

А. В. Непрокина, Е. Д. Луцай

Оренбургский государственный медицинский университет, Россия

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ И СТРОЕНИИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА

УДК 611.716.4.013

Данное исследование представляет обзор литературы о развитии и строении нижней челюсти в промежуточном плодном периоде пренатального онтогенеза человека с 1971 по 2021 г.

Целью работы явился анализ современных представлений о развитии, строении и аномалиях нижней челюсти человека в пренатальный период онтогенеза. По данным литературы, этапы пренатального онтогенеза нижней челюсти сгруппированы с привязкой к основным ее анатомическим структурам: костная ткань, зубы, сосуды, нижнечелюстной нерв, окружающие ткани дна ротовой полости.

Аномалии нижней челюсти тесно связаны с нарушением ее онтогенеза в пренатальный период. Все основные аномалии нижней челюсти делятся на аномалии костной ткани, зубов и комбинированные. Наиболее часто наблюдаются сочетанные аномалии.

По данным литературы, золотым стандартом пренатального скрининга является ультразвуковой метод. Количество исследований с использованием методов прижизненной визуализации превалирует над морфологическими в 2,2 раза. Нижняя челюсть является предметом исследования как отечественных, так и зарубежных ученых в соотношении 45 и 55 % соответственно. Основная часть научных исследований отечественных и зарубежных авторов в основном связана с изучением строения нижней челюсти (50 %), пренатального онтогенеза нижней челюсти (28 %) и аномалий развития (22 %). Отечественные и зарубежные исследователи больше всего изучали форму, размеры, тип нижней челюсти. Пик опубликованных научных работ по вопросу развития и строения нижней челюсти приходится на период с 2001 по 2010 г.

Ключевые слова: нижняя челюсть, онтогенез, анатомия, аномалии, прижизненная визуализация.

A. V. Neprokina, E. D. Lutsay

ON THE ISSUE ABOUT THE DEVELOPMENT AND STRUCTURE OF THE LOWER JAW IN HUMAN PRENATAL ONTOGENESIS

This research presents a review of the literature about the development and structure of the lower jaw in the intermediate fetal period of the human prenatal ontogenesis for the period from 1971 to 2021.

The goal of this work was an analysis of the modern ideas about the development, structure and anomalies of the human lower jaw in the prenatal period of ontogenesis. According to the literature data the stages of prenatal ontogenesis of the lower jaw are grouped in connection with its main anatomical structures: bone tissue, teeth, vessels, mandibular nerve, surrounding tissues of the floor of oral cavity.

The anomalies of the lower jaw are closely associated with a violation of its ontogenesis in the prenatal period. All main anomalies of the lower jaw are divided into the pathology of bone tissue, teeth and combined. The concomitant lesions are most often observed.

According to the literature data, the ultrasound method is the gold standard of prenatal screening. The number of researches using the intravital imaging methods prevails over morphological by 2.2 times.

The lower jaw is the subject of research by both domestic and foreign scientists in the ratio of 45% and 55% respectively. The main part of scientific researches of domestic and foreign authors is mainly associated with the study of structure of the lower jaw (50%), the prenatal ontogenesis of the lower jaw (28%) and the anomalies of development (22%). Domestic and foreign researchers most of all studied the shape, size, type of the lower jaw. The peak of published scientific works on the issue about the development and structure of the lower jaw falls on the period from 2001 to 2010.

Key words: lower jaw, ontogenesis, anatomy, anomalies, intravital visualization.

Онтогенез нижней челюсти изучен и описан в классических трудах по эмбриологии [3, 9, 10, 30]. В настоящее время продолжают публиковаться работы по изучению ее развития в пренатальном онтогенезе. Интерес исследователей обусловлен, с одной стороны, ростом врожденных аномалий, с другой стороны, развитием методов диагностики; появлением высо-

котехнологичной стоматологической помощи и развитием внутриутробной хирургии.

Макро- и микроанатомия нижней челюсти описывается в трудах отечественных исследователей [5, 6, 8, 13, 18] и зарубежных авторов [34, 35, 39, 42].

Публикаций, посвященных пренатальному периоду онтогенеза, немного. Большая часть

этих работ об изучении нижней челюсти с помощью методов прижизненной визуализации [17, 33, 36, 45]. Публикации, посвященные морфологии нижней челюсти в пренатальном онтогенезе, являются единичными [16, 25, 31, 43] и практически отсутствуют с позиции комплексного анатомического подхода, который позволяет дать качественную и количественную характеристику нижней челюсти, ее взаимоотношений с окружающими тканями в промежуточном плодном периоде пренатального онтогенеза человека. Актуальность данных исследований обусловлена несколькими причинами. Во-первых, аномалии нижней челюсти являются маркерами комплексной врожденной патологии плода [1, 12, 14, 23, 40]. В связи с этим новые данные по анатомии нижней челюсти в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека обеспечивают возможность диагностики комбинированной врожденной патологии плода [2, 4, 7, 11, 21]. Во-вторых, новые морфологические данные расширят фундаментальные представления о строении нижней челюсти в пренатальном периоде онтогенеза и послужат основой для разработки современных методов лечения ее патологии. В-третьих, результаты исследований восполняют информацию, которая служит для формирования новых тенденций в медицине, заключающихся в персонализации подхода к диагностике и лечению, в том числе хирургическому, требуют анатомических сведений с учетом пола, возраста, индивидуальных различий плода [15, 20].

Целью исследования явился анализ современных представлений о развитии и строении нижней челюсти человека в пренатальный период онтогенеза, по данным литературы.

Данное исследование представляет из себя обзор литературы по выбранной теме. Сбор литературы производился в период с 1971 по 2021 г. Использовались опубликованные работы на русском и английском языках. Поиск публикаций на русском языке производился с применением баз данных Elibrary.ru, КиберЛенинка, Google scholar, на английском – с применением Google scholar, Pub Med в период с 1971 по 2021 г.

