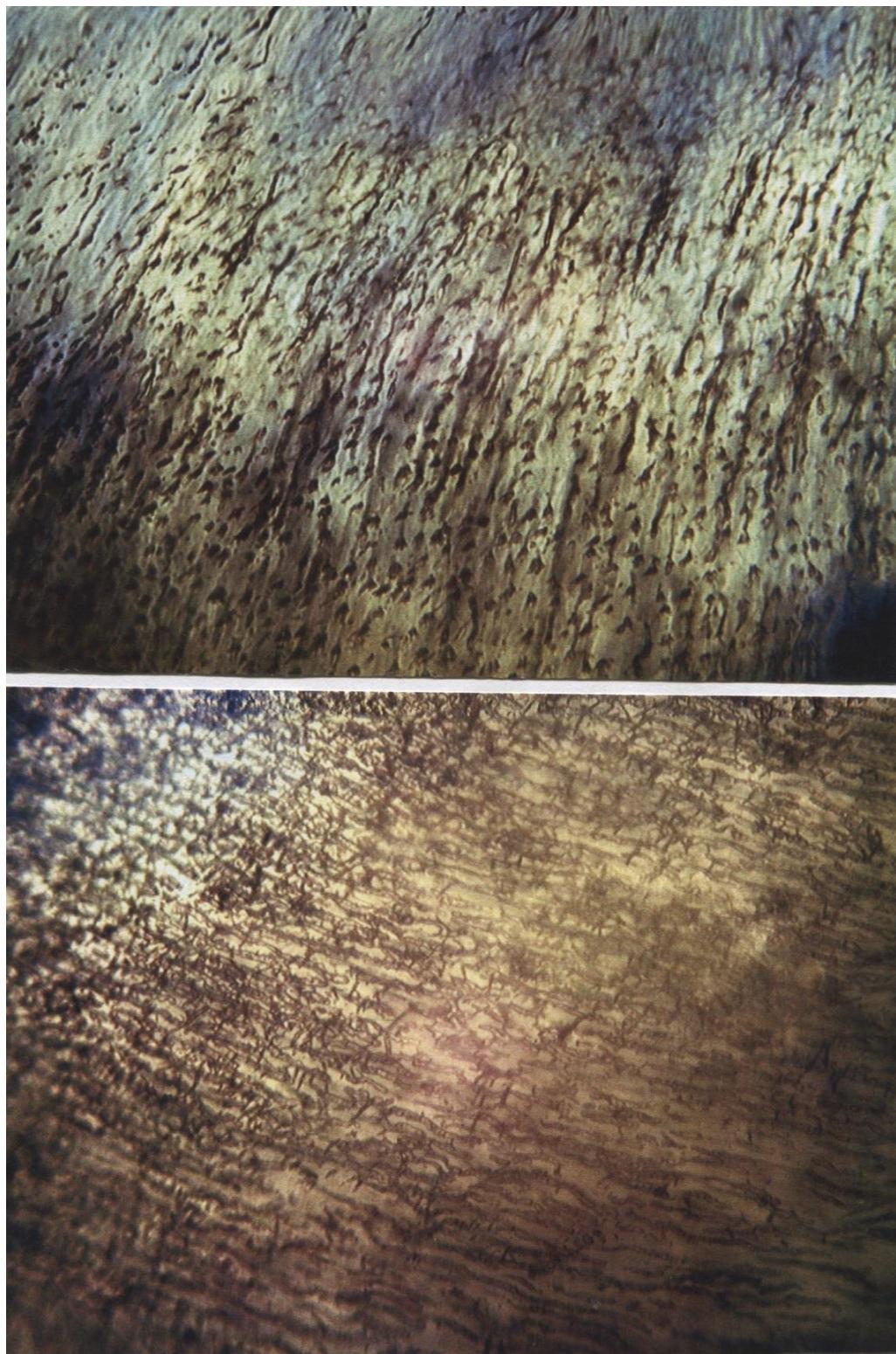


Рис. 3.23. Микроскопическая структура поверхностного слоя плащевого дентина моляров собаки. Эпоксидные шлифы, толщиной около 0,5 мм; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 20х.

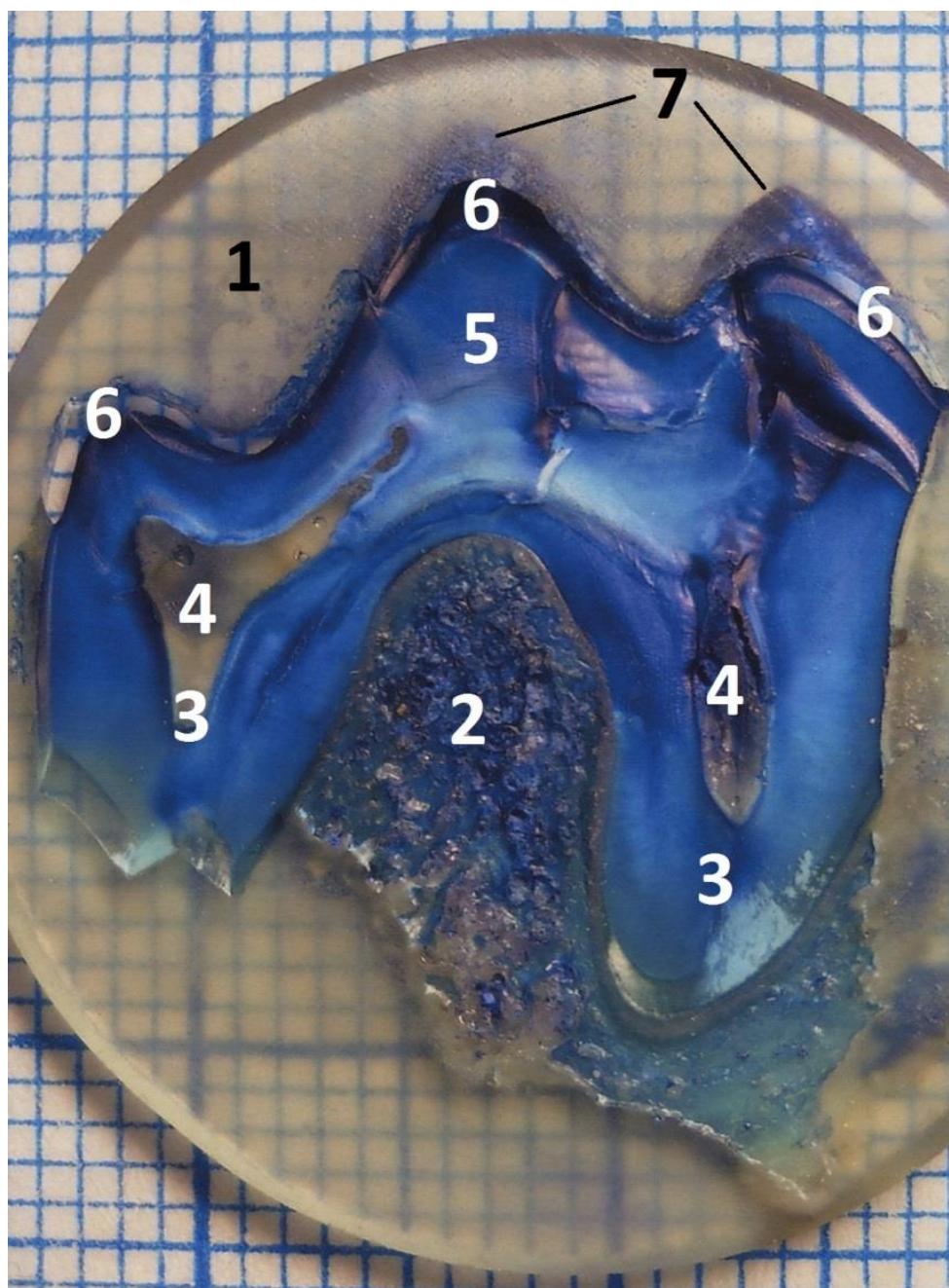


Рис. 3.24. Верхний секущий зуб собаки. Эпоксидный шлиф после сквозного вытравливания эмали в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 2х.

1 – эпоксидная смола; 2 – часть межкорневой костной перегородки; 3 – корни зуба; 4 – корневые каналы; 5 – дентин; 6 – просветы вытравленной эмали; 7 – силуэты коронковых зубцов в глубине эпоксидного шлифа.

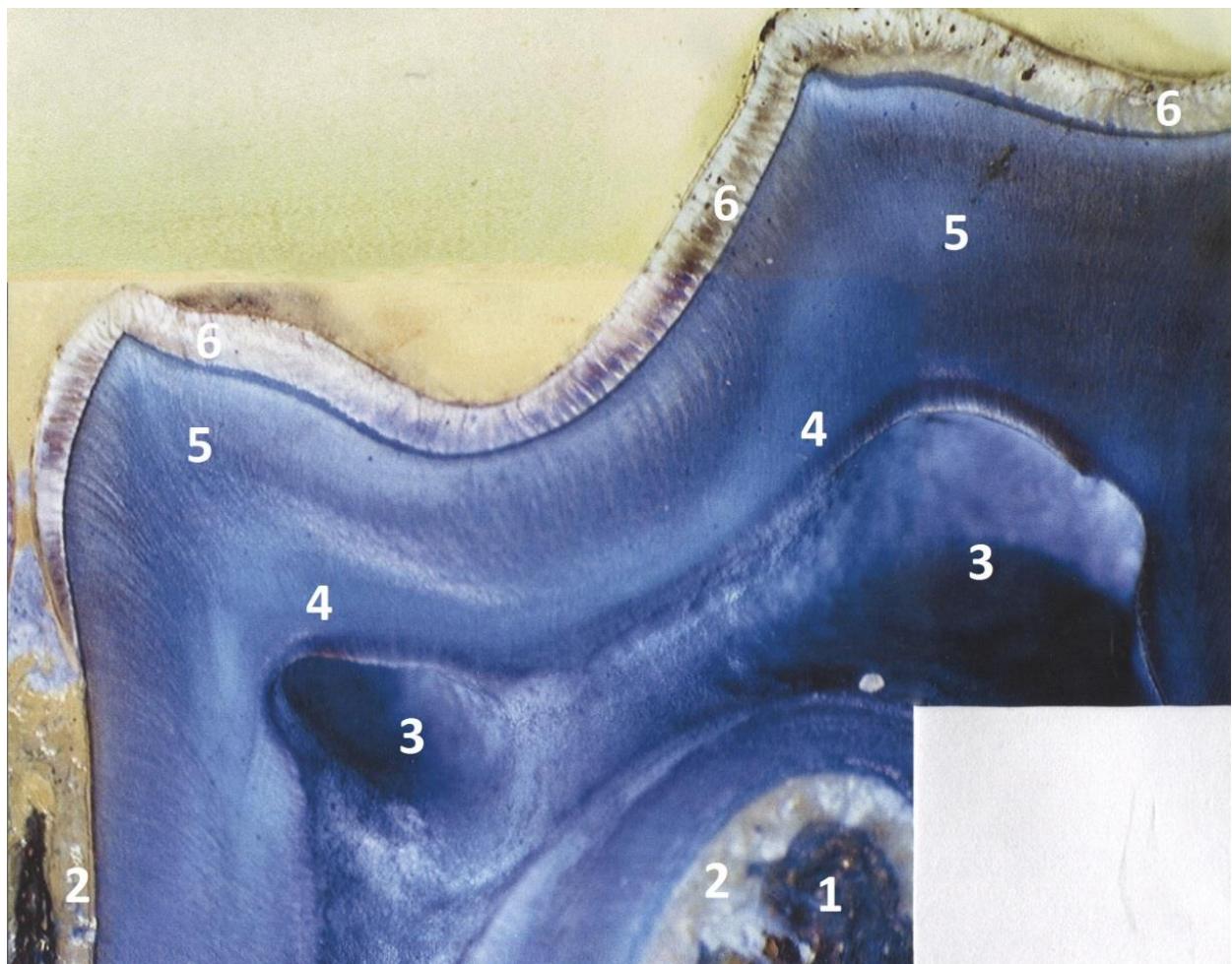


Рис. 3.25. Коронковый отдел нижнего секущего зуба собаки. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 4х.

1 – межкорневая костная перегородка; 2 – периодонт; 3 – пульпарная камера; 4 – околопульпарный дентин; 5 – плащевой дентин; 6 – эмаль.

Учитывая ту большую нагрузку, которую приходится испытывать большим коренным зубам собаки (особенно секущим зубам) при разгрызании/раздроблении твердой пищи, следовало бы ожидать, что окклюзионная поверхность их коронок покрыта массивным слоем эмали. Но, как оказалось, толщина ее только немногим превышает таковую премоляров. Согласно метрическим данным максимальная толщина ее на возвышениях зубцов секущих зубов (верхних и нижних) находится в пределах от 0,8 до 1,3 мм (среднее статистическое значение равно $1,09 \pm 0,1$ мм)

(табл. 3.2), что примерно в 2,5 раза меньше такого же показателя моляров человека.

Вместе с тем, по данным метрического анализа, толщина дентина с окклюзионной стороны коронок секущих зубов и позади стоящих от них моляров собаки колеблется в пределах от 2,3 до 3,3 мм (среднее статистическое значение равно $3,05 \pm 0,9$ мм), что почти равнозначно такому же показателю моляров человека (табл. 3.2). Следовательно, суммарная толщина стенки со стороны окклюзионной поверхности коронки секущих зубов собаки примерно на 2 мм тоньше таковой моляров человека, только за счет тонкости их эмалевого покрытия, а стало быть, она по степени износостойчивости заметно уступает последним.

Но износостойчивость самой эмали зависит не только от ее толщины, но и во многом ее прочность обязана, как это было показано в первом разделе данной главы, своей композитной структуре, которая в молярах человека представлена сложной разнонаправленной ориентацией гиперкальцифицированных кристаллических волокон (эмалевых призм). Выше нами было установлено, что эмалевое покрытие коронок премоляров собаки является не только предельно тонким (на возвышениях остроконечных зубцов не превышает 0,8 мм), но и упрощенным по своей композитной структуре, которая ограничивается наличием только однонаправленной композиции кристаллических волокон, распределенных по отдельным пучкам в порядке полос Гунтера-Шрегера. Это вполне объяснимо, если учитывать, что они находятся в открытом прикусе зубочелюстной системы животного, то есть – испытывают минимальную механическую нагрузку при обработке пищи. Поэтому следует ожидать, что у позади стоящих от них опорных больших коренных зубов (особенно у секущих) эмалевое покрытие будет иметь более сложное композитное строение.

Таблица 3.2

**Сводные данные об основных метрических параметрах коронок
секущих зубов собаки**

№ п/п	Высота коронки (мм)	Ширина коронки (мм)	Максимальная толщина эмали (мм)	Толщина дентина с окклюзионной стороны коронки (мм)
1	10,15	22,90	1,20	3,20
2	13,50	20,30	0,90	2,85
3	11,00	20,40	1,00	3,25
4	12,60	21,30	1,25	2,95
5	10,70	23,20	1,15	3,10
6	14,00	22,30	1,30	3,15
7	10,90	21,50	1,12	2,80
8	10,20	20,25	0,80	2,90
9	11,20	22,80	1,10	3,30
10	11,30	21,60	1,26	3,17
11	13,30	23,20	0,95	3,00
12	10,17	22,10	1,17	2,87
13	10,80	22,90	1,17	2,87
14	13,60	21,90	1,00	3,20
15	12,30	22,50	0,97	2,94
16	11,40	20,85	1,19	3,10
17	10,25	22,40	0,98	3,14
18	11,27	22,70	1,30	2,93
19	13,20	21,70	0,96	3,16
20	10,37	23,00	1,20	3,16
Среднее	11,61	21,99	1,10	3,05

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5
Минимальное	10,15	20,25	0,80	2,80
Максимальное	14,00	23,20	1,30	3,30
Среднее отклонение (m)	1,123	0,811	0,123	0,134
Стандартное отклонение (σ)	1,307	0,972	0,143	0,151

Действительно, результаты наших исследований это подтверждают, но только относительно той эмали, которая покрывает возвышенности коронковых зубцов. Переходя же с них по скатам во впадины между зубцами эмаль не только истончается, но и приобретает упрощенное строение, подобное эмали премоляров. В этом отношении представляет интерес переходная зона эмали, то есть та, которая покрывает скаты (боковые поверхности) зубцов. На микрофотографиях (рис. 3.26) видно, что она заметно отличается от эмали премоляров, как по более сложному тинкториальному выражению своего матрикса, так и по внешней форме составляющих его образований, в которых легко опознаются узловые цепи, аналогичные таковым зубной эмали человека. Но в отличие от последних, они приобретают более рыхлое расположение, так как разделены между собой более светлыми прослойками, где просматривается волокнистая структура. Кроме того, разделенные ими, интенсивно окрашенные, жгутообразные полосы делятся на боковые ответвления или же начинаются несколькими ножками от дентино-эмалевой границы. Учитывая то, что данную картину мы наблюдаем на плоскости произвольного шлифа, можно предположить, что в толще эмали данные образования находятся в переплетенном между собой отношении, за счет чего повышаются ее прочностные свойства. По направлению к внешней поверхности эмали, не доходя до $1/3$ ее толщи, жгутообразные тяжи становятся размытыми и теряются в однородном по виду веществе, слабая окраска которого

свидетельствует о повышенном в нем содержании минеральных элементов. Следовательно, у моляров собаки, также как и у премоляров, поверхностная треть толщи эмали является самым твердым слоем.

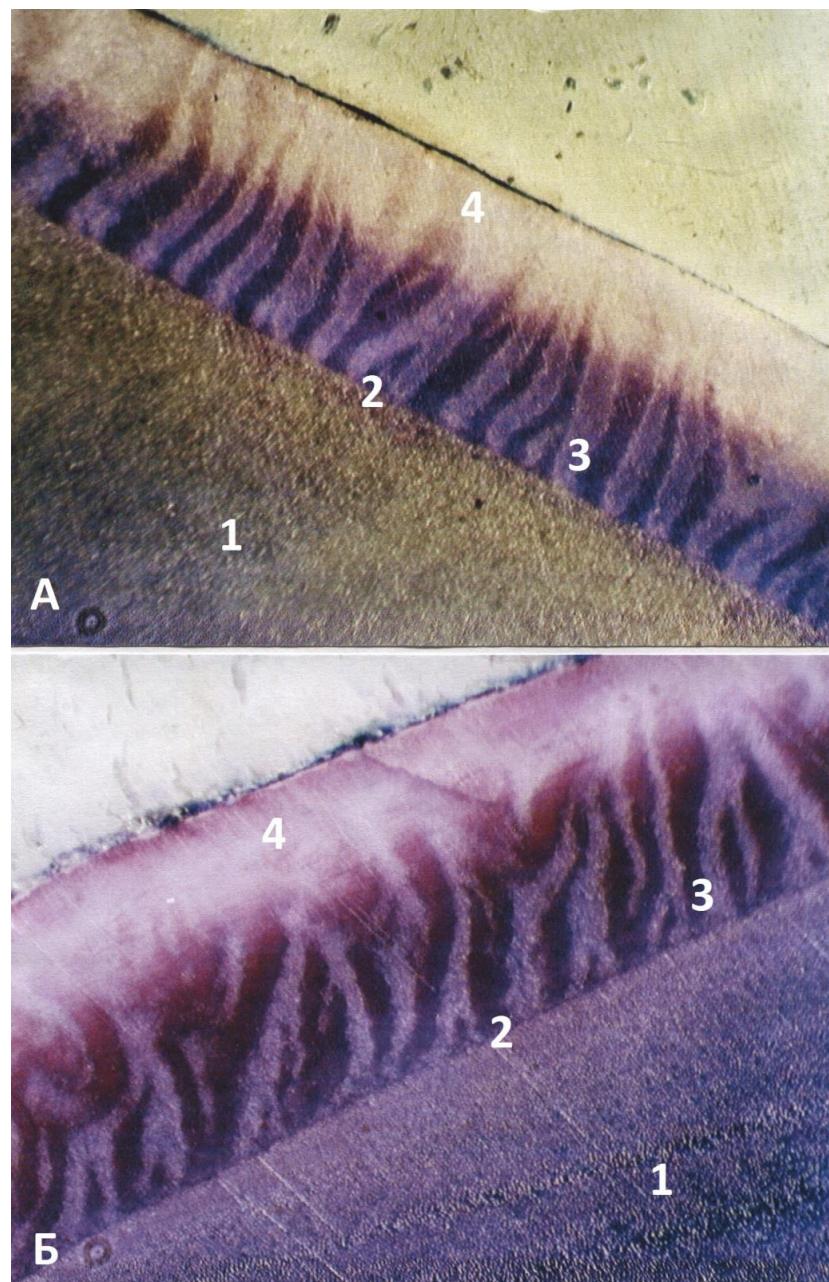


Рис. 3.26. Боковая часть коронкового зубца секущего зуба собаки. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим.

А – объектив 4х; Б – объектив 7х.

1 – дентин; 2 – дентино-эмалевая граница; 3 – придентинный слой эмали; 4 – поверхностный слой эмали.

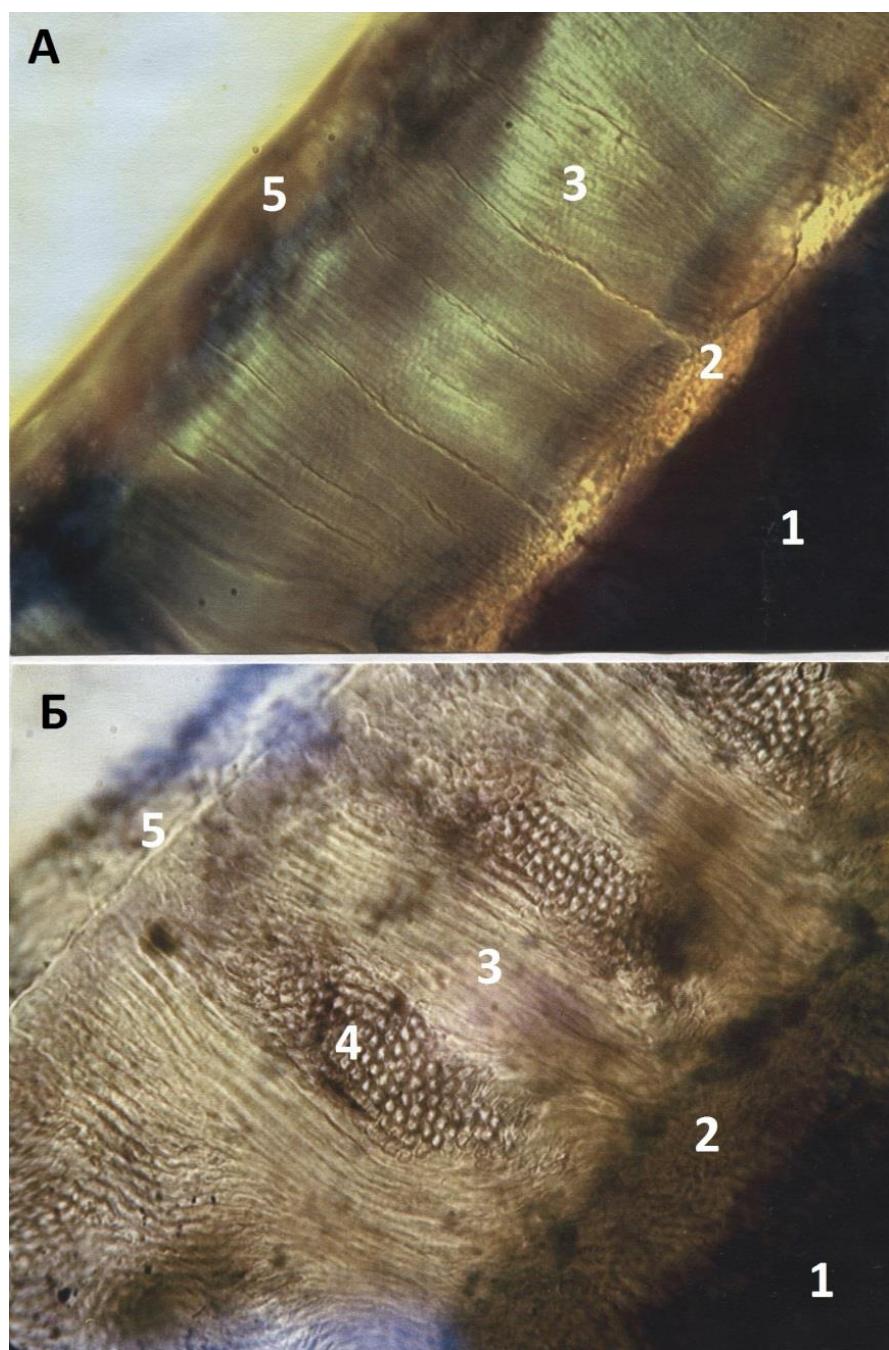


Рис. 3.27. Микроскопическое строение эмали на коронковых зубцах секущих зубов собаки. Эпоксидные шлифы, толщиной около 0,5 мм; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим.

А – боковая поверхность коронкового зубца (объектив 10x);
Б – апикальный отдел коронкового зубца (объектив 20x).

1 – дентин; 2 – дентино-эмалевая граница; 3 – пучки кристаллических волокон (эмалевых призм) с продольной ориентацией; 4 – пучки кристаллических волокон с поперечной ориентацией; 5 – поверхностный слой эмали.

Такое строение эмали остается неизменным до возвышений коронковых зубцов, на которых эмаль приобретает более сложную композитную структуру, за счет искривления пространственной ориентации кристаллических волокон в отдельных узловых пучках, а также появления между ними в регулярном порядке пучков с поперечной ориентацией в них кристаллических волокон (эмалевых призм). Данная картина отчетливо обнаруживается на тонких эпоксидных шлифах (толщиной около 0,5 мм) при относительно больших увеличениях светового микроскопа и становится показательной в сравнении с такими же шлифами премоляров. Обращает на себя внимание, что эмаль последних состоит только из простой совокупности однотипных узловых пучков, в которых кристаллические волокна имеют прямолинейную ориентацию от дентино-эмалевой границы до внешней поверхности эмали (рис. 3.27А). При такой ориентации, соответствующей в основном плоскости шлифа, эмалевые призмы имеют отчетливо волокнистую форму, но не дают возможности определить их форму в поперечном сечении, которое позволило бы судить о том, насколько они оправдывают свое название. Удачную возможность для решения этого вопроса предоставляют шлифы эмали на возвышениях коронковых зубцов больших коренных зубов собаки, где эмалевые призмы находятся в продольном и поперечном сечении. На микрофотографиях (рис. 3.27Б) они достаточно отчетливо видны в поперечном сечении в составе отдельных пучков, которые находятся, как было отмечено выше, между подобными им пучками, но с продольной волокнистой ориентацией. Нетрудно удостовериться, что, при всем разнообразии их поперечных контуров, они даже отдаленно не напоминают полигональную форму, которая присуща для поперечного сечения призматических фигур. Поэтому вполне обосновано называть их кристаллическими волокнами, которые являются минимальными микроскопическими элементами эмали. Обращает на себя внимание, что в толще узловых пучков они располагаются рядами в строгом кластерном порядке, будучи разделенными между собой прослойками более

базофильного вещества, свидетельствующего о содержании в нем повышенного количества органических структур по сравнению с самими кристаллическими волокнами (эмалевыми призмами), из-за чего последние отчетливо выделяются в виде светлых пятен, которые, как было сказано выше, имеют неправильные очертания. Вещество их разделяющее, в литературе называется межпризменным или интерстициальным. По существующим представлениям оно служит в качестве транспортных путей для зубного ликвора, осуществляющих обновление ионных связей между органическими и минеральными структурами эмали.

Безусловно, в этом отношении эмаль зубов собаки и человека не имеет видового отличия. Относительно же всего остального, что касается толщины, а также конструктивной организации кристаллических волокон (эмалевых призм), зубная эмаль собаки является упрощенным вариантом по сравнению с таковой человека. И только в местах повышенной механической нагрузки (на возвышениях коронковых зубцов моляров) она по композитной структуре в какой-то мере напоминает строение эмали моляров человека.

Таким образом, согласно результатам проведенного морфологического анализа, по микроскопическому строению твердых тканей, секущие зубы собаки и, позади стоящие от них, моляры принципиально ничем не отличаются между собой. Различие между ними заключается в размерах и некоторых чертах формы коронок. В этом отношении в зубных рядах собаки самыми массивными коронками выделяются секущие зубы, для метрической характеристики которых достаточными будут показатели их высоты и ширины (табл. 3.2).

Напомним, что высоту коронки секущих зубов мы определяли с вестибулярной стороны зуба, как расстояние между цервикальной плоскостью и возвышенной точкой вершины самого высокого коронкового зубца, а ширину зуба измеряли расстоянием между выпуклостями апраксимальных поверхностей зубной коронки (данные выпуклости у

нижних секущих зубов собаки находятся несколько выше цервикальной плоскости).

Используя общепринятый метод вариационной статистики, с помощью программного обеспечения, было установлено, что высота коронки нижних секущих зубов индивидуально колеблется в пределах от 10 до 14 мм (среднее статистическое значение равно $11,61 \pm 1,12$ мм), что почти вдвое больше того же показателя моляров человека (табл. 3.1 и 3.2). Интересно, что с такой же разницей (в два раза) коронки секущих зубов собаки шире по сравнению с молярами человека (ширина первых колеблется в пределах от 20 до 23 мм – среднестатистическое значение равно $21,9 \pm 0,81$ мм) – это значит, что каждый секущий зуб собаки по массивности примерно равен двум молярам человека. Но в своей соразмерности индекс отношения между высотой и шириной коронки тех и других зубов является одинаковым, то есть ширина их коронки почти в два раза превышает высоту.

