

ЧЕПЕНДЮК ТАТЬЯНА АНАТОЛЬЕВНА

**МОРФО-ТОПОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ЛУНКИ ЗУБНОГО ЗАЧАТКА И ЕЁ СТРУКТУР**

14.03.01 – анатомия человека

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2018

Работа выполнена в ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Научный руководитель:

доктор медицинских наук,
профессор

Окушко Владимир Ростиславович

Официальные оппоненты:

Анисимова Елена Анатольевна - доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, кафедра анатомии человека, профессор кафедры

Железнов Лев Михайлович - доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Минздрава России, и.о. ректора университета

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2018 года, в _____ часов на заседании Диссертационного совета Д.208.040.01 при ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д.8, стр.2

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д. 37/1 и на сайте организации www.sechenov.ru

Автореферат разослан «_____» _____ 2018 года

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук, профессор

Салтыков Борис Борисович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Развитие зубочелюстной системы и, в частности, прорезывание постоянных зубов является важным элементом нормального развития ребенка (Cameron A. C., Widmer R. P., 2003). В тоже время акселерация физического развития «выражается в более раннем начале и окончании сроков прорезывания и ускорении темпов прорезывания» зубов (Николенко В.Н., Булкина Н. В., Полосухина Е. Н., 2007). Такое преждевременное прорезывание зубов неизбежно влечет за собой их высокую пораженность кариесом (Боровский Е.В., Леонтьев В.К., Иванов В.С., Максимовский Ю.М., 2001; Николенко В.Н., Булкина Н. В., Лепилин А.В., 2009), причем у многих до первого года жизни (Виноградова Т.Ф., Шаковец Н.В., 2011). Кроме того, существует также система доказательств того, что именно особенность развития одонтона современного человека и определяет его массовые стоматологические заболевания – кариес, пародонтит и аномалии прикуса (Окушко В.Р., 2014).

Известно, что структурные трансформации, происходящие в зубном зачатке в предэруптивном периоде, в значительной мере и определяют предрасположенность к стоматологическим заболеваниям и должны учитываться при планировании и проведении профилактических мероприятий (Боровский Е.В., Иванов В.С., Максимовский Ю.М., 2001). Процессы, происходящие в зубном зачатке, изучаются преимущественно на уровне микроморфологии (Бубнова Н.И., Виноградова Т.Ф., Батанова Е.В., 1994; Кузнецов С.Л., Торбек В.И., Деревянко В.Г., 2012) и в меньшей степени исследуется изменчивость лунки (крипты) зубного зачатка, в которой зуб закладывается, дифференцируется и из которой прорезывается. Именно поэтому возникла необходимость более детального изучения взаимосвязи морфо-топометрической изменчивости лунки зубного зачатка с процессом прорезывания.

В литературе имеются данные об изменчивости различных структурных элементов мозгового и лицевого черепа у детей (Перепелкин А.И., Краюшкин А.И., Туманова А.В., 2014; Анисимова Е.А., Филин Д.В., Гаврюшова Л.В., 2014; Сенникова Ж.В., Железнов Л.М., 2015; Ефимова Е.Ю., Краюшкин А.И., 2016;), тем не менее не выявлено материалов по изучению возрастной изменчивости морфо-топометрических параметров лунки (dental cleft), ее направляющего канала (gubernacular canal) и его отверстия, несмотря на наличие работ, касающихся гистологии направляющих каналов и их отверстий (James K., 2002; Ferreira A., 2013).

Данные о концентрации кальция и фосфора в компартментах зуба, развивающегося в лунке актуальны в связи с определением пути поступления минерализующих элементов в твердые ткани зубного зачатка, в процессе его обызвествления (Луцкая И.К., 1993).

В настоящее время лунка зубного зачатка и её структуры не рассматриваются в качестве структурно-функционального образования, имеющего собственные закономерности развития и функционального назначения.

В связи с вышеизложенными данными комплексное морфо-топометрическое изучение изменчивости лунки зубного зачатка и её структур представляется весьма значимым и актуальным.

Цель исследования - выявить закономерности морфо-топометрической изменчивости лунки зубного зачатка её структур на протяжении развития и прорезывания зуба.

Задачи исследования:

1. Изучить общие закономерности строения лунки зубного зачатка и её структур на основе исследования срезов челюстей свиньи.
2. Установить возрастную изменчивость размеров, формы и топографии отверстий направляющих каналов лунки зубного зачатка у детей по данным краниометрии.
3. Выделить стадии трансформации конфигурации лунки зубного зачатка в зависимости от этапов развития зубного зачатка по данным панорамной рентгенографии.
4. Выявить размерные характеристики лунки зубного зачатка методом компьютерной морфометрии ортопантомограмм.
5. Определить фосфорно-кальциевый состав интерстициальной жидкости в различных компартментах зубного зачатка и провести сравнительный анализ с фолликулярной жидкостью.

Научная новизна работы

Впервые разработаны оригинальные методы изучения зубного зачатка: топографо-анатомический метод, с поэтапным замораживанием объекта и компьютерная морфометрия ортопантомограмм.

Впервые по данным ортопантограмм определена первичность формирования лунки (крипты) зубного зачатка и последующее формирование минерализующегося зубного зачатка.

Впервые по данным панорамных рентгенограмм у детей 6-12 лет выявлены закономерности изменчивости конфигурации лунки (крипты): формирующаяся крипта, шаровидная, эллипсовидная и сегментированная.

Впервые на челюстях детей измерены продольно-поперечные размеры выходных отверстий направляющих каналов лунок зачатков постоянных зубов, выявлены их возрастная изменчивость, положение и форма.

Впервые установлена и описана локализация фолликулярной жидкости и количественно определена концентрация фосфора и кальция в ней и в различных компартментах зубного зачатка.

Впервые предложен способ оценки формирования зубного ряда, позволяющий корректировать формирование нормального зубного ряда (патент ПМР на изобретение №478 от 28.06.2016 г.).

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные результаты морфо-топометрической изменчивости лунки зубного зачатка существенно расширяют теоретические представления о её роли при перемещении зуба в связи с его прорезыванием и должны быть использованы при хирургических вмешательствах на ретинированных зубах, удалении сверхкомплектных зубов, резекциях верхушек корней соседних зубов, ортогнатических операциях.

Предложенная рабочая гипотеза прорезывания зубов позволит глубже разобраться механизмы патогенеза формирования кист прорезывания, фолликулярных кист и ретинированных зубов и разрабатывать новые алгоритмы их профилактики и лечения.

Знание концентрации кальция и фосфора в структурах зубного зачатка высоко значимо для понимания пути поступления минерализующих элементов из пульпы в твердые ткани зубного зачатка для повышения уровня резистентности эмали.

Данные о закономерностях формирования крипты и её возрастной трансформации важны для интерпретации ортопантограмм стоматологами-ортодонтами и в эстетической стоматологии.

Результаты и выводы диссертационной работы целесообразно использовать в учебном процессе на кафедрах анатомии человека, гистологии, эмбриологии с цитологией, и патологической анатомии, стоматологии, челюстно-лицевой хирургии.