Стратегия электронного поиска на Pub Med включала ограничение по наличию поисковых слов в заголовке/резюме статей (Title/Abstract), наличие полного текста публикации в свободном доступе (Free full text), ограничение по виду «люди» (Humans). Критерием отбора статей было наличие проведенного оригинального клинического исследования или анализа существующих литературных данных. Были извлечены

публикации, посвященные онтогенезу, анатомии и аномалиям нижней челюсти плодов человека. Поиск по другим электронным базам данных производился по аналогичной стратегии.

Использованные поисковые запросы на русском языке включали: нижняя челюсть, плоды человека, онтогенез, развитие, анатомия, аномалии. Использованные поисковые запросы на английском языке включали: *mandible of human fetus*, *anomaly of mandible*. Было использовано эмпирическое и теоретическое обобщение данных.

Основные литературные источники описывают, что развитие нижней челюсти начинается с 3–4-й недели внутриутробного развития, когда в мезенхиме первой жаберной дуги происходит образование хрящевой закладки, парных нижнечелюстных отростков. Уже к 8-й недели происходит срастание нижнечелюстных отростков по средней линии и образование закладки для нижней челюсти [3, 9, 10, 30].

В зарубежной литературе много работ посвящено исследованию хряща Меккеля и появлению ядер окостенения в нижней челюсти, начиная с 7-й недели [38, 56, 59, 62]. Нижняя челюсть является смешанной костью. В ее закладке, кроме грубоволокнистой костной ткани, присутствует хрящевая и хондроидная ткань. Хрящ Меккеля участвует в образовании тела нижней челюсти и подвергается обратному развитию после завершения морфогенеза височно-нижнечелюстного сустава и сближению двух половин нижней челюсти по средней линии [26].

По данным Mañaczek-Kordowska A. и соавт., уже с 4-го по 9-й месяц жизни плода нижняя челюсть имеет костную трабекулярную структуру с четкими видимыми границами [50]. К рождению (38–40 недель) нижняя челюсть представляет собой парную кость, передние концы которой соединены волокнистым хрящом [10, 46, 47].

Ряд работ посвящено исследованию развития зубов в пренатальном онтогенезе. В 9–12 недель происходит образование закладок молочных зубов [8]. Исследователи дают разные сроки закладки постоянных зубов. И. Станек пишет, что на отростках зубной пластинки глубже места отщепления эмалевых органов молочных зубов в 11 недель внутриутробного периода образуются закладки постоянных зубов [30]. В. В. Гемонов, В. Л. Быков в своих работах указывают начало 5-го месяца (с 17-й недели) образование зачатков постоянных зубов в количестве 10 в каждой челюсти [3, 9].

Кроме фундаментальных исследований есть публикации современных авторов о развитии кровоснабжения челюсти у плодов [16, 50, 55]. В своей работе Е. Л. Жуков отмечает появление

микроциркуляции в области нижней челюсти в 9–10 недель, в 10–11 недель образование единичных сосудов в верхних центральных зонах зубных сосочков. К 16-й неделе нарастание сосудов по всем зонам зубных сосочков, прорастание по центральной линии на 63,0–69,3 % от высоты зубного сосочка [16]. В исследовании А. Mahaczek-Kordowska [50] установлено, что васкуляризация тела нижней челюсти с альвеолярным отростком происходит преимущественно из нижней альвеолярной артерии.

Исследований нижнечелюстного нерва и канала в пренатальном периоде единичны [37]. В конце 4-й недели внутриутробного периода происходит закладка ядра тройничного нерва в основании четвертого желудочка. На 4–5-й недели образование ствола тройничного нерва и Гассерова узла. К 6-й неделе формируется нижнечелюстной нерв, который в дальнейшем дает разветвления на 8 неделе пренатального периода. Таким образом, основные этапы онтогенеза нижней челюсти можно представить в табл. 1.

Таблица 1

Сроки пренатального онтогенеза нижней челюсти

№	Структуры нижней челюсти	Пренатальный период			
		эмбриональный		фетальный	
		срок	процесс	срок	процесс
1	Костная ткань	3–4-я неделя	В мезенхиме первой жаберной дуги образование хрящевой закладки, парных нижнечелюстных отростков.	10-я неделя	Формирование нижней челюсти: развитие костной ткани из остеогенных островков мезенхимы.
		4–5-я неделя	Разрастание в мандибулярных отростках пластинки гиалинового хряща (меккелева) от уха до участка слияния отростка.	8–12-я неделя	Незначительный рост тела нижней челюсти.
		6-я неделя	Формирование уплотнения мезенхимы в средней трети меккелева хряща на латеральной поверхности.	112-я неделя	Соединение нижней челюсти с чешуей височной кости и образование височно-нижнечелюстного сустава.
		7-я неделя	Появление остеогенных островков в области уплотнения меккелева хряща, начало развития костной ткани кпереди и кзади;	20–29 неделя	Разрушение и рассасывание хряща Меккеля, замещение костной тканью.
		5,5–8-я неделя	Срастание нижнечелюстных отростков по средней линии и образование закладки для нижней челюсти.	36–38 неделя	Появление подбородочных косточек в числе 4–6, срастание их с челюстью и между собой.
2	Зубы	6–7-я неделя	Врастание в мезенхиму десневой области денто-гингивальная полоска.	9–12-я неделя	Обособление зубных зачатков (эмалевого органа, зубного сосочка, зубного мешочка).
		8-я неделя	Образование узловатых скоплений эпителиальных клеток – эмалевые узлы.	9–10-я неделя	Образование эмалевого органа молочных зубов.
				11–17-я неделя	Образование закладок постоянных зубов в количестве 10.

