

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

ШАРАПОВА Татьяна Анатольевна

**АНАТОМИЯ ЯЗЫКА НА ЭТАПАХ ФЕТАЛЬНОГО ПЕРИОДА
ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА И ЕЁ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

3.3.1. Анатомия и антропология (медицинские науки)

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель –
доктор медицинских наук, профессор
Луцай Елена Дмитриевна

Оренбург – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1.	СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ АНАТОМИИ ЯЗЫКА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА.....	14
1.1.	Современное представление о развитии языка в пренатальном онтогенезе человека.....	14
1.2.	Анатомия языка в эмбриональном периоде онтогенеза человека.....	17
1.3.	Анатомия языка в фетальном периоде онтогенеза человека.....	19
1.4.	Прижизненные методы изучения анатомии языка в пренатальном периоде онтогенеза человека.....	23
1.5.	Общая оценка данных литературы.....	26
Глава 2.	МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	30
2.1.	Общая характеристика объекта исследования.....	30
2.2.	Описание методов собственного исследования.....	34
2.3.	Вариационно-статистическая обработка и документирование данных.....	53
Глава 3.	АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ЯЗЫКА ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА В ВОЗРАСТЕ 19–22 НЕДЕЛЬ.....	56
3.1.	Макроанатомия языка плода человека в возрасте 19–22 недель.....	56
3.2.	Топография языка плода человека в возрасте 19–22 недель.....	58
3.3.	Макромикроскопическое строение языка плода человека в возрасте 19–22 недель.....	62
3.4.	Ультразвуковая анатомия и топография языка плода человека в возрасте 19–22 недель.....	79
	Резюме.....	87
Глава 4.	КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ ЯЗЫКА НА ПРОТЯЖЕНИИ	

ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПЛОДНОГО ПЕРИОДА ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА.....	91
4.1. Анатомия и топография языка плода человека в возрасте 14–18 недель.....	91
4.2. Ультразвуковая анатомия языка плода человека в возрасте 14–18 недель.....	97
4.3. Ультразвуковая анатомия языка плода человека в возрасте 23–27 недель.....	100
Резюме.....	105
Глава 5. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ЯЗЫКА В ПОЗДНЕМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА.....	108
Резюме.....	116
Глава 6. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА, ПОЛОВЫХ, ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ АНАТОМИИ И ТОПОГРАФИИ ЯЗЫКА В ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА.....	118
6.1. Интенсивность роста языка в плодном периоде онтогенеза человека.....	118
6.2. Половые различия анатомии и топографии языка в плодном периоде онтогенеза человека.....	130
6.3. Взаимосвязь формы черепа и параметров языка в плодном периоде онтогенеза человека.....	131
Резюме.....	140
Глава 7. АНАТОМИЯ ЯЗЫКА В ФЕТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА И ЕЁ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ (ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ).....	143
ВЫВОДЫ.....	163
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	165

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Эмбриональный период развития языка представлен в фундаментальных исследованиях (Б. М. Пэттен, Я. Р. Синельников, S. Standring и др.), при этом его фетальная анатомия, топография в более поздние сроки пренатального онтогенеза человека остаётся предметом интереса ученых (Р. А. Идрисов, А. И. Куртова, M. Witt и др.) по нескольким причинам [103, 111, 116, 227, 67, 83, 86, 70, 242, 162, 52, 232].

Во-первых, 5–7 % детей рождаются с различными видами внутриутробной патологии. Аномалии челюстно-лицевой области достигают 30 % от общего числа пороков развития (Г. М. Перцева, A. S. L. Mak) [99, 196, 76, 120, 73]. Они могут встречаться как изолированно, так и в составе синдромов или свидетельствовать о хромосомных нарушениях. Аномалии формы, строения и размеров языка выступают компонентом более чем 25 врождённых синдромов, включая синдромы Дауна, Робинова, Фримена – Шелдона и др. (M. T. Cobourne, S. J. Hong и др.) [180, 232, 196, 69, 225, 112, 51].

Во-вторых, частота врождённых аномалий структур челюстно-лицевой области связана с особенностями их развития: они формируются из I–III жаберных дуг под влиянием общих сигнальных молекул (О. Ю. Алёшкина, О. В. Калмин, И. Н. Путалова и др.); закладка языка происходит уже на 3–4-й неделе внутриутробного развития, после чего он интенсивно увеличивается в размерах, оказывая значимое влияние на пространственную организацию лицевого черепа как в норме, так и в патологии (M. C. Chapman, V. N. Nikolenko, J. Sun и др.) [33, 63, 67, 181, 200, 212, 40, 142, 214, 89].

В-третьих, из-за особенности манифестации до 94 % аномалий челюстно-лицевой области выявляются уже после рождения ребёнка (Ю. А. Васильев, Л. А. Жученко), что делает их раннюю диагностику важным элементом пренатальной тактики ведения беременности (Р. С. Петров, V. D'Ambrosio, C. M. Resnick) [53, 36, 133, 100, 171, 214]. Ключевым инструментом для выявления

пороков является пренатальное ультразвуковое сканирование (Л. М. Железнов, A. Galvao, C. Liu) [37, 173, 237]. Эхографическая оценка языка может быть выполнена в сроки 11–13, 18–20 и 34–35 недель беременности при скринингах, регламентированных приказом Минздрава России № 747н «О Порядке оказания медицинской помощи по профилю "Акушерство и гинекология"» от 19.12.2025 [4, 10, 9, 6, 15, 34, 35, 102, 158].

В-четвёртых, в ряде исследований (J. N. James, S. Ozturk, N. A. Papadopoulos и др.) предпринимались попытки внутриутробной коррекции врождённых пороков, в частности расщелины твёрдого нёба, с использованием современных хирургических технологий, однако авторы подчёркивают, что ограниченность сведений о пренатальных особенностях органов челюстно-лицевой области препятствует развитию применения таких вмешательств [184, 169, 172, 43, 97, 192].

Следует, что работы по анатомии и топографии языка клинически обоснованы.

На данный момент макроанатомия языка плода представлена преимущественно в исследованиях зарубежных авторов (L. S. Aguiar, A. Dursun, M. Witt и др.), их значительная часть (M. T. Cobourne, G. Millington, C. Parada и др.) сосредоточена на молекулярных механизмах формирования его отдельных структур с применением иммуногистохимических методов [231, 204, 242, 180, 152, 134, 73].

Наименее изученными остаются вопросы топографии языка и его морфометрических характеристик в пренатальном онтогенезе, особенно в позднем фетальном периоде [89, 106, 107, 170, 204, 232].

Отдельные данные о половых, возрастных и индивидуальных различиях языка представлены лишь в единичных научных работах (А. А. Стадников, Н. Н. Шевлюк, R. Achiron и др.) [115, 128, 163, 96, 225].

Исследования прижизненной анатомии языка в пренатальном периоде остаются ограниченными. Существующие морфометрические исследования (A. Dursun, N. Koren, J. W. Lu) позволяют сформировать нормативные значения его линейных параметров, однако определение аномалий размеров языка в клинической практике до сих пор основано на субъективной интерпретации, что снижает

точность выявления нарушений его развития [204, 170, 154, 118, 214, 171, 178]. В ряде публикаций (Н. А. Венчикова, Н. В. Старикова, С. М. Resnick) подчёркивается важность анализа положения языка в ротовой полости, но количественные критерии этого показателя до сих пор не представлены [112, 118, 214]. Единственное упоминание (Е. Hernandez-Andrade) о возможности пренатальной визуализации и морфометрии артерий языка ограничено данными третьего триместра и не имеет обьективизированного количественного характера [178].

Сведения о количественной динамике развития языка (интенсивность роста) во внутриутробном периоде, особенно в позднем фетальном, являются базовыми для составления номограмм, и их отсутствие осложняет маршрутизацию пациентов, выбор тактики ведения в случаях, требующих хирургического вмешательства: при расщелинах твёрдого нёба, сочетанных аномалиях языка на фоне хромосомных нарушений, выраженной макроглоссии, опухолях языка (M. Korematsu, L. Lam, S. McCrossan и др.) [140, 188, 201, 147, 175].

Таким образом, новые данные по анатомии и топографии языка в пренатальном онтогенезе человека позволяют:

- расширить фундаментальные представления о морфологии челюстно-лицевой области в пренатальном периоде;
- обеспечить обьективизацию интерпретации результатов прижизненной визуализации, прежде всего пренатального ультразвукового сканирования;
- создать анатомическую основу для совершенствования хирургических подходов к коррекции врождённых пороков челюстно-лицевой области, включая методы фетальной хирургии.

Цель

Цель настоящего исследования – получение новых данных по анатомии языка на этапах фетального периода онтогенеза человека и определение их прикладного значения.

Задачи

1. Дать анатомическую характеристику языку человека в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза.
2. Определить качественные и количественные особенности анатомии языка на протяжении промежуточного плодного периода онтогенеза человека.
3. Описать ультразвуковую анатомию языка в позднем фетальном периоде онтогенеза человека.
4. Определить особенности интенсивности роста, половые, индивидуальные различия анатомии языка в плодном периоде онтогенеза человека.

Научная новизна

В результате исследования получены новые комплексные данные, дополняющие фундаментальные сведения об анатомии языка в промежуточном и позднем фетальных периодах онтогенеза человека.

Уточнены сведения об анатомической характеристике языка человека в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза, соответствующем срокам проведения пренатального ультразвукового скрининга второго триместра. Установлены нормальные количественные параметры органа, определены особенности макро- и микроскопического строения, а также топографо-анатомические взаимоотношения с окружающими структурами челюстно-лицевой области. Получены данные о соответствии ультразвуковых измерений морфологическим параметрам языка, что позволило обосновать их использование в качестве объективных нормативов для интерпретации пренатальных скринингов.

Определены качественные и количественные особенности анатомии языка на протяжении промежуточного фетального периода, включая возраст 14–18 и 23–27 недель пренатального развития. Охарактеризованы закономерности становления структур органа, уточнены показатели его роста, а также выявлены возрастные изменения топографии языка в ротовой полости. Впервые получены

комплексные морфологические и ультразвуковые данные для данного возрастного диапазона, что позволило проследить возрастную динамику формирования органа на протяжении промежуточного фетального периода.

Впервые подробно описана ультразвуковая анатомия языка в позднем фетальном периоде онтогенеза. Определены эхографические характеристики органа, его размеры и пространственные параметры, а также особенности артериального кровоснабжения по данным цветового доплеровского картирования.

На протяжении всего фетального периода выявлены особенности интенсивности роста языка, половые и индивидуальные различия его параметров.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные данные по анатомии языка на этапах промежуточного и позднего фетальных периодов онтогенеза человека дополняют современные представления о закономерностях развития челюстно-лицевой области. Детальная характеристика морфометрических параметров, микроскопического строения и топографии языка расширяет фундаментальные знания о возрастной анатомии органа, уточняет этапы формирования его структур и закономерности их роста.

Результаты исследования по морфологии, топографии и параметрам кровоснабжения языка, а также их взаимосвязь с краниометрическими показателями плода имеют прикладное значение для формирования фетоаномальной настороженности к челюстно-лицевой области. На основании выявленных закономерностей разработана шкала расчёта риска аномалий челюстно-лицевой области по данным ультразвуковой анатомии языка, а также создана программа для ЭВМ, предназначенная для автоматизированной интерпретации ультразвуковых данных.

Полученные сведения по возрастной анатомии языка могут быть использованы при планировании и совершенствовании методов хирургической коррекции врождённой патологии органов челюстно-лицевой области, включая современные подходы фетальной хирургии.

Таким образом, результаты работы способствуют развитию превентивной медицины и обеспечивают научно обоснованную основу для своевременной диагностики состояния плода, что в итоге повышает эффективность сохранения здоровья матери и ребёнка.

Методология и методы диссертационного исследования

Объектом исследования стал язык 172 плодов человека обоего пола промежуточного и позднего фетальных периодов онтогенеза. Комплексное исследование проведено на 51 морфологическом препарате и 121 ультразвуковой сканограмме при нормально протекающей одноплодной беременности. Выборка структурировалась по возрастным группам: 14–18, 19–22 (базовая группа), 23–27 и 30–34 недели, что соответствует срокам возрастной периодизации пренатального онтогенеза человека, основным этапам морфогенеза языка и временным интервалам проведения пренатальных ультразвуковых скринингов.

Для изучения анатомии языка применялся комплексный подход, включавший морфометрию, краниометрию, макромикроскопическое препарирование, распилы по Н. И. Пирогову, гистотопографический метод и ультразвуковое сканирование. Все измерения выполнялись с использованием цифровых систем и специализированного программного обеспечения, что обуславливало точность и воспроизводимость полученных данных.

Обработка результатов проводилась методами вариационно-статистического анализа. В зависимости от характера распределения использовались как параметрические, так и непараметрические методы описательной статистики, а также сравнительный, дисперсионный и корреляционный анализы, что позволило обобщивать полученные данные и выявить достоверные закономерности.

Положения, выносимые на защиту

1. Язык человека в плодном периоде онтогенеза сформирован, но имеет особенности: снижение поперечно-продольного индекса, изменение угла

положения в ротовой полости, становление макромикроанатомии скелетных, собственных мышц, артерий языка, структуры срединной, околосрединной и нижней перегородок, разную форму желобовидных сосочков.

2. Изменение размеров и количественной топографии языка в промежуточном и позднем фетальных периодах происходит гетерохронно, с периодами увеличения и снижения темпов роста.

3. Размеры и положение языка плода имеют связь с размерами и формой черепа и лежат в основе фетоаномальной настороженности.

Степень достоверности, апробация результатов и личное участие автора

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объёмом исследованного материала и корректностью применения комплекса морфологических, ультразвуковых и статистических методов. Использование параметрических и непараметрических методов анализа с применением программных пакетов Microsoft Excel 2021 и Statistica 10 обеспечило надёжность интерпретации полученных данных.

Основные положения диссертационного исследования представлялись и обсуждались на научных конференциях различного уровня, что обеспечило их апробацию в профессиональном сообществе:

1. VI Санкт-Петербургский симпозиум по морфологии, биохимии, нормальной и патологической физиологии ребёнка в рамках IX Национального конгресса с международным участием «Здоровые дети – будущее страны», посвященного 100-летию Педиатрического университета (г. Санкт-Петербург, 2025).

2. IX Всероссийский съезд анатомов, гистологов и эмбриологов России с международным участием «Фундаментальная и прикладная морфология в XXI веке» (г. Оренбург, 2025).

3. Всероссийская научно-практическая конференция «Нормальная и топографическая анатомия в основе медицины и здравоохранения: опыт, традиции, тренды» (г. Воронеж, 2026).

4. Международный медицинский форум «Вузовская наука. Инновации» (г. Москва, 2026).

5. VII Санкт-Петербургский симпозиум по морфологии, физиологии и биохимии ребёнка в рамках X Национального конгресса с международным участием «Здоровые дети – будущее страны» (г. Санкт-Петербург, 2026).

Личное участие автора заключалось в полном цикле выполнения работы – от поиска и анализа литературных источников, подготовки и обработки исследовательского материала до статистической обработки, формулирования выводов и написания текста диссертации. Совместно с научным руководителем автор принимал участие в подготовке и публикации научных статей по теме исследования.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в учебный процесс в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

При подготовке специалистов высшего образования по специальностям 31.05.01 «Лечебное дело» и 31.05.02 «Педиатрия» материалы диссертационной работы используются в учебном процессе кафедры анатомии человека при проведении лекционных и практических занятий по дисциплине «Анатомия» – в модуле «Спланхнология»; в работе кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии при изучении дисциплины «Гистология, цитология и эмбриология» – в модуле «Частная гистология»; в работе кафедры патологической анатомии – в рамках модуля «Частная патологическая анатомия», а также в образовательной деятельности кафедры акушерства и гинекологии

при проведении лекций и практических занятий по дисциплине «Акушерство и гинекология» на лечебном и педиатрическом факультетах.

Результаты исследования используются при подготовке кадров высшей квалификации на кафедре педиатрии – в ординатуре по специальности 31.08.18 «Неонатология».

Полученные ультразвуковые параметры языка систематизированы в базе данных «Ультразвуковые параметры языка в фетальном периоде онтогенеза человека» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2026622096 от 08.05.2026) [13]. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025616086 от 01.04.2025 «Программа для расчёта рисков аномалий челюстно-лицевой области по данным ультразвуковой анатомии языка», позволяющей автоматизировать оценку риска аномалий челюстно-лицевой области [12]. Для повышения качества гистотопографического исследования разработано и запатентовано «Устройство для фиксации языка плода с сохранением пространственного соотношения топографо-анатомических структур» (Патент на изобретение № 2856613 от 01.04.2025) [11].

Результаты работы применяются в клинической практике – в работе областного перинатального центра государственного автономного учреждения здравоохранения «Оренбургская областная клиническая больница № 2».

Публикации

По теме диссертационной работы опубликованы 17 научных трудов, включая 7 публикаций в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации для опубликования основных результатов диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук. Зарегистрировано три объекта интеллектуальной собственности: патент на изобретение, свидетельство

о государственной регистрации программы для ЭВМ, свидетельство о регистрации базы данных.

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 197 страницах и включает введение, семь глав, выводы и список литературы, содержащий 247 источников (133 отечественных и 114 зарубежных). Библиографический список составлен в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание». Работа проиллюстрирована 74 рисунками (включая схемы, диаграммы, изображения макропрепаратов, гистотопограммы и сканограммы), содержит 37 таблиц.

Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ АНАТОМИИ ЯЗЫКА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА

1.1. Современное представление о развитии языка в пренатальном онтогенезе человека

Особенности анатомии и топографии языка человека в постнатальном онтогенезе изучены и описаны в трудах (И. В. Гайворонский и соавт.; А. В. Олсуфьева, Д. Б. Никитюк; М. Р. Сапин и соавт.; Р. Д. Синельников и соавт.; А. А. Швырев и др.) по анатомии и гистологии [54, 94, 95, 96, 39, 108, 127, 145, 177, 241]. Развитие языка в фило- и онтогенезе человека представляло интерес для отечественных и зарубежных авторов (Ю. И. Афанасьев и соавт.; В. Л. Быков; В. В. Гемонов и соавт.; Г. С. Соловьев и соавт.; Б. М. Пэттен и др.) на протяжении последних лет [59, 49, 57, 85, 103, 115, 120, 128, 148, 174, 189, 215].

Согласно современным представлениям, основной органогенез языка происходит с 4-й по 12-ю неделю, завершаясь к 6-му месяцу внутриутробного развития [49, 134, 232]. Для слизистой оболочки источником развития служат вентральные концевые отделы первой и второй жаберных дуг. Мышцы языка развиваются из затылочных миотомов и параксиальной мезодермы [85, 180, 229]. Из клеток черепного нервного гребня развивается соединительная ткань, впоследствии объединяясь с гладкомышечными клетками, перицитами и мезодермальными эндотелиальными предшественниками для создания сосудистой сети [210, 247].

Научные работы за последнее десятилетие (Н. В. Берник и соавт.; А. И. Куртова; М. Yamamoto et al.; и др.) расширяют классификацию стадий развития языка, выделяемые по Зиккеру, Тандлеру и Корнингу, увеличивая её с четырёх, с 4-й по 7-ю недели, до восьми стадий – с 4–5-й недели по 6–8-й месяц эмбрионального развития [86, 72, 162, 232, 242]. Предложенные стадии развития языка представлены в таблице 1 [26].

Таблица 1 – Стадии развития языка в пренатальном онтогенезе человека

Стадия	Возраст	Характеристика стадии
1	2	3
Эмбриональный период развития		
I	4-5-я неделя	Образование непарного бугорка в медиальной части закладки нижней челюсти в области дна первичной ротовой полости. Выпячивание бугорка в сторону кармана Ратке. Начало формирования зачатка тела языка
II	5-6-я неделя	Формирование боковых бугорков, скобы, срастание зачатков языка с образованием единого органа. Начало формирования перегородки языка. Закладка вкусовых сосочков. Начало формирования язычной артерии
III	7-я неделя	Вертикальное позиционирование языка, тело языка заполняет носоглотку. Интенсивный рост подъязычного нерва (XII), начало дифференцировки скелетных мышц языка. Формирование чувствительной иннервации от V, VII, IX, X пар черепных нервов
IV	8-я неделя	Переход языка в горизонтальное положение. Сращение с подбородочно-язычной мышцей. Рост нёбных отростков по направлению к краям языка. Формирование ветвей язычной артерии и сосудистой сети языка
Фетальный период развития		
V	9-я неделя	Горизонтальное позиционирование языка в ротовой полости. Начало формирования уздечки языка из эпителия ротовой полости. Закладка вкусовых сосочков языка всех типов. Покрытие дорсальной поверхности языка нёбными отростками
VI	10-11-я неделя	Репозиция языка в переднюю часть ротовой полости. Появление исчерченности в подбородочно-подъязычной и подъязычно-язычной мышцах. Дифференцировка тканей уздечки

Окончание таблицы 1 на с. 16

Окончание таблицы 1

1	2	3
VII	12–22-я неделя	Дифференцировка собственных и скелетных мышц языка, формирование их поперечно-полосатой исчерченности с сохранением отдельных недифференцированных миобластов. Установление языка в физиологическое дугообразное положение
VIII	23–40-я неделя	Активный рост и окончательная дифференцировка мышц языка. Увеличение массы и объёма языка

Исследования последних лет акцентируют внимание на молекулярных механизмах развития языка, подчёркивается вклад парного фактора транскрипции box 3 (Pax3), Tgfb β 2 и сигнального каскада TGF β -Smad4-Fgf6 [134, 166, 180, 213, 152, 246].

При этом сигнальные молекулы, воздействующие на развитие языка, также оказывают влияние на развитие нижней челюсти и структуры лицевого черепа [212, 214]. С учётом общего происхождения из нижнечелюстной жаберной дуги, ранней закладки в 4–5 недель пренатального онтогенеза и интенсивного роста языка в фетальном периоде онтогенеза, в литературе подчёркивается взаимосвязь развития языка и лицевого черепа в фило- и онтогенезе человека [181, 182, 200, 212]. Также имеются исследования о взаимосвязи параметров органов ротовой полости с параметрами черепа [80, 93, 98, 111, 125]. Эта взаимосвязь находит отражение в патогенезе ряда патологических состояний. S. J. Hong и соавторы (2015) отметили, что при синдроме Дауна макроглоссия может оказывать давление на ротовую часть глотки и приводить к прогнатизму нижней челюсти [214, 232]. Рядом авторов (Г. Арипова; Ю. А. Гиоева, М. А. Цветкова, Е. В. Порохина; И. Нигматова, М. Исмоилов, М. Зикирова; и др.) выявлены нарушения функции, размеров и положения языка у взрослых пациентов с различными формами окклюзии [40, 58, 91, 124, 27].

1.2. Анатомия языка в эмбриональном периоде онтогенеза человека

Впервые закладка языка у эмбриона человека определяется на 4-й неделе внутриутробного развития. В области медиальной части закладки нижней челюсти, в заднем отделе дна первичной ротовой полости, формируется непарное выпячивание первой жаберной дуги – непарный бугорок (*tuberculum impar*). Он направлен в сторону кармана Ратке и является зачатком центральной части тела языка [232, 242].

На 4-й неделе внутриутробного развития эпителий языка имеет двурядное строение и достигает толщины 10–12 мкм [115]. К концу этой недели в толще закладки языка формируется эпителиальный тяж, представляющий собой закладку щитовидного протока, соединяющего развивающуюся щитовидную железу с эпителием дна первичной ротовой полости [85, 132].

В течение 5–6-й недель непарный бугорок удлиняется в латеральные стороны, и в его глубине закладывается перегородка языка (*septum linguae*). Одновременно на внутренней поверхности первой жаберной дуги появляются парные утолщения мезенхимы, покрытые эктодермальным эпителием – боковые бугорки языка (*tubercula lateralia linguae*) [247]. Эти структуры располагаются дистально и латерально от непарного бугорка, после чего смещаются медиально и сливаются с ним, формируя зачатки тела и верхушки языка. В этот период в непарный бугорок прорастает подъязычный нерв (XII пара черепных нервов) [140, 162, 180].

Одновременно с формированием боковых бугорков дорсомедиально от непарного бугорка формируется скоба (*scorula*) – срединно-вентральное утолщение, объединяющее вторую и третью жаберные дуги. В результате этого зачатки языка устанавливаются кольцеобразно вокруг кармана Ратке. Согласно данным Г. С. Соловьёва и соавторов (2016), на данном этапе в толще скобы формируется полость с центральным сужением и дорзальным и вентральным расширениями [85]. В последующем скоба участвует в формировании корня языка [180].

Зачатки языка сливаются, образуя единый орган. Он растёт вперёд и вверх, оказывая влияние на формирование ротовой полости [181, 232].

Согласно данным И. Ю. Бычковой и соавторов (2022), уже на 5-й неделе внутриутробного развития плода происходит магистрализация язычной артерии [52, 61, 113]. Отмечается вариабельность: она может отходить от наружной сонной артерии самостоятельно, общим стволом с лицевой артерией или в составе ствола с верхней щитовидной артерией [41, 146, 161, 168].

Также на 5-й неделе, согласно исследованиям В. Н. Рассолова и соавторов (2012), происходит закладка язычной миндалины [104]. Она формируется одновременно с развитием язычных бугорков и скобы, что указывает на синхронность органогенеза элементов лимфоэпителиального глоточного кольца и языка [104].

На 6–7-й неделе внутриутробного развития язык принимает вертикальное положение: его тело заполняет носоглотку, а верхушка контактирует с устьем обонятельной плакоды [232]. Под воздействием иннервации от подъязычного нерва (XII пара черепных нервов) и факторов генетической экспрессии начинается дифференцировка миобластов, что приводит к закладке скелетных мышц языка [205]. В дальнейшем в ткань языка прорастают чувствительные ветви V, VII, IX и X пар черепных нервов. Под воздействием формирующейся чувствительной иннервации эпителий дорсальной поверхности языка формирует вкусовые примордии в виде выпячиваний – зачатков вкусовых сосочков [86, 143]. Гистогенез вкусовых сосочков подробно изучен как в классических, так и в современных исследованиях, включая работы с применением искусственного интеллекта [72, 139, 151, 137, 242, 244].

Особенности формирования подъязычной слюнной железы подробно описаны в исследованиях Н. В. Берник и соавторов (2014) [44, 45]. Установлено, что на 7–8-й неделе внутриутробного развития (при теменно-копчиковой длине плода около 12,8 мм) происходит её закладка путём вдавления эпителия дна первичной ротовой бухты в подлежащую мезенхиму с обеих сторон от зачатка

языка. Уже на этом этапе железа чётко обособляется от окружающих тканей [44, 45].

К 8-й неделе пренатального онтогенеза язык занимает горизонтальное положение в полости рта, нёбные отростки растут по направлению к его латеральным краям [214]. В мышечном слое языка дифференцируются волокна подбородочно-язычной мышцы [140, 180]. Согласно данным А. А. Бибиковой и соавторов (2020), к этому сроку все типы вкусовых сосочков (нитевидные, конусовидные, листовидные, грибовидные, желобовидные) завершили начальную стадию развития [46, 72, 198]. К концу 8-й недели происходит физиологическое закрытие щитоязычного протока, его сохранение может приводить к образованию кисты или свища [85, 132]. Также на данном этапе дифференцируются ветви язычной артерии – глубокие и дорзальные артерии языка [52, 146, 190]. Под воздействием факторов ангиогенеза, с возрастом периметр артерий языка будет увеличиваться, как и процентное содержание коллагеновых волокон в их стенке [64, 231].

На протяжении всего эмбрионального периода перегородку языка пересекают волокна поперечной мышцы, формируя прерывистую структуру [140, 147, 162].

1.3. Анатомия языка в фетальном периоде онтогенеза человека

Фетальный период пренатального онтогенеза охватывает интервал от 9-й до 40-й недели внутриутробного развития и в соответствии с возрастной периодизацией подразделяется на ранний, промежуточный и поздний периоды [14, 133].

Анатомия языка в раннем фетальном периоде онтогенеза человека

Согласно данным литературы, на 9-й неделе внутриутробного развития язык занимает горизонтальное положение в ротовой полости [89, 232]. Его активное смещение вперёд и вниз обеспечивается тягой подбородочно-язычной мышцы, что отражает его функциональную связь с нижней челюстью. Дорзальная поверхность

языка частично прикрыта нёбными отростками, продолжающими пролиферировать в медиальном направлении [89, 232].

Эпителий языка в этот период представлен многорядным переходным эпителием толщиной 30–40 мкм. Верхний слой содержит крупные пузырьчатые клетки, базальный – 2–3 ряда пролиферирующих клеток [115]. К этому сроку в области спинки языка уже определяются примордии всех типов вкусовых сосочков: нитевидных, конусовидных, грибовидных, листовидных и желобовидных [72, 243]. С 9-й недели также начинается закладка слюнных желёз языка – преимущественно в области корня и верхушки, однако секреция на этом этапе ещё не выявляется [56, 115]. Уздечка определяется как тонкая эпителиальная складка, идущая от нижней поверхности языка в направлении дна ротовой полости, в области перегородки языка [75, 232].

На 10–11-й неделе язык смещается в передний отдел ротовой полости. Уздечка языка включает в своём составе соединительнотканый компонент. В мышцах языка, начиная с подбородочно-подъязычной и подъязычно-язычной, появляются первые участки поперечно-полосатой исчерченности, что свидетельствует о начале их дифференцировки [180, 232]. Одновременно в стенке язычной артерии визуализируются признаки начальной дифференцировки гладкомышечных клеток [146, 190].

К 12-й неделе эпителий языка приобретает многослойную структуру с вертикальной ориентацией клеток и анизоморфной архитектурой, что указывает на продолжающуюся специализацию слизистой оболочки. В области корня и краев языка гистологически определяются ацинусы слюнных желёз и их секрет [115]. Исследования перегородок языка показывают, что до 12-й недели поперечные мышечные волокна пересекают перегородку языка на всём протяжении [147, 162].

Развитие нервно-мышечного аппарата языка, как показано в классических и современных исследованиях, происходит синхронно с закладкой сосудистого русла: нервы формируются параллельно артериям, особенно в области развивающихся мышечных волокон [77, 79, 78, 109, 110, 131]. В 11–12 недель

в толще языка выявляется сетчатая организация нервных элементов, капиллярная сеть остаётся морфологически неоформленной [77, 88, 131].

Изучение лимфоидного аппарата выявило, что к концу раннего фетального периода развития завершается трансформация эпителиальных бухт язычной миндалины в крипты [104].

Анатомия языка в промежуточном фетальном периоде онтогенеза человека

С 14-й недели пренатального развития основной органогенез языка завершён, орган активно увеличивается в размерах и проходит свою дифференцировку [180, 232].

В период с 14-й по 19-ю неделю внутриутробного развития продолжается дифференцировка мышц языка. Собственные и скелетные мышцы языка приобретают поперечно-полосатую исчерченность, при этом сохраняются участки с недифференцированными миообластами [180].

В исследовании М. Yamamoto и соавторов (2024) отмечено, что к 16-й неделе перегородка языка приобретает непрерывную структуру, аналогичную таковой у взрослого [162]. В ряде исследований изучено, что в интервале 16–18 недель начинается формирование сосудистой и нервной сети языка; на этом этапе определяются капилляры и развивающиеся нервные волокна преимущественно в зонах дифференцирующихся мышц языка [77, 88, 131].

К этому сроку завершается формирование язычной миндалины с образованием лимфоидных узелков. К 18-й неделе формируются криптолимфоны как структурно-функциональные единицы миндалины [55, 104].

Ряд гистологических исследований подробно описывает особенности строения эпителиальных структур языка с 20-й недели пренатального онтогенеза. В работе А. А. Стадникова (1972) описано, что к 20-й неделе толщина эпителия спинки языка составляет 82–88 мкм, нижней поверхности – около 32 мкм [115]. Эпителий, покрывающий вкусовые сосочки, имеет высоту 16–20 мкм и содержит 8–10 слоёв клеток. Отмечается увеличение размеров сосочков и изменение их ориентации – под углом к поверхности языка [115]. Н. Н. Шевлюк (1977) выявил, что в процессе фило- и онтогенетического развития железистый аппарат языка

изменяется от слизистого к мукосерозному типу [128]. У человека в начале развития выявляются исключительно слизистые железы, с добавлением серозного компонента начиная с 20-й недели развития. Выделение белкового секрета связывают с активацией симпатической иннервации языка [128].

К 20-й неделе развития уздечка языка считается окончательно сформированной, с чётко выраженной соединительнотканной основой [232]. Согласно исследованию В. Н. Рассолова (2021), к 25-й неделе язычная миндалина становится окончательно сформированной [55, 104].

Формируются нормальные взаимоотношения языка со структурами ротовой полости. Согласно данным А. В. Непрокиной (2021), в срок 14–18 недель кзади от нижней челюсти определяется щелевидное пространство шириной от 0,3 до 1,5 мм, за которым расположен язык [89]. В исследовании Н. В. Берник (2014) описаны топографо-анатомические особенности подъязычной слюнной железы: большой подъязычный проток отходит от верхнемедиального отдела железы, соединяется с поднижнечелюстным протоком и формирует общий выводной проток, устье которого открывается в области подъязычного мясца по обе стороны от уздечки языка [44, 87].

А. Dursun и соавторы (2020) в морфометрическом исследовании, выполненном на морфологических объектах от плодов 17–22 недель, 23–27 недель и 40 недель внутриутробного развития, охарактеризовали количественные параметры языка: длину, ширину, площадь, длину свободной части и угол пограничной борозды языка [204]. Полученные параметры не демонстрировали половых различий и увеличивались с возрастом [204, 225].

Анатомия языка в позднем фетальном периоде онтогенеза человека

Морфологические исследования по анатомии языка в позднем фетальном периоде (27–40 недель) онтогенеза в доступной литературе ограничены. Основное внимание в единичных публикациях уделяется финальным этапам дифференцировки мышечной ткани, эпителия и капиллярной сети [180, 232].

Согласно S. J. Hong (2015) и М. Т. Cobourne (2019), в период с 27-й по 36-ю неделю продолжается рост и структурная дифференцировка мышц языка [232,

180]. При этом основная морфогенетическая перестройка завершается, и наблюдается усложнение их внутренней гистоархитектоники [180, 232].

G. Touré (2006) в исследовании, посвящённом гистотопографии мышц языка у одного плода на сроке 32 недели, описал гистоархитектонику органа в кранио-каудальном и латеро-медиальном направлениях. В передней трети языка мышцы имеют концентрическое расположение. Отдельно выделены медиальный слой для подбородочно-язычной мышцы и парамедиальный – для подъязычно-язычной, шиловязичной и нижней продольной мышц языка [235].

Поскольку прямые данные по доношенным плодам отсутствуют, косвенную информацию о состоянии языка к моменту рождения предоставляют исследования анатомии у новорождённых. В исследовании А. А. Стадникова (1972) установлено, что после рождения толщина эпителия языка достигает 100–125 мкм, нитевидные сосочки подвергаются ороговению [115]. У младенцев выявляются маргинальные сосочки, обеспечивающие эффективное сосание [245].

По данным В. Кюнель (2007), мышечные пучки у новорождённых располагаются во всех трёх анатомических плоскостях, что характеризует оконченность формирования трёхмерной организации волокон [74]. Исследования Y. Sakamoto (2018) и J. H. Kim и соавторов (2024) подчёркивают специфическую особенность мышц языка – их прикрепление к слизистой оболочке в области сетчатого слоя и отсутствие подслизистой на дорзальной поверхности [222, 183].

I. Granberg с соавторами (2010) показали, что у новорождённых соединительнотканые и капиллярные структуры более выражены в задней трети языка, что может отражать функциональную адаптацию к глотанию и формированию слюны в раннем постнатальном периоде [150].

1.4. Прижизненные методы изучения анатомии языка в пренатальном периоде онтогенеза человека

Современные методы пренатальной визуализации, прежде всего ультразвуковое исследование (УЗИ), широко применяются для оценки

анатомических особенностей плода, включая структуру, размеры и топографию органов головы и шеи [37, 121]. Метод остаётся основным за счёт своей доступности, безопасности и возможности динамического наблюдения в режиме реального времени на всех сроках беременности [37, 173, 237]. В последние годы УЗИ активно интегрируется с технологиями искусственного интеллекта, включая автоматизированную интерпретацию изображений и количественную оценку биометрических параметров [155, 160, 187, 223, 234].

По данным Л. М. Железнова (2018) и ряда авторов, пренатальный ультразвуковой скрининг обеспечивает возможность морфометрического анализа плодов человека с позиций возрастной анатомии, индивидуальной изменчивости и клинической антропологии. Эти возможности расширяют интерпретацию клинических результатов и способствуют ранней диагностике пороков развития [38, 42, 118, 173, 193, 211, 233].

Особое диагностическое значение имеет визуализация языка при подозрении на синдромальные и хромосомные патологии. Так, при последовательности Пьера Робена смещение языка кзади в сочетании с микрогнатией рассматривается как фактор высокого риска неонатального респираторного дистресса [214, 215]. Нарушение положения языка, отсутствие его контакта с нёбом, может указывать на скрытые аномалии, включая расщелину твёрдого нёба, микрогнатию, подъязычно-нёбную мембрану и другие сочетанные патологии [62, 167, 171, 228, 238]. Наиболее часто выявляемая аномалия языка — макроглоссия — диагностируется, как правило, субъективно, по наличию выпячивания языка за пределы полости рта, без комплексной количественной оценки его параметров [170, 185].

Несмотря на диагностическую значимость оценки анатомии языка у плода, его визуализация проводится только при наличии подозрений на аномалии развития, новообразования или сочетанные синдромальные состояния [158]. В то же время ряд авторов указывают на техническую возможность визуализации языка плода при проведении всех трёх пренатальных ультразвуковых скринингов, в том числе при использовании трёхмерной (3D) и четырёхмерной (4D)

реконструкции, записи в режиме реального времени и доплерометрии [51, 62, 171, 228, 238].

В литературе описано, что для получения чёткого изображения языка применяется серия последовательных ультразвуковых срезов в сагиттальной плоскости, позволяющих визуализировать орган по срединной линии [62, 170, 194]. Морфометрическая оценка выполняется на поперечных срезах на уровне глотки. Пространственное положение языка по отношению к соседним анатомическим структурам может быть уточнено с использованием технологий 3D-, 4D-моделирования [62, 170, 194].

По данным Н. В. Стариковой (2013), УЗИ позволяет оценить положение языка в ротовой полости [118]. У здорового плода верхушка языка ориентирована к нёбу, при расщелине твёрдого нёба отмечаются аномалии: высокое положение спинки, низкое – верхушки, асимметрия, девиация при высовывании и фибрилляции языка [118, 171, 214].

Ряд исследований был посвящён установлению нормативных ультразвуковых параметров ширины и окружности языка плода [81, 47]. М. Bronshtein (1998) и R. Achiron (1997) выявили линейную зависимость между размерами языка и гестационным возрастом [163, 236]. L. S. Aguiar (2018) показал, что с возрастом увеличиваются не только периметр и длина языка, но и периметр сосудов, что коррелирует с функциональным созреванием органа [231]. Наиболее полно данные обобщены в работе N. Koren (2022), где разработаны таблицы номограмм значений длины, ширины, площади и длины окружности для 13–40-й недель гестации, что позволило использовать их для ранней диагностики синдромальных форм макроглоссии [170].

Допплерометрическая визуализация сосудистого русла языка на поздних сроках внутриутробного развития также продемонстрировала диагностический потенциал. По данным E. Hernandez-Andrade и соавторов (2020), на 34-й неделе гестации возможно определение язычной артерии, отходящей от наружной сонной, а также её ветвей: глубокой, дорсальной и подъязычной артерий [178]. Наряду с этим визуализируются язычные вены и их притоки, впадающие во внутреннюю

яремную вену. Отмечается возможность измерения диаметра сосудов и оценки параметров кровотока, что дополняет анатомическую и функциональную характеристику органа [178].

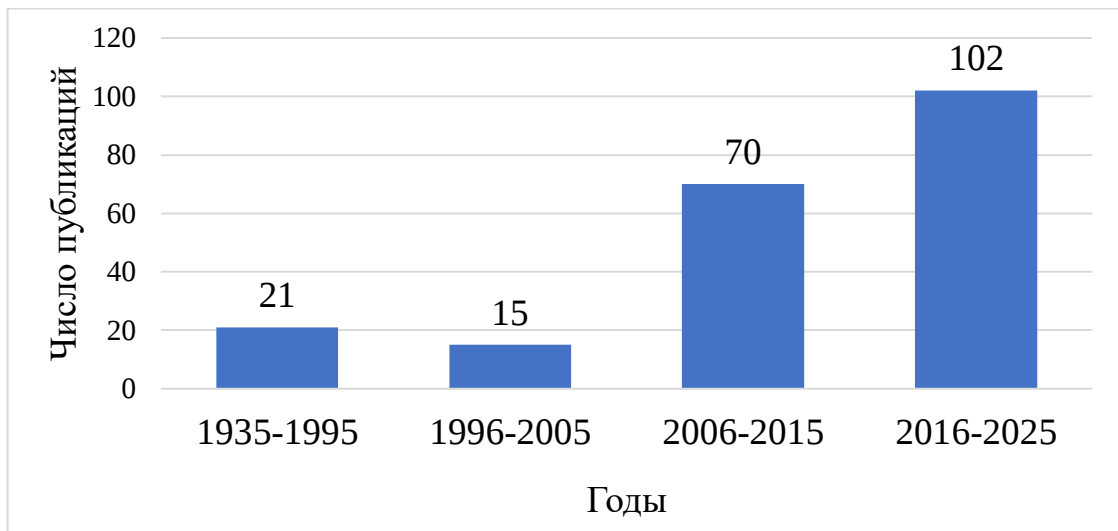
По данным ряда зарубежных исследований последних лет, ультразвуковая визуализация ветвей наружной сонной артерии может применяться для оценки их анатомии и индивидуальных особенностей [208, 230, 195, 237]. Однако морфометрические параметры язычной артерии и её ветвей в пренатальном периоде остаются неизученными [208, 230]. Вместе с тем возможность ультразвуковой оценки язычной артерии описана у взрослых пациентов, что теоретически составляет основу для возможности её описания у плодов человека [195, 237].

Известно, что с помощью ультразвукового сканирования возможно наблюдение за двигательными паттернами языка, которые рассматриваются как индикатор функционального состояния нервной системы плода [135, 157, 165, 176, 191].

Отдельные исследования (М. А. Rodriguez et al.; С. Struksnaes et al.; К. Godbole et al.; и др.) демонстрируют высокую степень соответствия между прижизненными данными и результатами морфологических наблюдений, что позволяет использовать ультразвуковое сканирование как часть комплексного исследования анатомии и топографии языка на этапах пренатального периода онтогенеза человека [156, 159, 218, 221].

1.5. Общая оценка данных литературы

Проведён системный анализ 208 литературных источников, посвящённых вопросам анатомии, топографии, морфогенеза и аномалий развития языка в пренатальном онтогенезе человека, а также их прикладному значению. Хронологическое распределение публикаций по годам представлено на диаграмме (рисунок 1).



n – количество (и далее в названиях рисунков).

Рисунок 1 – Динамика публикационной активности по вопросам анатомии, топографии и развития языка в пренатальном онтогенезе человека ($n = 208$)

С 2006 по 2015 год интерес к изучению анатомии языка в пренатальном периоде значительно возрос: количество работ увеличилось в 4,5 раза по сравнению с предыдущим десятилетием. С 2016 по 2025 год тенденция сохраняется, демонстрируя прирост в 1,5 раза.

Структурный анализ тематики проанализированных исследований отражён на круговой диаграмме (рисунок 2).

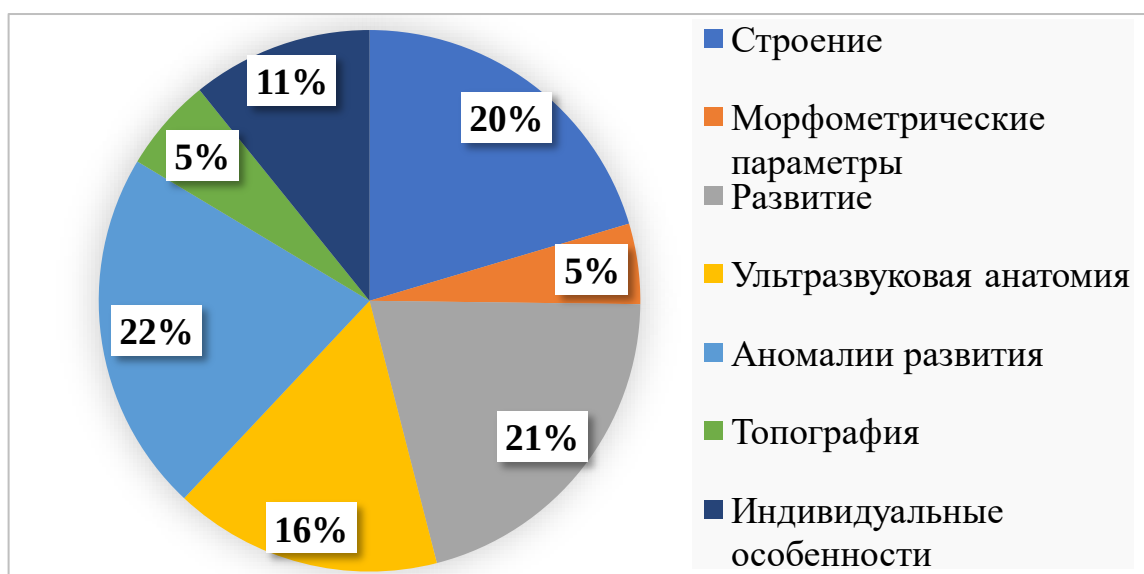


Рисунок 2 – Тематическое распределение публикаций по вопросам развития, анатомии и топографии языка в пренатальном онтогенезе человека ($n = 208$), %

Наибольшее число публикаций посвящено аномалиям развития языка (22 %) и этапам его морфогенеза (21 %). Существенно менее изученными остаются вопросы пренатальной топографии языка (5 %) и его морфометрических характеристик (5 %), что указывает на дефицит количественных и пространственных исследований.

В более узком срезе, включающем исследования по микроструктуре языка ($n = 99$), тематическая направленность исследований также оказалась неравномерной (рисунок 3).

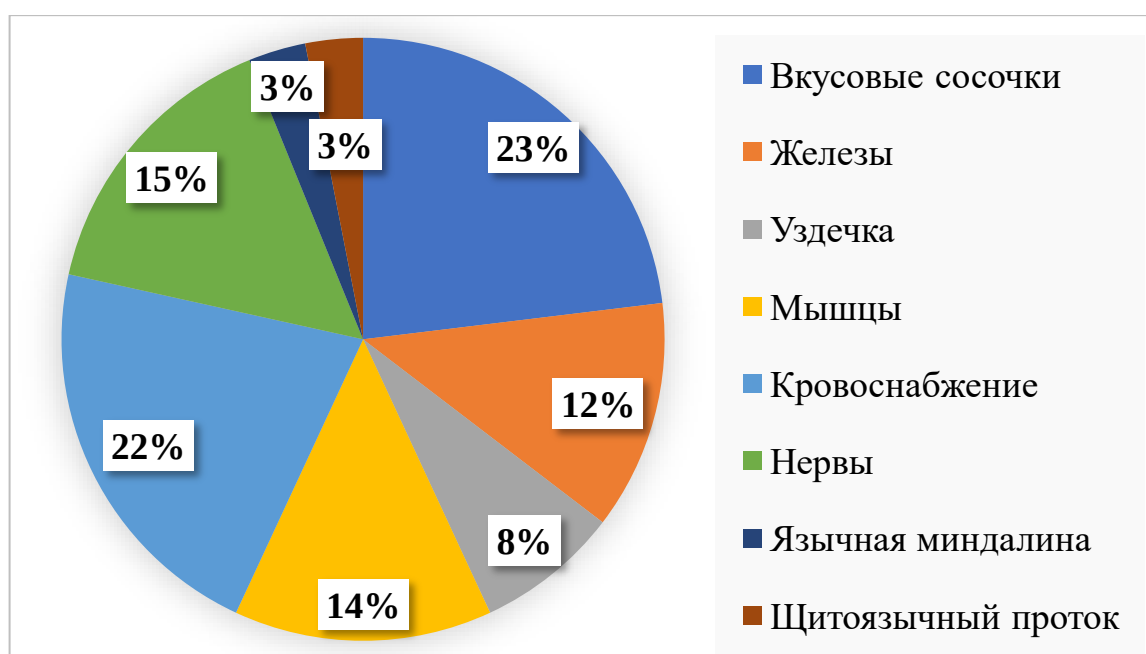


Рисунок 3 – Тематическое распределение публикаций по вопросам строения языка в пренатальном онтогенезе человека ($n = 99$), %

Наибольшее внимание в литературе уделяется формированию сосочков (23 %) и сосудистой сети языка (22 %). В то же время структура лимфоидной ткани языка, включая язычную миндалину, а также щитовидный проток остаются освещены в наименьшей степени (по 3 %).

Анализ распределения работ по срокам пренатального онтогенеза выявил значительное преобладание исследований, выполненных на эмбриональном материале (рисунок 4).

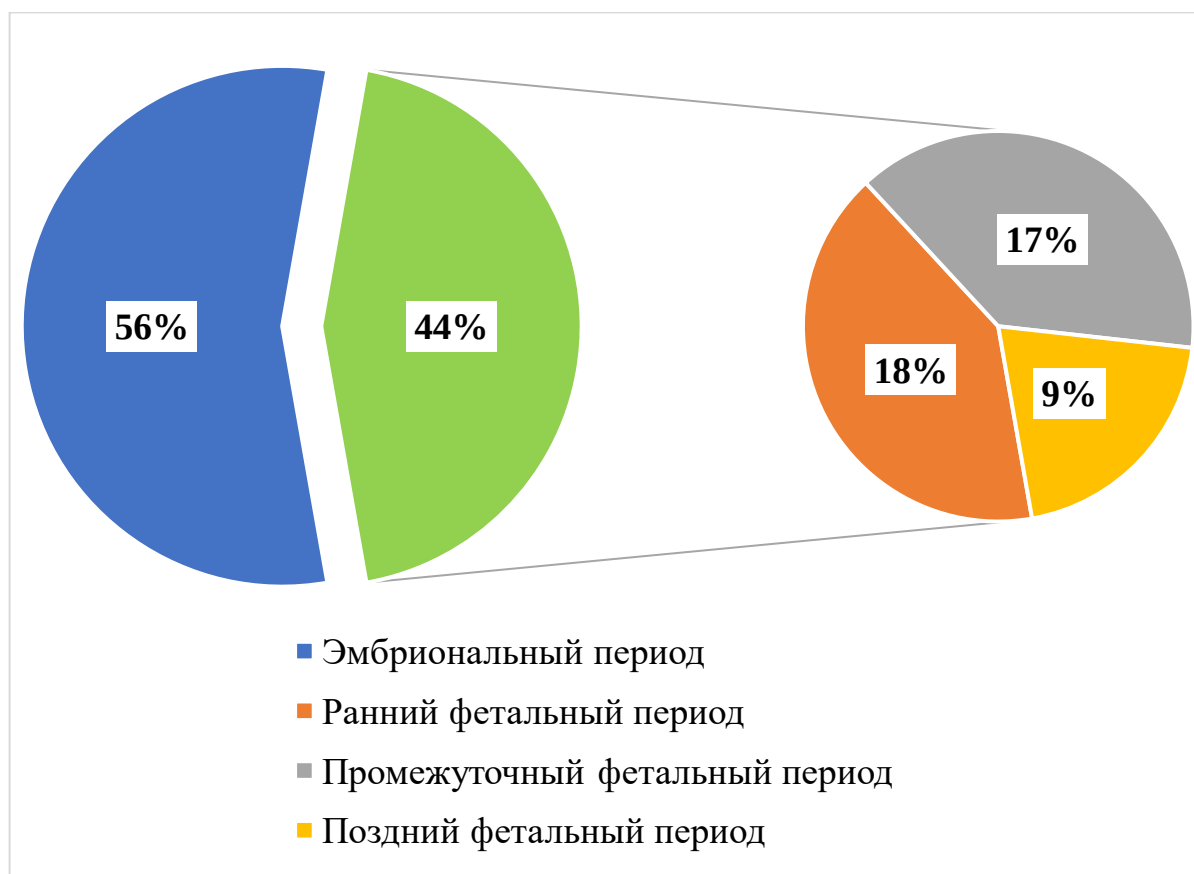


Рисунок 4 – Распределение исследований по периодам пренатального онтогенеза человека ($n = 208$), %

Установлено преобладание публикаций, посвящённых эмбриональному периоду (55 %), при этом поздний фетальный период развития остаётся наименее изученным (9 %), несмотря на прикладное значение данного этапа для диагностики аномалий развития человека.

Таким образом, несмотря на растущий интерес к вопросам пренатальной анатомии языка, анализ литературных данных выявил дисбаланс в изученности его структурных компонентов и возрастных этапов развития. Наименее исследованными остаются топография, морфометрические параметры и анатомия языка в позднем фетальном периоде онтогенеза, что определяет необходимость дальнейших комплексных и количественных исследований в данных направлениях [29].

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика объекта исследования

Объектом исследования являлся язык 172 плодов человека обоего пола промежуточного и позднего фетального периодов онтогенеза.

Возрастные периоды определены согласно международной терминологии по эмбриологии человека, в соответствии с которой ранний фетальный период подразумевает возраст плода от 9 до 13 недель, промежуточный плодный период – 14–27 недель и поздний плодный период – 28–40 недель пренатального онтогенеза [14, 133].

Комплексное изучение объектов проводилось в соответствии с разработанным дизайном исследования, представленным на рисунке 5.