Предложенный способ оценки формирования зубного ряда позволит под контролем ортопантомограмм корректировать образующийся зубной ряд.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Размеры и конфигурации лунок зубных зачатков, их направляющих каналов и выходных отверстий существенно варьируют в зависимости от вида зуба, возраста и стадии его развития.
2. Изменчивость конфигурации костной стенки лунки зубного зачатка завершается сужением в её средней части, что предшествует прорезыванию зуба.
3. Определяется снижение фосфорно-кальциевого состава в компартментах зубного зачатка в направлении от пульпы к эмалевому органу, что является значительным аргументом в пользу эндогенного (пульпарного) пути поступления минерализующих элементов в твердые ткани зубного зачатка.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертационной работы подтверждается их репрезентативностью за счет изучения 320 шлифов челюстей, 196 панорамных рентгенограмм (4360 лунок зубов), 38 челюстей детей (745 лунок зубных зачатков) с применением современных методов исследования с использованием статистического анализа.

Основные положения работы доложены и обсуждены на: XVI Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей с международным участием (Санкт – Петербург, 2013); на IX международной научно-практической конференции «Достижения фундаментальных наук и возможности трансляционной медицины в решении актуальных проблем практического здравоохранения» (Астрахань, 2013); на Всероссийской конференции с международным участием молодых учёных «Аспирантские чтения – 2013» (Самара, 2013); на IV Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире» (Санкт-Петербург, 2013); на IX Международной научно-практической конференции: «Актуальные вопросы науки» (Москва, 2013); на V Научно-практической конференции Ассоциации стоматологов Приднестровья (Тирасполь, 2013); на Научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы

перинатологии» (Тирасполь, 2013); на III Всероссийской неделе науки с международным участием (Саратов, 2014); на VI научно-практической конференции «Стоматология XXI века. Эстафета поколений» с международным участием, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, 2014); на 79-й Всероссийской научной конференции молодых учёных с международным участием «Молодёжная наука и современность», посвящённой 79-летию КГМУ (Курск, 2014); на Интернет-конференции по разделу «Предиктивной превентивной персонализированной медицины» (Воронеж, 2014); на VI Международном конгрессе Ассоциации стоматологов Румынии (Яссы, 2014); на Научно-практической конференции с международным участием Склифосовские чтения: «Онкология сегодня и завтра» (Тирасполь, 2013); на конференции, посвящённой 105-летию кафедры анатомии Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского (Саратов, 2014); на XX, XXII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов -2013, 2015» в МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва 2013, 2015); на международной научно-практической конференции «Антропология в Белоруссии – 50-летний путь развития» (Минск, 2015); на конференции ассоциации гигиенистов-стоматологов Украины с международным участием (Одесса, 2015); на научно-практической конференции кафедры анатомии ФGAOY BO «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» с международным участием «Учителя и ученики: преемственность поколений», посвященной 250-летию со дня рождения профессора Е.О. Мухина (Москва, 2016). Апробация диссертационной работы проведена на заседании кафедры анатомии и общей патологии ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко».

Личный вклад автора

Вклад автора является определяющим и заключается в постановке цели и задач, их реализации и внедрении в научную и клиническую практику. Все исследования, указанные в диссертационной работе, включая анализ источников литературы, сбор материала и первичной документации, изготовление макропрепаратов, обобщение полученных результатов и статистической обработки данных выполнены лично автором. Использование в диссертационной работе современных методов исследования позволило сформулировать выводы и практические рекомендации. Результаты исследования в форме тезисов и статей опубликованы в научных изданиях.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре анатомии человека, кафедре гистологии, стоматологии и судебной медицины, а также в научно-исследовательской работе НИЛ «Стомо» ПГУ им. Т.Г. Шевченко

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 14.03.01 - анатомия человека, области исследования согласно пунктам 1, 2, 3, 4 и 6.

Публикации

По теме диссертационной работы опубликованы 24 научные работы, из которых 5 в журналах, рекомендованных ВАК Министерством образования науки РФ.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 140 страницах машинописного текста, включает введение, обзор литературы, материал и методы исследования, результаты собственного исследования, обсуждение результатов исследования, а также заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений, список литературы (225 ссылок, из них 122- на отечественные и 103 - на зарубежные источники). Диссертация содержит 9 таблиц и 55 фотоиллюстраций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Топографо-анатомическим методом поэтапного замораживания изучены криопрепараты челюстей свиньи домашней (320 односторонних шлифов зубных зачатков и их лунок) в возрасте от 5 до 8 месяцев. Данный подход основан на методе распиливания замороженных трупов Н.И. Пирогова, который нами был модифицирован: объект замораживали при температуре от -18.5° до -25° С на срок до одних суток, затем распиливали зуботехническим алмазным диском на 1/4-1/3 от ее толщины. После этого объект повторно помещали на 2-3 часа в морозильную камеру для замораживания и снова продолжали распиливание. Цикл заморозки повторяли до 3 раз. Из нативных макропрепаратов методом вываривания приготовили костные препараты.

Краниометрические исследования проведены на 38 челюстях детей. При формировании возрастных групп использована классификация по биологическому возрасту, изложенная в малой медицинской энциклопедии (В. И. Покровский, 1991-1996 гг.). Все челюсти детей разделили на три возрастные группы: I группа - новорожденные (до 4 недель), II группа - грудной возраст (до 1 года), III группа - раннее детство (до 3 лет). Изучали продольно-поперечные размеры выходных отверстий направляющих каналов лунок (крипт) зубных зачатков с помощью технического штангенциркуля с ценой деления 0,01 мм, согласно общепринятым в краниологии способам (В.П. Алексеев, 1964). Продольный размер измерялся параллельно альвеолярному отростку и поперечный размер - перпендикулярно.

Методом компьютерной морфометрии изучены 196 ортопантомограмм детей в возрасте от 6 до 12 лет. Данный метод основан на измерении трёх диаметров лунки (крипты) зубного зачатка

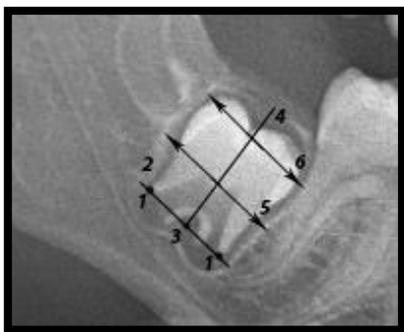


Рисунок 1. Метод компьютерной морфометрии ОПТГ лунки зубного зачатка

1 - точки пересечения дентиноэмалевой границы с наружной поверхностью зубного зачатка, 2 - проксимальный диаметр, 3 – реперная точка, 4- перпендикуляр, 5 - средний диаметр, 6 –дистальный диаметр между контурами тени лунки в области эмали.