№	Структуры нижней челюсти	Пrenатальный период			
		эмбриональный		фетальный	
		срок	процесс	срок	процесс
				12–16-я неделя	Дифференцировка зубных зачатков: появление пульпы, энамелобластов, преодонтобластов. Зубная пластинка прорастает мезенхимой и частично рассасывается.
				16–40-я неделя	Гистогенез тканей зуба: образование дентина, эмали
3	Сосуды	3-я неделя	Образование вентральных аорт.	9–10-я неделя	Появление микроциркуляции в области нижней челюсти.
		конец 4-й недели	Образование 6 примитивных аортальных дуг, предназначенных для кровоснабжения жаберных дуг.	10–11 неделя	Образование единичных сосудов в верхних центральных зонах зубных сосочков.
		конец 5-й недели	Начало функционирования первичной системы кровообращения эмбриона.	12–16-я неделя	Наращение сосудов по всем зонам зубных сосочков в центральных средних и нижних зонах.
		6-я неделя	Дегенерация части аортальных дуг и дорсальных аорт и развитие крупных артерий. Появление дорсальных межсегментарных артерий. Появление <i>vv. capitis</i> .	16–40 неделя	Структурное перераспределение кровообращения: васкуляризация под ондобластических областей
		7–8-я неделя	Первая пара аортальных дуг дает начало челюстным, лицевым и височным артериям.		
4	Нижнечелюстной нерв	Конец 4-й недели	Закладка ядра тройничного нерва в основании четвертого желудочка.		
		4–5-я неделя	Выход ствола нерва латерально из заднего мозгового пузыря, образование полулунного узла (Гассера).		
		5-я неделя	Образование трех ветвей, в том числе нижнечелюстной ветви тройничного нерва, иннервирующей первую жаберную дугу, эпителий полости рта.		
		6–8 неделя	Образование мелких ветвей нижнечелюстного нерва		
5	Мягкие ткани дна ротовой полости	3–4-я неделя	В мезенхиме первой жаберной дуги образование образования закладки поперечно-полосатой мышцы. Образование однослойного эпителия полости рта.	8–12-я неделя	Появление в собственной пластике слизистой полости рта коллагеновых волокон и капилляров.

№	Структуры нижней челюсти	Пrenатальный период			
		эмбриональный		фетальный	
		срок	процесс	срок	процесс
		4-я неделя	Образование непарного язычного бугорка между концами 1-й и 2-й пары жаберных дуг	9–12-я неделя	Образование мелких слюнных желез
		5–6-я неделя	Образование боковых язычных бугорков на внутренней поверхности 1 жаберной дуги. Образование двуслойного эпителия полости рта.	10–12-я неделя	Образование многослойного эпителия полости рта.
		6–8-я неделя	В собственной пластинке слизистой оболочки полости рта, берущей начало из эктоmezенхимы, в соединительной ткани появляются ретикулярные волокна	13–20-я неделя	Пласт эпителия приобретает толщину и начинает подразделяться на слои.
		7-я неделя	Срастание бугорков в единый орган язык	17–20-я неделя	Появление эластических волокон.
		7–8-я неделя	Появление полосы эпителиального утолщения по краям первичного ротового отверстия (лабиолингвальная полоска). Образование в ней впадинки в виде желобка, из которого образуется преддверие рта.		
		5–8-я неделя	Образование закладок крупных слюнных желез.		

Все публикации о нижней челюсти в пренатальном онтогенезе можно разделить на две группы. Первая – посвящена этапам развития нижней челюсти в пренатальном периоде. Вторая – рассматривает вопросы строения нижней челюсти у плодов.

В историческом аспекте первые характеристики нижней челюсти приходятся на 90-е годы. В 1983 г. V. M. Diewert в своей работе показал, что у плодов сроком 9–10 недель превалирует интенсивный рост черепа в сагиттальной плоскости, в результате которого скорость роста черепа в высоту преобладает над скоростью роста его в ширину, а также установил, что в эти сроки скорость роста нижней челюсти увеличивается больше, чем скорость роста носовой и верхне-челюстной областей [41].

И. Я. Лагодская (1991 г.) выполнила количественную оценку изменчивости анатомических структур лица у новорожденных и плодов с некоторыми синдромами множественных пороков развития. Автор использовал антропомет-

рию мягких тканей, исследовал особенности строения костей, соотношение компонентов костей хрящей и мягких тканей при наследственных генетических синдромах Дауна, Эдвардса, Патау, анэнцефалии [19].

С. А. Mandarim-de-Lacerda (1992 г.) в своем исследовании выявил, что во II и III триместре тело нижней челюсти растет более интенсивно, чем ветвь как по длине, так и по высоте. Наибольшая скорость роста обнаружена у симфиза по высоте. Автор выявил преобладание темпов роста размеров с левой стороны над правой [52]. Vareggi R. с коллегами (1995 г.) изучали нижнюю челюсть у плодов в первом триместре. Они пришли к выводу, что ветвь нижней челюсти росла относительно быстрее, чем тело, как в длину, так и в высоту, наибольшая скорость была обнаружена для высоты ветви [35]. A. Mañaczek-Kordowska (1995 г.) приводит данные об отсутствии половых различий и о медленном, постоянном, последовательном росте нижней челюсти до 7-го месяца

внутриутробного развития с последующим замедлением [50]. D. Rotten с коллегами исследовали нижний лицевой угол у здоровых плодов и с синдромом Дауна на сроке 18–28 недель. Он пришел к выводу, что у нормальных плодов отношение ширины нижней челюсти к ширине верхней челюсти было постоянным в течение исследуемого временного интервала [58].

Отечественные исследования, посвященные вопросам краниометрии плода, единичны. С. В. Соловьев (2004 г.), проведя исследование черепного индекса у 10 плодов в возрасте 4–4,5 месяцев, выявил, что среди плодов преобладают мезоцефалы, составляя 50 %, а частота встречаемости долихоцефалов и брахиоцефалов составила по 25 % [27]. Е. Л. Жуков (2004 г.) исследовал особенности формирования кровоснабжения молочных одно- и многокорневых зубов нижней челюсти человека в период внутриутробного развития [16]. М. Y. Tsai (2004 г.) проводил исследование 183 плодов с помощью 3Д УЗИ. Было выявлено постепенное уменьшение соотношения бипариетального расстояния к длине тела нижней челюсти с наступлением гестационного возраста, что говорит о непропорциональном росте головы и подбора плода [60].