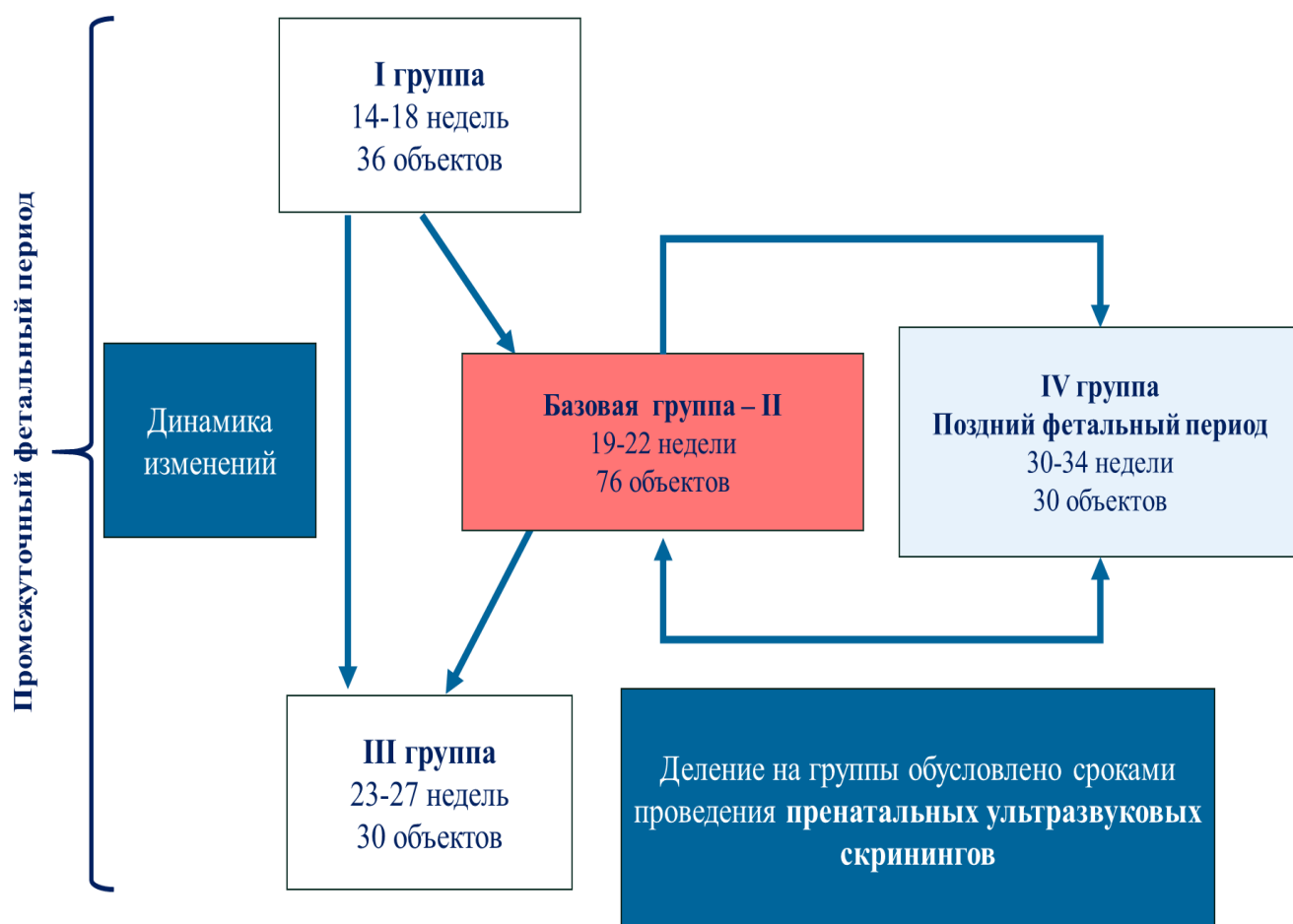


Рисунок 5 – Дизайн исследования

Базовую, II, группу составили 76 объектов в возрасте 19–22 недель в соответствии со сроками проведения пренатального ультразвукового скрининга II триместра (приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 747н «О Порядке оказания медицинской помощи по профилю "Акушерство и гинекология"» от 19.12.2025) [4]. Для изучения возрастной динамики роста языка на протяжении промежуточного плодного периода онтогенеза человека были сформированы I группа, 14–18 недель, соответствующая началу периода, и III группа, 23–27 недель, соответствующая концу периода.

С применением комплекса морфологических методик был изучен 51 препарат языка от плодов человека промежуточного фетального периода онтогенеза. В состав II, базовой, группы для описания анатомического строения и топографии были включены препараты языка от 35 плодов человека в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза. В I группу включены 16 препаратов языка от плодов человека в возрасте 14–18 недель пренатального онтогенеза.

Исследуемые объекты от плодов промежуточного плодного периода онтогенеза составляли фетальную коллекцию кафедры анатомии человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации и были получены с соблюдением действующего на тот момент законодательства Российской Федерации в результате прерывания нормально протекающей беременности по социальным показаниям (согласно Постановлению Правительства Российской Федерации № 98 от 06.02.2012), сверхранних преждевременных родов (согласно Приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации № 1130н от 20.10.2020, Приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации № 457 от 28.12.2000), с соблюдением соответствующих деонтологических, этических и юридических норм (Федеральный закон Российской Федерации № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011, Постановление Правительства Российской Федерации № 750 «Об утверждении Правил передачи

невостребованного тела, органов и тканей умершего человека для использования в медицинских, научных и учебных целях, а также использования невостребованного тела, органов и тканей умершего человека в указанных целях» от 21.07.2012, в действующей редакции, Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 354н «О порядке проведения патолого-анатомических вскрытий» от 06.06.2013) [2, 10, 9, 1, 3, 8].

С применением метода ультразвукового сканирования изучен 121 плод человека промежуточного и позднего периодов онтогенеза при нормально протекающей беременности.

Во II, базовую, группу был включён 41 объект исследования в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза человека. В состав I группы было включено 20 объектов в возрасте 14–18 недель, в состав III группы – 30 в возрасте 23–27 недель.

Анатомия языка в позднем фетальном периоде онтогенеза была изучена у 30 плодов человека в 30–34 недели, составивших IV группу. Данный возрастной интервал соответствовал нормативно утверждённым срокам ультразвукового скрининга III триместра на этапе накопления клинического материала (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 457 от 28.12.2000, утратил силу; Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 1130н от 20.10.2020), а также регламентированному периоду проведения экспертных эхографических исследований по медицинским показаниям (включая оценку фетометрических параметров и выявление поздно манифестирующих аномалий челюстно-лицевой области) в соответствии с Федеральными клиническими рекомендациями Министерства здравоохранения Российской Федерации «Нормальная беременность» [9, 10]. Выбор указанного диапазона обусловлен его высокой клинико-диагностической значимостью для верификации малых пороков развития плода, что сохраняет свою актуальность и в рамках преемственности подходов текущего законодательства и в проведении скрининга III триместра в 34–35 недель беременности (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 747н от 19.12.2025) [4].

Исследование одобрено на заседании локального этического комитета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10.06.2024 (№ 338).

Критерии включения в исследование:

- отсутствие соматической патологии у матери;
- нормально протекающая, неосложнённая, одноплодная беременность;
- отсутствие аномалий и пороков развития у плода.

Распределение исследуемого материала на возрастные группы было проведено в соответствии с задачами исследования и представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение материала по возрасту и полу

Группа	Возраст, нед.	Количество объектов				Итого
		Морфологические методики		Метод ультразвукового сканирования		
		Мужской пол	Женский пол	Мужской пол	Женский пол	
I	14–18	16		20		36
		7	9	11	9	
Базовая, II	19–22	35		41		76
		16	19	21	20	
III	23–27	–		30		30
				14	16	
IV	30–34	–		30		30
				15	15	
Итого		51		121		172

Исследование выполнялось на кафедре анатомии человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, в отделениях, на клинической базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации – областного перинатального центра государственного автономного учреждения здравоохранения «Оренбургская областная клиническая больница № 2».

2.2. Описание методов собственного исследования

В рамках исследования для решения поставленных задач был использован следующий комплекс методик:

1. Метод морфометрии.
2. Метод краниометрии.
3. Метод макромикроскопического препарирования.
4. Метод распилов по Н. И. Пирогову.
5. Гистотопографический метод.
6. Метод ультразвукового сканирования.
7. Вариационно-статистическая обработка данных.

Комплексное изучение объектов проводилось в соответствии с разработанным дизайном исследования, представленным на рисунке 5.

Определение возраста плодов для морфологического раздела ретроспективно было проведено по данным теменно-пяточного и теменно-копчикового размеров с учётом акушерского срока беременности на основании данных медицинской документации и акушерского анамнеза; плоды взвешивали, соотносили полученные данные о массе плода с данными медицинской документации и собранного акушерского анамнеза.

Фиксация материала выполнялась пятипроцентным раствором формалина с постепенным увеличением концентрации до десятипроцентного раствора. Постепенное увеличение концентрации раствора формалина обеспечивало его равномерное распределение и отсутствие деформации тканей исследуемых объектов.

Метод краниометрии

Изучение краниометрических показателей выполнялось в соответствии с методикой В. П. Алексеева, Г. Ф. Дебец (1964), с использованием инструментов: линейка; сантиметровая лента; штангенциркуль (ГОСТ 166-89, модель 660-116, ИЩЦ Ермак – 1-150-0,01) [16].

В рамках исследования с применением морфологических методик определены следующие краниометрические показатели:

– *лобно-затылочный размер (ЛЗР)*, измеряемый от надпереносья (наиболее выступающей вперёд точки) лобной кости до наиболее выступающей точки наружного затылочного выступа в срединной сагиттальной плоскости при положении черепа по франкфуртской плоскости, проходящей через верхний край наружного слухового прохода и нижний край глазницы;

– *бипариетальный размер (БПР)*, измеряемый между наиболее выступающими точками теменных бугров во фронтальной плоскости;

– *окружность головы (ОГ)*, измеряемая с помощью сантиметровой ленты по наиболее выступающим точкам надпереносья лобной кости, теменных бугров и наружного затылочного выступа.

Все полученные количественные характеристики отражены в отдельных протоколах исследования.

Оценка соотношения краниометрических показателей выполнялась с помощью черепного указателя по формуле [16, 33, 76, 217]:

$$\text{черепной указатель} = \frac{\text{бипариетальный размер}}{\text{лобно-затылочный размер}} \times 100 \%. \quad (1)$$

В соответствии с черепным указателем определена форма черепа для исследуемых объектов (таблица 3).

Таблица 3 – Форма черепа в соответствии со значениями черепного указателя

Форма черепа	Значение черепного указателя, %
Брахикранная	> 80,0
Мезокранная	75,0–79,9
Долихокранная	< 74,9

Для характеристики ультразвуковых параметров развития черепа оценивались также *мандибулярно-назально-максиллярный (MNM) угол*, образованный линией, проведённой от места соединения носовой кости с лобной костью до переднего края альвеолярного отростка верхней челюсти, и линией, проведённой от места соединения носовой кости с лобной костью до подбородочного выступа нижней челюсти. В соответствии с F. I. Vos (2015), угол в диапазоне 10,39–16,91° принят за норму [239, 89].

Вторым показателем развития черепа была *линия фетального профиля*, проходящая от места соединения носовой кости с лобной костью до подбородочного выступа нижней челюсти. Линия, проходящая через лобную кость, считается нулевой, проходящая кпереди от неё – «отрицательной», кзади от неё – «положительной». В соответствии с F. I. Vos (2015), нормальным значением считается только нулевая линия фетального профиля [239, 89] (рисунок 6).

Метод макромикроскопического препарирования был применён к 23 препаратам языка.

Для изучения топографии были получены препараты языка со структурами дна ротовой полости и нижней челюсти. Выполнялось послойное рассечение кожи лица с подкожными структурами скальпелем в проекции ветвей и тела нижней челюсти, послойное рассечение мышц, экзартикуляция нижней челюсти. Далее подбородочный выступ оттягивался вниз анатомическим пинцетом, определялось положение язычно-надгортанной складки. Хирургическими ножницами или скальпелем проводилось отсечение языка со структурами дна ротовой полости и нижней челюсти во фронтальной плоскости в проекции язычно-надгортанной складки.

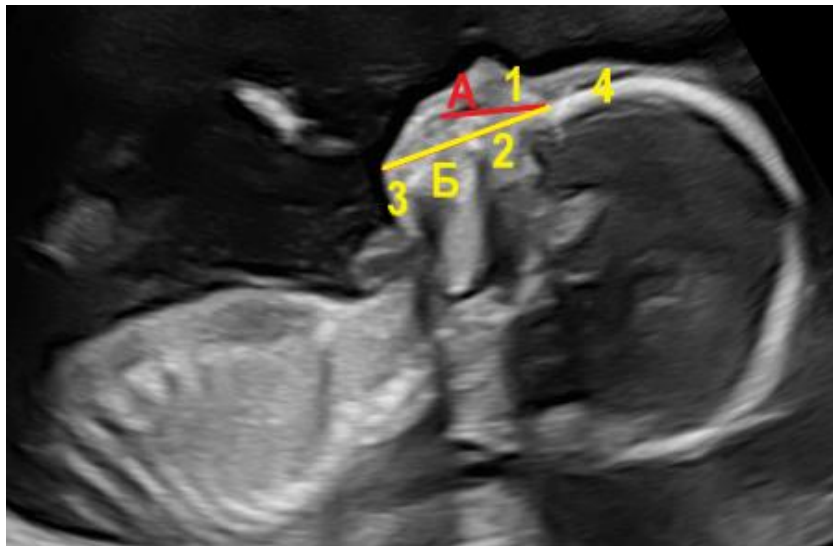


Рисунок 6 – Плод человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. 1 – носовая кость; 2 – верхняя челюсть; 3 – нижняя челюсть; 4 – лобная кость; А – линия, проведённая от места соединения носовой кости с лобной костью до переднего края альвеолярного отростка верхней челюсти; Б – линия фетального профиля; АБ – мандибулярно-назально-максиллярный угол

Метод макромикроскопического препарирования

Для детального изучения макромикроанатомии отдельных структур языка получены отдельные препараты языка. После получения препарата дна ротовой полости и нижней челюсти язык оттягивался вверх, выполняли разрезы анатомическим скальпелем у основания корня языка. Двигаясь в верхнезаднем направлении, выполнялось отделение языка от подъязычной кости и последующее его выделение. Визуализация структур при работе с микрохирургическим инструментом выполнялась при использовании очков-лупы Levenhuk Zeno Vizor (Россия) со светодиодной подсветкой и сменными линзами различной степени увеличения.

Полученные препараты фотографировали с применением цифровой камеры-окуляра микроскопа MicroOptix MX-1150 (T) – TouPCam DCM 500, а также фотокамеры модели Sony SLT-A58, объектив Sony SAL18552.

Гистотопографический метод

Изучение микроанатомии и топографии языка выполнялось с применением гистотопографического метода на 51 объекте. Зафиксированные препараты головы

плода, органокомплексы языка со структурами дна ротовой полости и изолированные препараты языка были промыты под проточной водой в течение 24 часов. Далее проводилось обезвоживание материала посредством последовательного проведения через серию спиртов восходящей каждые 24 часа концентрацией с последовательностью в 60 %, 80 %, 96 %, 96 %, 100 % и далее согласно методике изготовления целлоидиновых срезов.

Получение срезов исследуемых препаратов выполнялось с использованием установки «Макротом» по методике Н. И. Пирогова с толщиной срезов 5–50 мм [129, 130]. Для получения тонких серийных срезов использовалась установка «Микротом санный МС-2», позволяющая изготавливать разноплоскостные срезы толщиной 20–40 мкм.

Распилы препаратов головы плода, органокомплексов языка со структурами дна ротовой полости и нижней челюстью и изолированных препаратов языка для исследования выполняли в трёх плоскостях: фронтальной, сагиттальной и горизонтальной.

Распилы головы плода в сагиттальной плоскости проводили от срединной плоскости головы до области височно-нижнечелюстного сустава. Распилы в горизонтальной плоскости осуществляли от уровня углов нижней челюсти до альвеолярного отростка верхней челюсти. Распилы во фронтальной плоскости выполняли параллельно средней линии головы от области нижнечелюстного симфиза до наружного слухового прохода.

Распилы препаратов органокомплексов языка со структурами дна ротовой полости и нижней челюстью были проведены во фронтальной и горизонтальной плоскостях. Распилы в горизонтальной плоскости выполнены от уровня углов нижней челюсти до спинки языка. Распилы во фронтальной плоскости совершались параллельно линии, соединяющей углы нижней челюсти от области корня языка до области нижнечелюстного симфиза.

Для детального изучения микроанатомии языка проводились распилы его изолированных препаратов в сагиттальной и фронтальной плоскостях: в сагиттальной плоскости – от срединной плоскости в проекции срединной борозды языка к правому

и левому краю; во фронтальной плоскости – перпендикулярно срединной борозде языка по направлению от слепого отверстия к верхушке языка.

Исследование языка во фронтальной и сагиттальной плоскостях наиболее эффективно для изучения его микроанатомии и топографии.

Далее с распилов были изготовлены срезы с окраской методом Ван Гизона, гематоксилином и эозином. Готовые гистотопограммы изучали при помощи бинокулярного микроскопа МБС-10 (ок. $\times 8$; об. 0,6; 1; 2; 3) и лабораторного, тринокулярного, стереоскопического микроскопа с видеосистемой MicroOptix MX-1150 (ок. $\times 10$; об. 0,8; 1; 2; 3; 4; 5) с последующим сканированием с использованием средств программного обеспечения «ToupView» (ToupTek Corporation). Сканирование полученных препаратов в высоком разрешении также выполнено с помощью сканера EPSON Perfection V600 Photo.

Метод морфометрии

Макропрепараты и гистотопограммы были подвергнуты морфометрии с помощью линейки с ценой деления 1 мм, электронного штангенциркуля (ГОСТ 166-89, Модель 660-116, ШШЦ Ермак – 1-150-0,01) с ценой деления 0,1 мм. Высокую точность измерений с ценой деления до 0,001 мм обеспечило использование цифровых фотографий препаратов и средств программного обеспечения «ToupView» (ToupTek Corporation).

Морфометрия языка выполнялась с применением количественных показателей, представленных в таблице 4 и на рисунке 7.

Таблица 4 – Измерение морфометрических параметров языка

Количественный параметр	Способ измерения	Мера измерения
1	2	3
Макроанатомические размеры языка		
Продольный размер	В сагиттальной плоскости от слепого отверстия до верхушки языка	мм

Продолжение таблицы 4 на с. 40

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Поперечный размер	Во фронтальной плоскости между наиболее удалёнными точками правого и левого краёв языка	мм
Толщина	В вертикальном направлении: корня – на уровне слепого отверстия, тела – на уровне прикрепления уздечки, верхушки – на уровне внутренней поверхности тела нижней челюсти	мм
Длина окружности	По линии от правого края языка на уровне пограничной борозды через верхушку к левому краю языка и далее до уровня пограничной борозды	мм
Площадь спинки	По контуру, ограниченному пограничной бороздой сзади, правым и левым краями языка по бокам и верхушкой спереди	мм ²
Длина свободной части	В сагиттальной плоскости от точки прикрепления уздечки до верхушки языка	мм
Длина фиксированной части	В сагиттальной плоскости от корня до основания уздечки языка	мм
Угол положения языка	Между линией, соединяющей верхушку и наиболее высокую точку спинки, и линией, соединяющей эту точку с корнем языка	градусы (°)
Макроанатомические размеры корня языка		
Поперечный размер корня	Во фронтальной плоскости на уровне пограничной борозды	мм
Угол, образованный пограничной бороздой	Вершина в области слепого отверстия, стороны угла соединяют его с правым и левым краями языка на уровне пограничной борозды	градусы (°)

Окончание таблицы 4 на с. 41

Окончание таблицы 4

1	2	3
Диаметр слепого отверстия	Во фронтальной плоскости в месте наибольшего значения	мм
Расстояние от слепого отверстия до края	Во фронтальной плоскости от слепого отверстия до правого и левого краёв языка	мм

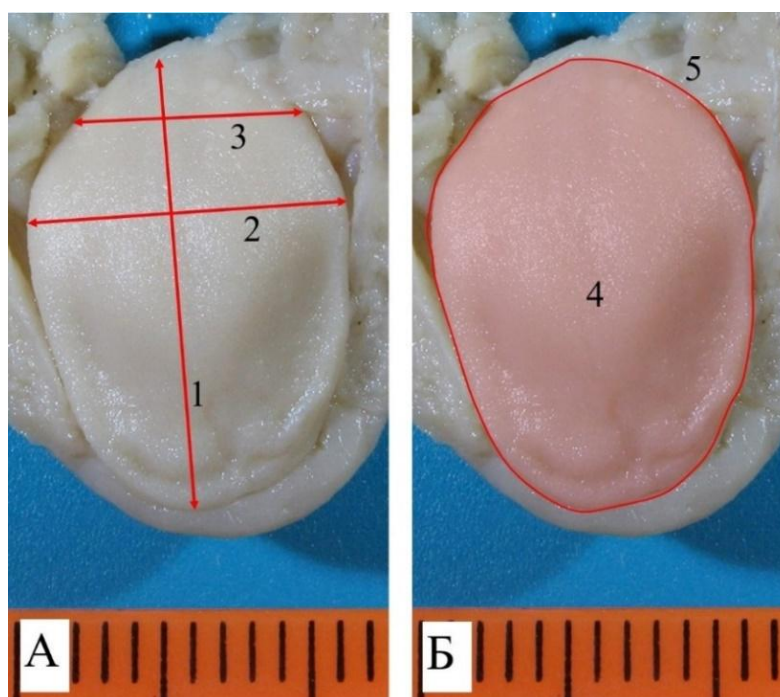


Рисунок 7 – Определение размеров языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. А) 1 – продольный размер языка; 2 – поперечный размер языка в месте наибольшего значения; 3 – поперечный размер языка на уровне пограничной борозды. Б) 4 – площадь спинки языка; 5 – длина окружности тела языка

Для оценки соотношения линейных параметров языка был предложен поперечно-продольный индекс языка (ППИЯ), представляющий собой отношение поперечного размера языка к его продольному размеру, умноженное на 100:

$$\text{ППИЯ} = \frac{\text{поперечный размер языка}}{\text{продольный размер языка}} \times 100 \%. \quad (2)$$

Ориентиры, по которым проводилась оценка параметров корня языка, представлены на рисунках 8 и 9.

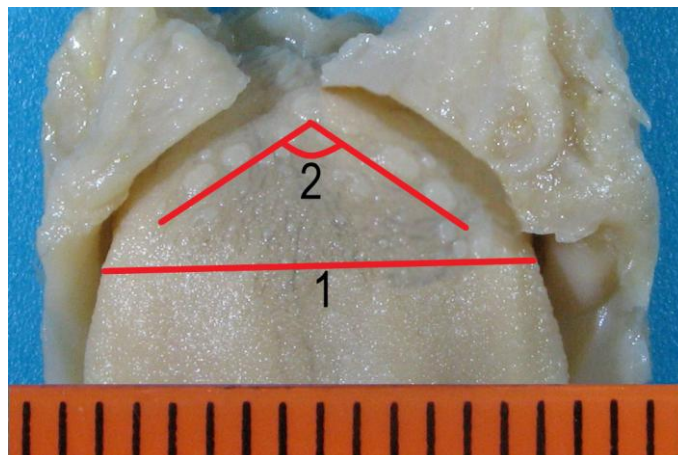


Рисунок 8 – Корень языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол женский. 1 – поперечный размер корня языка; 2 – угол, образованный пограничной бороздой языка

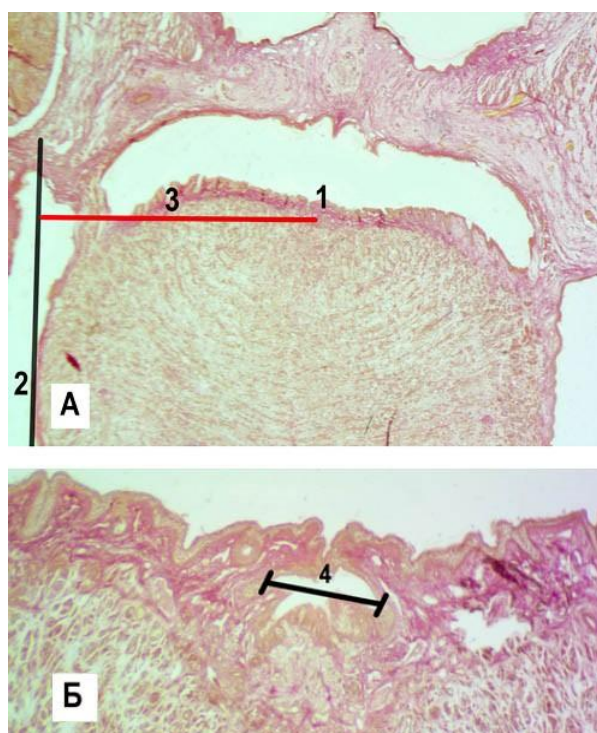


Рисунок 9 – Корень языка плода человека. Возраст – семнадцать недель, пол женский.

Горизонтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$. А) Об. 0,8. 1 – слепое отверстие языка; 2 – край языка; 3 – расстояние от слепого отверстия до края языка.

Б) Об. 5. 4 – диаметр слепого отверстия

Методика оценки параметров топографии языка представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Измерение количественных параметров топографии языка, мм

Количественный параметр	Способ измерения
Расстояние от верхушки языка до тела нижней челюсти	От верхушки языка до внутренней поверхности тела нижней челюсти в сагиттальной плоскости
Расстояние от тела нижней челюсти до края языка	От внутренней поверхности тела нижней челюсти до края языка справа и слева во фронтальной плоскости
Расстояние от спинки языка до твёрдого нёба	Вертикальное расстояние от наиболее высокой точки стояния спинки языка до линии твёрдого нёба
Расстояние от верхушки языка до твёрдого нёба	Вертикальное расстояние от верхушки языка до линии твёрдого нёба
Расстояние от верхушки языка до дна ротовой полости	Вертикальное расстояние от верхушки языка до слизистой оболочки дна ротовой полости
Расстояние от тела языка до дна ротовой полости	Вертикальное расстояние от тела языка до слизистой оболочки дна ротовой полости
Расстояние от корня языка до задней стенки ротоглотки	Сагиттальное расстояние от корня языка до задней стенки ротоглотки

Характеристика количественных параметров собственных и скелетных мышц включала оценку: толщины слоя мышцы, толщины пучка мышечного волокна, ширины мышцы (рисунки 10 и 11).

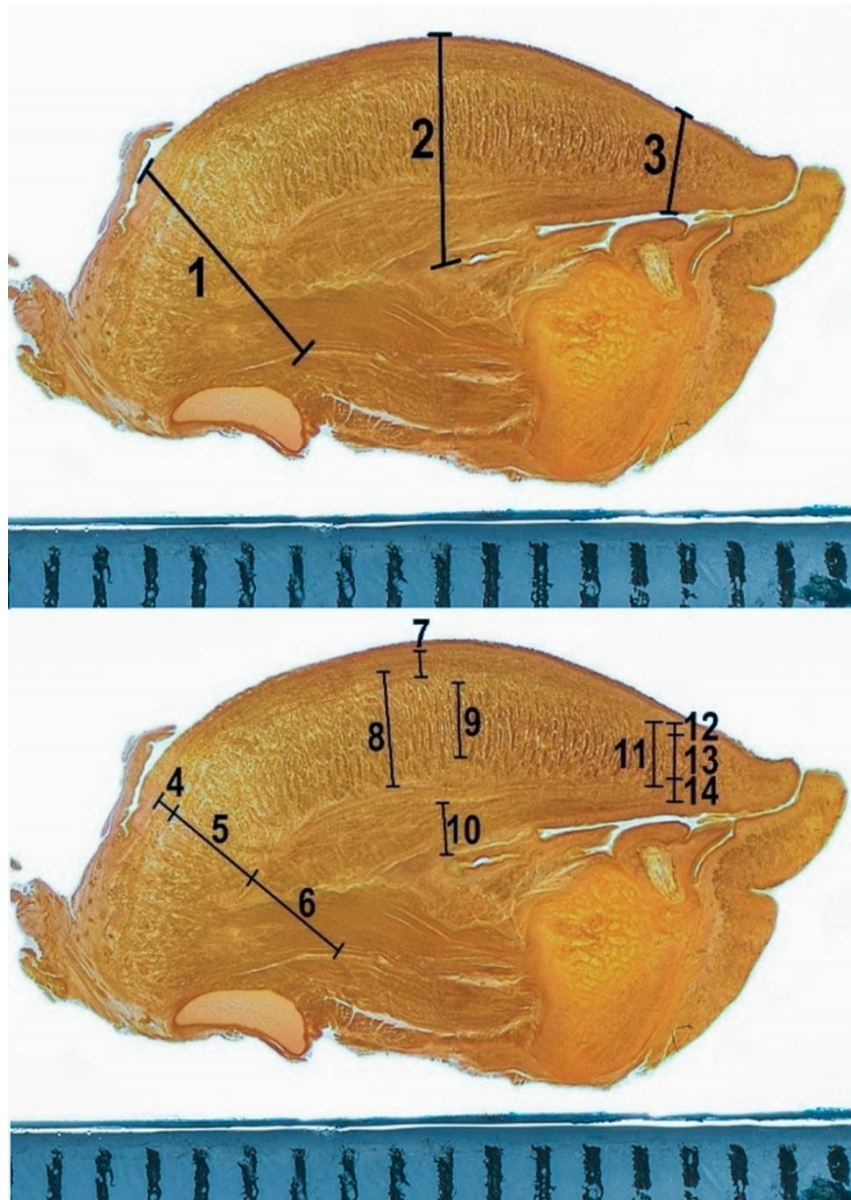


Рисунок 10 – Язык плода человека. Возраст – двадцать одна неделя, пол мужской.

Сагиттальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Скан гистотопограммы без увеличения. Измерение толщины: 1 – корня языка; 2 – тела языка; 3 – верхушки языка; 4 – верхней продольной мышцы в области корня языка; 5 – поперечной и вертикальной мышц в области корня языка; 6 – подбородочно-язычной мышцы в области корня языка; 7 – верхней продольной мышцы в области тела языка; 8 – вертикальной мышцы в области тела языка; 9 – поперечной мышцы в области тела языка; 10 – подбородочно-язычной мышцы в области тела языка; 11 – вертикальной мышцы в области верхушки языка; 12 – верхней продольной мышцы в области верхушки языка; 13 – поперечной мышцы в области верхушки языка; 14 – нижней продольной мышцы в области верхушки языка

Оценка перегородок языка включала ширину: срединной перегородки языка; околосрединной перегородки языка; нижней перегородки языка (рисунки 11 и 12).

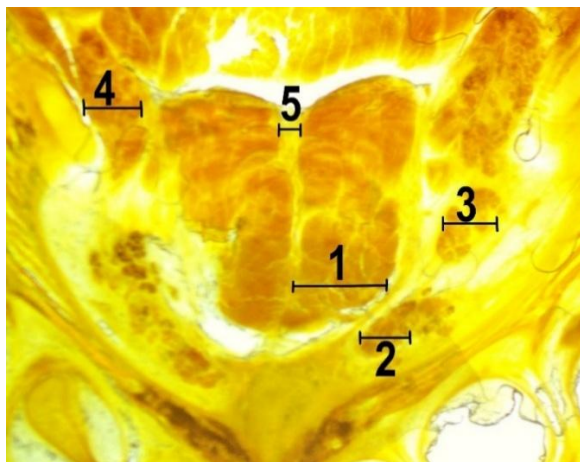


Рисунок 11 – Топография мышц языка плода человека. Возраст – двадцать две недели, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8. Ширина:
1 – подбородочно-язычной мышцы; 2 – подъязычно-язычной мышцы;
3 – шилогlossальной мышцы; 4 – нёбно-язычной мышцы; 5 – срединной перегородки языка

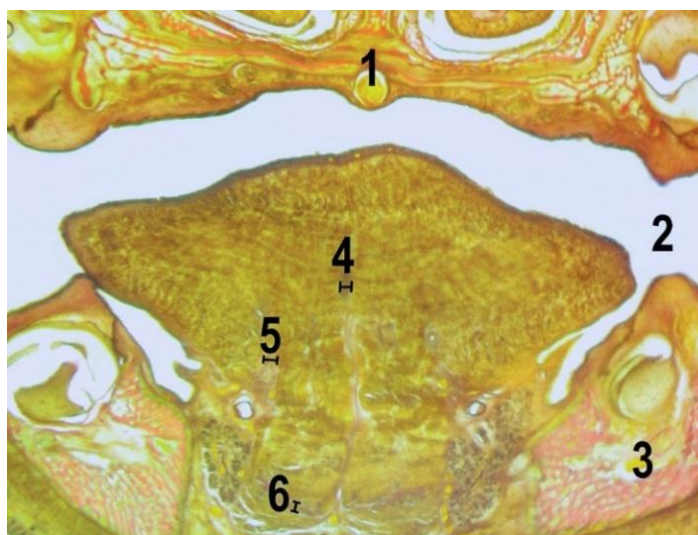


Рисунок 12 – Топография языка и структур ротовой полости плода человека. Возраст – двадцать недель, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – твёрдое нёбо; 2 – ротовая полость;
3 – нижняя челюсть; 4 – ширина срединной перегородки языка; 5 – ширина околосрединной перегородки языка; 6 – ширина нижней перегородки языка

Описание уздечки языка включало параметры её длины и средней ширины (рисунок 13).

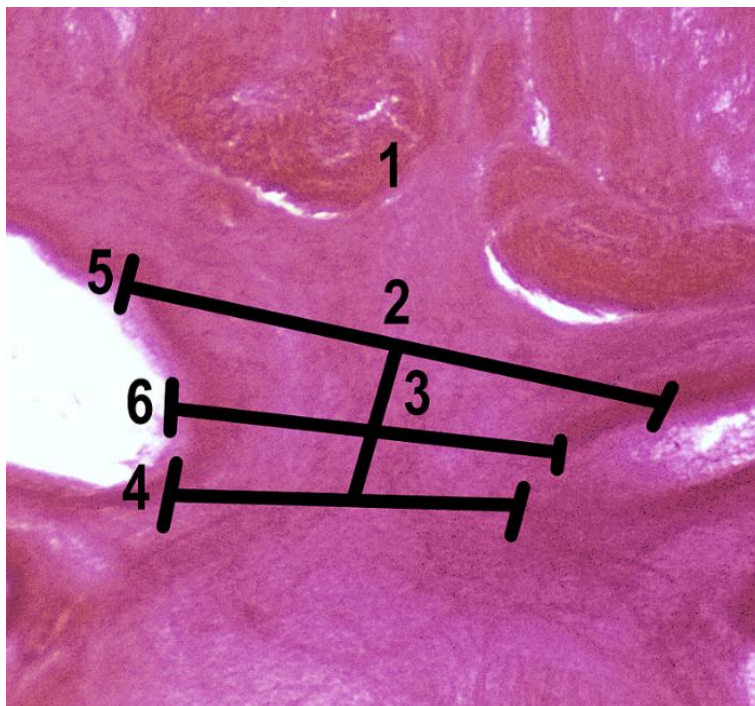


Рисунок 13 – Уздечка языка плода человека. Возраст – семнадцать недель, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5. 1 – язык; 2 – уздечка языка; 3 – измерение длины уздечки языка; 4 – ширина основания уздечки, ширина уздечки в месте наибольшего значения; 5 – ширина прикрепления уздечки; 6 – ширина уздечки в месте наименьшего значения

Методика оценки параметров кровоснабжения языка представлена в таблице 6 и на рисунке 14.

Таблица 6 – Измерение морфометрических параметров кровоснабжения языка

Количественный параметр	Способ измерения	Мера измерения
1	2	3
Диаметр артерии	Поперечный размер сосуда в месте его отхождения	мм

Продолжение таблицы 6 на с. 47

Продолжение таблицы 6

1	2	3
Скорость кровотока в артерии	Пиковая скорость кровотока, определяемая методом ультразвукового доплеровского сканирования в области отхождения сосуда	мм/с
Угол отхождения артерии	Угол, определяемый по линиям, проведённым вдоль наружных контуров стенки магистрального сосуда и стенки отходящей ветви в зоне их соединения	градусы (°)

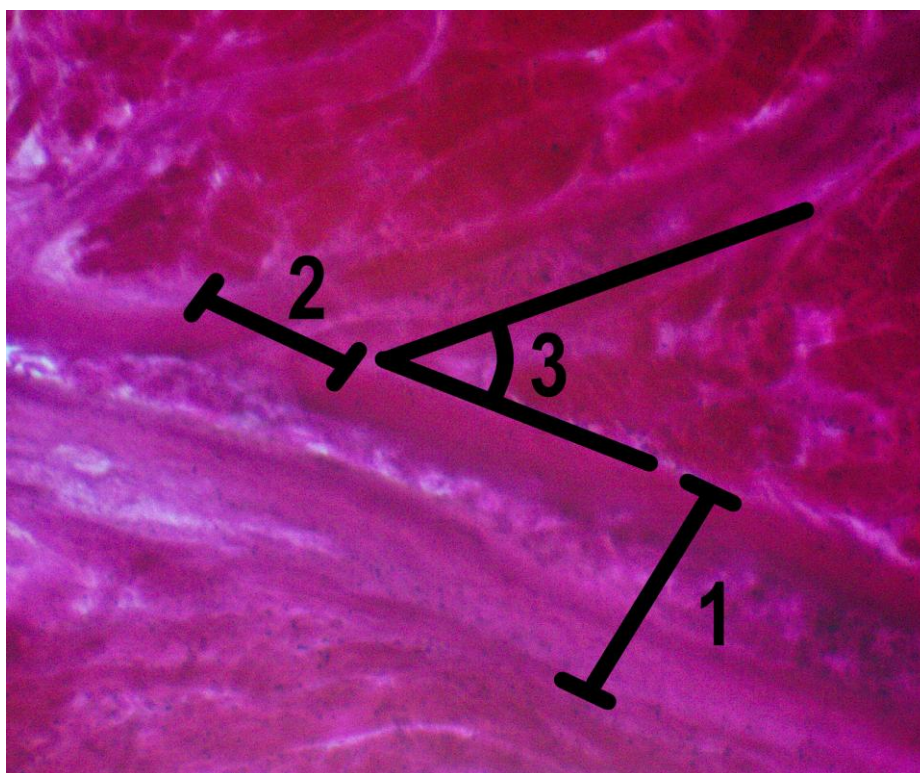


Рисунок 14 – Артерии языка плода человека. Возраст – двадцать две недели, пол мужской. Сагиттальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5. 1 – диаметр глубокой артерии языка; 2 – диаметр дорзальной артерии языка; 3 – угол отхождения дорзальной артерии языка

Для описания эпителия языка использовались показатели: толщина эпителия, длина и ширина основания, высота вкусовых сосочков (рисунок 15).



Рисунок 15 – Край языка плода человека. Возраст – шестнадцать недель, пол женский.

Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5. 1 – эпителий спинки языка; 2 – толщина эпителия спинки языка; 3 – эпителий нижней поверхности языка; 4 – толщина эпителия нижней поверхности языка; 5 – ширина основания вкусового сосочка; 6 – высота вкусового сосочка

Метод ультразвукового сканирования

Изучение объектов исследования с применением метода ультразвукового сканирования выполнено с помощью аппарата Voluson S10 (GE Healthcare, США). В работе использовался трансабдоминальный датчик RAB 6-RS с частотой 2–8 МГц, режим «ОВ» (акушерское исследование). В исследовании использованы снимки, видеофрагменты и протоколы работы.

Возраст плода определялся по стандартным формулам ультразвукового исследования, с учётом копчико-теменного, теменно-пяточного, бипариетального, лобно-затылочного размеров на основе данных акушерского анамнеза.

Возможность изучения прижизненной анатомии языка требовала определённого положения плода. При положении плода лицом вперёд, с нейтральным положением шеи, ультразвуковой датчик устанавливали по фронтальной оси, перпендикулярно длинной оси лица плода. Далее датчик фиксировали на уровне плоскости, расположенной между телом нижней челюсти и твёрдым нёбом плода. В данном

положении возможно получение изображения языка во фронтальной плоскости, однако вследствие наложения тканей данная плоскость была недостаточно информативной [19]. Датчик поворачивали на 90 градусов, устанавливали вдоль срединной сагиттальной плоскости, что обеспечивало получение сагиттального изображения языка плода, информативного для изучения его топографии. Из срединной сагиттальной плоскости датчик поворачивали на 90 градусов горизонтально, чтобы получить изображение языка плода в горизонтальной плоскости. Эта плоскость является наиболее информативной для морфометрии языка плода. При этом язык должен находиться в нейтральном положении, а его поверхности, края, верхушка и пограничная борозда – чётко визуализироваться.

Общая характеристика параметров языка проводилась в соответствии с ориентирами, определёнными при морфологическом исследовании. Были оценены продольный размер, поперечный размер, толщина, длина окружности, площадь спинки, длина фиксированной части и длина свободной части языка, а также угол положения языка. Ориентиры, по которым определялись морфометрические параметры языка при ультразвуковом исследовании, представлены на рисунках 16 и 17.

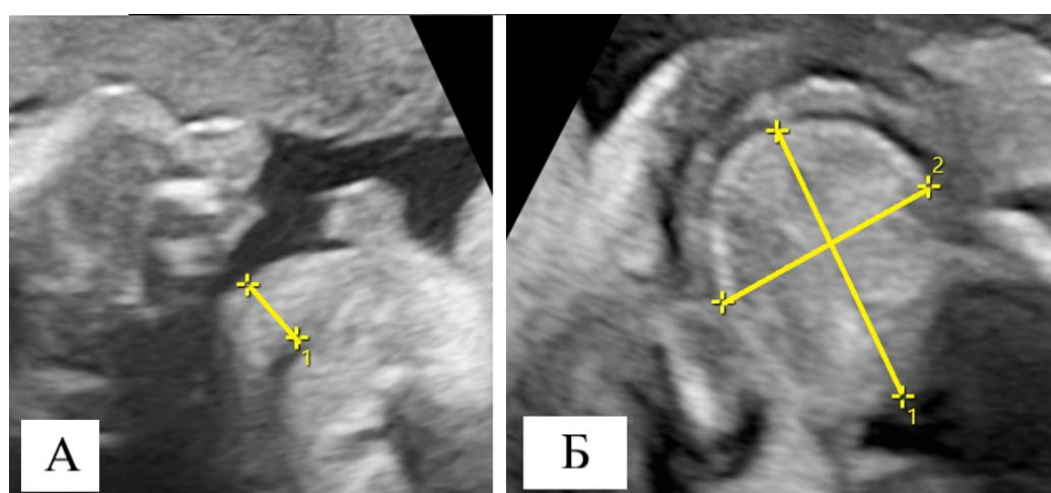


Рисунок 16 – Определение размеров языка плода человека. Возраст – двадцать семь недель, пол женский. А) Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. 1 – толщина языка. Б) Поперечная ультразвуковая сканограмма.

Серошкальный режим. 1 – продольный размер языка; 2 – поперечный размер языка в месте наибольшего значения

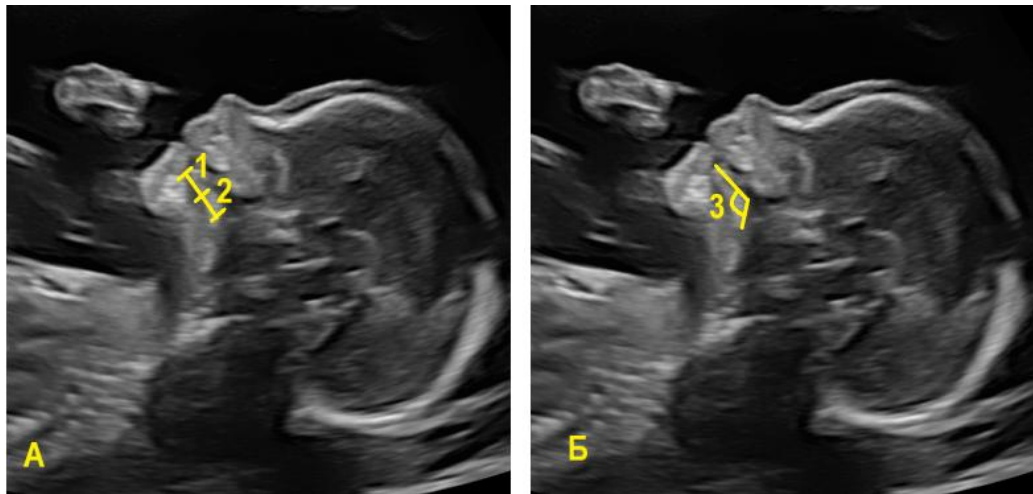


Рисунок 17 – Определение размеров языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. А) 1 – длина свободной части языка; 2 – длина фиксированной части языка. Б) 3 – угол положения языка

Топография языка также была изучена методом ультразвукового сканирования. Методика измерения представлена на рисунке 18.

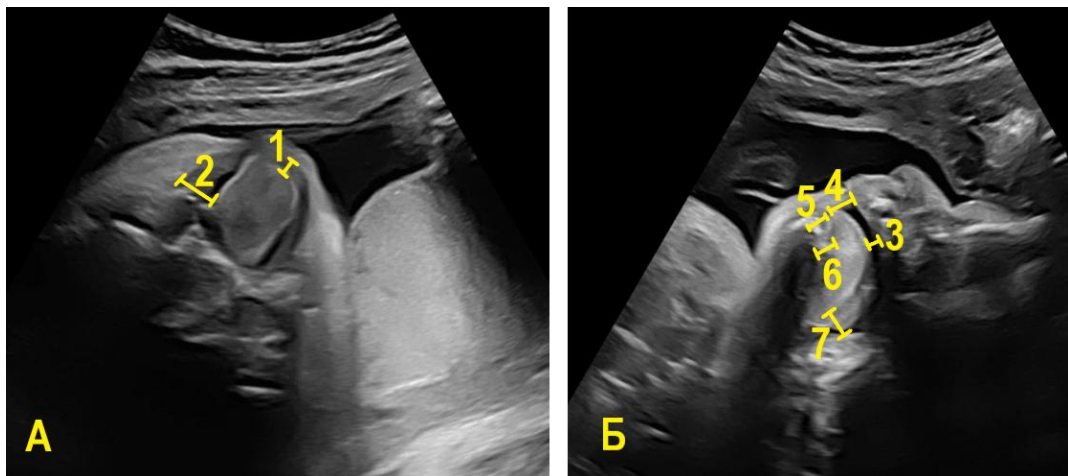


Рисунок 18 – Топография языка в ротовой полости плода человека. Возраст – тридцать одна неделя, пол мужской. А) Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. Расстояние: 1 – от верхушки языка до тела нижней челюсти; 2 – от угла нижней челюсти до края языка. Б) Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. Расстояние: 3 – от спинки языка до твёрдого нёба; 4 – от верхушки языка до твёрдого нёба; 5 – от верхушки языка до дна ротовой полости; 6 – от тела языка до дна ротовой полости; 7 – от корня языка до задней стенки ротоглотки

Методом ультразвукового сканирования также были оценены параметры кровоснабжения языка.

Для характеристики наружной сонной артерии были оценены её диаметр и скорость кровотока.

Для характеристики язычной артерии и глубокой артерии языка оценены их диаметр, угол отхождения и скорость кровотока справа и слева.

Методика морфометрии описана в таблице 6 и приведена на рисунках 19 и 20.

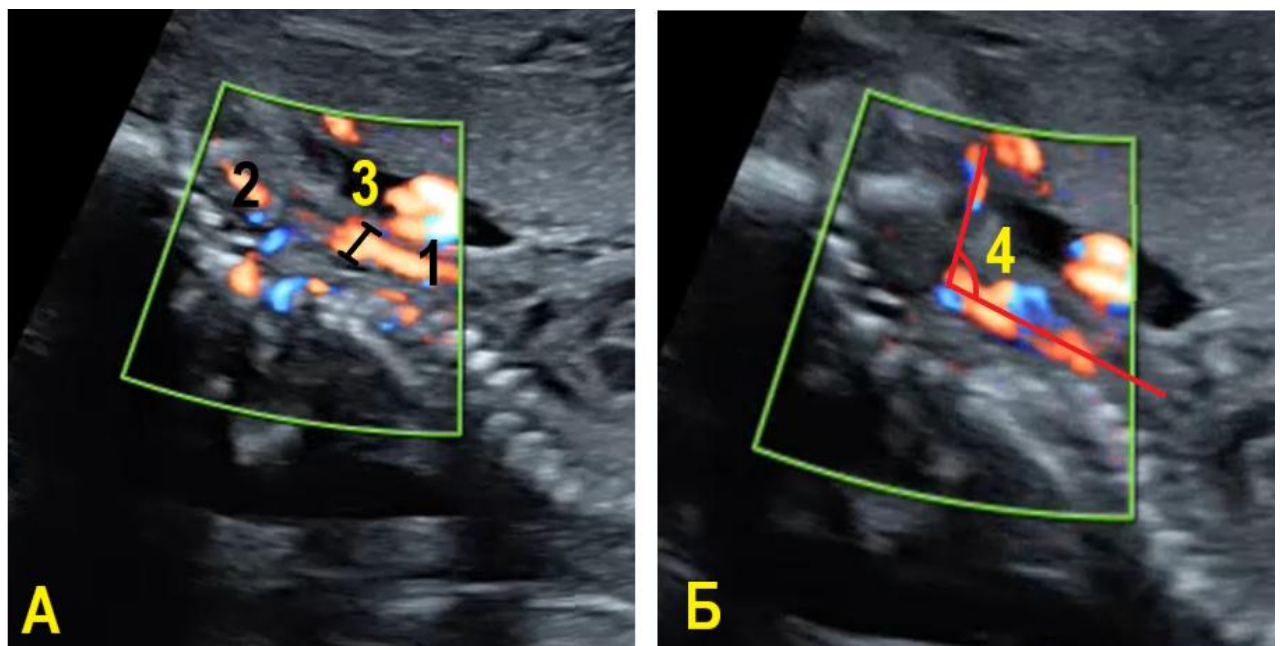


Рисунок 19 – Ветви наружной сонной артерии плода человека.

Возраст – двадцать недель, пол мужской.

Сагиттальная ультразвуковая сканограмма.

Метод цветового доплеровского сканирования.

А) 1 – наружная сонная артерия; 2 – язычная артерия;

3 – диаметр наружной сонной артерии.

Б) 4 – угол отхождения язычной артерии

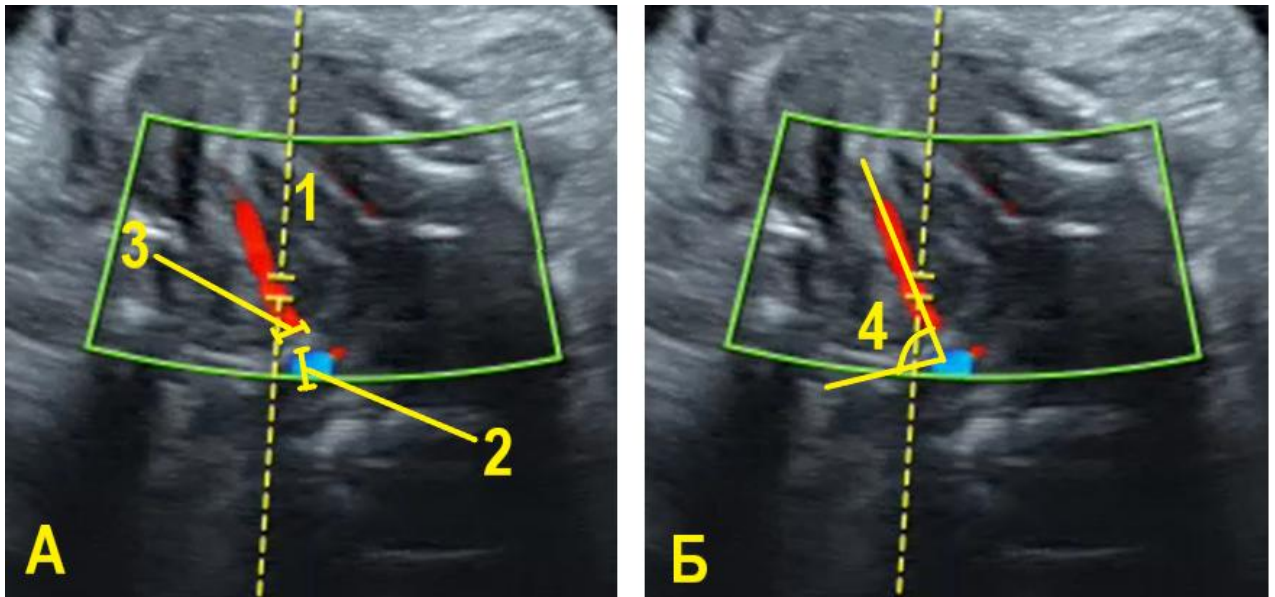


Рисунок 20 – Артерии языка плода человека. Возраст – тридцать две недели, пол женский. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Метод цветового доплеровского сканирования. А) 1 – язык; 2 – диаметр язычной артерии; 3 – диаметр глубокой артерии языка. Б) 4 – угол отхождения глубокой артерии языка

Для оценки соотношения данных, полученных методом ультразвукового сканирования и морфологическими методиками, использован коэффициент морфологического ультразвукового соотношения, представляющий собой соотношение значения размера, полученного с помощью морфологических методик (РМ), к значению аналогичного размера, полученного с помощью метода ультразвукового сканирования (РУС), описанный в исследованиях Л. М. Железнова, А. В. Непрокиной [37, 38, 89]:

$$\text{КМУС} = \text{РМ} / \text{РУС}, \quad (3)$$

где КМУС – коэффициент морфологического ультразвукового соотношения;

РМ – размер морфологический, полученный с помощью морфологических методик, мм;

РУС – размер ультразвукового сканирования, полученный с помощью метода ультразвукового сканирования, мм.