Биохимическая часть исследования проведена на центрифугатах мягких тканей (эмалевый орган и пульпа) зачатков зубов свиньи и фолликулярной жидкости (n=23) ферментативно-фотоколориметрическим методом. Интерстициальная жидкость в объёме до 1-1,5 мл добыта путём гомогенизации мягких тканей зубных зачатков. Полученный материал центрифугировался на центрифуге NF-Human (4000 об. /мин.). Надосадочная жидкость отбиралась из пробирок для стандартного анализа в количестве 10 мкл. Химический анализ производился на биохимическом полуавтоматическом анализаторе «Stat Fax 3300». Концентрация кальция и фосфора в тканевой жидкости структур зубного зачатка вычислялась по формуле:

$$K = \frac{OD \text{ образца}}{OD \text{ стандарта}} \times n,$$
 где n- стандартная концентрация (n=824 ммоль/л для кальция, n=1,62 ммоль/л для фосфора), OD – оптическая плотность.

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятой методике, используя компьютерную прикладную программу Statistica-6.0, вычислили среднестатистические значения показателей. Для оценки достоверности различий между ними использовали параметрические (t-критерий Стьюдента) критерии достоверности, так как распределение варианта было близко к нормальному. Различия считали достоверными при 95% - ном пороге вероятности $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменчивость структур окружающих зубной зачаток в процессе прорезывания зубов

При изучении макропрепаратов топографо-анатомическим приемом с поэтапным замораживанием установили, что срез замороженного объекта равномерно обнажает мягкие и твердые ткани зуба, включая ткани зачатка постоянного моляра. При этом поверхность среза практически на всем протяжении гладкая. Между зачатком зуба и его лункой (криптой) расположено щелевидное пространство, в котором локализуется кристаллизованная (замерзшая) жидкость толщиной от 1 до 1,5 мм ($M=1,01 \pm 0,12$ мм).

По истечении 25-30 минут, при комнатной температуре в связи с размораживанием объекта, выявляются рельефные контуры эмали, дентина и пульпы. Уровень среза формирующейся пульпы погружается по отношению к уровню среза минерализованных тканей на глубину порядка десятых долей миллиметра. В то же время ткань, расположенная между зубным зачатком и его лункой теряет свой объем и перемещается на значительное расстояние от плоскости среза в зубную лунку.

Таким образом, срезы криопрепаратов позволяют не только констатировать наличие жидкости между зачатком зуба и стенкой его лунки, но и выявить, что при размораживании зачаток свободно перемещается в направлении дефинитивной локализации. На более позднем этапе развития стенки лунки сближаются и плотно соприкасаются с зачатком зуба в месте формирующейся шейки и корня, что визуализируется в виде «констрикционной муфты» на костных (рис.2) и нативных препаратах (рис.3).



Рисунок 2. Лунка постоянного моляра свиньи (сагиттальный срез)

1 – сужение в средней части стенки лунки зуба (КМ- «констрикционная муфта»)

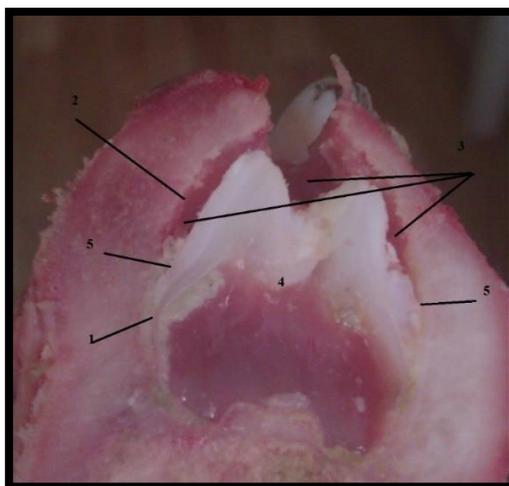
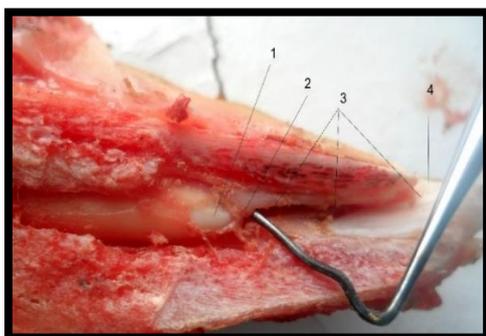


Рисунок 3. Макропрепарат нижней челюсти свиньи (сагиттальный срез)

1 - проксимальный отдел крипты, 2 - дистальный отдел крипты, 3 – перифолликулярное пространство, 4 – зубной зачаток постоянного моляра, 5 – КМ

Все зубы формируются в криптах на расстоянии 25-30 мм от места своей окончательной локализации. На уровне коронки зачатка начинается эпителиальный тяж (шейка эмалевого органа), длиной $18,1 \pm 4,3$ мм и диаметром - $8,1 \pm 2,4$ мм в проксимальном отделе и $4,2 \text{ мм} \pm 1,2 \text{ мм}$ - в дистальном, который сохраняется до прорезывания зубов (рис.4А). Внутренние поверхности лунок (крипт) зубных зачатков и их каналов покрыты блестящей прозрачной париетальной оболочкой (рис.4Б).



А



Б

Рисунок 4. Макропрепарат левой нижней челюсти свиньи (сагиттальный срез):

А – лунка зуба с зубным зачатком: 1 - зачаток постоянного МР, 2 - направляющий тяж, 3 -направляющий канал, 4 - ВОНК лунки (крипты) зубного зачатка; **Б – лунка зуба без зубного зачатка с зондированным направляющим каналом**

Установлены пути предстоящего прорезывания постоянных зубов, которые представляют трубчатые анатомические структуры, расположенные в определенной

последовательности: направляющий канал лунки зубного зачатка, париетальная оболочка, выстилающая этот канал, слой жидкости, висцеральная оболочка, покрывающая зубной зачаток и идущий от него направляющий тяж.

Предложенный топографо-анатомический метод, с поэтапным замораживанием объекта позволил обнаружить локализацию фолликулярной жидкости и выявить сужение в средней части лунки (крипты) зубного зачатка.

Морфо-топометрическая изменчивость выходных отверстий направляющих каналов лунок (крипт) зачатков постоянных зубов

Выявили изменчивость формы, размеров и топографии выходных отверстий направляющих каналов (ВОНК) лунок зубов верхней (ВЧ) и нижней челюстей (НЧ) у детей разных возрастных групп.

У I возрастной группы ВОНК обнаружены лишь у медиальных (МР) и латеральных резцов (ЛР), они округлой формы, в связи с этим их продольные и поперечные размеры одинаковые, их размер на НЖ - $0,02 \pm 0,003$ мм, на ВЧ - $0,04 \pm 0,007$ мм; они располагаются позади латеральной межальвеолярной перегородки (рис.5А).