М. А. Malas с соавторами (2006 г.) изучал 161 плод (83 мужских и 78 женских) с 9 до 40 недели гестации. Плоды были разделены на 4 группы по триместрам и 38–40 недель. Вычисляли кранио-лицевые параметры, угол нижней челюсти, сагиттальную длину основания нижней челюсти. Они пришли к выводу об отсутствии половых различий по всем исследуемым параметрам. Угол нижней челюсти существенно не менялся в течение всего периода беременности. Высота ветви увеличивалась больше, чем длина тела нижней челюсти в I и II триместрах, в то время как в III триместре они увеличивались одинаково [51].

В 2007 г. была представлена комплексная работа N. M. Roelfsema по трехмерному ультразвуковому исследованию анатомии краниофациальной области плода. В срок 20 недель ширина альвеолярной дуги составила в 20 недель ($20,46 \pm 1,59$) мм, значение угловой ширины нижней челюсти – ($23,16 \pm 1,39$) мм [57]. J. Wozniak с коллегами (2010 г.) провели антропометрическое исследование черепа в целом и нижней челюсти у 112 плодов обоих полов в сроки 4–7 месяцев внутриутробного развития. В результате исследования была получена количественная характеристика ряда параметров. В частности, было установлено, что ширина ветви нижней челюсти у плодов 4–7-го месяца

внутриутробной жизни составляет 5,4–7,8 мм справа и 5,8–8,0 мм слева. Установлено, что скорость роста анализируемых параметров была наибольшей в сроки 4–5 месяцев [61]. N. V. Hermann с другими исследователями (2010 г.), проведя трехмерное ультразвуковое исследование датских плодов в сроки 11–26 недель беременности, установили, что высота ветви нижней челюсти увеличивается с ($2,7 \pm 1,2$) мм в 11 недель до ($12,3 \pm 1,3$) мм в 26 недель [44].

М. Minier с соавторами (2014 г.) исследовали 81 плод после смерти с помощью многослойной компьютерной томографии. Были проведены измерения длины бедренной кости, шести расстояний и углов нижней челюсти. Измерения нижней челюсти показали корреляцию, аналогичную корреляции длины бедренной кости. Исследователи приходят к выводу, что параметры нижней челюсти можно использовать для оценки возраста плода на момент смерти [53]. В. Г. Смирнов, О. О. Янушевич (2014 г.) говорят о замедлении роста нижней челюсти на 2–3-м месяце и ускорении роста на 4-м месяце пренатального периода. Исследователи приходят к выводу, что развитие и рост нижней челюсти в позднем пренатальном и раннем постнатальном периодах проявляется в постепенном изменении размеров, формы и пространственных взаимоотношений. По их классификации челюсти растут по соматическому типу: более равномерно и длительно до зрелого возраста с ускорением в пубертатном периоде [26]. В постнатальном периоде один из основных факторов, влияющих на развитие нижней челюсти, – это процесс прорезывания зубов и развитие мышц. Также следует отметить, что изменения в симфизе – замещения хрящевой ткани на костную и срастание нижней челюсти в единую кость происходит, по мнению исследователей, в 2–2,5 года [26].

Исследование Ж. В. Сенниковой (2015 г.) выполнено на материале 67 плодов человека мужского и женского пола в возрасте от 15-й до 21 недели беременности. Она изучала несколько параметров нижней челюсти: проекционную длину, угловую ширину, толщину, высоту ветвей. Проекционная длина нижней челюсти от углов в 15–17 недель равнялась – ($11,06 \pm 0,47$) мм, в 18–19 недель – ($14,93 \pm 0,33$) мм (интенсивность прироста – 29,79 %), в 20–21 неделе – ($17,42 \pm 0,43$) мм (интенсивность прироста – 15,39 %). Общая интенсивность прироста данного показателя за изучаемый период составила 44,67 %, что, по мнению автора, говорит о доминантном росте нижнечелюстной области по отношению к носовой и верхнече-

люстной областям [25]. Y. Kastamoni с группой исследователей в 2020 г. изучал нижние челюсти 35 плодов в возрасте 21–40 недель беременности. По всем параметрам не было выявлено существенных гендерных различий, не обнаружено достоверной разницы между правыми и левыми измерениями. Они установили, что угол нижней челюсти уменьшался со II до III триместра и увеличивался с III триместра до родов [47].

В литературе встречается много работ, посвященных описанию аномалий развития нижней челюсти как отдельной структуры, так и при комплексных врожденных порока [1, 12, 14, 45]. Количество публикаций по этой теме в пренатальный период больше, чем постнатальный в 2,4 раза.

Основные встречающиеся аномалии представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные аномалии нижней челюсти

№	Структура нижней челюсти	Аномалии	Характеристика
1	Костная ткань	Срединное рассечение нижней челюсти	Причина – несоединение друг с другом правой и левой нижнечелюстной дуги
		Макростомия – поперечная расщелина лица	Формирование необычно большой ротовой щели. Причина – несращение максиллярных и мандибулярных отростков в их латеральных участках
		Микростомия	Небольшая ротовая щель. Причина – избыточное сращение латеральных зон максиллярных и мандибулярных отростков
		Микрогенения	Нарушение роста нижней челюсти – отставание в развитии. Входит в состав различных синдромов, комбинированных аномалий, часто встречается при скелетных дисплазиях и хромосомных аномалиях
2	Зубы	Неправильное отложение твердых веществ	Дефекты обызвествления (постнатальный период)
		Неправильная форма отдельных зубов	Нарушения в строении оболочки корня (постнатальный период)
		Отклонение в количестве зубов. Адентия полная или частичная	Образование дополнительных зубов или отсутствие зубов до полного беззубия
		Неправильное расположение зубов в челюсти	От изменения расстояния между зубами до необычного расположения, например, у основания десны на ее губной поверхности
		Макро- и микродонтия	Нарушения, связанные с образованием слишком крупных или мелких зубов.
		Нарушение прорезывания зубов	Раннее, позднее и неполное прорезывание. Часто связано с эндокринной патологией
3	Комбинированная патология	Отоцефалия	Дефект первой жаберной дуги. Выраженная гипоплазия или отсутствие нижней челюсти, сближение височных костей, резкое смещение ушных раковин, иногда голопроэнцефалия, <i>situs inversus</i> , висцеральные аномалии
		Синдром Гольденхара	Это наследственное заболевание окулоаурикуловертебральной области, то есть поражение структур, исходящих из первой и второй жаберных дуг. Синдром Гольденхара проявляется в виде внешних аномалий. При нем наблюдается в разном сочетании: <ul style="list-style-type: none"> • деформация ушных раковин, сужение слухового прохода или наличие фистул; • недоразвития нижней челюсти; • асимметрия лица; • разнообразные аномалии глаз и век; • шейные позвонки срастаются с затылком или между собой;