При метрическом анализе коронок нижних моляров человека мы ввели в практику исследований такой новый критерий, как индекс скалярности эмали, который характеризует отношение ее максимальной толщины к высоте коронки. У моляров человека, как было установлено в первом разделе данной главы, он является довольно значительным (более 43%). Сравнительно с этим у секущих зубов собаки, у которых высота коронки в два раза больше, а максимальная толщина эмали в 2,5 раза меньше, индекс скалярности эмали составляет 10%, что значительно отличается от такового показателя моляров человека.

Таким образом, изложенные выше данные, по общему объему информации, в значительной степени превышают те скучные (а в некоторых деталях – не совсем объективные) представления, которые имеются в литературе по морфологии зубочелюстной системы в целом, и зубов собаки в частности, что заслуживает внимания не только в области сравнительной анатомии и ветеринарии, но и призвано служить теоретической основой при проведении экспериментальных исследований в стоматологии.

Наиболее существенные положения проведенного выше анализа, сводятся к следующему:

1. Корневые зубы собаки, являющиеся предметом нашего изучения, отличаются в основном от аналогов человека формой и размерами коронок. Видовую специфику им придают относительно высокие конусообразные зубцы, остроконечность которых наиболее выражена у премоляров.

С окклюзионной стороны коронок между зубцами находятся гладкие выемки или впадины, в области которых отсутствуют фиссурные образования, свойственные коренным зубам человека.

2. В связи с тем, что премоляры в зубочелюстной системе собаки занимают несколько обособленное место, заключающееся в отсутствии прямого противоположного между ними, контакта при смыкании челюстей, они могут рассматриваться как соответствующие одноименным зубам человека только по своему расположению, но не с функциональной точки зрения. В зубном прикусе собаки они отличаются самыми минимальными размерами (особенно нижние первые премоляры – «волчьи зубы»). Кроме того, это самые тонкостенные зубы, в которых пульпарная камера занимает относительно большой объем. Сама же стенка представлена в основном дентином, средняя толщина которого примерно равна 1,5 мм.

3. Сзади от премоляров в зубном прикусе собаки находятся самые массивные секущие (плотоядные) зубы, которые по логике (в отличие от существующей классификации), мы рассматриваем в качестве первых больших коренных зубов. В виде вспомогательных опор им служат вторые и третьи моляры, имеющие значительно меньше размеры, но одинаковое с первыми внутреннее строение.

Независимо от размеров, все моляры собаки, в отличие от премоляров, являются толстостенными зубами, из-за относительно менее объемной в них пульпарной камеры, что придает им в целом сходство с молярами человека.

4. Согласно данным метрического анализа, толщина дентина с окклюзионной стороны коронок моляров собаки колеблется в пределах от 2,8

до 3,3 мм (среднестатистическое значение равно $3,05 \pm 0,9$ мм), что равнозначно такому же показателю моляров человека.

По микроскопическому строению дентин моляров собаки и человека не имеет существенного видового различия, представляя собой обызвествленный волокнисто-коллагеновый матрикс, пронизанный радиально бесчисленным множеством дентинных трубок, в котором выделяется два слоя – околопульпарный и плащевой.

5. Существенное различие между молярами собаки и человека состоит в толщине эмалевого покрытия их коронок. Максимальная толщина его на возвышениях конических зубцов моляров собаки находится в пределе от 0,8 до 1,3 мм (среднестатистическое значение – $1,09 \pm 0,1$ мм).

Эмаль зубов собаки и человека состоит из однотипных элементарных структур, которыми являются гиперкальцифицированные кристаллические волокна, называющиеся эмалевыми призмами, распределенными в составе отдельных пучков в порядке полос Гунтера-Шрегера. Однако композитная структура зубной эмали собаки предельно упрощена, ограничиваясь только суммарной совокупностью данных структур. И только на возвышениях коронковых зубцов моляров она приобретает более сложную композитную структуру за счет появления между пучками Гунтера-Шрегера, поперечно ориентированных к ним, пучков кристаллических волокон.

6. Среди моляров собаки самыми массивными являются секущие зубы, которые по расположению в зубных рядах могут быть сравнимы с первыми молярами человека. По метрическим показателям высота коронок секущих зубов собаки находится в пределах от 10 до 14 мм (среднестатистическое значение равно $11,61 \pm 1,12$ мм), что почти вдвое больше того же показателя нижних моляров человека. С такой же разницей (в два раза) они отличаются и по ширине. Это значит, что каждый секущий зуб собаки по массивности примерно равен двум молярам человека. Но в своей соразмерности индекс отношения между высотой и шириной коронки тех и других зубов является одинаковым, то есть ширина их коронки почти в два раза превышает высоту.

7. У секущих зубов собаки, у которых высота коронки в два раза больше, а максимальная толщина эмали примерно в 2,5 раза меньше, чем у человека, индекс скалярности эмали (показатель отношений максимальной толщины эмали к высоте коронки) оказывается очень низким (менее 10% по сравнению с 43% у человека).

ГЛАВА 4

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЗУБО-ЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ГРЫЗУНОВ

Основной акцент в наших исследованиях поставлен на проведении сравнительного анализа в строении коренных зубов крысы и кролика, не исключая при этом особенности взаимоотношения их с остальными образованиями зубочелюстной системы. Учитывая то, что все зубы кролика, согласно данным литературы, не вызывают сомнений в своей принадлежности к одному морфофизиологическому (длиннокоронковому) типу, мы решили принять их в качестве исходного, эталонного варианта и начать описание с них.

4.1 Общее устройство зубочелюстной системы кролика

Мацерированные препараты черепов кроликов позволяют получить наглядное представление об анатомическом устройстве их зубо-челюстной системы, в которой усматривается в общих чертах принцип организации таковой млекопитающих (рис. 4.1).

Данное анатомическое подобие заключается в наличии фиксированных с мозговым черепом верхних челюстей и подвижной нижней челюсти, которая, посредством суставных отростков, образует парное височно-нижнее сочленение. У кроликов не только верхние, но и нижние челюстные кости являются парными образованиями, ибо последние в своем резцовом отделе соединены между собой посредством синдесмоза, в результате чего в мацерированном состоянии они легко разъединяются (рис. 4.2). В верхних челюстях выделяются задние, более массивные части и, сильно выдвинутые вперед, резцовые, которые спереди соединены между собой посредством синдесмоза, сбоку от которого находятся по одной лунке для резцов.

В боковой проекции резцовая часть верхней челюсти вместе с соответствующим резцом имеет наклонную вниз дугообразную форму (рис. 4.1).

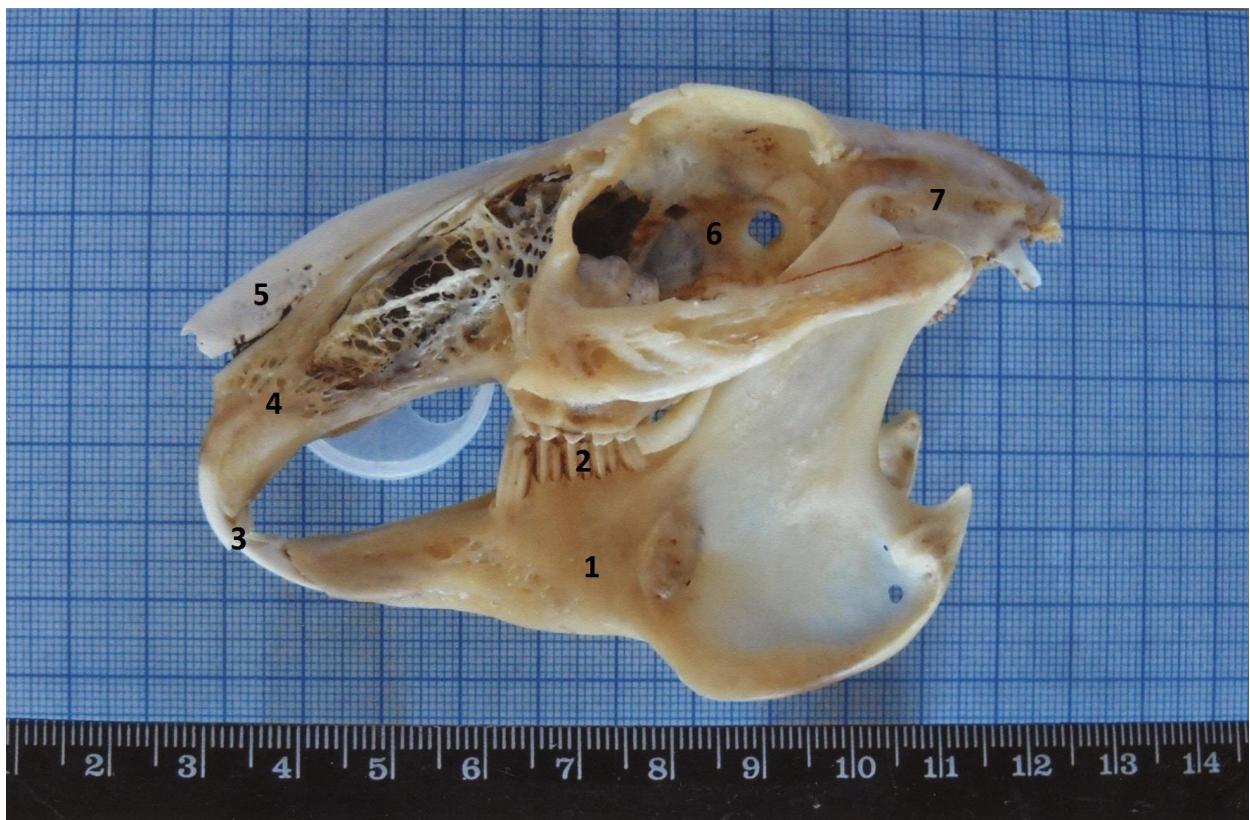


Рис. 4.1. Череп кролика в боковой проекции.

1 – нижнечелюстная кость; 2 – коренные зубы; 3 – резцы;
4 – верхнечелюстная кость; 5 – носовая кость; 6 – глазница; 7 – мозговой отдел черепа.

Задние, более широкие, верхнечелюстные части в большинстве случаев содержат пять глубоких лунок, в которых находятся в соответственном количестве коренные зубы. Но, иногда, позади последнего из них имеет место тонкий зубной стержень. Если не принимать его в расчет, то у кроликов насчитывается с каждой стороны по пять верхних коренных (или щечных) зубов, в переднем отдалении от которых находится по одному

резцу. Дистанция между первым коренным зубом и соответствующим резцом называется диастемой.

Нижние зубы, подобные по форме и равные по количеству верхним, находятся в ячейках двух нижнечелюстных костей, которые, как отмечалось выше, в своем переднем, резцовом отделе соединены между собой под острым углом посредством синдесмоза. Каждая из них по отдельности представляет собой сложную по форме костную пластинку, которая утолщена в местах, содержащих лунки для резцов и коренных зубов (рис. 4.2, 4.3).



Рис. 4.2. Внутренние поверхности двух (правой и левой) нижнечелюстных костей кролика.

1 – резцовый сектор; 2 – контуры резцовых зубов; 3 – коренной сектор; 4 – коренные зубы; 5 – угловой сектор.

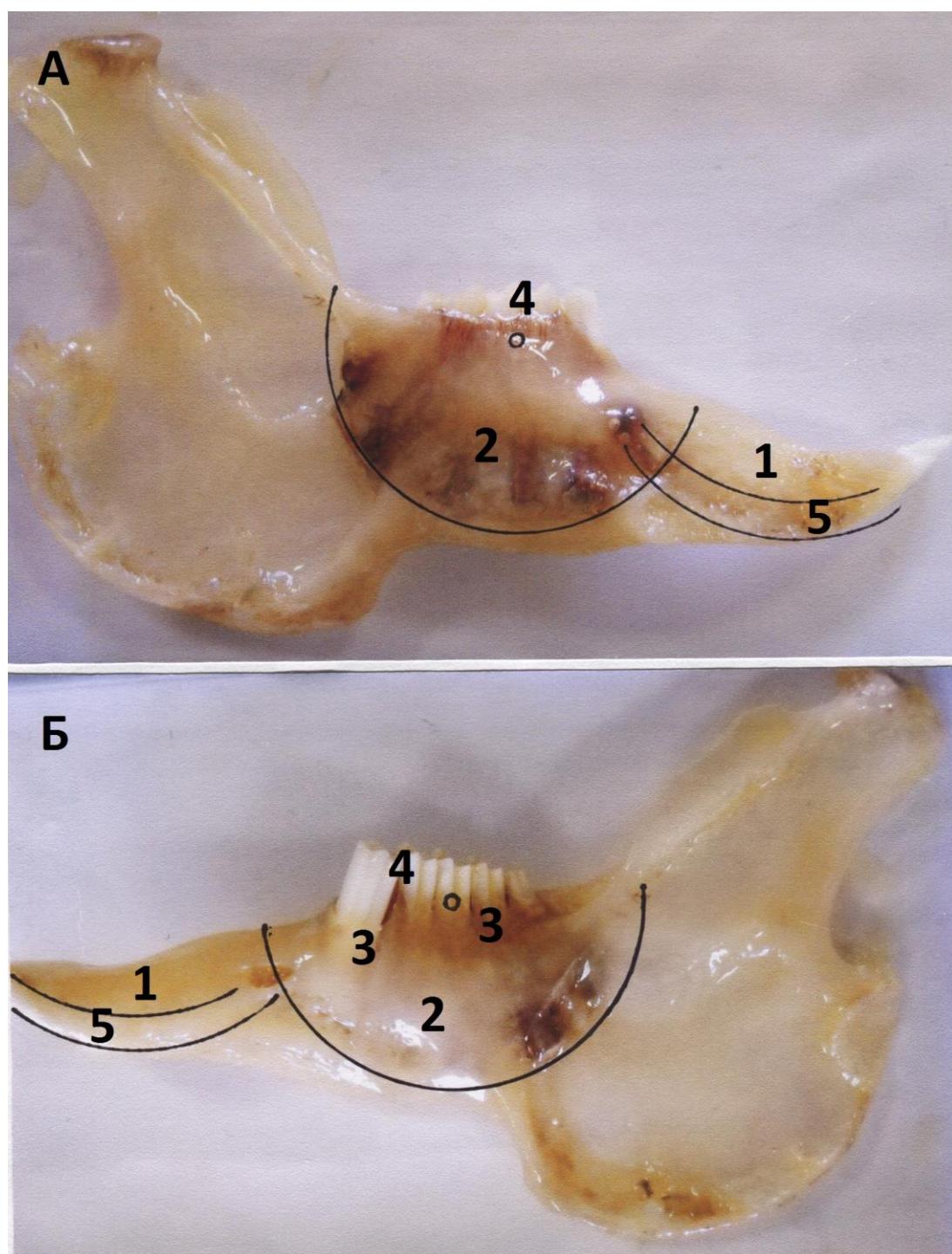


Рис. 4.3. Просветленная в машинном масле левая нижнечелюстная кость кролика.

А – внутренняя поверхность; Б – наружная поверхность.

1 – резцовый сектор; 2 – коренной сектор; 3 – силуэте лунок коренных зубов; 4 –внелуночные, свободные части коренных зубов; 5 – контуры резцового зуба.



Рис. 4.4. Резцовый зуб кролика в лунке резцового сектора нижнечелюстной кости. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 2х.

1 – компактное вещество; 2 – губчатое вещество нижнечелюстной кости; 3 – периодонт; 4 – резцовая часть зуба; 5 – донно-корневой отдел зуба; 6 – задняя стенка зуба; 7 – сосочковый канал; 8 – передняя стенка зуба; 9 – слой эмали. На верхней вставке – язычная поверхность свободных частей резцов кролика.

Несмотря на свою сложную внешнюю конфигурацию, нижнечелюстная кость поддается условному расчленению на три отдела, которые мы называем нижнечелюстными секторами. Первый из них составляет ее переднюю треть, которая на рис. 4.2 и 4.3 фигурально оконтурирована двумя полукружными линиями, соответствующими проекции расположения в лунке резцового зуба. Следует обратить внимание на то, что корневая его оконечность достигает места расположения корня первого коренного зуба. В геометрической правильности данного контурного очертания нет никакой идеализации; такую форму в действительности имеют резцовые зубы кролика, в чем можно убедиться по их фотографическому снимку (рис. 4.4).

Интересно, что два резца (правый и левый) в своей противоположности помещаются в контур правильного круга. Точно такую же форму имеют и их антагонисты – верхние резцы, которые в прикусе выдвинуты несколько впереди, частично перекрывая режущие края нижних резцов. В связи с этим переднюю часть челюстных костей мы называем резцовым сектором, указывая этим, что в ее нижнем, утолщенном основании находится полукружная лунка резцового зуба. В отличие от верхней, нижняя резцовая секторальная часть примерно в два раза толще, однако следует учитывать, что первая дополнительно укреплена сверху дугообразной носовой частью верхней челюсти, что уравновешивает ее прочность в противодействии нижнему резцовому сектору при откусывании резцами твердого корма.

Второй сектор нижней челюсти занимает промежуточное положение между резцовым и задним; последний мы называем угловым, так как он соответствует углу отхождения ветви нижней челюсти. Данный промежуточный сектор нижней челюсти примечателен тем, что в нем находятся лунки коренных (щечных) зубов, в связи с чем мы называем его коренным зубочелюстными сектором. На рис. 4.2, 4.3 он очерчен полукругом, который разделен радиальными пунктирными линиями на ряд сегментов, которые указывают на веерообразный характер расположения

лунок для пяти коренных зубов. Из этого следует, что коренные зубы, в отличие от резцов, имеют не полукружную, а стержневую форму, продольные оси которых ориентированы в лунках радиально, таким образом, что их корневые отделы несколько расходятся между собой, тогда как их свободные, коронковые отделы, сближаясь между собой, образуют тесно сомкнутый зубной ряд, состоящий в основном из пяти единиц. Их антагонисты в верхней челюсти, своими свободными, коронковыми частями, в том же количестве, также образуют подобный зубной ряд. При этом правый и левый верхние коренные ряды расставлены между собой несколько шире, чем таковые нижние. В результате этого в прямом прикусе они контактируют между собой только наполовину своей жевательной площади.

Особенностью зубного прикуса у кроликов является то, что резцы и коренные зубы разделены между собой широким промежутком – диастемой. Примечательно, что ее ширина равна длине хорды полукружного очертания соответствующего резцового зуба, который, как было показано выше, находится в изогнутом положении в основании резцового сектора соответствующей челюсти. Из этого следует, что та часть челюстной кости кролика, которая соответствует ширине диастемы является костным вместилищем для резцового зуба. Его лунка слепо заканчивается возле лунки первого коренного зуба. Все коренные зубы помещаются в толще коренного сектора челюстной кости, ширина которого (в вертикальном измерении) соответствует продольной длине этих зубов.

4.2 Микроскопическое строение зубов кролика

Вышеизложенное общее описание зубочелюстной системы кролика показывает, что зубы данного вида грызунов, по групповому составу, количеству и форме сильно отличаются от таковых человека и собаки. Учитывая эти морфологические признаки и то, что они относятся к разным морфофизиологическим типам (одни – длиннокоронковые, а другие –

короткокоронковые), можно сказать, что между ними нет полной гомологии. И все же, между ними имеется общее филогенетическое родство, состоящее в том, что те и другие зубы образованы одинаковыми по происхождению минерализованными тканевыми структурами – дентином, эмалью и цементом. Вопрос заключается только в том, в каком конструктивном сочетании они находятся между собой. С этой точки зрения менее всего (можно сказать – совсем мало) изучены длиннокоронковые зубы, которые у кролика представлены не только резцами, но и (согласно данным литературы) коренными зубами. Последние, в связи с их специализацией к растиранию, а стало быть, к разжевыванию пищи, вполне могут считаться в качестве жевательных зубов и называться молярами. В отличие от одноименных зубов человека и собаки, они являются однотипными, то есть не подразделяются на малые и большие коренные зубы. Но в начале мы уделим внимание резцам, так как они, не только у кролика, но и у крысы, являются показательными образцами длиннокоронковых зубов.

На рис. 4.4 представлен продольный шлиф резца кролика, который находился в глубокой лунке костной основы переднего сектора нижней челюсти. По внешнему контуру он имеет форму полукружно изогнутого, равномерного по толщине, стержня, две трети которого находится в костной лунке, а одна треть – свободно выступает наружу. Границей между ними может служить только условная линия, проходящая по острым альвеолярным краям челюсти. При извлечении зуба из лунки мацерированной челюсти (что осуществляется без всяких усилий), на нем невозможно найти какую-либо пограничную отметину между этими двумя его частями, что, впрочем, не дает оснований не выделять в нем, глубоко скрытую в кости, луночную часть и открытую наружу – свободную, которая заканчивается острым режущим краем.

Режущие края резцовых зубов кролика чрезвычайно остры за счёт наличия тонкого слоя эмали, которым покрыта передняя поверхность зуба по всей его длине, теряясь в самом его корневом отделе, находящимся в данной

части зубной лунки (рис. 4.4, 4.5). Именно эта особенность дала основание называть подобные зубы длиннокоронковыми или гипселодонтными. Резцы кролика, из-за своей большой длины, как нельзя лучше соответствуют этому названию.

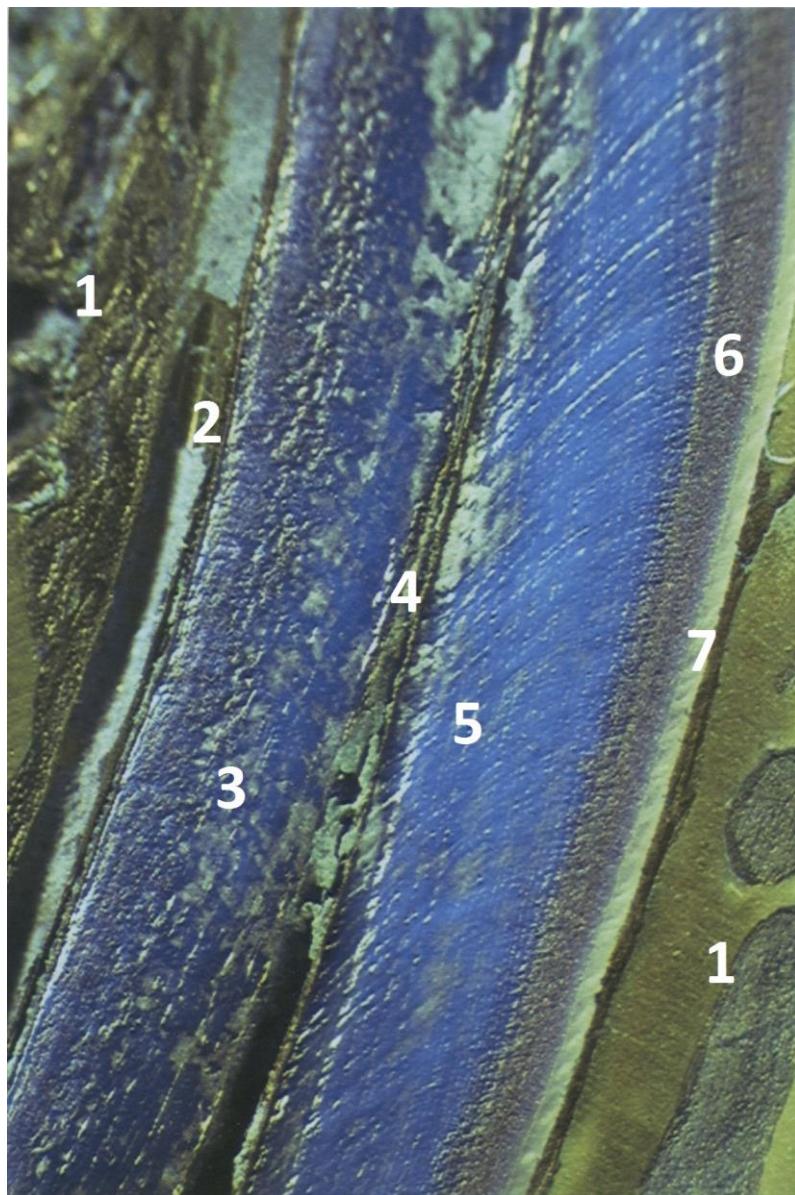


Рис. 4.5. Срединная часть резцового зуба кролика. Продольный эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 4х.

1 – костные стенки зубной лунки; 2 – периодонт; 3 – дентин задней стенки зуба; 4 – сосочковый канал; 5 – внутренний слой дентина передней стенки зуба; 6 – ее поверхностный слой дентина; 7 – слой эмали.

В поперечном сечении они имеют овальную, суженную в переднезаднем направлении, форму, которая является неизменной по толщине на всем своем протяжении, за исключением двух противоположных концов, один из которых является резцовым, а другой (условимся называть) донно-корневым, так как им зуб начинается (произрастает) из, слепо заканчивающейся, донной части зубной лунки. Как было показано выше, эта часть резцовой лунки граничит с костной лункой первого коренного зуба.

Донно-корневой отдел резцовых зубов кролика напоминает форму конического сопла, из-за наличия широко зияющего отверстия, имеющего фестончатое очертание, которым открывается центрально расположенный в зубе осевой канал. Правильнее сказать, последний начинается данным апикальным отверстием, продолжаясь в постепенно суживающийся в толще дентина каналец, продольная ось которого точно ориентирована к заостренному краю резцового конца зуба (рис. 4.4). В литературе имеется указание, что в этом месте локализован эмалевый орган, имеющий форму кольца, окружающего растущее основание зуба [1, 58, 150].

Таким образом, резцовый зуб кролика имеет стержневую, полукружно изогнутую, форму с наличием внутри полостного образования в виде осевого канала, заложенного в толще его твердой материальной основе, которую почти всецело представляет дентин. Слово “почти” подразумевает, что только с передней поверхности дентин дополняется, прочно консолидируемым с ним, тонким слоем эмали. Наиболее показательно эти отношения между зубным каналом, дентином и эмалью представлены на обзорной микрофотографии продольного в сагиттальной плоскости эпоксидного шлифа нижнего резцового зубочелюстного сектора (рис. 4.4). Видно, что продольный профиль зуба по всему протяжению выглядит, разделенным сосочковым каналам на две половины: переднюю – выпуклую и заднюю – вогнутую, которые будем называть передней и задней стенкой соответственно. Сам канал в цельном зубе имеет сплюснутую в переднезаднем направлении щелевидную форму, которая на продольном

сечении выглядит в виде внутреннего просвета, плавно суживающегося от апикальной части донно-корневого отдела зуба до его самого резцового края, где он становится едва различимым.

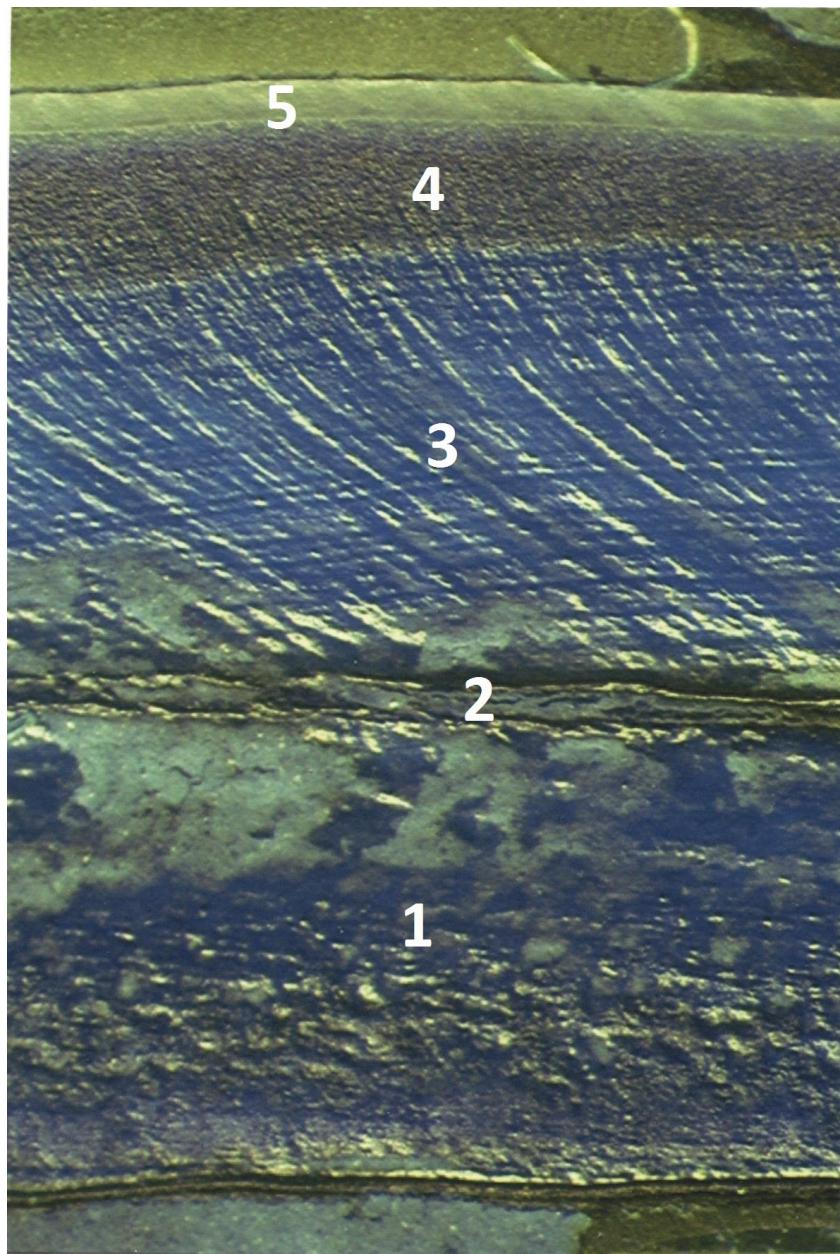


Рис. 4.6. строение свободной части резцового зуба кролика. Продольный эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7х.

1 – дентин задней стенки зуба; 2 – сосочковый канал; 3 – внутренний слой дентина передней стенки зуба; 4 – ее поверхностный слой дентина; 5 – слой эмали.