Во II группе - у МР НЖ продольный размер составляет от 0,12 до 0,43 мм ($M=0,17 \pm 0,04$ мм), он превышает его поперечный аналог ($0,15 \pm 0,03$ мм), на ВЧ продольный - $4,37 \pm 0,74$ мм, поперечный - $4,23 \pm 0,71$ мм. У ЛР НЖ продольный размер ($M=0,17 \pm 0,02$ мм) меньше поперечного ($M=0,2 \pm 0,003$ мм), а на ВЧ продольный - $5,0 \pm 1,46$ мм, а поперечный - $5,33 \pm 1,27$ мм. Форма ВОНК лунок зубных зачатков НЧ в основном округлая, а ВЧ- преимущественно овальная. Если длинная ось овала ориентирована параллельно длине альвеолярного отростка челюсти, то конфигурация отверстия поперечно-овальная. Так форма выходных отверстий направляющих каналов лунок (крипт) МР ВЧ - поперечно-овальная, у ЛР – продольно-овальная или округлая. ВОНК лунок зачатков медиальных резцов ВЧ локализуются позади язычной поверхности, а отверстия ЛР - позади боковой межальвеолярной перегородки их зубов-предшественников (рис.5Б).

У детей III возрастной группы (рис. 5В) поперечный размер ВОНК лунок постоянных нижних МР составляет от 1,21 до 4,2 мм ($M=1,82 \pm 0,21$ мм) и на 0,07 мм больше аналогичного размера ЛР ($M=1,75 \pm 0,19$ мм) и продольный размер ВОНК у МР ($M=1,84 \pm 0,12$ мм) немного больше, чем у латеральных - $1,74 \pm 0,17$ мм.

У верхних МР продольный размер - $7,1 \pm 1,32$ мм, поперечный - $6,43 \pm 1,17$ мм, а у верхних ЛР продольный параметр - $8,32 \pm 1,82$ мм, а поперечный - $8,54 \pm 1,41$ мм. Конфигурация отверстий у верхних МР –поперечно-овальная, а у ЛР – продольно-овальная. У 43% челюстей в данной возрастной группе ВОНК лунок зачатков постоянных клыков округлой формы. У нижних клыков продольный и поперечный параметры равны 0,02 до 0,21 мм ($M=0,06 \pm 0,01$ мм) и у верхних клыков данные отверстия немного больше и составляют в среднем $0,08 \pm 0,02$ мм, данные отверстия округлой формы.

У 24 % челюстей выявлены эти отверстия у нижних постоянных моляров, их поперечный размер составляет $4,32 \pm 0,15$ мм, а продольный – $6,3 \pm 0,12$ мм, а у верхних моляров - $5,43 \pm 1,62$ мм и $6,52 \pm 1,10$ мм соответственно. ВОНК клыков и моляров располагаются на задней стенке лунки, у ЛР - позади боковой межальвеолярной перегородки, у МР- позади язычной поверхности соответствующих молочных зубов.

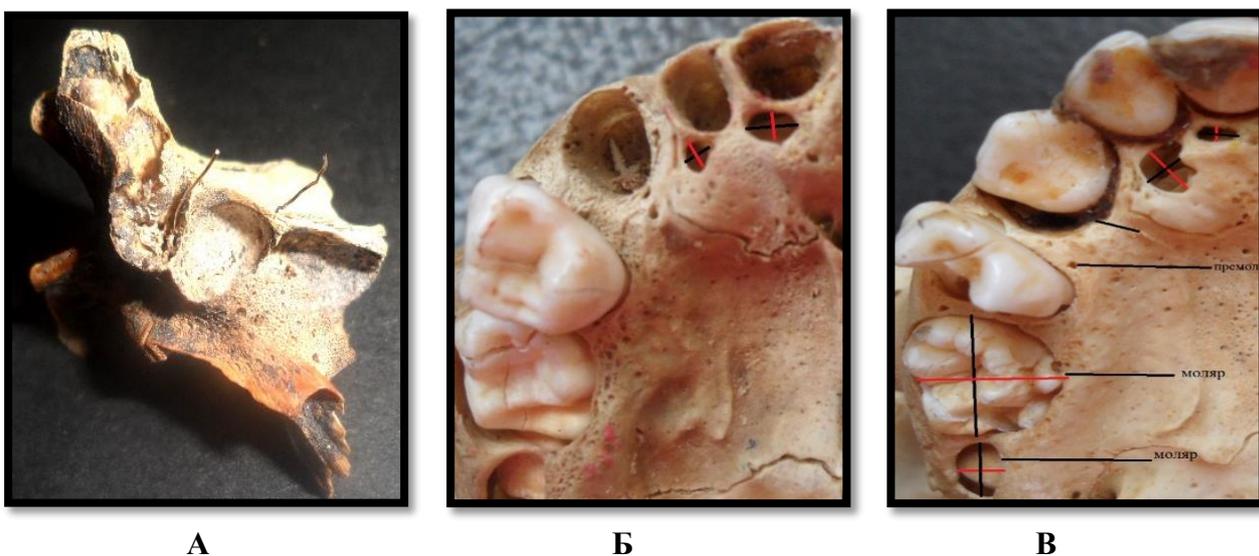


Рисунок 5. Выходные отверстия направляющих каналов лунок зачатков постоянных зубов у детей разных возрастных групп

А - I возрастной группы, Б - II возрастной группы, В - III возрастной группы

При измерении продольных и поперечных размеров выходных отверстий направляющих каналов лунок (крипт) зубных зачатков у всех видов зубов выявили их плавное расширение у детей от I –й до III-й возрастных групп.

Возрастные изменения размеров и формы лунки (крипты) в зависимости от этапов развития зубного зачатка

В рентгеноанатомической части исследования на ОПТГ в выделенных нами возрастных группах встречаются зачатки зубов, условно относимые к различному собственному «зубному» возрасту крипты (лунки) зачатка, которая формируется до начала проявления признаков минерализации тканей зуба («пустая крипта») (рис 6А). Рентгенологически крипта видна в виде участка овальной формы с чётко выраженным ободком уплотнения, по периферии соответствующего костной стенке крипты. В дальнейшем крипта по мере роста приобретает шаровидную конфигурацию и начинает визуализироваться формирующийся в ней зубной зачаток (рис. 6Б). Кнутри от стенки лунки выявлена зона максимальной прозрачности, соответствующая перифолликулярному пространству, заполненному жидкостью. По мере созревания зубных зачатков крипта увеличивается, приобретая форму эллипса (Рис.6В). Эллипсовидная форма сужается в месте формирующейся шейки зуба и образуется «констрикционная муфта» разделяющая крипту на дистальный и проксимальный сегменты и приобретает сегментированную конфигурацию (Рис. 6 Г).

Рентгеноанатомически в развитии зубного зачатка можно рассмотреть три периода развития: формирующегося зачатка, минерализующегося зубного зачатка и сформированного зуба. Согласно этим периодам произведено измерение проксимального, среднего и дистального диаметров лунок (крипт) зубных зачатков методов компьютерной морфометрии ОПТГ.

На стадии *формирующегося зубного зачатка* проксимальный и дистальный диаметры одинаковы и составляют 14,0-15,4 мм ($M=14,31\pm 0,12$ мм), а средний диаметр больше их и составляет 15,6-17,5 мм ($M=15,21\pm 0,15$ мм).