2.3. Вариационно-статистическая обработка и документирование данных

Данные, полученные в ходе исследования, оформляли в виде протоколов. Изучаемые показатели вносили в таблицу и обрабатывали с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2021 (Microsoft Corporation). Статистическая обработка данных выполнялась в среде Statistica 12 (StatSoft Corporation).

Критический уровень значимости принят на уровне 5 % ($p < 0,05$). Характер распределения изучаемых признаков в исследуемой группе был определён с помощью метода Колмогорова – Смирнова. Было установлено, что количественные показатели соответствуют нормальному распределению ($p > 0,05$). В связи с этим в дальнейшем применялись параметрические методы описательной статистики. Для каждого параметра рассчитывались средняя арифметическая величина (M), стандартное отклонение (SD). Данные описывали в формате « $M \pm SD$ ». Также определяли минимальное и максимальное значения ($Min - Max$), коэффициент вариации (CV), стандартную ошибку среднего (SE) и темп роста показателей [84, 60].

При разделении исследуемой выборки на возрастные группы объём I и III групп был ограничен, а значение критерия Колмогорова – Смирнова составило $p < 0,05$. В связи с чем при описании изменчивости параметров внутри группы определены медиана (Me) и квартили (Q_{25} , Q_{50} , Q_{75}). В работе данные представлены в формате « $Me [Q_{25}-Q_{75}]$ ».

При разделении исследуемой выборки на группы по полу, возрасту и форме черепа характер распределения не по всем признакам соответствует нормальному распределению, что подтверждено критерием Колмогорова – Смирнова ($p < 0,05$), не во всех изучаемых группах дисперсия является однородной, согласно критерию Левена ($p < 0,05$). С учётом объёма выборок различия количественных показателей в двух группах определены по критерию Манна – Уитни (U). При сравнении количественных показателей в трёх группах использован критерий Краскела – Уоллиса (H). Далее проводились попарные сравнения первой и второй, второй и

третьей, первой и третьей групп по критерию Манна – Уитни, при этом уровень статистической значимости был скорректирован по методу Бонферрони: $p = 0,05$, было поделено на число групп (3), и составил $p = 0,017$.

Проведена оценка корреляции изучаемых параметров между собой. Поскольку при разделении исследуемой выборки на группы характер распределения не по всем признакам соответствует нормальному распределению, не во всех изучаемых группах дисперсия является однородной, был применён коэффициент корреляции Спирмена (r) с применением шкалы Чеддока (таблица 7).

Таблица 7 – Шкала Чеддока для оценки силы взаимосвязи

Значение r	Характеристика силы связи
0,1–0,29	Слабая
0,3–0,49	Умеренная
0,5–0,69	Заметная
0,7–0,89	Высокая
0,9–0,99	Весьма высокая
Примечание – r – коэффициент корреляции.	

Для удобства восприятия и наглядности результатов корреляционного анализа данные представлены в виде тепловых карт, построенных с использованием условного форматирования по принципу градиента: красный цвет соответствует сильной положительной корреляции ($r = 1$), белый – отсутствию корреляции ($r = 0$), синий – сильной отрицательной корреляции ($r = -1$); промежуточные значения окрашиваются в соответствующие переходные тона.

Для оценки возрастных изменений количественных параметров языка рассчитан темп их роста, а также проведён многофакторный (MANOVA) и однофакторный (ANOVA) дисперсионный анализ. В качестве зависимых переменных рассматривались морфометрические параметры, независимым фактором выступал возраст, представленный в виде дискретных уровней (от 14 до 34 недель пренатального онтогенеза). При выявлении статистически

значимых различий ($p < 0,05$) в однофакторном анализе проводился пост-хок анализ с использованием модифицированного критерия Тьюки для неравных выборок (Tukey Unequal N HSD), корректно учитывающего разный объём подгрупп и частичную неоднородность дисперсий. Сравнивались средние значения между всеми возрастными подгруппами, а интервал с наименьшим значением p интерпретировался как период наибольшего прироста соответствующего параметра.

Для оценки внутриоператорской воспроизводимости ультразвуковых измерений был проведён повторный анализ случайной выборки из 15 сканограмм (10 % от общего числа) через двухнедельный интервал тем же исследователем в условиях слепого протокола. Рассчитанный коэффициент внутриклассовой корреляции для оценённых параметров составил: для линейных размеров языка – 0,98 [95 % ДИ: 0,96–0,99]; для параметров топографии языка – 0,94 [95 % ДИ: 0,9–0,97]; для параметров артерий языка – 0,96 [95 % ДИ: 0,92–0,98]. Полученные значения коэффициента свидетельствуют о согласованности повторных измерений и надёжности применённого протокола.

Глава 3. АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ЯЗЫКА ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА В ВОЗРАСТЕ 19–22 НЕДЕЛЬ

3.1. Макроанатомия языка плода человека в возрасте 19–22 недель

В возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза язык имеет удлинённую овальную форму и основные структурные элементы. Макроскопически определяются отделы языка: корень, тело, верхушка (рисунок 21).

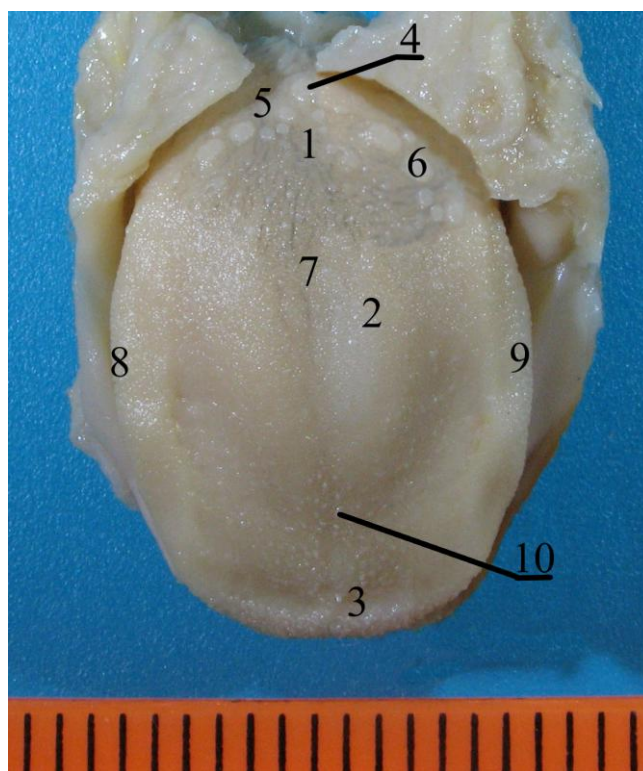


Рисунок 21 – Макропрепарат языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол женский. 1 – корень языка; 2 – тело языка; 3 – верхушка языка; 4 – слепое отверстие языка; 5 – пограничная борозда языка; 6 – желобовидные сосочки языка; 7 – срединная борозда языка; 8 – правый край языка; 9 – левый край языка; 10 – грибовидный сосочек языка

В таблице представлены значения линейных параметров языка плода (таблица 8).

Таблица 8 – Размеры языка плода человека в возрасте 19–22 недель

Параметр языка	M	Me	Min	Max	SD	CV
Продольный размер, мм	15,5	15,4	10,0	20,2	2,1	13,7
Поперечный размер, мм	12,9	12,8	9,0	17,6	2,0	14,7
Поперечно-продольный индекс	83,4	81,8	71,3	108,5	7,2	8,7
Толщина, мм	4,4	4,0	3,0	7,0	1,0	22,9
Длина окружности, мм	52,6	52,4	35,0	64,1	7,0	13,4
Площадь спинки, мм ²	174,2	166,0	90,0	295,0	27,4	27,2
П р и м е ч а н и я 1 M – средняя арифметическая величина. 2 Me – медиана. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение. 5 SD – стандартное отклонение. 6 CV – коэффициент вариации.						

Продольный, поперечный размер и длина окружности языка характеризуются небольшой изменчивостью, коэффициент вариации составляет менее 15 %. Поперечно-продольный индекс языка демонстрирует наименьший коэффициент вариации – 8,7 %. Наибольшие значения вариабельности определены у толщины языка (22,9 %) и площади спинки языка (27,2 %).

Вариабельность толщины языка (CV = 22,9 %) связана с разными значениями в области корня, тела и верхушки языка. Среднее значение толщины корня языка составило $(4,1 \pm 0,7)$ мм, толщины тела языка – $(4,43 \pm 0,8)$ мм, толщины верхушки языка – $(3,9 \pm 0,9)$ мм. При сравнении параметров толщины корня, тела и верхушки языка с помощью критерия Краскела – Уоллиса выявлены значимые отличия ($p = 0,0002$). При попарном сравнении выявлены достоверные отличия между толщиной тела и верхушки языка ($p = 0,0002$), между толщиной корня и верхушки языка ($p = 0,0002$), отличия между толщиной корня и тела языка достоверными не были ($p = 0,427$).

Корень языка отделён от тела V-образной пограничной бороздой. Поперечный размер корня языка в исследуемом периоде составил $(11,1 \pm 2,1)$ мм, формируя $(86,1 \pm 7,2)$ % от поперечного размера языка. Пограничная борозда визуализируется как углубление, простирающееся от слепого отверстия к краям языка. Угол, образованный пограничной бороздой, составил $(110,9 \pm 6,7)^\circ$. Расстояние от слепого отверстия до краёв языка справа и слева статистически не различалось ($p = 0,75$) и составило $(4,3 \pm 0,5)$ мм. Слепое отверстие определяется как углубление диаметром $(1 \pm 0,2)$ мм. Макроскопически вдоль пограничной борозды языка определяются 9–13 желобовидных сосочков языка округлой формы, выступающие над поверхностью языка.

Тело языка в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза характеризуется выраженным рельефом. В середине тела проходит углубление, соответствующее формированию срединной борозды языка, отчётливо определяющейся в 40 % случаев (рисунок 21). По бокам от срединной борозды определяются возвышения, соответствующие ходу и прикреплению верхней продольной и вертикальной мышц языка, наиболее выраженные в центральной части тела языка. Далее определяются углубления, соответствующие ходу глубоких артерий языка.

Тело языка имеет бархатистый вид за счёт нитевидных и конусовидных сосочков (рисунок 21). На теле и верхушке языка визуализируются грибовидные сосочки в виде округлых возвышений размером $(0,4 \pm 0,1)$ мм на $(0,3 \pm 0,1)$ мм, выступающих над поверхностью языка.

3.2. Топография языка плода человека в возрасте 19–22 недель

В 19–22 недели пренатального онтогенеза язык визуализируется в пределах собственно ротовой полости, занимая $(86,0 \pm 5,6)$ % площади среза.

На фронтальных гистотопограммах корень и тело языка своей дорзальной поверхностью обращены к твёрдому нёбу, расстояние от спинки языка до твёрдого нёба составляет 1,5–1,8 мм, в среднем – $(1,6 \pm 0,3)$ мм. Край языка обращён

к внутренней поверхности тела нижней челюсти, расстояние до которого составляет $(1,7 \pm 0,3)$ мм в диапазоне 1,6–1,8 мм, различия между правой и левой сторонами статистически не выявлены ($p = 0,089$). Между корнем языка и телом нижней челюсти последовательно располагаются нёбно-язычная, шилоязычная и подъязычно-язычная мышцы (рисунок 22).

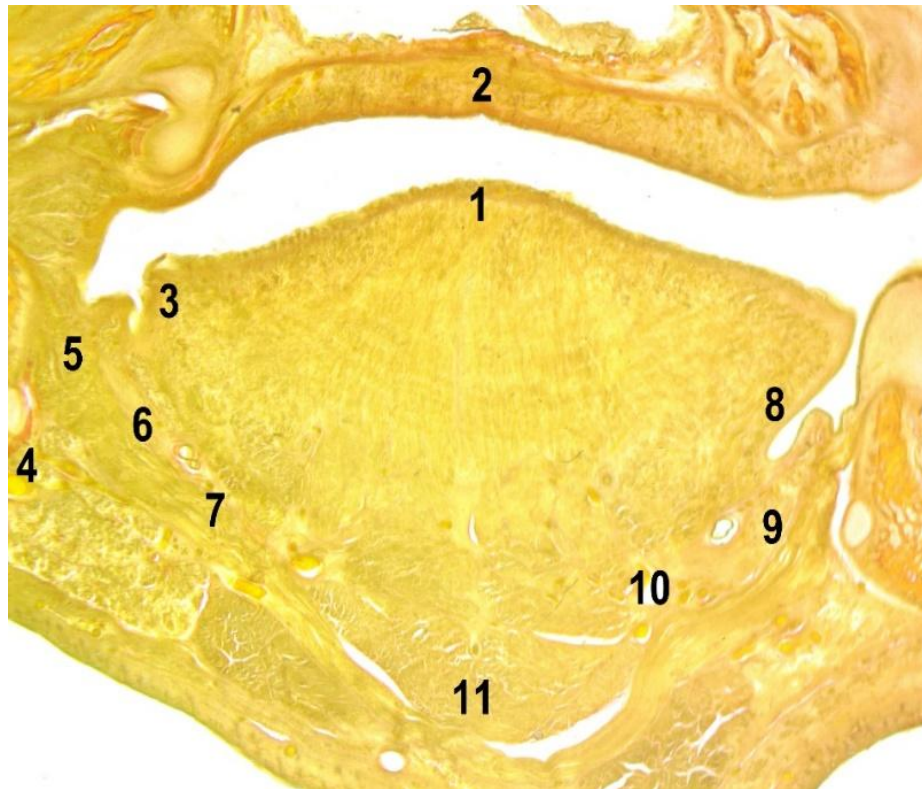


Рисунок 22 – Язык в собственно ротовой полости плода человека. Возраст – двадцать две недели, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – дорзальная поверхность корня языка; 2 – твёрдое нёбо; 3 – край языка; 4 – внутренняя поверхность тела нижней челюсти; 5 – нёбно-язычная мышца; 6 – шилоязычная мышца; 7 – подъязычно-язычная мышца; 8 – нижняя поверхность корня языка; 9 – подъязычная слюнная железа; 10 – язычная артерия; 11 – подбородочно-подъязычная мышца

Медиальная часть нижней поверхности языка в области корня пересекается вертикально идущей язычной артерией в проекции края подбородочно-язычной

мышцы. Подборочно-язычная мышца, занимающая центральное положение, отделена от подборочно-подъязычной мышцы нижней перегородкой языка (рисунок 23).

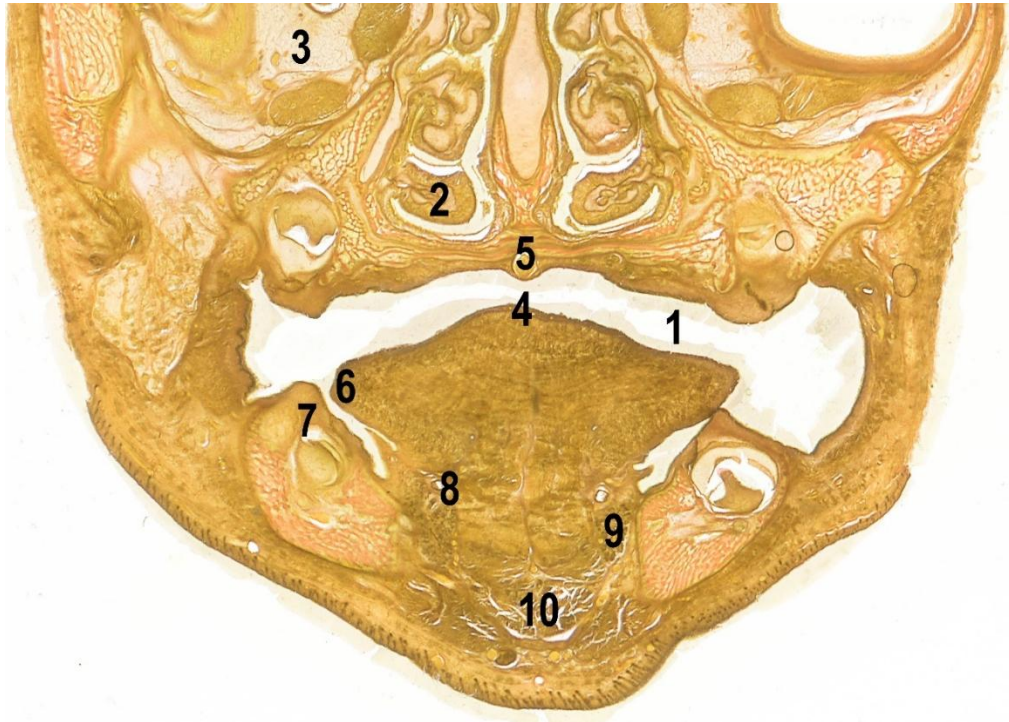


Рисунок 23 – Взаиморасположение языка плода человека со структурами лицевого черепа. Возраст – двадцать недель, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – собственно ротовая полость; 2 – носовая полость; 3 – глазница; 4 – спинка языка; 5 – твёрдое нёбо; 6 – край языка; 7 – тело нижней челюсти; 8 – язычная артерия; 9 – подъязычная слюнная железа; 10 – подборочно-подъязычная мышца

На горизонтальных гистотопограммах позади корня языка визуализируется ротовая часть глотки. Расстояние до задней стенки глотки в исследуемом периоде составило $(2,0 \pm 0,6)$ мм, от 1,2 до 2,9 мм. Края и верхушка языка обращены к внутренней поверхности тела нижней челюсти. Расстояние от верхушки языка до тела нижней челюсти составило $(1,6 \pm 0,4)$ мм, от 1,0 до 2,4 мм (рисунок 24).

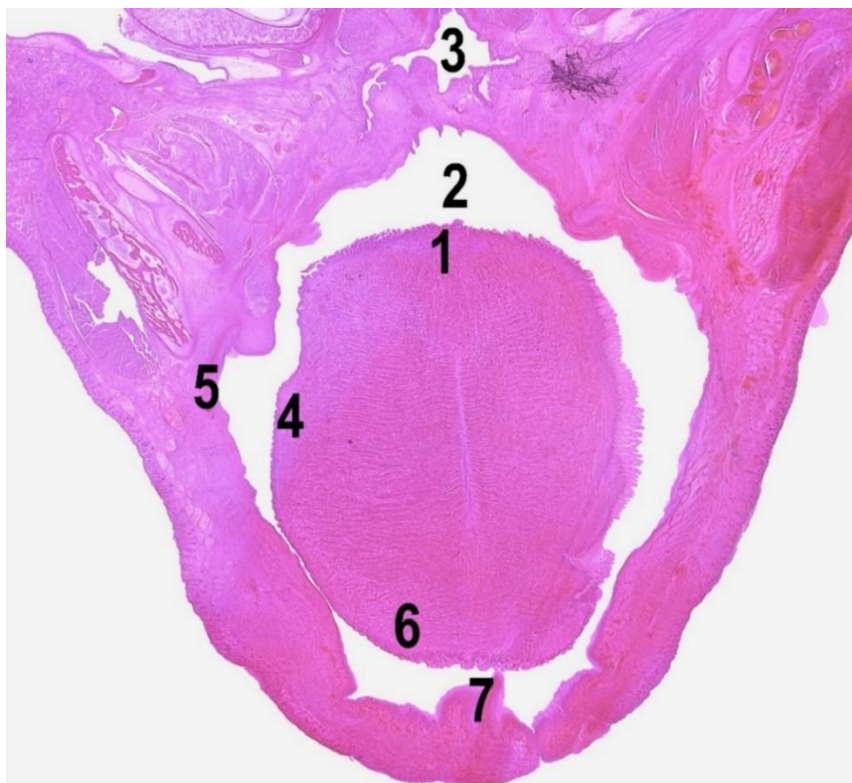


Рисунок 24 – Топография языка плода человека и ротовой части глотки.

Возраст – двадцать две недели, пол мужской. Горизонтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – корень языка; 2 – собственно ротовая полость; 3 – ротовая часть глотки; 4 – край языка; 5 – тело нижней челюсти; 6 – верхушка языка; 7 – уздечка языка

На сагиттальных гистотопограммах визуализируются прилегание надгортанника к корню языка и его переход в переднюю стенку глотки. Спинка языка занимает наиболее высокое положение, угол положения языка в исследуемом периоде составил $(131,0 \pm 6,1)^\circ$.

Язычная артерия в сагиттальной проекции перед вхождением в толщу языка лежит между подъязычно-язычной мышцей и подъязычной слюнной железой. Подъязычная слюнная железа лежит в толще подъязычного мяса вплоть до подъязычной ямки тела нижней челюсти (рисунок 25).



Рисунок 25 – Топография языка плода человека со структурами дна ротовой полости. Возраст – двадцать одна неделя, пол мужской.

Сагиттальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином.

Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – корень языка;
 2 – язычно-надгортанная складка; 3 – передняя стенка глотки;
 4 – спинка языка; 5 – вершушка языка; 6 – язычная артерия;
 7 – подъязычно-язычная мышца; 8 – подъязычная слюнная железа;
 9 – тело нижней челюсти; 10 – зубная альвеола

3.3. Макромикроскопическое строение языка плода человека в возрасте 19–22 недель

В возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза на фронтальных, сагиттальных и горизонтальных гистотопограммах выявляются основные анатомические структуры языка: собственные и скелетные мышцы, перегородки, уздечка, сосуды, эпителий и слюнные железы (рисунок 26).

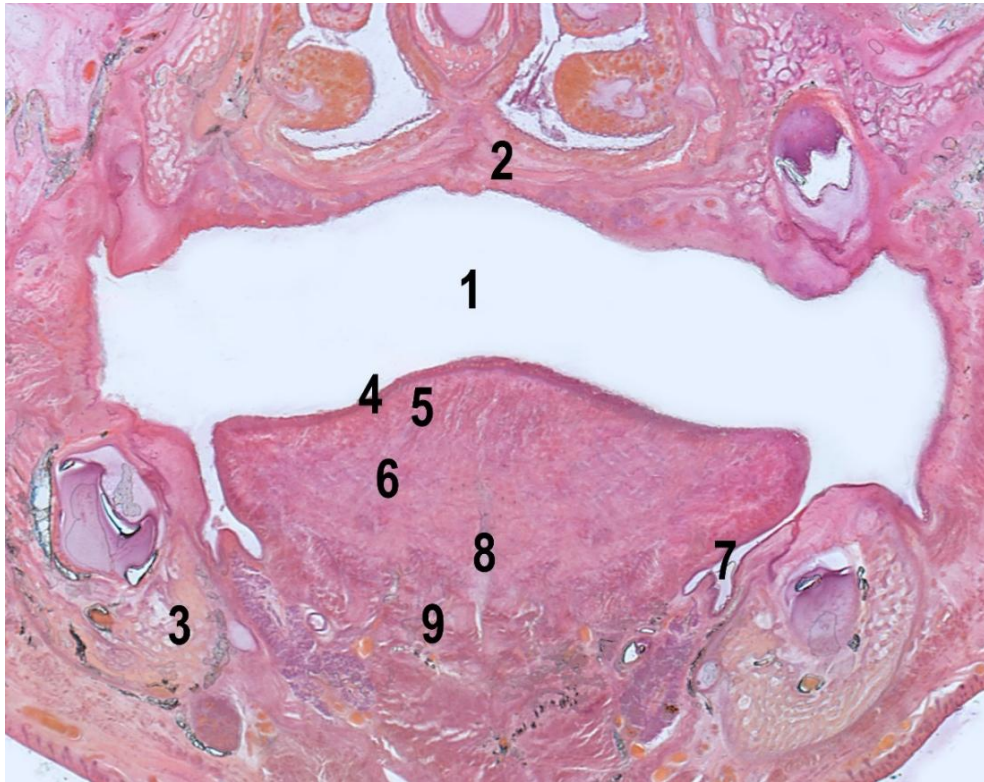


Рисунок 26 – Макромикроанатомическое строение языка плода человека.

Возраст – девятнадцать недель, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином.

Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8.

- 1 – собственно ротовая полость; 2 – твёрдое нёбо; 3 – тело нижней челюсти; 4 – эпителий спинки языка; 5 – верхняя продольная мышца языка; 6 – волокна вертикальной и поперечной мышц языка; 7 – нижняя поверхность языка; 8 – перегородка языка; 9 – подбородочно-язычная мышца

Анатомическая характеристика мышц языка

Собственные и скелетные мышцы языка на сроке 19–22 недель пренатального онтогенеза дифференцированы и организуются в мышечные пучки, располагающиеся в характерной микротопографии (рисунок 27).

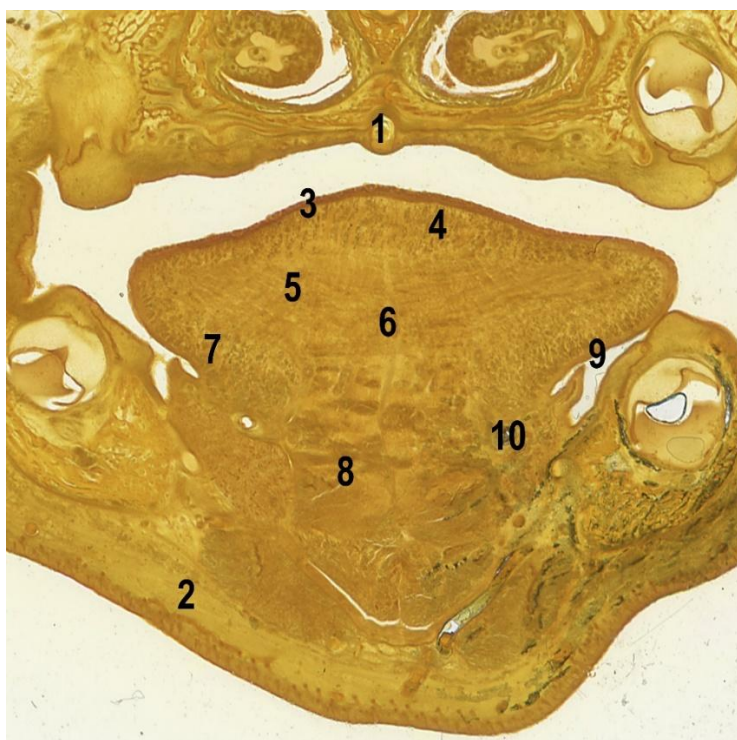


Рисунок 27 – Микротопография мышц языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – твёрдое нёбо; 2 – тело нижней челюсти; 3 – эпителий спинки языка; 4 – верхняя продольная мышца языка; 5 – поперечная мышца языка; 6 – перегородка языка; 7 – нижняя продольная мышца языка; 8 – подбородочно-язычная мышца; 9 – эпителий нижней поверхности языка; 10 – язычная артерия

Количественные параметры собственных мышц языка представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Количественные параметры собственных мышц языка плода человека в 19–22 недели, мм

Толщина слоя мышцы	Средняя	В области корня	В области тела	В области верхушки
1	2	3	4	5
Верхняя продольная	$0,59 \pm 0,20$	$0,56 \pm 0,14$	$0,62 \pm 0,16$	$0,5 \pm 0,19$
Поперечная	$1,60 \pm 0,41$	$1,46 \pm 0,30$	$1,74 \pm 0,40$	$1,58 \pm 0,40$

Окончание таблицы 9 на с. 65

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5
Вертикальная	$1,64 \pm 0,50$	$1,91 \pm 0,50$	$2,18 \pm 0,40$	$1,75 \pm 0,50$
Нижняя продольная	$0,50 \pm 0,10$	$0,33 \pm 0,05$	$0,77 \pm 0,15$	$0,73 \pm 0,20$

Под эпителием спинки языка расположен слой верхней продольной мышцы языка. Её волокна определяются в области корня, тела и верхушки, проходя между слоем поперечной мышцы и подслизистой основы эпителия спинки языка, их пересекают волокна вертикальной мышцы языка (рисунок 28).

Толщина слоя верхней продольной мышцы составила $(14 \pm 4) \%$ от толщины среза языка. Билатеральные различия были незначимы ($p = 0,808$). Различия толщины верхней продольной мышцы в области корня, тела и верхушки приближались к статистической значимости, но оставались выше порогового уровня ($p = 0,061$).

Под верхней продольной мышцей определяется слой волокон поперечной мышцы языка. Она прикрепляется от края языка к срединной перегородке, единичные волокна пересекают перегородку языка. Поперечная мышца языка особенно выражена на горизонтальных гистотопограммах (рисунок 28).

Толщина слоя поперечной мышцы языка составила $(41 \pm 8) \%$ от толщины языка. Билатеральные различия не выявлены, $p = 0,864$, U-критерий = 76. Выявлены достоверные отличия толщины слоя поперечной мышцы языка в области корня, тела и верхушки ($p = 0,007$).

При попарном сравнении выявлены достоверные отличия между толщиной в области тела и верхушки ($U = 12$, $p = 0,003$), а также корня и верхушки ($U = 18$, $p = 0,016$). Отличия между толщиной мышцы в области корня и тела ($U = 34$, $p = 0,225$) достоверными не были.

Вертикальная мышца языка пересекает волокна верхней и нижней продольных и поперечной мышц языка, прикрепляясь от подслизистой основы нижней поверхности к подслизистой основе эпителия спинки языка (рисунок 29).

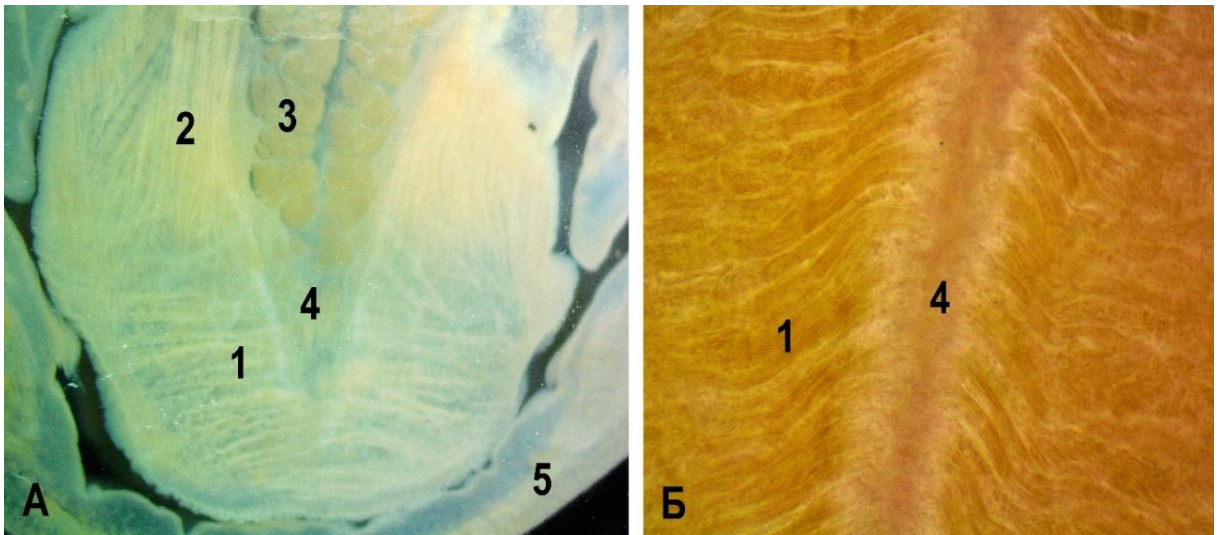


Рисунок 28 – Поперечная мышца языка плода. Возраст – двадцать две недели, пол мужской. Горизонтальная гистотопограмма. А) Не окрашен. 1 – поперечная мышца языка; 2 – нижняя продольная мышца языка; 3 – подбородочно-язычная мышца; 4 – перегородка языка; 5 – нижняя челюсть. Б) Окрашка по методу Ван Гизона. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8

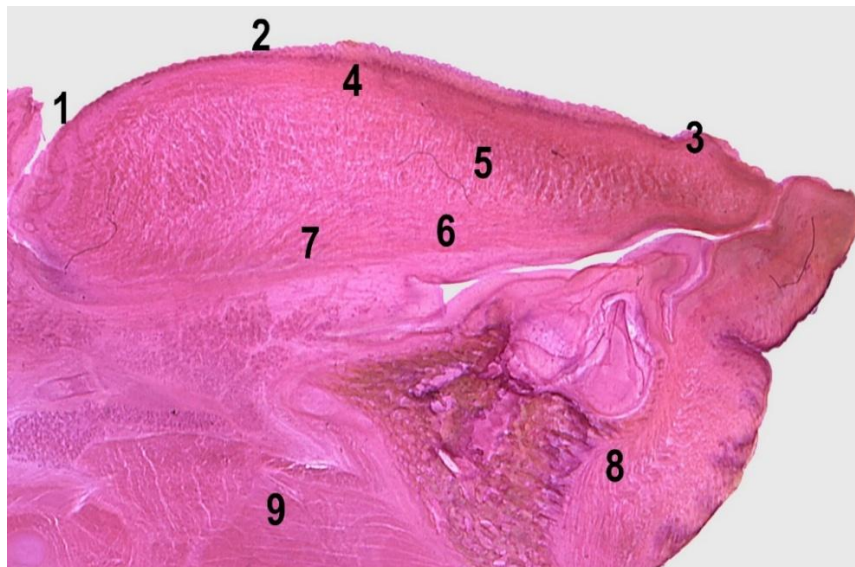


Рисунок 29 – Вертикальная мышца языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. Сагиттальная гистотопограмма. Окрашка гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8.
 1 – корень языка; 2 – тело языка; 3 – верхушка языка; 4 – верхняя продольная мышца языка; 5 – волокна вертикальной мышцы языка; 6 – нижняя продольная мышца языка; 7 – подбородочно-язычная мышца; 8 – тело нижней челюсти;
 9 – подбородочно-подъязычная мышца

Толщина вертикальной мышцы составляет $(47 \pm 5) \%$ от толщины среза языка. Значения толщины слева и справа значимо не отличались (U-критерий = 71, $p = 0,641$). Значения толщины мышцы по отделам языка достоверно отличаются при сравнении трёх областей, $p = 0,0009$. При попарном сравнении значения толщины слоя вертикальной мышцы языка в области тела и верхушки языка ($U = 10$, $p = 0,0028$) были достоверно различны. В области корня и тела языка ($U = 41$, $p = 0,520$) и в области корня и верхушки языка ($U = 11$, $p = 0,036$) значения не отличались.

Нижняя продольная мышца языка преимущественно определялась в области его тела и верхушки в виде волокон, идущих вдоль нижней поверхности языка от корня к верхушке, расположенных вдоль подслизистой основы эпителия нижней поверхности языка. Её определение в области корня языка вдоль его перегородки в ряде наблюдений было ограничено из-за перекрещивания с пучками скелетных мышц (рисунок 29).

Толщина слоя нижней продольной мышцы языка в 19–22 недели составила $(8 \pm 2) \%$ от толщины среза языка. Справа и слева толщина слоя мышцы была сопоставима ($p = 0,399$). Толщина слоя мышцы в области корня, тела и верхушки языка различна ($p = 0,0013$) за счёт отличия между корнем и телом ($U = 14$, $p = 0,007$), телом и верхушкой ($U = 12$, $p = 0,0046$). Толщина слоя мышцы в области корня и верхушки языка была сопоставима ($U = 29$, $p = 0,12$).

В возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза скелетные мышцы языка сформированы и визуализируются преимущественно на фронтальных гистотопограммах корня языка и горизонтальных гистотопограммах дна ротовой полости (рисунок 30).

В латеральной части среза последовательно визуализируются сверху вниз нёбно-язычная мышца, составляя $(26 \pm 5) \%$ от площади среза, шиловязичная – $(22 \pm 4) \%$ и подъязычно-язычная – $(19 \pm 3) \%$ мышцы языка. Подбородочно-язычная мышца ($(54 \pm 7) \%$) также видна на фронтальных и сагиттальных срезах языка (рисунки 28–31). Значения ширины скелетных мышц языка представлены в таблице 10.

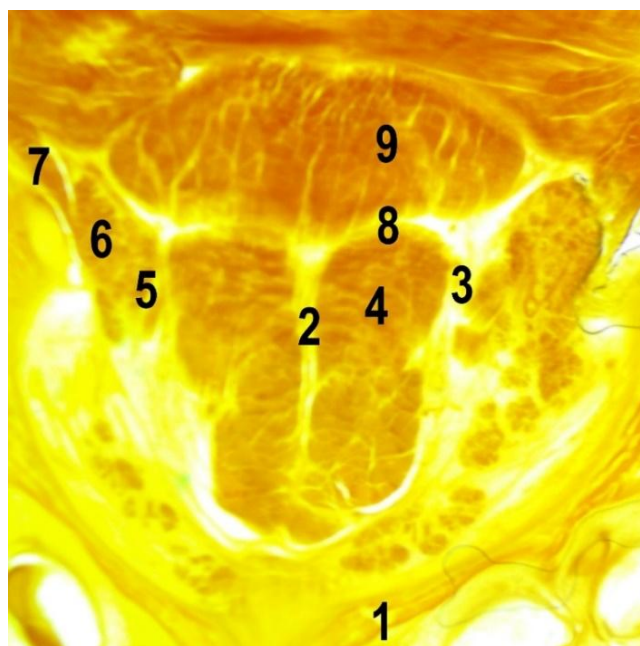


Рисунок 30 – Дно ротовой полости плода человека. Возраст – двадцать две недели, пол мужской. Горизонтальная гистотопограмма. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8. Окраска по методу Ван Гизона. 1 – тело нижней челюсти; 2 – срединная перегородка языка; 3 – околосрединная перегородка языка; 4 – подбородочно-язычная мышца; 5 – подъязычно-язычная мышца; 6 – шилогзычная мышца; 7 – нёбно-язычная мышца, 8 – нижняя перегородка языка; 9 – подбородочно-подъязычная мышца

Таблица 10 – Некоторые количественные параметры скелетных мышц языка плода человека в возрасте 19–22 недель, мм

Ширина мышцы	M	SD	Min	Max
Подбородочно-язычная	1,72	0,18	1,39	2,04
Подъязычно-язычная	0,58	0,24	0,23	0,96
Шилогзычная	0,68	0,23	0,27	1,00
Нёбно-язычная	0,84	0,28	0,16	1,60
Примечания 1 M – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение.				

Строение перегородок языка

Мышцы правой и левой половин языка отделены срединной перегородкой – однородной соединительнотканной структурой, простирающейся от нижней поверхности языка к его спинке. По краям подбородочно-язычной мышцы определяются правая и левая окоლოსрединные перегородки. В области тела языка она отделяет подбородочно-язычную мышцу от нижней продольной мышцы языка, в области корня – от подъязычно-язычной мышцы и подъязычной слюнной железы. Под подбородочно-язычной мышцей определяется нижняя перегородка языка, которая отделяет её от челюстно-подъязычной мышцы (рисунок 31).

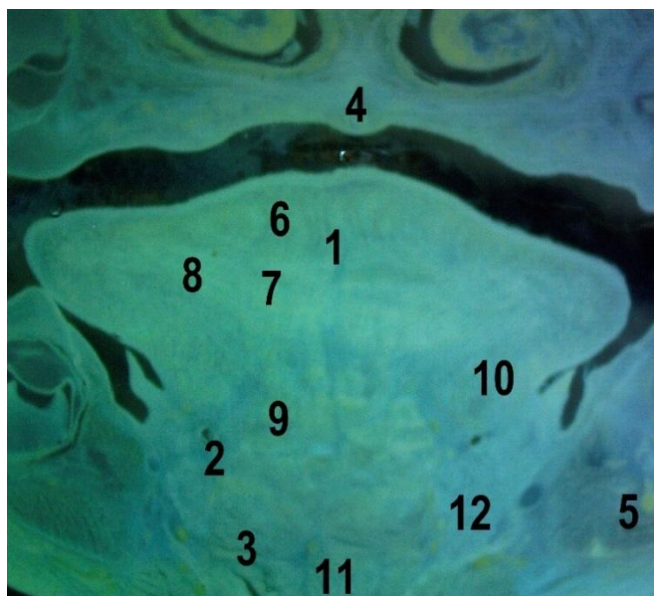


Рисунок 31 – Срединная и окоლოსрединные перегородки языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Не окрашен.

Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8. 1 – срединная перегородка языка; 2 – окоლოსрединная перегородка языка; 3 – нижняя перегородка языка; 4 – твёрдое нёбо; 5 – нижняя челюсть; 6 – верхняя продольная мышца; 7 – вертикальная мышца; 8 – поперечная мышца; 9 – подбородочно-язычная мышца; 10 – нижняя продольная мышца; 11 – челюстно-подъязычная мышца; 12 – подъязычная слюнная железа

Количественные параметры соединительнотканых перегородок языка представлены в таблице 11. Ширина окоლოსрединной перегородки справа и слева достоверно не отличалась ($p = 0,365$).

Таблица 11 – Количественные параметры перегородок языка плода человека в возрасте 19–22 недель, мм

Количественный параметр	M	SD	Min	Max
Ширина срединной перегородки	0,42	0,07	0,16	0,71
Ширина околосо срединной перегородки	0,25	0,04	0,09	0,47
Ширина нижней перегородки	0,15	0,05	0,07	0,24
П р и м е ч а н и я 1 M – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение.				

Строение уздечки языка

На нижней поверхности языка на фронтальных и сагиттальных гистотопограммах выявляются уздечка и подъязычное мясо языка (рисунок 32).

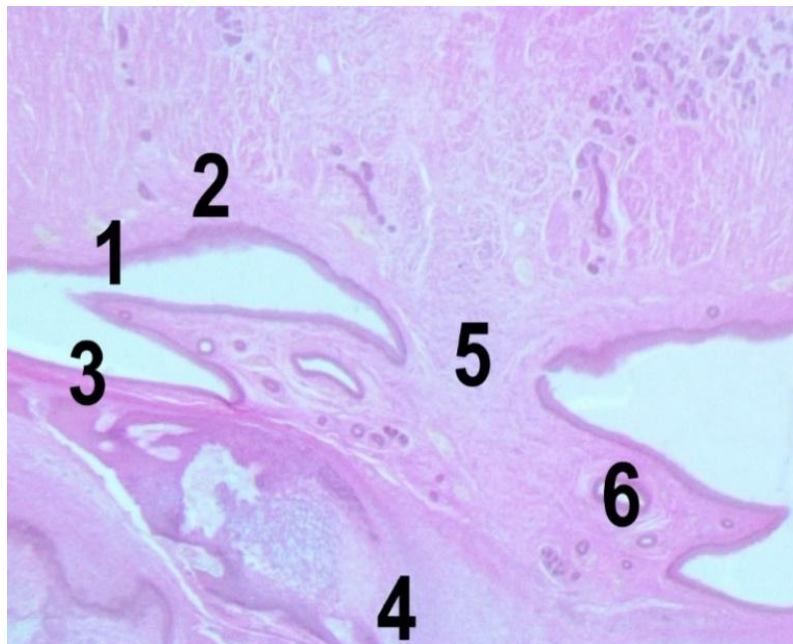


Рисунок 32 – Уздечка языка плода человека. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8. Возраст – двадцать одна неделя, пол мужской. Окраска гематоксилином и эозином. 1 – эпителий нижней поверхности языка; 2 – нижняя продольная мышца языка; 3 – слизистая оболочка собственно ротовой полости; 4 – тело нижней челюсти; 5 – уздечка языка; 6 – подъязычный сосочек

Уздечка языка представляет собой дубликатуру слизистой оболочки нижней поверхности языка на соединительнотканном основании. Длина уздечки в 19–22 недели пренатального онтогенеза человека составила $(1,3 \pm 0,2)$ мм, средняя ширина – $(0,8 \pm 0,2)$ мм.

Кровоснабжение языка

В возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза на фронтальных гистотопограммах в области корня языка визуализируются правая и левая язычные артерии, проходящие вертикально в толще языка параллельно подъязычно-язычной мышце (рисунок 33).

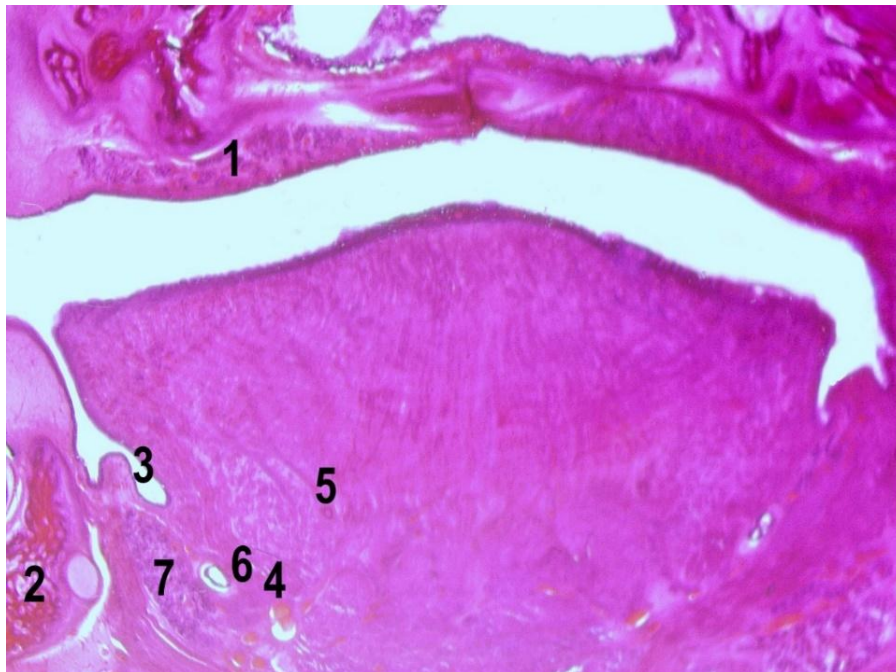


Рисунок 33 – Правая язычная артерия языка плода человека. Возраст – двадцать две недели, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8. 1 – твёрдое нёбо; 2 – нижняя челюсть; 3 – нижняя поверхность языка (справа); 4 – правая язычная артерия; 5 – правая глубокая артерия языка; 6 – подъязычно-язычная мышца; 7 – подъязычная слюнная железа

Диаметр язычной артерии в исследуемом периоде составил $(1,5 \pm 0,3)$ мм. Билатеральные различия по диаметру не выявлены ($U = 70$, $p = 0,64$).

На уровне прикрепления подбородочно-язычной мышцы язычная артерия отдаёт ветвь – глубокую артерию языка, которая идёт вдоль окоლოსрединной перегородки и далее по направлению от корня к верхушке языка. В области корня языка глубокая артерия языка лежит над подбородочно-язычной мышцей, ниже поперечной и вертикальной мышц. В области тела и верхушки языка она находится над слоем нижней продольной мышцы и под слоем поперечной и вертикальной мышц языка (рисунок 34).

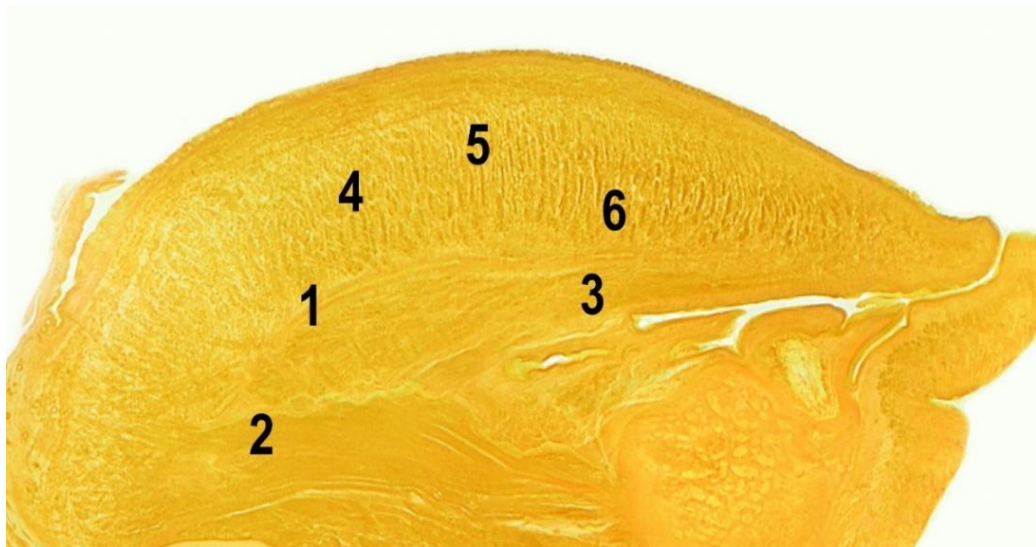


Рисунок 34 – Глубокая артерия языка плода человека. Возраст – двадцать одна неделя, пол женский. Окраска по методу Ван Гизона. Скан гистотопограммы без увеличения. 1 – глубокая артерия языка; 2 – подбородочно-язычная мышца; 3 – нижняя продольная мышца языка; 4 – поперечная мышца языка (тёмные волокна); 5 – вертикальная мышца языка (светлые волокна); 6 – дорзальная артерия языка

Диаметр глубокой артерии языка в исследуемом периоде составил ($0,8 \pm 0,2$) мм, без достоверных билатеральных отличий ($U = 32$, $p = 0,23$).

От глубокой артерии языка на всём протяжении по направлению к спинке языка отходят под острым углом дорзальные артерии языка. Они ориентированы параллельно ходу вертикальных мышечных пучков преимущественно в проекции тела языка (рисунок 35).

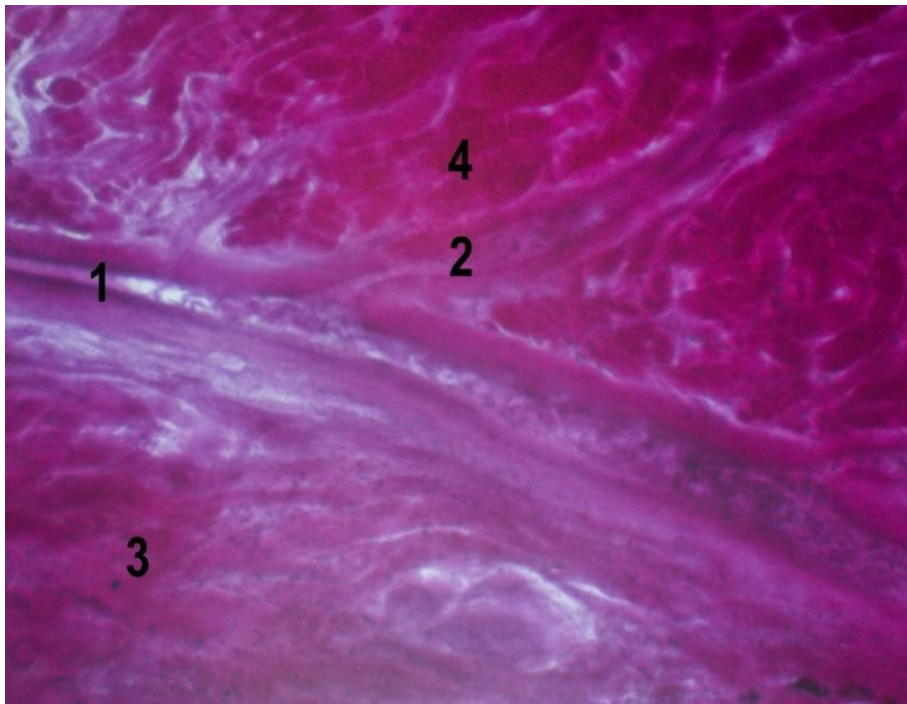


Рисунок 35 – Ветви язычной артерии плода человека. Возраст – двадцать одна неделя, пол женский. Сагиттальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5.

1 – глубокая артерия языка; 2 – дорзальная артерия языка;
3 – нижняя продольная мышца языка; 4 – волокна вертикальной
и поперечной мышц языка

Диаметр дорзальной артерии языка составил $(0,4 \pm 0,1)$ мм, он не демонстрировал отличий справа и слева ($p = 0,128$). Угол отхождения дорзальной артерии языка составил $(59,8 \pm 6,7)^\circ$.

Макромикротопография эпителиальных структур языка

На макромикроскопическом уровне возможно определить эпителий языка. Толщина эпителия нижней поверхности языка в исследуемом периоде составила от 0,01 до 0,08 мм, в среднем – $(0,06 \pm 0,02)$ мм.

Различия справа и слева не были статистически значимыми – $p = 0,870$, U-критерий составил 74.

При сравнении толщины эпителия нижней поверхности тела и вершины языка по критерию Краскела – Уоллиса различия были недостоверны ($p = 0,31$).

Толщина эпителия спинки языка в исследуемом периоде составила от 0,1 до 0,3 мм, в среднем – $(0,2 \pm 0,1)$ мм.

Билатеральные различия не выявлены ($U = 149$; $p = 0,692$): при тесте Манна – Уитни U-критерий составил 149, $p = 0,692$.

При сравнении толщины эпителия дорзальной поверхности корня, тела и верушки языка различия не достигли статистической значимости ($p = 0,109$) (рисунок 36).

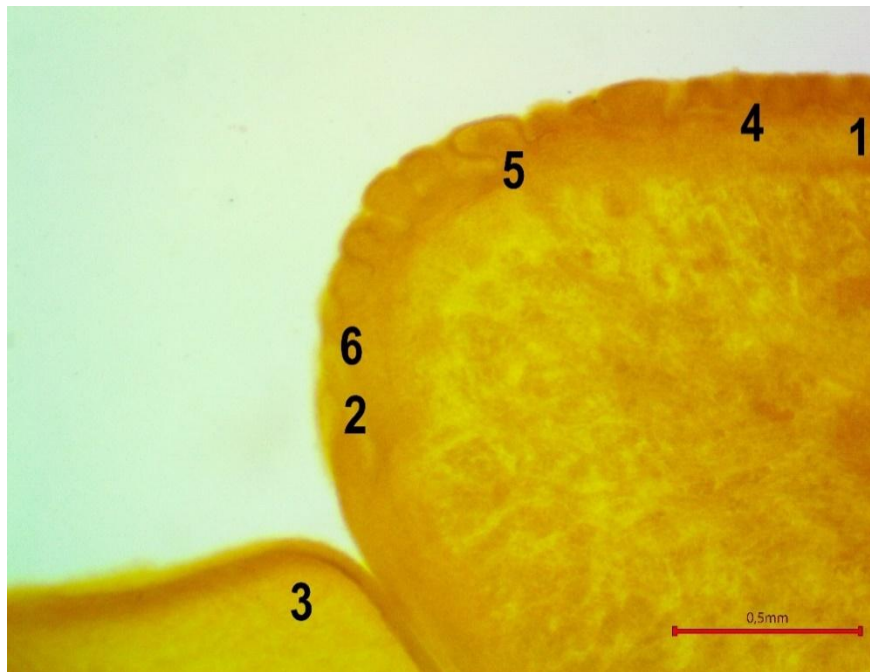


Рисунок 36 – Эпителий спинки языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона.

Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5. 1 – дорзальная поверхность языка; 2 – край языка; 3 – десна; 4 – нитевидные сосочки; 5 – грибовидные сосочки; 6 – листовидные сосочки

По всей дорзальной поверхности языка встречаются нитевидные и конусовидные сосочки. Они представляют собой вытянутые эпителиальные выросты, на всём протяжении исследуемого периода содержащие в своей основе соединительнотканый компонент (рисунки 36 и 37).

Высота нитевидных сосочков была сопоставима с толщиной эпителия и составила от 0,1 до 0,3 мм, в среднем – $(0,2 \pm 0,1)$ мм.

Ширина основания нитевидных сосочков в среднем составила $(0,10 \pm 0,02)$ мм, от 0,03 до 0,14 мм.

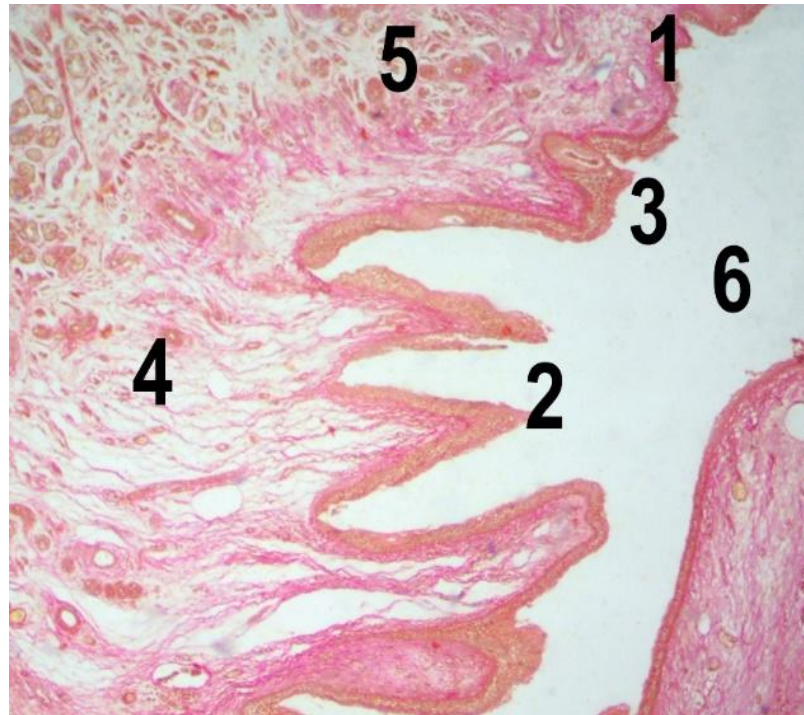


Рисунок 37 – Вкусовые сосочки языка плода человека. Возраст – девятнадцать недель, пол мужской. Горизонтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5.

1 – эпителий спинки языка; 2 – нитевидные сосочки языка; 3 – желобовидный сосочек языка; 4 – подслизистая основа; 5 – собственные слюнные железы языка; 6 – собственно ротовая полость

На протяжении всего исследуемого периода в области тела и верхушки языка определяются грибовидные сосочки – эпителиальные выросты прямоугольной формы, содержащие в своей основе соединительнотканый компонент (рисунки 36 и 37). Высота грибовидных сосочков также была сопоставима с толщиной эпителия спинки языка и составила от 0,1 до 0,3 мм, в среднем – $(0,2 \pm 0,1)$ мм. Ширина основания грибовидных сосочков в исследуемом периоде составила от 0,1 до 0,3 мм, в среднем – $(0,2 \pm 0,1)$ мм, соотношение ширины к высоте – 1 : 1.

Листовидные сосочки языка определялись ограниченно, в области краев языка (рисунок 37). Листовидные сосочки представляли собой эпителиальные выросты неправильной продолговатой формы, имеющие в своей основе соединительную ткань. Высота листовидных сосочков была от 0,1 до 0,6 мм, в среднем – $(0,4 \pm 0,1)$ мм. Ширина основания листовидных сосочков была сопоставима с грибовидными – от 0,1 до 0,3 мм, в среднем – $(0,2 \pm 0,1)$ мм, соотношение с высотой сосочков – 2 : 3.

В области корня языка определялись желобовидные сосочки – крупные эпителиальные выросты на широком соединительнотканном основании (рисунки 37 и 38).

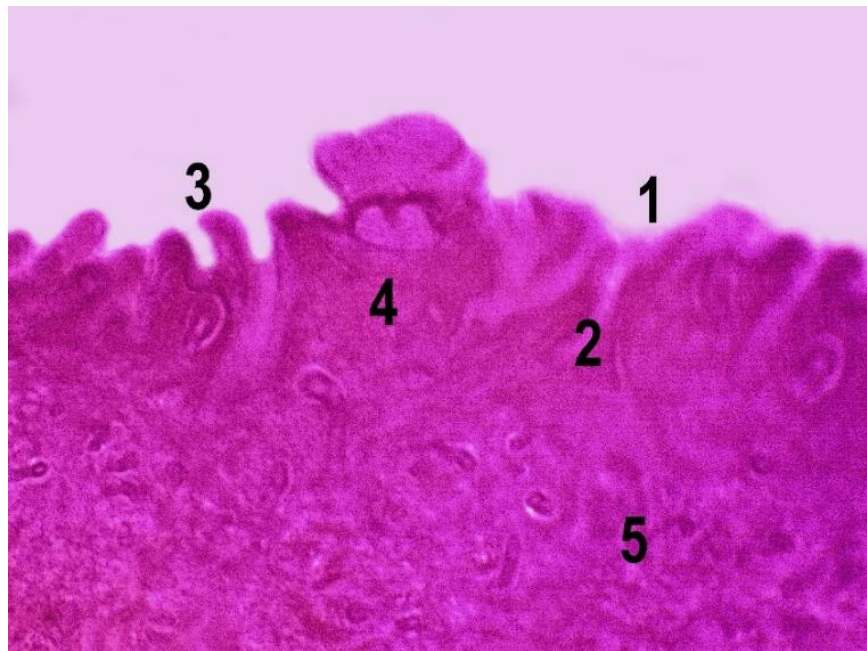


Рисунок 38 – Желобовидные и нитевидные сосочки на корне языка плода человека. Возраст – двадцать две недели, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5. 1 – корень языка; 2 – специализированный эпителий спинки языка; 3 – нитевидные сосочки; 4 – желобовидный сосочек; 5 – подслизистая основа

Высота желобовидных сосочков составила от 0,2 до 0,4 мм, в среднем – $(0,2 \pm 0,1)$ мм. Ширина основания – $(0,4 \pm 0,2)$ мм, от 0,1 до 0,7 мм.

Желобовидные сосочки языка определяются также макроскопически, длина сосочков в исследуемом периоде составила $(0,7 \pm 0,3)$ мм, ширина – $(0,5 \pm 0,2)$ мм. Форма желобовидных сосочков варьирует: определены сосочки круглой, овальной, удлинённой формы и с выраженным валом (рисунок 39).

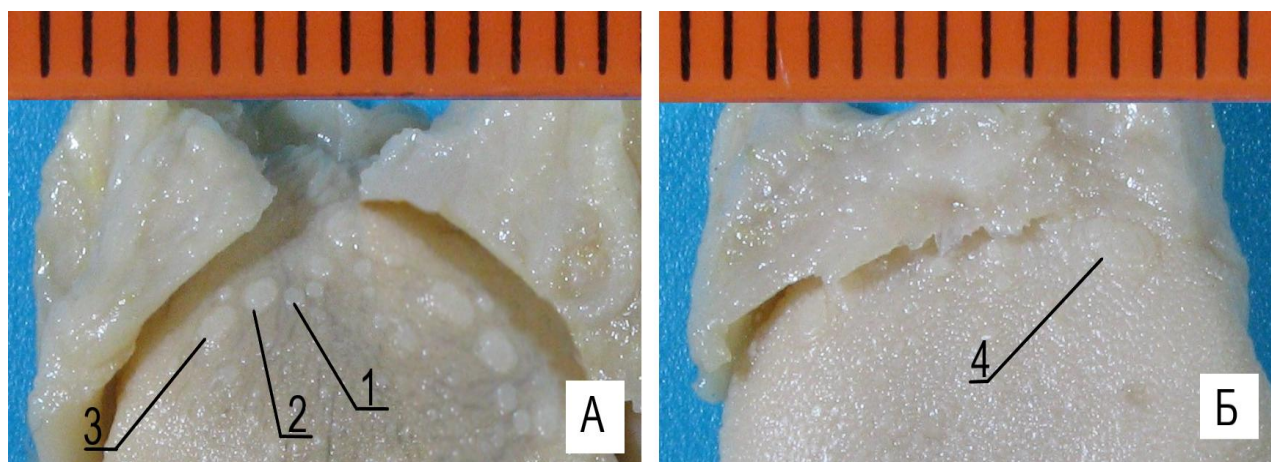


Рисунок 39 – Желобовидные сосочки языка плода человека. А) Возраст – двадцать недель, пол женский. 1 – желобовидный сосочек круглой формы; 2 – желобовидный сосочек овальной формы; 3 – желобовидный сосочек удлинённой формы. Б) Возраст – двадцать одна неделя, пол женский. 4 – желобовидный сосочек с выраженным валом

Средние значения параметров желобовидных сосочков языка в зависимости от их формы, а также возраст, в котором они встречались наиболее часто, представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Некоторые размеры желобовидных сосочков языка плода человека в возрасте 19–22 недель

Форма сосочков	Длина, мм	Ширина, мм	Отношение ширины к длине	Характерный возраст, нед.
1	2	3	4	5
Удлинённая	0,6	0,3	< 0,5	19

Продолжение таблицы 12 на с. 78

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
Овальная	0,7	0,5	0,5–0,9	21
Круглая	0,7	0,6	0,91–1	22
С выраженным валом	0,7	0,6	0,5–0,99	22

Процентное распределение форм желобовидных сосочков в исследуемом периоде представлено на рисунке 40.

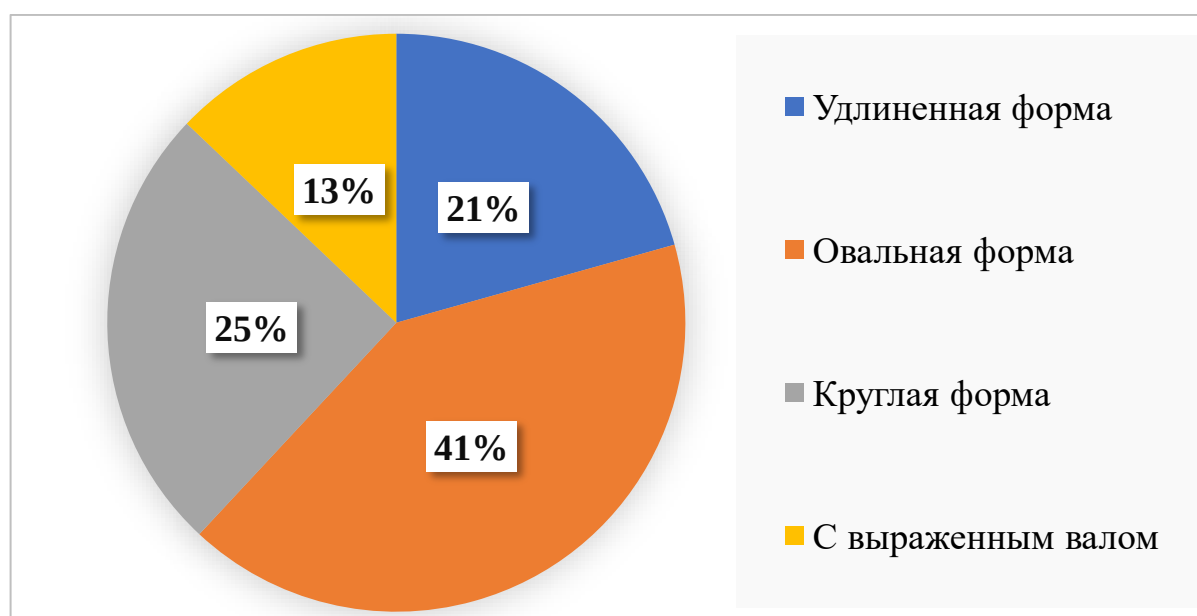


Рисунок 40 – Распределение желобовидных сосочков языка по форме в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза человека, %

Наибольшее число составили сосочки овальной формы (41 %), наименьшее – сосочки с выраженным валом (13 %), их число растёт к 22-й неделе.

В толще языка определяется множество собственных слюнных желёз, преимущественно в области нижней поверхности и спинки языка. На гистотопограммах определяются ацинусы и протоки желёз толщиной ($0,05 \pm 0,01$) мм (рисунок 41).

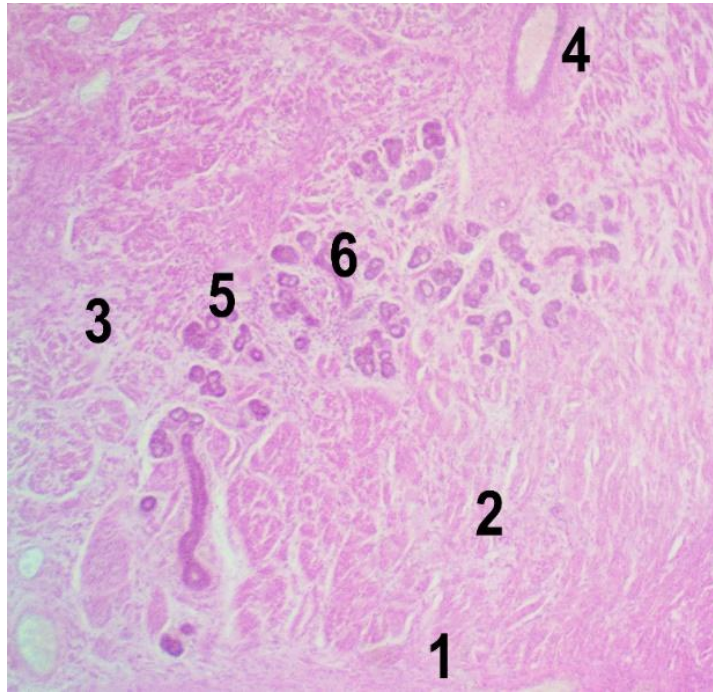


Рисунок 41 – Собственные слюнные железы языка плода человека. Возраст – двадцать одна неделя, пол женский. Горизонтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5. Увеличение 50х. 1 – нижняя поверхность языка; 2 – волокна нижней продольной мышцы; 3 – волокна левой подбородочно-язычной мышцы; 4 – левая глубокая артерия языка; 5 – ацинусы собственных слюнных желёз языка; 6 – протоки собственных слюнных желёз языка.

3.4. Ультразвуковая анатомия и топография языка плода человека в возрасте 19–22 недель

При поперечном ультразвуковом сканировании язык в возрасте 19–22 недель визуализируется в виде овальной структуры с чёткими контурами в области верхушки и тела языка. Эхогенность органа неоднородная – понижена в средней части и повышена по периферии. Отделы языка: верхушка, тело и корень идентифицируются как эхоструктурно дифференцируемые зоны (рисунок 42).

На сагиттальной ультразвуковой сканограмме язык определяется как изоэхогенная уплотнённая структура вытянутой овальной формы, у него также чётко определяются основные отделы (рисунок 43).

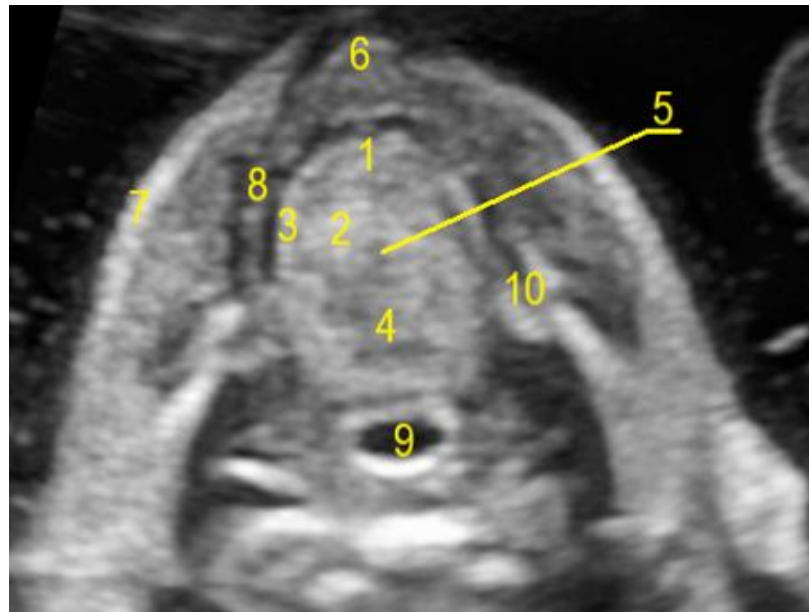


Рисунок 42 – Ультразвуковая макроанатомия языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма.

Серошкальный режим. 1 – вершушка языка; 2 – тело языка; 3 – край языка; 4 – корень языка; 5 – срединная борозда языка; 6 – тело нижней челюсти; 7 – угол нижней челюсти; 8 – зубные альвеолы; 9 – глотка; 10 – нёбные дужки

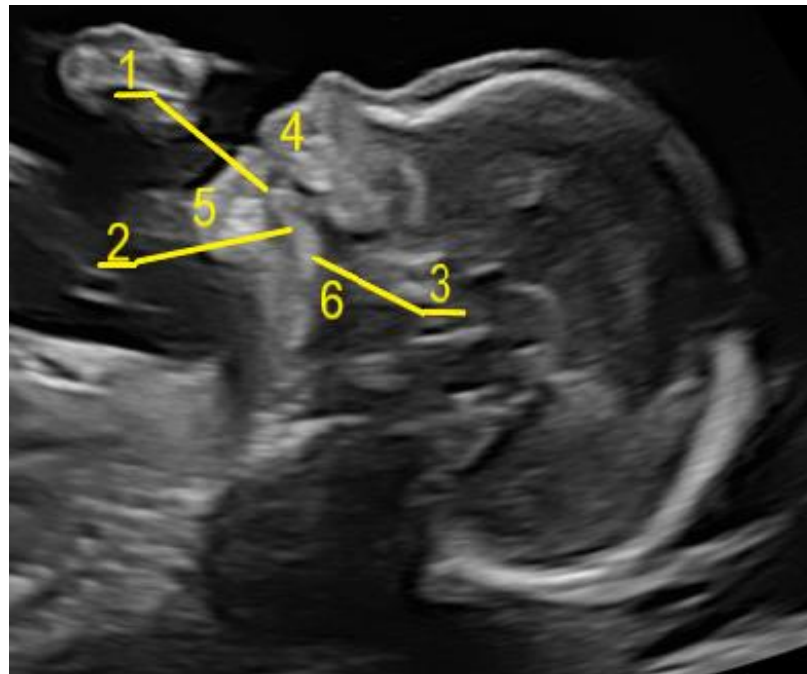


Рисунок 43 – Ультразвуковая топография языка плода человека. Возраст – двадцать одна неделя, пол мужской. Сагиттальная ультразвуковая сканограмма.

Серошкальный режим. 1 – вершушка языка; 2 – тело языка; 3 – корень языка; 4 – твёрдое нёбо; 5 – тело нижней челюсти; 6 – глотка

Линейные параметры языка, выявленные методом ультразвукового сканирования, и их описательная статистика представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Размеры языка плода человека в возрасте 19–22 недель, по данным ультразвукового сканирования

Параметр языка	M	SD	Min	Max	CV
Продольный размер, мм	16,7	1,9	12,8	20,2	11,7
Поперечный размер, мм	14,1	1,9	10,7	17,6	13,8
Поперечно-продольный индекс	84,4	6,4	71,7	96,8	7,7
Толщина, мм	4,8	0,7	3,8	6,2	13,2
Длина окружности, мм	52,7	5,8	44,0	64,1	10,9
Площадь спинки, мм ²	189,0	17,2	132,0	295,0	26,0
Длина фиксированной части, мм	8,3	2,1	5,1	11,7	26,0
Длина свободной части, мм	4,4	1,1	3,3	5,9	24,0
Угол положения языка, °	130	16	97	150	12,1
П р и м е ч а н и я 1 M – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение. 5 CV – коэффициент вариации.					

При сравнении данных, полученных методом ультразвукового сканирования, с данными, полученными морфологическими методиками, выявлены статистически значимые различия. Достоверные отличия установлены по продольному и поперечному размерам, толщине, длине окружности и площади спинки языка (таблица 14).

Таблица 14 – Соотношение размеров языка плода человека в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза, по данным ультразвукового и морфологического методов

Параметр языка	U-критерий	Значение p	КМУС*
Продольный размер, мм	<i>154,5</i>	<i>0,0001</i>	0,92
Поперечный размер, мм	<i>146,5</i>	<i>0,0001</i>	0,91
Поперечно-продольный индекс	318,0	0,0773	0,99
Толщина, мм	<i>130,0</i>	<i>0,0001</i>	0,91
Длина окружности, мм	<i>178,0</i>	<i>0,0010</i>	0,91
Площадь спинки, мм ²	<i>129,0</i>	<i>0,0082</i>	0,92
Длина фиксированной части, мм	52,5	0,5278	0,99
Длина свободной части, мм	55,5	0,6553	0,98
Угол положения языка, °	56,5	0,9198	0,99
* КМУС – коэффициент морфологического ультразвукового соотношения. П р и м е ч а н и е – курсивом выделены параметры, отличия по которым определены как достоверные при $p < 0,05$.			

Соотношение полученных морфологическими и ультразвуковой методиками данных, выраженное коэффициентом морфологического ультразвукового соотношения, для всех параметров варьировало от 0,91 до 0,99.

При ультразвуковом сканировании язык расположен в собственно ротовой полости и занимает 81,6–95,4 % площади среза. Твёрдое нёбо визуализируется выше языка, дно ротовой полости и тело нижней челюсти – ниже, а кзади определяется ротовая часть глотки (рисунок 44).

Количественные параметры топографии языка, выявленные методом ультразвукового сканирования, и результаты их статистической обработки представлены в таблице 15.

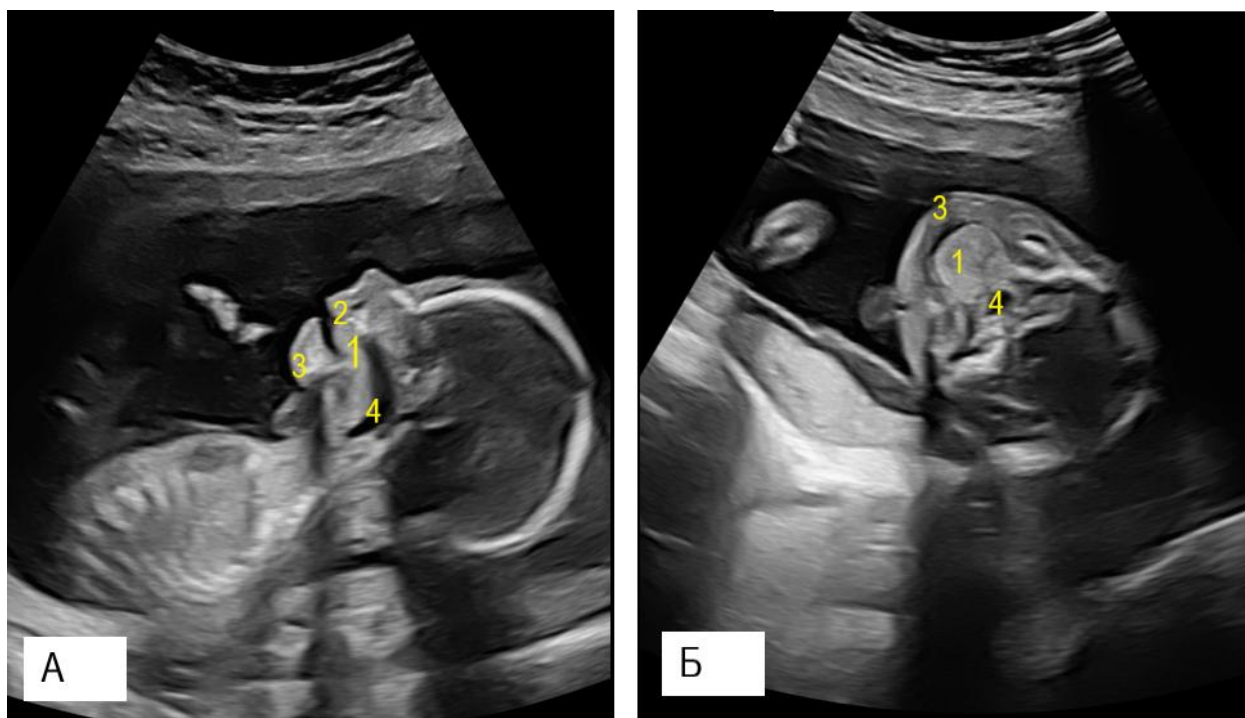


Рисунок 44 – Топография языка в ротовой полости плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. А) Сагиттальная ультразвуковая сканограмма.

Б) Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим.

1 – язык; 2 – твёрдое нёбо; 3 – тело нижней челюсти; 4 – глотка

Таблица 15 – Ультразвуковые параметры топографии языка плода человека в возрасте 19–22 недель

Расстояние, мм	M	SD	Me	Min	Max	CV
1	2	3	4	5	6	7
От спинки языка до твёрдого нёба	1,8	0,5	1,7	1,0	2,8	30
От верхушки языка до твёрдого нёба	2,3	1,0	1,9	1,2	3,7	44
От верхушки языка до дна ротовой полости	2,3	0,8	2,0	1,4	3,7	37
От тела языка до дна ротовой полости	1,6	0,5	1,8	0,6	2,2	32

Окончание таблицы 15 на с. 84

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7
От корня языка до задней стенки ротоглотки	4,0	1,2	4,0	1,8	6,0	30
От верхушки языка до тела нижней челюсти	2,4	1,0	2,3	1,2	4,3	41
От угла нижней челюсти до края языка	1,7	0,7	1,5	0,8	3,2	44
П р и м е ч а н и я 1 М – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Me – медиана. 4 Min – минимальное значение. 5 Max – максимальное значение. 6 CV – коэффициент вариации.						

Количественные параметры топографии языка были вариабельны, коэффициент вариации составил более 30 % для всех параметров. Наибольшая вариабельность ($CV = 44\%$) выявлена у расстояния от верхушки языка до твёрдого нёба.

Соотношение количественных параметров топографии языка, полученных методом ультразвукового сканирования и с помощью морфологических методик, представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Соотношение параметров топографии языка плода человека в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза, по данным ультразвукового и морфологического методов

Расстояние, мм	U-критерий	Значение p	КМУС*
1	2	3	4
От спинки языка до твёрдого нёба	2	0,0001	0,91

Продолжение таблицы 16 на с. 85

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
От верхушки языка до твёрдого нёба	20	0,2266	0,96
От верхушки языка до дна ротовой полости	65	0,1013	0,97
От тела языка до дна ротовой полости	91	0,6419	0,98
От корня языка до задней стенки ротоглотки	47	0,9692	0,99
От верхушки языка до тела нижней челюсти	47	0,3482	0,97
От угла нижней челюсти до края языка	112	0,1751	0,95
* КМУС – коэффициент морфологического ультразвукового соотношения. П р и м е ч а н и е – курсивом выделены параметры, отличия по которым определены как достоверные при $p < 0,05$.			

Полученные ультразвуковые и морфологические данные сопоставимы, коэффициент морфологического ультразвукового соотношения – 0,91–0,99.

С 19 недель пренатального онтогенеза на УЗИ в сагиттальной плоскости визуализируется наружная сонная артерия справа и слева. На уровне больших рогов подъязычной кости от неё отходит язычная артерия под тупым углом ($152,5 \pm 17,6$)°.

В горизонтальной плоскости ультразвукового сканирования от язычной артерии в толщу языка отходит глубокая артерия под углом, близким к прямому, диаметром в среднем ($1,0 \pm 0,3$) мм (рисунок 45).

Количественные параметры кровоснабжения языка в 19–22 недели пренатального онтогенеза представлены в таблице 17.

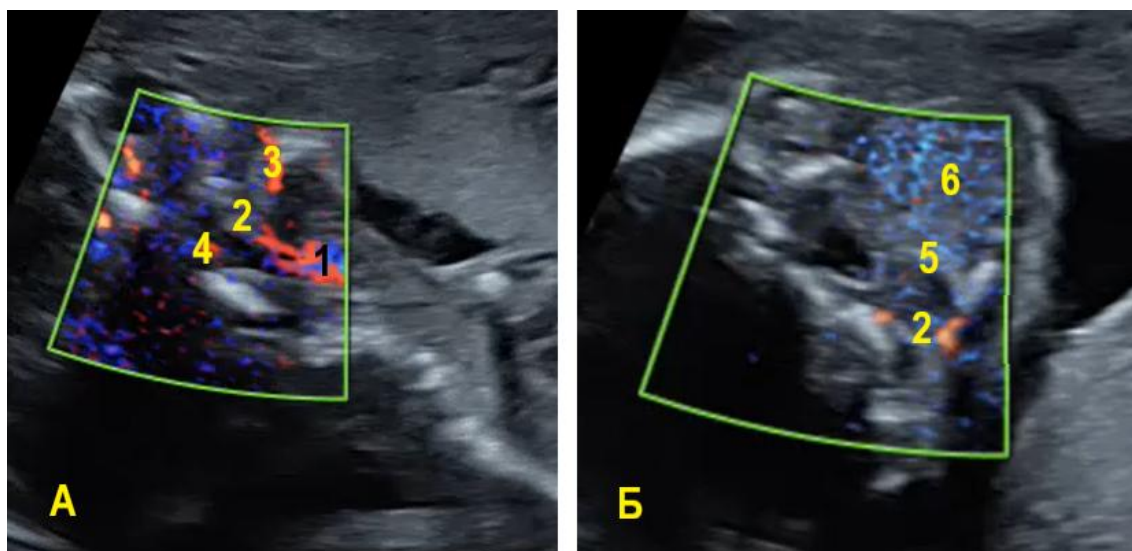


Рисунок 45 – Артерии языка плода человека. Возраст – двадцать недель, пол мужской. А) Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Б) Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Метод цветового доплеровского сканирования.

1 – наружная сонная артерия; 2 – язычная артерия; 3 – лицевая артерия;
4 – затылочная артерия; 5 – глубокая артерия языка; 6 – диффузная
васкуляризация языка

Таблица 17 – Ультразвуковые параметры кровоснабжения языка плода человека в возрасте 19–22 недель

Количественный параметр	М	SD
1	2	3
Диаметр наружной сонной артерии, мм	2,4	0,5
Скорость кровотока в наружной сонной артерии, см/с	11,1	1,4
Диаметр язычной артерии, мм	1,6	0,4
Скорость кровотока в язычной артерии, см/с	5,9	0,9
Угол отхождения язычной артерии, °	152,5	17,6
Диаметр глубокой артерии языка, мм	1,0	0,3
Скорость кровотока в глубокой артерии языка, см/с	4,6	0,7

Окончание таблицы 17 на с. 87

Окончание таблицы 17

1	2	3
Угол отхождения глубокой артерии языка, °	95,7	18,2
П р и м е ч а н и я 1 М – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение.		

Проведён корреляционный анализ параметров кровоснабжения и параметров языка. Установлено, что диаметр язычной артерии положительно коррелирует с основными линейными размерами языка, включая продольный размер ($r = 0,76$), длину фиксированной части ($r = 0,70$), площадь спинки языка ($r = 0,76$) и длину его окружности ($r = 0,59$). Скорость кровотока в язычной артерии демонстрирует высокую положительную корреляцию с длиной фиксированной части языка ($r = 0,87$), а также с площадью его спинки ($r = 0,76$) и продольным размером языка ($r = 0,72$).

При этом обнаружена устойчивая отрицательная корреляция между углом отхождения язычной артерии и большинством параметров языка, в том числе с продольным размером ($r = -0,87$) и длиной его фиксированной части ($r = -0,90$).

Параметры глубокой артерии языка демонстрируют аналогичное направление взаимосвязей, но с меньшей силой корреляции. Высокие значения взаимосвязи отмечены между скоростью кровотока и длиной окружности ($r = 0,87$), а также длиной фиксированной части языка ($r = 0,87$). Угол отхождения глубокой артерии имеет отрицательную корреляцию со всеми основными размерами языка, высокую – с длиной фиксированной части ($r = -0,90$).

Резюме

Язык у плодов человека в возрасте 19–22 недель имеет удлинённую овальную форму и основные структурные элементы. Макроскопически определяются отделы языка: корень, тело, верхушка.

Корень языка отделён от тела пограничной бороздой, угол которой составляет $(110,9 \pm 6,7)^\circ$. У вершины борозды определяется слепое отверстие. Вдоль пограничной борозды визуализируются от 9 до 13 желобовидных сосочков. В 40 % случаев на спинке определяется срединная борозда, по бокам от которой локализуются возвышения, соответствующие ходу верхней продольной и вертикальной мышц, и углубления, соответствующие ходу глубоких артерий языка.

Определены линейные параметры языка. Продольный размер языка составил $(15,5 \pm 2,1)$ мм, поперечный – $(12,9 \pm 2,0)$ мм, поперечно-продольный индекс – $(83,4 \pm 7,2)$, толщина – $(4,4 \pm 1,0)$ мм, длина окружности – $(52,6 \pm 7,0)$ мм, площадь спинки – $(174,2 \pm 27,4)$ мм². Наибольшая вариабельность определена для толщины ($CV = 22,9 \%$) и площади спинки языка ($CV = 27,2 \%$). Максимальная толщина зафиксирована в области тела ($(4,43 \pm 0,8)$ мм), минимальная – в области верхушки языка ($(3,9 \pm 0,9)$ мм). Наименьший коэффициент вариации отмечен для поперечно-продольного индекса языка ($8,7 \%$).

Топографически язык в исследуемом периоде расположен в пределах собственно ротовой полости, занимая $(86,0 \pm 5,6) \%$ её площади среза. Дорзальная поверхность корня и тела языка обращена к твёрдому нёбу, расстояние до которого составляет $(1,6 \pm 0,3)$ мм. Края языка прилежат к внутренней поверхности тела нижней челюсти (расстояние – $(1,7 \pm 0,3)$ мм). Позади корня языка визуализируется ротовая часть глотки, расстояние до задней стенки которой составляет $(2,0 \pm 0,6)$ мм. На сагиттальных гистотопограммах определяется прилегание надгортанника к корню языка и его переход в переднюю стенку глотки. Спинка языка занимает наиболее высокое положение, угол положения языка составляет $(131,0 \pm 6,1)^\circ$.

Кровоснабжение языка обеспечивается язычной артерией, которая в области корня проходит вертикально параллельно подъязычно-язычной мышце (диаметр – $(1,5 \pm 0,3)$ мм) справа и слева. На уровне прикрепления подбородочно-язычной мышцы от неё отходит глубокая артерия языка (диаметр – $(0,8 \pm 0,2)$ мм), которая идёт вдоль околосолединной перегородки от корня к верхушке языка. От глубокой

артерии на всём протяжении под острым углом ($(59,8 \pm 6,7)^\circ$) отходят дорзальные артерии языка (диаметр – $(0,4 \pm 0,1)$ мм), ориентированные параллельно ходу вертикальных мышечных волокон.

Макромикроскопическое строение языка характеризуется типичной микротопографией его структур. Собственные мышцы языка организованы в мышечные пучки. Под эпителием спинки языка расположен слой верхней продольной мышцы (толщина слоя – $(0,59 \pm 0,20)$ мм). Под ней определяется слой поперечной мышцы, толщина которого достоверно варьирует в разных отделах, достигая максимума в области тела языка ($(1,74 \pm 0,40)$ мм). Вертикальная мышца языка пересекает волокна продольных и поперечной мышц. Её толщина также имеет достоверные отличия по отделам, с максимальным значением в области тела ($(2,18 \pm 0,40)$ мм). Нижняя продольная мышца преимущественно определяется в области тела и верхушки языка ($(0,50 \pm 0,10)$ мм). Её волокна идут вдоль подслизистой основы нижней поверхности языка.

В латеральной части среза языка последовательно визуализируются нёбно-язычная (ширина – $(0,84 \pm 0,28)$ мм), шиловязычная ($(0,68 \pm 0,23)$ мм) и подъязычно-язычная ($(0,58 \pm 0,24)$ мм) мышцы. Подбородочно-язычная мышца (ширина – $(1,72 \pm 0,18)$ мм) занимает центральное положение.

Фетальной особенностью является наличие хорошо выраженных соединительнотканых перегородок языка. Мышцы правой и левой половин отделены срединной перегородкой (ширина – $(0,42 \pm 0,07)$ мм). По краям подбородочно-язычной мышцы определяются правая и левая околосо срединные перегородки (ширина – $(0,25 \pm 0,04)$ мм), которые в области тела отделяют подбородочно-язычную мышцу от нижней продольной мышцы, а в области корня от подъязычно-язычной мышцы и подъязычной слюнной железы. Под подбородочно-язычной мышцей определяется нижняя перегородка языка (ширина – $(0,15 \pm 0,05)$ мм), отделяющая её от челюстно-подъязычной мышцы. Уздечка языка имеет вид дубликатуры слизистой оболочки с соединительнотканной основой, её длина составляет $(1,3 \pm 0,2)$ мм, ширина – $(0,8 \pm 0,2)$ мм.

Толщина эпителия нижней поверхности языка составляет $(0,06 \pm 0,02)$ мм, эпителия спинки – $(0,20 \pm 0,10)$ мм. На спинке языка определяются нитевидные и конусовидные сосочки высотой $(0,2 \pm 0,1)$ мм с шириной основания $(0,10 \pm 0,02)$ мм. В области тела и верхушки визуализируются грибовидные сосочки (высота и ширина основания – $(0,2 \pm 0,1)$ мм). Листовидные сосочки встречаются в области краёв языка высотой $(0,4 \pm 0,1)$ мм с шириной основания $(0,2 \pm 0,1)$ мм. В области корня языка определяются желобовидные сосочки, для которых характерно многообразие форм. Проведена их классификация: в 41 % случаев встречаются сосочки овальной формы, в 25 % – круглой, в 21 % – удлинённой и в 13 % – с выраженным валом. В толще языка, преимущественно в области нижней поверхности и спинки, определяется множество собственных слюнных желёз.

По данным ультразвукового сканирования, язык визуализируется в ротовой полости как овальная структура с чёткими контурами и неоднородной эхогенностью.

Сравнение ультразвуковых и морфологических данных выявило статистически значимые различия по продольному и поперечному размерам, толщине, длине окружности и площади спинки языка. Но коэффициент морфологического ультразвукового соотношения для всех изученных параметров составил 0,91–0,99.

Ультразвуковая топография языка характеризуется высокой вариабельностью ($CV > 30$ % для всех расстояний), наибольшая вариабельность отмечена для расстояния от верхушки языка до твёрдого нёба ($CV = 44$ %).

При цветовом доплеровском картировании визуализируются наружная сонная, язычная и глубокая артерии языка. Их линейные параметры сопоставимы с данными морфологического исследования. Установлены взаимосвязи: диаметр и скорость кровотока язычной артерии и глубокой артерии языка положительно коррелируют с его линейными размерами, а угол их отхождения демонстрирует отрицательную корреляцию с этими параметрами.

Глава 4. КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ ЯЗЫКА НА ПРОТЯЖЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПЛОДНОГО ПЕРИОДА ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА

4.1. Анатомия и топография языка плода человека в возрасте 14–18 недель

К 14-й неделе пренатального онтогенеза язык прошёл основные этапы органогенеза, макроскопически различимы его отделы (рисунок 46).



Рисунок 46 – Макропрепарат языка плода человека. Возраст – шестнадцать недель, пол мужской. 1 – корень языка, слепое отверстие; 2 – пограничная борозда языка; 3 – желобовидные сосочки языка; 4 – край, листовидные сосочки языка; 5 – спинка, нитевидные сосочки языка; 6 – срединная борозда языка; 7 – верхушка, грибовидные сосочки языка

В 14–18 недель пренатального онтогенеза срединная и пограничная борозды, слепое отверстие языка и сосочки визуализируются как слабовыраженные анатомические образования. Вдоль пограничной борозды определяется от 9 до 13 желобовидных сосочков округлой формы (медиана – 11,2). Нитевидные, конусовидные и грибовидные сосочки преимущественно выявляются в области верхушки языка.

Количественные параметры языка в исследуемом периоде представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Размеры языка в возрасте 14–18 недель пренатального онтогенеза человека

Размеры языка	Me	Q ₂₅	Q ₇₅
Продольный размер, мм	9,5	8,1	11,0
Поперечный размер, мм	10,0	8,1	14,0
Поперечно-продольный индекс	85,4	78,6	92,7
Толщина, мм	3,1	3,0	4,2
Длина окружности, мм	39,4	34,2	46,1
Площадь спинки, мм ²	94,2	71,0	133,3
П р и м е ч а н и я 1 Me – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль.			

Язык расположен в собственно ротовой полости и занимает 45 [39–53] % её среза. Его спинка прилежит к твёрдому нёбу, нижняя поверхность – к дну ротовой полости, верхушка – к внутренней поверхности десны, корень обращён к ротоглотке (рисунок 47).

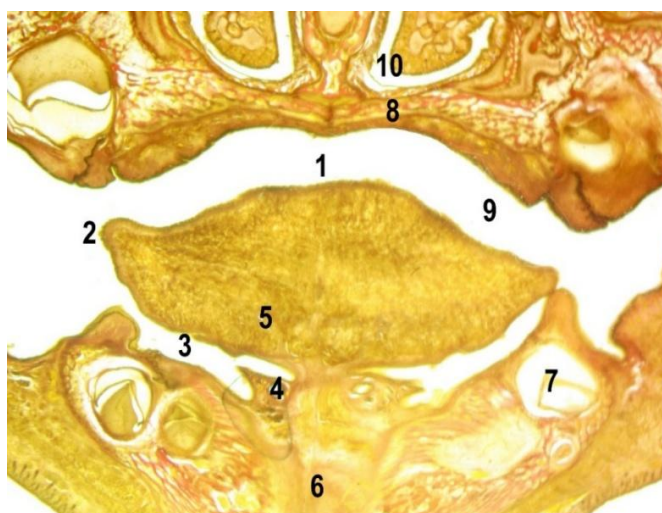


Рисунок 47 – Язык в собственно ротовой полости плода человека. Возраст – семнадцать недель, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. ×10, об. 0,8. 1 – спинка языка; 2 – край языка; 3 – нижняя поверхность языка; 4 – язычная артерия; 5 – глубокая артерия языка; 6 – тело нижней челюсти; 7 – зубные альвеолы; 8 – твёрдое нёбо; 9 – собственно ротовая полость; 10 – носовая полость

Количественные параметры положения языка по отношению к окружающим структурам представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Параметры топографии языка плода человека в возрасте 14–18 недель

Расстояние, мм	Me	Q ₂₅	Q ₇₅
От спинки языка до твёрдого нёба	1,1	0,8	1,2
От верхушки языка до твёрдого нёба	0,6	0,4	0,8
От верхушки языка до дна ротовой полости	0,6	0,5	0,7
От нижней поверхности тела языка до дна ротовой полости	0,5	0,4	0,6
От языка до тела нижней челюсти	1,9	1,5	2,1
От края языка до внутренней поверхности угла нижней челюсти	1,8	1,7	3,2
П р и м е ч а н и я 1 Me – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль.			

Макромикроскопическое строение языка характеризуется нечёткостью микротопографии его структур (рисунок 48).



Рисунок 48 – Язык в собственно ротовой полости плода человека. Возраст – семнадцать недель, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 0,8. 1 – спинка языка; 2 – край языка; 3 – нижняя поверхность языка; 4 – уздечка языка; 5 – слизистая оболочка языка; 6 – собственные мышцы языка; 7 – перегородка языка; 8 – подбородочно-язычная мышца; 9 – тело нижней челюсти; 10 – твёрдое нёбо

Под эпителием спинки языка выявляется мезенхимальная ткань, соответствующая месту прикрепления собственных мышц. При макромикроскопическом увеличении определяются закладки собственных мышц языка: верхней и нижней продольной, поперечной и вертикальной (рисунок 49).

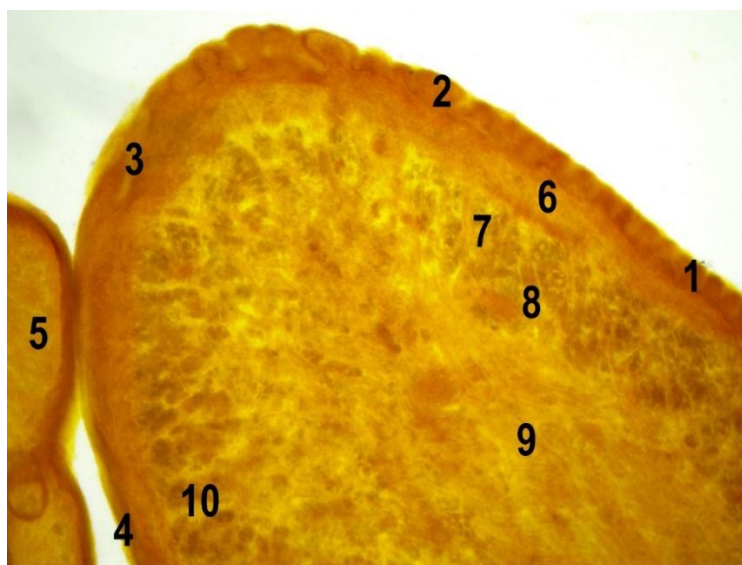


Рисунок 49 – Собственные мышцы языка плода человека. Возраст – шестнадцать недель, пол мужской. Фронтальная гистотопограмма. Окраска по методу Ван Гизона. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5.

1 – эпителий спинки языка, нитевидные сосочки; 2 – грибовидные сосочки; 3 – край языка; 4 – эпителий нижней поверхности языка; 5 – десна; 6 – сетчатый слой эпителия языка; 7 – формирующиеся волокна верхней продольной мышцы языка; 8 – единичные волокна вертикальной мышцы языка; 9 – мезенхима, соответствующая месту формирования поперечной мышцы языка; 10 – формирующиеся волокна нижней продольной мышцы языка

Закладки скелетных мышц языка также визуализируются как скопление мезенхимы. Отчётливо определяется только подбородочно-язычная мышца языка (рисунок 48). Количественные параметры собственных и скелетных мышц языка представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Параметры собственных и скелетных мышц языка плода человека в 14–18 недель

Толщина закладки мышц языка, мм	Me	Q ₂₅	Q ₇₅
Верхняя продольная	0,5	0,4	0,7
Вертикальная	0,5	0,4	0,6
Поперечная	0,9	0,5	1,8
Нижняя продольная	0,3	0,2	0,5
Подбородочно-язычная	1,2	1,0	1,4
П р и м е ч а н и я 1 Me – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль.			

К 14–18-й неделе пренатального онтогенеза перегородка языка сохраняет признаки незавершённого формирования и представлена фрагментированной соединительнотканной структурой. Её пересекают формирующиеся волокна поперечной мышцы языка (рисунок 48). Ширина составляет 0,13 [0,11–0,14] мм.

Околосрединные и нижняя перегородка макромикроскопически не определяются.

Уздечка языка представлена двумя слоями эпителия нижней поверхности языка с соединительнотканной прослойкой; её длина составляет 0,4 [0,2–0,5] мм, ширина основания – 0,6 [0,5–0,9] мм (рисунок 48).

В области корня языка визуализируются язычная артерия диаметром 0,7 [0,4–1,0] мм и глубокая артерия языка, отходящая от неё под углом 88 [81,7–92,3]°, с диаметром 0,18 [0,13–0,21] мм (рисунок 47). Макромикроскопически дорзальные артерии языка не определяются.

На гистотопограммах эпителий спинки языка имеет толщину 0,1 [0,05–0,14] мм, эпителий нижней поверхности языка – 0,03 [0,03–0,05] мм. В составе эпителия спинки языка определяются вкусовые сосочки (рисунок 50).



Рисунок 50 – Эпителий спинки языка плода человека. Возраст – восемнадцать недель, пол женский. Фронтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5.

1 – спинка языка; 2 – эпителий спинки языка; 3 – нитевидные сосочки; 4 – грибовидный сосочек; 5 – сетчатый слой эпителия; 6 – мезенхима в области формирования мышечных волокон

Нитевидные и конусовидные сосочки к 17-й неделе пренатального онтогенеза содержат в основании соединительнотканый компонент. Их высота составила 0,08 [0,04–0,12] мм, ширина основания – 0,04 [0,02–0,06] мм.

Грибовидные сосочки отчётливо визуализируются в области спинки и краёв языка. Их высота составляет 0,10 [0,04–0,12] мм, ширина основания – 0,20 [0,18–0,24] мм.

Желобовидные сосочки при гистотопографическом исследовании выявляются в области корня языка в виде эпителиальных выростов на соединительнотканном основании (рисунок 51).

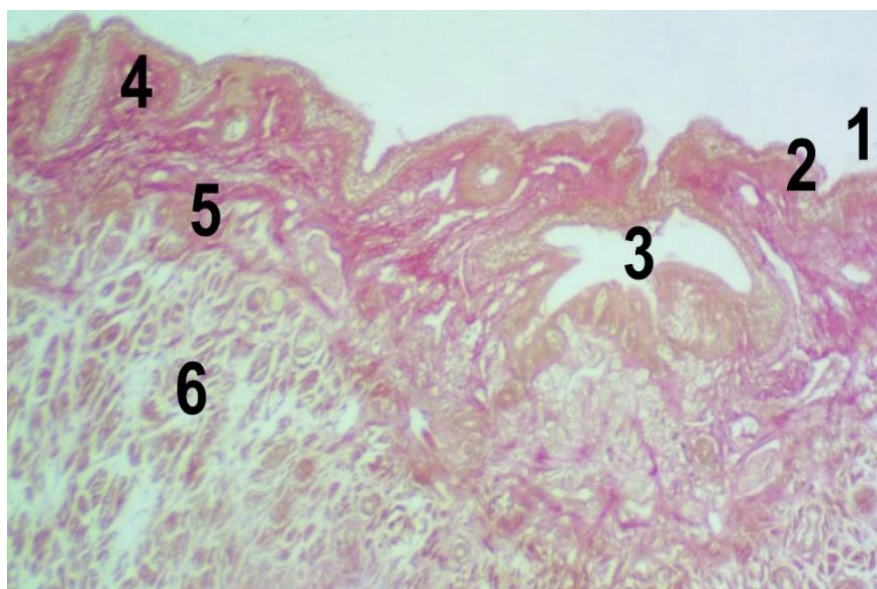


Рисунок 51 – Эпителий корня языка плода человека. Возраст – семнадцать недель, пол женский. Горизонтальная гистотопограмма. Окраска гематоксилином и эозином. Фото под микроскопом MicroOptix MX-1150, ок. $\times 10$, об. 5.

1 – корень языка; 2 – эпителий; 3 – слепое отверстие языка;
4 – желобовидный сосочек языка; 5 – сетчатый слой; 6 – мезенхима

Высота желобовидных сосочков составила 0,23 [0,22–0,24] мм, ширина основания – 0,38 [0,37–0,39] мм. Все желобовидные сосочки имеют округлую форму.

Слепое отверстие языка визуализируется как эпителиальное углубление в вершине угла пограничной борозды (рисунок 51). Его диаметр составляет 0,4 [0,3–0,5] мм.

4.2. Ультразвуковая анатомия языка плода человека в возрасте 14–18 недель

В возрасте 14–18 недель пренатального развития язык визуализируется при ультразвуковом сканировании в ротовой полости как овальная структура с неоднородной эхогенностью и слабо очерченными границами по отношению к окружающим тканям (рисунок 52).

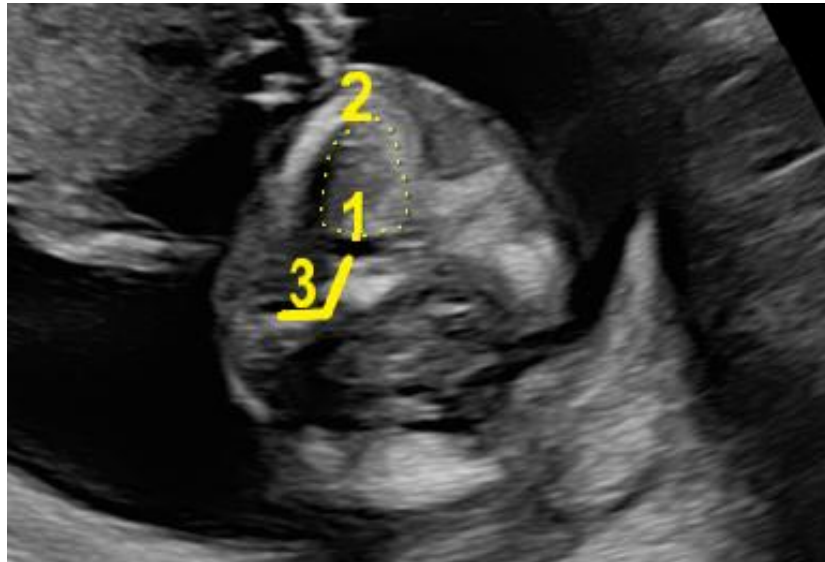


Рисунок 52 – Язык плода человека. Возраст – шестнадцать недель, пол мужской.

Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. 1 – язык;
2 – тело нижней челюсти; 3 – глотка

При доплеровском ультразвуковом сканировании определяется диффузная васкуляризация языка, а также ход и диаметр язычной артерии (рисунок 53).

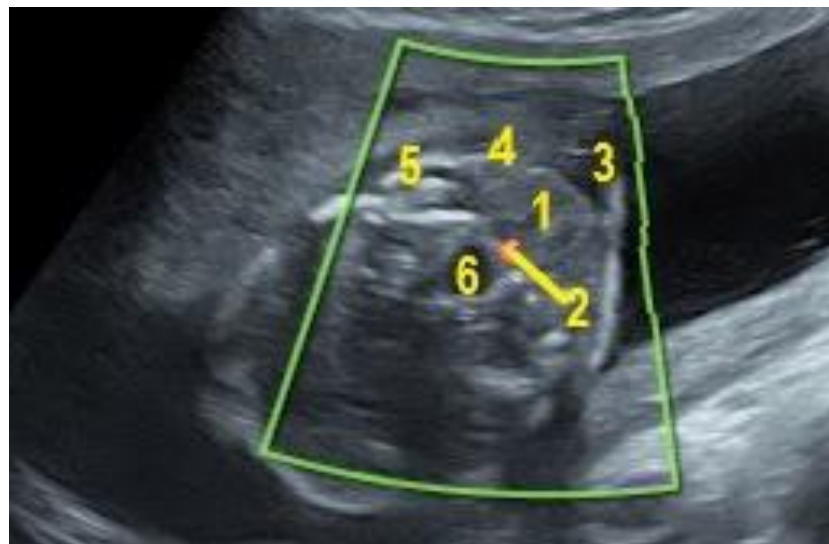


Рисунок 53 – Артерии языка плода человека. Возраст – восемнадцать недель, пол мужской. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Метод ультразвукового

цветового доплеровского сканирования. 1 – язык; 2 – язычная артерия;

3 – тело нижней челюсти; 4 – ветвь нижней челюсти; 5 – угол нижней челюсти;

6 – глотка

Количественные ультразвуковые параметры языка в 14–18 недель пренатального онтогенеза приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Ультразвуковые параметры языка плода человека в возрасте 14–18 недель

Ультразвуковой параметр языка	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	КМУС
Продольный размер, мм	12,3	11,1	13,3	0,92
Поперечный размер, мм	10,5	9,7	11,8	0,95
Поперечно-продольный индекс	88,7	78,1	89,5	0,96
Толщина, мм	3,4	3,3	4,0	0,91
Длина окружности, мм	41,4	35,2	42,5	0,94
Площадь спинки, мм ²	104,0	90,9	134,6	0,91
Угол положения языка, °	145	130	151	0,96
Диаметр язычной артерии, мм	0,7	0,5	1,0	0,98
П р и м е ч а н и я 1 Me – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль. 4 КМУС – коэффициент морфологического ультразвукового соотношения.				

Полученные значения сопоставимы с морфологическими данными: коэффициент морфологического ультразвукового соотношения находится в пределах 0,91–0,98.

На горизонтальных ультразвуковых сканограммах язык располагается в пределах собственно ротовой полости; впереди от него определяется гиперэхогенное тело нижней челюсти, по бокам – её ветви, позади – глотка (рисунок 52).

На сагиттальных сканограммах выявляется горизонтальная ориентация языка и его контакт с дном полости рта (рисунок 54).

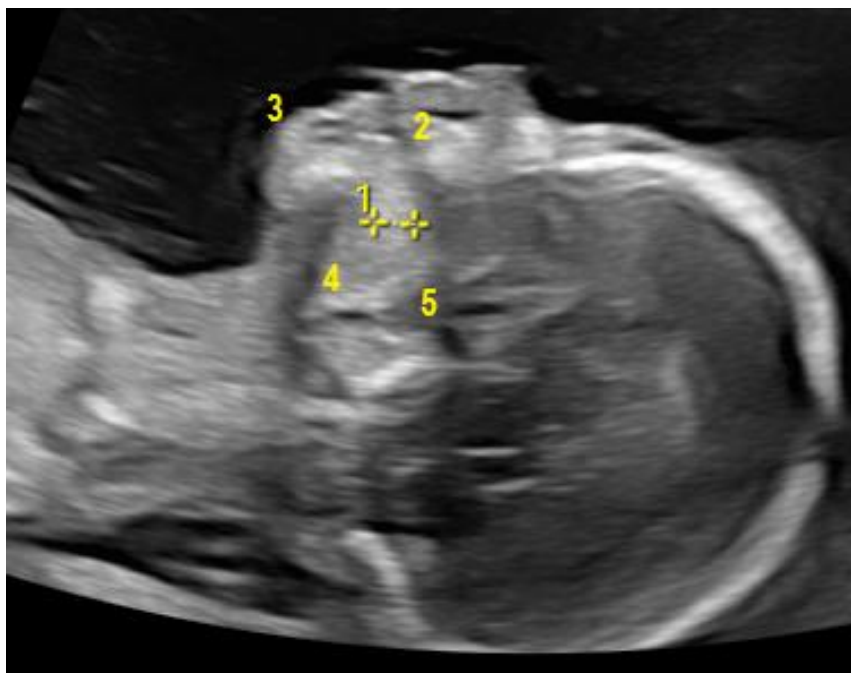


Рисунок 54 – Положение языка в ротовой полости плода. Возраст – восемнадцать недель, пол женский. Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. 1 – язык; 2 – твёрдое нёбо; 3 – подбородочный выступ нижней челюсти; 4 – угол нижней челюсти; 5 – глотка

Определение количественных параметров топографии языка с помощью ультразвукового метода на сроке 14–18 недель затруднено из-за слабой эхогенной дифференциации границ языка от окружающих структур.

4.3. Ультразвуковая анатомия языка плода человека в возрасте 23–27 недель

При ультразвуковом сканировании в возрасте 23–27 недель пренатального онтогенеза язык визуализируется как овальное образование с чёткими контурами и относительно равномерной эхогенностью.

В горизонтальной проекции отчётливо различим рельеф поверхности языка: срединная и пограничные борозды определяются в виде гипоэхогенных линейных зон (рисунок 55).

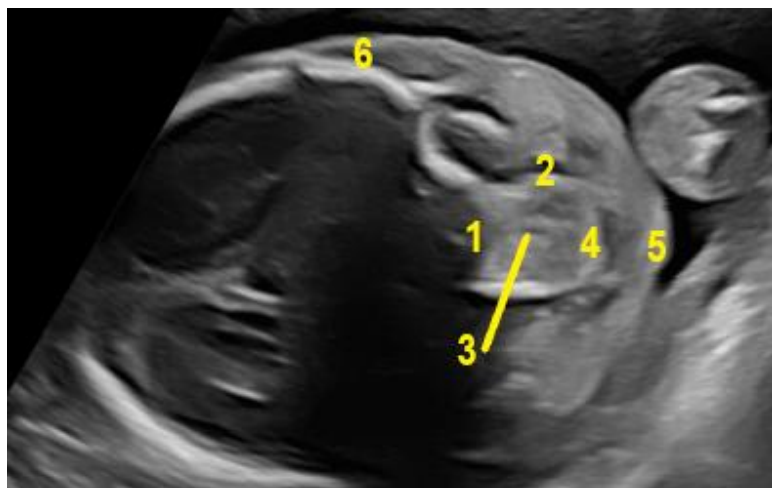


Рисунок 55 – Язык плода человека в ротовой полости. Возраст – двадцать четыре недели, пол женский. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма.

Серошкальный режим. 1 – корень языка, пограничная борозда; 2 – край языка; 3 – тело языка, срединная борозда; 4 – верхушка языка; 5 – тело нижней челюсти; 6 – ветвь нижней челюсти

В сагиттальной проекции определяются анатомические отделы языка и уздечка в виде линейного гипозоногенного образования с изоэзоногенным контуром (рисунок 56).

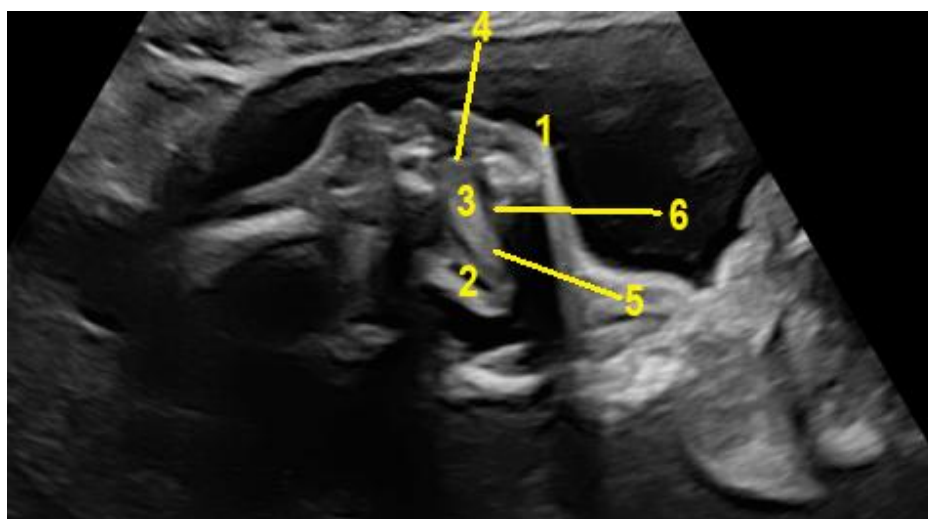


Рисунок 56 – Уздечка языка плода человека. Возраст – двадцать три недели, пол мужской. Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим.

1 – подбородочный выступ нижней челюсти; 2 – глотка; 3 – тело языка; 4 – верхушка языка; 5 – корень языка; 6 – уздечка языка

Количественные ультразвуковые характеристики языка приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Ультразвуковые параметры языка плода человека в возрасте 23–27 недель

Ультразвуковой параметр языка	Me	Q ₂₅	Q ₇₅
Продольный размер, мм	22,3	20,1	23,6
Поперечный размер, мм	18,6	17,3	20,0
Поперечно-продольный индекс	86,4	81,6	87,6
Толщина, мм	6,0	5,1	6,1
Длина окружности, мм	69,7	65,0	74,3
Площадь спинки, мм ²	356,3	295,0	387,7
Угол положения языка, °	133,0	132,3	136,2
П р и м е ч а н и я 1 Me – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль.			

При ультразвуковом исследовании в возрасте 23–27 недель язык расположен в пределах собственно ротовой полости, хорошо разграничен от окружающих анатомических структур (рисунки 55 и 56). Он имеет дугообразное положение с углом 133,0 [132,3; 136,2]°. Его спинка прилежит к твёрдому нёбу, верхушка – к дну ротовой полости и внутренней поверхности дёсен, а корень направлен вниз и продолжается в переднюю стенку глотки. С помощью ультразвукового сканирования в реальном времени регистрируется участие языка в сосательных и глотательных движениях.

Количественные параметры топографических взаимоотношений языка с окружающими образованиями, полученные при ультразвуковом сканировании, представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Ультразвуковые параметры топографии языка плода человека в возрасте 23–27 недель

Расстояние, мм	Me	Q ₂₅	Q ₇₅
От спинки языка до твёрдого нёба	1,0	0,5	2,1
От верхушки языка до твёрдого нёба	2,5	1,8	2,9
От верхушки языка до дна ротовой полости	3,0	2,4	3,3
От тела языка до дна ротовой полости	2,0	1,7	2,3
От корня языка до задней стенки ротоглотки	6,6	6,4	7,8
От верхушки языка до тела нижней челюсти	3,2	2,9	4,1
От угла нижней челюсти до края языка	4,8	4,5	6,9
П р и м е ч а н и я 1 Me – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль.			

При ультразвуковом сканировании в сагиттальной плоскости на сроке 23–27 недель определяются наружные сонные артерии с обеих сторон. На уровне больших рогов подъязычной кости от каждой из них берёт начало язычная артерия, отходящая под тупым углом 94,8 [89,7; 97,1]°. В горизонтальной плоскости сканирования в толщу языка от язычной артерии отходит глубокая артерия языка (рисунок 57).

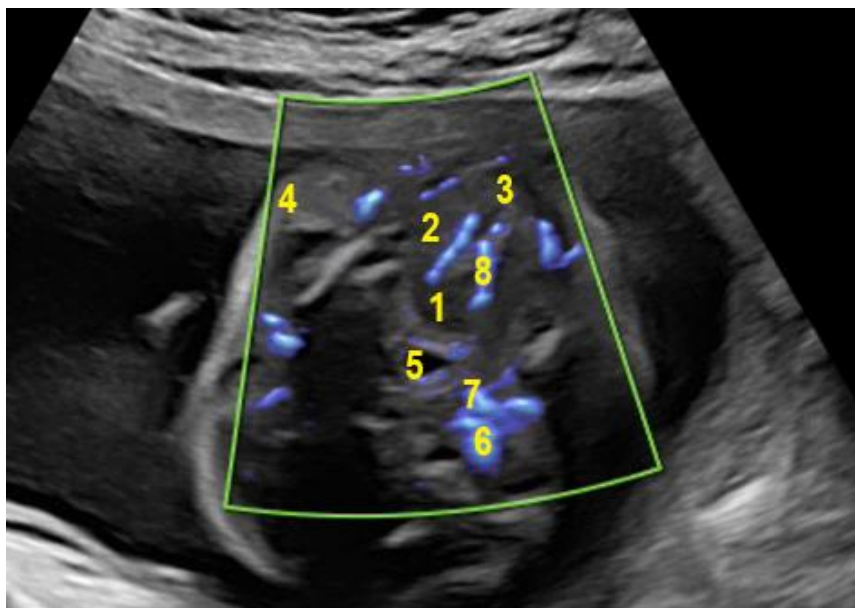


Рисунок 57 – Артерии языка плода человека. Возраст – двадцать три недели, пол мужской. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Метод ультразвукового цветowego доплеровского сканирования. 1 – корень языка; 2 – край языка; 3 – верхушка языка; 4 – угол нижней челюсти; 5 – глотка; 6 – наружная сонная артерия; 7 – язычная артерия; 8 – глубокая артерия языка

Количественные параметры артерий языка представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Ультразвуковые параметры кровоснабжения языка плода человека в возрасте 23–27 недель

Количественный параметр	Me	Q ₂₅	Q ₇₅
1	2	3	4
Диаметр наружной сонной артерии, мм	4,5	4,0	4,6
Скорость кровотока в наружной сонной артерии, см/с	12,0	9,9	13,2
Диаметр язычной артерии, мм	1,8	1,6	2,0
Угол отхождения язычной артерии, °	94,8	89,7	97,0
Скорость кровотока в язычной артерии, см/с	6,2	5,1	7,1

Окончание таблицы 24 на с. 105

Окончание таблицы 24

1	2	3	4
Диаметр глубокой артерии языка, мм	1,1	0,8	1,5
Угол отхождения глубокой артерии языка, °	129,1	123,7	133,3
Скорость кровотока в глубокой артерии языка, см/с	5,0	4,1	6,0
Примечания 1 Ме – медиана. 2 Q₂₅ – первый квартиль. 3 Q₇₅ – третий квартиль.			

Резюме

Язык у плодов человека в возрасте 14–18 недель завершил основные этапы органогенеза. Макроскопически определяются его отделы: корень, тело, верхушка. Срединная и пограничная борозды, слепое отверстие и вкусовые сосочки визуализируются слабо.

Определены линейные параметры языка. Продольный размер составил 9,5 [8,1; 11,0] мм, поперечный – 10,0 [8,1; 14,0] мм, толщина – 3,1 [3,0; 4,2] мм, длина окружности – 39,4 [34,2; 46,1] мм, площадь спинки – 94,2 [71,0; 133,3] мм². Поперечно-продольный индекс языка составил 85,4 [78,6; 92,7].

Язык располагается в собственно ротовой полости горизонтально, занимая 45 [39; 53] % площади её среза. Спинка языка прилежит к твёрдому нёбу, нижняя поверхность обращена к дну ротовой полости, верхушка – к внутренней поверхности дёсен, корень переходит в переднюю стенку ротоглотки.

Макромикроскопическое строение языка характеризуется нечёткостью микротопографии его структур. Под эпителием спинки выявляется мезенхимальная ткань, соответствующая месту прикрепления собственных мышц. Определяются закладки собственных мышц языка: верхней и нижней продольной,

поперечной и вертикальной. Закладки скелетных мышц визуализируются как скопления мезенхимы, отчётливо определяется подбородочно-язычная мышца.

Перегородка языка представлена фрагментированной соединительнотканной структурой, пересекаемой волокнами поперечной мышцы языка. Ширина перегородки составляет 0,13 [0,11; 0,14] мм. Околосрединные и нижняя перегородки не определяются. Уздечка языка образована двумя слоями эпителия нижней поверхности языка с соединительнотканной прослойкой.

В области корня языка визуализируются язычная артерия диаметром 0,7 [0,4; 1,0] мм и глубокая артерия языка, отходящая от неё под углом 88 [81,7; 92,3]°, диаметром 0,18 [0,13; 0,21] мм. Дорзальные артерии языка макромикроскопически не определяются.

В составе спинки языка эпителия определяются вкусовые сосочки всех типов. Желобовидные сосочки имеют округлую форму. Слепое отверстие визуализируется как эпителиальное углубление в вершине угла пограничной борозды.

При ультразвуковом сканировании в возрасте 14–18 недель язык визуализируется в собственно ротовой полости как овальная структура с неоднородной эхогенностью и слабо очерченными границами по отношению к окружающим тканям. При цветовом доплеровском сканировании определяется диффузная васкуляризация языка, а также ход и диаметр язычной артерии. Количественные ультразвуковые параметры языка сопоставимы с морфологическими данными: коэффициент морфологического ультразвукового соотношения составляет 0,91–0,98. Определение количественных параметров топографии языка с помощью ультразвукового метода затруднено из-за слабой эхогенной дифференциации границ языка от окружающих структур.

К концу промежуточного плодного периода, в 23–27 недель, при ультразвуковом сканировании язык визуализируется как овальная структура с чёткими контурами и относительно равномерной эхогенностью. В горизонтальной проекции отчётливо различим рельеф языка: срединная и пограничная борозды определяются в виде гипоехогенных линейных зон.

В сагиттальной проекции определяются анатомические отделы языка и уздечка в виде линейного гипозоногенного образования с изозоногенным контуром.

Продольный размер языка составил 22,3 [20,1; 23,6] мм, поперечный – 18,6 [17,3; 20,0] мм, поперечно-продольный индекс – 86,4 [81,6; 87,6], толщина – 6,0 [5,1; 6,1] мм, длина окружности – 69,7 [65,0; 74,3] мм, площадь спинки – 356,3 [295,0; 387,7] мм².

Язык расположен в пределах собственно ротовой полости, хорошо разграничен от окружающих анатомических структур. Угол положения языка составил 133,0 [132,3; 136,2]°. С помощью ультразвукового сканирования в реальном времени регистрируется участие языка в сосательных и глотательных движениях.

При цветовом доплеровском сканировании определяются язычная артерия диаметром 1,8 [1,6; 2,0] мм, отходящая под углом 94,8 [89,7; 97,1]°, и глубокая артерия языка диаметром 1,1 [0,8; 1,5] мм, отходящая под углом 129,1 [123,7; 133,3]°.

Глава 5. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ЯЗЫКА В ПОЗДНЕМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА

При ультразвуковом сканировании в возрасте 30–34 недель внутриутробного развития язык отчётливо определяется как овальное изоэхогенное образование, расположенное в анэхогенной полости рта и ограниченное гиперэхогенными структурами лицевого скелета. Его контуры чёткие, эхоструктура – преимущественно однородная.

На горизонтальных ультразвуковых сканограммах явно различим рельеф языка, его борозды – в виде гипоехогенных чётко ограниченных образований, которые делят его на отделы. Кзади пограничной борозды визуализируется корень языка, кпереди от неё – тело языка. На теле языка по центру расположена срединная борозда, разделяющая его на правую и левую части. Латерально визуализируются отчётливые края языка, кпереди – сужение, соответствующее верхушке языка (рисунок 58).

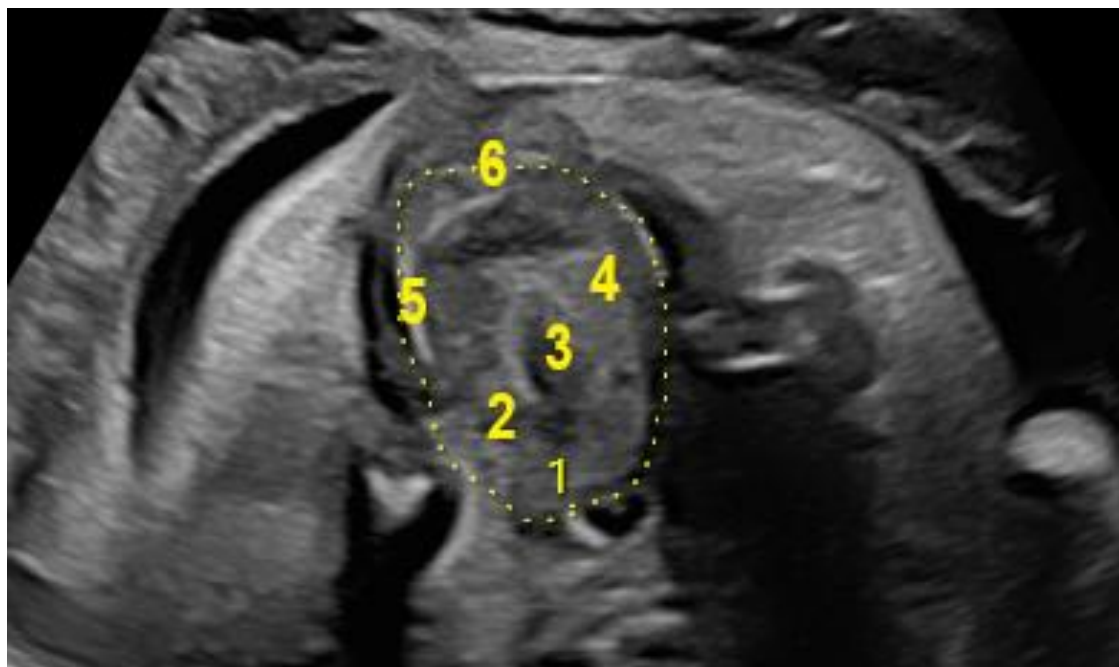


Рисунок 58 – Отделы языка плода человека. Возраст – тридцать две недели, пол мужской. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим.
1 – корень языка; 2 – пограничная борозда языка; 3 – срединная борозда языка;
4 – спинка языка; 5 – край языка; 6 – верхушка языка

В сагиттальной плоскости язык определяется как изоэхогенное дугообразное образование, прилежащее к внутренней поверхности нижней челюсти и твёрдому нёбу. Уздечка визуализируется как изоэхогенная структура с чёткими контурами (рисунок 59).

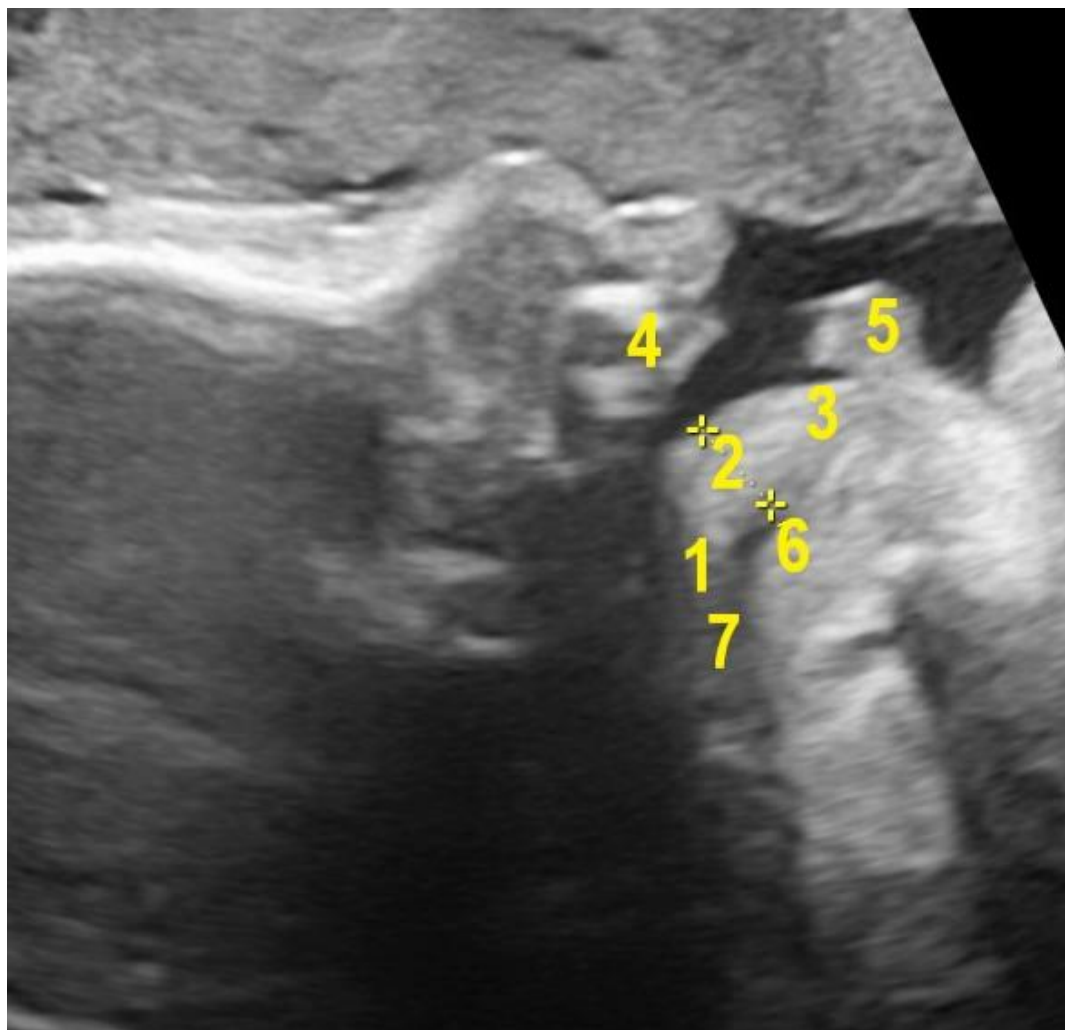


Рисунок 59 – Положение языка в ротовой полости плода. Возраст – тридцать недель, пол женский. Сагиттальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. 1 – корень языка; 2 – тело языка; 3 – верхушка языка; 4 – твёрдое нёбо; 5 – нижняя губа; 6 – дно ротовой полости; 7 – глотка

Количественные ультразвуковые параметры языка в позднем фетальном периоде и результаты их статистической обработки представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Ультразвуковые параметры языка плода человека в возрасте 30–34 недель

Параметр языка	M	SD	Min	Max	CV
Продольный размер, мм	29,0	3,7	22,7	38,8	12,4
Поперечный размер, мм	23,3	1,9	18,3	27,6	8,6
Поперечно-продольный индекс	80,7	6,2	61,9	89,0	7,6
Толщина, мм	8,1	1,5	6,0	11,0	17,9
Длина окружности, мм	89,3	8,1	75,6	105,3	9,1
Площадь спинки, мм ²	538,7	100,0	360,1	760,0	18,6
Длина фиксированной части, мм	15,5	2,7	10,4	22,0	17,3
Длина свободной части, мм	9,8	1,2	6,0	12,0	12,0
Угол положения языка, °	114,8	6,1	106,5	126,8	5,3
П р и м е ч а н и я 1 M – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение. 5 CV – коэффициент вариации.					

Все оценённые параметры демонстрируют низкую вариабельность ($CV < 20\%$). Наибольший разброс значений зафиксирован по площади спинки ($CV = 18,6\%$). Минимальная вариабельность установлена для угла положения языка ($CV = 5,3\%$).

Язык у плодов человека в возрасте 30–34 недель расположен в собственно ротовой полости и чётко обособлен от окружающих структур.

В сагиттальной плоскости спинка языка прилежит к твёрдому нёбу. Нижняя поверхность отделена от дна ротовой полости, а верхушка контактирует с внутренней поверхностью тела нижней челюсти (рисунок 59).

На горизонтальных сканограммах язык занимает центральное положение в собственно ротовой полости, его корень отделён от нёбных дужек анэхогенной

линией. Края языка визуализируются на фоне тела и угла нижней челюсти, формируя равномерный контур (рисунок 60).



Рисунок 60 – Топография языка плода человека. Возраст – тридцать недель, пол мужской. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма. Серошкальный режим. 1 – верхушка языка; 2 – край языка; 3 – корень языка; 4 – нёбно-язычные дужки; 5 – глотка; 6 – тело нижней челюсти; 7 – угол нижней челюсти

Количественная топография языка у плодов человека в возрасте 30–34 недель представлена в таблице 26.

Таблица 26 – Ультразвуковые параметры топографии языка плода человека в возрасте 30–34 недель

Расстояние, мм	M	SD	Min	Max	CV
1	2	3	4	5	6
От спинки языка до твёрдого нёба	2,0	0,6	1,5	3,5	22,1

Продолжение таблицы 26 на с. 112

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6
От верхушки языка до твёрдого нёба	2,6	0,4	1,4	3,8	20,1
От верхушки языка до дна ротовой полости	2,7	0,5	1,8	3,5	17,2
От тела языка до дна ротовой полости	3,0	0,5	2,0	4,1	20,8
От корня языка до задней стенки ротоглотки	9,8	1,7	6,0	11,4	12,1
От верхушки языка до тела нижней челюсти	2,8	0,4	2,0	3,8	18,7
От угла нижней челюсти до края языка	4,0	0,4	2,0	5,3	22,7
Примечания 1 М – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение. 5 CV – коэффициент вариации.					

Анализ количественных параметров показал умеренную вариабельность большинства топографических измерений (CV от 12,1 % до 22,7 %). Наиболее вариабельным оказалось расстояние от угла нижней челюсти до края языка. Наименьшую вариабельность продемонстрировало расстояние от корня языка до задней стенки ротоглотки.

В режиме реального времени регистрируются движения языка: прижатие к твёрдому нёбу, вытягивание изо рта, расслабление, прижатие к дну ротовой полости. Движения сопровождаются активацией отдельных мышечных пучков, различимых в виде изо- и гиперэхогенных перемещающихся структур (рисунок 61).

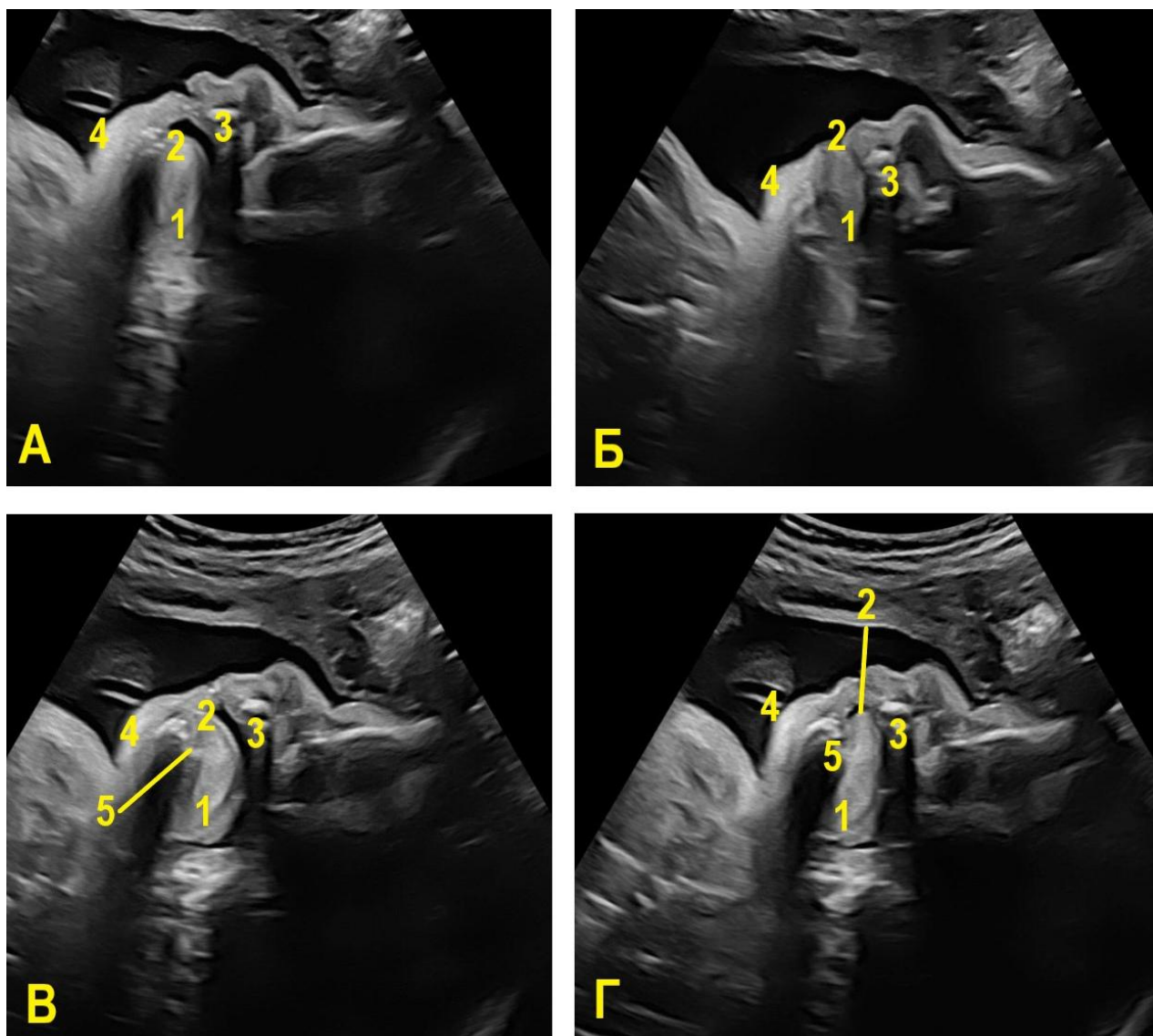


Рисунок 61 – Регистрация движений языка плода человека. Возраст – тридцать одна неделя, пол мужской. Ультразвуковое сканирование в реальном времени в сагиттальной плоскости. Серошкальный режим. А) Язык сокращён.

Б) Язык выступает из ротовой полости. В) Язык расслаблен.

Г) Язык прижат к твёрдому нёбу. 1 – корень языка; 2 – верхушка языка;

3 – твёрдое нёбо; 4 – подбородочный выступ нижней челюсти;

5 – уздечка языка

Метод цветового доплеровского картирования позволяет оценить ход язычных артерий и их ветвей, а также отслеживать кровоток в режиме реального времени (рисунок 62).

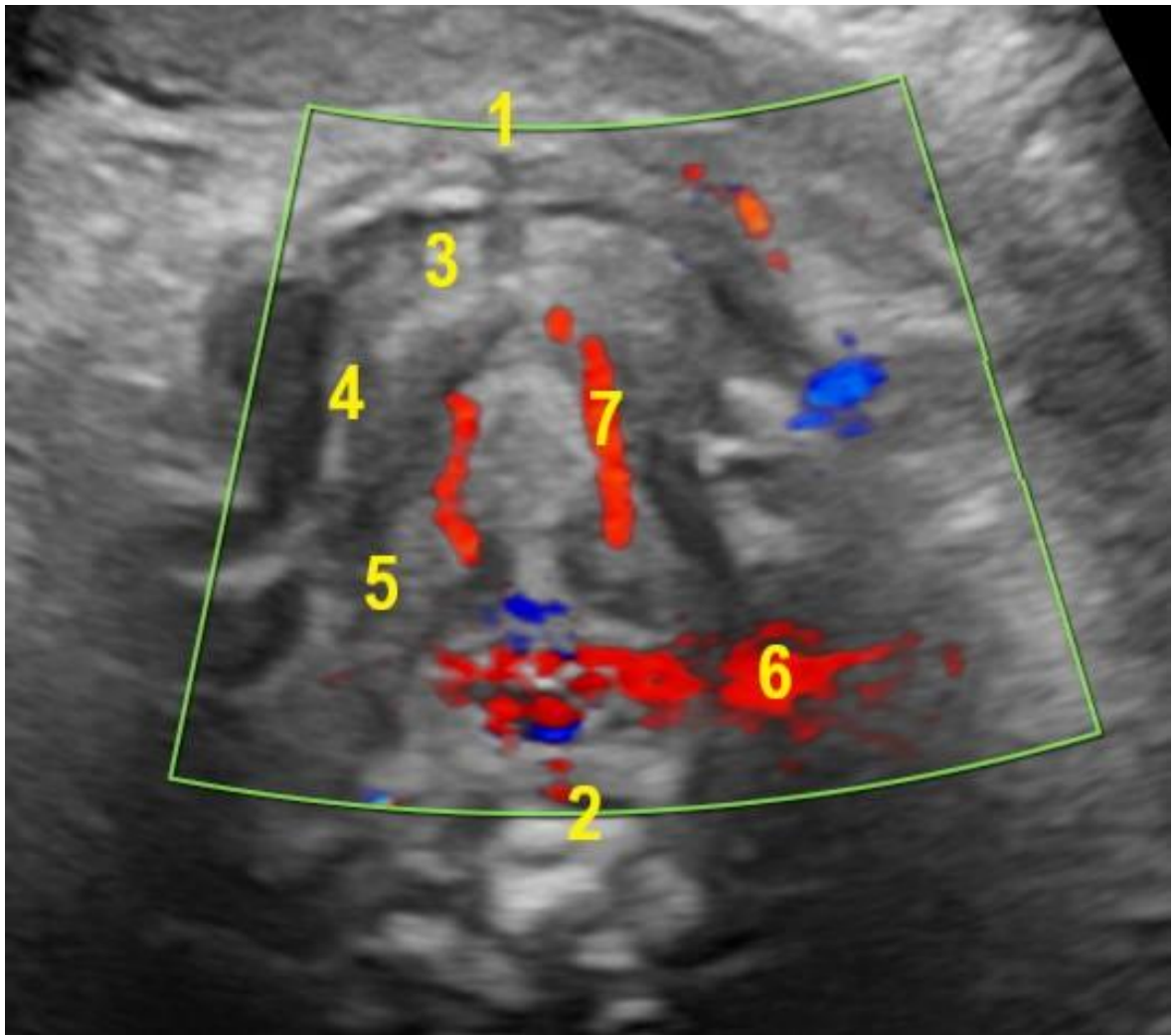


Рисунок 62 – Глубокие артерии языка плода человека. Возраст – тридцать недель, пол женский. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма.

Метод ультразвукового цветового доплеровского сканирования.

1 – тело нижней челюсти; 2 – глотка; 3 – верхушка языка;

4 – край языка; 5 – корень языка; 6 – язычная артерия;

7 – глубокая артерия языка

У плодов человека в возрасте 30–34 недель артерии языка также определяются при ультразвуковом сканировании в серошкальном режиме (рисунок 63).

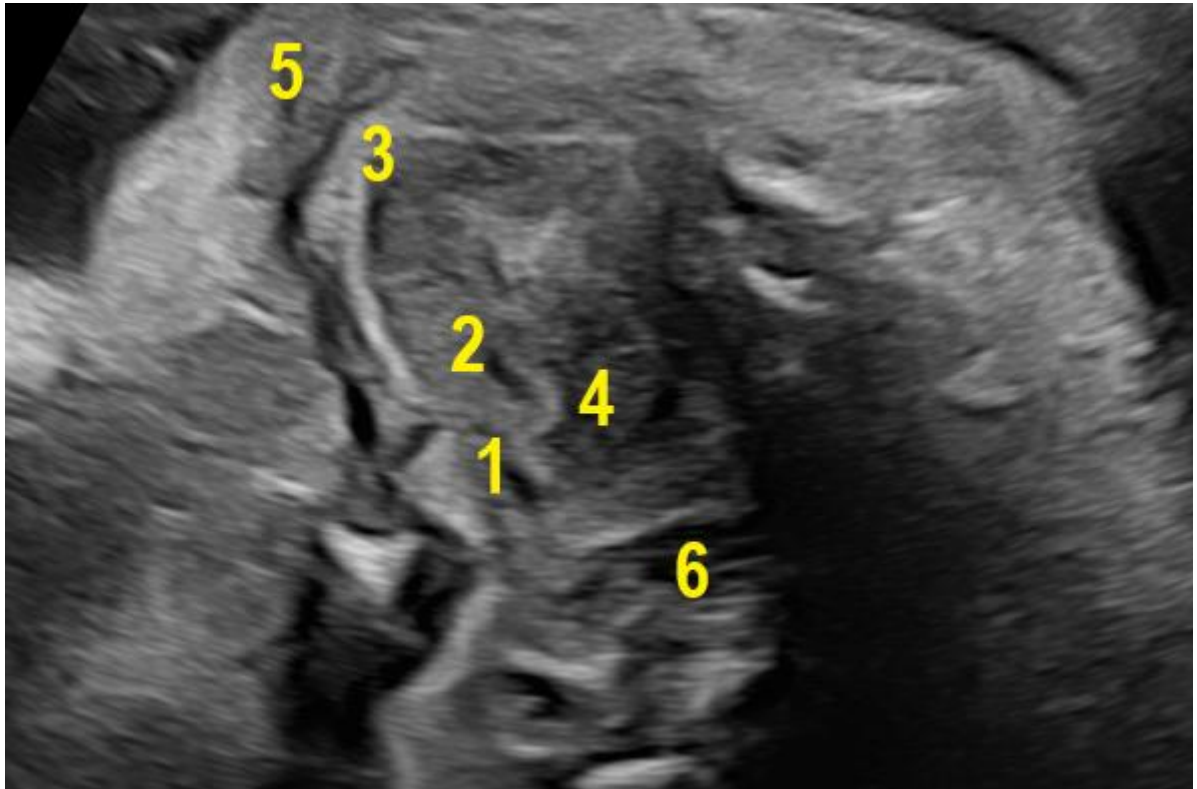


Рисунок 63 – Визуализация артерий языка плода человека. Возраст – тридцать две недели, пол мужской. Горизонтальная ультразвуковая сканограмма.

Серошкальный режим. 1 – язычная артерия; 2 – глубокая артерия языка;

3 – верхушка языка; 4 – корень языка; 5 – тело нижней челюсти;

6 – ротоглотка

Данные количественной оценки диаметров, углов отхождения и скорости кровотока в артериях языка и результаты их описательной статистической обработки представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Ультразвуковые параметры кровоснабжения языка плода человека в возрасте 30–34 недель

Параметр	M	SD	Min	Max	CV
1	2	3	4	5	6
Диаметр язычной артерии, мм	2,7	0,3	2,2	3,2	15,5

Продолжение таблицы 27 на с. 116

Продолжение таблицы 27

1	2	3	4	5	6
Угол отхождения язычной артерии, °	113,1	7,1	101,0	123,0	13,6
Скорость кровотока в язычной артерии, см/с	17,1	3,0	13,0	23,0	17,5
Диаметр глубокой артерии языка, мм	1,1	0,2	0,7	1,5	19,6
Угол отхождения глубокой артерии языка, °	121,2	13,0	99,2	142,1	17,5
Скорость кровотока в глубокой артерии языка, см/с	9,6	2,1	6,0	15,1	17,3
П р и м е ч а н и я 1 М – средняя арифметическая величина. 2 SD – стандартное отклонение. 3 Min – минимальное значение. 4 Max – максимальное значение. 5 CV – коэффициент вариации.					

Наибольшую вариабельность среди параметров продемонстрировал диаметр глубокой артерии языка (CV = 19,6 %), наименьшую – угол отхождения язычной артерии (CV = 13,6 %).

Резюме

При ультразвуковом сканировании в возрасте 30–34 недель внутриутробного развития язык определяется как овальное изоэхогенное образование с чёткими контурами и преимущественно однородной эхоструктурой.

На горизонтальных сканограммах отчётливо виден рельеф поверхности языка: срединная и пограничная борозды визуализируются как гипоехогенные

структуры и делят орган на отделы. В сагиттальной плоскости язык имеет дугообразную форму, уздечка определяется как изоэхогенная структура с равномерными контурами.

Размеры языка при ультразвуковом исследовании составили: продольный размер – $(29,0 \pm 3,7)$ мм, поперечный – $(23,3 \pm 1,9)$ мм, толщина – $(8,1 \pm 1,5)$ мм, длина окружности – $(89,3 \pm 8,1)$ мм, площадь спинки – $(538,7 \pm 100,0)$ мм². Поперечно-продольный индекс языка составил $(80,7 \pm 6,2)$, угол положения языка – $(114,8 \pm 6,1)^\circ$.

Язык расположен в собственно ротовой полости и обособлен от окружающих анатомических структур.

Топографическими ультразвуковыми ориентирами для описания положения языка являются твёрдое нёбо, визуализируемое сверху, тело нижней челюсти спереди, ротовая часть глотки сзади. Анализ количественных параметров топографии показал умеренную вариабельность измерений (CV от 12,1 % до 22,7 %).

При ультразвуковом скрининге в 30–34 недели в режиме реального времени регистрируются движения языка: прижатие к твёрдому нёбу, вытягивание изо рта, расслабление, прижатие к дну ротовой полости. Движения сопровождаются сокращением отдельных мышечных пучков, различимых в виде изо- и гиперэхогенных перемещающихся структур.

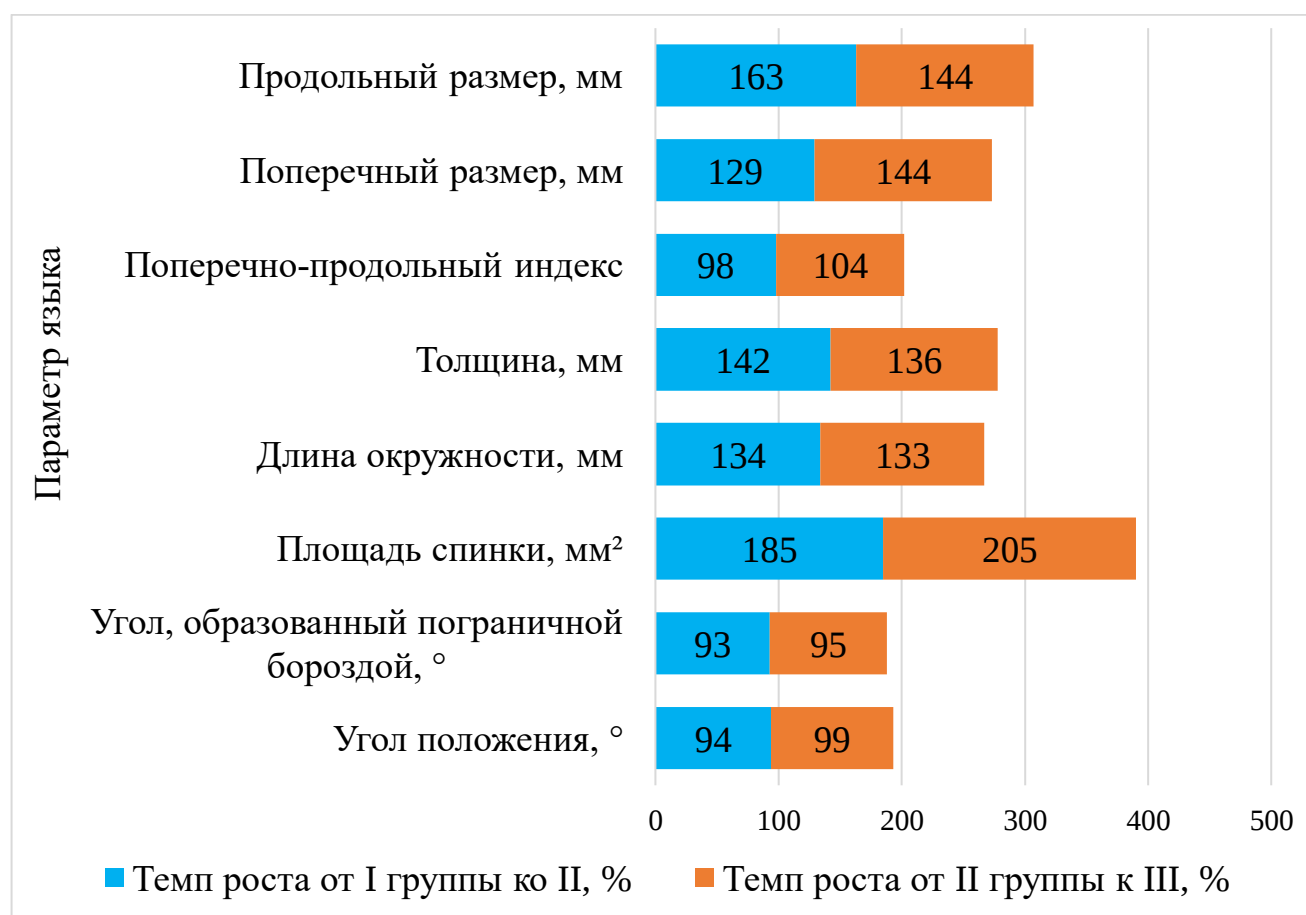
Методом цветового доплеровского картирования и в серошкальном режиме определены язычная артерия диаметром $(2,7 \pm 0,3)$ мм (от 2,2 до 3,2 мм) и глубокие артерии языка диаметром $(1,1 \pm 0,2)$ мм (от 0,7 до 1,5 мм). Скорость кровотока в язычной артерии в норме варьирует от 13 до 23 $(17,1 \pm 3,2)$ см/с, в глубокой артерии языка – от 6 до 15 $(9,6 \pm 2,1)$ см/с.

Глава 6. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА, ПОЛОВЫХ, ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ АНАТОМИИ И ТОПОГРАФИИ ЯЗЫКА В ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА

6.1. Интенсивность роста языка в плодном периоде онтогенеза человека

Промежуточный плодный период онтогенеза человека

В промежуточном плодном периоде онтогенеза человека параметры языка достоверно увеличиваются с возрастом, что подтверждено многомерным дисперсионным анализом MANOVA (Wilks' Lambda = 0,052; F = 4,703; p = 0,0001). Однофакторный дисперсионный анализ ANOVA показал достоверность возрастных различий по каждому из изучаемых параметров (p < 0,05) (рисунок 64).



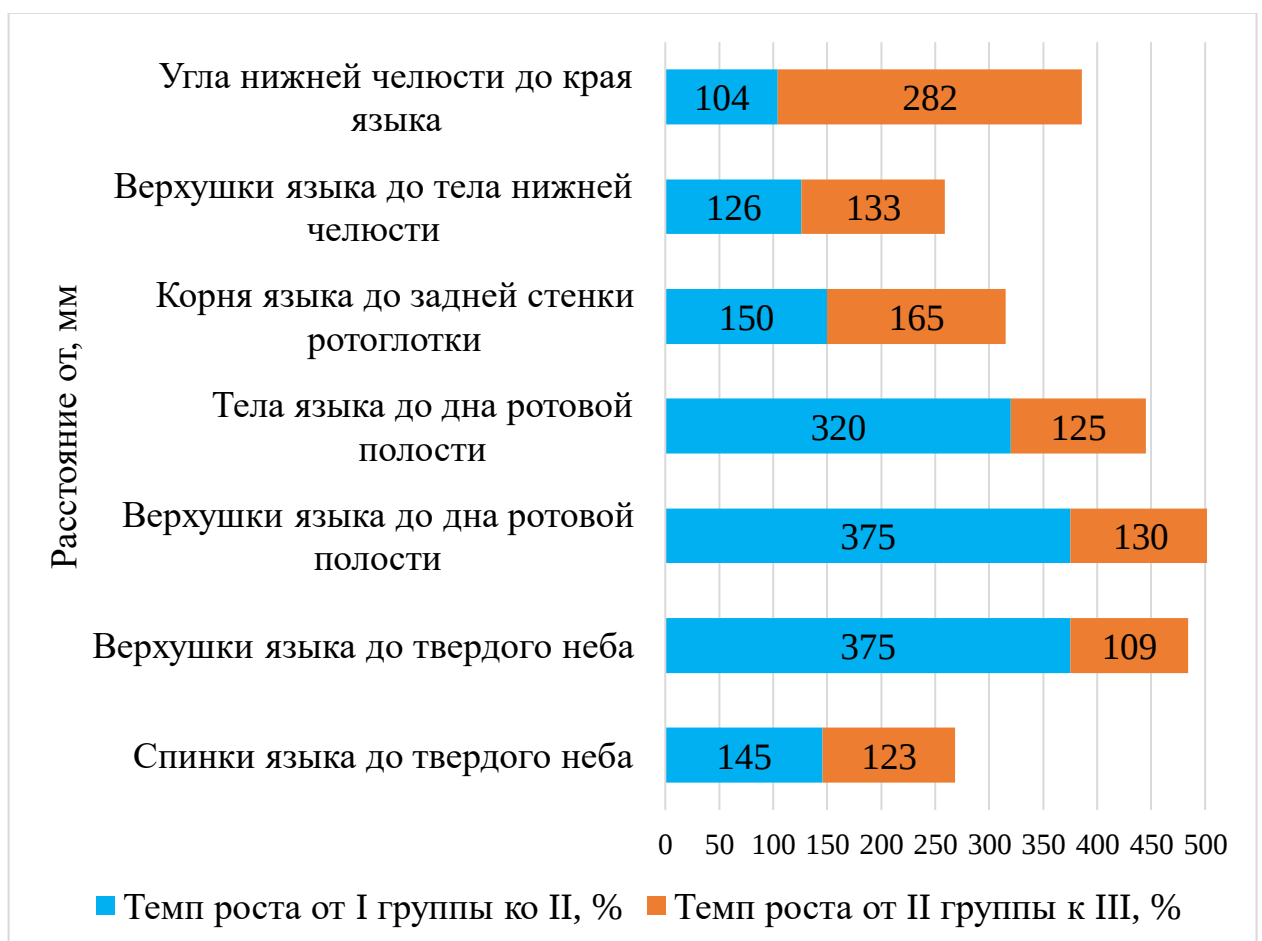
I группа – 14–18 недель, II группа – 19–22 недели, III группа – 23–27 недель.