Если его рассматривать в качестве продольно-осевого ориентира, направленного к резцовому краю, то передняя стенка зуба оказывается плавно истончающейся от середины к обоим его концам, тогда как задняя стенка является самой толстой в резцовом отделе, откуда она постепенно источается по направлению к донно-корневому отделу. Тканевой основой обеих стенок является дентин, но наружная поверхность передней стенки резцового зуба кролика облицована тонким слоем эмали, который на вершине режущего края заканчивается острым выступом, представляющим собой довольно эффективный режущий инструмент.

Что касается структуры данного эмалевого покрытия, то здесь мы вынуждены ограничиться только общей заметкой, что оно представляет собой тесную консолидацию однообразных коротких гиперминерализованных столбиков, по общему виду напоминающих однослойный кубический эпителий (рис. 4.5, 4.6). О его связи с дентином будет сказано ниже.

Задняя, вогнутая, стенка резцового зуба кролика, представленная только дентином, образует практически всю толщу свободного режущего отдела, будучи, косо срезанной кзади и вниз под острым углом. Стало быть, ее поверхность, которую следует считать рабочей, представлена полностью обнаженным дентином, за исключением передней острой кромки эмали. По-видимому, ее косой наклон формируется под воздействием скользящего перемещения, откусываемых режущими краями, твердых продуктов. Следовательно, данная рабочая поверхность подвергается постоянному стиранию, которое ограничивается спереди острой кромкой, более твердой чем дентин, эмали. Учитывая то, что последняя тоже имеет свои пределы износостойчивости, постоянное абразивное воздействие на рабочие поверхности резцов будет приводить к соответствующей убыли не только дентина, но и эмали, что является побудительным фактором к их восполнению за счет герминативных свойств длиннокоронковых зубов. В связи с этим, обращает на себя внимание тыльная (язычная) поверхность

свободной (режущей) части нижних резцов кролика (представлена на верхней вставке рис. 4.4), на которой видна сработанная часть зуба и, ниже от нее – интактная. Они интересны тем, что на первой из них находится обнаженная терминальная часть сосочкового канала зуба, а на интактной поверхности просматриваются поперечные полосы. По-видимому, последние являются отметинами периодичности отрастания зубов по мере абразивного стирания дентина, сопровождающегося одновременно терминальным обнажением сосочкового канала. Следовательно, хотя в этом месте зубной канал является предельно узким, он все же оказывается постоянно сквозным, но не зияющим, ибо в нем содержатся определенные соединительнотканые элементы.

Из сказанного выше со всей очевидностью следует, что в зубах млекопитающих, не зависимо от их морфофизиологического типа, эмаль не может рассматриваться в качестве защитного покрытия для дентина; ее предназначение заключается в упрочнении его (в различном с ним композитном соотношении), что в необходимой мере повышает износостойчивость зубов.

Коренные зубы кролика (моляры), выполняющие жевательную функцию, сильно отличаются от резцов; они почти в два раза короче и очень своеобразны по форме, представляя собой по внешнему виду продольно ребристые стержни за счет наличия с язычной и щечной сторон продольных желобков (рис. 4.8, 4.9). Эта особенность отражается на форме жевательной поверхности, которая имеет складчатый характер, благодаря наличию бугристых складок, со свойственной для каждого зуба конфигурацией. Последние разделены между собой конформно изогнутыми углублениями, которые, по сравнению с бугристыми складками, имеют темноватую тональность. На первый взгляд может показаться, что вся жевательная поверхность коренных зубов кролика сплошь покрыта эмалью. На самом деле эмалью представлены только бугристые складки, между которыми (в углублениях) находится дентин. Последний вместе с эмалью являются

только поверхностными отрогами всей дентино-эмалевой толщи зуба, берущей начало от его самого донно-корневого отдела.



Рис. 4.7. Структура поверхностного слоя дентина передней стенки резцового зуба кролика; Продольный эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 10x.

В показательной форме данный факт нами был установлен путем изучения поперечных серийных эпоксидных шлифов коренных зубов кролика, изготовленных по глубине коренного сектора нижней челюсти через каждые 3 мм, начиная с жевательной поверхности до донно-корневого отдела. Микрофотографированию подлежали три уровня шлифа зубов: подповерхностный (на 3 мм ниже жевательной поверхности), средний уровень зуба и донно-коренной уровень.

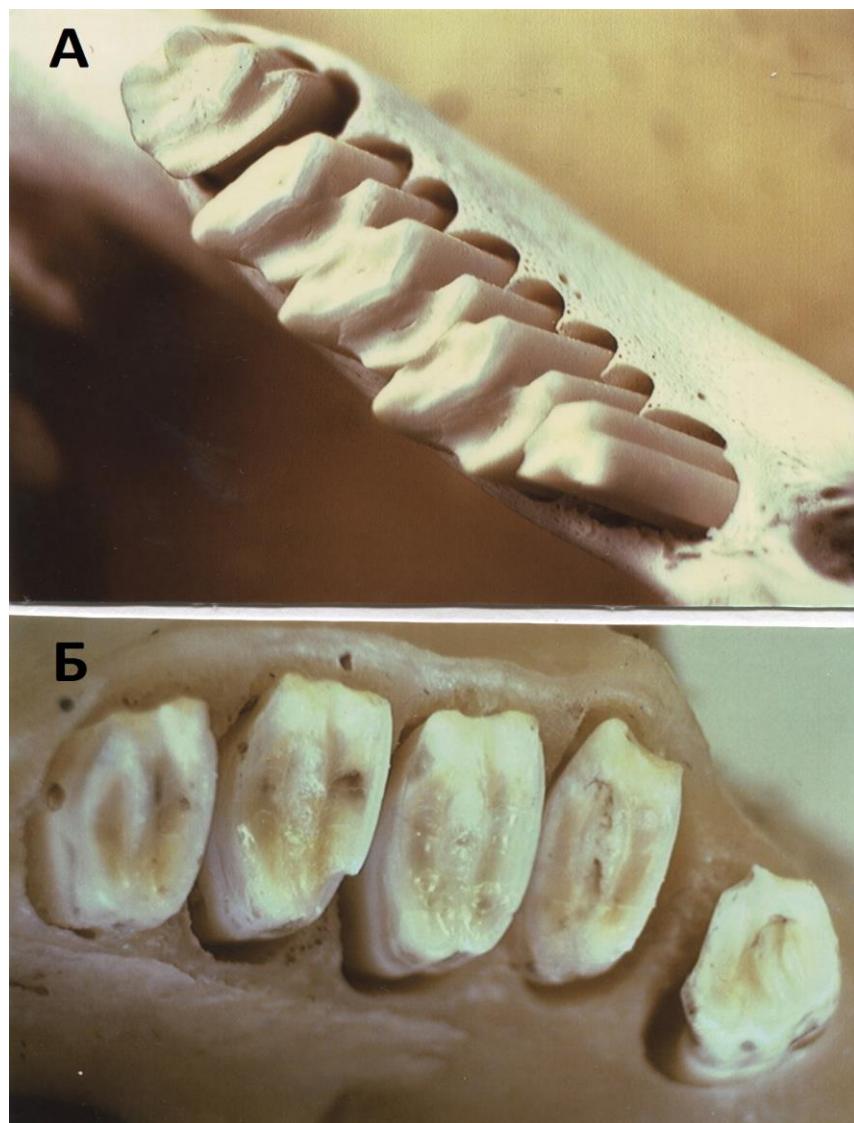


Рис. 4.8. Общий вид свободных отделов нижних коренных зубов кролика.

А – вид в косом ракурсе; Б – вид со стороны жевательной поверхности.

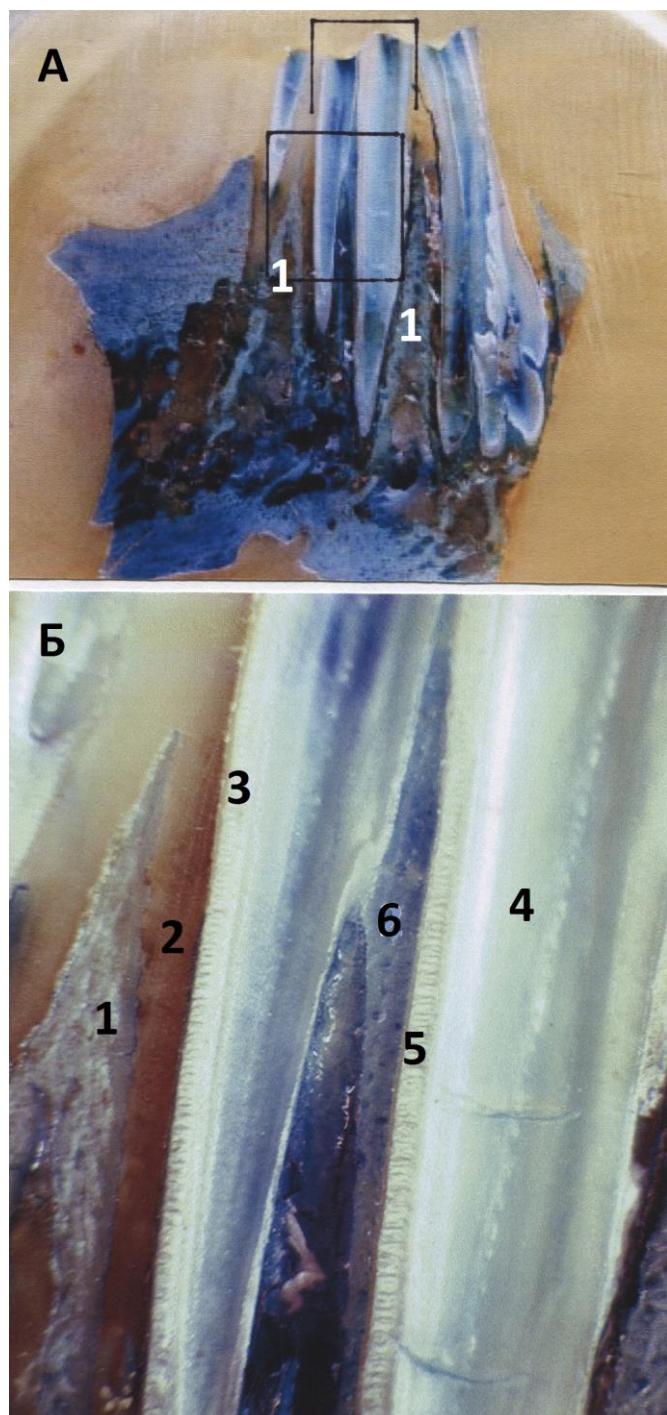


Рис. 4.9. Коренные зубы кролика в костной основе нижней челюсти. Продольный эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. А – общий вид, объектив 2х (квадратом указаны пределы изображения на нижнем снимке – Б, при увеличении с объективом 7х). Квадратной скобкой сверху указан один (средний) коренной зуб, который книзу расщепляется на две половины.

1 – межзубные альвеолярные гребни; 2 – периодонт; 3 – наружный слой эмали; 4 – дентин; 5 – внутренняя дупликатура эмали; 6 – цемент.

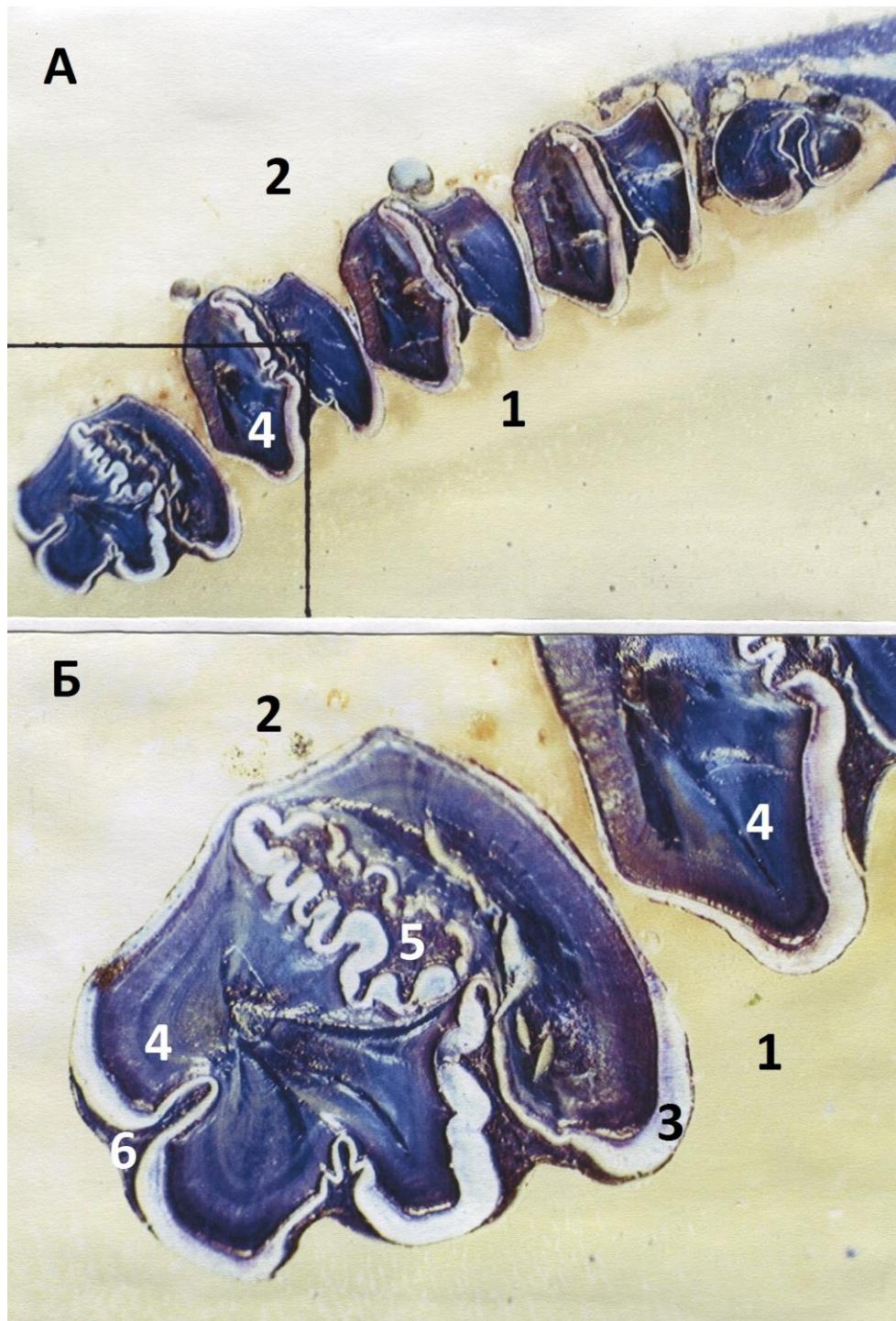


Рис. 4.10. Коренные зубы кролика в поперечном сечении. Подповерхностный эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. А – общий вид, объектив 2x (рамкой указан предел изображения на нижнем снимке – Б, при увеличении с объективом 7x). Цифрами обозначены порядковые номера зубов.

1 – передняя половина зубов; 2 – задняя половина зубов; 3 – наружная эмаль; 4 – дентин; 5 – внутренняя дупликатура эмали; 6 – цемент.

На рис. 4.10 представлены микрофотографии поперечных профилей подповерхностного уровня коренных зубов кролика. Прежде всего обращает внимание большое вариативное различие внешней конфигурации среди коренных зубов. Но, какую бы форму в поперечном сечении они не имели, постоянным для них является причудливая комбинация между его основными тканевыми составляющими – дентином и эмалью, которые различаются элективной (избирательной) интенсивностью окраски; эмаль остается практически неокрашенной, выглядя в виде светлой извилистой каймы, окружающей снаружи дентин. Для того, чтобы понять принцип конфигурационного взаимоотношения между ними, необходимо обратить внимание на одну особенность общего строения коренного зуба кролика. Она заключается в том, что каждый зуб в отдельности состоит из двух половин, которые скреплены между собой по всей длине цементом (рис. 4.9). Последний прорастает между ними в узкую разделительную щель со стороны двух противоположных (о чем говорилось выше), щечного и язычного, желобков. Данное разделение коренных зубов на две половины отчетливо видно в их донно-корневых отделах, которые с апикальной стороны, будучи в раздвоении, имеют отдельные широко зияющие отверстия фестончатой формы; ими начинаются сосочковые каналы, которые по отдельности, постепенно суживаясь, слепо заканчиваются около жевательной поверхности зуба (рис. 4.12). На поперечных шлифах зубов они обнаруживаются в центральной части дентина в виде узких просветов, от которых радиально расходятся его волокнистые структуры.

При изучении последовательных по глубине шлифов нами установлено что по всей длине зуба прослеживается как топологическая изменчивость формы двух половин каждого зуба, так и конфигурационные взаимоотношения между дентином и эмалью. Но, несмотря на это, каждая половина зуба находится в окружении эмалевого покрытия, толщина которого по периметру неравномерна. Утолщения ее и истончения находятся

в определенном порядке чередования по всей окружности дентина (рис. 4.11, 4.12).

В результате того, что две половинки зуба по отдельности окружены эмалью и тесно скреплены между собой прослойкой цемента, внутри каждого зуба, как единого образования, в поперечном направлении оказывается заложенной в процессе развития дупликатура эмали, которая имеет складчатую форму. При этом один ее слой является утолщенным, а другой, противоположный, - тонким, между которыми, как уже отмечалось, находится прослойка цемента. В связи с этим следует отметить, что цемент находится еще и с внешней поверхности зуба, но только в тех местах, где на нем имеются дополнительные продольные бороздки (рис. 4.12). Заполняющий их цемент приводит к некоторому сглаживанию неровностей внешнего контура коренных зубов кролика.

Таким образом, каждый коренной зуб кролика, по отдельности, представляет собой дуплексное (сдвоенное) образование, так как он состоит из двух тождественных, тесно скрепленных между собой цементом, половин, которые являются прочно слитными в свободной, жевательной части и расщепленными в донно-корневом отделе, где в апикальных частях каждая из них имеет отдельное зияющее отверстие, которым начинается соответствующий сосочковый канал.

В целом, каждый коренной зуб по всей длине имеет композитный принцип строения, в основе которого находится дентин, армированный внутри и снаружи эмалью, что придает всему зубу надлежащую жесткую прочность в пределах допустимых абразивных сдвигов в окклюзионной плоскости при жевании.

Именно такой принцип строения является самым характерным для длиннокоронковых зубов, независимо от того, какую они имеют длину. Поэтому, само название “длиннокоронковые”, по нашему мнению, является очень неудачным. Но об этом речь будет впереди.

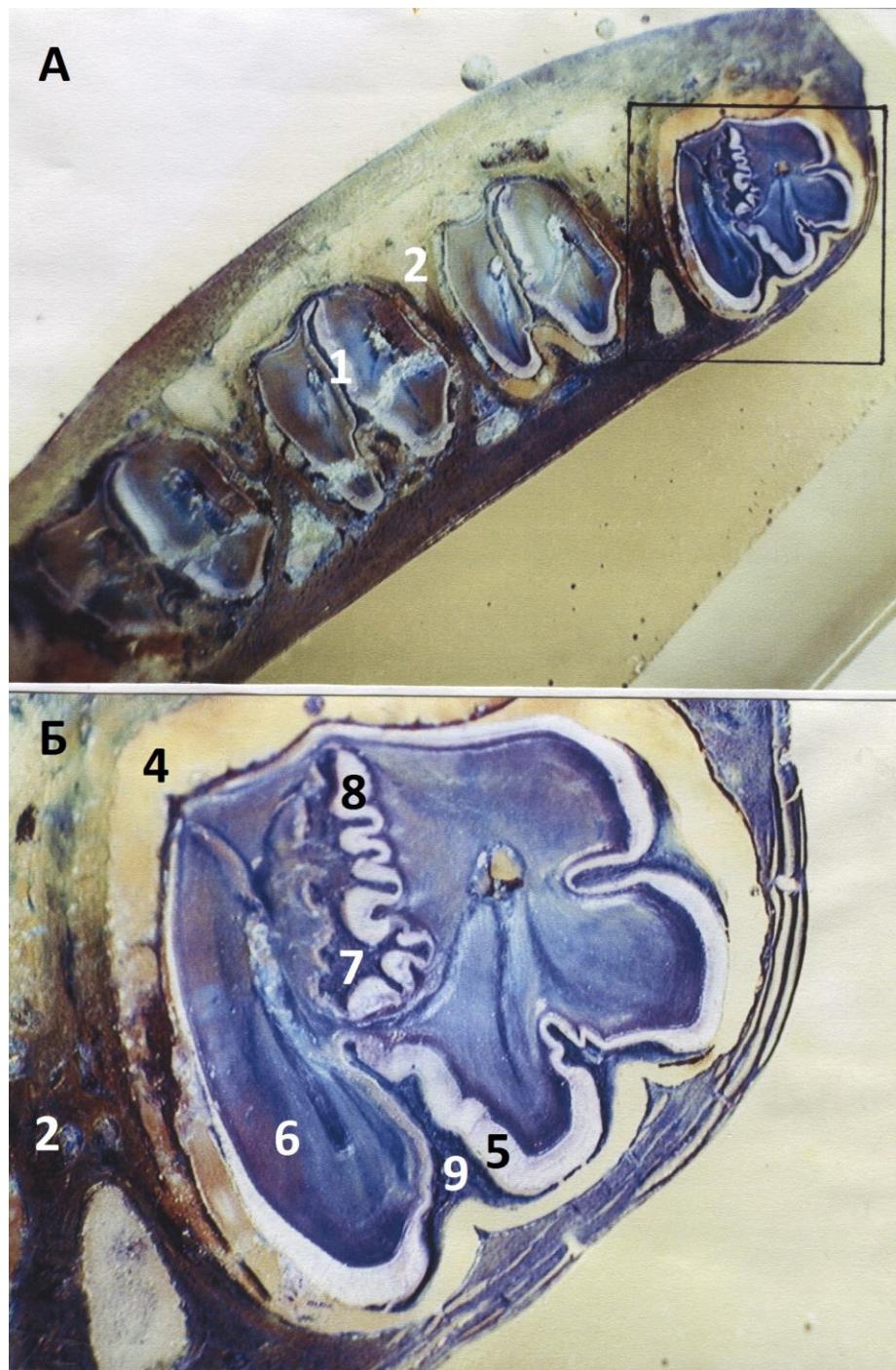


Рис. 4.11. Коренные зубы кролика в поперечном сечении. Эпоксидный шлиф срединного уровня зубов; поверхностное травление в Трилон-Б; окраска метиленовым синим. А – общий вид, объектив 2х (квадратом очерчен предел изображения на нижнем снимке – Б, при увеличении с объективом 7х). Цифрами указаны порядковые номера зубов.

1 – передняя половина зубов; 2 – задняя половина зубов; 3 – костные стенки зубной лунки; 4 – периодонт; 5 – наружная эмаль; 6 – дентин; 7 – сосочковые каналы; 8 – внутренняя дупликатура эмали; 9 – цемент.

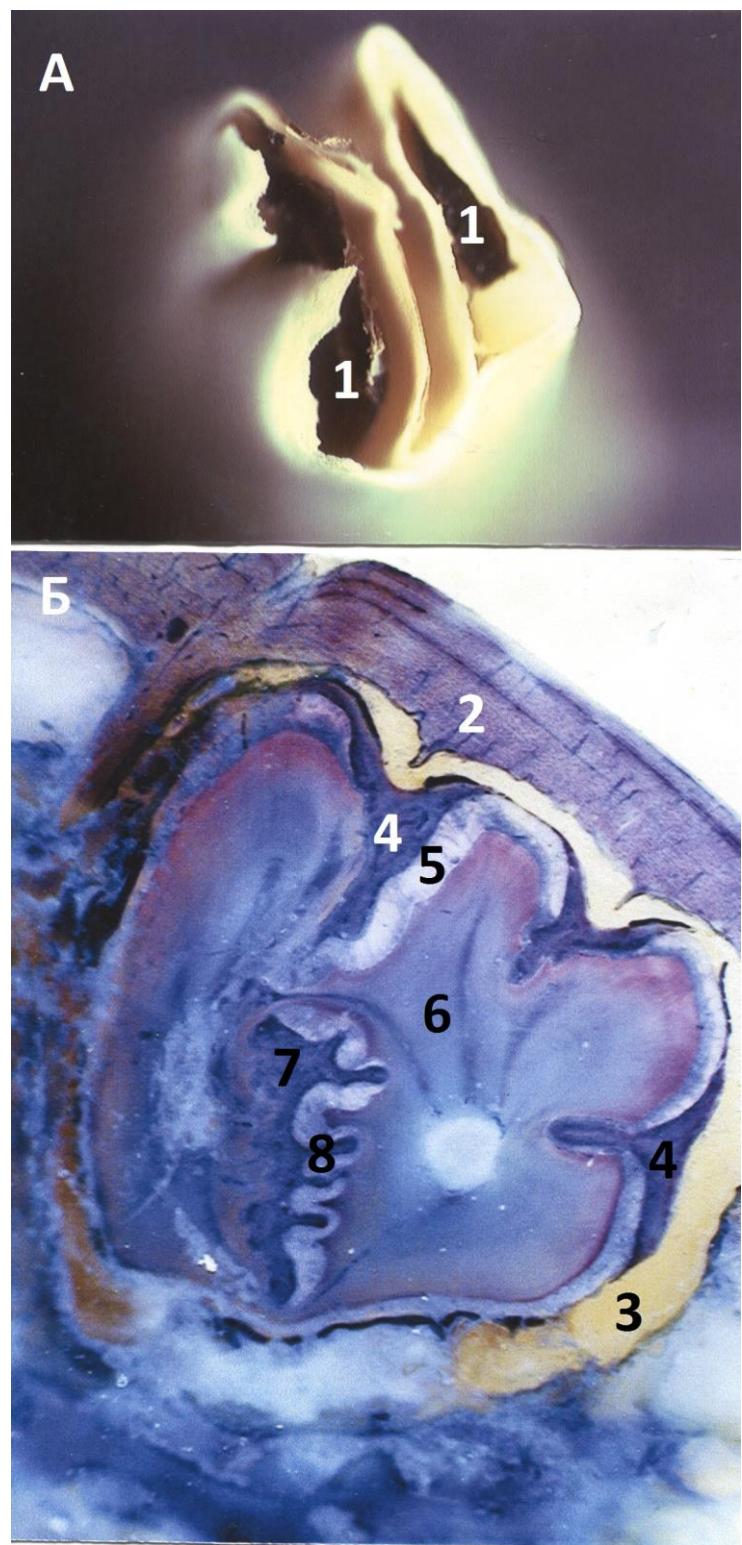


Рис. 4.12. Апикальная часть (А) и поперечный шлиф (Б) донно-корневого отдела коренного зуба кролика. Поверхностное травление в Трилон-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7x.

1 – сосочковые апикальные отверстия двух половин зуба; 2 – костные стенки зубной лунки; 3 – периодонт; 4 – цемент; 5 – наружная эмаль; 6 – дентин; 7 – сосочковые каналы; 8 – внутренняя дупликатура эмали.

4.3 Общее устройство зубочелюстной системы и микроскопическое строение зубов крысы

По общей внешней конфигурации череп крысы представляется пропорционально уменьшенным, примерно в три раза (его длина равна около 40 мм, а ширина по скуловым дугам – 20 мм), подобием такового кролика (рис. 4.13).

Заметен также между ними и совпадающий общий принцип устройства зубочелюстной системы. Так у крысы, подобно кролику, нижняя челюстная дуга состоит из двух костей, которые в своем резцовом отделе соединены посредством синдесмоза. Очень сходными между ними по форме и строению являются верхнечелюстные отделы, в задних частях которых, в контралатеральной позиции, находятся коренные зубы. У крысы данная коренная часть составляет примерно одну треть всей длины верхнечелюстного отдела, что близко по пропорции тому же отношению у кролика. Остальная передняя часть, составляющая 2/3 верхнечелюстного отдела, представляет собой сильно выдвинутую вперед беззубую костную основу, имеющую клинообразно суженную кпереди форму, которая заканчивается дугообразно наклоненной вниз резцовой частью (рис. 4.13). Дугообразный изгиб последней дополняется окружной кривизной двух верхних резцов, режущие части которых направлены отвесно вниз, в результате чего внерезцовые части зубов составляют прямой угол с продольной осью верхнечелюстного отдела крысы, что в основном свойственно и для кролика.

В задней части верхнечелюстного отдела зубочелюстной системы крысы, подобно кролику, в альвеолярных отростках располагаются, в контралатеральной позиции, два ряда мелких коренных зубов, поперечные размеры которых находятся в пределах от 1 до 2 мм. Что касается их количества, то не всегда с достаточной точностью об этом можно говорить, ибо их свободно выступающие коронковые части обычно представляют

собой варианты объединенных бугорчатых образований, из которых отдельные выглядят как самостоятельные единицы. Особенно это характерно для верхних зубов (рис. 4.18).



Рис.4.13. Череп крысы-самца, массой 180 г.

А – вид с боку; Б – вид снизу; В – основание черепа.

1 – нижнечелюстные кости; 2 – склеровые дуги; 3 – мозговой отдел черепа; 4 – коренные зубы; 5 – носо-резцовая часть; 6 – верхние резцы; 7 – нижние резцы.