На стадии *минерализующегося зубного зачатка* выявляется активный рост крипты. Её средний и дистальный диаметры увеличивается до $16,0\pm 0,68$ мм и $14,36\pm 0,89$ мм, а проксимальный диаметр варьируют от 10,1 до 13,5 мм ($M=11,52\pm 0,10$ мм).

На стадии *сформированного зуба* средний диаметр крипты уменьшается на 4,6 мм ($M=11,34\pm 0,35$ мм), а дистальный диаметр увеличивается на 4,5 мм ($M=18,91\pm 1,03$ мм) (Рис.7).

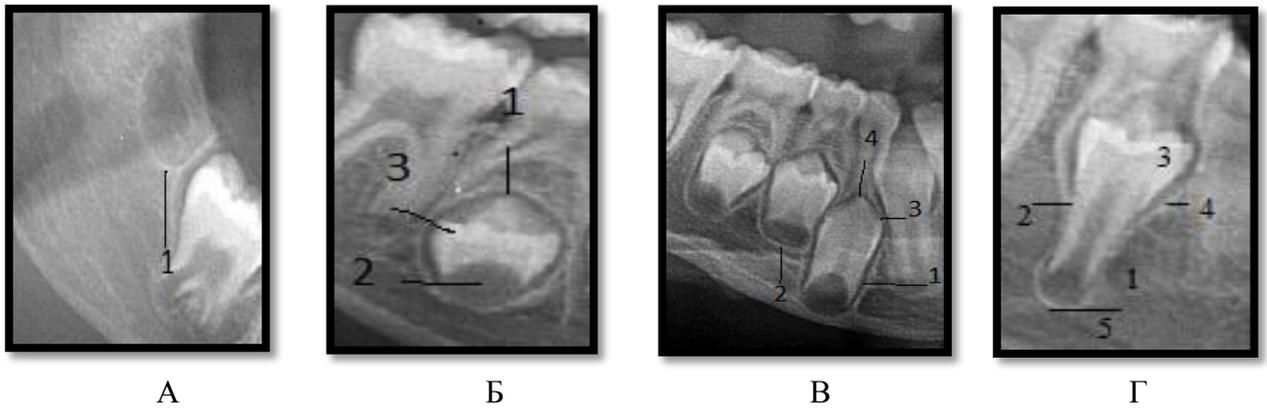


Рисунок 6. Стадии трансформации формы лунки (крипты) зубного зачатка:

А – формирующаяся: 1-стенка крипты; **Б** – шаровидная: 1-стенка крипты; 2- пульпа; 3- дентин; **В** – эллипсовидная: 1 - стенка крипты; 2-основание; 3–верхушка; 4-направляющий канал; **Г** –сегментированная:1-проксимальный сегмент; 2 – «констрикционная «муфта», 3 - зубной зачаток; 4 - дистальный сегмент; 5 - основание крипты.

**Способ оценки формирования зубного ряда
(патент ПМР на изобретение №478 от 28.06.2016)**

Способ оценки формирования зубного ряда преимущественно постоянных зубов, характеризуется тем, что с целью повышения эффективности оценки за счет раннего выявления изменений конфигурации крипты зубного зачатка на ортопантограмме, оценку нормального формирования каждого зуба осуществляют по трансформации его крипты из эллипсовидной в сегментированную и по уменьшению среднего диаметра (формированию «констрикционной муфты») судят о начале движения зуба из крипты (прорезывании) и превращении ее в лунку сформированного зуба (рис.7).



Рисунок 7. Сегментированная форма крипты, формирование «констрикционной муфты» вследствие уменьшения среднего диаметра крипты зубного зачатка на стадии сформированного зуба.

В свете морфометрического анализа ортопантомограмм в соответствии с морфогенезом зубного зачатка выделены три последовательные стадии трансформации крипты: 1-я стадия - *рост* крипты, в ней развивается формирующийся зачаток; 2-я стадия - *апогея* характеризуется максимальным увеличением крипты (эволюция), содержит минерализующийся зубной зачаток; 3-я стадия - *сегментация* крипты зубного зачатка на дистальный и проксимальный сегменты с последующей ее трансформацией в лунку сформированного зуба (рис.8).

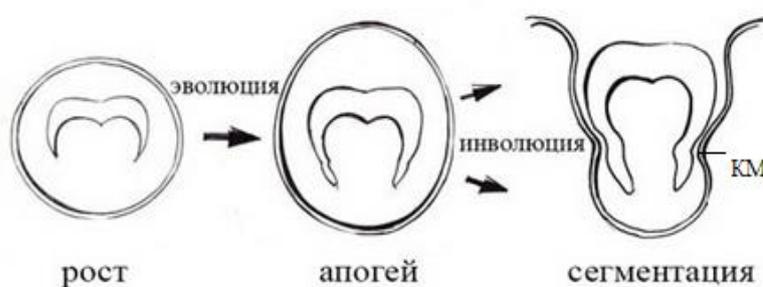


Рисунок 8. Стадии трансформации крипты зубного зачатка в лунку сформированного зуба

Ферментативно-фотоколориметрическим методом установлена концентрация кальция и фосфора в компартаментах зубных зачатков и фолликулярной жидкости (рис.9). Концентрация кальция в пульпе зубных зачатков - $4,35 \pm 0,68$ ммоль/л, в эмалевом органе - $1,48 \pm 0,13$ ммоль/л и в фолликулярной жидкости - $0,72 \pm 0,16$ ммоль/л. Концентрация фосфора в пульпе - $16,32 \pm 2,85$ ммоль/л, в эмалевом органе - $8,08 \pm 1,12$ ммоль/л и в фолликулярной жидкости - $4,62 \pm 0,77$ ммоль/л. В пульпе кальция выше в 3 раза, чем в эмалевом органе и в 6 раз, чем в фолликулярной жидкости. Аналогичная закономерность выявлена и для фосфора, в пульпе ($16,32 \pm 2,85$ ммоль/л) его в 4 раза ($p < 0,5$) больше, чем в фолликулярной жидкости ($4,62 \pm 0,77$ ммоль/л) и в 2 раза больше, чем в эмалевом органе ($8,08 \pm 1,12$ ммоль/л). Установлена общая закономерность – снижение концентрации Ca и P в направлении пульпа → эмалевый орган → фолликулярная жидкость. Факт центробежного перемещения зубной жидкости в зубе после прорезывания описан Бертаччи А. (2009 г.) и является аргументом в пользу наличия этого минерализующего потока и до прорезывания зуба.