№	Структура нижней челюсти	Аномалии	Характеристика
			<ul style="list-style-type: none"> • расщелины нёба, раздвоение; • нарушение роста зубов; • нередко умственная отсталость
		Синдром Тричера Коллинза – Франческетти	<p>Генетическое заболевание с нарушением развития костной ткани. Симптомы проявляются в разной степени:</p> <ul style="list-style-type: none"> • колобома века (отсутствие части нижнего или верхнего века), врожденная катаракта, микрофтальм, парез мышц, ответственных за движение глаза; • в челюстно-лицевой системе наблюдается недоразвитие скуловой кости, верхне- и нижнечелюстной, иногда волчья пасть; • аномалии зубов, гипоплазия нижней части лица; • поражения крупных кровеносных стволов, сердца; • отставание в развитии, внутренняя гидроцефалия
		Синдром Робена	<p>Врождённый порок челюстно-лицевой области, характеризующийся тремя основными клиническими признаками: недоразвитием нижней челюсти (микрогенией), глоссоптозом (недоразвитием и западанием языка) и наличием расщелины нёба</p>

Изолированные аномалии нижней челюсти встречаются крайне редко [49, 54]. Чаще они выявляются в составе комбинированной патологии, которая может приводить к летальному исходу [1, 23, 31, 48]. По данным М. В. Медведева, частота хромосомных аномалий при наличии у плода микрогении составила 71,4 %. Изолированные пороки нижней челюсти труднее диагностировать. Их выявление, по мнению Медведева, должно служить поводом к более тщательному обследованию плода, т. к. часто бывает неблагоприятным прогнозом для жизни и здоровья плода [22].

В формировании современных представлений о развитии и аномалиях нижней челюсти важную роль играют методы прижизненной визуализации. Все публикации, посвященные пренатальному онтогенезу нижней челюсти плода в зависимости от методов исследования, делятся на две группы. Первая группа описывает секционный материал с использованием морфологических методов, вторая – с помощью методов прижизненной диагностики. Количество исследований с использованием методов прижизненной визуализации в 2,2 раза больше и составляет 69 %. К методам прижизненной визуализации, используемым в акушерстве, относят ультразвуковое исследование и магнитно-резонансную фетометрию. В 1958 г. впервые при помощи ультразвукового исследования определен размер головки плода, что положило

начало применению ультразвука в акушерстве. Эпоха современного ультразвукового исследования началась в США в 1963 г. С тех пор этот метод активно применяется в медицине других государств. В советской медицине ультразвуковое исследование появляется в конце 1980-х гг. [32] Этот метод пренатальной диагностики в акушерстве называют «золотым стандартом». К его достоинствам относят: высокую диагностическую точность, доступность, неинвазивность, отсутствие противопоказаний, возможность динамического мониторинга состояния плода. Есть недостатки: малоинформативность при редкой патологии плода, неинформативное положение плода во время исследования, изменения в организме беременной, затрудняющие исследования: маловодие, спайки в области сканирования, ожирение, рубцы на передней брюшной стенке [11, 15, 21, 22].

В этих случаях необходимо более точное исследование – магнитно-резонансная фетометрия (современный метод лучевой диагностики). Явление ядерно-магнитного резонанса, открытое в 1938 г., используется в медицине с 1973 г. в магнитно-резонансной томографии. Первые сообщения о клиническом использовании этого метода в пренатальной диагностике относятся к концу прошлого и началу текущего столетия [17, 29, 36]. А. Е. Солопова с соавторами указывают на то, что магнитно-резонансная томография в комплексной пренатальной диа-

гностики аномалий развития плода является высокоинформативным методом, позволяющим уточнить и дополнить результаты ультразвукового исследования [28]. Плюсы: отсутствие ионизирующего излучения, эффекта канцеро- и мутагенеза, что определяет безопасность применения у беременных; возможность реконструкций, высокая точность диагностики. Нет необходимости в седации плода и иммобилизации при исследовании. Данные магнитно-резонансной томографии могут подтвердить, дополнить, скорректировать результаты пренатального ультразвукового исследования. Несмотря на большое количество преимуществ, у этого метода есть существенный недостаток – невозможность его применения при наличии в теле металлических предметов. В последние годы магнитно-резонансная фетометрия доказала свою эффективность в диагностике комплексных аномалий плода. Чувствительность данного метода в диагностике врожденных пороков развития плода составляет 96,7 %, специфичность достигает 100 %, в 46,2 % случаев результаты томографических исследований совпадают с результатами ультразвукового сканирования, а в 16,2 % случаев томография дополняет данные ультразвукового исследования [28].

Представляет интерес соотношение количества публикаций, посвященных разным методам прижизненной визуализации в акушерстве. Количество публикаций об ультразвуковом исследовании плодов преобладает над количеством работ с описанием томографии плода в 4,6 раз.

У отечественных исследователей в 3,5 раза меньше работ, посвященных магнитно-резонансной фетометрии, чем у зарубежных и почти незначительная разница в количестве исследований с помощью ультразвукового исследования 46 и 54 % соответственно.

Таким образом, проведен анализ 198 источников литературы, опубликованных с 1971 г. по настоящее время. Были выделены две группы: отечественные и зарубежные публикации, а также произведена их разбивка на десятилетние периоды (1971–1980, 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010, 2011–2020 гг.).