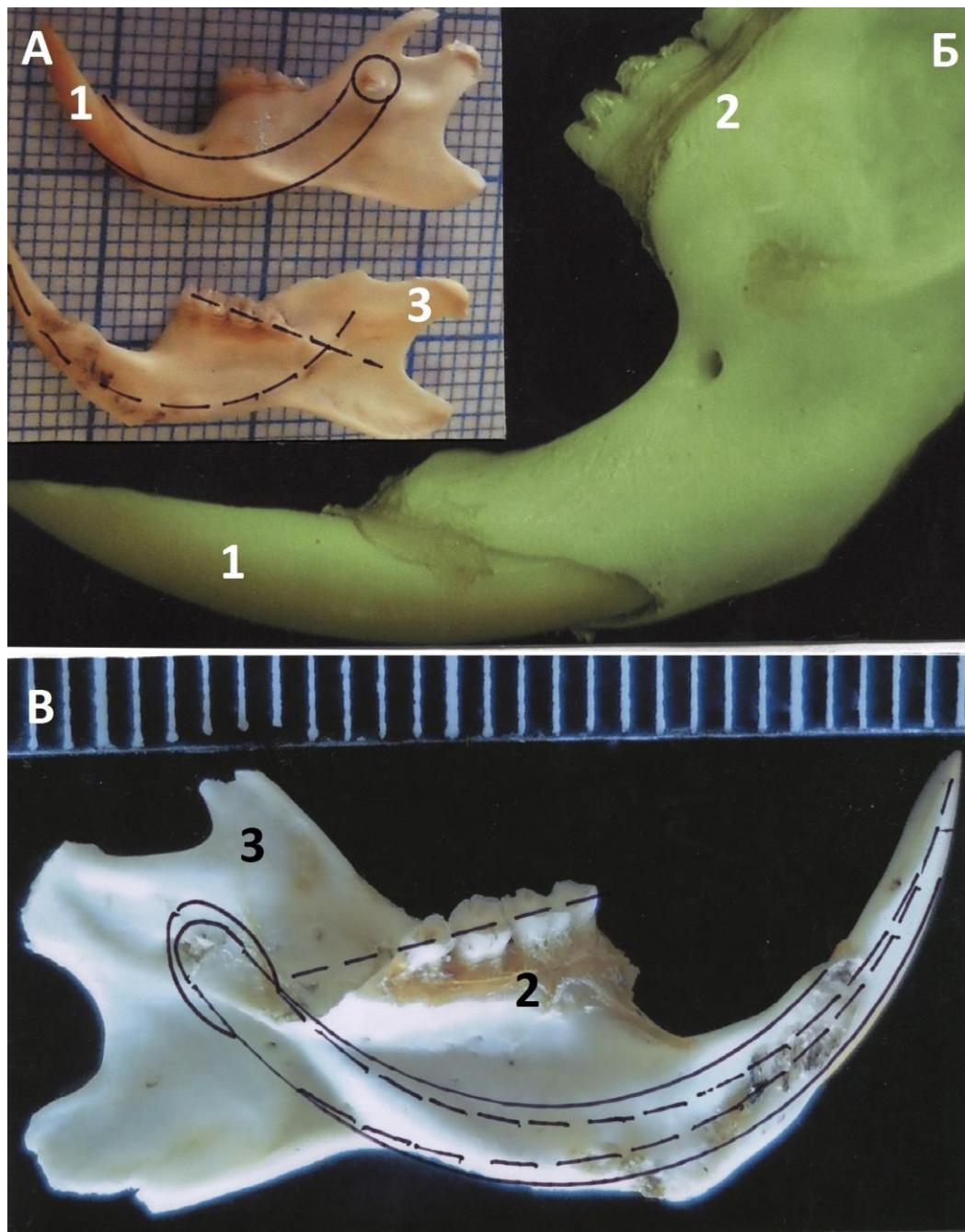


Рис. 4.14. Нижнечелюстные кости крысы (самец, массой 200 г.).

А – левая (с внешней стороны) и правая (с внутренней стороны) нижнечелюстные кости; Б – резцовый сектор левой нижнечелюстной кости; В – левая нижнечелюстная кость с внутренней стороны (сплошными окружными линиями обозначен контур нижнего резца, а пунктиром – контур сосочкового канала).

1 – нижний резец; 2 – костный гребень коренных зубов (пунктиром обозначен угол отклонения коренного ряда зубов от продольной оси нижнечелюстной кости); 3 – ветвь нижнечелюстной кости.

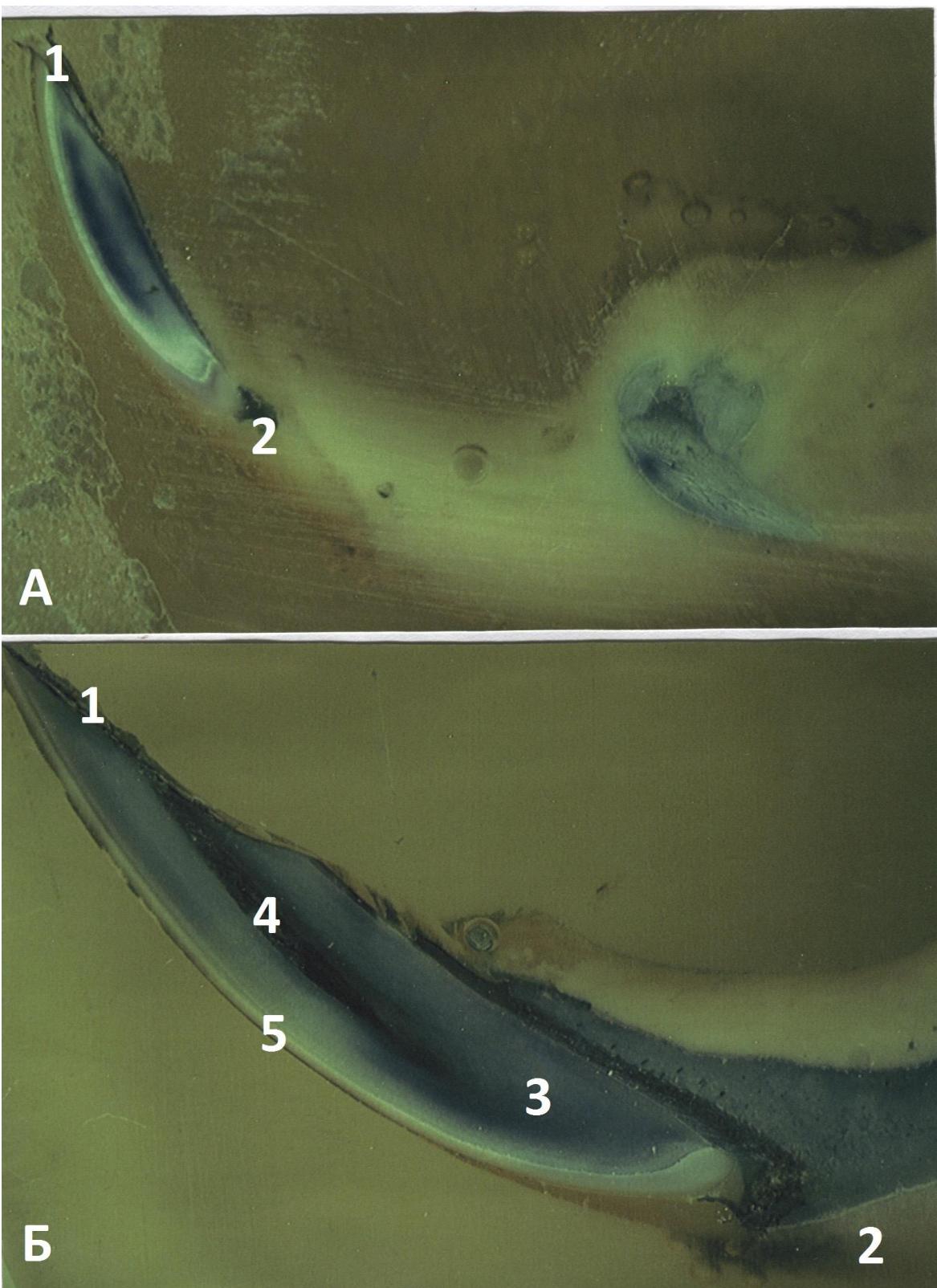


Рис. 4.15. Открытая (внелуночная) часть нижнего резца крысы. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. А – объектив 2х; Б – объектив 4х.

1 – режущая кромка резца; 2 – костная основа резцовой части нижнечелюстной кости; 3 – дентин; 4 – субной сосочек; 5 – эмаль.

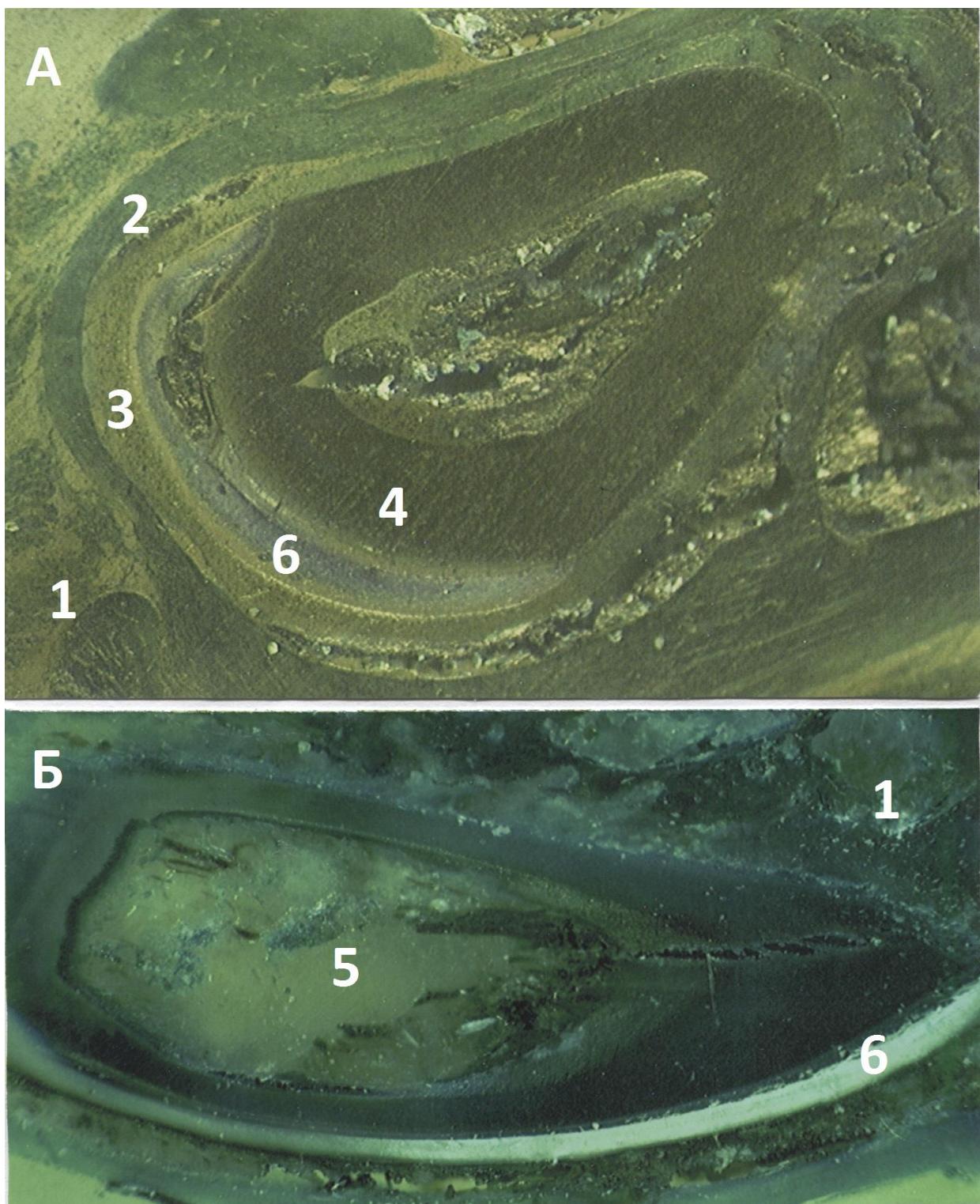


Рис. 4.16. Апикальная (А) и промежуточная (Б) часть донно-корневого отдела нижнего резца крысы. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7х.

1 – костная стенка зубной лунки; 2 – периодонт; 3 – эмалевый орган; 4 – дентин; 5- зубной сосочек; 6 – эмаль.

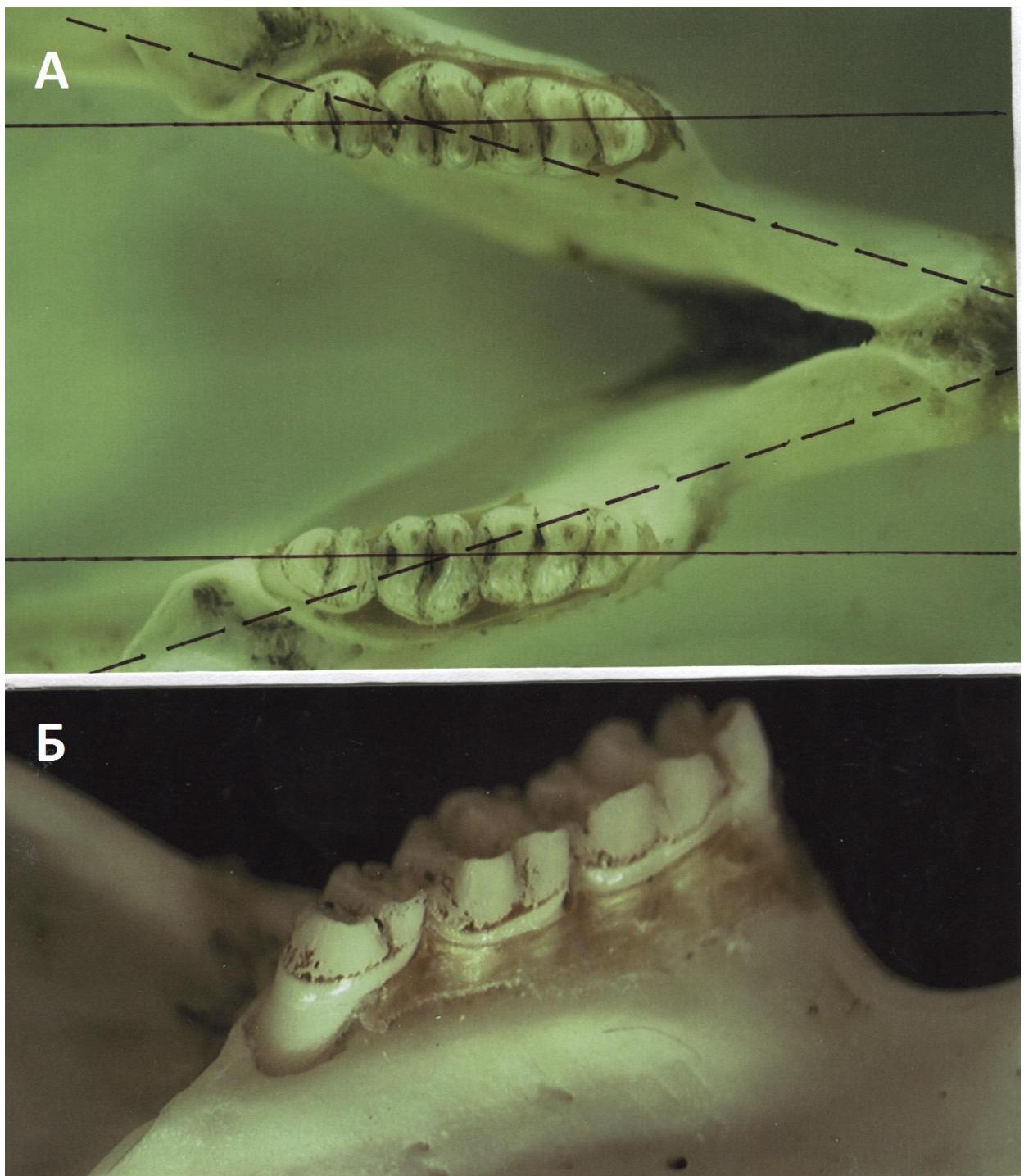


Рис. 4.17. Нижние коренные зубы крысы. А – вид сверху; Б – вид с боковой стороны. Пунктиром обозначены продольные оси нижнечелюстных костей, а прямыми линиями – продольные оси коренных зубных рядов.



Рис. 4.18. Окклюзионные поверхности верхних (А) и нижних (Б) коренных зубов крысы.

1 – жевательные бугорки; 2 – межбуторковые фиссуры;

В отличие от них нижние зубы имеют более регулярный порядок строения: коронка каждого из них сложена из, сращенных между собой с вестибулярной стороны, двух бугорковых частей, в результате чего каждый зуб имеет квадритуберкулярную форму, что с формальной точки зрения напоминает коронки моляров человека, но сильно отличается от таковых кролика (рис. 4.17, 4.18). В противоположность последним коронковые части коренных зубов крысы отличаются гладкими тупоконечными жевательными бугорками, которые попарно разделены в поперечном направлении глубокими фиссурами, переходящими на язычную сторону коронок. С противоположной же стороны они замыкаются обоядными сращениями. Очевидно, что наличие межбугорковых фиссур уподобляет зубы крысы молярам человека и имеет полное несходство с таковыми кролика. Более того, в отличие от последних, коронки коренных зубов крысы имеют эмалевое покрытие, которое сходит на нет в цервикальной зоне и в глубине фиссур, что свойственно для моляров человека. Хотя данное эмалевое покрытие представляет собой тончайший слой, соответствующий миниатюрности коренных зубов крысы, тем не менее оно обладает скалярностью, так как имеет плавное утолщение от цервикальной зоны к возвышениям жевательных бугорков и такое же истончение с них по скату в глубину межбугорковых фиссур. Но более подробное описание строения коренных зубов крысы, также, как и резцов, мы дадим после ознакомления с общим устройством их нижнечелюстных костей.

Каждая из них (правая и левая) в отдельности близко напоминает по форме соответствующую кость кролика. В общем плане в ней также можно выделить три сектора – резцовый, коренной и угловой, с наличием между резцами и коренными зубами широкого промежутка – диастемы (рис. 4.14). Однако между ними имеется одно своеобразное видовое отличие, которое заключается в том, что если у кролика самая донная корневая часть резца заканчивается около первого корневого зуба, то у крысы резцовый зуб, имеющий правильную полукружную форму, во всю свою длину занимает все

основание нижнечелюстной кости, заканчиваясь своим апикальным отделом в верхней части углового сектора, где на наружной поверхности кости находится сосочковое выпячивание (рис. 4.14, 4.19).

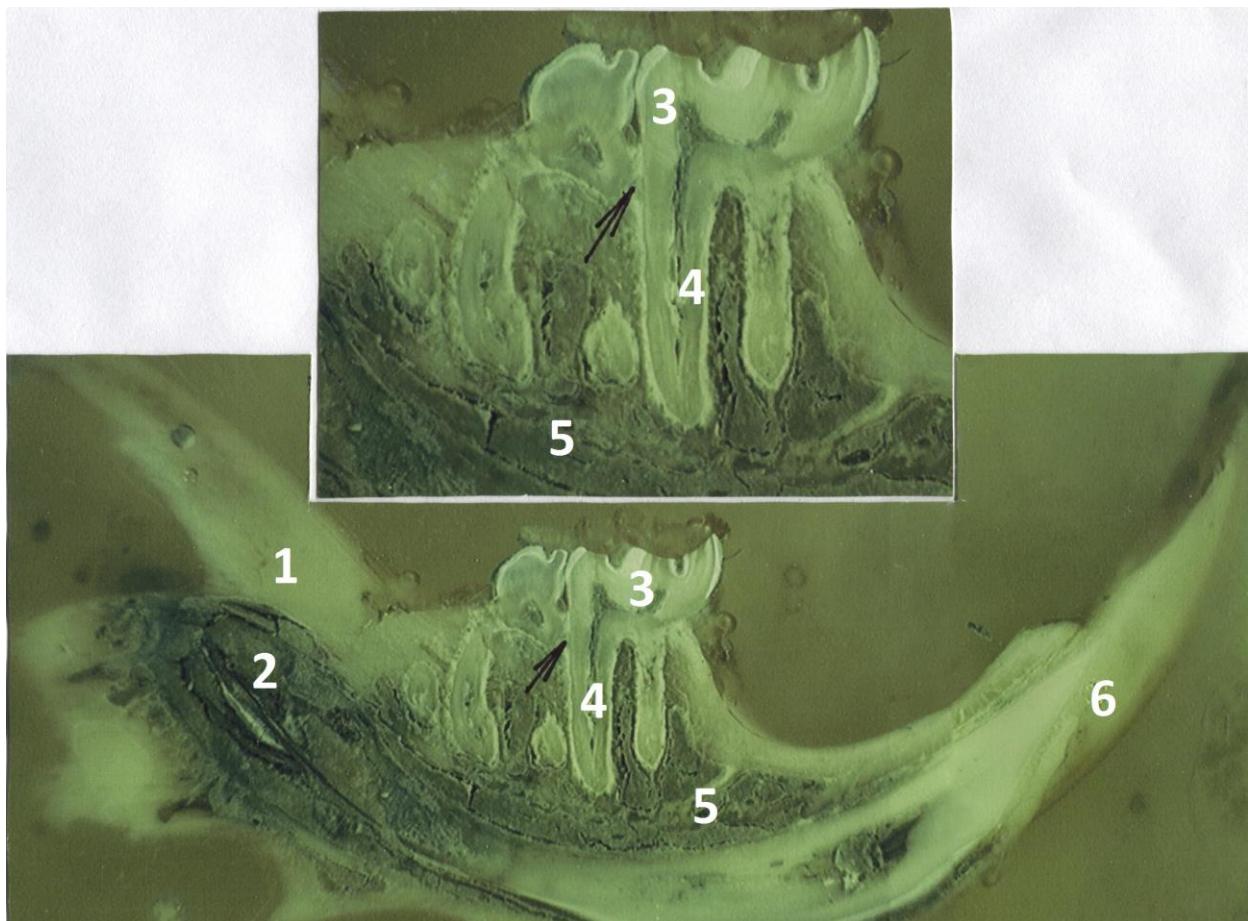


Рис. 4.19 Парасагиттальный эпоксидный шлиф нижнечелюстной кости крысы. Поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 2x. На врезке представлены, попавшие в плоскость данного шлифа, второй и третий коренные зубы при большем увеличении (объектив 4x).

1 – ветвь нижнечелюстной кости; 2 – апикальная часть донно-корневого отдела нижнего резцового зуба; 3 – коронки коренных зубов; 4 – их коронки; 4 – губчатое вещество нижнечелюстной кости; 5 – свободная (внелуночная часть резцового зуба. Стрелкой указано цементное сращение между коронками смежных зубов.

Следовательно, в основе нижнечелюстной кости крысы, по всей ее длине, находится в виде полукружного канала зубная лунка с помещающимся в ней резцовым зубом, толщина которого равна примерно 2 мм. Следует заметить, что если у кролика зубы легко, без всяких усилий, поддаются извлечению из мацерированных челюстей, то у крысы ни при каких усилиях без разрушения костей их удалить из лунок не удается. Это относится не только к резцовым, но и коренным зубам.

Таким образом, находясь в основании нижнечелюстных костей, резцовые зубы, кроме своей ведущей функции в процессе разгрызания твердых пищевых продуктов, предназначены также для их контрфорсного укрепления. В отличие от кролика внелуночные части резцов крысы, составляющие примерно $\frac{1}{4}$ часть их длины, достигающей 28 мм, имеют конусную шилообразную форму, которая очень напоминает форму когтей (рис. 4.14, 4.15). Но мы должны отметить, что верхняя пара резцов крысы примерно в два раза короче, чем противостоящая им нижняя пара, так как донные корневые отделы верхних резцов заканчиваются, как и у кролика, возле первого коренного зуба. Но по своему строению они не имеют каких-либо существенных отличий, ибо резцовые зубы крысы и кролика относятся к одному длиннокоронковому типу, для которого характерно наличие тонкого эмалевого покрытия с одной передней стороны по всей длине зуба.

В связи с тем, что, как было указано выше, получить полностью изолированные зубы крысы не представляется возможным, из-за их прочной связи со стенками лунок, изучение их строения осуществлено нами с помощью метода изготовления эпоксидных шлифов нижнечелюстных костей в тех плоскостях сечения, которые наиболее соответствуют характеру положения данных зубов. Так, для изучения резцов использованы шлифы, полученные в плоскости костной пластинки нижней челюсти, которая с ветвью имеет неправильную треугольную форму (рис. 4.14, 4.19), тогда как оптимальное обнажение коренных зубов требовало углового ее смещения, соответствующего парасагиттальной плоскости черепа (рис. 4.17).

В продольном сечении резцовый зуб крысы, подобно таковому кролика, имеет форму полукружно изогнутого стержня, одна треть которого свободно выступает из лунки, представляющей собой своеобразный канал в костной основе нижнечелюстной кости, о чем говорилось выше. Данная свободная часть нижнего резца крысы имеет в общих чертах заостренно когтистую форму. Своим медиальным краем она тесно сближена с таким же краем противоположного резца, в паре с которым они образуют режущую кромку, несколько уступающую по ширине таковой верхних резцов (рис. 4.13). Данные режущие края резцовых зубов крысы, как и у кролика, являются исключительно острыми за счет тонкого слоя эмали, которым покрыта их фронтальная поверхность на всем протяжении вплоть до апикальных отделов донных частей зубных лунок. Напомним, что у нижних резцов донно-корневой отдел достигает внутренней поверхности ветви нижнечелюстной кости (рис. 4.14). Говоря об эмалевом покрытии резцов крысы, нельзя не отметить ее видовую особенность; в отличие от кролика, резцовая эмаль крысы имеет светло-коричневую пигментацию (рис. 4.13), при отсутствии таковой у коренных зубов. Сам по себе этот факт не является принципиально важным в плане наших исследований, тем более что по микроскопическому строению резцовая эмаль крысы ничем существенным не отличается от таковой кролика. В настоящее время вопрос о биологической сущности данного явления остается открытым. Следует только отметить, что данная пигментация эмали имеет место только в области свободных, открытых, частей резцовых зубов.

Результаты наших исследований удостоверяют, что резцовые зубы крысы, по своему микроскопическому устройству, являются полной аналогией таковых кролика, то есть те и другие относятся к длиннокоронковому (гипселодонтному) типу. Они также произрастают из донно-корневой части зубной лунки, где локализован ростковый (герминативный) орган, который асимметрично в виде муфты охватывает самый апикальный отдел зуба (рис. 4.16А). В связи с тем, что он представлен

в основном постоянно пролиферирующими клетками типа энамелобластов, обеспечивающих непрерывное обновление эмалевого покрытия зуба в процессе его стирания на режущем конце, его с полным основанием можно называть эмалевым органом. Непосредственно переходящую связь его со слоем эмалевого покрытия луночной части резцового зуба можно проследить в процессе последовательной сошлифовки нижнечелюстной кости, заключенной в эпоксидную смолу. Один из таких шлифов представлен на рис. 4.16Б.

Также, как и у кролика апикальный отдел резцового зуба имеет широкое зияющее отверстие, ограниченное тонким, неровным по очертанию, краевым слоем дентина, которым начинается, постепенно суживающийся по направлении к режущей кромке, канал, вмещающий в себя зубной сосочек. У нижних резцов крысы его начало почти открыто с внешней поверхности ветви нижнечелюстной кости, откуда в него прорастают кровеносные сосуды и нервы.

Таким образом, отдельно взятый, нижний резцовый зуб крысы, по подобию с таковым кролика, имеет форму полукружно изогнутого, канализированного внутри, дентинного стержня, который только с одной фронтальной стороны облицован тонким слоем эмали, придающим режущему краю, необходимую по твердости, остроту. Что касается дентина и самой эмали, то по микроскопическому строению они ничем не отличаются от таковых резцов кролика.

Теперь, располагая данными о принципе строения нижнечелюстной кости крысы, мы можем с большей определенностью продолжить рассмотрение строения коренных зубов. Выше мы познакомились в общих чертах с тем, что собой представляют их коронки. Напомним, что в отличие от верхних, нижние коренные зубы крысы имеют более регулярный порядок строения, предоставляющий возможность определить количество и форму их коронок. При осмотре более десяти черепов крыс, во всех случаях мы насчитывали в нижнечелюстной кости по четыре неодинаковых по размеру

зуба. Как правило краевые, первый и четвертый, коренные зубы имеют минимальные размеры, ширина коронки которых немногим превышает 1мм, тогда как второй и третий зубы, являясь соразмерными между собой, оказываются примерно в два раза шире. Следовательно, среди нижних коренных зубов наиболее постоянными по форме и размеру коронки являются второй и третий, которые, как было отмечено выше, состоят из двух пар (язычных и вестибулярных) бугорков, разделенных узкими, но глубокими фиссурами. Самым существенным фактом является то, что коронки всех коренных зубов крысы, в отличие от таковых кролика, имеют тонкое эмалевое покрытие, что дает достаточное основание относить их к короткокоронковому типу.

Нижние коренные зубы крысы находятся в альвеолярном гребне соответствующей нижнечелюстной кости, который возвышается в ее задней трети (рис. 4.13, 4.17). Но, в связи с тем, что две нижнечелюстные кости сходятся между собой спереди под определенным углом, то их коренные альвеолярные гребни, чтобы быть параллельными между собой, находятся по отношению к продольным осям нижнечелюстных костей под соответствующим углом отклонения (рис. 4.17). В отличие от кролика данные альвеолярные гребни крысы, в толще которых помещаются своими корнями нижние коренные зубы, находятся примерно над средней третью луночной части резцового зуба (рис. 4.14, 4.19). Получается, что самые апикальные части их корней близко соседствуют со стенкой резцовой лунки, будучи отделенными от нее тонким слоем губчатого костного вещества (рис. 4.20).

Из-за своей миниатюрности, а также очень прочной укрепленности коренных зубов в альвеолярном гребне, получить их изолированные препараты, как уже отмечалось, без грубого нарушения анатомической целостности, практически невозможно, в связи с чем судить о том, что собой представляют их корневые отделы в открытом виде мы не можем. Поэтому единственным способом их изучения служило получение шлифов

нижнечелюстной кости, заключенной в эпоксидную смолу. Для этого необходимо было подобрать наиболее оптимальную плоскость сечения. Вначале, исходя из предположения, что нижние коренные зубы крысы имеют по два корня, расположенных в переднезадней позиции, мы рассчитывали, что такой плоскостью изготовления шлифов должна быть та, которая соответствует продольной длине альвеолярного гребня (рис. 4.17, 4.19).