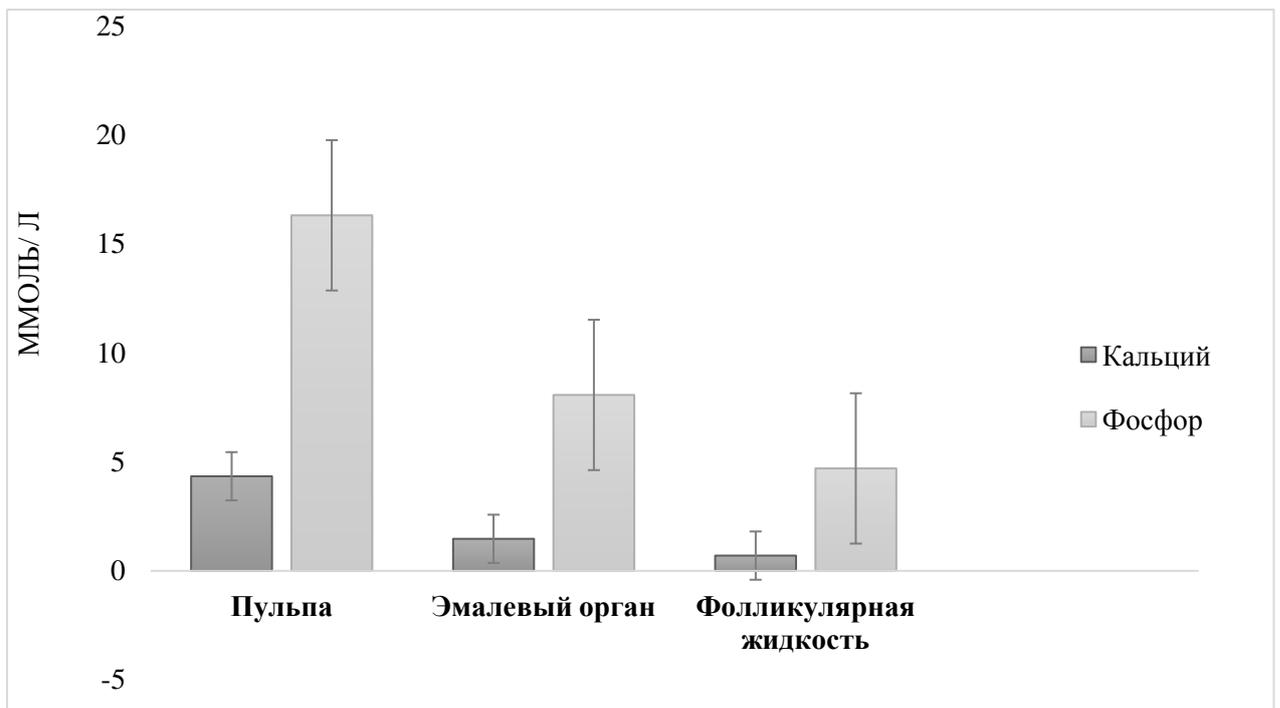


Рисунок 9. Средняя концентрация *Ca* и *P* в тканях зуба и фолликулярной жидкости

Комплекс данных о возрастной изменчивости размеров ВОНК, о трансформации формы и диаметров крипт (лунок) зубных зачатков, о сужении в средней части крипты (лунки) зубного зачатка на нативных, костных препаратах и ОПТГ позволил научно обосновать и сформулировать собственную рабочую гипотезу прорезывания зубов.

Рабочая гипотеза прорезывания зубов

Согласно рабочей гипотезе прорезывания процесс интенсивного расширения направляющего канала крипты связан с формированием пути прорезывания зуба. Зуб перемещается благодаря гидродинамической (пульсовой) и биомеханической силам (трансформация стенки крипты в сегментированную форму). До прорезывания зубной зачаток испытывает нагрузки снаружи-от эмалевого органа и изнутри – от пульпы зачатка. Дегенерация эмалевого органа снимает противодействующую силу и зуб начинает прорезываться сразу после образования «констрикционной муфты» способствующей разделению крипты на проксимальный и дистальный сегменты. Вследствие этого возникает перепад давлений между данными сегментами и зуб выталкивается в ротовую полость (Рис.10).

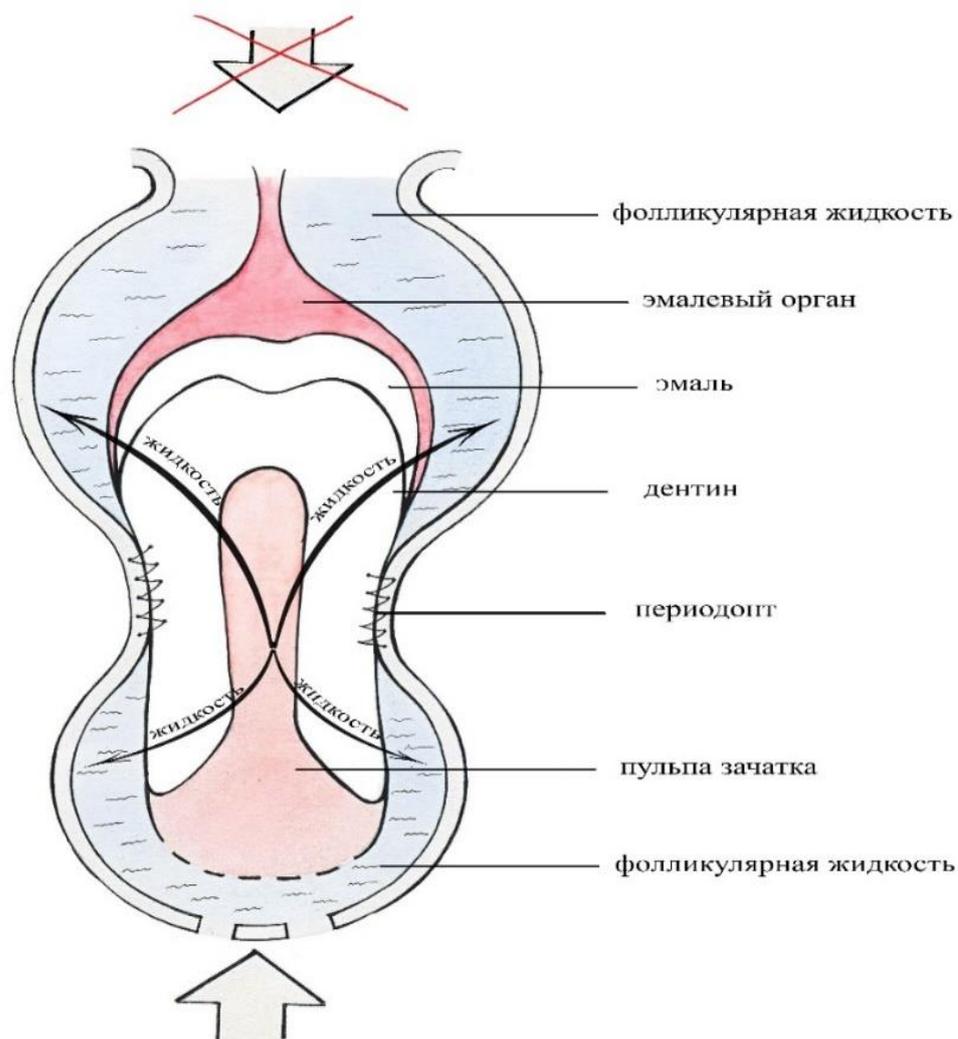


Рисунок 10. Схема собственной рабочей гипотезы прорезывания

Выводы:

1. Лунка (крипта) зубного зачатка представляет собой специфическое практически замкнутое костное образование в дистальном отделе, плавно переходящее в направляющий костный канал, открывающийся в ротовую полость, выстланный париетальной оболочкой, содержащий направляющий тяж, покрытый висцеральной оболочкой, между данными оболочками локализуется жидкость. В последующем крипта зубного зачатка трансформируется в лунку зуба.