Количество публикаций, посвященных развитию и строению нижней челюсти человека в пренатальном периоде незначительно преобладает в зарубежной литературе над отечественной и составляет 55 и 45 % соответственно. Все публикации отечественных и зарубежных исследователей в зависимости от содержания можно разделить на 3 группы (см. рис.).



Рис. Количество публикаций по содержанию за 50 лет (в %)

Наибольшее количество составляют работы, посвященные описанию анатомии нижней челюсти (форма, размеры, тип), – 57 % от общего

количества. На втором месте – работы, посвященные описанию внутренней структуры нижней челюсти (по 17%). На третьем месте – публикации

об изучении зубов (15 %). Есть различия при изучении структур нижней челюсти в исследованиях, посвященных пренатальному онтогенезу у отечественных и зарубежных авторов. В отечественной литературе преобладает количество работ, посвященных исследованию зубов и сосудов нижней челюсти, в 3,5 и в 4,5 раза соответственно.

Зарубежные исследователи больше исследуют внутреннюю структуру и отверстия нижней челюсти в 2,2 и 6 раз соответственно.

Таким образом, за последние 50 лет в отечественной и зарубежной литературе наблюдается рост количества публикаций по нижней челюсти до 2010 г. в 2,75 и 7,6 раз соответственно. Наибольший интерес исследователи проявляют к этой теме с 2001 по 2010 г. (16,5 и 19 %). В последнее десятилетие наблюдается снижение публикативной активности. Минимальное количество публикаций как в отечественной, так и в зарубежной литературе приходится на период с 1981 по 1990 г. (2 и 3 %) соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У плодов нижняя челюсть закладывается и активно развивается с 3 недель внутриутробного развития и до момента рождения. На протяжении всего этого периода происходит формирование закладок зубов, нижнечелюстного нерва, сосудов.

По данным литературы, проекционная длина нижней челюсти от углов в 15–17 недель равнялась ($11,06 \pm 0,47$) мм, в 18–19 недель – ($14,93 \pm 0,33$) мм (интенсивность прироста 29,79 %), в 20–21 неделю – ($17,42 \pm 0,43$) мм (интенсивность прироста – 15,39 %) [25]. Аномалии нижней челюсти тесно связаны с нарушением ее онтогенеза в пренатальный период. Наиболее часто наблюдаются сочетанные аномалии. Все сведения о строении и развитии нижней челюсти плодов человека на протяжении всего исследуемого периода получены с помощью морфологических методов и методов прижизненной визуализации. Из методов прижизненной визуализации чаще применяется ультразвуковое исследование в связи с его безопасностью и доступностью.

Нижняя челюсть является предметом исследования как отечественных, так и зарубежных ученых примерно в одинаковом соотношении – 45 и 55 % соответственно.

Пик публикативной активности приходится на период с 2001 по 2010 г. Наибольшая часть работ описывает ее анатомическое строение (форму, размеры, углы).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алтынник, Н. А.** Пренатальная ультразвуковая диагностика редких летальных комплексов на примере четырех случаев и обзор литературы / Н. А. Алтынник, М. В. Кубрина. – Текст : непосредственный // Пренатальная диагностика. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 27 – 34.
2. Коррекция патологии плода методами внутриутробной хирургии / Н. В. Башмакова [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Росздравнадзора. – 2016. – № 3. – С. 19 – 26.
3. **Быков, В. Л.** Гистология и эмбриология органов полости рта человека / В. Л. Быков. – Санкт-Петербург : Спец. лит., 1999. – 246 с. – Текст : непосредственный.
4. **Воеводин, С. М.** Значение 3D/4D эхографии в I триместре для профилактики рождения детей с пороками развития / С. М. Воеводин. – Текст : непосредственный // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2015. – Т. 5, № 1. – С. 74 – 75.
5. Клинико-анатомические особенности нижней челюсти для применения экзоскелета / А. А. Воробьев, К. А. Саргсян, Ф. А. Андрущенко, [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский медико-биологический вестник им. И. П. Павлова. – 2016. – Т. 24, № S2. – С. 37 – 38.
6. Клиническая анатомия и оперативная хирургия головы и шеи : учебное пособие для студентов 1–2 курсов стоматологических факультетов. / А. А. Воробьев, А. Г. Коневский, С. В. Дмитриенко, А. И. Краюшкин. – Санкт-Петербург : ЭЛБИ-СПб, 2008. – 256 с. – Текст : непосредственный.
7. Косметологическая анатомия лица / А. А. Воробьев, Н. А. Чигрова, И. О. Пылаева, Е. А. Барина. – Санкт-Петербург : ЭЛБИ-СПб, 2017. – 374 с. – Текст : непосредственный.
8. **Гемонов, В. В.** Вопросы морфогенеза зубов человека в процессе их эмбрионального развития / В. В. Гемонов. – Текст : непосредственный // Стоматология. 1999. – № 1. – С. 12 – 15.
9. **Гемонов, В. В.** Развитие и строение органов ротовой полости и зубов / В. В. Гемонов, Э. Н. Лаврова, Л. И. Фалин. – Москва : ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. – 256 с. – Текст : непосредственный.
10. **Гладилин, А. Ю.** Морфология нижней челюсти человека / А. Ю. Гладилин. – Саратов : Изд-во Саратовского медицинского университета им. В. И. Разумовского, 2012. – 200 с. – Текст : непосредственный.
11. Новые диагностические возможности антенатального фетального монитора отечественного производства / В. Н. Демидов, М. А. Воронкова, К. Г. Вахтеркина, А. В. Демидов. – Текст : непосредственный // Акушерство и гинекология. – 2018. – № 8. – С. 143 – 151.
12. Атлас аномалий и деформаций челюстно-лицевой области / С. В. Дмитриенко, А. И. Краюшкин, А. А. Воробьев, О. Л. Фомина. – Москва : Медицинская книга, 2006. – 95 с. – Текст : непосредственный.