Однако данный расчет оказался ошибочным, ибо, как обнаружилось расположение корней нижних коренных зубов крысы имеет более сложную форму. Для внесения ясности понадобились дополнительные шлифы, получаемые в плоскости окклюзионной поверхности зубов. Самые глубокие из них, соответствующие толще альвеолярного гребня позволили однозначно определить, что коренные зубы крысы имеют по три корня, которые неодинаковы по толщине и длине. Кроме того, они несколько искривлены, что является одной из причин затруднения при их удалении.

На рис. 4.21Б они видны в поперечном сечении, среди которых определяется троичность распределения. В каждой триаде, принадлежащей одному коренному зубу, своей массивностью выделяется передней корень, позади которого расположены в вестибулооральной позиции два, менее массивных, корня. При этом, если последние у всех четырех коренных зубов по толщине примерно одинаковые, то передние, самые массивные корни, имеющие уплощенную в переднезаднем направлении форму, принадлежат второму и третьему зубам, что пропорционально размеру их коронок.

Как было отмечено выше, наиболее полновесными представителями коренных зубов крысы являются второй и третий, внешняя форма которых на отдельных шлифах в увеличенном виде очень сходна с таковыми коренных зубов человека, в чем можно убедиться на микрофотографии (рис. 4.21, 4.22). Во всяком случае по строению они полностью отвечают характеристике типичных короткокоронковых зубов, у которых четко определяется граница между коронкой и корнями в виде цервикального пояса, где сходит на нет эмалевое покрытие коронки.

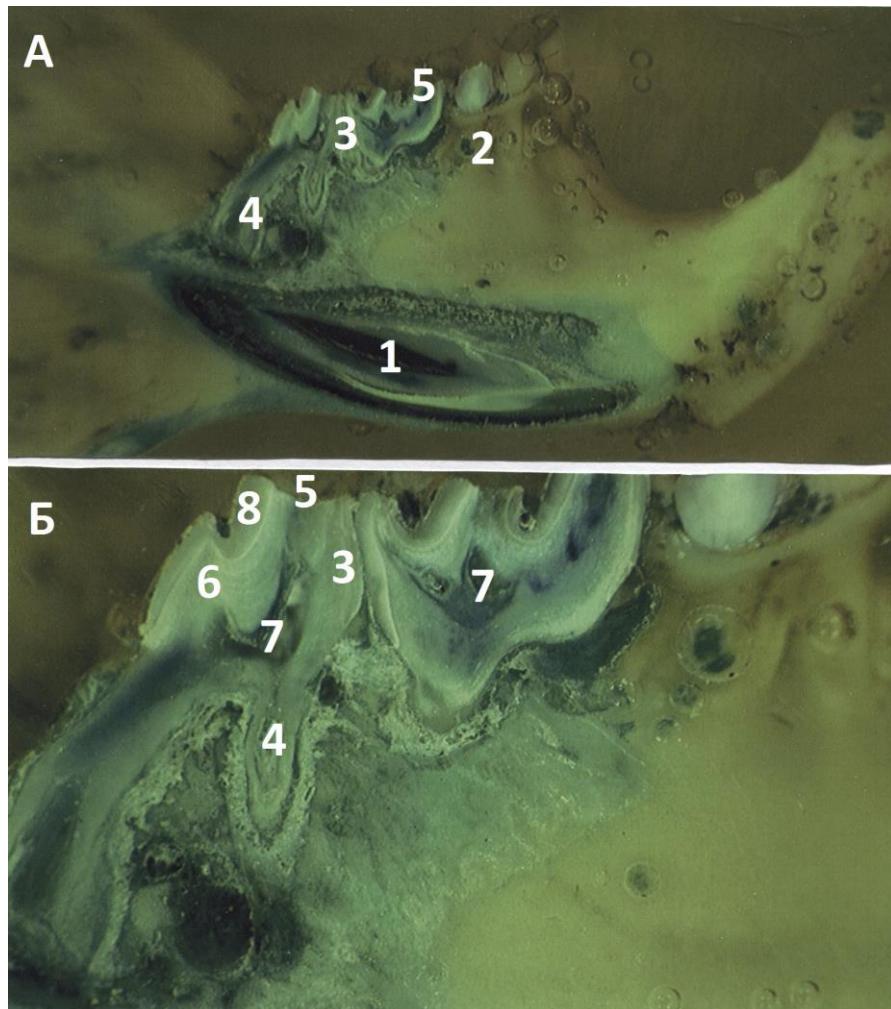


Рис. 4.20. Парасагиттальный эпоксидный шлиф нижнечелюстной кости крысы. Поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим.

А – объектив 2х; Б – объектив 4х.

1 – средний отдел луночной части резцового зуба; 2 – корневой гребень нижнечелюстной кости; 3 – коронки коренных зубов; 4 – их корни; 5 – физиологическое стирание жевательных бугорков; 6 – дентин; 7 – пульпарная камера; 8 – эмаль.

Укрепление коренных зубов крысы в альвеолярном гребне достигается в основном за счет конформности очертаний между стенками зубных лунок и внешней поверхностью корней, между которыми находится узкая, равномерная по ширине, периодонтальная щель, что в равной мере присуще для всех зубов короткокоронкового типа. Полное подобие между ними заключается также в наличии пульпарной камеры и корневых каналов. К

тому же добавим, что их твердая основа представлена типичным для всех зубов млекопитающих дентином, покрытым в области коронки примитивной по строению эмалью.

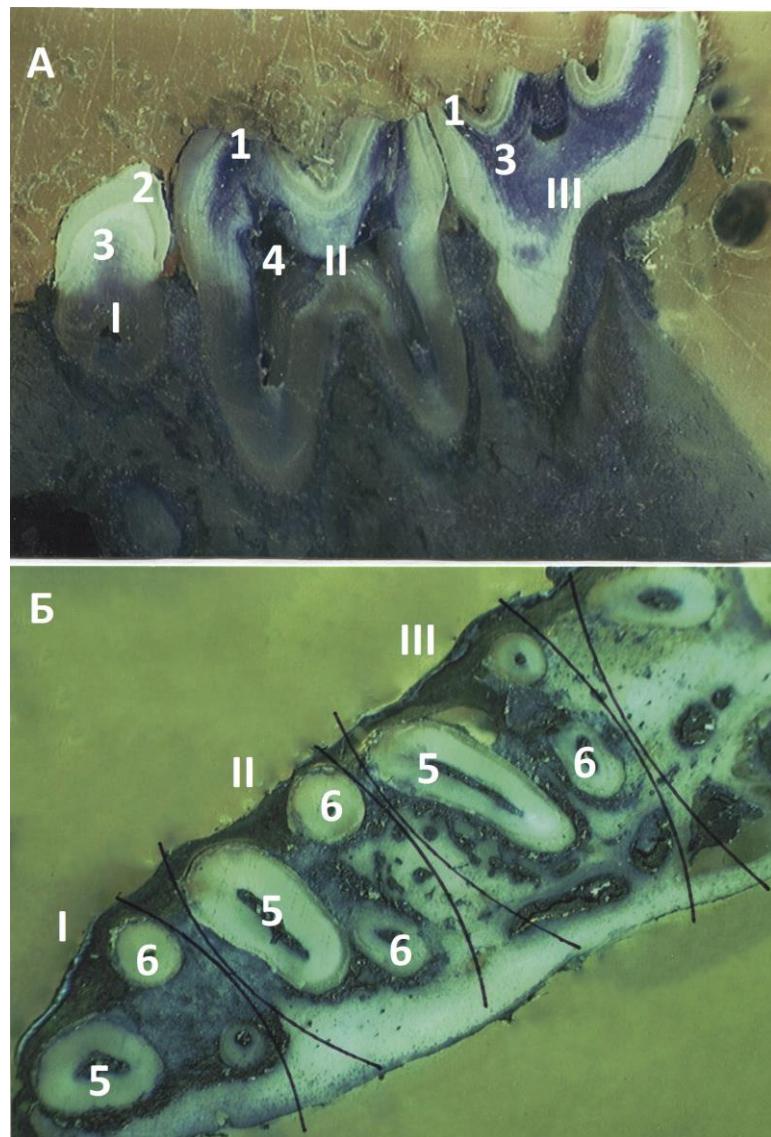


Рис. 4.21. Коренные зубы крысы Эпоксидные шлифы; поверхностное травление в Трилоне-Б; окраска метиленовым синим. Объектив 7х.

А – парасагиттальный шлиф; Б – шлиф коренного гребня нижнечелюстной кости в окклюзионной (горизонтальной) плоскости коронок коренных зубов. Римскими цифрами обозначены порядковые номера коренных зубов, а на нижнем снимке (Б) – триада их корней.

1 – жевательные бугорки; 2 – эмаль; 3 – дентин; 4 – пульповая камера; 5 – передние корни; 6 – задние корни.

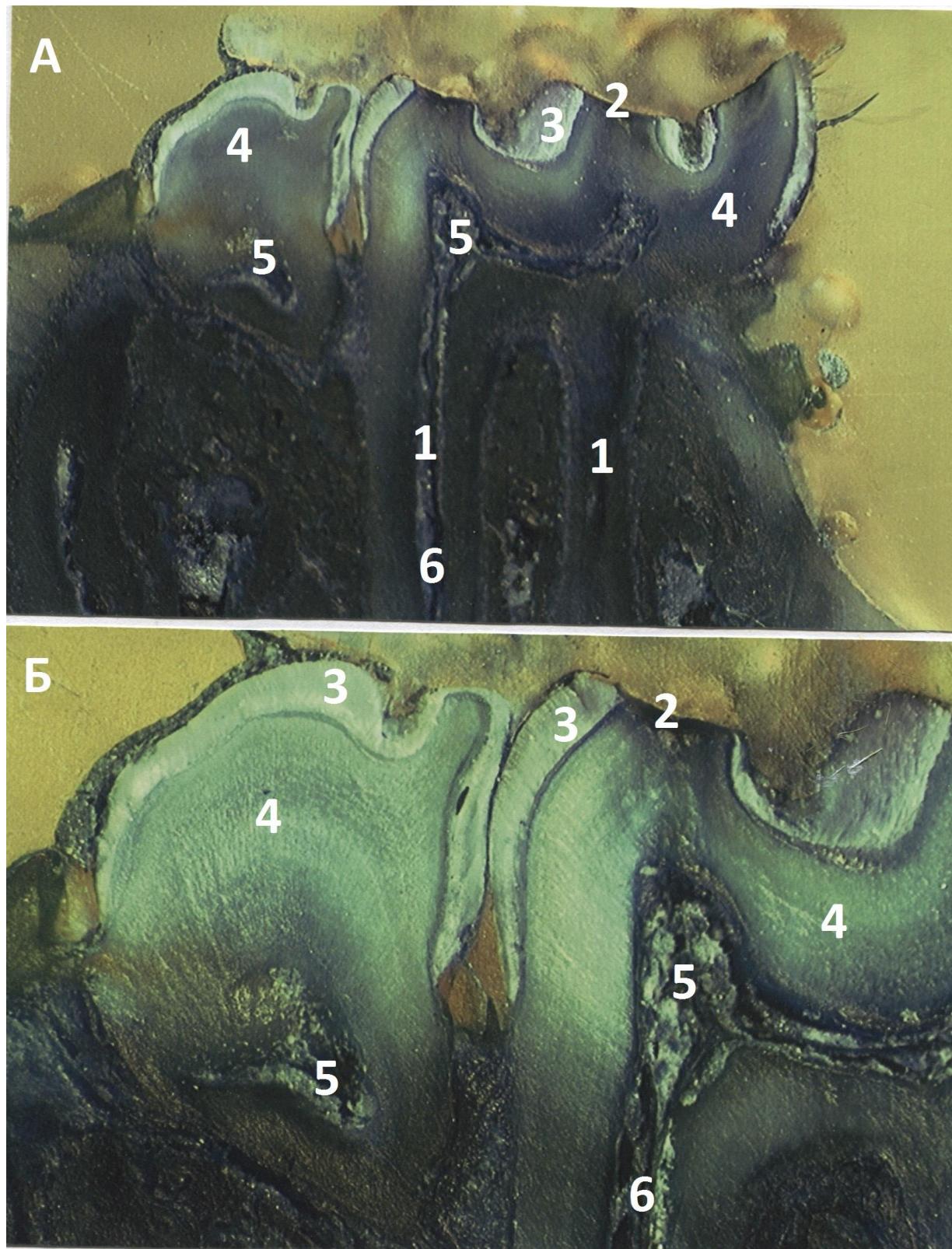


Рис. 4.22. Коренные зубы крысы. Эпоксидный шлиф; поверхностное травление в Трилон-Б; окраска метиленовым синим. А – объектив 7x; Б – объектив 10x.

1 – коронки зубов; 2 – физиологическое стирание жевательных бугорков; 3 – эмаль; 4 – дентин; 5 – пульпарная камера; 6 – корневые каналы

В заключение обращаем внимание на то, что нередко на эпоксидных шлифах, окрашенных метиленовым синим, отчетливо обнаруживаются на жевательных бугорках коренных зубов крысы фасетки физиологического стирания эмали с наличием обнаженного дентина, которые, из-за миниатюрности коронок, не удается выявить при внешнем осмотре, даже с помощью лупы (рис. 4.20, 4.22). Но, ни в одном случае наблюдений, нам не приходилось отметить какие-либо признаки их кариозного поражения.

Подводя черту под вышеизложенным, резюмируем:

1. Резцовые зубы крысы, по своей морфофизиологической характеристике, являются полной аналогией таковых кролика, то есть те и другие относятся к длиннокоронковому (гипселодонтному) типу. Каждый из них имеет форму полукругло изогнутого, канализированного внутри, дентинного стержня, облицованного только с одной фронтальной стороны тонким слоем эмали, которая у крысы, в области свободных частей резцовых зубов, является пигментированной, что относится к отличию между данными двумя видами грызунов;

2. Самым существенным видовым отличием между ними являются количество, форма и строение коренных зубов. У кролика их насчитывается по пять единиц с каждой стороны верхнего и нижнего зубного ряда, тогда как у крысы по четыре. Но самое главное заключается в их морфофизиологической разнородности: у кролика они относятся к длиннокоронковому типу, а у крысы – представляют собой типичные короткокоронковые зубы.

3. В целом, каждый коренной зуб кролика по всей длине имеет композитный принцип строения, в основе которого находится дентин, армированный внутри и снаружи эмалью с прослойками цемента, что придает всему зубу надлежащую жесткую прочность. Именно такой принцип строения является самым характерным для длиннокоронковых зубов, независимо от того, какую они имеют длину.

4. Коренные зубы крысы относятся к квадритуберкулярным, трехкорневым зубам, у которых четко определяется граница между коронкой и корнями в виде цервикального пояска, где сходит на нет эмалевое покрытие коронки; их внешняя форма и внутреннее строение, в увеличенном виде, очень сходны с таковых коренных зубов человека. Заметно, что в процессе перетирания пищи их жевательные бугорки подвергаются физиологическому стиранию, приводящему к обнажению дентина. Но, ни в одном случае наблюдений, нам не приходилось отметить какие-либо признаки их кариозного поражения.

ГЛАВА 5

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одним из аргументов сторонников экзогенной теории кариеса считаются результаты экспериментальных исследований на лабораторных животных, в качестве которых использованы в основном белые крысы, мыши и хомяки. При этом предрасполагающим условием служило искусственное повышение в полости рта животных концентрации углеводов с помощью сахарозоказеиновой диеты [75, 80, 151, 205, 210, 231]. Было отмечено, что у половозрелых крыс кариес не возникает даже при содержании в диете сахарозы почти до 70%. Но введение в рот таким стерильным животным энтерококков приводило к интенсивному развитию у них кариеса зубов. Очевидно, что в данном случае авторы стремились подтвердить химико-паразитарную теорию Миллера [21, 147, 148], которая до сих пор пользуется широкой популярностью среди стоматологов. Однако данные результаты, непременно цитируемые во многих специальных руководствах и статьях, ни в одном случае не подтверждены надлежащей фотодокументацией. Кроме того, авторы в своих исследованиях не руководствовались объективными данными о видовых особенностях строения зубов, используемых лабораторных животных.

Из данных литературы известно, что, кроме указанных выше лабораторных животных, которые являются представителями разных видов грызунов, в экспериментальном моделировании кариеса используются, в отдельных случаях, также собаки, зубы которых по микроскопическому строению очень сходны с таковыми человека [27, 53, 75, 84, 100, 149].

Очевидно, что планирование экспериментальных исследований, направленных на моделирование кариозного процесса, должно предполагать наличие объективных данных о том, насколько зубная система избираемого лабораторного животного подобна таковой человека. К сожалению, в литературе на этот счет имеются совсем недостаточные знания. Но прежде

чем приступить к выяснению этого вопроса, мы должны познакомиться с некоторыми, не освещенными литературе, особенностями строения зубов человека.

Как известно кариесом чаще всего поражаются те зубы, которые имеют на коронках глубокие межбуторковые фиссуры (фиссурный кариес), что наиболее характерно для больших коренных зубов. В целях ограничения объема исследований, и учитывая меньшую вариабельность формы и размеров коронок, в качестве объектов исследования мы избрали только нижние большие коренные зубы человека, которые отличаются самой большой массивностью, широкой площадью окклюзионной поверхности и наличием на ней нескольких (в основном четыре) тупоконечных бугров, разделенных глубокими фиссурами. Считается, что абразивная износостойчивость зубов всецело обязана эмалевому покрытию их коронок.

Бессспорно, эмаль является самой твердой, прочной и устойчивой к разным механическим и химическим воздействиям тканью в организме. Но, каким бы физическими свойствами не обладала эмаль, она не рассчитана природой на пожизненное сохранение своей целостности. В процессе жевания она подвергается естественному стиранию, приводящему к обнажению и постепенной альтерации дентина, что следует относить к физиологическому процессу. Из этого следует, что ее защитная функция для дентина является весьма относительной. Забегая вперед отметим, что у иного типа зубов некоторых животных дентин изначально (после прорезывания зубов) оказывается без эмалевого покрытия, непосредственно подвергаясь механическому воздействию. Все это заставляет несколько иначе подойти к рассмотрению известных фактов об особенностях формы эмалевого покрытия на рабочих поверхностях жевательных зубов.

Абразивная износостойчивость самой эмали, как показали наши исследования, определена следующими, генетическими заданиями, факторами: 1 – ее максимальной толщиной, 2 – изменчивостью

конфигурации по окклюзионной поверхности и 3 – внутренней структурой. В этой последовательности мы их и рассмотрим.

На основе проведенного нами морфометрического анализа установлено, что высота коронок нижних моляров в среднем равна $6,3 \pm 0,09$ мм, тогда как широтный размер по мезиодистальному диаметру достигает почти 12 мм ($11,74 \pm 0,1$ мм). Исходя из этого показатель отношения между ними (высотно-широтный индекс) равен 53,6%, то есть ширина их коронки почти в два раза превышает высоту.

Толщина эмали коронок нижних моляров человека имеет очень сложную топологическую изменчивость, что зависит от внешнего рельефа их окклюзионной поверхности, который индивидуально варирует. Но во всех случаях наиболее толстой эмаль является на возвышениях жевательных бугров, откуда она истончается по двум скатам, один из которых ведет в область межбуторковых фиссур и ямок, где нередко прерывается, а другой – переходит на боковые и апраксимальные поверхности коронки, где эмалевое покрытие постепенно сходит на нет по периметру шейки зуба.

Такая изменчивость эмалевого покрытия сильно затрудняет получение полной метрической характеристики его толщины. Но задача упрощается, если мы допустим, что по внешней форме коронки, нижние моляры представляют собой результат сращивания четырех однобугорных зубов. В этом случае анализ формы эмалевого покрытия можно свести к рассмотрению его в пределах одного, отдельно взятого бугра, который имеет форму покатого, округленно конического возвышения. С этой позиции толщина эмали, начиная с нулевого значения в пришеечной области зуба плавно по экспоненте возрастает, достигая максимума на вершине жевательного бугра, с которого она по противоположному скату плавно убывает по направлению к межбуторковой щели, что может найти математическое выражение, как отношение максимальной толщины эмали к высоте коронки.

Представленный выше характер изменения толщины эмали на жевательных буграх моляров мы предлагаем называть скалярностью зубной эмали, а отношение ее максимальной толщины к высоте коронки – индексом скалярности эмали. Как известно, слово “скалярный” происходит от латинского *Scalaris* (лестничный, ступенчатый), являясь математической величиной, которая выражается числовым значением меры. Использование данного термина оправдано не только его числовым смыслом, но и выразительной наглядностью структуры эмали, которая выявляется в отчетливой форме на продольных шлифах зубной коронки в виде ступенчатого ориентированных полос Гунтера-Шрегера; длина их, начиная от пришеечной зоны до вершины жевательного бугра, неуклонно нарастает в арифметической прогрессии, образуя по периметру коронки многоярусную ступенчатость, известную под названием перикиматий [21, 74, 76, 80, 146].

Измерения показывают, что максимальная толщина эмали на вершине жевательных бугров находится в интервале от 2,53 до 2,91 мм. Если соотнести ее среднестатистическое значение, равное $2,74 \pm 0,02$ мм, с известным нам показателем высоты коронки ($6,3 \pm 0,09$ мм), то мы получим индекс скалярности эмали, который у нижних моляров будет равен 43,5%, то есть, в приблизительном значении, максимальная толщина эмали у них равна почти половине высоты коронки. Интересно, что если округлить эти метрические данные до целых чисел, то отношения между максимальной толщиной эмали, высотой коронки и ее шириной будут находятся в геометрической пропорции 3:6:12.

Таким образом, формализованный подход к анализу геометрических особенностей коронок нижних моляров человека приводит к выводу, что в принципе их метрическую характеристику можно получить на основании измерений одного из четырех жевательных бугров, расположенных попарно с вестибулярной и язычной сторон, введя при этом такое понятие как индекс скалярности эмали, которое в математическом виде означает отношение ее максимальной толщины к высоте коронки, а с морфологической точки

зрения указывает возрастающую в арифметической прогрессии ступенчатость ее структуры от цервикальной области к вершине жевательного бугра. Вместе с тем следует учитывать, что скалярность эмали убывает с вершины его по направлению к межбуторной щели, где нередко она прерывается. Данный метод анализа является универсальным в том понимании, что он приложим к изучению любых зубов человека в норме или патологии.

Одной из задач нашего исследования являлась необходимость получения данных об изменении конфигурации соотношения между эмалью и дентином по мере постепенной стираемости коронки моляров в горизонтальной (окклюзионной) плоскости, которая будет проходить в тангенциальном сечении к сильно искривленному разделу между ними. К сожалению, по понятным причинам, проследить этот процесс в прижизненном состоянии (при физиологическом изнашивании зубов) не представляется возможным. Поэтому, мы вынуждены были прибегнуть к искусственной абразивной сошлифовке зубной коронки, что, по нашему мнению, может служить в качестве допустимой модели стирания ее в процессе длительного прижизненного функционирования.

Результаты исследования показали, что по мере горизонтальной сошлифовки коронки нижних моляров по глубине, приводящей ко все большему обнажению по площади дентина, эмаль, вплоть до самой глубины фиссур, сохраняется не только по периферии коронки, но и не исчезает в ее центре, распределяясь в определённо заданном отношении к дентину таким образом, что каждая его обнаженная фасетка оказывается огражденной эмалью почти со всех сторон. Если не считать некоторых вариационных отличий, то форма альтерации эмали и дентина при искусственной сошлифовке и физиологическом стирании коронки получается идентичной.

Возникает вопрос: приводит ли это стирание к снижению жевательной эффективности зубов, если не считать чрезмерное изнашивание их коронок? По нашему мнению, в допустимых пределах, функциональная стираемость

зубов не может отрицательно сказываться на качестве пережевывания пищи. Более того, частичная потеря жевательных бугров должна облегчить этот процесс, если исходить из тех соображений, что плоские, но шероховатые поверхности более эффективны в целях измельчения веществ, каковыми, например, является жернова, от которых, кстати, и происходит слово “моляры”.

Спрашивается: зачем тогда окклюзионные поверхности моляров имеют бугорчато-складчатую форму, с наличием между буграми глубоких фиссур? По нашему мнению, такая форма обеспечивает в процессе стираемости зубных коронок оптимальное сохранение по глубине необходимого композитного соотношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – дентином и эмалью, за счет чего возрастает общая продолжительность функционирования зубов. Но при этом следует принимать во внимание, что при физиологическом изнашивании зубов повышается также твердость самого обнаженного дентина за счет его склерозирования в результате защитной реакции пульпы, что приводит в определенной мере к компенсаторному воспалению при нарушении целостности эмалевого покрытия. В связи с этим представляет интерес тот известный факт, что истертые поверхности зубов редко поражаются кариесом. По нашему мнению его развитию препятствует, во-первых, как ни парадоксально это кажется, само “избавление” дентина от эмалевого покрытия и, во-вторых, облитерация дентинных каналцев при склерозировании дентина, что хорошо согласуется с концепцией об эндогенной природе кариеса.

Очевидно, что сама толщина эмали и ее топологическая конфигурация могут быть достаточными для повышения износостойчивости зубов только при условии ее оптимальной твердости, что зависит не только от абсолютной превышающей в ней доли минеральных кристаллических структур, но и от особой их пространственной организации.

Примером такого подхода являются работы Костиленко Ю.П. и Бойко И.В. [70, 71, 72, 73, 74, 75, 76], в которых, благодаря оригинальному методу изготовления препаратов твердых тканей зубов и разрешающими возможностями сканирующего электронного микроскопа, авторы впервые в литературе представили наиболее полную картину структурной организации эмали. Для демонстрации необходимых, недостающих в нашей работе, данных мы воспользовались некоторыми, полученными ими, сканограммами. На одной обзорной из них показательно виден скалярный принцип топологической изменчивости эмалевого покрытия боковой поверхности и бугра коронки нижнего моляра, где отчетливо обнаруживается общий принцип пространственной упорядоченности в нем элементарных микроскопических структур, которые называются эмалевыми призмами (рис. 5.1). При большем увеличении можно убедиться, что данное название не является удачным, ибо на самом деле эти образования имеют форму волокон, определяющих трассированную (или колонковую) укладку кристаллов гидроксиапатитов (рис. 5.2А). Хорошо видно, что данные кристаллические волокна, имея извилистую форму, ориентированы по разным направлениям, среди которых выделяются в основном три группировки [75, 76, 80, 81].

Одна из них образует основную массу в виде регулярно повторяющихся в ее толще тесно переплетенных между собой узловых совокупностей кристаллических волокон (эмалевых призм), которые, начинаясь от дентинно-эмалевой границы, радиально ориентированы к внешней поверхности эмали.

По своим светооптическим свойствам они фигурируют в литературе под названием полос и линий Гунтера-Шрегера [21, 22, 143, 146]. Цитируемые выше авторы предпочитают называть их узловыми жгутообразными цепями кристаллических волокон. В каком бы месте в толще эмали не находились эти образования, они всегда направлены к ее внешней поверхности под тупым углом (рис. 5.1 и 5.2А) [76].