Рисунок 64 – Темп роста размеров языка у плодов человека, %

На диаграмме представлены темпы роста количественных параметров языка у плодов человека между возрастными группами: I группа – 14–18 недель, II – 19–22 недели, III – 23–27 недель (рисунок 64).

Полученные данные демонстрируют, что максимальные темпы роста в течение промежуточного плодного периода приходятся на площадь спинки языка (185 % и 205 % в изученных группах) преимущественно за счёт его продольного удлинения (163 % и 144 % соответственно). Угловые параметры (угол положения и угол пограничной борозды) снижаются (93–99 %), а поперечно-продольный индекс языка остаётся стабильным (98–104 %).

Параметры количественной топографии языка демонстрируют гетерохронность роста на протяжении промежуточного плодного периода (рисунок 65).



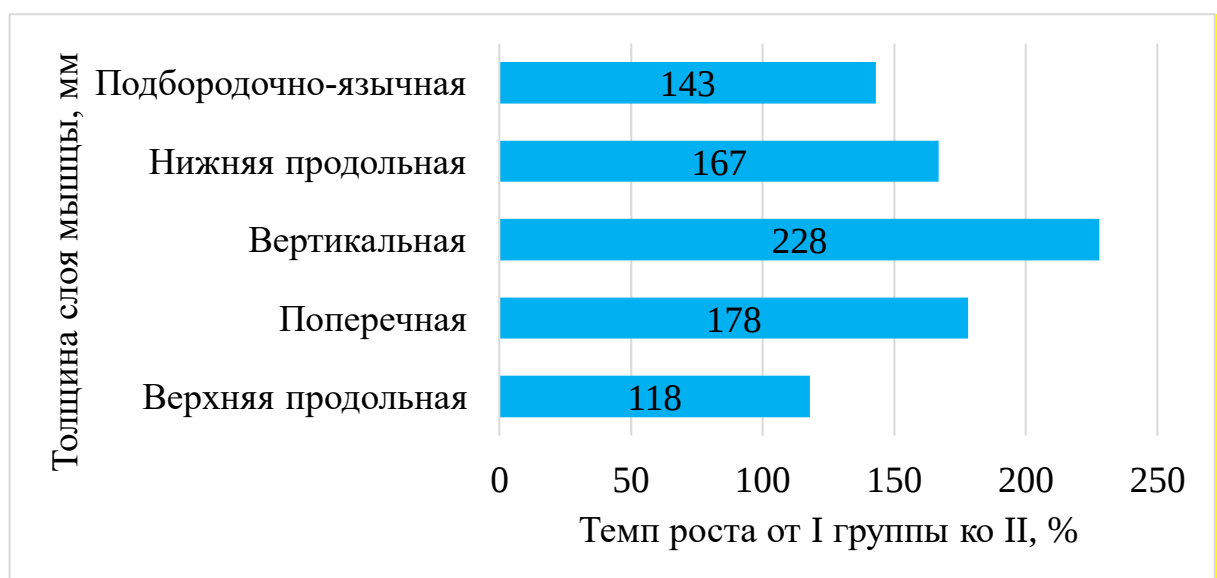
I группа – 14–18 недель, II группа – 19–22 недели, III группа – 23–27 недель.

Рисунок 65 – Темп роста параметров топографии языка у плодов человека, %

От I ко II исследуемой группе наиболее выраженные изменения определяются для расстояния от верхушки (375 %) до дна ротовой полости и до твёрдого нёба (375 %), наименее выраженные – для расстояния от угла нижней челюсти до края языка (104 %). От II к III исследуемой группе наиболее интенсивный рост определяется для расстояния от угла нижней челюсти до края языка (282 %), наименее интенсивный – для расстояния от тела языка до дна ротовой полости (109 %).

Темп роста параметров отдельных структурных компонентов языка от I ко II группе были оценены с помощью многомерного дисперсионного анализа MANOVA и показали статистическую достоверность, Wilks' Lambda = 0,011, F = 3,875, p = 0,0001. Исключение составило количество желобовидных сосочков, оставаясь стабильным (p = 0,917).

Темп роста параметров собственных мышц языка от I ко II группе представлен на рисунке 66.



I группа – 14–18 недель, II группа – 19–22 недели.

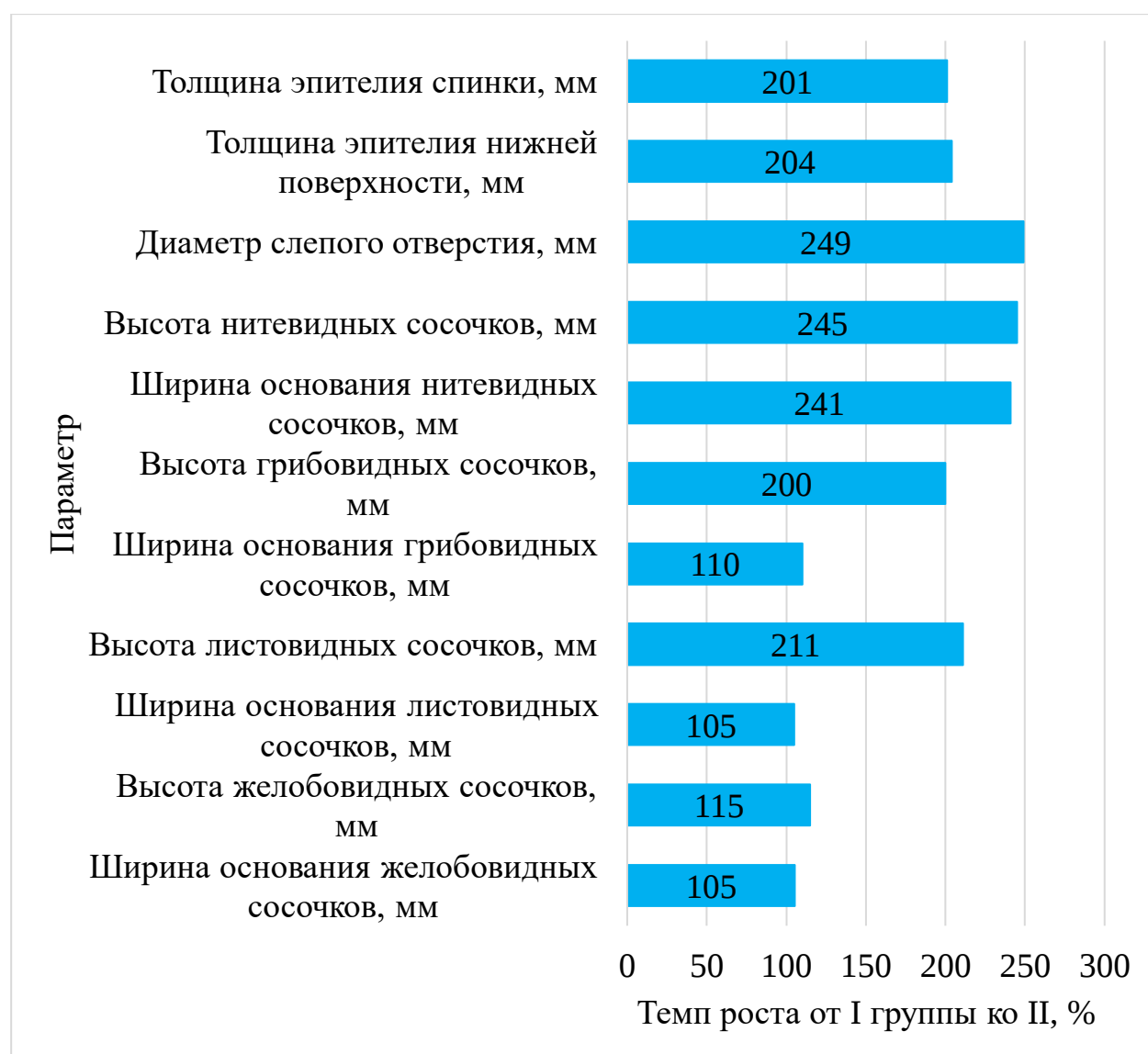
Рисунок 66 – Темп роста параметров собственных мышц языка у плодов человека в промежуточном фетальном периоде, %

Выявлено, что собственные мышцы языка увеличиваются асинхронно, наиболее выраженный темп роста демонстрирует вертикальная мышца (228 %), наименьший – верхняя продольная мышца (118 %).

Срединная перегородка языка увеличивается от I ко II группе на 323 %. Длина уздечки увеличивается с темпом роста на 325 %, ширина – на 133 %.

Артерии языка увеличиваются гетерохронно. Глубокая артерия языка наиболее значительно увеличивается от I ко II группе, темп роста составляет 444 %. От II к III группе ее диаметр возрастает на 138 %. Язычная артерия демонстрирует наибольший темп роста от I ко II группе (229 %), а от II к III группе – 113 %.

Темп роста эпителиальных структур языка от 14–18-й к 19–22-й неделям развития представлен на рисунке 67.



I группа – 14–18 недель, II группа – 19–22 недели.

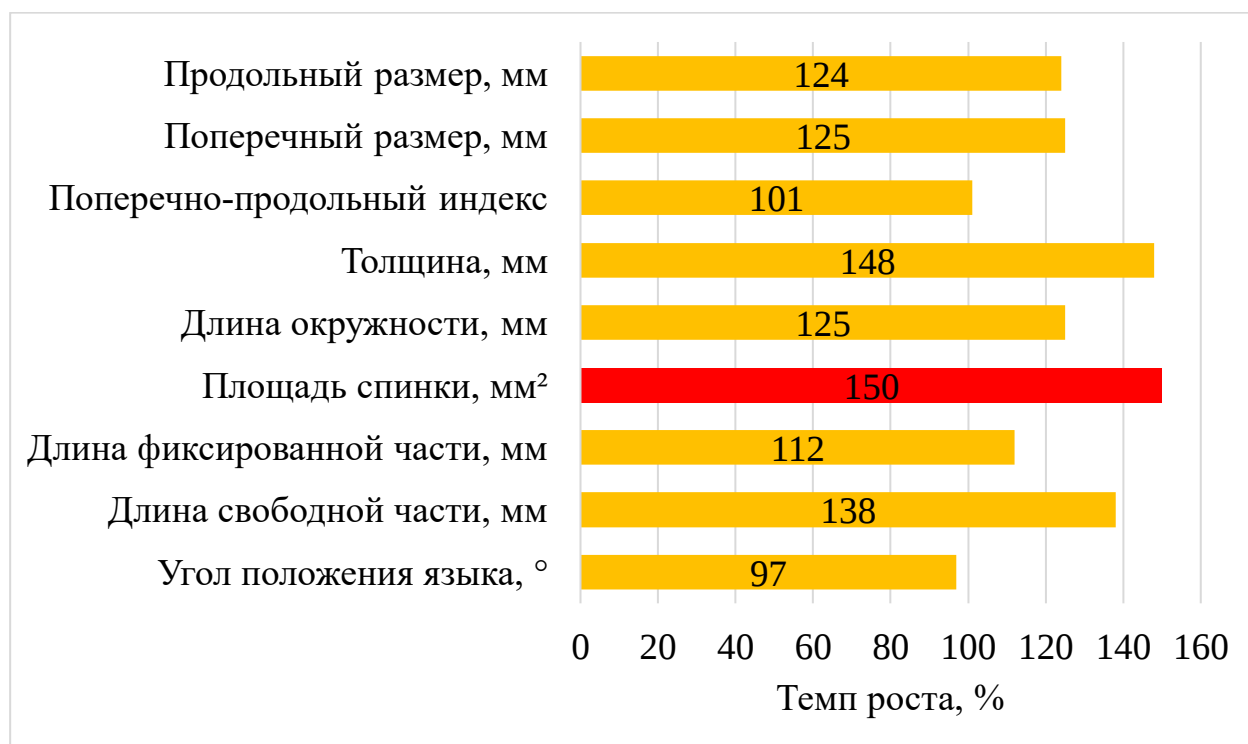
Рисунок 67 – Темп роста эпителиальных структур языка у плодов человека в промежуточном фетальном периоде, %

Эпителий спинки и нижней поверхности языка в течение промежуточного плодного периода от I ко II группе утолщается равномерно – на 201 % и 204 %.

Сосочки языка демонстрируют выраженную гетерохронность роста в исследуемом периоде. Наибольший темп роста показали параметры нитевидных сосочков: ширина их основания увеличивается на 241 %, а высота – на 245 %. Наименее интенсивно росла ширина основания листовидных и желобовидных сосочков (105 % каждая).

Поздний плодный период онтогенеза человека

Увеличение языка от 30-й к 34-й неделе подтверждено многомерным дисперсионным анализом MANOVA (Wilks' Lambda = 0,025, F = 2,56, p = 0,0002). Результаты однофакторного анализа (ANOVA) подтвердили достоверные возрастные различия по большинству показателей (p < 0,05). Исключение составили поперечно-продольный индекс языка (p = 0,954) и угол его положения (p = 0,092). Темп роста количественных параметров языка от 30-й к 34-й неделе пренатального онтогенеза человека представлен на рисунке 68.

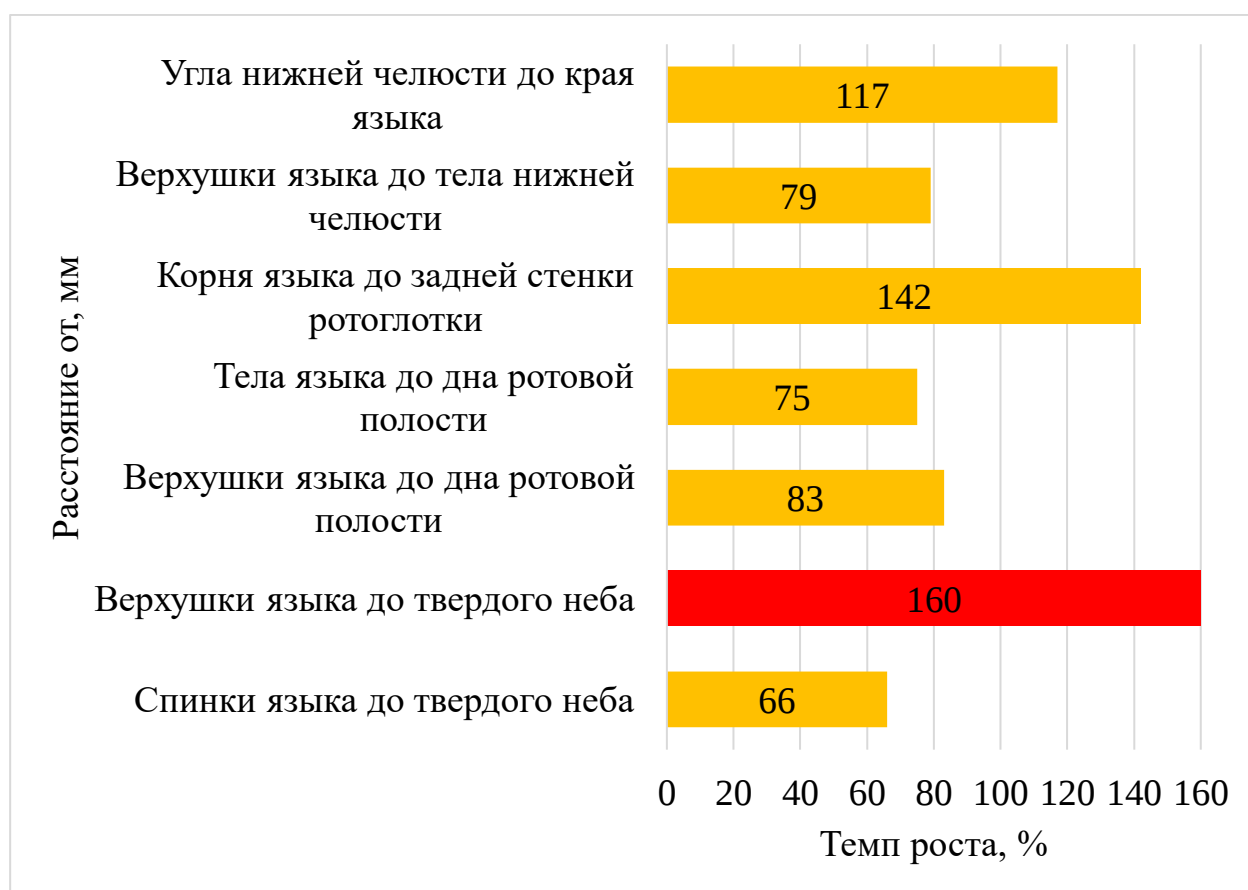


Красным цветом выделен параметр, демонстрирующий наибольший темп роста.

Рисунок 68 – Темп параметров языка от 30-й к 34-й неделе пренатального онтогенеза человека, %

Согласно полученным результатам, от 30-й к 34-й неделе язык увеличивается в 1,5 раза, при этом продольный и поперечный размеры увеличиваются равномерно (124 % и 125 % соответственно).

Темпы роста топографических параметров языка демонстрируют гетерохронность (рисунок 69).

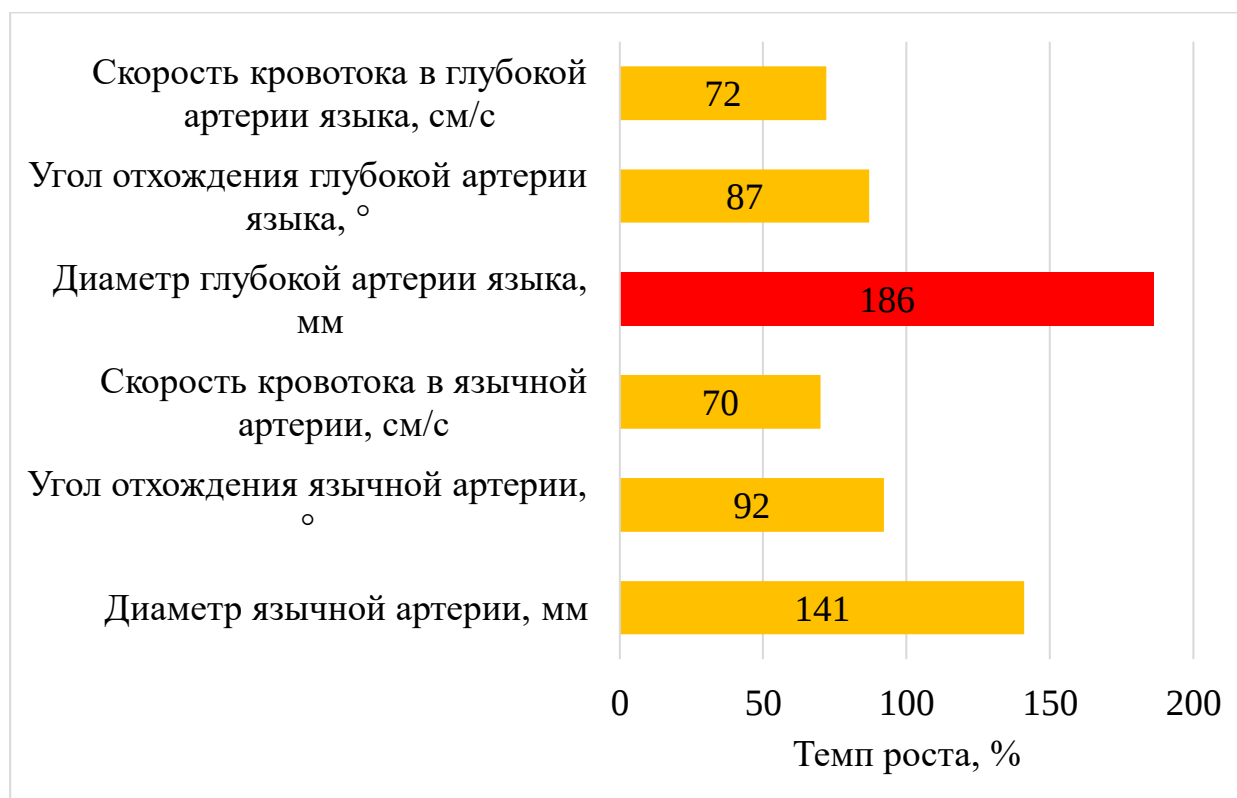


Красным цветом выделен параметр, демонстрирующий наибольший темп роста.

Рисунок 69 – Темп роста параметров топографии от 30-й к 34-й неделе пренатального онтогенеза человека, %

Спинка языка приближается к твёрдому нёбу (66 %), в то время как его верхушка отдаляется от него (160 %). Одновременно корень языка смещается вперёд, увеличивая расстояние до задней стенки глотки (142 %), а тело и верхушка языка приближаются к дну полости рта (83 % и 77 % соответственно).

Параметры артерий языка также демонстрируют гетерохронный рост от 30-й к 34-й неделе пренатального онтогенеза человека (рисунок 70).



Красным цветом выделен параметр, демонстрирующий наибольший темп роста.

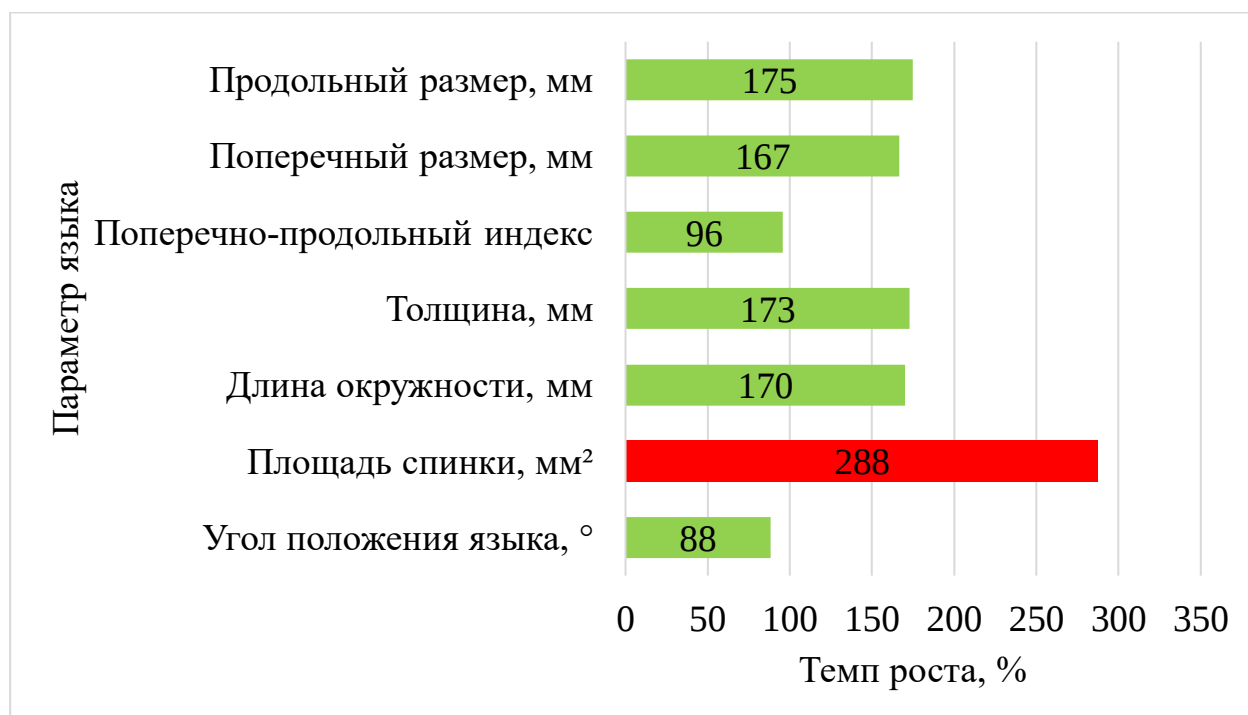
Рисунок 70 – Темп роста параметров артерий языка от 30-й к 34-й неделе пренатального онтогенеза человека, %

Диаметр язычной артерии увеличивается в 1,4 раза, а глубокой артерии языка – в 1,9 раза. При этом их углы отхождения и пиковая скорость кровотока снижаются.

Темп роста языка от промежуточного к позднему плодному периоду человека (с возраста 14–27 недель до 30–34 недель)

От промежуточного плодного периода к позднему плодному периоду пренатального онтогенеза линейные параметры языка демонстрируют увеличение с возрастом, что подтверждено результатами анализа MANOVA: Wilks' Lambda = 0,009, F = 7,163, p = 0,0001. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что все исследуемые линейные параметры языка достоверно увеличиваются в течение фетального периода (p < 0,05).

Темпы роста параметров языка от промежуточного плодного периода к позднему представлены на рисунке 71.



Красным цветом выделен параметр, демонстрирующий наибольший темп роста.

Рисунок 71 – Темп параметров языка от промежуточного плодного периода онтогенеза человека к позднему, %

Наибольший темп роста установлен для площади спинки языка (288 %) с преобладанием роста его продольного размера (175 %). Угол положения языка уменьшался (88 %).

Возрастные интервалы наиболее значимого роста для каждого параметра были определены с помощью пост-хок теста Тьюки Unequal N HSD. Результаты анализа представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Возрастная динамика параметров языка в плодном периоде пренатального онтогенеза человека

Параметр языка	ANOVA		Возрастной интервал наиболее значимого роста, недели			
	F	p	ПрФП	p	ПФП	p
1	2	3	4	5	6	7
Продольный размер, мм	52	0,001	16–18	0,047	30–32	0,018

Продолжение таблицы 28 на с. 126

Продолжение таблицы 28

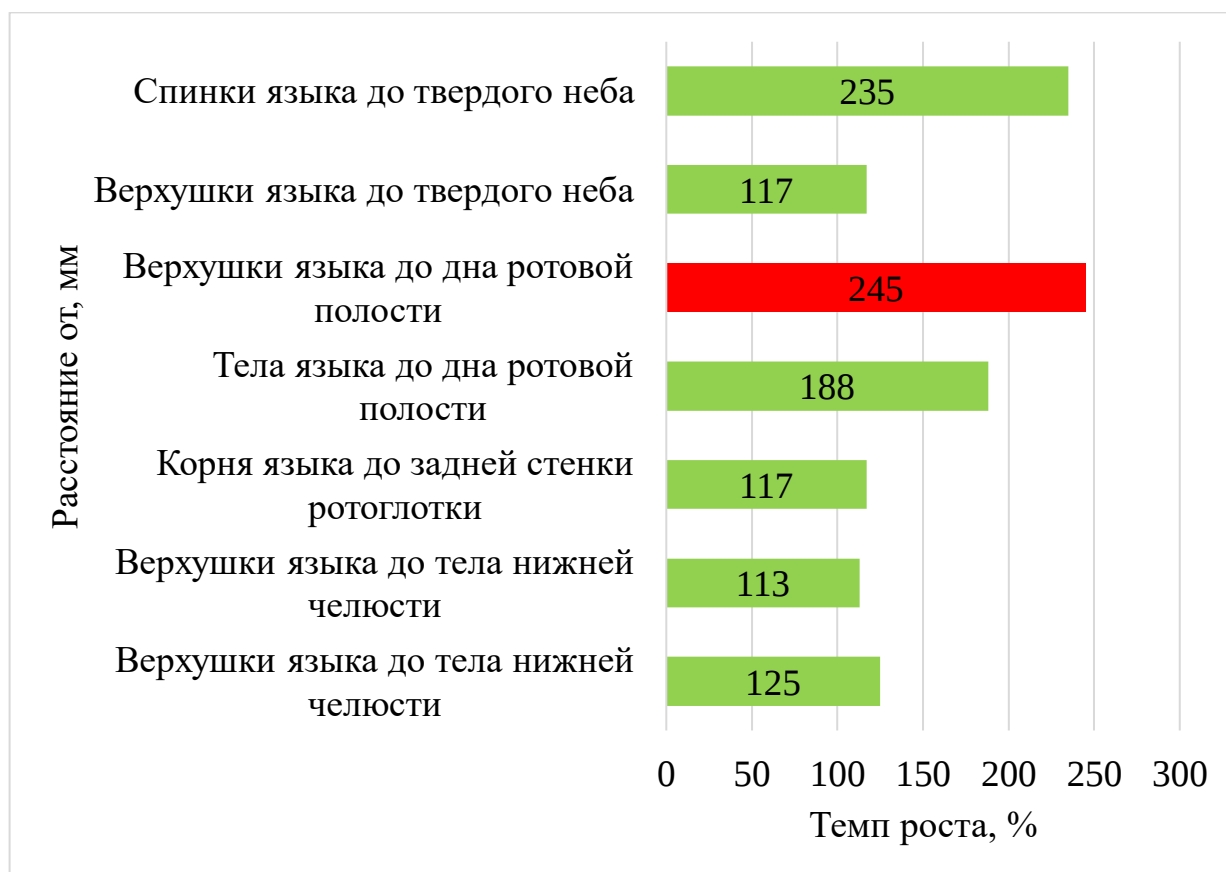
1	2	3	4	5	6	7
Поперечный размер, мм	41	0,001	19–22	0,005	30–32	0,048
Поперечно-продольный индекс	23	0,001	18–19	0,001	–	–
			22–23	0,001	–	–
Толщина, мм	23	0,001	17–21	0,024	33–34	0,027
Длина окружности, мм	80	0,001	20–21	0,001	30–32	0,043
Площадь спинки, мм ²	46	0,001	20–22	0,001	30–33	0,046
Угол положения, °	5	0,001	–	–	–	–
П р и м е ч а н и я 1 F – критерий Фишера. 2 p – уровень статистической значимости. 3 ПрФП – промежуточный фетальный период. 4 ПФП – поздний фетальный период.						

В промежуточном фетальном периоде у большинства линейных характеристик языка (продольный, поперечный размеры, толщина, длина окружности, площадь спинки) значимые скачки роста приходились на узкие интервалы продолжительностью 2–3 недели.

В позднем фетальном периоде пики роста большинства параметров приходились на 30–32-ю недели.

Изменение количественных параметров топографии языка от промежуточного плодного периода к позднему также подтверждено результатами MANOVA: Wilks' Lambda = 0,0005, F = 3,68, p = 0,0001. Их темп роста представлен на диаграмме (рисунок 72).

Наибольший темп роста установлен для расстояния от корня языка до задней стенки ротоглотки (245 %), наименьший – для расстояния от верхушки языка до твёрдого нёба (113 %).



Красным цветом выделен параметр, демонстрирующий наибольший темп роста.

Рисунок 72 – Темп параметров топографии языка от промежуточного плодного периода онтогенеза человека к позднему, %

С помощью однофакторного анализа ANOVA с пост-хок тестом Тьюки Unequal N HSD выявлены возрастные особенности каждого параметра по отдельности (таблица 29).

Таблица 29 – Возрастная динамика параметров топографии языка в плодном периоде пренатального онтогенеза человека

Расстояние, мм	ANOVA		Возрастной интервал наиболее значимого роста, недели			
	F	p	ПрФП	p	ПФП	p
1	2	3	4	5	6	7
От спинки языка до твёрдого нёба	3	0,04	—	—	19–33	0,03

Продолжение таблицы 29 на с. 128

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7
От верхушки языка до твёрдого нёба	6	0,001	23–25	0,013	31–33	0,032
От верхушки языка до дна ротовой полости	1	0,4	–	–	19–33	0,073
От тела языка до дна ротовой полости	8	0,001	–	–	30–31	0,029
От корня языка до задней стенки ротоглотки	48	0,001	–	–	30–31	0,001
От верхушки языка до тела нижней челюсти	3	0,04	–	–	31–33	0,022
От угла нижней челюсти до края языка	4	0,001	21–25	0,032	–	–
П р и м е ч а н и я 1 F – критерий Фишера. 2 p – уровень статистической значимости. 3 ПрФП – промежуточный фетальный период. 4 ПФП – поздний фетальный период.						

В промежуточном фетальном периоде достоверные скачки роста топографических параметров языка выявлены для расстояния от верхушки языка до твёрдого нёба (23–25-я недели) и расстояния от угла нижней челюсти до края языка (21–25-я недели).

В позднем фетальном периоде большинство топографических показателей демонстрировали гетерохронный рост с выраженным пиком в интервале 30–33-й недели.

Темп роста параметров артерий языка в исследуемом периоде представлен в диаграмме (рисунок 73).



Красным цветом выделен параметр, демонстрирующий наибольший темп роста.

Рисунок 73 – Темп параметров артерий языка от промежуточного плодного периода онтогенеза человека к позднему, %

Установлено, что наибольший темп роста демонстрировал скорость кровотока в язычной артерии (290 %), а угол её отхождения уменьшался (74 %).

Пост-хок тест Тьюки Unequal N HSD показал, что диаметр язычной артерии достоверно увеличивался в двух возрастных интервалах – в промежуточном фетальном периоде (16–23-я недели, $p = 0,003$) и в позднем фетальном периоде (27–33-я недели, $p = 0,021$).

Диаметр глубокой артерии языка также демонстрировал значимый прирост на двух интервалах – 16–23-я недели ($p = 0,004$) и 23–32-я недели ($p = 0,021$).

6.2. Половые различия анатомии и топографии языка в плодном периоде онтогенеза человека

Во всех возрастных группах достоверных половых различий по всем количественным параметрам анатомии языка выявлено не было, $p > 0,05$. Результаты анализа достоверности половых различий по критерию Манна – Уитни (U-критерий, значение p) представлены в таблице 30.

Таблица 30 – Половые различия параметров языка в пренатальном онтогенезе человека

Параметр языка	Мужской пол*	Женский пол*	U-критерий	Значение p
Продольный размер, мм	17,9	17,3	2857	0,197
Поперечный размер, мм	15,3	14,9	2999	0,418
Поперечно-продольный индекс	62,1	57,7	2953	0,334
Толщина, мм	5,2	4,9	2939	0,112
Длина окружности, мм	61,1	58,7	1728	0,415
Площадь спинки, мм ²	256,1	245,2	2942	0,381
Угол положения языка, °	124,1	129,3	180	0,233
* Представлены средние значения параметров для возраста 14–34-й недели пренатального онтогенеза.				

Параметры топографии языка в ротовой полости также не демонстрируют достоверных половых различий на протяжении всего изучаемого периода, $p > 0,05$

по всем параметрам. Результаты анализа половых различий параметров топографии языка представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Половые различия параметров топографии языка в пренатальном онтогенезе человека

Расстояние, мм	Мужской пол*	Женский пол*	U-критерий	Значение p
От спинки языка до твёрдого нёба	1,8	1,6	236	0,393
От верхушки языка до твёрдого нёба	2,3	2,2	155	0,849
От верхушки языка до дна ротовой полости	2,6	2,2	123	0,144
От тела языка до дна ротовой полости	2,1	1,7	187	0,204
От корня языка до задней стенки ротоглотки	8,4	7,2	215	0,281
От верхушки языка до тела нижней челюсти	2,8	2,5	397	0,574
От угла нижней челюсти до края языка	3,1	3,0	556	0,959
* Представлены средние значения параметров для возраста 14–34-й недели пренатального онтогенеза.				

6.3. Взаимосвязь формы черепа и параметров языка в плодном периоде онтогенеза человека

Для изучения краниометрических особенностей языка исследуемой группы были оценены параметры черепа: сагиттальный и поперечный размер, окружность головы, черепной указатель, угол MNM и линия фетального профиля. Линия

фетального профиля была нулевой во всех случаях. Значения полученных параметров в четырёх исследуемых группах представлены в таблице в формате $M \pm SD$ (таблица 32).

Таблица 32 – Результаты краниометрии исследуемой выборки

Краниометрический параметр	Значения параметров по группам			
	I (14–18 недель)	II (19–22 недели)	III (23–27 недель)	IV (30–34 недели)
Лобно-затылочный размер, мм	$48,3 \pm 7,1$	$62,2 \pm 6,0$	$72,1 \pm 6,8$	$101,6 \pm 9,0$
Бипариетальный размер, мм	$37,6 \pm 7,2$	$47,3 \pm 5,0$	$55,3 \pm 7,9$	$80,5 \pm 5,5$
Окружность головы, мм	$142,4 \pm 16,1$	$173,2 \pm 15,0$	$206,5 \pm 23,4$	$294,7 \pm 20,5$
Черепной указатель, мм	$77,8 \pm 9,2$	$76,2 \pm 5,6$	$76,4 \pm 5,9$	$79,4 \pm 2,7$
Угол MNM, °	$11,6 \pm 1,8$	$13,7 \pm 1,6$	$15,2 \pm 1,4$	$15,2 \pm 1,2$
Примечание – MNM – мандибулярно-назально-максиллярный.				

Результаты анализа взаимосвязи краниометрических параметров и параметров языка в пренатальном онтогенезе человека представлены в виде тепловой карты коэффициентов корреляции Спирмена (таблица 33).

Таблица 33 – Тепловая карта корреляции параметров языка и параметров черепа у плодов человека

Параметр языка	Сила взаимосвязи с параметрами черепа				
	ЛЗР, мм	БПР, мм	ОГ, мм	ЧУ	Угол MNM, °
1	2	3	4	5	6
Продольный размер, мм	0,924	0,912	0,927	0,272	0,582
Поперечный размер, мм	0,893	0,889	0,897	0,319	0,566

Продолжение таблицы 33 на с. 133

Продолжение таблицы 33

1	2	3	4	5	6
Поперечно-продольный индекс	−0,360	−0,331	−0,367	0,224	−0,008
Толщина, мм	<i>0,809</i>	<i>0,808</i>	<i>0,795</i>	0,294	<i>0,471</i>
Длина окружности, мм	<i>0,925</i>	<i>0,903</i>	<i>0,923</i>	0,245	<i>0,543</i>
Площадь спинки, мм ²	<i>0,862</i>	<i>0,850</i>	<i>0,860</i>	0,264	<i>0,505</i>
Угол положения языка, °	−0,671	−0,666	−0,673	−0,283	−0,545
Температурная шкала	1	0,5	0	−0,5	−1
Примечания 1 ЛЗР – лобно-затылочный размер. 2 БПР – бипариетальный размер. 3 ОГ – окружность головы. 4 ЧУ – черепной указатель. 5 MNM – мандибулярно-назально-максиллярный. 6 Значения корреляции заметной, высокой и весьма высокой силы выделены курсивом.					

Корреляционный анализ выявил, что все линейные параметры языка демонстрируют высокую положительную корреляцию с лобно-затылочным и бипариетальными размерами, а также с окружностью головы (r варьирует от 0,795 до 0,927).

Поперечно-продольный индекс и угол положения языка показали умеренную отрицательную корреляцию с краниометрическими показателями.

Угол MNM коррелирует с параметрами языка в том же направлении, установлена заметная отрицательная корреляция с углом положения языка ($r = -0,545$).

Черепной указатель демонстрирует слабую корреляцию с размерами языка.

Таким образом, чем больше линейные параметры черепа, тем больше язык увеличивается, преимущественно в длину, и тем меньше угол положения языка.

Аналогично была исследована взаимосвязь топографических параметров языка с краниометрическими характеристиками черепа. Результаты анализа

представлены на тепловой карте коэффициентов корреляции Спирмена (таблица 34).

Таблица 34 – Тепловая карта корреляции параметров топографии языка и параметров черепа у плодов человека

Расстояние, мм	Сила взаимосвязи с параметрами черепа				
	ЛЗР, мм	БПР, мм	ОГ, мм	ЧУ, мм	Угол MNM, °
От спинки языка до твёрдого нёба	0,461	0,487	0,465	0,365	0,574
От верхушки языка до твёрдого нёба	0,219	0,205	0,218	0,273	–0,050
От верхушки языка до дна ротовой полости	0,323	0,304	0,309	0,535	–0,427
От тела языка до дна ротовой полости	0,791	0,779	0,770	0,564	–0,200
От корня языка до задней стенки ротоглотки	0,910	0,885	0,909	0,663	0,232
От верхушки языка до тела нижней челюсти	0,222	0,192	0,205	0,255	–0,645
От угла нижней челюсти до края языка	0,551	0,590	0,572	0,636	–0,256
Температурная шкала	1	0,5	0	–0,5	–1
Примечания 1 ЛЗР – лобно-затылочный размер. 2 БПР – бипариетальный размер. 3 ОГ – окружность головы. 4 ЧУ – черепной указатель. 5 MNM – мандибулярно-назально-максиллярный. 6 Значения корреляции заметной, высокой и весьма высокой силы выделены курсивом.					

Группа	Брахикранная		Мезокранная		Долихокранная	
	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%
I (14–18 недель)	17	47	9	25	10	28
II (19–22 недели)	16	21	24	32	36	47
III (23–27 недель)	6	20	10	33	14	47
IV (30–34 недели)	10	33	14	47	6	20

Примечание – курсивом выделена форма черепа, преобладающая в возрастной группе.

В I группе преобладает брахикранная форма черепа (47 %), во II и III – долихокранная (47 % в каждой группе), в IV группе – мезокранная (47 %). Для оценки краниотипических различий параметров языка было проведено распределение всей выборки по форме черепа. Оно представлено на круговой диаграмме (рисунок 74).

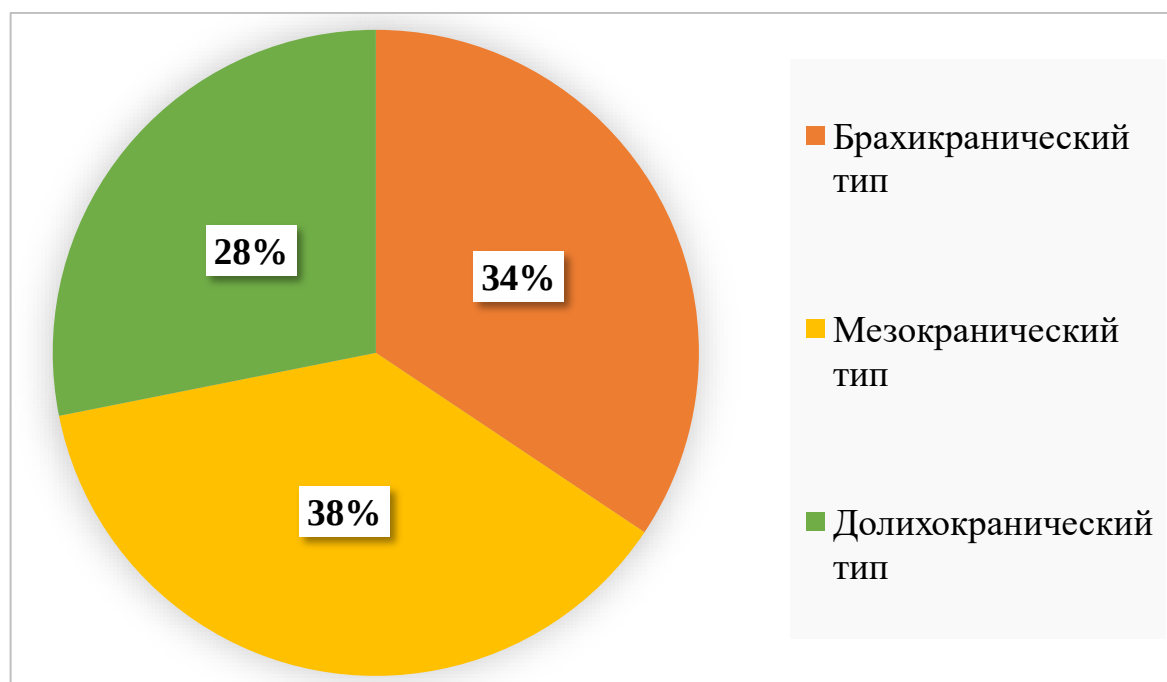


Рисунок 74 – Распределение выборки по форме черепа, %

Оценка различий параметров языка в зависимости от формы черепа проведена по критерию Краскела – Уоллиса ($p < 0,05$) с последующим попарным сравнением групп по критерию Манна – Уитни с поправкой по Бонферрони ($p < 0,0167$).

Результаты статистического анализа представлены в таблице 36.

П р и м е ч а н и я

* Представлены средние значения параметров для возраста 14–34-й недели пренатального онтогенеза.

1 БК – брахиокранная форма черепа.

2 МК – мезокранная форма черепа.

3 ДК – долихокранная форма черепа.

4 Н – эмпирическое значение критерия Краскела – Уоллиса.

5 р – уровень статистической значимости.

6 – Курсивом выделены статистически значимые различия: $p < 0,05$ по критерию Краскела – Уоллиса при сравнении трёх групп; $p < 0,0167$ по критерию Манна – Уитни с поправкой по Бонферрони при попарном сравнении каждой из трёх групп.

Статистический анализ показал, что в зависимости от формы черепа достоверно отличаются продольный и поперечный размеры, толщина и площадь спинки языка. Наибольшие различия выявлены между мезокранной и долихокранной формой, тогда как поперечно-продольный индекс и угол положения языка оставались стабильными вне зависимости от формы черепа. Установлено, что у брахикранов продольный, поперечный, вертикальный размеры и площадь спинки языка достоверно больше, чем у долихокранов.

Аналогично был проведён анализ краниометрических различий параметров топографии языка (таблица 37).

Таблица 37 – Сравнительный анализ параметров топографии языка у плодов человека в зависимости от формы черепа

Расстояние, мм	Форма черепа			Сравнение трёх групп		Значение p при попарном сравнении групп		
	БК*	МК*	ДК*	Н	р	БК – МК	МК – ДК	БК – ДК
1	2	3	4	5	6	7	8	9
От спинки языка до твёрдого нёба	1,8	1,5	1,3	7,9	0,02	0,02	0,011	0,016
От верхушки языка до твёрдого нёба	2,4	2,2	2,0	0,6	0,73	0,87	0,55	0,426
От верхушки языка до дна ротовой полости	2,5	2,2	2,0	7,8	0,02	0,016	0,015	0,011
От тела языка до дна ротовой полости	2,3	2,0	1,5	8,0	0,01	0,004	0,007	0,005

Окончание таблицы 37 на с. 139

Окончание таблицы 37

1	2	3	4	5	6	7	8	9
От корня языка до задней стенки ротоглотки	8,7	8,2	7,8	6,6	0,04	0,009	0,016	0,015
От верхушки языка до тела нижней челюсти	2,5	2,1	1,8	3,8	0,15	0,20	0,07	0,444
От угла нижней челюсти до края языка	2,6	2,4	2,1	9,3	0,001	0,009	0,012	0,005
П р и м е ч а н и я * Представлены средние значения параметров для возраста 14–34-й недели пренатального онтогенеза. 1 БК – брахикранная форма черепа. 2 МК – мезокранная форма черепа. 3 ДК – долихокранная форма черепа. 4 Н – эмпирическое значение критерия Краскела – Уоллиса. 5 р – уровень статистической значимости. 6 – Курсивом выделены статистически значимые различия: $p < 0,05$ по критерию Краскела – Уоллиса при сравнении трёх групп; $p < 0,0167$ по критерию Манна – Уитни с поправкой по Бонферрони при попарном сравнении каждой из трёх групп.								

Анализ выявил достоверные отличия параметров топографии языка в зависимости от формы черепа для расстояний от спинки, тела и корня языка до соответствующих анатомических ориентиров (твёрдого нёба, дна ротовой полости, задней стенки ротоглотки), а также для расстояния от угла нижней челюсти до края языка. Выявлено, что все расстояния от языка до окружающих структур принимают большие значения при брахикрании.

Таким образом, параметры языка и его топография значимо различаются в зависимости от формы черепа плода. У брахикранов продольный, поперечный

и вертикальный размеры языка, а также площадь его спинки достоверно превышают таковые у долихокранов. Расстояния от языка до окружающих его структур ротовой полости также достоверно больше при брахикрании. При мезокрании параметры языка и его топографии принимают средние значения.

Резюме

В промежуточном плодном периоде онтогенеза человека параметры языка достоверно увеличиваются с возрастом. Максимальные темпы роста в течение этого периода приходятся на площадь спинки языка (185 % и 205 % в изученных группах) преимущественно за счёт его продольного удлинения (163 % и 144 % соответственно). Угловые параметры (угол положения и угол пограничной борозды) снижаются (93–99 %), а поперечно-продольный индекс языка остаётся стабильным (98–104 %).

Параметры количественной топографии языка демонстрируют гетерохронность роста на протяжении промежуточного плодного периода. От I ко II исследуемой группе наиболее выраженные изменения определяются для расстояния от верхушки (375 %) до дна ротовой полости и до твёрдого нёба (375 %), наименее выраженные – для расстояния от угла нижней челюсти до края языка (104 %). От II к III исследуемой группе наиболее интенсивный рост определяется для расстояния от угла нижней челюсти до края языка (282 %), наименее интенсивный – для расстояния от тела языка до дна ротовой полости (109 %).

Возрастные изменения структурных компонентов языка показали статистическую достоверность. Исключение составило количество желобовидных сосочков, оставаясь стабильным на протяжении всего промежуточного плодного периода ($p = 0,917$).

Собственные мышцы языка увеличиваются асинхронно: от I ко II группе наиболее выраженный рост демонстрирует вертикальная мышца (228 %), наименьший – верхняя продольная мышца (118 %). Срединная перегородка языка

увеличивается от I ко II группе на 323 %. Уздечка языка наиболее интенсивно растёт от I ко II группе: длина увеличивается на 325 %, ширина – на 133 %. Глубокая артерия языка наиболее значительно увеличивается от I ко II группе (444 %), язычная артерия демонстрирует наибольший темп роста от I ко II группе (229 %), а от II к III группе – на 113 %. Эпителий спинки и нижней поверхности языка в течение промежуточного плодного периода утолщается равномерно – 201 % и 204 %. Вкусовые сосочки языка демонстрируют выраженную гетерохронность роста. От I ко II группе наибольший рост показали параметры нитевидных сосочков: ширина основания увеличивается на 241 %, высота – на 245 %.

В позднем плодном периоде от 30-й к 34-й неделе язык увеличивается в 1,5 раза, продольный и поперечный размеры увеличиваются равномерно (124 % и 125 % соответственно). Положение языка изменяется: спинка языка приближается к твёрдому нёбу (66 %), верхушка отдаляется от него (160 %). Корень языка смещается вперёд, увеличивая расстояние до задней стенки глотки (142 %), тело и верхушка языка приближаются к дну полости рта (83 % и 77 % соответственно).

Диаметр язычной артерии увеличивается в 1,4 раза, глубокой артерии языка – в 1,9 раза, их углы отхождения и пиковая скорость кровотока снижаются.

От промежуточного плодного периода (14–27 недель) к позднему (30–34 недели) наибольший темп роста установлен для площади спинки языка (288 %) с преобладанием роста его продольного размера (175 %). Угол положения языка уменьшался (88 %).

В промежуточном фетальном периоде у большинства линейных характеристик языка (продольный, поперечный размеры, толщина, длина окружности, площадь спинки) значимые скачки роста приходились на узкие интервалы продолжительностью 2–3 недели. В позднем фетальном периоде пики роста большинства параметров приходились на 30–32-ю недели.

Для топографических параметров в промежуточном фетальном периоде достоверные скачки роста выявлены для расстояния от верхушки языка до твёрдого

нёба (23–25-я недели) и расстояния от угла нижней челюсти до края языка (21–25-я недели). В позднем фетальном периоде большинство топографических показателей демонстрировали гетерохронный рост с выраженным пиком в интервале 30–33-й недели.

В ходе исследования установлено, что параметры анатомии и топографии языка в плодном периоде не демонстрируют признаков полового диморфизма ($p > 0,05$).

Линейные размеры языка, площадь его спинки и отдельные топографические расстояния демонстрируют заметную и высокую корреляцию с лобно-затылочным и бипариетальным размерами, окружностью головы и углом MNM. Форма черепа оказывает достоверное влияние на ряд параметров языка: продольный и поперечный размеры, толщину и площадь спинки. У брахикранов продольный, поперечный, вертикальный размеры и площадь спинки языка достоверно больше, чем у долихокранов. Все топографические расстояния от языка до окружающих тканей принимают большее значение при брахикрании.

Глава 7. АНАТОМИЯ ЯЗЫКА В ФЕТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА И ЕЁ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ (ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ)

В ходе проведённого исследования получены комплексные данные по анатомии языка в фетальном периоде онтогенеза человека и определено их прикладное значение [24].

В промежуточном фетальном периоде в 19–22 недели пренатального развития язык представляет собой сформированный мышечный орган удлинённо-овальной формы с чётко дифференцированными отделами: корнем, телом и верхушкой, а также с выраженными макроскопически структурными элементами. Завершённость процесса органогенеза в 19–22 недели согласуется с данными как классических, так и современных исследований по эмбриологии и анатомии [103, 116, 180, 232].

Морфометрический анализ языка у плодов человека в возрасте 19–22 недель выявил следующие показатели: продольный размер составил $(15,5 \pm 2,1)$ мм, поперечный – $(12,9 \pm 2,0)$ мм, поперечно-продольный индекс – $(83,4 \pm 7,2)$, толщина – $(4,4 \pm 1,0)$ мм, длина окружности – $(52,6 \pm 7,0)$ мм, площадь спинки – $(174,2 \pm 27,4)$ мм². Наибольшая вариабельность определена для толщины ($CV = 22,9 \%$) и площади спинки языка ($CV = 27,2 \%$). Максимальная толщина зафиксирована в области тела $((4,43 \pm 0,8)$ мм), минимальная – в области верхушки языка $((3,9 \pm 0,9)$ мм). Наименьший коэффициент вариации отмечен для поперечно-продольного индекса языка $(8,7 \%)$ [17].