13. **Дмитриенко С. В.** Зубочелюстные сегменты в структуре краниофациального комплекса / С. В. Дмитриенко, А. А. Воробьев, Е. Ю. Ефимова. – Москва : Изд-во медицинская книга, 2010. – 131 с. – Текст : непосредственный.
14. **Дмитриенко, С. В.** Морфологические особенности челюстно-лицевой области при аномалиях и деформациях и методы их диагностики: учебное пособие для студентов I–V курсов стоматологического факультета, обучающихся по специальности 040400-стоматология и системы послеузовского проф. мед. образования врачей-стоматологов / С. В. Дмитриенко, А. А. Воробьев, А. И. Краюшкин. – Санкт-Петербург : ЭЛБИ-Санкт-Петербург, 2009. – 136 с. – Текст : непосредственный.
15. Анатомические основы оптимизации ультразвуковых скрининговых исследований в перинатологии / Л. М. Железнов, О. А. Леванова, С. А. Никифорова, С. А. Саренко. – Текст : непосредственный // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2018. – Т. 7, № 4. – С. 20–26.
16. **Жуков Е. Л.** Особенности формирования кровоснабжения зубов человека / Е. Л. Жуков. – Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2003. – № 8. – С. 93.
17. **Коростышевская, А. М.** Магнитно-резонансная томография плода – новый неинвазивный метод диагностики внутриутробной патологии / А. М. Коростышевская. – Текст : непосредственный // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. – 2009. – № 3. – С. 86 – 92.
18. Нормальная анатомия головы и шеи : учебник / А. И. Краюшкин, С. В. Дмитриенко, А. А. Воробьев [и др.]. – Москва : Медицинская книга, 2012. – 288 с. – Текст : непосредственный.
19. **Лагодская, И. Я.** Значение костей и мягких тканей в формировании внешних клинико-морфодогических признаков лица / И. Я. Лагодская. – Текст : непосредственный // Проблемы конституции в медицине : тез. докл. – Гродно, 1990. – С. 76.
20. **Лященко, Д. Н.** Фетальная анатомия и топография человека в 21 веке: текущее состояние, особенности и перспективы развития / Д. Н. Лященко. – Текст : непосредственный // Матер. XIV международ. конгресса по репродуктивной медицине. – 2020. – С. 107 – 108.
21. Значение ультразвукового исследования в ранней диагностике пороков развития плода / О. Л. Мальмберг [и др.]. – Текст : непосредственный // Акушерство и гинекология. – 2007. – № 3. – С. 18 – 21.
22. **Медведев, М. В.** Нормальная ультразвуковая анатомия плода / М. В. Медведев, Н. А. Алтынник. – Москва : Реал Тайм, 2008. – 152 с. – Текст : непосредственный.
23. Антенатальная диагностика и тактика при пороках плода и новорожденного. / Т. К. Немилова, Д. В. Воронин, А. В. Михайлов, [и др.]. – Текст : непосредственный – Санкт-Петербург : Издательский дом СПМАПО, 2002. – С. 24 – 27.
24. **Полякова, В. А.** Внутриматочная коррекция пороков развития плода / В. А. Полякова, Е. С. Ральченко // Медицинская наука и образование Урала. – 2012. – № 3. – С. 128 – 129.
25. **Сенникова, Ж. В.** Морфометрическая характеристика нижней челюсти в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека / Ж. В. Сенникова, Л. М. Железнов. – Текст : электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – URL : <http://www.science-education.ru/12821835/flaTa> обращения: 28.09.2015)
26. **Смирнов, В. Г.** Клинико-морфологические параллели в строении челюстей / В. Г. Смирнов, О. О. Янушевич. – Текст : непосредственный // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – № 2. – С. 12 – 16.
27. **Соловьев, С. В.** Сравнительный анализ размеров черепа в возрастном аспекте / С. В. Соловьев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 1. – С. 116.
28. Магнитно-резонансная томография в комплексной пренатальной диагностике аномалий развития плода / А. Е. Солопова, В. Е. Сеницын [и др.]. – Текст : непосредственный // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2008. – № 2 (2). – С. 254 – 259.
29. **Солопова, А. Е.** МР-фетогграфия: новые возможности исследования плода / А. Е. Солопова, В. Е. Сеницын, С. К. Терновой. – Текст : непосредственный // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2011. – № 4. – С. 45 – 51.
30. **Станек, И.** Эмбриология человека / И. Станек. – Братислава : Издательство Словацкой академии наук. – 1977. – 442 с. – Текст : непосредственный.
31. **Чернова, М. А.** Патологоанатомическое исследование плодов после прерывания беременности плодом с установленным наследственным заболеванием или наличием врожденного порока развития / М. А. Чернова, К. С. Лоскутова, А. Н. Ноговицына [и др.]. – Текст : непосредственный // Якутский медицинский журнал. – 2015. – № 2 (50). – С. 19 – 21.
32. **Юдина, Е. В.** Основы пренатальной диагностики / Под ред. Е. В. Юдиной, М. В. Медведева. – Москва : РАВУЗДПГ, Реальное время, 2002. – 184 с. – Текст : непосредственный.
33. **Юсупов, К. Ф.** Ультразвуковая диагностика или МРТ плода? / К. Ф. Юсупов, М. М. Ибатуллин, Л. П. Майкова. – Текст : непосредственный // Ультразвуковая и функциональная диагностика, 2015. – № 5S. – С. 198.
34. **Andresen, C.** Fetal face: the whole picture / C. Andresen, A. Matias, E. Merz. – Text (visual) : unmediated // *Ultraschall Med.* – 2012. – № 33 (5). – P. 431 – 440.
35. **Bareggi, R.** Mandibular growth rates in human fetal development / R. Bareggi [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Arch Oral Biol.* – 1995. – № 40 (2). – P. 119 – 125.
36. **Bekker, M. N.** The role of magnetic resonance imaging in prenatal diagnosis of fetal anomalies / M. N. Bekker., J. M. van Vugt. – Text (visual) : un-