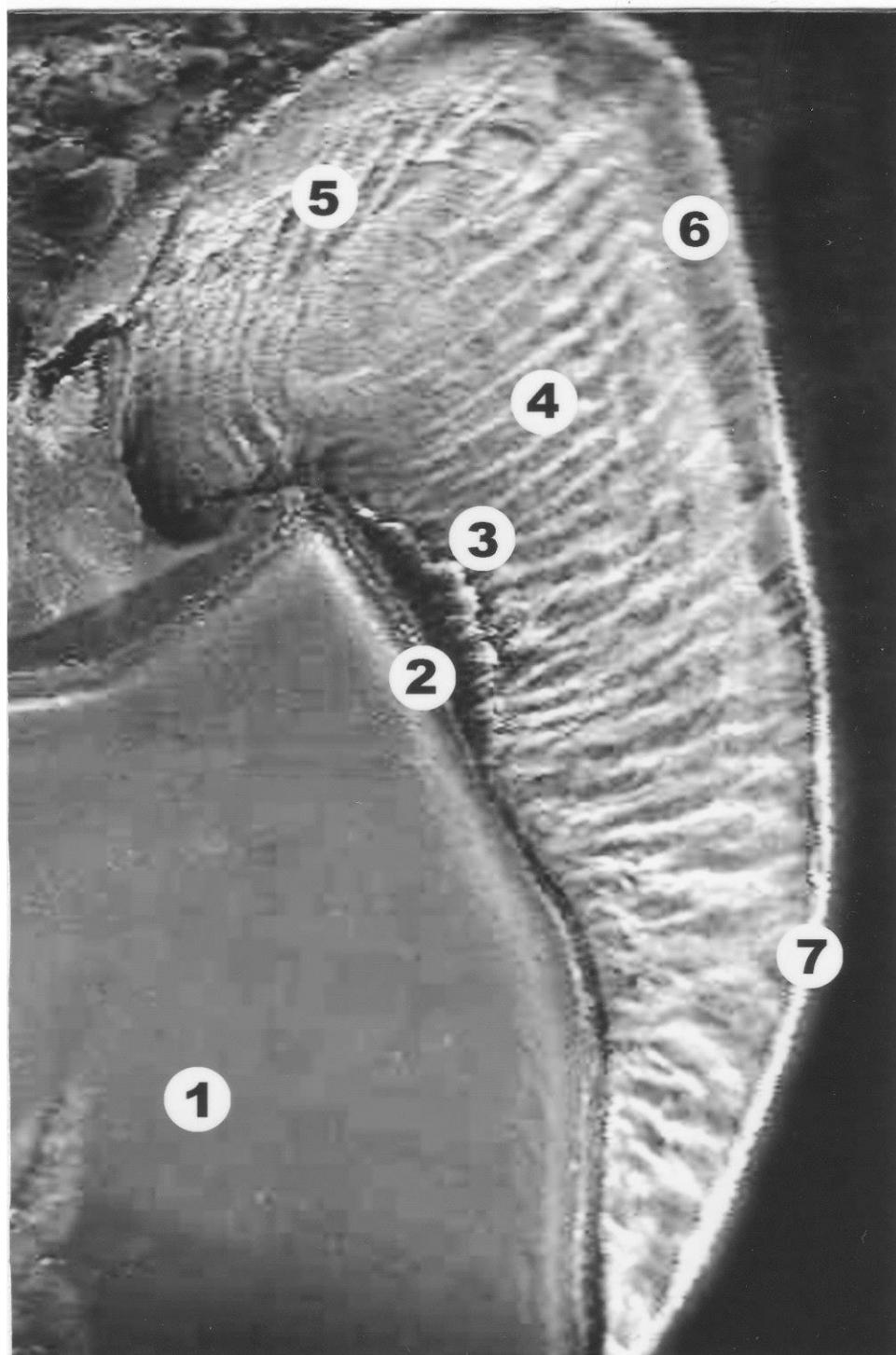


Рис. 5.1. Эпоксидный шлиф интактного 3-го моляра (половина коронки). Протравливание в Трилоне-Б . Сканограмма . Увеличение 50 крат. (Авторы Костиленко Ю.П., Бойко И.В.) [76]

1 - dentin; 2 - пограничная дентинозмалевая зона; 3 - базальная эмаль; 4 - полосы Гунтера-Шрегера; 5 - линии Ретциуса; 6 - щеточно-каемчатый (поверхностный) слой эмали; 7 - пелликула

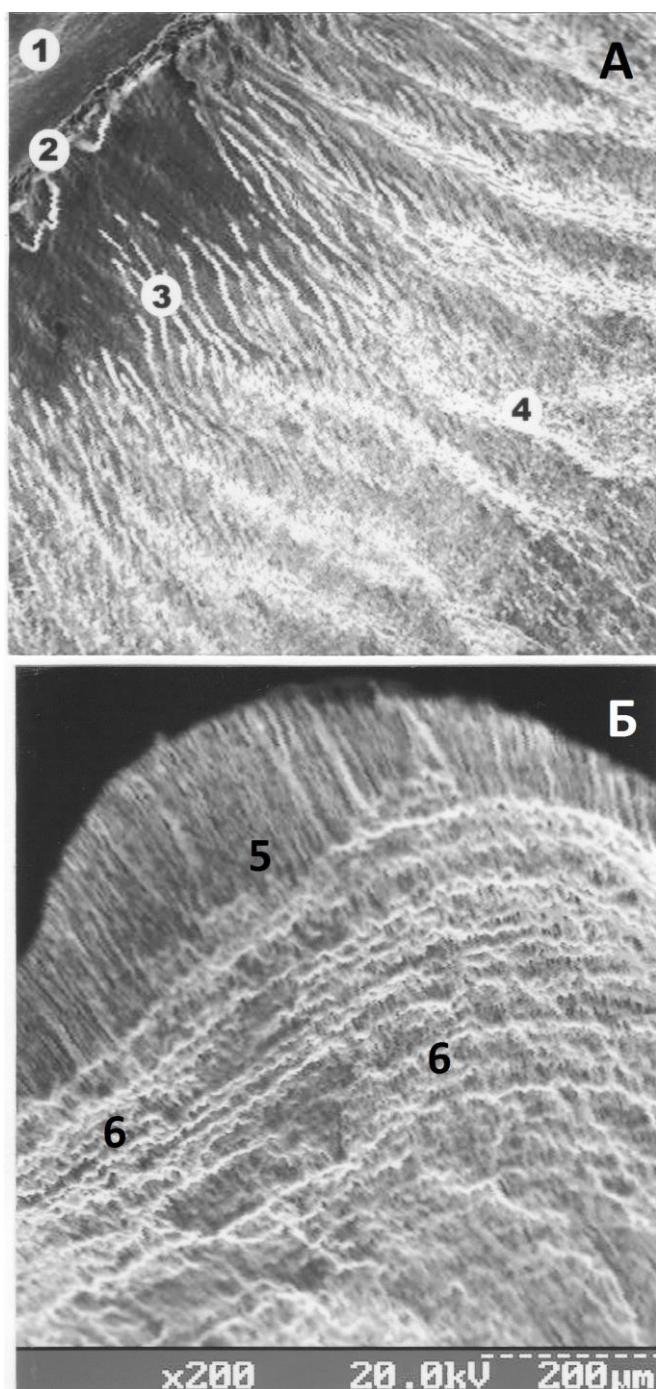


Рис. 5.2. Эпоксидные шлифы эмали З-го моляра. Протравливание в Трилоне-Б. Сканограммы. Увеличение 200 крат. – А – базальная эмаль; Б - поверхностная эмаль. (Авторы Костиленко Ю.П., Бойко И.В.) [76]

1 - дентин; 2 - дентиноэмалевая граница; 3 - кристаллические волокна (эмалевые призмы) базальной эмали; 4 - узловые жгутообразные цепи кристаллических волокон, соответствующие полосам Гунтера-Шрегера; 5 - щеточно-каемчатые кристаллические волокна; 6 - аркадные цепи кристаллических волокон

Вторая группировка кристаллических волокон пролегает в толще первых в виде аркад, изгибы которых в основном соответствуют кривизне жевательной поверхности коронки, в связи с чем цитируемые авторы называют их аркадными цепями кристаллических волокон (рис. 5.1 и 5.2Б).

И наконец, третья разновидность кристаллических волокон выглядят в виде прямолинейно выходящих из толщи первых и вторых пучков, которые ориентированы к внешней поверхности эмали под прямым углом. Примечательно, что за счет их плотной совокупности самый поверхностный слой эмали имеет вид щеточной каемки, которая наиболее толстой является на возвышениях жевательных бугров (рис. 5.2Б). В связи с этой особенностью авторы выделяют их под названием щеточно-каемчатых кристаллических волокон [75, 76, 80, 81].

Цитируемые выше данные, приведены нами в качестве наглядного подтверждения, высказанного выше положения, что физические свойства эмали (ее твердость и прочность), определяющие ее механическую износостойчивость, зависят не только от преобладающей в ней доли минеральных кристаллов, которые упорядочены в форме волокнистого трассирования (колонковой укладки), но и от трехмерной композиции данных кристаллических волокон в толще эмали. Действительно, если сопоставить между собой пространственную ориентацию в ней, указанных выше, трех группировок кристаллических волокон (эмалевых призм), станет понятным, что они организованы в том порядке, который предусматривает оптимальную устойчивость эмали к деформационным сдвигам в горизонтальной (окклюзионной) плоскости при жевании. Это объясняется тем, что при функциональном стирании эмали, при любой степени абразивного изнашивания коронки, не могут все кристаллические волокна оказаться параллельно к плоскости деформационного сдвига. Самой жесткой устойчивостью обладает поверхностный слой эмали на возвышенностях жевательных бугров, благодаря тому, что он образован тесным сплочением щеточно-каемчатых кристаллических волокон, которые находятся под

прямым углом к плоскости горизонтального сдвига. Но все же, и они в процессе продолжительного трения подвергаются стачиванию, что ведет в дальнейшем к постепенному притиранию между зубами антагонистами с образованием все более ровных окклюзионных поверхностей.

Резюмируя сказанное выше, мы приходим к выводу, что при рассмотрении вопроса о процессе физиологического изнашивания жевательных зубов человека имеет смысл выделять два аспекта. Первый из них относится к износостойчивости самой эмали, которая обеспечивается за счет трассированной укладки кристаллов гидроксиапатитов в форме волокнистых структур и композитного разнонаправленного переплетения их отдельных совокупностей в трехмерном объеме.

Второй аспект касается следующей стадии изнашивания зубной коронки, которая наступает после верхушечного нарушения целостности эмали на жевательных буграх моляров, что приводит к вовлечению в процесс альтерации дентина и образование локальных фасеток истертости. Следует отметить, что продолжительность процесса абразивного стирания эмали на жевательных буграх будет прямо пропорциональной ее максимальной толщине, которая у моляров человека равна в среднем 2,8 мм.

Дальнейшая износостойчивость коронок жевательных зубов определена генетически заданной бугорчато-складчатой формой их окклюзионной поверхности, благодаря чему, как уже отмечалось, при физиологическом стирании обеспечивается оптимальное сохранение по глубине композитного отношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – дентином и эмалью. Можно сказать, по-другому: эмалевое покрытие при данной конфигурации коронки способно сохраняться в качестве упрочнителя для дентина на всем протяжении абразивного ее стирания. Как известно, подобное упрочнение одних материалов другими называется армированием, что широко используется не только в технике, но часто встречается и в живой природе, в чем мы уже убедились при

знакомстве с особенностями строения зубов некоторых лабораторных животных.

Но прежде необходимо познакомится по этому вопросу с соответствующими общебиологическими положениями. Не вдаваясь глубоко в проблемы эволюции зубочелюстной системы млекопитающих животных, достаточно сказать, что у них процесс захватывания, удержания, разрезания и перетирания-пережевывания пищи осуществляется в основном посредством двух типов зубов – это длиннокоронковые (или высокие, гипселодонтные) и короткокоронковые (или короткие, брахиодонтные) зубы [1, 51, 119, 141, 167, 175, 215,]. Варианты первого типа, которыми оснащены челюсти грызунов, обладают приувлекательными свойствами по сравнению с короткокоронковыми зубами (собака и человек), заключающимися в том, что они, по мере изнашивания, способны к постоянному отрастанию и, по-видимому, благодаря этому свойству, не поражаются кариесом. Все авторы единодушны в том, что наличие тех или других зубов (или их комбинации) всецело зависит от характера потребляемой пищи. Принято считать, что длиннокоронковые, постоянно отрастающее, зубы приспособлены в процессе эволюции к переработке грубого корма, тогда как усвоение относительно мягкой, высококалорийной пищи не связано с большими абразивными нагрузками, что в основном свойственно плотоядным и всеядным животным.

Согласно данным литературы и результатам собственных исследований, к этому же типу относятся и зубы собаки, причем некоторые из них по внешней форме и микроскопическому строению подобны зубам человека. Но при всем принципиальном сходстве, между ними имеются заслуживающие внимание различия, которые обусловлены спецификой устройства зубочелюстной системы. Здесь мы уделим внимание только тем вопросам о строении зубной системы собаки, которые стоят в связи с, указанными выше, двумя аспектами нашего исследования – этиопатогенез кариеса и структурное обеспечение износостойчивости зубов.

В этом плане следует принимать во внимание, что особенность зубного прикуса у собаки заключается в том, что прямой контакт между верхней и нижней зубными дугами при окклюзии возникает только в двух местах: в передней части, соответствующей резцам и клыкам, и задней части – между молярами. В промежутке между ними находится открытый прикус, который ограничен сверху и снизу коронками премоляров.

Сзади от премоляров в прямом прикусе находятся самые массивные секущие зубы, в качестве вспомогательных опор которым служат вторые и третий моляры. В отличие от премоляров они являются толстостенными образованиями, что выражается в относительно меньшем объеме пальпаторной камеры и пропорционально более толстом дентине, толщина которого достигает 3,0 мм. По микроскопическому строению дентин больших коренных зубов собаки является полностью идентичным таковому зубов человека. Следовательно, можно сказать, что по этим морфологическим признакам (размер, форма и отношение толщины дентина к объему пульпарной камеры) моляры человека и собаки является полностью гомологичными образованиями. Тождественность между ними придает и наличие эмалевого покрытия их коронки.

Но очень большим преувеличением оказалось данные литературы, согласно которым толщина эмали больших коренных зубов собаки достигает 3,5 мм. На самом деле, по нашим данным, самая максимальная ее толщина на возвышениях конических бугров моляров собаки находится всего лишь в пределах от 0,8 до 1,3 мм, что почти в 2,5 раза уступает таковой человека. Этот факт не может не вызывать удивления, если учесть, то механическое воздействие, которое испытывают эти зубы при разгрызании твердых пищевых продуктов (например, костей). В этом отношении мы можем высказать догадку, что толщина эмали у короткокоронковых зубов животных прямо пропорциональна продолжительности их жизни, то есть толщина эмали, при определенной топологической композитности с дентином, в состоянии обеспечивать износустойчивость зубов на генетически заданном

протяжении их прижизненного функционирования. Естественно, что у собак, как и у человека, зубы со временем подвергаются функциональному изнашиванию. По данным литературы коронка моляров старых собак может стираться без восполнения вплоть до самой шейки, причем пульпарная полость подвергается зарастанию новым дентином который имеет более темную окраску и называется “зубной звездой” [5, 51, 109, 139, 164], что тождественно образования формы окклюзионной сошлифовки коронок моляров человека, о чем было сказано выше. Еще раз укажем, что в том и другом случае конфигурация фасеток истертости определена бугорчато-складчатой формой окклюзионной поверхности моляров, благодаря чему при физиологическом стирании обеспечивается оптимальное сохранение по глубине композитного отношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – эмалью и дентином. Вполне понятно, что у моляров собаки, коронки которых имеют по три остроконечных бугра, конфигурационное отношение между эмалью и дентином при стирании будет иметь несколько иной вид, что не является существенным.

Как уже отмечалось, среди моляров собаки самым массивным является секущие зубы, которые по расположению в зубных рядах могут быть сравнимы с первыми молярами человека, однако они отличаются по размеру и некоторым деталям микроскопического строения. По метрическим показателям высота коронок секущих зубов собаки находится в пределах от 10 до 14 мм (среднестатистическое значение равно $11,61 \pm 1,12$ мм), что почти вдвое больше того же показателя нижних моляров человека. С такой же разницей (в два раза) они отличаются и по ширине. Это значит, что каждый секущий зуб собаки по массивности примерно равен двум молярам человека. Но в своей соразмерности индекс отношения между высотой и шириной коронки тех и других зубов является одинаковым, то есть ширина их коронки почти в два раза превышает высоту.

Следовательно, у секущих зубов собаки, у которых высота коронки в два раза больше, а максимальная толщина эмали примерно в 2,5 раза меньше

чем у человека, индекс скалярности эмали (показатель отношения максимальной толщины эмали к высоте коронки) оказывается очень низким (менее 10% по сравнению с 43% у человека).

Общим свойством эмалевого покрытия коронок секущих зубов собаки и моляров человека является характер топологического изменения его толщины, то есть эмаль, переходя с возвышеностей конических бугров (где она имеет максимальное значение) по скатам в углубление между ними, не только истончается, но и приобретает упрощенное строение. Вместе с тем мы считаем важным обратить внимание на то, что, в отличие от моляров человека, в углублениях между коническими буграми коренных зубов собаки отсутствуют фиссурные образования, где эмаль могла бы прерываться, оставляя доступ к интактному дентину. Здесь мы употребили слово интактный не случайно, а для того, чтобы противопоставить его склерозированному дентину, который образуется в процессе физиологического стирания зубов, становясь при этом резистентным к кариозному поражению.

Данное замечание напрямую связано с тем, что у человека фиссуры коренных зубов является преимущественным местом развития кариеса, соответственно получившим название фиссурного кариеса, который встречается у людей почти в 40% случаев; начальные стадии его иногда выявляются с большим трудом, так как очаг поражения бывает скрыт глубоко в узкой щели, ограниченной с боков соприкасающимися краями эмали.

Некоторые авторы склонны считать, что фиссурный кариес является инициальной стадией развития кариозной болезни вообще. Так, Костиленко Ю.П. с соавторами [70, 71, 75, 78, 81] предполагают, что кариес возникает как следствие первичной сенсибилизации местной иммунной системы на приобретенные (вторичные) аутоантигены, возникающие в фиссурных зонах зубов под воздействием определенных физико-химических или инфекционных факторов (теория измененных антигенов), что

обуславливает возможность развития имунной реакции на собственные, естественные аутоантигены эмали остальных зубов, ибо приобретенные аутоантигены обладают двойственной детерминантностью [73, 76, 77].

У собак же, в связи с отсутствием подобных фиссурных образований, развитие такой формы кариозного поражения зубов исключается. Но согласно данным литературы кариозная болезнь у них распространена не менее чем у человека [4, 109, 119, 120]. Если это на самом деле так (мы должны отметить, что в наших исследованиях не было зарегистрировано ни одного кариозного изъяна на препаратах зубов собаки), то патогенез кариеса по своей природе не может сводиться к какому-то одному причинному фактору.

Но как бы то ни было, наши данные дают основания считать, что зубы собаки, являясь во многом сходными с таковыми человека, могут быть приемлемыми в целях экспериментального моделирования кариеса. Единственным недостатком этих животных является их крупные габариты и большая обременительность в их содержании. Значительно меньших затрат требует работа с животными с меньшей массой тела и более легким уходом за ними, чему вполне соответствует известные представители грызунов – кролики и белые крысы, детальное знакомство с зубами которых позволит окончательно определить, какие из них более предпочтительны для экспериментального моделирования кариеса.

Казалось бы, что зубы всех видов грызунов должны относиться к одному длиннокоронковому типу. Такое именно представление можно получить из фундаментальных работ по сравнительной анатомии [13, 56, 126]. Однако в литературе по ветеринарии приводятся данные, что у крыс, мышей и хомяков коренные (щечные) зубы, в отличие от резцов, представлены короткокоронковым типом, тогда как у кроликов все зубы (резцы и коренные) длиннокоронковые [126, 150]. По-видимому, этим объясняется то, что при экспериментальном моделировании кариеса преимущественно используется первые виды животных; это подкрепляется данными, что у них

нередко наблюдается кариес. Однако этих общих ориентировочных предпосылок еще недостаточно, чтобы считать полностью обоснованным такой подход. Для получения корректной оценки результатов экспериментального моделирования кариеса необходимы достаточные знания об особенностях строения, указанных выше двух, морфофункциональных различных, типов зубов. К сожалению, в литературе они представлены слишком поверхностно. Особенно это касается микроскопического строения длиннокоронковых зубов, которые сами по себе представляют особый познавательный интерес.

Результаты наших исследований позволяют, прежде всего, ознакомиться с общим планом устройства зубочелюстной системы данных видов животных. Обращает на себя внимание, что по внешней конфигурации череп крысы является пропорционально уменьшенным (примерно в три раза) подобием такового кролика. Заметен между ними и совпадающий общий принцип устройства зубочелюстной системы, что относится к их общеродовой общности. Однако между ними имеется несколько видовых отличий, одно из которых заключается в том, что если у кролика самая донная корневая часть нижнего резца, полукружной формы, заканчивается своим апикальным отделом около первого коренного зуба, то у крысы резцовый нижний зуб, имеющий такую же полукружную форму, во всю длину занимает все основание нижнечелюстной кости и, проходя под корнями коренных зубов, заканчивается своим апикальным отделом возле наружной поверхности нижнечелюстной ветви. Но самым существенным видовым отличием между ними является количество, форма и строение коренных зубов. У кролика их насчитывается по пять единиц с каждой стороны верхнего и нижнего зубного ряда, тогда как у крысы – по четыре. Хотя среди них у кролика отсутствует дифференцировка по группам, но каждый из них отличается индивидуальной внешней конфигурацией. Несмотря на это, все они имеют однотипный принцип строения, представляя собой продольно ребристые стержни за счет наличия с язычной и щечной

сторон продольных желобков. Эта особенность отражается на форме жевательной поверхности, которая имеет складчатый характер, благодаря наличию бугристых складок со свойственной для каждого зуба конфигурацией. Последние разделены между собой конформно изогнутыми углублениями. На первый взгляд может показаться, что вся их окклюзионная поверхность сплошь покрыта эмалью. На самом деле эмаль находится только на бугристых складках, между которыми (в углублениях) имеет место обнаженный дентин, который вместе с эмалью являются только внешними отрогами всей дентино-эмалевой толщи зуба, берущей начало от самого донно-корневого отдела.

В первом разделе 4 главы изложены подробные данные, согласно которым каждый коренной зуб в отдельности состоит из двух половин, скрепленных между собой по всей длине цементом. Данное разделение коренных зубов кролика на две половины отчетливо выражено в их донно-корневых отделах, которые с апикальной стороны, будучи в раздвоении, имеют отдельные, широко зияющие отверстия фестончатой формы; ими начинаются сосочковые каналы, которые по отдельности, постепенно суживаясь, слепо заканчиваясь около жевательной поверхности зуба. Вместе с этим было отмечено, что по всей длине зуба прослеживается, как топологическая изменчивость формы двух его половин, так и конфигурационные взаимоотношения между дентином и эмалью. Но, несмотря на это, каждая половина зуба, находится в тесном окружении эмалевого покрытия. Несмотря на то, что две половины зуба по-отдельности окружены эмалью и тесно скреплены между собой прослойкой цемента, внутри каждого зуба, как единого образования, в поперечном (щечно-язычном) направлении оказывается заложенной в процессе развития дупликатура эмали, имеющая складчатую форму.

Таким образом, каждый коренной зуб кролика представляет собой дуплексное (сдвоенное) образование, так как он состоит из двух тождественных, тесно скрепленных между собой цементом, половин,

которые являются прочно слитными в свободной (жевательной) части и расщепленными в донно-корневом отделе. Из этого следует, что коренной зуб кролика по всей длинне имеет композитный принцип строения, в основе которого находится дентин, армированный внутри и снаружи эмалью, что придает всему зубу надлежащую жесткую прочность, обеспечивающую определенную степень износостойчивости. Именно такой принцип строения является самым характерным для длиннокоронковых зубов, независимо от того, какую он имеет форму и длину.

В отличие от кролика, альвеолярные гребни крысы, в толще которых помещаются своими корнями нижние коренные зубы, находятся примерно над средней третью лунечной части резцовых зубов. Получается, что самые апикальные части их корней близко соседствуют со стенкой резцовой лунки. В процессе исследования, результаты которого подробно изложены во втором разделе 4 главы, обнаружено, что коренные (щечные) зубы крысы имеют по три корня, которые не одинаковы по толщине и длине. При этом в каждой триаде, принадлежащем одному коренному зубу, своей массивностью выделяется передний корень, позади которого расположены в щечно-язычной позиции два, менее массивных, корня. Примечательно, если последние у всех четырех зубов по толщине примерно одинаковы, то передние, самые толстые корни, принадлежат второму и третьему зубам, что пропорционально размеру их коронок. Их этого следует, что наиболее полновесными представителями нижних коренных зубов крысы является второй и третий, которые по форме являются миниатюрным подобием моляров человека.

По своему строению они полностью отвечают характеристике типичных короткокоронковых зубов, у которых четко определяется граница между коронкой и корнями в виде цервикального пояска, где сходит на нет примитивное по строению эмалевое покрытие коронки, несущие на окклюзионной поверхности тупоконечные жевательные бугорки; на каждом из них толщина эмали находится в скалярной зависимости от его высоты, то

есть относительно самой толстой она является на возвышениях жевательных бугорков. Близкое подобие между коренными зубами крысы и человека заключается также в наличии пульпарной камеры и корневых каналов. К тому же добавим, что их твердая основа представлена типичным по строению для всех зубов млекопитающих дентином. Кроме того, обращаем внимание, что нередко при изучении эпоксидных шлифов, окрашенных метиленовым синим, на жевательных бугорках коренных зубов крысы отчетливо обнаруживается фасетки физиологического стирания эмали с обнажением дентина. Но, ни в одном случае наблюдений нам не приходилось отметить каких-либо признаков их кариозного повреждения. Однако, учитывая то, что коренные зубы крысы являются миниатюрным подобием таковых человека, можно ожидать, что экспериментальное моделирование кариозного процесса на этих животных обеспечит желаемые результаты. Но их субстратная визуализация окажется во многом затруднена, из-за слишком малых размеров коронок коренных зубов крысы.

Для полноты картины о строении зубочелюстной системы кролика и крысы необходимы основные сведения, касающиеся второй группы их зубов, которыми являются резцы, занимающее в челюстях переднее положение. В общем плане заслуживает внимания то, что нижние резцовые зубы крысы, в отличие от кролика, находясь по всей длине основания нижнечелюстных костей, кроме своей ведущей функции в процессе разгрызания твердых пищевых продуктов, предназначены также для их (нижних челюстей) контрфорсного укрепления. Во всем остальном (по форме и строению) резцовые зубы крысы, относясь к длиннокоронковому типу, являются пропорционально уменьшенной копией таковых кролика. Каждый из них имеет геометрически правильную форму полукружно изогнутого, канализированного внутри, дентинного стержня, облицованного только с одной фронтальной стороны тонким слоем эмали.

За счет данного эмалевого покрытия режущие края верхней и нижней пар резцовых зубов кролика и крысы является исключительно острыми, что

поддерживается в течении всей жизни благодаря постоянному отрастанию и обоюдной заточки с оральной их поверхности в процессе грызущих движений.

Исходя из вышеизложенных данных, можно сделать одно общебиологическое заключение: для всех видов грызунов типичным является ниличие длиннокоронковых передних, резцовых зубов, тогда как различие между отдельными видами состоит в морфофункциональной вариации коренных (щечных) зубов, то есть у одних видов природно возникли длиннокоронковые коренные зубы (примером являются кролики), а у других (например, крысы) – короткокоронковые. Несомненно, основным фактором для такой межвидовой дифференцировки явилась адаптация к определенным условием обитания и, что важнее, характер (питательность и консистенция) пищевых продуктов.

Более доступным для понимания является вопрос о материальном обеспечении износостойчивости длиннокоронковых зубов, у которых оптимальное композитное соотношение между дентином и эмалью (форма армирования дентина эмалью) генетически заложено в их структуре по всей длине. При этом физиологическое стирание рабочей части зуба восполняется в результате перманентного его отрастания с полным сохранением изначальной структуры, в которой предусмотрено наличие обнаженного дентина на оклюзионной поверхности с момента прорезывания зуба (является примером того, что по своему предназначению эмаль не является необходимой как защитное покрытие дентина). В этой связи напомним, что при стирании эмали у короткокоронковых зубов, обнажившийся дентин не подвержен кариозному поражению, что в равной степени свойственно (но только изначально) для зубов длиннокоронкового типа. Кроме того, благодаря постоянному обновлению их твердых тканей полностью исключается возможность стойкого повреждения их кариозным процессом.

До этого в тексте мы пользовались такими общепринятыми терминами как “длиннокоронковые” (гипселодонтные) и “короткокоронковые”

(брахиодонтные) зубы. По нашему мнению эти названия двух разнородных типов зубов является мало подходящим для их морфофизиологической характеристики, ибо они заводят в заблуждение относительно самой их формы и, что более важно, не указывает на биогенетическое различие между ними. Действительно, эти термины подразумевают только размерность коронки, при том, что при наличии последней можно говорить только относительно “короткокоронковых” зубов, у которых коронкой является наружная часть, покрытая эмалью, а вся остальная часть составляет, скрытый в челюстных, корневой отдел. У “длиннокоронковых” зубов также имеются как наружная (открытая), так и скрытая (луночная) части. Однако, первую из них, в собственном смысле слова, коронкой назвать нельзя, ибо она не отделена от остальной части зуба краевой эмалью, так как эти зубы представляют собой дентинные стержни, армированные по всей длине эмалью.

То начало, из которого произрастает “длиннокоронковый” зуб (безотносительно к его длине и форме), мы, при описывании его строения, назвали донно-корневым отделом, который цитогенетически связан с пролиферирующим ложем (наподобие такового ногтей и волосяных фолликулов). В литературе его правомерно называют эмалевым органом [22]. К сожалению, нам не известны подробности о его строении. Но, базируясь на главных положениях современной цитогенетики и конкретных данных литературы о начальных стадиях гистогенеза зубов, мы априори можем говорить, что эмалевый орган “длиннокоронковых” зубов состоит из митотически активных, стволовых унипотентных клеток, которые называются преэнамелобластами [22]. В процессе пролиферации они детерминируются в специализированные секреторные клетки – энамелобласти, которые, по-видимому, превращаются постепенно в процессе кальцификации в, тесно консолидированные между собой, однообразные структурные частицы эмали, имеющие кубическую форму, которые показаны на иллюстрациях ко второму разделу 4 главы.

Данный эмалевый орган “длиннокоронковых” зубов является источником постоянного обновления только их эмалевого компонента, который композитно сочетается с дентином. Очевидно, что постоянное обновление эмали должно быть синхронно сопряжено с такими же изменениями дентинной основы. Следует думать, что этот процесс обеспечивается за счет пролиферативной активности предшественников одонтобластов (дентинобластов), которые находятся в пристеночном расположении сосочкового канала зуба. Следовательно, в “длиннокоронковом” зубе имеют место две ростковые, герминативные зоны (lat. Germinare - прорастать; germen - зародыш, росток). В связи с этим мы считаем более оправданным называть их герминативными (отрастающими) зубами; другой же тип зубов (“короткокоронковые”), потерявших такие свойства в процессе адаптивной специализации, логично именовать дисгерминаторными, то есть непрорастающими или стационарными зубами.

Согласно данным литературы, кариозной болезнью страдают не только люди, но и собаки [4,8,10,54]. Относительно же грызунов, с полной уверенностью можно говорить, что те из видов, зубная система которых всецело представлена герминативными зубами, кариозной болезни не подвержены; к таким животным относятся кролики. Другие же виды грызунов, у которых в процессе адаптивной специализации возникла комбинированная зубная система, состоящая из двух разнородных типов зубов (герминаторных резцов и дисгерминаторных или стационарных – коренных), могут быть отягощены кариесом. Если это действительно так, как на это указывают некоторые авторы [84,136,149,150], то морфологическим субстратом кариозного процесса должен быть только их коренные зубы. Одним из представителей данного вида грызунов являются белые крысы, которые, как мы уже отмечали, наиболее подходят для экспериментального моделирования кариеса.