2. Направляющий тяж, расположенный в центре направляющего канала можно рассматривать в качестве анатомической структуры, формирующейся вокруг

эпителиального тяжа, обнаруживаемого на первых этапах одонтогенеза в виде шейки эмалевого органа.

3. Рентгенологически лунка (крипта) зубного зачатка и её направляющий канал визуализируются существенно раньше, чем зубной зачаток. Первичное формирование лунки и ее канала расценивается как механизм, защищающий (экранирующий) зубной зачаток на всём протяжении его развития от постоянных механических усилий, возникающих в функционирующих челюстях.

4. Выделены сменяющие друг друга стадии трансформации формы лунки (крипты) зубного зачатка: формирующаяся, шаровидная, эллипсовидная и сегментированная. Методом компьютерной морфометрии ортопантомограмм в стадии сегментации установлено уменьшение среднего диаметра лунки до $11,34 \pm 0,35$ мм и увеличение дистального диаметра на 4,6 мм ($M=18,91 \pm 1,03$ мм).

5. У детей I возрастной группы (от рождения до 4 недель) у медиальных резцов выходные отверстия направляющих каналов округлой формы и располагаются позади боковой межальвеолярной перегородки аналогичных молочных зубов, их продольные и поперечные размеры на нижних челюстях по $0,02 \pm 0,003$ мм, а на верхних челюстях незначительно больше – по $0,04 \pm 0,007$ мм.

6. У детей II возрастной группы (до 1 года) у медиальных резцов (МР) форма выходных отверстий направляющих каналов поперечно-овальная, они располагаются позади язычной поверхности аналогичных молочных резцов. У нижних МР - продольный размер составляет $0,17 \pm 0,04$ мм и поперечный - $0,15 \pm 0,03$ мм, а у верхних МР - $4,37 \pm 0,74$ мм и $4,23 \pm 0,71$ мм соответственно. У латеральных резцов (ЛР) их форма продольно-овальная или округлая, расположены позади боковой межальвеолярной перегородки аналогичных молочных зубов. У нижних ЛР продольный размер ($M=0,17 \pm 0,02$ мм) меньше поперечного ($M=0,2 \pm 0,03$ мм), а у верхних ЛР – $5,0 \pm 1,46$ мм и $5,33 \pm 1,27$ мм соответственно.

7. У детей III возрастной группы (до 3 лет) форма выходных отверстий направляющих каналов лунок у постоянных МР поперечно-овальная, они располагаются позади язычной поверхности аналогичных молочных резцов. У нижних МР поперечный размер - $1,82 \pm 0,21$ мм, продольный размер - $1,84 \pm 0,12$ мм, а у верхних МР - $7,1 \pm 1,32$ мм и $6,43 \pm 1,17$ мм соответственно. У ЛР форма данных отверстий продольно-овальная или округлая, расположены позади боковой межальвеолярной перегородки. У нижних ЛР продольный размер и поперечный размеры - $1,74 \pm 0,17$ мм и $1,75 \pm 0,19$ мм, а у верхних ЛР - $8,32 \pm 1,82$

мм и $8,54 \pm 1,41$ мм соответственно. У клыков эти отверстия округлой формы, локализуются на задней стенке лунки или позади боковой межальвеолярной перегородки аналогичных молочных зубов, их поперечные и продольные размеры одинаковые на нижней челюсти по $0,06 \pm 0,01$ мм, а на верхней - по $0,08 \pm 0,03$ мм. У нижних моляров форма отверстий поперечно-овальная, а у верхних продольно-овальная, расположены, как у клыков. У нижних моляров - поперечный размер – $4,32 \pm 0,14$ мм и продольный – $6,3 \pm 0,12$ мм, а у верхних - $5,43 \pm 1,62$ мм и $6,52 \pm 1,74$ мм соответственно.

8. Выявили, что концентрация кальция в интерстициальной жидкости пульпы составляет $4,35 \pm 0,68$ ммоль/л, а в эмалевом органе его концентрация уменьшается по сравнению с пульпой в 3 раза ($p < 0,05$) и составляет $1,48 \pm 0,13$ ммоль/л. В фолликулярной жидкости наблюдается кратное в 6 раз ($p < 0,05$) уменьшение концентрации кальция и составляет $0,72 \pm 0,16$ ммоль/л. Концентрация фосфора в интерстициальной жидкости пульпы - $16,32 \pm 2,85$ ммоль/л, эмалевого органа и в фолликулярной жидкости соответственно в 2 и в 4 раза ниже, чем в пульпе, что расценивается как свидетельство поступления минерализующих элементов в твердые ткани зачатка зуба из пульпы.

9. Согласно предложенной рабочей гипотезе прорезывания: перемещение зуба в процессе его прорезывания обуславливается снятием «запирающего эффекта» функционирующего эмалевого органа при прекращении его жизнедеятельности. К моменту начала прорезывания стенка лунки (крипты) в среднем отделе сужается, образовав «констрикционную муфту» и разделяется на проксимальный и дистальный сегменты, обладающие перепадом давлений, выталкивающим зуб.

Практические рекомендации

Сформулированная собственная гипотеза прорезывания зубов рекомендована при разработке профилактических мероприятий нарушений прорезывания зубов и пособий в стоматологии детского возраста. Полученные результаты морфотопометрической изменчивости лунки зубного зачатка дополнили теоретические представления о её роли в связи с прорезыванием зубов и могут быть использованы в клинике при хирургических вмешательствах и в ортогнатических операциях.

Предложенный способ оценки формирования зубного ряда может быть использован при установлении сроков прорезывания постоянных зубов, для интерпретации панорамных рентгенограмм и компьютерных томограмм, для идентификации биологического возраста ребенка.

Данные о поступлении остеотропных веществ (кальция и фосфора) в твердые ткани зубного зачатка из пульпы могут являться морфологическим обоснованием для создания инновационных профилактических лекарственных препаратов, направленных на повышение резистентности эмали.

Разработанные и впервые апробированные методы компьютерной морфометрии ОПТГ и топографо-анатомический, с поэтапным замораживанием объекта могут быть применены при аналогичных исследованиях на профильных кафедрах и в специальных лабораториях.

Полученные данные могут быть использованы в учебном процессе при чтении лекций и ведении практических занятий в медицинских ВУЗах, написании учебников и руководств.