- mediated // *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* – 2001. – № 96 (2). – P. 173 – 178.
37. **Bollobás, E.** Embryonic development of the mandibular canal / E. Bollobás. – Text (visual) : unmediated // *Acta Morphol Acad Sci Hung.* – 1982. – № 30 (3–4). – P. 233 – 239.
38. The first appearance of Meckel's cartilage in the fetus / C. Bontemps [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol.* – 2001. – № 43 (3). – P. 94 – 99.
39. Prenatal assessment of the antero-posterior jaw relationship in human fetuses: from anatomical to ultrasound cephalometric analysis / G. Captier [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Cleft Palate Craniofac J.* – 2011. – № 48 (4). – P. 465 – 472.
40. De Jong-Pleij EA The fetal profile line: a proposal for a sonographic reference line to classify forehead and mandible anomalies in the second and third trimester / E. A. De Jong-Pleij [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *PrenatDiagn.* – 2012. – № 32 (8). – P. 797 – 802.
41. **Diewert, V. M.** Growth movements during prenatal development of human facial morphology / V. M. Diewert. – Text (visual) : unmediated // *Prog Clin Biol Res.* – 1985. – 187. – P. 57 – 66.
42. An investigation into the morphometric developments of the maxillary and mandibular arches during the fetal period / E. Esenlik [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *E Cleft Palate Craniofac J.* – 2012. – № 49 (1). – P. 60 – 72.
43. Dimensions of the fetal facial profile in normal pregnancy. / I. Goldstein [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Ultrasound Obstet Gynecol.* – 2010. – № 35 (2). – P. 191 – 194.
44. Mandibular dimensions and growth in 11- to 26-week-old Danish fetuses studied by 3D ultrasound. / N. V. Hermann [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Prenat Diagn.* – 2010. – № 30 (5). – P. 408 – 412.
45. Frontal space distance in facial clefts and retrognathia at 11-13 weeks' gestation / M. Hoopmann [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Ultrasound Obstet Gynecol.* – 2016. – № 48 (2). – P. 171 – 176.
46. An assessment of early mandibular growth / E. F. Hutchinson [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Forensic Sci Int.* – 2012. – № 217 (1–3). – P. 233.
47. **Kastamoni, Y.** Morphometric Development of the Mandible in Fetal Cadavers / Y. Kastamoni [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *J Craniofac Surg.* – 2020. – № 31 (7). – P. 2036 – 2039.
48. The ontogeny of Robin sequence. / R. J. H. Logjes [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Am J Med Genet A.* – 2018. – № 176 (6). – P. 1349 – 1368.
49. Clinical outcomes of prenatal diagnosis of the fetal micrognathia: A case report / J. W. Lu [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Medicine (Baltimore).* – 2020. – № 99 (4). – e18648.
50. **Mahaczek-Kordowska, A.** Ann Development of the mandible and its vascularization in human fetuses in light of morphologic, microangiographic and gnathometric studies / A. Mahaczek-Kordowska. – Text (visual) : unmediated // *Acad Med Stetin.* – 1995. – № 41. – P. 29 – 42.
51. Determination of dimensions and angles of mandible in the fetal period / M. A. Malas [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Surg Radiol Anat.* – 2006. – № 28 (4). – P. 364 – 371.
52. **Mandarim-de-Lacerda, C. A.** Human mandibular prenatal growth: bivariate and multivariate growth allometry comparing different mandibular dimensions / C. A. Mandarim-de-Lacerda, M. U. Alves. – Text (visual) : unmediated // *Anat Embryol (Berl).* – 1992. – № 186 (6). – P. 537 – 541.
53. Fetal age estimation using MSCT scans of the mandible / M. Minier [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Int J Legal Med.* – 2014. – № 128 (3). – P. 493 – 499.
54. Normal mandibular growth and diagnosis of micrognathia at prenatal MRI / U. Nemeč [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *PrenatDiagn.* – 2015. – № 35 (2). – P. 108 – 116.
55. Endosteal blood supply of the mandible: anatomical study of nutrient vessels in the condylar neck accessory foramina / M. Olivetto [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Surg Radiol Anat.* – 2020. – № 42 (1). – P. 35 – 40.
56. **Radlanski, R. J.** Prenatal development of the human mandible. 3D reconstructions, morphometry and bone remodelling pattern, sizes 12–117 mm CRL / R. J. Radlanski., H. Renz, M. C. Klarkowski. – Text (visual) : unmediated // *Anat Embryol (Berl).* – 2003. – № 207 (3). – P. 221 – 232.
57. **Roelfsema, N. M.** Three-dimensional ultrasound study of fetal craniofacial anatomy // N. M. Roelfsema. – Rotterdam, 2007. – 190 p. – Text (visual) : unmediated.
58. The fetal mandible: a 2D and 3D sonographic approach to the diagnosis of retrognathia and micrognathia / D. Rotten [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Ultrasound Obstet Gynecol.* – 2002. – № 19 (2). – P. 122 – 130.
59. Distribution of matrix proteins in perichondrium and periosteum during the incorporation of Meckel's cartilage into ossifying mandible in midterm human fetuses: an immunohistochemical study / S. Shibata [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Anat Rec (Hoboken).* – 2014. – № 297 (7). – P. 1208 – 1217.
60. Assessment of the facial features and chin development of fetuses with use of serial three-dimensional sonography and the mandibular size monogram in a Chinese population / M. Y. Tsai [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Am J Obstet Gynecol.* – 2004. – № 190 (2). – P. 541 – 546.
61. **Wozniak, J.** Mathematical assessment of fetal facial skeleton development / J. Wozniak [et al.]. – Text (visual) : unmediated // *Archives of Perinatal Medicine.* – 2010. – Vol. 16, № 4 H. – P. 211 – 217.
62. **Wyganowska-Świątkowska, M.** The Meckel's cartilage in human embryonic and early fetal periods / M. Wyganowska-Świątkowska, A. Przysańska. – Text (visual) : unmediated // *Anat Sci Int.* – 2011. – № 86 (2). – P. 98 – 107.