Но, по нашему мнению данная проблема не ограничивается только подбором наиболее оптимальных для эксперимента лабораторных животных.

Основным залогом достижения цели при экспериментальном воспроизведении на животных того или иного патологического процесса должны быть соответствующие условие и корректный подбор факторов воздействия на организм животного, которые бы предположительно соответствовали этиопатогенезу данного заболевания. В этом отношении в настоящее время разработан и опробован только один способ экспериментального моделирования кариеса зубов, который в основном сводится к искусственному повышению в организме и полости рта концентрации углеводов с помощью сахарозо-казеиновой диете в различной комбинации с другими ингредиентами [15,21,27,53]. Предполагается, что избыток углеводов в полости рта является благоприятной средой для повышения вирулентности некоторых бактериальных штаммов, которые при расщеплении сахарозы приведут к повышению кислотности в органическом покрытии (пелликуле) зубов, что, в свою очередь, вызовет минерализацию эмали, которая в начальной стадии проявится в виде поверхностного образования меловидных пятен. Мы не будем здесь подробно останавливаться на истории данных экспериментов; отметим только, что некоторым авторам в конце концов удалось этого добиться [21,27,78]. Но возникает вопрос: правомерно ли появление на поверхности эмали меловидных пятен безоговорочно считать признаками начальной стадии кариозного процесса? Хорошо известно, что с появлением локальных меловидных пятен начинается развитие и некоторых некариозных заболеваний зубов, например, таких как флюороз или пятнистая гипоплазия эмали. Но в любом случае данная форма альтерации эмали, возникающая в результате длительного пребывания животных на сахарозо-казеиновой диете, завершающегося искусственной инвазией в полость рта стерильных животных энтерококков (без которых одно повышение концентрации в полости рта углеводов повреждение эмали не вызывает), требует наглядной доказательности, что можно получить только в результате микроскопического изучения пораженных зубов, которые у крысы, как мы

видели, имеют чрезвычайно малые размеры, чтобы на их поверхности невооруженным глазом можно было рассмотреть локальные структурные изъяны, да еще и определить их природу. Подобные визуальные свидетельства в соответствующих источниках литературы, к сожалению, отсутствуют.

Это только одна сторона проблемы; более существенным является вопрос о правомерности такого метода экспериментального моделирования кариеса зубов. На самом деле, трудно себе представить, чтобы в действительности, в обычных условиях пребывания, животные на длительное время оказывались вынужденными потреблять в избыточном количестве сахарозу и быть подверженными массированной бактериальной инфекции, ведь необходимо учитывать, что в норме микроорганизмы полости рта, в сбалансированной форме находятся в составе, так называемой биопленки, которая тонким слоем покрывает слизистые оболочки и поверхности зубов, что является естественным условием для конкурентного равновесия между разными бактериальными штаммами [99,115]. Понятно, что массированная инвазия патогенных микроорганизмов может привести к нарушению данного равновесия, но часто ли это происходит в нормальных условиях пребывания животных и, если так, то в состоянии ли оно инициировать развитие кариеса зубов. Этот вопрос в настоящее время остается открытым, несмотря на предпринимаемые настойчивые попытки доказать экспериментально истинность кислотно-бактериальной теории Миллера [99,104,114,115].

Таким образом, при критическом подходе, данный метод экспериментального моделирования кариеса зубов не может считаться достаточно обоснованным, ибо его основой является средства и условия физиологически неестественные (насильно навязанные экспериментатором) для данного вида животного. Поэтому результаты подобных экспериментов совершенно не правомерно экстраполировать на людей, у которых кариес развивается не зависимо от индивидуальных

предпочтений питания. Правда, здесь остается бактериальный фактор, который, по нашему мнению, может играть инициальную роль в развитии кариозного процесса, но не как побудитель кислотного повреждения целости эмалевого покрытия, а как источник модификации первичных антигенов в глубоких слоях эмали, которые являются доступными для патогенной микрофлоры в естественных расщелинах (фиссурах) коренных зубов человека, где и возникает первичный очаг сенсибилизации регионарной иммунной системы на аутоантигены эмали остальных зубов. Данное состояние Костиленко Ю. П. и Бойко И. В. называют карiesогенным диатезом зубов, что вполне может считаться кариозной болезнью [70,71,75,78,81]. Но как быть, в этом отношении, с коренными зубами собаки и крысы, в эмали которых подобных щелей нет, тогда как, согласно данным литературы, они тоже подвержены кариозному повреждению. По-видимому, это объясняется минимальной толщиной их эмалевого покрытия, органические вещества которого являются доступными для вирулентного действия патогенных бактерий. Если данная концепция справедлива, то имеется возможность ее подтвердить в эксперименте, посредством иммунизации животного организма на аутоантигены эмали, использовав для этого ее органическую фракцию. В связи с тем, что реализация данной идеи намечается только в перспективе, то на конкретной разработке самого метода здесь мы останавливаться не будем, отметим только, что на этот счет в настоящее время у нас есть некоторые соображение; при этом укажем, что объектом экспериментальных исследований будут служить коренные зубы белых крыс, а визуализацию их результатов предполагается осуществить с помощью тех морфологических методов, которые использованы в нашей работе.

ВЫВОДЫ

В диссертационной работе изложено теоретическое обобщение научной проблемы о морфологическом сходстве и видовом различии между зубной системой человека и некоторых лабораторных животных (собаки, кролики и белые крысы), целевыми установками которой являются: определение наиболее приемлемого вида животных для экспериментального моделирования кариозной болезни и установление принципов структурного обеспечения износостойчивости коренных зубов человека и, указанных выше, животных.

1. У млекопитающих процесс механической обработки пищи в полости рта осуществляется в основном посредством двух разнородных типов зубов – это короткокоронковые или короткие (брахиодонтные) и длиннокоронковые или высокие (гипселодонтные) зубы. К первому типу относятся всецело зубы человека и собаки, тогда как среди грызунов имеются видовые вариации, что показательно выражено у двух их представителей – кроликов и белых крыс. Если у кроликов все зубы (передние – резцы и щечные – коренные) представлены длиннокоронковым типом, то у крысы к этому типу относятся только резцы, тогда как щечные (коренные) зубы являются типичными представителями короткокоронковых зубов, подобных таковым человека и собаки. Иными словами, коренные зубы человека, собаки и крысы являются гомологичными образованиями.

2. Максимальная толщина эмали на вершинах жевательных бугров моляров человека находится в интервале от 2,53 до 2,90 мм. Если соотнести ее среднестатистическое значение, равное $2,74 \pm 0,09$ мм, с высотой коронки ($6,3 \pm 0,09$ мм), то мы получим показатель, называемый нами индексом скалярности эмали, который у нижних моляров будет равен 43,5%, то есть, в приблизительном значении, максимальная толщина эмали у них равна почти половине высоты коронки. Если округлить данные метрические показатели, то отношения между максимальной толщиной эмали, высотой коронки и ее шириной будут находиться в геометрической пропорции 3:6:12.

3. Под “скаляроностью эмали” (лат. *Scalaris* – лестничный, ступенчатый) мы понимаем топологическую изменчивость толщины эмали по неровностям жевательной поверхности зубной коронки. У нижних моляров человека анализ данной изменчивости можно свести к ее рассмотрению в пределах одного жевательного бугра, который имеет форму покатого, округленно тупоконечного, возвышения. С этой позиции толщина эмали, начиная с нулевого значения в пришеечной области зуба, плавно по экспоненте возрастает, достигая максимума на вершине бугра, с которого она по противоположному скату плавно убывает по направлению к межбуторной щели, где нередко прерывается (место развития фиссурного кариеса).

4. Износостойчивость коронок жевательных зубов человека обеспечивается не только исключительной твердостью самой эмали, но и за счет генетически предусмотренной бугорчатой формы их окклюзионной поверхности, благодаря чему при физиологическом стирании обеспечивается оптимальное сохранение по глубине композитного соотношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – дентином и эмалью. Примечательно, что истертые поверхности зуба кариесом не поражаются.

5. По своему внутреннему строению моляры собаки и человека являются полностью гомологичными образованиями. Тождественность между ними придает и эмалевое покрытие их коронок. Но очень большим преувеличением оказалось данные литературы, согласно которым толщина эмали моляров собаки достигает 3,5 мм. На самом деле, по нашим данным, самая максимальная ее толщина находится всего лишь в пределах от 0,8 до 1,3 мм, что почти в 2,5 раза уступает таковой человека.

Следовательно, у секущих зубов собаки, у которых высота коронки в два раза больше, а максимальная толщина эмали примерно в 2,5 раза меньше, чем у человека, индекс скалярности эмали оказывается очень низким (менее 10% по сравнению с 43% у человека). Объяснить данный феномен может

предположение, что толщина эмали у короткокоронковых зубов животных прямо пропорциональна продолжительности их жизни.

6. По внешней форме череп крысы является пропорционально уменьшенным подобием такового кролика. Заметен между ними и совпадающий общий принцип устройства зубочелюстной системы.

Однако между ними имеется несколько существенных видовых отличий, самое существенное из которых заключается в морфологической разнородности коренных зубов. У кролика каждый из них представляет собой дуплексное (сдвоенное) образование, так как он состоит из двух тождественных, тесно скрепленных между собой цементом, половин, которые являются прочно слитными в свободной (жевательной) части и расщепленными в донно-корневом отделе. В целом же коренной зуб кролика по всей длине имеет композитный принцип строения, в основании которого находится дентин, армированный внутри и снаружи эмалью, что придает зубу надлежащую жесткую прочность. Именно такой принцип устройства является самым характерным для постоянно отрастающих длиннокоронковых зубов, не зависимо от того, какую они имеют форму и длину.

7. В отличие от кролика, коренные зубы крысы по форме – это трехкорневые квадритуберкулярные зубы, которые в основном являются миниатюрным подобием моляров человека. По своему строению они полностью отвечают характеристике типичных короткокоронковых зубов, у которых четко определяется граница между коронкой и корнями в виде цервикального пояска, где нисходит на нет примитивное по строению и предельно тонкое эмалевое покрытия коронки, для которого все же свойственно топологическое изменение толщины по неровностям ее жевательной поверхности. Из этого следует, что коренные зубы крысы могут являться морфологическим субстратом экспериментального моделирования кариозной болезни.

8. Резцовые зубы крысы, относясь к длиннокоронковому типу, являются пропорционально уменьшенной копией таковых кролика. Каждый из них имеет геометрически правильную форму полукружно изогнутого, канализированного внутри, дентинного стержня, облицованного только с одной передней стороны тонким слоем эмали, за счет которого режущие края верхней и нижней пар резцовых зубов кролика и крысы являются исключительно острыми.

9. Исходя из этого, можно ожидать, что экспериментальное моделирование кариозного процесса на белых крысах в состоянии обеспечить желаемые результаты. Но их морфологическая визуализация окажется во многом затруднительной, из-за слишком малых размеров коронки (всего лишь около 2 мм) их коренных зубов, которые только и могут являться морфологическим субстратом кариозного поражения. Преодоление данного затруднения может быть решено с помощью того морфологического инновационного метода, который использован в данном исследовании.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Прежде всего, в практике изучения зубов человека в норме и при их патологических изменениях может оказаться перспективным, предлагаемый нами, универсальный метод анализа геометрической формы зубных коронок, который выражается в вычислении индекса скалярности эмали, как отношения максимальной толщины эмали к высоте коронки. С морфологической точки зрения понятие «скалярность эмали» указывает на возрастающую в арифметической прогрессии ступенчатость ее структуры от цервикальной области к вершине жевательных бугров.

2. В клинической практике при оценке степени стираемости зубов и ее корекции полезно учитывать, что износостойчивость коронок жевательных зубов обеспечивается не только исключительной твердостью самой эмали, но и за счет генетически предусмотренной бугорчатой формы их окклюзионной поверхности, благодаря чему обеспечивается оптимальное сохранение по мере стирания композитного соотношения между разными по прочности и твердости тканевыми структурами – дентином и эмалью.

3. Результаты наших исследований однозначно устанавливают, что экспериментальное моделирование кариозной болезни, в целях выяснения ее этиопатогенеза, может быть обеспечено на белых крысах, у которых морфологическим субстратом могут считаться только их коренные (щечные) зубы, являющиеся миниатюрным подобием моляров человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акаевский А.И. Анатомия домашних животных / А.И. Акаевский. М.:«Колос», 1968. – 607 с.
2. Антонишин Б. В. Хімічний склад емалі та її карієс-резистентність / Б. В. Антонишин, О. М. Наконечна // Український стоматологічний альманах. – 2001. – № 6. – С. 26-27.
3. Антонишин Б. В. Мінеральний склад емалі зубів у віковому аспекті / Б. В. Антонишин // Вісник стоматології. – 1996. – № 5 (12). – С. 339-343.
4. Арушанян А.Г. Кариозно пульпитные поражения зубов у собак / А. Г. Арушанян // Ветеринарная патология. – 2010. – №3(33). – С. 18-21.
5. Арушанян А.Г. Минеральный состав зубов собак в постнатальном онтогенезе / А.Г. Арушанян // Вестник ветеринарии. – 2011. – №59(4). – С. 95-96.
6. Арушанян А.Г. Морфометрические показатели зубов у собак / А.Г. Арушанян, А.Н. Квочко // I всероссийская межвузовская конференция по ветеринарной хирургии: тезисы конференции. – М., 2010. – С. 31-34.
7. Арушанян А.Г. Морфометрические показатели клыков у собак в постнатальном онтогенезе / А.Г. Арушанян, А.Н. Квочко // Ветеринарная патология. – 2011. – №1-2(36). – С. 10-13.
8. Арушанян А.Г. Онтогенез постоянных зубов собак и обоснование к лечению кариозно-пульпитных повреждений: дис. ... канд. бiol. наук: 06.02.01 / Арушанян Артем Гариеевич. – Ставрополь, 2012. – 150 с.
9. Арушанян А.Г. Рентгенодиагностика зубов у собак / А.Г. Арушанян, И.И. Летов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: междунар. науч-практ. конф.: сборник работ. – Владикавказ, 2010. – С. 147-148.

10. Бакуменко В.М. Мікроскопічні зміни емалі при зубних відкладеннях / В.М. Бакуменко, В.В. Черняк, Т.О. Борута // Світ медицини иа біології. – 2008. – № 2. – С. 71-73.
11. Беда В.И. Особенности минерального состава эмали при патологической стираемости твердых тканей зубов человека / В.И. Беда // Современная стоматология. – 2001. – № 2. – С. 70-72.
12. Бир Р. Эндодонтология: пер. с англ. / Р. Бир, М. Бауманн, С. Ким.: ред. Т.Ф. Виноградовой. - М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 368 с.: ил.
13. Бирюкова В.М. Некоторые аспекты ветеринарной стоматологии / В.М. Бирюкова // Шнауцер сегодня. – 2004. – №2(31). – С. 28-31.
14. Бойко И. В. Структура межтканевых взаимоотношений интактного зуба человека и ее состояние при кариесе: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.01 / Игорь Васильевич Бойко. – Полтава, 2004. – 192 с.
15. Боровский Е. В. Кариес зубов / Е. В. Боровский, П. А. Леус. – М.: Медицина, 1979. – 256 с.
16. Боровский Е. В. Кариес зубов: препарирование и пломбирование / Е. В. Боровский. – М.: Стоматология, 2001. – 144 с.
17. Боровский Е.В. Кариесрезистентность / Е.В. Боровский, В.К. Леонтьев // Стоматология. – 2002. – №5. – С. 26-28.
18. Боровский Е.В. Клинико-морфологическая характеристика кариеса эмали / Е. В. Боровский // Клиническая стоматология. – 2009. – № 4. – С. 40-42
19. Бушан М.Г. Кариес зубов, лечение и профилактика с применением вакуум-электрофореза / М. Бушан, Н. Колода, В. Кулаженко – 2-е изд., доп.– Кишинев: Карта молдовеняскэ, 1979. – 283 с.
20. Боровский Е.В. Биология полости рта / Е.В. Боровский, В.К. Леонтьев. – М.: Медицинская книга, 2001. – 304 с.
21. Боровский Е.В. Терапевтическая стоматология / Е.В. Боровский, В. С. Иванов, Г.В. Банченко [и др.]. – М: «Медицинское информационное агентство», 2003. – 840 с.: ил.

22. Быков В.Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека: учеб. пособие / В.Л. Быков. – 2-е изд., исправленное. – СПб: Специальная литература, 1998. – 248с.
23. Быков В. Л. Эпителиальные остатки малассе: тканевая, клеточная и молекулярная биология / В. Л. Быков // Морфология. – 2003. – Т. 124, № 4. – С. 95-103.
24. Вавилова Т.П. Биохимия тканей и жидкостей полости рта: учеб. Пособие / Т.П. Вавилова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 208с.: ил.
25. Васильев А.Ю. Лучевая диагностика в стоматологии: монография / А. Ю. Васильев, Ю.И. Воробьев, В.П. Трутень. – М.: Медика, 2007. – 496 с.: ил.
26. Вивчення мікротвердості емалі та дентину різців у нормі і при патологічних станах // Є.В. Ковальов, М.А. Шундрік, Л.С. Шундрік, В.С. Амосова / Український стоматологічний альманах. – 2012. – № 6. – С. 25-28.
27. Воронин В.В. Две модели обоснования этиологии кариеса с позиции системного подхода / В.В. Воронин, В.К. Леонтьев, В.Т. Шестаков // Стоматология. – 2001. – №6. – С. 15-17.
28. Гайворонский И.В. Анатомия зубов человека: учеб. пособие / И. В. Гайворонский, Т.Б. Петрова. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2005. – 56 с.
29. Гасюк П.А. Морфологія первинної мінералізації емалі на етапі амелогенезу / П.А. Гасюк, Н.В. Ройко // Буковинський медичний вісник. – 2012. – Т. 16, № 2(62). – С. 47-50.
30. Гасюк А.П. Морфо- та гістогенез основних стоматологічних захворювань / А.П. Гасюк, В.І. Шепітько, В.М. Ждан. – Полтава, 2008. – 94 с.
31. Гасюк А.П. Пульпа зуба в норме и при патологии / А.П. Гасюк, М.Д. Король, Т.В. Новосельцева. – Полтава: ИИА «Астрея», 2004. – 140 с.
32. Гасюк П. А. Ультраструктурна та хімічна організація емалі та дентину ікол / П. А. Гасюк, УМСА // Вісник проблем біології і медицини. – 2006. – № 1. – С. 103-107.

33. Гамзаев Б.М. К моделированию движения зубного ликвора / Б.М. Гамзаев // Новое в стоматологии. – 2004. – №1(117). – С. 44-46.
34. Гафаров В.Г. Факторы риска в возникновении некариозных поражений зубов и их профилактика / В.Г. Гафаров, Н.Х. Мирзагулов, Э.Н. Паредес // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2006. – № 3(4). – С. 26-27.
35. Гемонов В.В. Атлас по гистологии и эмбриологии органов ротовой полости и зубов / Гемонов В.В., Лаврова З.Н., Фалин Л.И. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2003. – 96 с.: ил.
36. Гемонов В.В. Развитие и строение органов полости рта и зубов / В.В. Гемонов, В.В. Лаврова, Л.И. Фалин. – М.: Медицина, 2002. – 185 с.
37. Гидроксиапатитовая структура / В.П. Орловский, Г.Е. Суханов, Ж.А. Ежова, Г.В. Родичева // Журнал всесоюзного химического общества. – 1991. – Т. XXXVI, №6. – С. 683-689.
38. Гистология: учебник / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышев. – ГЭОТАР-МЕД», 2002. – 672 с.
39. Горбунова И.Л. Клиническая анатомия зубов человека / И.Л. Горбунова. – М.: Медицинская книга, 2006. – 136 с.: ил.
40. Горбунова И. Л. Исследование минеральной компоненты эмали в лицах с различным уровнем устойчивости к кариесу / И. Л. Горбунова // патология для всех. – 2006. – № 4. – С. 6-9.
41. Гриценко Н.Н. Разработка универсального пакета обработки и анализа изображений / Н.Н. Гриценко, Н.В. Ульянычев // Информатика и системы управления. – 2010. – № 2. — С. 76-80.
42. Гришин С. Воссоздание трехмерной оптической модели тканей зубов / С. Гришин // ДентАрт. – 2008. – № 2. – С. 34-38.
43. Гришин С. Оптические свойства эмали / С. Гришин // Дент Арт. – 2008 – № 2. – С. 34-38.
44. Грошиков М.И. Некариозные поражения тканей зуба / М.И. Грошиков. – М.: Медицина, 1985. – 172 с.

45. Гусельников Е.В. Основные подходы в диагностике и терапии заболеваний ротовой полости собак и кошек / Е.В Гусельников // Ветеринарная Практика. – 1997. – №1. – С. 17-23.
46. Данилина Т.Ф. Микротвердость тканей зуба как показатель их функциональной устойчивости в норме и при патологических состояниях / Т.Ф. Данилина, В.П. Багмутов, Ю.И. Славский // Стоматология. – 1998. – Т. 77, №3. – С. 9-11.
47. Денисова Л.А. Акустическая гистология тканей зуба / Л.А. Денисова // Стоматология. – 2004. – № 1. – С. 4-8.
48. Донский Г. И. Экспериментальная оценка возрастных особенностей микротвердости дентина / Г.И. Донский, О.Н. Чепурняк // Вісник стоматології. – 2000. – № 3. – С. 8-10.
49. Дрожжина В.А. Взаимосвязь некариозных поражений зубов /ерозий, клиновидных дефектов и сочетанных форм поражения/ с нарушениями гормонального и минерального гомеостаза у женщин / В.А. Дрожжина, В.Н. Кустаров, Г.Е. Соловьева-Савоярова // Институт стоматологии. – 2007. – № 3. – С. 104-107.
50. Егоров И.В. Клиническая анатомия человека: учеб. пособ. / И.В. Егоров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ПЕРСЭ; Логос, 2003. – 688 с.: ил.
51. Зеленевский Н.В. Анатомия собаки / Н.В. Зеленевский. – СПб: Право и управление, 1997. – 344 с.
52. Исследование эмали и дентина на ранних стадиях экспериментального алиментарного кариеса зубов / В. В. Паникаровский, А.А. Прохончуков, А. В. Гранин, В. С. Воробьев // Экспериментальная и клиническая стоматология (Материалы юбилейной сессии) / Центральный научно-исследовательский институт стоматологии; ред. А.И. Рыбаков, А.И. Евдокимов, А.В. Гранин и др. – М., 1968. – С. 104-108.
53. Кариес зубов: учеб. пособ. / Ю.М. Максимовский, Т.В. Ульянова, В.М. Гринин и др. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 80 с.

54. Кариес у собак и кошек / А.И. Фролова, А.А. Петрова, Р.Х. Равилов [и др.] // Ветеринария Поволжья. – 2002. – №2. – С. 22-24
55. Келликер Р.А. Микроскопическая анатомия человека. / Р.А. Келликер – М.: В Университетской типографии (Катков и Ко.), 1866. – 163 с.
56. Келликер Р.А. Основы истории развития человека и высших животных: Для студентов и врачей / Р.А. Келликер. – Санкт-Петербург: Б.и., 1882. – 384 с.
57. Клемин В. А. Морфофункциональная и клиническая оценка зубов с дефектами твердых тканей / В.А. Клемин, А.В. Борисенко, П.В. Ищенко. – М.: МЕД пресс-информ, 2004. – 112 с.
58. Климов А.Ф. Анатомия домашних животных / А.Ф. Климов, А.И. Акаевский. – СПб: Лань, 2003. – 1040 с.
59. Клинические классификации, применяемые в клинической стоматологии: учеб. пособ. / Т.В. Моторкина, С.В. Дмитриенко, А.И. Краюшкин. – Волгоград, 2005. – 64 с.
60. Ковалев Є.В. Пульпіт. Патоморфологія. Клініка. Лікування: учебов. посіб. / Є.В. Ковалев, В.М. Петрушанко, А.І. Сидорова. – Полтава, 1998. – 118 с.
61. Ковалев Є.В. Структурний аналіз пульпи зубів людини в нормі та при пародонтозі: автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматологія» / Є.В. Ковалев. – Полтава; М.: 1978. – 20 с.
62. Ковач И. В. Физиологическая резистентность тканей полости рта / И. В. Ковач, О. Н. Воскресенский // Вісник стоматології. – 2007. – № 5. – С 2-7.
63. Ковешников В. Г. Морфология зубов / В.Г. Ковешников, К.А. Фомина, В.И. Лузин, В.Б. Возный. – Луганск: ООО «Виртуальная реальность», 2011. – 192 с.

64. Кодола Н.А. Пародонтоз. Ультраструктура десны и пульпы / Н.А. Кодола, О.А. Хомутовский, Т.Д. Центило. – К.: Наук, думка, 1980. – 320 с.
65. Колесников Л.Л. Наши зубы: прошлое и настоящее / Л.Л. Колесников. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 64 с.
66. Колесников Л.Л. Анатомия зубов: учеб. пособие / Л.Л. Колесников, А.В. Чукбар. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Медицина XXI; Практическая медицина, 2007. – 48 с., ил.
67. Колмаков С. Внутриротовая цифровая радиография для практического врача-стоматолога / С. Колмаков, К. Вураки, А. Несмиянов // Клиническая имплантология. – 1997. – № 2. – С. 43-50.
68. Коршунов А.П. Физико-химические аспекты транспорта ионов через эмаль зубов / А.П. Коршунов, В.Г. Сунцов, А.Н. Питаева [и др.] // Стоматология. – 2000. – № 4. – С. 6-8.
69. Костиленко Ю.П. Анатомия органов пищеварительной системы / Ю. П. Костиленко. – Полтава: УМСА, 2003. – 122 с.
70. Костиленко Ю.П. Вопрос о природе альтерации дентина при кариесе зубов / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко, К.А. Удальцова // Дент Арт. – 2009. – № 3. – С. 12-16.
71. Костиленко Ю.П. Комплексная морфологическая характеристика среднего кариеса / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Таврический медико-биологический вестник / КГМУ им. С.И. Георгиевского. – 2006. – Т. 9. – С. 83-88.
72. Костиленко Ю.П. Метод изготовления препаратов прижизненно сохраненных зубов для многоцелевых исследований / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2004. – Т. 3, № 2. – С. 63-65.
73. Костиленко Ю.П. Метод изготовления гистологических препаратов, равноценных полутонким срезам большой обзорной поверхности, для многоцелевых исследований / Ю.П. Костиленко,

И.В. Бойко, И.И. Старченко, А.К. Прилуцкий // Морфология. – 2007. – №5. – С. 94-95.

74. Костиленко Ю.П. Структура барьерных тканевых элементов, обеспечивающих иммуногенную привилегированность развивающейся и зрелой эмали зубов человека / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Український стоматологічний альманах. – 2004. – № 5/6. – С. 5-8.

75. Костиленко Ю.П. Структура зубной эмали и ее связь с дентином / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Стоматология. – 2005. – №5. – С. 10-13.

76. Костиленко Ю.П. Структура эмали и проблема кариеса / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко. – Полтава: Укрпромторгсервис, 2007. – 53 с.

77. Костиленко Ю.П. Структурное обеспечение обменных процессов в дентине / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Український стоматологічний альманах. – 2003. – № 5. – С. 4-7.

78. Костиленко Ю.П. Структурное обеспечение трофики внутреннего эпителия эмалевого органа зубных зачатков человека / Ю.П. Костиленко, А.К. Прилуцкий // Вісник морфології. – 2003. – № 9. – С. 127-173.

79. Костиленко Ю.П. Структурные признаки латентной стадии кариеса зубов человека / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко, В. Коваль // Дент Арт. – 2008. – 2008. – № 4. – С. 28-31.

80. Костиленко Ю.П. Устойчивость зубной эмали к кальцинирующим реагентам в контексте этиопатогенеза кариеса / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Дент Арт. – 2007. – № 3. – С. 24-29.

81. Костиленко Ю.П. Опосредовано связующие структуры между дентином и эмалью постоянных зубов человека / Ю.П. Костиленко, И.В. Бойко // Вісник проблем біології і медицини. – 2011. – Вип. 2, Т. 2. – С. 137-140.

82. Костиленко Ю.П. Особенности альтерации твердых тканей постоянных зубов человека при контактном кариесе / Ю.П. Костиленко, А.И. Петренко // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2010. – Т. 10. – Вин. 1(29). – С. 141-146.

83. Коэн С. Эндодонтия: пер. с англ. / С. Коэн, Р. Бернс. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: STBOOK, 2007. – 1021 с., ил.
84. Краснова Е.А. Влияние остеовита на развитие экспериментального кариеса у крыс / Е.А. Краснова, О.В. Деньга – Таврический медико-биологический вестник, 2011. – С. 96-98.
85. Крымова Т.Г. Экспериментальные исследования элементарного состава зубов методом СР-МС в целях выявления возможностей использования его для диагностики медико-биологических признаков человека / Т.Г. Крымова, В.Н. Балин, В.В. Колкутин и др. // Стоматолог. – 2007. – № 1. – С. 31-34.
86. Куин А.А. Качественная оценка терапии кариеса с позиций микроструктуры и динамики минерального обмена эмали зубов / А.А. Куин // 40 лет кафедры терапевтической стоматологии. Юбилейный сборник. – Воронеж, 1999. – С. 8-12.
87. Курякина Н. В. Терапевтическая стоматология детского возраста / Н. В. Курякина. – Н.Новгород: Издательство НГМА, 2002. – 180 с.
88. Лабораторные исследования дентина после препарирования / Л.М. Максимовская, О.В. Золотарева, А.С. Григорьян, А.К. Топоркова // Институт стоматологии. – 2007. – № 1. – С. 126-127.
89. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. – К. МОРИОН, 2001. – 408 с.
90. Леонтьев В.К. Структурная неоднородность эмали и ее роль в патогенезе кариеса зубов / В.К. Леонтьев // Стоматология. – 1977. – №4. – С. 9-10.
91. Леус П.А. Заболевания зубов и полости рта / П.А. Леус, А.А. Горегляд, И.О. Чудакова. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 288 с.: ил.
92. Леус П.А. Некариозные болезни твердых тканей зубов / П.А. Леус. – Минск: БГМУ, 2008. – 56 с.