Полученные морфометрические данные дополняют результаты исследования А. Dursun и соавторов (2020), выполненного на образцах плодов 17–22 недель внутриутробного развития ($n = 15$) [204]. В указанной работе авторы описали длину $((19,2 \pm 3,6)$ мм), ширину $((15,2 \pm 2,9)$ мм), площадь $((217,4 \pm 86)$ мм²), длину свободной части $((4,7 \pm 1,2)$ мм) языка и угол пограничной борозды $((91,0 \pm 11,6)^\circ)$. В текущем исследовании соответствующие параметры оказались на 20–25 % меньше, что обусловлено как различиями

в возрастных интервалах и объёмах выборок, так и сокращением мышечных волокон при фиксации материала в формалине [17].

Схожее морфометрическое исследование языка выполнено Е. F. Hutchinson и соавторами (2014) на выборке плодов 20–30-й недель внутриутробного развития ($n = 41$) [181]. В указанном интервале установлены минимальная и максимальная длина языка – $(21,99 \pm 2,56)$ мм и $(25,07 \pm 2,82)$ мм, а также ширина – $(21,42 \pm 2,12)$ мм. Эти значения на 50–60 % превышают полученные в текущем исследовании, что закономерно связано с более поздними сроками исследуемой выборки.

Вместе с тем выявленная нами стабильность поперечно-продольного индекса (8,7 %) согласуется с фундаментальными пренатальными ультразвуковыми данными R. Achiron и соавторов (1997), продемонстрировавших линейную синхронность роста длины и ширины языка во втором триместре развития [163].

Впервые подробно охарактеризованы параметры тела и корня языка. Корень языка (поперечный размер – $(11,1 \pm 2,1)$ мм – составил $(86,1 \pm 7,2)$ % от поперечного размера органа) отделён от тела V-образной пограничной бороздой с углом $(110,9 \pm 6,7)^\circ$. У вершины борозды, на расстоянии $(4,27 \pm 0,5)$ мм от краёв языка с обеих сторон ($p = 0,75$), располагается слепое отверстие диаметром $(1,0 \pm 0,2)$ мм. Тело языка в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза имеет выраженный рельеф. По его средней линии в 40 % наблюдений выявляется углубление, соответствующее формирующейся срединной борозде. Ранее в литературе эти параметры описаны не были.

Топографически в 19–22-ю недели язык визуализируется в пределах собственно ротовой полости, занимая $(86 \pm 5,6)$ % площади её поперечного среза. Выше органа располагается твёрдое нёбо (расстояние от спинки языка – $(1,6 \pm 0,3)$ мм), ниже – тело нижней челюсти ($(1,6 \pm 0,4)$ мм), кзади – мягкое нёбо и ротовая часть глотки ($(2,0 \pm 0,6)$ мм). На фронтальных срезах в проекции подбородочно-язычной мышцы визуализируется вертикально ориентированный сегмент язычной артерии, пересекающий медиальные отделы нижней поверхности корня языка. Края и верхушка языка обращены к внутренней поверхности тела

нижней челюсти; расстояние между ними составляет $(1,7 \pm 0,3)$ мм. В исследуемом периоде формируется стабильная дугообразная конфигурация языка: спинка занимает наивысшее положение, угол положения языка составляет $(131 \pm 6,1)^\circ$. Такая геометрия отражает согласование роста языка с ростом ротовой полости и становление контактов с твёрдым нёбом, описанные в литературе [17, 212].

Полученные количественные параметры подтверждают сведения А. В. Непрокиной (2021) и S. J. Hong (2015) о том, что в данный возрастной интервал язык заполняет ротовую полость, и расширяют их за счёт включения новых анатомических ориентиров (твёрдое и мягкое нёбо, ротовая часть глотки) [89, 106, 107, 232]. Выявленное топографическое соотношение объясняет трудности пренатальной ультразвуковой диагностики изолированных расщелин нёба вследствие их прикрытия языком. Использование характеристики количественной топографии языка позволит объективно оценивать правильность его положения в полости рта, что имеет практическое значение для выявления микрогнатии и сопутствующего ей глоссоптоза, при которых корень языка смещается кзади и уменьшает расстояние до ротовой части глотки [53, 82, 118, 149, 171].

Выявлено, что макромикроскопическое строение языка у плодов человека в возрасте 19–22 недель характеризуется типичной микро топографией его структур.

В 19–22 недели собственные мышцы языка организованы в мышечные пучки. Под эпителием спинки языка во всех отделах залегает верхняя продольная мышца (толщина – $(0,59 \pm 0,20)$ мм). Ниже располагается поперечная мышца ($(1,60 \pm 0,41)$ мм), идущая от латерального края к срединной перегородке; её единичные пучки пересекают перегородку. Волокна этих слоёв пересекает вертикальная мышца ($(1,64 \pm 0,50)$ мм). Нижняя продольная преимущественно выражена в области тела и верхушки: пучки направлены вдоль нижней поверхности от корня к верхушке и лежат вдоль подслизистой основы толщиной $(0,5 \pm 0,1)$ мм.

На горизонтальных срезах тела и корня языка в латеральных отделах сверху вниз последовательно располагаются нёбно-язычная мышца (ширина – $(0,84 \pm 0,28)$ мм), шиловязычная мышца ($(0,68 \pm 0,23)$ мм) и подъязычно-язычная мышца ($(0,58 \pm 0,24)$ мм). Подбородочно-язычная мышца визуализируется медиально на фронтальных и сагиттальных срезах, её ширина составляет $(1,72 \pm 0,18)$ мм.

Характеристики мышц языка соответствуют наблюдениям М. Т. Собоуше (2019), согласно которым в указанный период завершается активная дифференцировка мышечных волокон: все основные группы приобретают выраженную поперечно-полосатую исчерченность, при сохранении локальных участков недифференцированных миобластов [180]. Впервые установлены особенности взаиморасположения мышц языка и их морфометрические характеристики в промежуточном фетальном периоде онтогенеза человека, что дополняет единичные данные G. Touré (2006) для 1 объекта в возрасте 32 недель [235].

Установленное преобладание толщины поперечной ($(1,60 \pm 0,41)$ мм) и вертикальной ($(1,64 \pm 0,50)$ мм) мышц языка над продольными слоями соответствует таковому у взрослого, а также биомеханической модели акта глотания по принципу «мышечного гидростата», где ключевую роль играют сужение, уплощение и удлинение языка [186, 220, 224].

Фетальной особенностью является наличие хорошо выраженных соединительнотканых перегородок языка. Мышцы языка отделены срединной перегородкой шириной $(0,42 \pm 0,07)$ мм, правой и левой околосолединными ($(0,25 \pm 0,04)$ мм) и нижней перегородкой ($(0,15 \pm 0,05)$ мм). Такая архитектура обеспечивает формирование трёхмерного внутриорганного каркаса, необходимого для эффективной реализации функции органа [186]. Полученные данные согласуются с наблюдениями G. Touré (2006) и результатами М. Yamamoto и соавторов (2024) на 37 объектах в возрасте 5–39 недель внутриутробного развития, показавших, что с 16-й недели срединная перегородка приобретает непрерывную структуру, сходную с таковой у взрослого [235, 162].

Уздечка языка в изучаемом интервале представляет собой дубликатуру слизистой его нижней поверхности на соединительнотканном основании длиной $(1,3 \pm 0,2)$ мм и шириной $(0,8 \pm 0,2)$ мм. Эти данные согласуются с представлением о завершении формирования уздечки к 20-й неделе [180, 232]. Отмеченные нормативы имеют прикладное значение как референсные ориентиры при обсуждении пренатальных предпосылок анкилоглоссии [50, 75, 105, 202].

Кровоснабжение языка в возрасте 19–22 недель представлено язычной артерией диаметром $(1,5 \pm 0,3)$ мм, глубокой артерией языка $((0,8 \pm 0,2)$ мм) и дорзальными артериями языка $((0,4 \pm 0,1)$ мм). Определены средние значения их линейных параметров, и установлена корреляция с размерами языка. На этом сроке отмечено, что диаметр основных артерий снижается на 47 % и 50 % по ходу ветвления. По мере увеличения объёма органа угол отхождения сосудов уменьшается, что отражает адаптацию сосудистого русла к изменению пространственных пропорций языка [17].

По данным литературы, формирование язычной артерии отмечается на 5-й неделе пренатального развития, её ветвление – к 7–8-й неделе, что соответствует нашим наблюдениям сроков становления сосудистого русла языка [52, 61, 113]. Взаимосвязь параметров сосудов с морфометрическими характеристиками языка подтверждает согласованное развитие сосудистой и мышечной составляющих органа, описанное в морфологических исследованиях [76, 131, 190, 231].

Установлено, что толщина эпителия языка различается на дорзальной $((0,20 \pm 0,10)$ мм) и вентральной $((0,06 \pm 0,02)$ мм) поверхностях. Специализированный эпителий спинки языка толще и содержит все типы вкусовых сосочков.

Полученные результаты дополняют результаты гистологических исследований. Так, в работе А. А. Стадникова (1972) ($n = 113$ объектов пренатального периода онтогенеза) описано, что к 20-й неделе эпителий языка – многослойный плоский неороговевающий; толщина на спинке составляет 82–88 мкм, на нижней поверхности – около 32 мкм. К этому сроку сформированы все

типы сосочков, отмечено увеличение их размеров и изменение ориентации под углом к поверхности [46, 71, 72, 115, 128].

На спинке языка определяются нитевидные и конусовидные сосочки высотой $(0,2 \pm 0,1)$ мм с шириной основания $(0,1 \pm 0,02)$ мм. В области тела и верхушки визуализируются грибовидные сосочки (высота и ширина основания – $(0,2 \pm 0,1)$ мм). Листовидные сосочки встречаются в области краев языка высотой $(0,4 \pm 0,1)$ мм с шириной основания $(0,2 \pm 0,1)$ мм. В области корня языка определяются желобовидные сосочки, для которых характерно многообразие форм. Проведена их классификация: в 41 % случаев встречаются сосочки овальной формы, в 25 % – круглой, в 21 % – удлинённой и в 13 % – с выраженным валом. Ранее в литературе была описана гистологическая характеристика этих структур, текущее исследование дополнило её макроанатомическими данными [48, 72, 242].

Выявленные индивидуальные различия форм желобовидных сосочков соответствуют установленным таковым у взрослых [153]. Их становление связано с завершением формирования рефлекторной дуги вкусового анализатора при участии языкоглоточного нерва (IX пара черепных нервов) [72, 242]. Данные процессы анатомически совпадают с периодом активного внутриутробного глотания плодом амниотической жидкости, оказывающего прямое стимулирующее влияние на созревание вкусовой чувствительности [219].

При ультразвуковом исследовании плодов на сроках 19–22 недель в поперечной плоскости язык визуализируется как чётко очерченная овальная структура, верхушка и тело которой имеют чёткие контуры. Эхогенность неоднородная: в центральных отделах она снижена, по краям органа умеренно повышена. В сагиттальной проекции язык имеет уплощённую, удлинённо-овальную форму, располагается дугообразно, повторяя конфигурацию дна полости рта. Подобная эхографическая картина является признаком нормального строения и расположения языка, что важно для дифференциальной диагностики аномалий развития челюстно-лицевой области [32, 51, 118, 171, 214].

Сравнительный анализ показал, что размеры и топографические параметры языка при ультразвуковом исследовании соответствуют морфологическим

данным, коэффициент морфологического ультразвукового соотношения для всех изученных параметров составил 0,91–0,99, что соответствует данным литературы [156, 159, 218].

В клинической практике оценка развития языка у плода сводится к подтверждению его расположения в пределах полости рта, однако во многих случаях возможно проведение морфометрии органа с получением нормативных значений для его ширины, продольного размера и длины окружности, а также установлением их зависимости от гестационного возраста [81, 47, 170]. Применение таких нормативов важно для выявления отклонений, в том числе синдромальных форм макроглоссии, гипоплазии и врождённых опухолей ротовой полости [141, 170, 171, 185, 197, 237, 138].

В работе R. Achiron и соавторов (1997) определены нормативные значения длины окружности языка в виде 5-го, 50-го и 95-го перцентилей: для 19-й недели они составляют 48 [47; 51] мм, а для 22-й – 58 [52; 62] мм соответственно [163]. Авторами установлена линейная зависимость окружности языка от гестационного возраста: $\text{окружность языка (мм)} = -23,9 + 3,75 \times \text{срок гестации (недели)}$, что согласуется с полученными в текущем исследовании результатами [163].

Наиболее полное исследование проведено N. Koren и соавторами (2022) на выборке из 664 плодов, где построены номограммы для длины, ширины, площади и длины окружности языка в пределах 13–40-й недель развития [170]. При представлении данных в формате 50 [5; 95] перцентилей продольный размер в 19 недель составил 15,3 [13,1; 17,5] мм, а в 22 недели – 18,8 [16,2; 21,5] мм; поперечный – 13,7 [11,8; 15,6] мм и 16,16 [13,4; 18,9] мм; окружность – 49 [42,4; 55,7] мм и 59,8 [52,5; 67,2] мм; площадь – 179,9 [133,1; 226,7] мм² и 265,0 [201,2; 328,7] мм². Разработанные таблицы позволяют использовать эти параметры для раннего выявления макроглоссии, ассоциированной с генетическими синдромами, а также для динамического наблюдения за ростом органа [170].

В настоящей работе получены количественные значения расстояний от поверхности языка до ключевых ориентиров полости рта, сопоставимые с морфологическими результатами, коэффициент морфологического

ультразвукового соотношения составил 0,91–0,99 по всем параметрам. Топографические расстояния демонстрировали высокую вариабельность (коэффициент вариации – более 30 %), что, вероятно, связано с физиологической подвижностью органа, его активным ростом и постепенным установлением в типичное дугообразное положение.

Ряд исследований указывают на актуальность ультразвуковой оценки физиологического положения языка плода как диагностического критерия при выявлении врождённых пороков развития челюстно-лицевой области. В норме верхушка языка ориентирована к твёрдому нёбу; при расщелинах твёрдого нёба описаны патологические варианты – избыточное возвышение спинки, каудальное смещение верхушки, асимметрия, девиация при активном выдвигении и фибрилляции [118, 126, 171, 214]. Текущее исследование дополнило данные литературы количественными параметрами [17].

С помощью цветового доплеровского ультразвукового исследования выполнена оценка артериального кровоснабжения языка плода на сроке 19–22 недель внутриутробного развития. В сагиттальной плоскости сканирования визуализируется язычная артерия (диаметр – $(1,6 \pm 0,4)$ мм), отходящая от наружной сонной артерии под углом $(152,5 \pm 17,6)^\circ$ на уровне больших рогов подъязычной кости. В горизонтальной плоскости сканирования от язычной артерии отходит глубокая артерия языка под углом $(95,7 \pm 18,2)^\circ$ диаметром $(1,0 \pm 0,3)$ мм. Определена пиковая скорость кровотока, которая последовательно снижается на 47 % и 22 % соответственно. Полученные данные отражают стандартное анатомическое расположение сосудистого русла языка, в литературе его ультразвуковые особенности были описаны только для позднего фетального периода E. Hernandez-Andrade (2020) и взрослых [28, 178, 195, 237].

В результате исследования были определены качественные и количественные особенности анатомии и топографии языка на протяжении промежуточного плодного периода онтогенеза человека.

Установлено, что в начале периода, в 14–18 недель, пренатального онтогенеза язык прошёл основные этапы органогенеза и приобретает овальную

форму с разграничением на отделы. Такое строение согласуется с данными литературы [180, 232]. В то же время борозды, вкусовые сосочки и слепое отверстие макроанатомически слабо выражены, что отражает незавершённость процессов дифференцировки языка [21].

Морфометрический анализ показал, что в 14–18 недель продольный размер языка составляет 9,5 [8,1; 11] мм, поперечный размер – 10 [8; 14] мм, поперечно-продольный индекс – 85,4 [78,6; 92,7], толщина – 3,1 [3; 4] мм, длина окружности – 39,4 [34,2; 46,1] мм, площадь спинки – 94,2 [71; 133,3] мм².

Имеющиеся данные литературы по размерам языка в этом периоде ограничены исследованием А. Dursun и соавторов (2020), выполненным на выборке 17–22-й недель внутриутробного развития ($n = 15$), и рядом исследований, выполненных с применением ультразвукового сканирования [204, 163, 170]. Полученные результаты восполняют пробел на узком возрастном интервале и уточняют представления о закономерностях роста органа [21].

В возрасте 14–18 недель пренатального онтогенеза топография языка сопоставима с данными для периода 19–22 недель, однако характеризуется меньшими размерами занимаемого пространства. На фронтальном срезе язык проецируется на 45 [39; 53] % просвета ротовой полости, что на 47 % ниже значения для более позднего срока. Расстояние от спинки языка до твёрдого нёба составило 1,1 [0,81; 1,2] мм, от верхушки языка до дна ротовой полости – 0,6 [0,5; 0,7] мм, от нижней поверхности тела языка до дна ротовой полости – 0,5 [0,43; 0,57] мм, от верхушки языка до тела нижней челюсти – 1,85 [1,5; 2,1] мм, от края языка до внутренней поверхности угла нижней челюсти – 1,8 [1,7; 3,2] мм.

Угол положения языка в 14–18 недель достигает 140 [139; 143]°, что на 7 % превышает аналогичный показатель в возрасте 19–22-й недель. Это указывает на более горизонтальное расположение органа на ранних этапах формирования, что обеспечивает оптимальные условия для роста и пространственной адаптации в ограниченной полости рта. Представленные данные уточняют возрастные особенности топографии языка и дополняют существующие сведения количественными характеристиками [89, 180, 232].

На гистотопограммах определяются формирующиеся элементы артериального кровоснабжения языка. В области его корня в толщу органа проникает язычная артерия диаметром 0,68 [0,38; 1,00] мм. От неё отходит глубокая артерия языка под углом 88 [81,7; 92,3]°, диаметр составлял 0,18 [0,13; 0,21] мм. Полученные результаты конкретизируют сроки становления артериального кровоснабжения органа и уточняют его морфометрические параметры [22, 52, 61, 113].

Макромикроскопическое строение языка характеризуется нечёткостью микротопографии его структур.

Под эпителием спинки выявляется мезенхимальная ткань, соответствующая месту прикрепления собственных мышц. На данном сроке толщина закладки верхней продольной и вертикальной мышц достигала в среднем 0,5 мм, поперечной – 0,89 [0,5; 1,8] мм, нижней продольной – 0,3 [0,2; 0,5] мм, подбородочно-язычной – 1,15 [1; 1,4] мм. Эти данные конкретизируют представления о временных рамках формирования мышц языка [22, 180].

В 14–18 недель внутриутробного развития перегородка языка пересекается формирующимися волокнами поперечной мышцы. Её ширина составила 0,13 [0,11; 0,14] мм. В гистологических исследованиях М. Yamamoto и соавторов (2024) ($n = 37$, возраст – 5–39 недель пренатального онтогенеза) показано, что уже к 16-й неделе перегородка приобретает непрерывную пластинку, аналогичную взрослой [162]. Несоответствие с нашими данными может объясняться индивидуальными вариантами развития, различиями в объёме выборки и методах исследования. Установленные возможные особенности макромикротопографии структур языка в дальнейшем могут иметь значение для проведения хирургических вмешательств [140, 162]. Околосрединные и нижняя перегородки макромикроскопически не были определены и в литературе ранее описаны не были [22].

Эпителий спинки языка имеет толщину 0,1 [0,05; 0,14] мм и содержит все типы вкусовых сосочков, на вентральной поверхности имеет толщину 0,03 [0,03; 0,05] мм. Полученные данные согласуются с ранее опубликованными гистологическими исследованиями [23, 72, 115, 243].

Уздечка языка в исследуемом возрастном диапазоне представлена двухслойным эпителиальным тяжем с соединительнотканной основой. Её морфометрические показатели составили: длина – 0,44 [0,24; 0,48] мм, ширина основания – 0,64 [0,5; 0,89] мм. Полученные данные дополняют ранее опубликованные результаты, имеющие прикладное значение для диагностики анкилоглоссии [75, 91, 92, 105, 119, 202, 232, 240].

При ультразвуковом исследовании на сроке 14–18 недель развития язык определяется как овальная структура с неоднородной эхогенностью, границы которой относительно размыты по отношению к окружающим тканям. Цветовое доплеровское картирование выявляет диффузное кровоснабжение органа и позволяет проследить ход язычной артерии. Сопоставление эхографических и морфологических данных показало высокую степень соответствия: коэффициент морфологического ультразвукового соотношения составляет 0,91–0,98. Эти сведения подтверждают диагностическую ценность пренатального сканирования для оценки нормального развития языка уже в первом триместре беременности [62].

Сопоставление полученных результатов с литературными источниками демонстрирует их соотносимость с различиями в пределах 9 % в меньшую сторону. Так, по данным М. Bronshtein и соавторов (1998), ширина языка увеличивается с 7 [4; 8] мм в 14 недель до 12 [9; 16] мм в 18 недель, а окружность, по R. Achiron и соавторов (1997), – с 28 [24; 31] мм до 43 [40; 46] мм [236, 163]. Результаты текущего исследования также коррелируют и с данными N. Koren и соавторов (2022): продольный размер языка возрастает с 9,2 [8,0; 10,5] мм до 12,1 [14,1; 16,1] мм, поперечный – с 7,8 [6,6; 9,1] мм до 12,6 [10,8; 14,4] мм, окружность – с 28 [23,1; 33] мм до 45,2 [38,8; 51,5] мм, площадь – с 57,9 [38,8; 77] мм² до 153,3 [112; 194,5] мм² [170]. Согласованность результатов подчёркивает надёжность предложенных нормативов и расширяет возможности использования эхографических измерений для оценки нормального и патологического развития языка на ранних сроках внутриутробного развития [23, 163, 170, 236].

В период 14–18 недель пренатального развития проведение ультразвуковой оценки топографии языка затруднено вследствие недостаточной экзогенной дифференциации его границ относительно окружающих тканей и в литературе ранее описано также не было.

В конце промежуточного плодного периода, в возрасте 23–27 недель пренатального онтогенеза, ультразвуковое исследование позволяет визуализировать отделы языка, его борозды, уздечку и артерии, а также фиксировать двигательные акты, включая глотательные и сосательные движения, что соответствует данным литературы [135, 176].

Количественная характеристика языка, по данным ультразвукового сканирования, показала, что его продольный размер составил 22,3 [20,1; 23,6] мм, поперечный размер – 18,6 [17,3; 20,0] мм, поперечно-продольный индекс – 86,4 [81,6; 87,6], толщина – 6,0 [5,1; 6,1] мм, длина окружности – 69,7 [65,0; 74,3] мм, площадь спинки – 356,3 [295,0; 387,7] мм². Угол положения языка составил 133,0 [132,3; 136,2]°.

Полученные результаты ультразвуковой морфометрии дополняют данные литературы. L. S. Aguiar и соавторы (2018) на 55 объектах аутопсии в возрасте 23–40 недель развития определили длину языка как 4,026 [3,607; 4,423] мм, периметр – 10,951 [9,692; 11,511] мм, однако эти значения представлены на более широком возрастном диапазоне [231]. R. Achiron и соавторы (1997) приводили значения окружности языка – 62 [58; 68] мм в 23 недели и 73 [71; 76] мм в 26 недель развития [163]. N. Koren и соавторами (2022) установлены номограммы нормальных значений: продольный размер языка увеличивается от 23-й к 27-й неделе с 20 [17,2; 22,7] мм до 24,4 [21; 27,7] мм, поперечный – с 17,5 [15,1; 19,9] мм до 20,8 [17,9; 23,7] мм, окружность – с 63,2 [55,6; 70,8] мм до 75,4 [66,8; 83,9] мм, площадь – с 294,9 [225,2; 364,6] мм² до 419,2 [324,1; 514,4] мм², что коррелирует с результатами настоящего исследования [170].

Положение языка в полости рта в 23–27 недель остаётся сходным с наблюдаемым на сроке 19–22 недель. При этом его относительные размеры

изменяются: по данным ультразвукового сканирования, язык занимает 65 [63; 70] % площади среза ротовой полости [89, 107, 232].

Количественные параметры топографии языка в указанный период характеризовались следующими величинами: расстояние от спинки языка до твёрдого нёба составило 1,0 [0,5; 2,1] мм, от верхушки языка до твёрдого нёба – 2,5 [1,8; 2,9] мм, от верхушки языка до дна ротовой полости – 3,0 [2,4; 3,3] мм, от тела языка до дна ротовой полости – 2,0 [1,7; 2,3] мм, от корня языка до задней стенки ротоглотки – 6,6 [6,4; 7,8] мм, от верхушки языка до тела нижней челюсти – 3,2 [2,9; 4,1] мм и от угла нижней челюсти до края языка – 4,8 [4,5; 6,9] мм. В литературе таких данных ранее представлено не было.

В рассматриваемый срок сохраняется устойчивая топография артерий языка, идентичная распределению на 19–22-й неделе. Установлено, что диаметр язычной артерии, по данным ультразвукового сканирования, составляет 1,8 [1,6; 2,0] мм, диаметр глубокой артерии языка – 1,1 [0,8; 1,5] мм, дополняя данные литературы [178, 237].

Установлены особенности ультразвуковой анатомии языка в позднем фетальном периоде онтогенеза человека.

Установлено, что в возрасте 30–34 недель язык плода отчётливо определяется при ультразвуковом исследовании в сагиттальной и горизонтальной проекциях как изоэхогенное образование с чёткими контурами. Впервые на данном сроке возможно дифференцировать борозды, разграничивающие его основные отделы. Полученные результаты согласуются с наблюдениями, согласно которым наиболее информативная визуализация языка достигается во II и III триместрах, уточняя его анатомические ориентиры [30, 34, 35, 112].

В исследуемой группе установлены нормальные ультразвуковые параметры языка плода: продольный размер – $(29,0 \pm 3,7)$ мм, поперечный – $(23,3 \pm 1,9)$ мм, толщина – $(8,1 \pm 1,5)$ мм, длина окружности – $(89,3 \pm 8,1)$ мм, площадь спинки – $(538,7 \pm 100,0)$ мм². Поперечно-продольный индекс языка составил $(80,7 \pm 6,2)$, угол положения языка – $(114,8 \pm 6,1)^\circ$ [30].

Сравнение с данными литературы подтверждает полученные результаты. Так, по сведениям N. Koren (2022), длина языка составляет в 28 недель 20 [17,2; 22,7] мм и к 36-й неделе увеличивается до 24,4 [21,0; 27,7] мм, ширина – от 17,5 [15,1; 19,9] мм до 20,8 [17,9; 23,7] мм, окружность – от 63,2 [55,6; 70,8] мм до 75,4 [66,8; 83,9] мм, площадь спинки – от 294,9 [225,2; 364,6] мм² до 419,2 [324,1; 514,4] мм² [170]. Подчёркивается, что количественная оценка языка в позднем фетальном периоде имеет прикладное значение для выявления малых аномалий развития, включая макроглоссию [170, 185, 201, 209].

К концу фетального периода язык занимает характерное дугообразное положение в полости рта, располагаясь под углом $(114,8 \pm 6,3)^\circ$ и окончательно обособляясь от окружающих тканей. Количественные показатели топографии, не представленные ранее в литературе, позволили установить следующие нормативные значения: расстояние от спинки языка до твёрдого нёба составило $(2,0 \pm 0,6)$ мм, от верхушки языка до твёрдого нёба – $(2,6 \pm 0,4)$ мм, от верхушки языка до дна ротовой полости – $(2,7 \pm 0,5)$ мм, от тела языка до дна ротовой полости – $(3,0 \pm 0,5)$ мм, от корня языка до задней стенки ротоглотки – $(9,8 \pm 1,7)$ мм, от верхушки языка до тела нижней челюсти – $(2,8 \pm 0,4)$ мм, а расстояние от угла нижней челюсти до края языка составило $(4,0 \pm 0,4)$ мм. Эти данные формируют основу нормативной базы для пренатальной диагностики.

Нарушения пространственного положения языка рассматриваются в ряде работ как возможные маркеры малых аномалий развития и хромосомных синдромов, в частности последовательности Пьера Робена [167, 171, 214, 216].

При ультразвуковом исследовании в реальном времени визуализируются двигательные акты языка, связанные с глотанием, сосанием и элементами мимики. Их регистрация свидетельствует о достаточном уровне созревания центральной нервной системы и функциональной активности языка как органа, участвующего в обеспечении жизненно важных актов. Данные наблюдения имеют значимость для комплексной оценки состояния плода и подтверждают его нейрофизиологическую зрелость [135, 176, 191].

Методом цветового доплеровского картирования и в серошкальном режиме определены язычная артерия диаметром ($2,7 \pm 0,3$) мм (от 2,2 до 3,2 мм) и глубокие артерии языка диаметром ($1,1 \pm 0,2$) мм (от 0,7 до 1,5 мм). Скорость кровотока в язычной артерии в норме варьирует от 13 до 23 ($17,1 \pm 3,2$) см/с, в глубокой артерии языка – от 6 до 15 ($9,6 \pm 2,1$) см/с. Установлено, что все сосуды увеличивают свой диаметр, но с уменьшением калибра в результате ветвления и снижением скорости кровотока на 44 %. Эти данные уточняют и расширяют наблюдения Е. Hernandez-Andrade и соавторов (2019), впервые показавших возможность морфометрической и функциональной оценки язычной артерии на сроке 34-й недели пренатального онтогенеза [178].

В результате исследования определены особенности интенсивности роста, половые, индивидуальные различия анатомии и топографии языка в плодном периоде онтогенеза человека.

В ходе исследования установлено, что в промежуточном и позднем плодном периодах онтогенеза человека параметры языка достоверно увеличиваются с возрастом. Объективизация возрастной динамики параметров языка позволит использовать её как дополнительный критерий при оценке развития плода, открывает перспективы для раннего выявления патологий, связанных с нарушением положения или размеров языка, которые могут указывать на аномалии развития челюстно-лицевой области [117, 69, 136, 196, 207].

Наибольший темп роста в течение этого периода приходится на площадь спинки языка (185 % и 205 % в изученных группах) преимущественно за счёт его продольного удлинения (163 % и 144 % соответственно). Угловые параметры (угол положения и угол пограничной борозды) снижаются (90–99 %), а поперечно-продольный индекс языка остаётся стабильным (98–104 %), что свидетельствует о формировании постоянных пропорций органа и дополняет данные о закономерной прямой зависимости размеров языка от возраста [163].

Выявленная гетерохронность, проявляющаяся в преобладании продольного удлинения органа, отражает его адаптацию к увеличению продольного размера

ротовой полости вследствие изменения наклона костей основания черепа в промежуточном фетальном периоде онтогенеза [117, 232].

Возрастные изменения топографии языка также характеризуются выраженными скачками роста в промежуточном фетальном периоде. Наибольший прирост отмечен для расстояний от верхушки языка до дна ротовой полости (375 %) и от тела языка до его дна (375 %), что отражает активное смещение языка в вертикальной плоскости. Данная вертикальная динамика топографических показателей соответствует интенсивному увеличению вертикальных параметров нижней челюсти и дна полости рта в данном периоде гестации [18, 89, 181].

Артерии языка в промежуточном фетальном периоде увеличиваются гетерохронно. Глубокая артерия языка наиболее значительно увеличивается от I ко II группе (444 %). Язычная артерия демонстрирует наибольший темп роста от I ко II группе (229 %), а от II к III группе – 113 %. Это свидетельствует о формировании адекватного кровоснабжения и имеет диагностическую ценность при оценке функциональной зрелости языка [178].

Возрастные изменения структурных компонентов языка показали статистическую достоверность. Исключение составило количество желобовидных сосочков, оставаясь стабильным на протяжении всего промежуточного плодного периода ($p = 0,917$).

Собственные мышцы языка увеличиваются гетерохронно: от I ко II группе наиболее выраженный рост демонстрирует вертикальная мышца (228 %), наименьший – верхняя продольная мышца (118 %). Срединная перегородка языка увеличивается от I ко II группе на 323 %. Уздечка языка наиболее интенсивно растёт от I ко II группе: длина увеличивается на 325 %, ширина – на 133 %. Синхронный интенсивный рост перегородки, уздечки и вертикальной мышцы морфологически обеспечивает формирование фиброзно-мышечной основы органа, обеспечивающей его функциональную активность [162, 219].

Эпителий спинки и нижней поверхности языка в течение промежуточного плодного периода утолщается последовательно – 201 % и 204 % от I ко II группе. Вкусовые сосочки языка демонстрируют выраженную гетерохронность роста.

От I ко II группе наибольший рост показали параметры нитевидных сосочков: ширина основания увеличивается на 241 %, высота – на 245 %.

Преобладание темпов роста нитевидных сосочков в 19–22 недели и последовательное утолщение эпителия спинки языка соответствуют данным R. Kumar и соавторов (2017) об их преимущественном развитии в этот период пренатального онтогенеза [199]. Данная динамика отражает процесс структурно-функциональной специализации слизистой оболочки и становление её защитных механических свойств в ответ на появление регулярной тактильной и гидродинамической нагрузки при заглатывании плодом амниотической жидкости [180, 219].

В позднем плодном периоде от 30-й к 34-й неделе рост языка замедляется: линейные параметры увеличиваются равномерно и изометрически (124–135 %), что отражает стабилизацию органа. При этом сосудистые характеристики продолжают демонстрировать значительный рост (141–186 %), указывая на приоритетное развитие кровоснабжения, что соответствует данным литературы [199].

Положение языка изменяется: спинка языка приближается к твёрдому нёбу (66 %), верхушка отдаляется от него (160 %). Корень языка смещается вперёд, увеличивая расстояние до задней стенки глотки (142 %), тело и верхушка языка приближаются к дну полости рта (83 % и 77 % соответственно). Одновременно уменьшение вертикальных показателей указывает на завершение перемещения органа в устойчивое дугообразное положение, необходимое для последующей постнатальной функции языка [135, 180].

От промежуточного плодного периода (14–27 недель) к позднему (30–34 недели) наибольший темп роста установлен для площади спинки языка (288 %) с преобладанием роста его продольного размера (175 %). Угол положения языка уменьшался (88 %), что соответствует закономерностям роста лицевого черепа в этот период [180, 232].

В промежуточном фетальном периоде у большинства линейных характеристик языка (продольный, поперечный размеры, толщина, длина

окружности, площадь спинки) значимые скачки роста приходились на узкие интервалы продолжительностью 2–3 недели. В позднем фетальном периоде пики роста этих параметров приходились на 30–33-ю недели. Установленные периоды наиболее значимого роста языка соответствуют представлениям о подготовке органа к обеспечению постнатальных функций [21, 180, 206, 232].

Для топографических параметров в промежуточном фетальном периоде достоверные скачки роста выявлены для расстояния от верхушки языка до твёрдого нёба (23–25 недель) и расстояния от угла нижней челюсти до края языка (21–25 недель). В позднем фетальном периоде большинство топографических показателей демонстрировали гетерохронный рост с выраженным пиком в интервале 30–33-й недели. Такая динамика топографии имеет клиническую значимость, поскольку её отклонения могут указывать на пространственные аномалии, характерные для хромосомных синдромов, в частности последовательности Пьера Робина [214, 216].

Анализ возрастных изменений показал переход языка от активного роста во втором триместре к структурной стабилизации в третьем. Установленные изменения анатомических и топографических параметров формируют основу для разработки нормативных критериев ультразвуковой оценки органа [62, 170].

На протяжении всего плодного периода параметры анатомии и топографии языка не демонстрировали признаков полового диморфизма ($p > 0,05$ по всем параметрам), несмотря на стабильную тенденцию к превышению абсолютных значений у плодов мужского пола. Полученные данные соответствуют результатам исследования J. R. Siebert и соавторов (1986), также не выявивших корреляции длины, ширины и толщины языка с полом [93, 96, 226]. Половые особенности топографии языка в литературе ранее описаны не были.

Отсутствие статистически достоверного полового диморфизма может быть обусловлено тем, что на данном этапе рост языка регулируется соматотропными гормонами и локальными тканевыми факторами дифференцировки. Специфическое влияние половых стероидов на структуры челюстно-лицевой области манифестирует только в пубертатном периоде [179]. Подобная

закономерность сохраняется и во взрослом возрасте, где изолированные параметры языка не имеют самостоятельных половых различий, а их незначительное варьирование связано с общими размерами лицевого черепа [144, 203].

Таким образом, топографические и морфометрические характеристики языка могут использоваться как универсальные нормативы при пренатальном скрининге независимо от пола плода.

Выполненная краниометрия с последующим определением формы черепа в исследуемых группах позволила установить преобладание в 14–18 недель брахикранной формы черепа (47 %), в 19–22 недели и 23–27 недель – долихокранной (по 47 % в каждой группе), в 30–34 недели – мезокранной (47 %). Полученные данные соответствуют результатам исследования Ж. В. Сенниковой и соавторов (2015, 2016), дополняя их для конца промежуточного и позднего фетальных периодов и подтверждая тенденцию к преобладанию роста черепа в длину на протяжении фетального периода [106, 107].

Установлена заметная и высокая взаимосвязь размеров языка с краниометрическими показателями: продольный, поперечный размеры, толщина, окружность и площадь спинки прямо коррелируют с лобно-затылочным и бипариетальным размерами, а также с окружностью головы ($r = 0,8–0,93$). Угловые характеристики языка демонстрируют умеренные обратные зависимости от этих параметров ($r = 0,47–0,58$). Топографические показатели языка показывают неоднородные взаимосвязи с черепом, что отражает сложность его пространственного морфогенеза [20].

Выявленные зависимости объясняются общим происхождением языка и лицевого черепа из производных I–III жаберных дуг и участием общих сигнальных молекул, регулирующих органогенез [181, 200, 212]. Данные литературы указывают, что рост языка оказывает прямое влияние на развитие челюстно-лицевых структур как в норме, так и при патологии [40, 91, 123, 214, 142]. Таким образом, язык в пренатальном онтогенезе выступает не только как пассивный объект роста, но и как активный фактор формирования черепа.

Установленные закономерности нашли отражение в краниотипических особенностях языка. У брахикранов продольный, поперечный, вертикальный размеры и площадь спинки языка достоверно больше, чем у долихокранов. Все топографические расстояния от языка до окружающих тканей принимают большее значение при брахикрании. Эти результаты дополняют ранее описанные краниотипические особенности других структур полости рта – твёрдого нёба, щёк и губ – и имеют практическое значение для прогнозирования челюстно-лицевых аномалий [20, 80, 93, 98].

Полученные результаты по морфологии, топографии, параметрам кровоснабжения языка и их соотношению с краниометрическими характеристиками плода имеют прикладное значение для формирования фетоаномальной настороженности при пренатальных скринингах. На основании выявленных закономерностей разработана шкала расчёта риска аномалий челюстно-лицевой области по данным ультразвуковой анатомии языка [31].

На основе предложенной шкалы создана и зарегистрирована программа для ЭВМ «Программа для расчёта рисков аномалий челюстно-лицевой области по данным ультразвуковой анатомии языка» (Свидетельство о государственной регистрации № 2025617967) [12]. Данный продукт предназначен для автоматизированной интерпретации ультразвуковых данных, что позволяет врачу ультразвуковой диагностики стандартизировать оценку морфометрических параметров языка плода и повысить точность выявления ранних признаков челюстно-лицевой патологии [12].

В подтверждение прикладного значения данных в рамках исследования, без включения в основную выборку, были рассмотрены клинические случаи аномалий развития языка. Выявлено два случая расщелины твёрдого нёба у плодов в возрасте 20 и 21 недели, при этом линейные параметры языка были достоверно больше, чем установленные средние значения, а угол положения был меньше [25]. При ультразвуковом сканировании в одном случае в возрасте 33 недель определено округлое анэхогенное образование, определённое как киста корня языка. При этом все линейные параметры органа соответствовали норме.

ВЫВОДЫ

1. Язык плода человека в 19–22 недели имеет вытянутую овальную форму с продольным размером $(15,5 \pm 2,1)$ мм, поперечным – $(12,9 \pm 2,0)$ мм при поперечно-продольном индексе $(83,4 \pm 7,2)$, спинка языка занимает высокое положение в ротовой полости (расстояние от нёба – $(1,6 \pm 0,3)$ мм) с углом положения $(131,0 \pm 6,1)^\circ$. При этом последний на протяжении промежуточного фетального периода уменьшается с $145,0 [130,0; 151,0]^\circ$ до $133,0 [132,3; 136,2]^\circ$.

2. Язычная, глубокая и дорзальные артерии языка плода человека в 19–22 недели имеют диаметр $(1,5 \pm 0,3)$ мм, $(0,8 \pm 0,2)$ мм и $(0,4 \pm 0,1)$ мм соответственно. При этом на протяжении *промежуточного* фетального периода язычная артерия увеличивается в 2,6 раза, глубокая артерия языка – в 6,1 раза. Ультразвуковая визуализация язычной артерии возможна с 14-й недели, глубокой артерии языка – с 19-й недели.

3. В 19–22 недели пренатального онтогенеза преобладают по толщине поперечная $((1,60 \pm 0,41)$ мм) и вертикальная $((1,64 \pm 0,50)$ мм) мышцы языка, по ширине – подбородочно-язычная $((1,72 \pm 0,18)$ мм); их темп роста в *промежуточном* фетальном периоде имеет гетерохронный характер от 118 % для верхней продольной мышцы до 228 % для вертикальной мышцы.

4. Срединная перегородка в начале *промежуточного* фетального периода фрагментирована, к 19–22-й неделям становится сплошной, либо встречаются единичные участки прерывания.

5. В середине *промежуточного* фетального периода определяются различные формы желобовидных сосочков: округлая, овальная, удлинённая и с выраженным валом, при этом самой распространённой является овальная (41 %), наиболее редкой – с выраженным валом (13 %).

6. В 30–34 недели пренатального онтогенеза продольный и поперечный размеры языка увеличиваются до $(29,0 \pm 3,7)$ мм и $(23,3 \pm 1,9)$ мм соответственно, поперечно-продольный индекс $(80,7 \pm 6,2)$ и угол положения языка $((114,8 \pm 6,1)^\circ)$ уменьшаются; диаметр язычной артерии увеличивается в 1,5 раза, идёт снижение

пиковой скорости кровотока по ходу ветвления на 44 %; с конца промежуточного до позднего фетального периода пиковая скорость кровотока в язычной артерии возрастает в 2,8 раза, в глубокой артерии языка – в 1,9 раза.

7. Все размеры и положение языка меняются гетерохронно, с различными темпами роста: в промежуточном фетальном периоде язык растёт преимущественно в продольном (163 %), затем поперечном (144 %) направлениях; в позднем фетальном периоде увеличивается толщина языка (135 %), угол положения и поперечно-продольный индекс с 14-й по 34-ю неделю снижаются (с $145,0 [130,0; 151,0]^\circ$ до $(114,8 \pm 6,1)^\circ$ и с $85,4 [78,6; 92,7]$ до $(80,7 \pm 6,2)$ соответственно), язык отдаляется от задней стенки глотки, а тело и верхушка смещаются в сторону дна ротовой полости.

8. Продольный и поперечный размеры, толщина, длина окружности и площадь спинки языка взаимосвязаны с размерами черепа – лобно-затылочным ($r = 0,809-0,924$), бипариетальным ($r = 0,808-0,912$), окружностью головы ($r = 0,795-0,927$) – и с формой черепа (у брахикранов продольный, поперечный и вертикальный размеры языка достоверно больше, чем у долихокранов). Половые различия размеров и количественной топографии языка на протяжении исследуемого периода не выявлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Законодательные материалы

1. Российская Федерация. Законы. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : Федеральный закон № 323-ФЗ : текст с изменениями на 29 декабря 2025 года : [принят Государственной думой 1 ноября 2011 года : одобрен Советом Федерации 9 ноября 2011 года]. – Текст : электронный. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/34333> (дата обращения: 25.03.2026).

2. Российская Федерация. Постановления. О социальном показании для искусственного прерывания беременности : Постановление Правительства № 98 : [подписано Председателем Правительства 6 февраля 2012 года]. – Текст : электронный. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=194360&ysclid=mrt6bx48uw41111816> (дата обращения: 28.03.2026).

3. Российская Федерация. Постановления. Об утверждении Правил передачи невостребованного тела, органов и тканей умершего человека для использования в медицинских, научных и учебных целях, а также использования невостребованного тела, органов и тканей умершего человека в указанных целях : Постановление Правительства № 750 : [подписано Председателем Правительства 21 июля 2012 года]. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902359943?ysclid=mrt6yu0v9p632735317> (дата обращения: 12.03.2026).

4. Российская Федерация. Приказы. О Порядке оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология» : Приказ Министерства здравоохранения № 747н : [подписан министром 19 декабря 2025 года : зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 30 декабря 2025 года, регистрационный № 84894]. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1315256453?ysclid=mrnexosk5j222346833> (дата обращения: 02.03.2026).

5. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины : Приказ Министерства здравоохранения № 186 : [подписан министром 24 апреля 2018 года]. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/557437659?ysclid=mrneroq9ri140469677> (дата обращения: 25.02.2026).

6. Российская Федерация. Клинические рекомендации. Нормальная беременность : Клинические рекомендации Министерства здравоохранения : [утверждены Министерством здравоохранения : одобрены Научно-практическим советом Министерства здравоохранения, 2024 : ID: 288]. – Текст : электронный. – URL: <https://cr.minzdrav.gov.ru> (дата обращения: 25.03.2026).

7. Российская Федерация. Постановления. О перечне социальных показаний для искусственного прерывания беременности : Постановление Правительства № 485 : утратило силу 6 февраля 2012 года : [подписано Председателем Правительства 11 августа 2003 года]. – Текст : электронный. – URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=5&nd=201019359&collection=1 (дата обращения: 21.03.2026).

8. Российская Федерация. Приказы. О порядке проведения патологоанатомических вскрытий : Приказ Министерства здравоохранения № 354н : утратил силу 1 сентября 2025 года : [подписан министром 6 июня 2013 года : зарегистрирован в Министерстве юстиции 16 декабря 2013 года, регистрационный № 30612]. – Текст : электронный. – URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/8292> (дата обращения: 20.03.2026).

9. Российская Федерация. Приказы. О совершенствовании пренатальной диагностики в профилактике наследственных и врождённых заболеваний у детей : Приказ Министерства здравоохранения № 457 : утратил силу 29 октября 2020 года : [подписан министром 28 декабря 2000 года : Письмо Министерства юстиции от 12 февраля 2001 года № 07/1459-ЮД]. – Текст : электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901781668> (дата обращения: 20.03.2026).

10. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий и искусственного прерывания беременности)» : Приказ Министерства здравоохранения № 1130н : утратил силу 19 декабря 2025 года (за исключением приложений № 7–9) : [подписан министром 20 октября 2020 года : зарегистрирован в Министерстве юстиции 12 ноября 2020 года, регистрационный № 60869]. – Текст : электронный. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011130037> (дата обращения: 17.03.2026).

Патентные документы

11. Патент № 2856613 Российская Федерация, МПК А61В 10/00. Устройство для фиксации языка плода с сохранением пространственного соотношения топографо-анатомических структур : № 2025110034 : заявл. 01.04.2025 : опубл. 01.04.2025 / Алексеева Т. А., Луцай Е. Д., Григорьева А. А., Володин В. А. ; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Текст : непосредственный.

Компьютерные программы

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025616086 Российская Федерация. Программа для расчёта уровня фетоаномальной настороженности к развитию языка по данным пренатального ультразвукового сканирования : № 2025615024 : заявл. 19.03.2025 : опубл. 01.04.2025 / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай ; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Текст : непосредственный.

13. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2026622096 Российская Федерация. Ультразвуковые параметры языка в фетальном периоде онтогенеза человека : № 2026621045 : заявл. 24.04.2026 : опубл. 08.05.2026 / Т. А. Алексеева ; заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Текст : непосредственный.

*Одночастные, многочастные монографические и другие ресурсы
и неопубликованные документы*

14. Terminologia Embriologica. Международные термины по эмбриологии человека с официальным списком русских эквивалентов : [Волкова О. В. и др.] ; под редакцией Л. Л. Колесникова, Н. Н. Шевлюка, Л. М. Ерофеевой ; Российская эмбриологическая номенклатурная комиссия. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – XIII [1], 417 с. : табл. – ISBN 978-5-9704-3080-4. – Текст : непосредственный.

15. Акушерство : национальное руководство / под редакцией В. Н. Серова, Г. Т. Сухих, М. А. Курцера, В. Е. Радзинского ; Российское общество акушеров-гинекологов. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2026. – 1048 с., [6] л. цв. ил. : ил., табл. – (Серия «Национальное руководство»). – ISBN 978-5-9704-9451-6. – Текст : непосредственный.

16. Алексеев, В. П. Краниометрия : Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев, Г. Ф. Дебец ; Академия наук СССР, Институт этнографии им. Миклухо-Маклая. – Москва : Наука, 1964. – 128 с. : ил. – Текст : непосредственный.

17. Алексеева, Т. А. Анатомия и топография языка в возрасте 19–22 недель пренатального онтогенеза человека / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст :

непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2025. – Т. 20, № 4. – С. 359–363.

18. Алексеева, Т. А. Изменение соотношений размеров языка на протяжении промежуточного плодного периода онтогенеза человека / Т. А. Алексеева. – Текст : непосредственный // Санкт-Петербургские научные чтения – 2024 : сборник тезисов X Международного молодежного медицинского конгресса, Санкт-Петербург, 4–6 декабря 2024 г. / ответственный редактор Н. А. Гавришева. – Санкт-Петербург : РИЦ ПСПбГМУ, 2024. – С. 13.

19. Алексеева, Т. А. Использование метода ультразвукового сканирования при изучении анатомии языка в пренатальном онтогенезе человека / Т. А. Алексеева. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы морфологии : сборник научных статей, посвященный 100-летию со дня рождения П. Ф. Степанова / под общей редакцией И. П. Степановой. – Смоленск : СГМУ, 2024. – С. 5–8.

20. Алексеева, Т. А. К вопросу о влиянии краниометрических параметров черепа на развитие языка в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2025. – № 1 (22). – С. 81–88.

21. Алексеева, Т. А. К вопросу о макроанатомии и линейных параметрах языка у плодов человека в возрасте с 16 по 22 неделю / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Морфологические науки — фундаментальная основа медицины : материалы VIII Международной морфологической научно-практической конкурс-конференции студентов и молодых учёных. – Новосибирск, 2023. – С. 31–34.

22. Алексеева, Т. А. Макромикроскопическая анатомия мышц языка человека в возрасте 14–18 недель внутриутробного развития / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – Т. XIII, № 2 (50), прил. – С. 60.

23. Алексеева, Т. А. Макромикроскопическая анатомия эпителия языка в возрасте 14–18 недель пренатального онтогенеза человека / Т. А. Алексеева,

Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Альманах молодой науки. – 2024. – № 4 (55). – С. 21–25.

24. Алексеева, Т. А. Методические подходы к комплексному исследованию языка в фетальном периоде онтогенеза человека / Т. А. Алексеева. – Текст : непосредственный // Время вперёд – время лучших : сборник трудов 31-й Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, Бухара, 31 мая 2024 г. / ответственный редактор Ш. Ж. Тешаев. – Бухара, 2024. – С. 266–268.

25. Алексеева, Т. А. Особенности морфометрических показателей языка у плодов человека в норме и при расщелине твёрдого нёба / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Медицинский вестник Башкортостана. – 2024. – Т. 19, № 4 (112). – С. 45–49.

26. Алексеева, Т. А. Современное представление о развитии и строении языка в пренатальном онтогенезе человека / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Наука и инновации в медицине. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 148–154.

27. Алексеева, Т. А. Современный взгляд на аномалии развития языка / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы фундаментальной и клинической морфологии : материалы Международной научно-практической конференции. – Тверь, 2022. – С. 30–38.

28. Алексеева, Т. А. Ультразвуковая анатомия артерий языка в пренатальном онтогенезе человека / Т. А. Алексеева. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования как основа медицинской практики : материалы I Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов. – Ижевск, 2024. – С. 15–16.

29. Алексеева, Т. А. Ультразвуковая анатомия языка в пренатальном периоде развития человека : обзор литературы / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Оренбургский медицинский вестник. – 2022. – Т. 10, № 4 (40). – С. 1–5.

30. Алексеева, Т. А. Ультразвуковая анатомия языка у плодов человека при пренатальных скринингах / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай, А. А. Саренко. – Текст : непосредственный // Педиатр. – 2026. – Т. 17, № 2. – С. 53–60.

31. Алексеева, Т. А. Ультразвуковые анатомические критерии фетоаномальной настороженности к органам и структурам орофациальной области / Т. А. Алексеева. – Текст : непосредственный // Достижения отечественной морфологии : материалы Всероссийской научной конференции, Томск, 3–4 апреля 2025 г. / под редакцией И. В. Мильто. – Томск : Изд-во СибГМУ, 2025. – С. 29–32.

32. Алексеева, Т. А. Эхографическая характеристика анатомии, топографии и кровоснабжения языка в возрасте 19–21 недели пренатального онтогенеза человека / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Альманах молодой науки. – 2025. – № 3 (59). – С. 20–24.

33. Алёшкина, О. Ю. Базикраниальная типология конструкции черепа человека : монография / О. Ю. Алёшкина, В. Н. Николенко ; Министерство здравоохранения Российской Федерации, Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского. – Москва : Изд-во Первого МГМУ им. И. М. Сеченова, 2014. – 160 с. : ил. – ISBN 978-5-7213-0492-7. – Текст : непосредственный.

34. Алтынник, Н. А. Скрининговое ультразвуковое исследование в 11–14 неделю беременности / Н. А. Алтынник, М. В. Медведев. – Москва : Реал Тайм, 2016. – 176 с. – Текст : непосредственный.

35. Алтынник, Н. А. Скрининговое ультразвуковое исследование в 18–21 неделю беременности / Н. А. Алтынник, М. В. Медведев. – Москва : Реал Тайм, 2018. – 248 с. – ISBN 978-5-903025-73-2. – Текст : непосредственный

36. Анализ результатов раннего пренатального скрининга, выполняющегося по национальному приоритетному проекту «Здоровье» в субъектах Российской Федерации : Результаты российского мультицентрового исследования «Аудит–2014» / Л. А. Жученко, П. А. Голошубов, Е. Н. Андреева

[и др.]. – Текст : непосредственный // Медицинская генетика. – 2014. – Т. 13, № 6. – С. 3–54.