Список работ, опубликованных по теме диссертационной работы

1. **Чепендюк Т.А.** Остеологическая основа дренажной системы эмалевого органа /Т.А. Чепендюк, В.Р. Окушко // Научно-методический журнал Вестник Приднестровского университета. - 2013. - №2(44). - С. 31-35.
2. **Чепендюк Т.А.** Морфофункциональные структуры зубного зачатка, связывающие зону энамелогенеза с полостью рта /Т.А. Чепендюк, В.Р. Окушко // Достижения фундаментальных наук и возможности трансляционной медицины в решении актуальных проблем практического здравоохранения. Материалы IX международной научно-практической конференции, Астрахань. – 2013.- С.66-67.
3. **Чепендюк Т.А.** Материалы к изучению функциональной морфологии крипты зубного зачатка /Т.А. Чепендюк//Аспирантские чтения – 2013, Всероссийская конференция с международным участием молодых учёных, Самара. - 2013, С.249-251.
4. **Чепендюк Т.А.** Транспортные структуры, обеспечивающие кариесрезистентность эмали /Т.А. Чепендюк, А.В. Васильчук//Онкология сегодня и завтра. Материалы IX международной научно-практической конференции с международным участием. - Тирасполь. – 2013. - С.158-160.
5. Васильчук А.В. Костная основа дренажной системы эмалевого органа / А.В. Васильчук, **Т.А. Чепендюк** //Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2013»/ Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, М.В. Чистякова. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2013 **URL:** доступно https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2013/2339/48892_99bb.pdf

6. **Чепендюк Т.А.** Морфофункциональная связь зубного зачатка с ротовой средой /Т.А. Чепендюк, В.Р. Окушко//Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции, Москва. -2013.- С. 182-184.
7. **Чепендюк Т.А.** Гидродинамика зубного зачатка и кариесрезистентность эмали /Т.А. Чепендюк//Предиктивность в фундаментальной стоматологии. Материалы V Научно-практической конференции Ассоциации стоматологов Приднестровья. г. Тирасполь. - 2013.- С. 89-91.
8. **Чепендюк Т.А.** Пути выявления феномена дренажа эмалевого органа /Т.А. Чепендюк, В.Р. Окушко//Актуальные вопросы перинатологии. Материалы научно-практической конференции с межд. участием. Тирасполь. - 2013.- с.142-145.
9. Васильчук А.В. Костная основа дренажной системы зубного зачатка / А.В. Васильчук, **Т.А. Чепендюк** //Фундаментальная наука и клиническая медицина – человек и здоровье. Материалы XVI Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей с международным участием. Санкт – Петербург. -2013.- С. 77.
10. Окушко В.Р. Начальный и последующий этапы кариеса / В.Р. Окушко, **Т.А. Чепендюк** // Инновации в стоматологии. Одесса. -2013. - №2(2).-С.42-46.
11. **Чепендюк Т.А.** Новые транспортные элементы зубных зачатков, обеспечивающие кариесрезистентность эмали /Т.А. Чепендюк// Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. Материалы IV международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург. - 2013.- Т. 2.- С.203-205.
12. Богян А.П. Выявление путей доставки ингредиентов созревания зубной эмали компьютерной денситометрии радиоавтограмм /А.П. Богян, **Т.А. Чепендюк**// Молодёжная наука и современность. Материалы 79-й Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием посвященной 79-ю КГМУ. – 2014. – Ч. II. - С.243.
13. Богян А.П. Компьютерная морфометрия в изучении рентгенанатомии зубного зачатка /А.П. Богян, **Т.А. Чепендюк**// Всероссийской научно-практической конференции с международным участием СГМУ им. В.И. Разумовского. Саратов– 2014. Т.4. №11. - С.1285.
14. Окушко В.Р. Возрастная изменчивость выходных отверстий каналов крипт зубных зачатков /В.Р. Окушко, О.Ю. Алешкина, **Т.А. Чепендюк** //Весен. науч. сессия кафедры анатомии человека СГМУ им. В.И. Разумовского. Макро - и микроморфология. -2014. – Т4. -№ 6. - С.916-918.
15. **Чепендюк Т.А.** Функциональные структуры зубного зачатка /Т.А. Чепендюк// Саратовский научно-медицинский журнал. - 2014. – Т. 10. - №2. - С. 349-354.

16. **Чепендюк Т.А.** Пульпа зубного зачатка в качестве источника минерализации его эмали /Т.А. Чепендюк//Острые хирургические заболевания и травмы органов брюшной полости: материалы научно-практической конференции с международным участием Склифосовские чтения. Тирасполь. – 2014. С.197-199.
17. **Чепендюк Т.А.** Концентрация кальция и фосфора в тканевой жидкости зубного зачатка /Т.А. Чепендюк// Материалы 89 научно-практической конференции студентов и молодых ученых Казанского ГМУ. - 2014. - С. 415
18. Окушко В.Р. Онтогенез стенки альвеолы зубного зачатка по данным ортопантомографии. / В.Р. Окушко, Д.Е.Суетенков, **Т.А. Чепендюк**, // **Саратовский научно-медицинский журнал.** – 2015.- Т. 11. - № 4.- С. 561-566.
19. Васильчук А.В. Возрастная трансформация крипты зуба в связи с феноменом прорезывания/ А.В. Васильчук, **Т.А. Чепендюк**, // Материалы XXII Международного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2015»/ Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2015. URL: доступно https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2015/data/7003/uid48892_report.pdf
20. Окушко В.Р. Рентгенологическая анатомия лунки зубного зачатка/, В.Р. Окушко О.Ю. Алешкина, **Т.А. Чепендюк** // **Современные проблемы науки и образования** [Электронный журнал] – 2016. – № 2; URL: доступно <http://www.science-education.ru/article/view?id=24371>
21. **Чепендюк Т.А.** Концентрация минерализующих элементов в интерстициальной жидкости структур зубного зачатка /Т.А. Чепендюк, О.Ю. Алешкина, В.Р. Окушко // **Саратовский научно-медицинский журнал.** –2016.- Т. 12. - № 2. - С. 127-131.
22. **Чепендюк Т.А.** Фолликулярная жидкость зубного зачатка, её локализация и функции /Т.А. Чепендюк, В.Р. Окушко// Российский медико-биологический вестник. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященные 120-летию рождения профессора Б.М. Соколова, с рабочим совещанием президиума и правления НМОАГЭ, ISSN 0204-3475. – Рязань. -2016.- С. 249-250.
23. Алешкина О.Ю. Изменчивость анатомических структур, обеспечивающих процесс прорезывания зуба / О.Ю. Алешкина, **Т.А. Чепендюк**, В.Р. Окушко// **Морфологические ведомости.** - 2016. - Том 24. - № 3. - С. 86-89.
24. **Чепендюк Т.А.** Анатомические структуры, участвующие в прорезывании зуба/ Т.А. Чепендюк, В.Р. Окушко //Материалы Научно-практической конференции с

международным участием «Учителя и ученики: преемственность поколений», посвященные 250-летию со дня рождения проф. Е.О. Мухина. - М., 2016. – С.214-215.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

МР - медиальные резцы

ЛР - латеральные резцы

ВОНК- выходные отверстия направляющих каналов

ОПТГ- ортопантомограмма

НЧ –нижняя челюсть

ВЧ –верхняя челюсть

КМ –констрикционная муфта