93. Леус П. А. Отложения на зубах. Роль зубного налета в физиологии и патологии полости рта: учеб.-метод. пособие / П. А. Леус. – Минск: БГМУ, 2007. – 32 с.
94. Леус П.А. Сравнительная морфологическая характеристика кариесподобных поражений эмали. / П.А. Леус, В.М. Галченко // Стоматология. – 1983. – №2. – С. 10-13.
95. Логинова Н.К. Физиология эмали и дентина / Н.К. Логинова, А.Г. Колесник, В.С. Бартенев // Стоматология. – 2006. – Т. 85, № 4. – С. 60-68.
96. Луцкая И.К. Интерференционная микроскопия эмали зубов человека в различных возрастных периодах / И.К. Луцкая // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1998. – №8. – С. 68-72.
97. Луцкая И.К. Механизмы формирования очага поверхностной деминерализации эмали / И.К. Луцкая // Новое в стоматологии. – 1998. – №9. – С. 8-19.
98. Лучевая диагностика в стоматологии: учеб. пособ. / А.Ю. Васильев, Ю.И. Воробьев, Н.С. Серова [и др.]. – М.: «ГЕОТАР-Медиа», 2008. – 176 с.:
99. Максимовская Л.Н. Изменение минерального состава эмали при начальных стадиях кариеса и кариесподобных поражений зубов: дис. ... канд. мед. наук / Л.Н. Максимовская. – М., 1982. – 186 с.
100. Максимовский Ю.М. Кариес зубов / Ю.М. Максимовский. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 76 с.
101. Мамедова Ф.М. Микроскопическая анатомия корня зуба: [Атлас] / Ф.М. Мамедова, В.А. Крахмалев. – Ташкент: Медицина, 1988. – 112 с.
102. Марченко А.И. Изучение ультраструктуры поверхности эмали зубов человека с помощью растровой электронной микроскопии / А.И. Марченко, Н.А. Зелинская, В.Я. Даценко // Стоматология. – 1990. – №3. – С. 6-8.

103. Масловский А.С. Способ определения геометрических параметров коронки зуба человека / А.С. Масловский, С.А. Кулиш, О.Г. Аврунин // Вітчизняна та світова медицина: вимоги сьогодення: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Дніпропетровськ, 9-10 жовтня 2015 р. – Днепропетровск, 2015. – С. 27-28.
104. Модринская Ю. В. Методы прогнозирования кариеса зубов: учеб. метод. пособие / Ю. В. Модринская. – Минск: БГМУ, 2006. – 31 с.
105. Молехин А.В. Измерение физико-химических и структурных свойств эмали и дентина зубов под влиянием функциональной нагрузки; автореф. дис. на соискание ученой степени доктора мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматология» / А.В. Молехин. – К., 1998. – 38 с.
106. Московский А.В. Нейроэндокринные клетки в пульпе зуба в норме и при патологии / А.В. Московский // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2007. – Т. 144, № 9. – С. 317-320.
107. Некариозные поражение зубов: метод. реком. / В.К. Патрикеев, М.И. Грошиков, С.И. Вареников [и др.] – М., 1973. – 42 с.
108. Николишин А.К. Современная эндодонтия практического врача / А.К. Николишин. – Полтава: «Дивосвіт», 2007. – 236с.: ил. 96.
109. Ниманд Х.Г. Болезни собак / Х.Г. Ниманд, Г.Б. Сутер. – М.: Аквариум Принт, 2004. – 816 с.
110. Ниманд Х.Г. Болезни собак. Практическое руководство для ветеринарных врачей / Х.Г. Ниманд, П.Ф. Сутер. – М.: Аквариум, 1998. – 825 с.
111. Овруцкий Г.Д. Иммунология кариеса зубов / Овруцкий Г.Д., Марченко А.И., Зелинская Н.А. – К.: Здоровья, 1991. – 96 с.
112. Окушко В.Р. Зуб в качестве реликта наружного скелета / В.Р. Окушко // Новое в стоматологии. – 2002. – № 6 (106). – С. 29-33.
113. Окушко В.Р. Результаты изучения механизмов резистентности зуба / В.Р. Окушко // Стоматология. – 1985. – Т.64, №2. – С.83-85.

114. Окушко В.Р. Физиология эмали и проблема кариеса зубов / В.Р. Окушко. – Кишенев: Штиинца, 1989. – 80 с.
115. Окушко В. Р. Фундаментальная одонтология и кариозная болезнь / В.Р. Окушко // Дент Арт. – 2010. – № 3. – С. 71-74.
116. Особенности взаимодействия физических и химических факторов при формировании дефектов твердых тканей зуба / Д.Р. Шиленко, Н.А. Алпатов, Л.А. Алпатова, М.М. Матюшенко // Світ медицини та біології. – 2008. – №3. – С. 136-142.
117. Павленко С.А. Удосконалення методу морфологічного дослідження пульпи зуба / С.А. Павленко // Український стоматологічний альманах. – 2001. – №3. – С. 15-16.
118. Пахомов И.А. Морфология зуба / И.А. Пахомов. – СПб: Бимед, 1998. – 220 с.
119. Петренко О.Ф. До питання про хвороби зубів у собак і котів / О.Ф. Петренко // Вет. медицина України. – 1998. – №10. – С. 16-18.
120. Петрова А.Л. Лечение кариеса зубов у собак / А.Л. Петрова // XV Международный ветеринарный конгресс: материалы конгресса. – М., 2007. – С. 59-60.
121. Пат. 70343 Україна, МПК A61B10/00, A61C19/04, G01N1/28. Спосіб дослідження анатомічної та морфологічної будови пульпової камери, кореневих каналів, системи їх розгалуження та анастомозів різних груп зубів / Новікова Н.М., Новіков Є.М.; заявник і власник патенту Новікова Н.М., Новіков Є.М.; заявл. 04.11.2011; опубл. 11.06.2012.
122. Петренко А.И. Характер альтерации твердых тканей зубов человека при физиологическом истирании эмали / А.И. Петренко // Український стоматологічний альманах. — 2010. – Т.1, № 2. – С.40-43.
123. Петренко А.И. Структура твердых тканей зубов человека в норме, а также при кариесе и некоторых формах некариозного поражения: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.01 / Алена Ивановна Петренко. – Полтава, 2011. – 199 с.

124. Петрин А.Н. Наследственные аномалии развития эмали / А.Н. Петрин, Л.В. Акуленко, Л.В. Тарлычева // Стоматолог. – 2008. – № 10. – С. 41-46.
125. Петрин А.Н. Наследственные аномалии развития эмали и дентина: обзор литературы / А.Н. Петрин, Л.В. Акуленко // Российский стоматологический журнал. – 2009. – № 6. – С. 49-51.
126. Пикалюк В.С. Методичні аспекти дослідження скелету людини і тварин / В.С. Пикалюк. – Сімферополь, 2008. – 272 с.
127. Пилипченко В.І. Використання елементів вищої математики в медико-біологічних дослідженнях / В.І. Пилипченко: Навчальний посібник. – Полтава, 2005. – 68 с.
128. Погабало И.В. Иммунологические реакции пульпы на бактериальную инфекцию // Новое в стоматологии. – 2002. - № 7. – С. 37-41.
129. Рабсон А. Основы медицинской иммунологии / А. Рабсон, А. Ройт, П. Дельвз. – Пер. с англ. – М.: Мир, 2006. – 320 с.: ил.
130. Родзаевская Е.Б. Развитие и гистофизиология зубочелюстного аппарата человека / Е.Б. Родзаевская, Г.П. Воробьёва, Н.В. Богомолова. – Саратов: Изд-во СГМУ, 2004. – 141 с.
131. Радиовизиография в терапевтической стоматологии / Н.А. Рабухина, И.М. Рабинович, Н.В. Диенер [и др.] // Стоматология для всех. – 1997. – № 1. – С. 18-20.
132. Рогацкин Д.В. Искусство рентгенографии зубов / Д.В. Рогацкин, Н.В. Гинали. – М.: STBOOK, 2007. – 200 с.: ил.
133. Самусев Р.П. Основы клинической морфологии зубов / Р.П. Самусев, С.В. Дмитренко, А.И. Краюшкин. – М.: ОНИКС 21 век, 2002. – 368 с.
134. Сарбаш Д.В. Клінічні форми прояву та етіологія зубощелепних уражень у собак / Д.В. Сарбаш, К.А. Синяговська // Вісник Білоцерківського держ. аграр. ун-ту. – 2005. – Вип. 34. – С. 157-164.

135. Сирак С. В. Изучение морфологических изменений в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита / С.В. Сирак, А.Г. Сирак., И.А. Копылова [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2011. – Т. 23. – № 3. – С. 29-33.
136. Сирак А. Г. Морффункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций / А.Г. Сирак, С.В. Сирак // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2;
137. Скрипников П.Н. Метаболизм, структура и функции белков эмали / П.Н. Скрипников, А.П. Гасюк, К.С. Непорада // Український стоматологічний альманах. – 2001. – № 2. – С. 11-15.
138. Скрипніков П.М. Гістоструктура підвищених ділянок молярів людини в залежності від одонтогліфічного рисунку / П.М. Скрипніков // Вісник проблем біології і медицини. – 2004. – Вип. 2. – С. 95-99.
139. Справочник по болезням собак и кошек / В.И. Федюк, И.Д. Александров, Т.Н. Дерезина, А.М. Ермаков. – Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 352с.
140. Старченко І.І. Морфологічна характеристика динаміки топологічних перетворень зародкових структур зубних зачатків у внутрішньоутробному розвитку людини: автореф. Дис. на здобуття ступеня док. мед. наук: спец. 14.03.01 «Нормальна анатомія» / І.І. Старченко. – Харків, 2010. – 32 с.
141. Стоматология собак / В.В Фролов, А.А. Волков, В.В. Анников, О.В. Бейдик. – М.: Аквариум-Принт, 2006. – 288 с.
142. Строяковська О. Н. Тайны интактного и кариозного дентина / О.Н. Строяковська, Ю.Н. Паламарчук, Ю.Л. Романенкова // Современная стоматология. – 2003. – № 3. – С. 126-128.

143. Терапевтическая стоматология: учеб. для студ. мед. вузов / Е.В. Боровский, В.С. Иванов, Г.В. Банченко [и др.]; ред. Е.В. Боровского. – М.: «Медицинское информационное агентство», 2003. – 840с.: ил.
144. Терапевтическая стоматология: нац. Руководство / под ред. Л.Л. Дмитриевой, Ю.М. Максимовского – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 912 с.
145. Терапевтическая стоматология: учебник / Е.Б. Боровский, В.С. Иванов, Ю.М. Максимовский, Л.Н. Максимовская; под ред. Е.Б. Боровского, Ю.М. Максимовского. – М.: Медицина, 1999. – 736 с.
146. Терапевтическая стоматология: учебник / под ред. Ю.М. Максимовского. – М.: Медицина, 2002. – 640 с: ил.
147. Терапевтическая стоматология: учебник для студентов высших мед. учеб. заведений III-IV уровней аккредитации в 4-х томах. Т. 2: Кариес. Пульп. Периодонтит. Ротовой сепсис / Н.Ф. Данилевский, А.В. Борисенко, А.М. Политун [и др.]; под ред, А.В. Борисенко. – К.: Медицина, – 2010. – 543 с.
148. Терапевтична стоматологія: підручник для стомат. факульт. вищ. мед. навч. закладів IV рівня акредитації Т.1 / А.К. Ніколішин, В.М. Ждан, А.В. Борисенко [та ін.] за ред. А.К. Ніколішина; УМСА. – Полтава: Дивосвіт, 2005. – 390 с.
149. Терехова Л.М. Экспериментальный кариес у животных, получавших кортикостериоиды / Л.М. Терехова // Кариес зуба и иммунологическое состояние организма. – Минск, 1979. – С. 31-36.
150. Тимофеев С.В. Стоматология животных / С.В. Тимофеев. – М.: Агропром, 2006. – 120 с.
151. Тихонова С.М. Выявление факторов риска и ранних стадий кариозной болезни: дис. ... канд. мед. наук / С.М. Тихонова. – Минск, 2003. – 130 с.
152. Ткаченко І.М. Етіологічні чинники в розвитку патологічної стертості емалі зубів / І.М. Ткаченко // Вісник проблем біології і медицини. – 2011. – Вип. 2, Т. 1. – С. 48-51.

153. Ткаченко І.М. Визначення щільності емалі зубів, як критерію виникнення підвищеної стертості зубів / І.М. Ткаченко // Світ медицини та біології. – 2012. – № 2. – С. 166-170.
154. Ткаченко І.М. Дослідження кореляційних зв'язків морфологічного та мікроелементного складу емалі зубів при фізіологічній стертості / І.М. Ткаченко, М. Скорик // Вісник проблем біології і медицини. – 2012. – Вип. 2, Т. 2(93). – С. 256-260.
155. Ткаченко І.М. Дослідження взаємозв'язку структурних компонентів емалі при підвищенні і фізіологічній стертості зубів / І.М. Ткаченко, М. Скорик // Український стоматологічний альманах. – 2012. – №4. – С. 15-18.
156. Ткаченко І.М. Особливості дослідження щільності та структурної особливості емалі при підвищенні і фізіологічній стертості зубів / І.М. Ткаченко, Д.М. Король // Український стоматологічний альманах. – 2012. – №1. – С. 18-21.
157. Удовицкая Е.В. Эндокринологические аспекты в стоматологии / Е.В. Удовицкая. – М.: Медицина, 1975. – 191 с.
158. Тронстад Л. Клиническая эндодонтия: пер. с англ. / Л. Тронстад; под ред. Т.В. Виноградовой. – 2-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 288 с.: ил.
159. Удельцова К.А. Структура интактных и пораженных кариесом твердых тканей молочных зубов человека: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.01 / Кристина Александровна Удельцова. – Полтава, 2010. – 165 с.
160. Удельцова К.А. Структура интактных dentина и эмали молочных зубов человека / К. А. Удельцова // Світ медицини та біології – 2008. – № 4. – С. 70-76.
161. Фалин Л.И. Гистология и эмбриология полости рта и зубов / Л.И. Фалин. – М.: Медгиз, 1963 – 219 с.

162. Фастовець О.О. Морфологічні особливості емалі і дентину при різних формах стирання зубів / О.О. Фастовець // Вісник стоматології. – 2006. – № 1. – С. 89-91.
163. Федоров Ю.А. Клиника, диагностика и лечение некариозных поражений зубов / Ю.А. Федоров, В.А. Дрожжина // Новое в стоматологии. – 1997. – № 10/97(60). – С. 7-145.
164. Фролов В.В. Болезни зубов и полости рта у собак / В.В. Фролов. – М.: Аквариум Бук, 2003. – 96 с.
165. Фролов В.В. Морфофункциональная характеристика зубочелюстного аппарата у собак и факторы риска его повреждений: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора биол. наук / В.В. Фролов. – Москва, 2009. – 50 с.
166. Фролов В.В. Распространение заболеваний зубочелюстной системы у собак / В.В. Фролов // Ветеринария Поволжья. – 2002. – №3. – С. 33-35.
167. Фролов, В. В. Стоматология собак / В.В Фролов, А.А. Волков, В.В. Анников, О.В. Бейдик. М.: Аквариум-Принт, 2006. – 288 с.
168. Хэм А. Гистология: пер. с англ.: в 5 т. Т. 3 / А. Хэм, Д. Кормак. – М.: Мир, 1983. – 293 с.: ил.
169. Цимбалистов А. В. Морфологические предпосылки особенностей лечения твердых тканей зубов при основных стоматологических заболеваниях / А.В. Цимбалистов, В.Д. Жидких, Р.А. Садиков // Стоматолог. – 2002. – № 12. – С. 7-10.
170. Черняк В.В. Клініко-морфологічні особливості каріесу дентину молярів в залежності від їх одонтогліфічного малюнку / В.В. Черняк // Вісник Української медичної стоматологічної академії «Актуальні проблеми сучасної медицини». – 2007. – №4, вип. 7. – С. 68-71.
171. Черняк В.В. Морфогенез передкаріозних процесів та каріесу емалі / В.В. Черняк, Т.В. Новосельцева, Н.В. Ройко, О.П. Костиренко // Світ медицини та біології. – 2007. – №3. – С. 38-41.

172. Черняк В.В. Морфологічні особливості карієсу в залежності від одонтогліфічного візерунку молярів / В.В. Черняк, О.П. Костиренко // Вісник проблем біології і медицини. – 2006. – вип. 4. – С. 82-85.
173. Черняк В.В. Розвиток карієсу молярів в аспекті антропологічних показників різних класів зубів / В.В. Черняк // Світ медицини та біології. – 2008. – №2. – С. 98-101.
174. Шайда Л.П. Кальцификаты пульпы зубов (обзор литературы и собственные клинические наблюдения) / Л.П. Шайда, З.П. Дегтярева, С.В. Стягайло // Стоматолог. – 2004. – № 8. – С. 10-13.
175. Шмальгаузен И.И. Основы сравнительной анатомии позвоночных животных / И.И. Шмальгаузен – М.: Советская наука – 1947. – С. 540.
176. Ярова С.П. Современные методы диагностики некариозных поражений твердых тканей зубов / С.П. Ярова, И.И. Заболотная, Ш.С. Гензицкая // Український стоматологічний альманах. – 2009. – № 6. – С. 38-43.
177. A method for making histological preparations equivalent to semithin sections with large examination areas for multipurpose morphological studies / Y.P. Kostilenko, I.V. Boiko, I.I. Starchenko, A.K. Prilutskii // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2008. – Vol. 38, №. 9. – P. 897-899.
178. Analysis on the nature of thermally induced deformation in human dentine by electronic speckle pattern interferometry (ESPI) / A. Kishen, V.M. Murukeshan, V. Krishnakumar et al. // J. Dent. – 2001. – № 8. – P. 531- 537.
179. Andrea M.J. Amelogenesis imperfect: a classification and catalogue for the 21st century / M.J. Andrea, R. Savariarayan, P.J.M. Crawford // Oral Dis. – 2003. – № 9. – P. 19.
180. Baratella L. Macrophages and apoptosis in the stellate reticulum of the rat enamel organ / L. Baratella, V. E. Arana-Chavez, E. Katchburian // J. Anat. – 2000. – Vol.197, Pt. 2. – P. 303-306.

181. Batchelor P. A. Cropping of tooth surfaces by susceptibility to caries: a study in 15-16 year old children / P. A. Batchelor, A. Sheiham // BMC Oral Health. – 2004. – № 4. – P. 1-2.
182. Baume L.J. The biology of pulp and dentine / L.J. Baume. – Monographs in Oral science, ed. H.M. Myers. Basel: Karger, 1980. – 246 p.
183. Biologically active molecules and dental tissue repair: a comparative review of reactionary and reparative dentinogenesis with the induction of odontoblast differentiation in vitro / H. Lesot, A.J. Smith, D. Tziaras [et al.] // Cell and Materials, 1994. – Vol. 4. – P. 199-218.
184. Black G.V. Descriptive anatomy of the human teeth, 4th edition / G.V Black // Philadelphia: SS White Dental Manufacturing Co. – 1897. – 403 p.
185. Bowen W.H. Influence of desalivation in rats on incidence of caries in intact cagemates / W.H. Bowen, K.M. Madison, S.K. Pearson // J. Dent. Res. – 1988. – Vol. 67. – P. 1316-1318.
186. Cameriere R. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study / R. Cameriere, L. Ferrante, M. Cingolani H J. Forensic Sci. – 2004. – Vol. 49, № 2. – P. 317-319.
187. Caufield P. W. Initial acquisition of mutans streptococci by infants: evidence for a discrete window of infectivity / P.W. Caufield, G.R. Cutter, A.P. Dasanayake // Journal of Dental Research. – 1993. – Vol. 72. – P. 37-45.
188. Chen S. K., Hollender L. Detector response and exposure control of the Radio Visio Graphy system (RVG 32000 ZHR) / S. K.Chen, L. Hollender. // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol. – 1993. – № 76. – P. 104-111.
189. Comparison of intra-oral digital and film radiography for diagnosis of periapical bone lesions / T. Luostarinen, T. Tammisalo, K. Vahatalo, E. Tammisalo // Dentomaxillofac Radiol. – 1995. – № 24. – P. 92-93.
190. Deletion of dentin matrix protein-I leads a partial failure of maturation of predentin into dentin, hypomineralization, and expanded cavities of pulp and root canal during postnatal tooth development / L. Ye, M. MacDougall, S. Zhang et al. // J. Biol. Chem. – 2004. – Vol. 279, № 18. – P. 19141-19148.

191. Dental caries in rats associated with *Candida albicans* / T. Klinke, B. Guggenheim, W. Klimm [et al.] // *Caries Res.* – 2011. – Vol.45, №2. – P. 100-106.
192. Dental enamel defects in coeliac disease / Bellinger A., Hughes C., Kumar P., [et al.] // *Lancet.* – 1994. – №8891. – P. 230-231.
193. Dental pulp cells provide neurotrophic support for dopaminergic neurons and differentiate into neurons in vitro; implications for tissue engineering and repair in the nervous system / I.V. Nosrat, C.A. Smith, P. Mullally et all. // *Eur. J. Neurosci.* – 2004. – Vol. 19, № 9. – P. 2388-2398.
194. Dentin sialophosphoprotein knockout mouse teeth display widened predentin zone and develop defective dentin mineralization similar to human dentinogenesis imperfecta type III / I. Sreenath, T. Thyagarajan, B. Hall et al. // *J. Biol Chem.* – 2003. – Vol. 27. – P. 24874-24880.
195. Deutsch D. Structure and function of enamel gene products / D. Deutsch // *The Anatomical Record.* – 1989. – Vol. 224. – P. 189-210.
196. Differentiation and induction of undifferentiated mesenchymal cells in tooth and periodontal tissue during wound healing and regeneration / T. Yamamura, M. Shimono, H. Koike, M. Terao // *Bulletin of the Tokyo Dental College*, 1980. – Vol. 21. – P. 181-222.
197. Effect of iron containing supplements on rats' dental caries progression / A. Eshghi, R. Kowsari-Isfahan, M. Rezaiefar [et al.] // *J. Dent. (Tehran).* – 2012. – Vol.9, №1. – P. 14-19.
198. Effect of stress on acid dissolution of enamel / D. Palamara, J.E, Palamara, M.J. Tyas et al. // *Dent Mater.* – 2001. – Vol. 17(2). – P. 109-115.
199. Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention / A. Lussi, E. Hellwig, D. Zero, T. Jaeggi // *Am J Dent.* – 2006. – Vol. 19(6). – P. 319-325.
200. Experimental induction of odontoblast differentiation / H. Lesot, C. Begue-Kim, M. D. Kubler [et al.] // *Cells and Materials*, 1993. – Vol. 3. – P. 201- 217.

201. Factors influencing the initiation of caries lesions in specific tooth surfaces over a 4-year period in children between the ages of 11-12 years and 15- 16 years / P. M. Dummer, S. J. Oliver, R. Jlicks [et al.] // J. Dent. – 1990. – Vol. 18, № 4. – P. 190-197.
202. Grippo J.O. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited. A new perspective on tooth surface lesions / J.O. Grippo, M. Simring, S. Schreiner // JADA. – 2004. – V.135. – P. 1109-1118.
203. Hargreaves K.M. Cohen's Pathways of the Pulp / K.M. Hargreaves, S. Cohen. – 10th edition. – Missouri: by Mosby, 2010. – 992 p.
204. Harley K. Tooth wear - dental erosion / K. Harley // British Dental Journal. – 1996. – Vol. 80, № 9. – P. 349-352.
205. Hartles R.L. Experimental dental caries in the albino rat, the production of carious lesions in animals maintained on a finely powdered purified diet containing 67% sucrose / R.L. Hartles, F.E. Lawton, G.L. Slack // British J. Nutrition. – 1956. – Vol.10. – P. 234-240.
206. Imfeld Thomas. Dental erosion. Definition, classification and links / Thomas Imfeld // Eur. J. Oral Sci. – 1996. – V.104. – P. 151-155.
207. Involvement of matrix metalloproteinases in the onset of dentin mineralization / S. Fanchon, K. Bourd, D. Septier et al. // Eur. J. Oral Sci. – 2004. – № 2. – P. 171-176.
208. Jenkins G.R. The physiology and biochemistry of the mouth / G.N. Jenkins. – 4th ed. – Oxford, 1978. – 599 p.
209. Kesel L.M. Oral and dental functional anatomy. Veterinary dentistry for the small animal technician / L.M. Kesel. – USA: State University Press, 2000. – 267 p.
210. König K.G. Effects of mastication and particle size of corn and sugar diets on caries-incidence in rats / K.G. König // Archives of Oral Biology. – 1961. – Vol.6(C). – P. 214-220.
211. Lakhtin Yu. V. Accumulation of heavy metals alveolar ridge on rats' jaws during excessive inflow of heavy metals / Yu. Lakhtin // Teoretyczne i

praktyczne innowacje w nauce: materiały Miedzynarodowej Naukowi-Praktycznej Konferencji (Gdańsk, 28 – 30.04.2012). – Gdańsk, 2012. – S. 97-98.

212. Larsen M. J. Dissolution of enamel / M. J. Larsen // Scand. J. Dent. Res. –1973. – № 81. – P. 518-522.

213. Maslovskyi O. Methods of determination of the geometric parameters of human's teeth crowns / O. Maslovskyi, S. Kulish, R. Kulish // Сяйво посмішки: збірник наукових праць науково-практичної стоматологічної конференції у рамках конкурсу / ХНМУ. – Харків, 2015. – C. 139-140.

214. Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale / S. Habelitz, S. J. Marshall, G. W. Marshall et al. // Arch Oral Biol Med . – 2001. – № 2. – P. 173-183.

215. Nanoindentation and storage of teeth / S. Habelitz, G. W. Marshall, M. Balooch et al. // J. Biomech. – 2002. – № 7. – P. 995-998.

216. Nanoindentation mapping of the mechanical properties of human molar tooth enamel / J. L. Cuy, A. B. Mann, K. J. Livi et al. // Arch. Oral Biol, – 2002. – Vol. 4. – P. 281-291.

217. Navia J.M. Sources of variability in rat caries studies: weaning age and diet fed during tooth eruption / J.M. Navia, H. Lopez // Journal of Dental Research. – 1977. – Vol.56, №3. – P. 222-227.

218. Odontoblast stimulation in ferrets by dentine matrix components / A.J. Smith, R.S. Tobias, N. Cassidy // Archives of Oral Biology, 1994. – Vol. 39. – P. 273-280.

219. Pan J. Clinical effect of the restoration for pathological tooth wear / J. Pan, J.D. Wang, Z.H. Yang // Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2006. – Vol. 41, № 12. – P. 715-718.

220. Ross M.H. Histology: Text and Atlas [4th Ed.] / Michael H. Ross, I. Gordon, P.A. Kaye // Lippincott Williams & Wilkins Wojciech, 2002. – 875 p.

221. Sequencing of bovine enamel in (tuftelin), a novel acidic enamel protein / D/ Deutsch, A. Palmon, L.W. Kolodny et al. // J. Biol. Chem. – 1991. – Vol. 266. – P. 16021-16028.

222. Smith A.J. Dentin formation and repair / A.J. Smith // Seltzer and Bender's dental pulp. – Chicago: Quintessence Publishing Co, 2002. – P. 41-62.
223. Smith A. J. Induction and regulation of crown dentinogenesis: embryonic events as a template for dental tissue repair / A. J. Smith, H. Lesot // Crit Rev. Oral Biol. Med. – 2001 – № 5. – P. 425-437.
224. Sognnaes R.F. Experimental rat caries; location, sequence and extent of carious lesions produced in the Norway rat when raised on a generally adequate, finely powdered, purified ration / R.F. Sognnaes // The Journal of nutrition. – 1949. – Vol.39, №2. – P. 139-146.
225. Stewart W.H. The incidence of dental caries in caries-susceptible and caries-resistant albino rats (*Rattus norvegicus*) when fed diets containing granulated and powdered sucrose / W.H. Stewart, C.A. Hoppert, H.R. Hunt // J. Dental Research. – 1953. – Vol.32. – P. 210-214.
226. Takano Y. Differential involvement of matrix vesicles during the initial and appositional mineralization processes in bone, dentin, and cementum / Y, Takano, H. Sakai, O. Balm et al. // Bone. – 2000. – 4. – P. 333-339.
227. Teaford M.F. Development, Function and Evolution of Teeth / M.F. Teaford, M.M. Smith, M-W.J. Ferguson. — Cambridge: Cambridge University Prist, 2000. – 314 p.
228. The effect of food hardness on the development of dental caries in alloxan-induced diabetic rats / Y. Nakahara, T. Sano, Y. Kodama [et al.] // J. Diabetes Res. – 2013. – Vol.2013. – P. 787084.
229. The role of organic tissue on the punch shear strength of human dentin / B.S. Lee, O.T. Hsieh, D.C. Chi et al. // J. Dent. – 2004. – 2. – P. 101-107.
230. Yamamura T. Differentiation of pulpal cells and inductive influences of various matrices with reference to pulpal wound healing / T. Yamamura // Journal of Dental Research, 1985. – Vol. 64 (spec, issue). – P. 530-540.
231. Yan W. Exogenous 3', 5'-cyclic diguanylic acid prevents caries formation in rats / W. Yan, D. Yang, B. Wu // Nan. Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao. – 2012. – Vol.32, №5. – P. 639-642.