37. Анатомические аспекты ультразвуковой фетометрии / Л. М. Железнов, О. А. Леванова, С. А. Никифорова [и др.]. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2014. – Т. 145, № 3. – С. 74–75.

38. Анатомические основы оптимизации ультразвуковых скрининговых исследований в перинатологии / Л. М. Железнов, О. А. Леванова, С. А. Никифорова [и др.]. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2018. – Т. 7, № 4. – С. 20–26.

39. Анатомия человека : учебник в 2 томах. Том 1 / М. Р. Сапин, Д. Б. Никитюк, В. Н. Николенко, С. В. Ключкова. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. – 528 с. – Текст : непосредственный.

40. Арипова, Г. Значение функции языка в формировании зубочелюстных аномалий (на примере клинического случая) / Г. Арипова. – Текст : непосредственный // Stomatologiya. – 2016. – Т. 63–64. – С. 116–118.

41. Атлас патологии сосудов головы и шеи = Atlas of vascular lesions of the head and neck. Том 1 / В. В. Рогинский, А. И. Неробеев, А. С. Григорьян [и др.] ; под редакцией В. В. Рогинского. – Москва : Либерти плюс, 2021. – 448 с. – Текст : непосредственный.

42. Баранов, В. С. Прикладное и фундаментальное направления пренатальной диагностики / В. С. Баранов. – Текст : непосредственный // Журнал акушерства и женских болезней. – 2012. – Т. 61, № 3. – С. 54–60.

43. Башмакова, Н. В. Коррекция патологии плода методами внутриутробной хирургии / Н. В. Башмакова. – Текст : непосредственный // Вестник Росздравнадзора. – 2016. – № 3. – С. 19–26.

44. Берник, Н. В. Изменчивость формы больших подъязычных протоков человека в предплодов и плодов / Н. В. Берник, И. Ю. Олийнык. – Текст : непосредственный // Вестник проблем биологии и медицины. – 2014. – Т. 4, № 1. – С. 265–270.

45. Берник, Н. В. Морфологические преобразования прилежающих к зачатку подъязычной слюнной железы структур в первом триместре эмбриогенеза / Н. В. Берник. – Текст : непосредственный // Хист : Всеукраинский медицинский журнал молодых учёных. – Черновцы : БГМУ, 2012. – № 14. – С. 234–235.
46. Бибикова, А. А. Возрастные аспекты развития листовидных сосочков языка человека / А. А. Бибикова, Л. П. Пикалова. – Текст : непосредственный // Тверской медицинский журнал. – 2020. – № 3. – С. 15–19.
47. Блинов, А. Ю. Основы ультразвуковой фетометрии : учебное пособие / А. Ю. Блинов, М. В. Медведев, О. И. Козлова. – [3-е изд., доп.]. – Москва : Реал Тайм, 2016. – 161 с. : ил., табл., цв. ил. – ISBN 978-5-903025-62-6. – Текст : непосредственный.
48. Быков, В. Л. Гистология и эмбриональное развитие органов полости рта человека / В. Л. Быков. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 624 с. – ISBN 978-5-9704-3011-8. – Текст : непосредственный.
49. Быков, В. Л. Функциональная морфология и гистогенез органов полости рта человека / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : Государственный медицинский университет, 1998–2010. – 247 с. – Текст : непосредственный.
50. Вайнгардт, А. Л. Проблема анкилоглоссии в детской стоматологической практике / А. Л. Вайнгардт. – Текст : непосредственный // Вестник КазНМУ. – 2012. – № 1. – С. 207–208.
51. Венчикова, Н. А. Новые возможности пренатальной диагностики орофациальных расщелин у плода в первом триместре / Н. А. Венчикова. – Текст : непосредственный // Репродуктивное здоровье. Восточная Европа. – 2021. – Т. 2, № 21. – С. 198–206.
52. Внутриутробное формирование магистральных сосудов головы и шеи / И. Ю. Бычкова, В. В. Рогинский, Х. А. Абдувосидов [и др.]. – Текст : непосредственный // Медицинская наука и образование Урала. – 2022. – Т. 23, № 1 (109). – С. 51–54.

53. Выявление врождённых расщелин губы и нёба в ходе пренатального УЗИ-исследования в Краснодарском крае / Ю. А. Васильев, А. Н. Редько, О. В. Гуленко, И. Г. Удина. – Текст : непосредственный // Российский стоматологический журнал. – 2017. – Т. 21, № 4. – С. 190–193.

54. Гайворонский, И. В. Анатомия человека. Том 1 / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, А. И. Гайворонский. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 736 с. – ISBN 978-5-9704-8100-4. – Текст : непосредственный.

55. Галеева, Э. Н. Современные представления о плодной анатомии органов лимфоидной системы человека (обзор литературы) / Э. Н. Галеева. – Текст : непосредственный // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – № 2. – С. 384–389.

56. Гевкалюк, Н. А. Образование зачатков ацинусов в ходе эмбрионального развития слюнных желёз человека. / Н. А. Гевкалюк. – Текст : непосредственный // Медицинские новости. – 2013. – № 11 (230). – С. 84–85.

57. Гемонов, В. В. Гистология и эмбриология органов полости рта и зубов / В. В. Гемонов, Э. Н. Лаврова, Л. И. Фалин. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 320 с. – ISBN 978-5-9704-5180-9. – Текст : непосредственный.

58. Гиоева, Ю. А. Анализ размеров и положения языка у пациентов с сагиттальными аномалиями окклюзии / Ю. А. Гиоева, М. А. Цветкова, Е. В. Порохина. – Текст : непосредственный // Ортодонтия. – 2010. – № 2 (50). – С. 28–31.

59. Гистология, эмбриология, цитология : учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский [и др.] ; под редакцией Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 832 с. : ил. – Текст : непосредственный.

60. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / Стентон Гланц ; [перевод с английского д-ра физ.-мат. наук Ю. А. Данилова] ; под редакцией Н. Е. Бузикашвили и Д. В. Самойлова. – Москва : Практика, 1999. – 459 с. : ил., табл. – ISBN 5-89816-009-4. – Текст : непосредственный.

61. Гусейнов, Т. С. Вариантная анатомия шейных артерий человека / Т. С. Гусейнов. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2014. – Т. 145, № 3. – 63 с.
62. Двух- и трёхмерная эхография при аномалиях орофациальной области у плодов в I триместре беременности / Н. А. Венчикова, А. А. Ершова-Павлова, И. В. Новикова [и др.]. – Текст : непосредственный // Пренатальная диагностика. – 2020. – Т. 19, № 4. – С. 299–305.
63. Калмин, О. В. Взаимосвязь формы суставных поверхностей височно-нижнечелюстного сустава с формой черепа / О. В. Калмин, Е. В. Горячева. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2025. – Т. 14, № 4. – С. 47–53.
64. Карамышева, А. Ф. Механизмы ангиогенеза / А. Ф. Карамышева. – Текст : непосредственный // Биохимия. – 2008. – Т. 73, № 7. – С. 935–948.
65. Карлсон, Б. М. Основы эмбриологии по Пэттену : в 2 томах. Том 2 / Б. М. Карлсон ; [перевод с английского Ю. К. Доронина, О. Б. Трубниковой]. – Москва : Мир, 1983. – 369 с. : ил., 6 л. ил. – Текст : непосредственный.
66. Ковешников, В. Г. Медицинская антропология / В. Г. Ковешников, Б. А. Никитюк. – Киев : Здоров'я, 1992. – 200 с. – Текст : непосредственный.
67. Колесников, Л. Л. Анатомия человека : атлас : в 3 томах. Том 2. Спланхнология / Л. Л. Колесников. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 672 с. – ISBN 978-5-9704-7204-0. – Текст : непосредственный.
68. Конституциональные особенности челюстно-лицевой области юношей города Омска / И. Н. Путалова, Д. А. Десятириков, А. П. Сусло [и др.]. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2021. – Т. 10, № 3. – С. 75–82.
69. Кугушев, А. Ю. Синдром гипоглоссии: обзор литературы и клинические случаи / А. Ю. Кугушев, А. В. Лопатин, С. А. Ясонов. – Текст : непосредственный // Детская хирургия. – 2019. – № 4. – С. 206–210.

70. Куртова, А. И. Морфогенез и иннервация листовидных сосочков языка плодов человека. – Текст : непосредственный // Проблемы современной биологии. – 2014. – № 11. – С. 61–63.

71. Куртова, А. И. Первичная эмбриональная иннервация жёлобоватых сосочков языка плодов человека / А. И. Куртова, С. В. Савельев. – Текст : непосредственный // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2013. – № 3 (7). – С. 33–37.

72. Куртова, А. И. Пренатальная дифференцировка и иннервация вкусового рецепторного аппарата языка человека : специальность 03.03.04 «Клеточная биология, цитология, гистология» : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук / Куртова Анастасия Игоревна ; Научно-исследовательский институт морфологии человека РАМН. – Москва, 2014. – 24 с. – Место защиты: Науч.-исслед. ин-т морфологии человека РАМН. – Текст : непосредственный.

73. Куртова, А. И. Ранний морфогенез реснитчатых клеток в ротовой полости человека / А. И. Куртова, В. П. Черников, С. В. Савельев. – Текст : непосредственный // Онтогенез. – 2013. – № 6 (44). – С. 389–395.

74. Кюнель, В. Цветной атлас по цитологии, гистологии и микроскопической анатомии / Вольфганг Кюнель ; [перевод с английского Е. Погосян]. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – Москва : АСТ : Астрель, 2007. – 533 с. : ил., цв. ил., табл. – ISBN 978-5-17-040621-0. – Текст : непосредственный.

75. Левшина, Л. В. Зависимость нарушения звукопроизношения от аномалии строения уздечки языка: медицинский и логопедический аспекты / Л. В. Левшина, Т. А. Лубенская. – Текст : непосредственный // Конференциум АСОУ : сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. – 2017. – № 3. – С. 361–368.

76. Линейные параметры черепа мезокранного типа / Е. Ю. Ефимова, А. И. Краюшкин, Ю. В. Ефимов [и др.]. – Текст : непосредственный // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2018. – № 4. – С. 15–18.

77. Литвиненко, О. Л. Формирование нервно-сосудистых комплексов языка человека в пренатальном онтогенезе / О. Л. Литвиненко. – Текст : непосредственный // Кубанский научный медицинский вестник. – 2009. – № 7. – С. 98–102.

78. Майборода, Ю. Н. Структура нервно-сосудистых образований органов полости рта в динамике их развития / Ю. Н. Майборода, О. Л. Литвиненко, И. А. Шаповалова. – Текст : непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2006. – № 1. – С. 15–19.

79. Майборода, Ю. Н. Формирование и иннервация сосудов микроциркуляторного русла органов полости рта человека / Ю. Н. Майборода, М. В. Гоман. – Текст : непосредственный // Кубанский научный медицинский вестник. – 2013. – № 6. – С. 121–125.

80. Манин, А. И. Стоматологический статус как важнейший критерий при идентификации личности / А. И. Манин. – Текст : непосредственный // Dental Forum. – 2012. – № 3. – С. 67–68.

81. Медведев, М. В. Нормальная ультразвуковая анатомия плода / М. В. Медведев, Н. А. Алтынник. – [1-е изд.]. – Москва : Реальное Время, 2008. – 147 с. : ил., цв. ил., табл. – ISBN 978-5-903025-18-3. – Текст : непосредственный.

82. Междисциплинарное оказание помощи новорожденным с расщелиной губы и нёба в условиях детской многопрофильной больницы / А. А. Мамедов, Ю. О. Волков, А. А. Корсунский [и др.]. – Текст : непосредственный // Лечащий врач. – 2021. – № 8. – С. 39–44.

83. Международная анатомическая терминология / под редакцией Л. Л. Колесникова. – Москва : Медицина, 2003. – 424 с. – ISBN 5-225-04765-3. – Текст : непосредственный.

84. Мерков, А. М. Санитарная статистика / А. М. Мерков, Л. Е. Поляков. – Ленинград : Медицина. Ленингр. отд-ние, 1974. – 383 с. : ил. – Текст : непосредственный.

85. Морфогенез производных промежуточного мозгового пузыря, жаберного аппарата и стомодеума эмбриона человека / Г. С. Соловьев, В. Л. Янин,

С. М. Пантелеев [и др.]. – Текст : непосредственный // Медицинская наука и образование Урала. – 2016. – Т. 85, № 1. – С. 54–57.

86. Морфогенез стомодеума человека в эмбриональном периоде / Р. А. Идрисов, О. М. Бондаренко, И. А. Голубева [и др.]. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2014. – Т. 145, № 3. – С. 81–82.

87. Морфологические и антропометрические особенности подъязычной слюнной железы в пренатальном онтогенезе человека / Н. В. Берник, И. Ю. Олийнык, А. В. Цигикало [и др.]. – Текст : непосредственный // European Journal of Biomedical and Life Sciences. – 2018. – № 2. – С. 17–23.

88. Назарова-Андреева, Т. А. Формирование интраорганного сосудистого русла языка человека в период внутриутробного развития / Т. А. Назарова-Андреева. – Текст : непосредственный // Формирование нервно-сосудистых комплексов языка человека в пренатальном онтогенезе : сборник научных трудов. – Минск, 1981. – С. 277–278.

89. Непрокина, А. В. К вопросу о развитии и строении нижней челюсти в пренатальном онтогенезе человека / А. В. Непрокина, Е. Д. Луцай. – Текст : непосредственный // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2021. – № 2. – С. 5–16.

90. Непрокина, А. В. Макромикроскопическая анатомия и микротопография нижней челюсти у плодов 14–18 недель / А. В. Непрокина, Е. Д. Луцай, Д. Н. Бегун. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2021. – № 4 (10). – С. 48–55.

91. Нигматова, И. Влияние уздечки языка на формирование патологического прикуса у детей / И. Нигматова, М. Исмоилов, М. Зикирова. – Текст : непосредственный // Стоматология. – 2023. – № 1 (4). – С. 49–51.

92. Нигматова, И. Роль уздечки языка при формировании зубочелюстных аномалий у детей / И. Нигматова, Ж. Умаралиев, Д. Рахимова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. – 2022. – Т. 1, № 2. – С. 56–57.

93. Олийнык, И. Ю. Половые, возрастные и конституциональные особенности щёчной области плодов человека во втором триместре развития / И. Ю. Олийнык, И. В. Марценяк. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2013. – Т. 2, № 4. – С. 51–54.

94. Олсуфьева, А. В. Изменение количества желёз языка у новорождённых, в раннем детском возрасте и у подростков / А. В. Олсуфьева. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2015. – Т. 4, № 3. – С. 95.

95. Олсуфьева, А. В. Макро-микроскопическая анатомия язычных желёз у человека в постнатальном онтогенезе : специальность 14.03.01 «Анатомия человека» : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Олсуфьева Анна Викторовна ; Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова. – Москва, 2017. – 24 с. – Место защиты: Первый Моск. гос. мед. ун-т им. И. М. Сеченова. – Текст : непосредственный.

96. Олсуфьева, А. В. Половые особенности размерных показателей язычных желёз в постнатальном онтогенезе / А. В. Олсуфьева, Д. Б. Никитюк. – Текст : непосредственный // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 979–982.

97. Открытая и пункционная хирургия плода в современном акушерстве / М. А. Абрамян, К. А. Гладкова, К. В. Костюков [и др.]. – Текст : непосредственный // Акушерство и гинекология. – 2014. – № 1. – С. 3–8.

98. Пашинян, Г. А. Исследование этнорасовых и половых особенностей строения слизистой оболочки твёрдого нёба человека с целью идентификации личности / Г. А. Пашинян, Р. Д. Чемяков, А. В. Колесова-Соловых. – Текст : непосредственный // Судебно-медицинская экспертиза. – 2008. – Т. 51, № 4. – С. 12–16.

99. Перцева, Г. М. Сравнительный анализ врождённых пороков развития плода, выявленных в периоды 2010–2012 и 2017–2019 гг. (по материалам родильного отделения Ростова-на-Дону) / Г. М. Перцева, А. А. Борщева,

Н. А. Алексеева. – Текст : непосредственный // Медицинский вестник Юга России. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 48–53.

100. Петров, Р. С. Наследственные синдромы, включающие нарушения развития органов ротовой полости / Р. С. Петров, Л. Ф. Курило, Н. С. Демикова. – Текст : непосредственный // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2014. – № 12 (4). – С. 4–13.

101. Помазанов, Н. Н. Морфотипологические особенности дебрахицефализации у населения центральной Беларуси в начале XXI века / Н. Н. Помазанов, И. И. Саливон. – Текст : непосредственный // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2010. – № 1. – С. 66–75.

102. Практическая ультразвуковая диагностика : руководство для врачей : в 5 томах. Том 4. Ультразвуковая диагностика в акушерстве / под редакцией Г. Е. Труфанова, Д. О. Иванова, В. В. Рязанова. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 184 с. : ил. – Текст : непосредственный.

103. Пэттен, Б. М. Эмбриология человека / Бредли М. Пэттен : [перевод с английского]. – Москва : Медгиз, 1959. – 768 с., 22 л. ил. : ил. – Текст : непосредственный.

104. Рассолов, В. Н. Морфология интактной и гипертрофированной язычной миндалины человека : специальность 14.03.01 «Анатомия человека» : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Рассолов Владимир Николаевич ; Башкирский государственный медицинский университет. – Самара, 2021. – 24 с. – Место защиты: Башкирский гос. мед. ун-т. – Текст : непосредственный.

105. Сарсенбаева, Ф. С. Функциональные нарушения при короткой уздечке языка у детей / Ф. С. Сарсенбаева, Д. С. Калиева. – Текст : непосредственный // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3–4 (71). – С. 112–115.

106. Сенникова, Ж. В. Анатометрическая характеристика скелета лицевой области в промежуточном периоде пренатального онтогенеза человека и её прикладное значение : специальность 14.03.01 «Анатомия человека» :

автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Сенникова Жанна Владимировна ; Оренбургский государственный медицинский университет. – Оренбург, 2016. – 22 с. – Место защиты: Оренбургский гос. мед. ун-т. – Текст : непосредственный.

107. Сенникова, Ж. В. Морфометрическая характеристика лицевого отдела черепа в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека / Ж. В. Сенникова, Л. М. Железнов. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 62.

108. Синельников, Р. Д. Атлас анатомии человека : в 4 томах. Том 2. Учение о внутренностях и эндокринных железах / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников, А. Я. Синельников. – [8-е изд., перераб.]. – Москва : Новая волна, 2021. – 248 с. – ISBN 978-5-78640-306-1. – Текст : непосредственный.

109. Синельников, Я. Р. Закономерности развития нервно-мышечного аппарата в раннем постнатальном онтогенезе / Я. Р. Синельников. – Текст : непосредственный // Макромикроскопическая анатомия нервной системы. – Харьков, 1986. – С. 27–29.

110. Синельников, Я. Р. Сравнительная макро-микроскопическая анатомия языка : автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук / Синельников Я. Р. ; Харьковский медицинский институт. – Харьков : [б. и.], 1964. – 56 с. – 55 с. – Место защиты: Харьковский мед. ин-т. – Текст : непосредственный.

111. Современные представления о соматотипах человека и краниофациальном комплексе / С. А. Калашникова, А. А. Кинаш, А. И. Краюшкин [и др.]. – Текст : непосредственный // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2021. – № 1. – С. 5–8.

112. Современный подход к пренатальной ультразвуковой диагностике аномалий развития орофациальной области / Н. А. Венчикова, А. А. Ершова-Павлова, И. В. Новикова [и др.]. – Текст : непосредственный // Репродуктивное здоровье. Восточная Европа. – 2022. – Т. 1, № 12. – С. 29–37.

113. Сосудисто-нервные структуры в эмбриогенезе и в условиях органопексий / Д. М. Голуб, Н. М. Ковалева, С. А. Новаковская [и др.]. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2000. – № 3. – С. 38.

114. Сперанский, В. С. Форма и конструкция черепа / В. С. Сперанский, А. И. Зайченко. – Москва : Медицина, 1980. – 280 с. : ил. – Текст : непосредственный.

115. Стадников, А. А. Гистологические и гистохимические исследования эпителия языка человека в онтогенезе и в эксперименте на животных : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Стадников Александр Абрамович ; Пермский медицинский институт. – Пермь, 1972. – 17 с. – Место защиты: Пермский мед. ин-т. – Текст : непосредственный.

116. Станек, И. Эмбриология человека : учебник / Иван Станек. – Братислава : Веда, 1977. – 442 с. – Текст : непосредственный.

117. Становление возрастной анатомии языка в промежуточном фетальном периоде онтогенеза человека / Т. А. Алексеева, Е. Д. Луцай, А. А. Коробкеев [и др.]. – Текст : непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2026. – Т. 21, № 2. – С. 55–60.

118. Старикова, Н. В. Пренатальная диагностика расщелины нёба по структурным особенностям и функции языка / Н. В. Старикова, А. Г. Надточий, М. И. Агеева. – Текст : непосредственный // Стоматология. – 2013. – Т. 92, № 1. – С. 70–75.

119. Телебаева, Г. Т. Аномальные уздечки губ и языка: классификация, терминология с подходом диагностики / Г. Т. Телебаева, С. К. Шарипова. – Текст : непосредственный // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2014. – Т. 2. – С. 107–111.

120. Тонков, В. Н. Учебник нормальной анатомии человека / В. Н. Тонков. – Москва : ЁЁ Медиа, 2026. – 782 с. – ISBN 978-5-458-63286-7. – – Текст : непосредственный.

121. Ультразвуковая анатомия головы и челюстно-лицевой области в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека / Е. Д. Луцай,

С. И. Найденова, А. В. Непрокина [и др.]. – Текст : непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2021. – Т. 16, № 4. – С. 408–412.

122. Фоминых, Т. А. Варианты классификаций формы черепа человека / Т. А. Фоминых, А. П. Дьяченко. – Текст : непосредственный // Морфологический альманах имени В. Г. Ковешникова. – 2019. – Т. 17, № 3. – С. 79–85.

123. Цветкова, М. А. Взаимосвязь положения языка и осанки у пациентов с сагиттальными аномалиями окклюзии / М. А. Цветкова, М. Е. Макарова, Г. Р. Бедрединова. – Текст : непосредственный // Dental Forum. – 2013. – № 3. – С. 93.

124. Цветкова, М. А. Оценка влияния размера и положения языка на параметры лицевого отдела черепа у пациентов с сагиттальными аномалиями окклюзии : специальность 14.01.14 «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Цветкова Мария Александровна ; Московский государственный медико-стоматологический университет. – Москва, 2012. – 24 с. – Место защиты: Моск. гос. мед.-стоматолог. ун-т. – Текст : непосредственный.

125. Чаплыгина, Е. В. Соматотипологические и региональные закономерности ультразвуковой анатомии щитовидной железы / Е. В. Чаплыгина, Н. Ю. Неласов, М. Б. Кучиева. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2013. – Т. 143, № 3. – С. 050–053.

126. Чуйкин, С. В. Врождённая расщелина верхней губы и нёба / С. В. Чуйкин, О. Топольницкий, Л. С. Персин. – Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2012. – 584 с. – ISBN 978-3-659-22745-5. – Текст : непосредственный.

127. Швырев, А. А. Макро- и микроскопическая анатомия кровеносных сосудов языка в сравнительно-анатомическом и возрастном аспектах : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Швырев Александр Андреевич ; Ростовский государственный медицинский институт. – Ростов-на-Дону, 1975. – 20 с. – Место защиты: Рост. гос. мед. ин-т. – Текст : непосредственный.

128. Шевлюк, Н. Н. Сравнительно-гистологические и гистохимические исследования желёз языка позвоночных животных и человека в онтогенезе и эксперименте : специальность 03.00.00 «Биология» : диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук / Шевлюк Николай Николаевич. – Оренбург, 1976. – 237 с. – Текст : непосредственный.

129. Шевченко, Ю. Л. «Ледяная анатомия» Н. И. Пирогова – прообраз современных лучевых изображений / Ю. Л. Шевченко, В. М. Китаев. – Текст : непосредственный // Хирургия. – 2010. – № 9. – С. 4–8.

130. Шевченко, Ю. Л. Пироговские срезы как предтеча современной компьютерной томографии / Ю. Л. Шевченко, О. Э. Карпов, О. Ю. Бронов. – Текст : непосредственный // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. – 2020. – Т. 15, № 3 (ч. 1). – С. 11–15.

131. Шилкин, В. В. Гистоэнзимохимическая характеристика нейромышечного синапса скелетных мышц. – Текст : непосредственный // Морфология. – 2004. – Т. 125, № 3. – С. 19–23.

132. Шульга, И. А. Срединные кисты и свищи шеи, их хирургическое лечение / И. А. Шульга, Л. М. Железнов, А. И. Шульга. – Оренбург : Оренбургское кн. изд-во, 2007. – 116 с. : ил., портр. – ISBN 978-5-88788-146-1. – Текст : непосредственный.

133. Эмбриологическая терминология II (TE 2) с русскими эквивалентами / Д. Б. Никитюк, М. Ю. Капитонова, И. В. Заднипрный, Ю. Л. Васильев, С. С. Дыдыкин [и др.]. – [2-е изд.]. – Москва : ООО «Торговый Дом „ДеЛи“», 2025. – 550 с. – Текст : непосредственный.

*Одночастные, многочастные монографические и другие ресурсы
на иностранных языках*

134. A TGF β -Smad4-Fgf6 signaling cascade controls myogenic differentiation and myoblast fusion during tongue development / D. Han, H. Zhao, C. Parada [et al.]. – Text : direct // Development. – 2012. – Vol. 139, No. 9. – Pp. 1640–1650.

135. AboEllail, M. A. M. Fetal face as important indicator of fetal brain function / M. A. M. AboEllail. – Text : direct // Journal of Perinatal Medicine. – 2017. – Vol. 45, No. 6. – Pp. 729–736.
136. Agnathia-otocephaly complex due to a de novo deletion in the OTX2 gene / M. Fabiani, F. Libotte, K. Margiotti [et al.]. – Text : direct // Genes (Basel). – 2022. – Vol. 13, No. 12. – P. 2269.
137. Andreeva, R. Machine learning and topological data analysis identify unique features of human papillae in 3D scans / R. Andreeva, A. Sarkar, R. Sarkar. – Text : direct // Scientific Reports. – 2023. – Vol. 13. – Article 21529.
138. Antenatal ultrasound features of isolated recurrent copy number variation in 7q11.23 (Williams syndrome and 7q11.23 duplication syndrome) / C. Courdier, J. Boudjarane, V. Malan [et al.]. – Text : direct // Prenatal Diagnosis. – 2023. – Vol. 43, No. 6. – Pp. 734–745.
139. Arey, L. B. The numerical and topographical relations of taste buds to human circumvallate papillae throughout the life span / L. B. Arey, M. J. Tremaine, F. L. Monzingo. – Text : direct // The Anatomical Record. – 1935. – Vol. 64, No. 1. – Pp. 9–25.
140. Assessment of conversation and swallowing functions after complete resection of tumor and reconstruction in patients with tongue cancer / M. Korematsu, T. Yoshii, S. Otozai [et al.]. – Text : direct // Japan Society for Head and Neck Surgery. – 2020. – Vol. 29. – Pp. 291–297.
141. Assessment of the tongue frenulum in Beckwith-Wiedemann syndrome: Pre- and post-frenectomy findings / C. P. Cesar, G. M. X. Torres, N. S. Andrade [et al.]. – Text : direct // Special Care in Dentistry. – 2021. – Vol. 41, No. 4. – Pp. 526–531.
142. Association between tongue position and Dentofacial skeletal patterns: a simplified approach to tongue position assessment / J. Sun, R. Su, Y. Guo [et al.]. – Text : direct // BMC Oral Health. – 2025. – Vol. 25, No. 1. – Art. 880.
143. Barlow, L. A. Progress and renewal in gustation: new insights into taste bud development / L. A. Barlow. – Text : direct // Development. – 2015. – Vol. 142, No. 21. – Pp. 3620–3629.

144. Bastug, T. B. Age- and Gender-Based Tongue Volume Variations on Asymptomatic Patients: A Simplified Approach to Form Baseline Data for Obstructive Sleep Apnea / T. B. Bastug, B. Tiryaki. – Text : direct // *Diagnostics*. – 2025. – Vol. 15, No. 3. – Art. 322.

145. Berkovitz, B. K. B. Oral Anatomy, Histology and Embryology / B. K. B. Berkovitz, G. R. Holland, B. J. Moxham. – [5th ed.]. – Elsevier, 2018. – 854 p. – Text : direct.

146. Bertulli, L. Embryological development of the human cranio-facial arterial system: a pictorial review / L. Bertulli, T. Robert. – Text : direct // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2021. – Vol. 43, No. 6. – Pp. 961–973.

147. Bokhari, W. A. Tongue reconstruction: recent advances / W. A. Bokhari, S. J. Wang. – Text : direct // *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. – 2007. – Vol. 15, No. 4. – Pp. 202–207.

148. Bosma, J. F. Anatomic and physiologic development of the speech apparatus / J. F. Bosma. – Text : direct // *Human Communication and Its Disorder* / ed. D. B. Towers. – New York : Raven Press, 1975. – Pp. 469–481.

149. Burdi, A. R. Cleft lip and palate research: an updated state of the art / A. R. Burdi. – Text : direct // *Cleft Palate Journal*. – 1977. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 262–276.

150. Capillary supply in relation to myosin heavy chain fibre composition of human intrinsic tongue muscles / I. Granberg, B. Lindell, P. O. Eriksson [et al.]. – Text : direct // *Cells Tissues Organs*. – 2010. – Vol. 192, No. 5. – Pp. 303–313.

151. Cattaneo, C. Comparison of manual and machine learning image processing approaches to determine fungiform papillae density on the human tongue / C. Cattaneo, J. M. Almqvist, C. Spinelli. – Text : direct // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10. – Article 18591.

152. Cilia-dependent GLI processing in neural crest cells is required for tongue development / G. Millington, K. H. Elliott, Y. T. Chang [et al.]. – Text : direct // *Developmental Biology*. – 2017. – Vol. 424, No. 2. – Pp. 124–137.

153. Classification of Vallate Papillae Based upon Morphology and Other Associated Anatomical Features / J. S. Holmes, A. A. Rickards, M. L. Russell [et al.]. – Text : direct // The FASEB Journal. – 2017. – Vol. 31, No. S1. – P. 740.11–740.11.

154. Clinical outcomes of prenatal diagnosis of the fetal micrognathia: a case report / J. W. Lu, D. Lu, X. L. Zhang [et al.]. – Text : direct // Medicine (Baltimore). – 2020. – Vol. 99, No. 4. – P. e18648.

155. Clinical validation of explainable AI for fetal growth scans through multi-level, cross-institutional prospective end-user evaluation / Z. Bashir, M. Lin, A. Feragen [et al.]. – Text : direct // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 2024.

156. Concordance between prenatal ultrasound and autopsy findings in a tertiary center / M. A. Rodriguez, P. Prats, I. Rodríguez [et al.]. – Text : direct // Prenatal Diagnosis. – 2014. – Vol. 34, No. 8. – Pp. 784–789.

157. Concurrence of mouthing movement and rapid eye movement/non-rapid eye movement phases with advance in gestation of the human fetus / N. Horimoto, T. Koyanagi, S. Nagata, H. Nakahara [et. al.]. – Text : direct // American Journal of Obstetrics and Gynecology. – 1989. – Vol. 161. – Pp. 344–351.

158. Congenital oral masses: an anatomic approach to diagnosis / M. C. Chapman, B. P. Soares, Y. Li [et al.]. – Text : direct // Radiographics. – 2019. – Vol. 39, No. 4. – Pp. 1143–1160.

159. Correlation between prenatal ultrasound and postmortem findings in 1029 fetuses following termination of pregnancy / C. Struksnaes, H. G. Blaas, S. H. Eik-Nes [et al.]. – Text : direct // Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. – 2016. – Vol. 48, No. 2. – Pp. 232–238.

160. Deep learning fetal ultrasound video model match human observers in biometric measurements / S. Płotka, A. Lipa, J. Sznajder [et al.]. – Text : direct // Physics in Medicine & Biology. – 2022. – Vol. 67, No. 4. – Pp. 1–11 (Art. 045013).

161. Devadas, D. A cadaveric study on variations in branching pattern of external carotid artery / D. Devadas, M. Pillay, T. T. Sukumaran. – Text : direct // Anatomy & Cell Biology. – 2018. – Vol. 51, No. 4. – Pp. 225–231.

162. Development and growth of median structures in the human tongue: a histological study using human fetuses and adult cadavers / M. Yamamoto, Y. Hirota, G. Watanabe [et al.]. – Text : direct // *Anatomical Record (Hoboken)*. – 2024. – Vol. 307, No. 2. – Pp. 426–441.

163. Development of the fetal tongue between 14 and 26 weeks of gestation: in utero ultrasonographic measurements / R. Achiron, A. B. Arie, U. Gabbay [et al.]. – Text : direct // *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. – 1997. – Vol. 9, No. 1. – Pp. 39–41.

164. Different requirements for Wnt signaling in tongue myogenic subpopulations / Z. Zhong, H. Zhao, J. Mayo [et al.]. – Text : direct // *Journal of Dental Research*. – 2015. – Vol. 94, No. 3. – Pp. 421–429.

165. Do facial expressions develop before birth? / N. Reissland, B. Francis, J. Mason [et al.]. – Text : direct // *PLoS One*. – 2011. – Vol. 6. – P. e24081.

166. Embryonic, fetal and neonatal tongue myoblasts exhibit molecular heterogeneity in vitro / R. Kirsten, K. R. Dalrymple, C. F. Charles [et al.]. – Text : direct // *Differentiation*. – 2000. – Vol. 66. – Pp. 218–226.

167. Engel, R. Subglossopalatal membrane with associated cleft palate, cardiovascular, and neurologic anomalies / R. Engel, Y. Greenberg, A. Rozzelle. – Text : direct // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2022. – Vol. 33, No. 2. – Pp. 647–649.

168. Erika, C. Thyrolinguofacial trunk arising from the carotid bifurcation determined by cadaver dissection / C. Erika. – Text : direct // *Anatomical Science International*. – 2014. – Vol. 89. – Pp. 246–249.

169. Fetal cleft lip/palate surgery: end of a dream? / S. Ozturk, H. Karagoz, F. Zor [et al.]. – Text : direct // *Fetal and Pediatric Pathology*. – 2016. – Vol. 35, No. 4. – Pp. 277–281.

170. Fetal Micro and Macroglossia: Defining Normal Fetal Tongue Size / N. Koren, S. Shust-Barequet, T. Weissbach [et al.]. – Text : electronic // *Journal of Ultrasound in Medicine*. – 2022. – Vol. 48, No. 1. – URL: <https://colab.ws/articles/10.1002 %2Fjum.15983?ysclid=mr003hjssk775160308> (date of access: 28.01.2026).

171. Fetal tongue posture associated with micrognathia: an ultrasound marker of cleft secondary palate? / V. D'Ambrosio, F. Vena, L. Manganaro [et al.]. – Text : direct // *Journal of Clinical Ultrasound*. – 2020. – Vol. 48, No. 1. – Pp. 48–51.

172. Foetal surgery and cleft lip and palate: current status and new perspectives / N. A. Papadopoulos, M. A. Papadopoulos, L. Kovacs [et al.]. – Text : direct // *British Journal of Plastic Surgery*. – 2005. – Vol. 58, No. 5. – Pp. 593–607.

173. Galvao, A. First trimester ultrasound detection of fetal micrognathia / A. Galvao, G. Inocencio, M. Rodrigues. – Text : direct // *Acta Obstétrica e Ginecológica Portuguesa*. – 2015. – Vol. 9, No. 5. – Pp. 425–426.

174. Gilbert, S. F. *Developmental biology* / S. F. Gilbert. – [10th ed.]. – Sunderland, MA : Sinauer Associates, 2013. – 725 p. – Text : direct.

175. Haddock, N. T. Functional reconstruction of glossectomy defects: the vertical rectus abdominus myocutaneous neotongue / N. T. Haddock, M. D. DeLacure, P. B. Saadeh. – Text : direct // *Journal of Reconstructive Microsurgery*. – 2008. – Vol. 24, No. 5. – Pp. 343–350.

176. HDlive and 4D ultrasound in the assessment of fetal facial expressions / T. Hata, K. Kanenishi, U. Hanaoka [et al.]. – Text : direct // *Donald School Journal of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. – 2015. – Vol. 9. – Pp. 44–50.

177. Helwany, M. *Anatomy, Head and Neck, Palate* / M. Helwany, M. Rathee. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024. – Text : electronic. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557817/> (date of access: 28.01.2026).

178. Hernandez-Andrade, E. Visualization of fetal tongue circulation using Doppler ultrasound / E. Hernandez-Andrade, R. Romero. – Text : direct // *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. – 2020. – Vol. 55, No. 4. – Pp. 559–560.

179. How and why patterns of sexual dimorphism in human faces vary across the world / K. Kleisner, P. Tureček, S. C. Roberts [et al.]. – Text : direct // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, No. 1. – Art. 5978.

180. How to make a tongue: cellular and molecular regulation of muscle and connective tissue formation during mammalian tongue development /

M. T. Cobourne, S. Iseki, A. A. Birjandi [et al.]. – Text : direct // *Seminars in Cell & Developmental Biology*. – 2019. – Vol. 91. – Pp. 45–54.

181. Hutchinson, E. F. Morphometric growth relationships of the immature human mandible and tongue / E. F. Hutchinson, J. A. Kieser, B. Kramer. – Text : direct // *European Journal of Oral Sciences*. – 2014. – Vol. 122, No. 3. – Pp. 181–189.

182. Ichim, I. Tongue contractions during speech may have led to the development of the bony geometry of the chin following the evolution of human language: a mechanobiological hypothesis for the development of the human chin / I. Ichim, J. Kieser, M. Swain. – Text : direct // *Medical Hypotheses*. – 2007. – Vol. 69, No. 1. – Pp. 20–24.

183. Insertions of the striated muscles in the skin and mucosa: a histological study of fetuses and cadavers / J. H. Kim, G. Murakami, J. F. Rodríguez-Vázquez [et al.]. – Text : direct // *Anatomy & Cell Biology*. – 2024. – P. acb.24.048.

184. James, J. N. Prenatal counseling, ultrasound diagnosis, and the role of maternal-fetal medicine of the cleft lip and palate patient / J. N. James, D. W. Schlieder. – Text : direct // *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*. – 2016. – Vol. 28, No. 2. – Pp. 145–151.

185. Kesrouani, A. Repetitive nonpersistent protrusion of the tongue on prenatal ultrasound / A. Kesrouani, Y. AbdelKhalek, B. Nasr. – Text : direct // *Archives of Gynecology and Obstetrics*. – 2018. – Vol. 297, No. 3. – Pp. 807–808.

186. Kier, W. M. The biomechanics of movement in muscular-hydrostats / W. M. Kier, K. K. Smith. – Text : direct // *Biological Reviews*. – 1985. – Vol. 60, No. 4. – Pp. 469–512.

187. Kim, H. P. Automatic evaluation of fetal head biometry from ultrasound images using machine learning / H. P. Kim, S. M. Lee, S. Lee. – Text : direct // *Physiological Measurement*. – 2019. – Vol. 40, No. 6. – Article 065009.

188. Lam, L. Speech and swallowing following tongue cancer surgery and free flap reconstruction – a systematic review / L. Lam, N. Samman. – Text : direct // *Oral Oncology*. – 2013. – Vol. 49, No. 6. – Pp. 507–524.

189. Larsen, W. J. Human embryology / W. J. Larsen. – [3rd ed.]. – Churchill Livingstone, USA, 2001. – 575 p. – Text : direct.
190. Lettau, J. Anatomy, head and neck, lingual artery / J. Lettau, B. Bordoni. – Text : electronic // Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. – 2023. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554513/> (date of access: 28.08.2025).
191. Lopez-Teijon, M. Fetal facial expression in response to intravaginal music emission / M. Lopez-Teijon, A. Garcia-Faura, A. Prats-Galino. – Text : direct // Ultrasound. – 2015. – Vol. 23. – Pp. 216–223.
192. Lorenz, H. P. In utero surgery for cleft lip/palate: minimizing the «Ripple Effect» of scarring / H. P. Lorenz, M. T. Longaker. – Text : direct // Journal of Craniofacial Surgery. – 2003. – Vol. 14, No. 4. – Pp. 504–511.
193. Luedders, D. W. Fetal micrognathia: objective assessment and associated anomalies on prenatal sonogram / D. W. Luedders, M. K. Bohlmann, U. Germer. – Text : direct // Prenatal Diagnosis. – 2011. – Vol. 31. – Pp. 146–151.
194. Macé, P. Tongue-filled pharynx sign: new simple ultrasound clue to assess glossoptosis in Pierre Robin sequence / P. Macé, J.-P. Bault, E. Quarello. – Text : direct // Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. – 2022. – Vol. 59, No. 2. – Pp. 270–272.
195. Macleod, R. I. A morphometric study of age changes in the human lingual artery / R. I. Macleod, J. V. Soames. – Text : direct // Archives of Oral Biology. – 1988. – Vol. 33, No. 6. – Pp. 455–457.
196. Mak, A. S. L. Prenatal ultrasonography of craniofacial abnormalities / A. S. L. Mak, K. Y. Leung. – Text : direct // Ultrasonography. – 2019. – Vol. 38, No. 1. – Pp. 13–24.
197. Mangold, A. R. Diseases of the tongue / A. R. Mangold, R. R. Torgerson, R. S. Rogers III. – Text : direct // Clinics in Dermatology. – 2016. – Vol. 34, No. 4. – Pp. 458–469.
198. Mattern, C. The ultrastructure of the human circumvallate papilla. I. Cilia of the papillary crypt / C. Mattern, W. Daniel, R. Henkin. – Text : direct // Anatomical Record. – 1970. – Vol. 167, No. 2. – Pp. 175–182.

199. Maturation of human lingual papillae during second and third trimesters: a fetal histo-morphological study / R. Kumar, A. D. Souza, S. R. Kotian [et al.]. – Text : direct // *Journal of Morphological Sciences*. – 2017. – Vol. 34, No. 3. – Pp. 194–196.

200. May chin be considered a distinctive anatomical feature of a human skull? / V. N. Nikolenko, Yu. O. Zharikov, M. G. Zhdanovskaya [et al.]. – Text : direct // *Medical Hypotheses*. – 2024. – P. 111302.

201. McCrossan, S. Tongue reduction for macroglossia / S. McCrossan, S. Martin, C. Hill. – Text : direct // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2021. – Vol. 32, No. 5. – Pp. 1856–1859.

202. Messner, A. H. Ankyloglossia: incidence and associated feeding difficulties / A. H. Messner, M. L. Lalakea, J. S. Messner. – Text : direct // *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*. – 2000. – Vol. 126, No. 1. – Pp. 36–39.

203. Morphometric Analysis of Tongue in Individuals of European and African Ancestry / S. S. Marrocco, R. F. Sclafani, M. Castiglione [et al.]. – Text : direct // *Journal of Forensic Investigation*. – 2017. – Vol. 5, No. 2. – Pp. 38–44.

204. Morphometric development of the tongue in fetal cadavers / A. Dursun, Y. Kastamonu, D. Kacaroglu [et al.]. – Text : direct // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2020. – Vol. 42, No. 1. – Pp. 3–8.

205. Mu, L. Human tongue neuroanatomy: nerve supply and motor endplates / L. Mu, I. Sanders. – Text : direct // *Clinical Anatomy*. – 2010. – Vol. 23, No. 7. – Pp. 777–791.

206. Much Ado about Sleep: Current Concepts on Mechanisms and Predisposition to Pediatric Obstructive Sleep Apnea / A. L. Saint-Fleur, A. Christophides, P. Gummalla, C. Kier. – Text : direct // *Children (Basel)*. – 2021. – Vol. 8, No. 11. – Art. 1032.

207. Multidisciplinary rehabilitation in a case of congenital aglossia with situs inversus totalis / T. Tripathi, Neha, S. Gill [et al.]. – Text : direct // *International Journal of Orthodontia (Milwaukee)*. – 2015. – Vol. 26, No. 2. – Pp. 39–43.

208. Natsis, K. Superior thyroid artery origin in Caucasian Greeks: a new classification proposal and review of the literature / K. Natsis, M. Tzika, G. Totlis. –

Text : direct // Anatomical Science International. – 2011. – Vol. 86, No. 3. – Pp. 168–174.

209. Neonatal macroglossia: demographics, cost of care, and associated comorbidities / J. C. Simmonds, A. K. Patel, N. R. Mildenhall [et al.]. – Text : direct // Cleft Palate Craniofacial Journal. – 2018. – Vol. 55, No. 8. – Pp. 1122–1129.

210. Noncanonical Transforming Growth Factor β (TGF β) signaling in cranial neural crest cells causes tongue muscle developmental defects / J. Iwata, A. Suzuki, R. C. Pelikan [et al.]. – Text : direct // Journal of Biological Chemistry. – 2013. – Vol. 288, No. 41. – Pp. 29760–29770.

211. Paladini, D. Fetal micrognathia: almost always an ominous finding / D. Paladini. – Text : direct // Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. – 2010. – Vol. 35. – Pp. 377–384.

212. Parada, C. Mandible and tongue development / C. Parada, Y. Chai. – Text : direct // Current Topics in Developmental Biology. – 2015. – Vol. 115. – Pp. 31–58.

213. Parada, C. Molecular and cellular regulatory mechanisms of tongue myogenesis / C. Parada, D. Han, Y. Chai. – Text : direct // Journal of Dental Research. – 2012. – Vol. 91, No. 6. – Pp. 528–535.

214. Pathogenesis of cleft palate in Robin sequence: observations from prenatal magnetic resonance imaging / C. M. Resnick, J. A. Estroff, T. D. Kooiman [et al.]. – Text : direct // Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. – 2018. – Vol. 76, No. 5. – Pp. 1058–1064.

215. Prenatal development of neonatal vocalizations / D. Z. Narayanan, D. Y. Takahashi, L. M. Kelly [et al.]. – Text : direct // eLife. – 2022. – Vol. 11. – P. e78485.

216. Prenatal diagnosis of Pierre Robin sequence and its prognosis: a retrospective cohort study / C. Zhong, Z. Xie, H. Dong [et al.]. – Text : direct // American Journal of Perinatology. – 2024. – Vol. 41, Suppl. 1. – Pp. e1639–e1646.

217. Retzius, A. On formen of nordboernes cranier / A. Retzius // Forhandlinger vid de Skandinaviske Naturforskeres. – Kärnes, 1842. – 45 p. – Text : direct.

218. Role of fetal autopsy as a complementary tool to prenatal ultrasound / K. Godbole, V. Bhide, S. Nerune [et al.]. – Text : direct // *Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. – 2014. – Vol. 27, No. 16. – P. 1688–1692.

219. Ross, M. G. Fetal swallowing: relation to amniotic fluid regulation / M. G. Ross, M. J. Nijland. – Text : direct // *Clinical Obstetrics and Gynecology*. – 1997. – Vol. 40, No. 2. – Pp. 352–365.

220. Ross, C. F. Biomechanical and Cortical Control of Tongue Movements During Chewing and Swallowing / C. F. Ross, J. I. Suarez-Mata, K. Takahashi. – Text : direct // *Neurobiology of Infant Feeding and Swallowing*. – 2024. – Vol. 39. – Pp. 1–32.

221. Rossi, A. C. Correlation between fetal autopsy and prenatal diagnosis by ultrasound: a systematic review / A. C. Rossi, F. Prefumo. – Text : direct // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. – 2017. – Vol. 210. – Pp. 201–206.

222. Sakamoto, Y. Structural arrangement of the intrinsic muscles of the tongue and their relationships with the extrinsic muscles / Y. Sakamoto. – Text : direct // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2018. – Vol. 40. – Pp. 681–688.

223. Salim, I. Evaluation of automated tool for two-dimensional fetal biometry / I. Salim, X. P. Burgos Artizzu, D. Coronado Gutiérrez. – Text : direct // *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. – 2019. – Vol. 54, No. 5. – Pp. 650–654.

224. Sanders, I. The human tongue slows down to speak: muscle fibers of the human tongue / I. Sanders, L. Mu, A. Amirali. – Text : direct // *The Anatomical Record*. – 2013. – Vol. 296, No. 10. – Pp. 1615–1627.

225. Siebert, J. R. A morphometric study of normal and abnormal fetal to childhood tongue size / J. R. Siebert. – Text : direct // *Archives of Oral Biology*. – 1985. – Vol. 30, No. 5. – Pp. 433–440.

226. Siebert, J. R. Prenatal growth of the median face / J. R. Siebert, J. M. Opitz, J. F. Reynolds. – Text : direct // *American Journal of Medical Genetics*. – 1986. – Vol. 25. – Pp. 369–379.

227. Standring, S. Gray's anatomy / S. Standring. – [42nd ed.]. – Elsevier, 2020. – 2620 p. – Text : direct.

228. Teoh, M. First trimester diagnosis of micrognathia as a presentation of Pierre Robin syndrome / M. Teoh, S. Meagher. – Text : direct // *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. – 2003. – Vol. 21. – Pp. 616–618.

229. The ontogeny of Robin sequence / R. J. H. Logjes, C. C. Breugem, G. Van Haaften [et al.]. – Text : direct // *American Journal of Medical Genetics A*. – 2018. – Vol. 176, No. 6. – Pp. 1349–1368.

230. Toma, N. Anatomy of the ophthalmic artery: embryological consideration / N. Toma. – Text : direct // *Neurologia medico-chirurgica*. – 2016. – Vol. 56, No. 10. – Pp. 591–597.

231. Tongue development in stillborns autopsied at different gestational ages / L. S. Aguiar, G. R. Juliano, L. A. M. Silveira [et al.]. – Text : direct // *Jornal de Pediatria (Rio J.)*. – 2018. – Vol. 94, No. 6. – P. 616–623.

232. Tongue growth during prenatal development in Korean fetuses and embryos / S. J. Hong, B. G. Cha, Y. S. Kim [et al.]. – Text : direct // *Journal of Pathology and Translational Medicine*. – 2015. – Vol. 49, No. 6. – Pp. 497–510.

233. Tonni, G. Early prenatal diagnosis of orofacial clefts: evaluation of the retronasal triangle using a new three-dimensional reslicing technique / G. Tonni, G. Grisolia, W. Sepulveda. – Text : direct // *Fetal Diagnosis and Therapy*. – 2013. – Vol. 34, No. 1. – Pp. 31–37.

234. Topol, E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence / E. J. Topol. – Text : direct // *Nature Medicine*. – 2019. – Vol. 25, No. 1. – Pp. 44–56.

235. Touré, G. Anatomic study of tongue architecture based on fetal histological sections / G. Touré, C. Vacher. – Text : direct // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2006. – Vol. 28, No. 6. – Pp. 547–552.

236. Transvaginal sonographic measurement of fetal lingual width in early pregnancy / M. Bronshtein, E. Z. Zimmer, D. Tzidony [et al.]. – Text : direct // *Prenatal Diagnosis*. – 1998. – Vol. 18, No. 6. – Pp. 577–580.

237. Ultrasonic measurement of lingual artery and its application for midline glossectomy / C. Liu, J. Qin, D. Xing [et al.]. – Text : direct // *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. – 2020. – Vol. 129, No. 9. – Pp. 856–862.

238. Ultrasonographic evaluation of fetal face by 3D/4D sonography / G. Azumendi, I. Lausin, R. K. Pooh [et al.]. – Text : direct // *Donald School Journal of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. – 2008. – Vol. 2, No. 4. – Pp. 45–57.

239. Vos, F. I. Facial profile markers in second- and third-trimester fetuses with trisomy 18 / F. I. Vos, E. A. de Jong-Pleij, M. Bakker. – Text : direct // *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. – 2015. – Vol. 46, No. 1. – Pp. 66–72.

240. Walsh, J. Diagnosis and treatment of ankyloglossia in newborns and infants: a review / J. Walsh, D. Tunkel. – Text : direct // *JAMA Otolaryngology – Head & Neck Surgery*. – 2017. – Vol. 143, No. 10. – Pp. 1032–1039.

241. Witt, K. Anatomy of the tongue and taste buds / K. Witt, K. Reutter. – Text : direct // *Handbook of Olfaction and Gustation* / ed. R. L. Doty. – [3rd ed.]. – John Wiley & Sons, Inc., 2015. – Pp. 637–654.

242. Witt, M. Anatomy and development of the human taste system / M. Witt. – Text : direct // *Handbook of Clinical Neurology*. – 2019. – Vol. 164. – Pp. 147–171.

243. Witt, M. Embryonic and early fetal development of human taste buds: a transmission electron microscopical study / M. Witt, K. Reutter. – Text : direct // *Anatomical Record*. – 1996. – Vol. 246, No. 4. – Pp. 507–23

244. Witt, M. Scanning electron microscopical studies of developing gustatory papillae in humans / M. Witt, K. Reutter. – Text : direct // *Chemical Senses*. – 1997. – Vol. 22, No. 6. – Pp. 601–612.

245. Yamasaki, F. A description of the times of appearance and regression of marginal lingual papillae in human fetuses and newborns / F. Yamasaki, K. Takahashi. – Text : direct // *Anatomical Record*. – 1982. – Vol. 204, No. 2. – Pp. 171–173.

246. Zhang, C. The distribution and origin of keratin 20-containing taste buds in rat and human / C. Zhang, B. Oakley. – Text : direct // *Differentiation*. – 1996. – Vol. 61, No. 2. – Pp. 121–127.

247. Zhou, Z. Bifid tongue, congenital tongue tumor, and wide bilateral complete cleft palate / Z. Zhou, R. Chen, S. Guo. – Text : direct // Journal of Craniofacial Surgery. – 2021. – Vol. 32, No. 8. – Pp. e759–e761.