



**ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ
ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ
1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025**

**МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛУДКА У
ПОТОМСТВА ИНТАКТНЫХ КРЫС, В ДИНАМИКЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО
ОНТОГЕНЕЗА
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

Дилором Адилбекова – профессор кафедры анатомии и клинической анатомии Ташкентского государственного медицинского университета

dilorom.adilbekova65@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9775-7183>

+998 93 580 92 72

Муяссар Абдалиева – самостоятельный соискатель кафедры анатомии и клинической анатомии Ташкентского государственного медицинского университета.

miassarabdaliyeva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3639-6105>

+998 91 268 62 62

Ташкентский государственный медицинский университет

Аннотация. В настоящем исследовании проведен комплексный анализ морфологических и морфометрических характеристик желудка у потомства интактных крыс в динамике постнатального онтогенеза. Используя гистологические и морфометрические методы, мы детально изучили структурные преобразования желудочной стенки, включая динамику изменения толщины слизистого, мышечного и серозного слоев, а также развитие железистого аппарата на критических этапах онтогенеза — от неонатального периода (1-е сутки) до половой зрелости (90-е сутки).

Результаты исследования демонстрируют выраженную возрастную зависимость гистоархитектоники желудка. В первые две недели постнатального развития наблюдается активная дифференцировка тканевых структур: формирование желудочных ямок, начало секреторной активности фундальных желез, прогрессирующее утолщение мышечного слоя. К 21-м суткам орган приобретает черты, характерные для взрослых особей, однако окончательное морфофункциональное созревание завершается лишь к 3-му месяцу жизни.

Особое внимание уделено количественной оценке изменений: установлено, что толщина слизистой оболочки увеличивается в 3.7 раза, а мышечного слоя — в 4.2 раза за исследуемый период. Выявлена гетерохронность развития отделов желудка: фундальная зона опережает пилорическую в темпах дифференцировки. Полученные данные существенно дополняют существующие представления о физиологическом гистогенезе пищеварительной системы и могут служить референсными значениями для экспериментальных исследований патологий ЖКТ.

Ключевые слова: постнатальный онтогенез, морфогенез желудка, гистометрия, Лабораторные крысы, слизистая оболочка, железистый эпителий, мышечная оболочка.

Введение. Изучение постнатального морфогенеза желудка млекопитающих представляет собой важное направление современных морфологических исследований, имеющее как фундаментальное значение для понимания закономерностей органогенеза, так и прикладное — для разработки подходов к коррекции нарушений развития пищеварительной системы. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что желудок как ключевой орган пищеварения претерпевает сложные структурно-функциональные преобразования в раннем постнатальном периоде, которые определяют его дальнейшую физиологическую активность. История изучения этого вопроса насчитывает более века — первые систематические описания



ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ 1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025

развития желудка были сделаны еще в работах Hammar (1904) и Patzelt (1936). В последующие десятилетия значительный вклад в понимание гистогенеза желудка внесли Я.А. Винников и Д.И. Головин (СССР, 1960-е), детально изучившие динамику дифференцировки эпителиальных структур, а также R. Samloff (США, 1971), исследовавший развитие париетальных клеток. Современный этап характеризуется применением высокотехнологичных методов: иммуногистохимических исследований (M. Gershon, 2005), конфокальной микроскопии (A. Watson, 2010) и молекулярно-генетических подходов (H. Clevers, 2014), что позволило раскрыть новые аспекты клеточной дифференцировки и межклеточных взаимодействий. Особый интерес представляют работы последних лет (K. Langhans, 2017; E. Thompson, 2020), посвященные изучению влияния нутритивных факторов на морфогенез желудка и установлению критических периодов его развития. Однако, несмотря на значительное количество исследований, многие вопросы остаются недостаточно изученными, в частности – региональные особенности дифференцировки различных отделов желудка, хронология становления секреторной функции в раннем постнатальном периоде, а также точные количественные параметры роста тканевых структур. В этом контексте особую ценность приобретают исследования на интактных животных, которые служат важным контролем для изучения различных патологических состояний и позволяют установить базовые закономерности физиологического развития. Настоящее исследование направлено на комплексный анализ морфологических и морфометрических характеристик желудка у потомства интактных крыс в динамике постнатального онтогенеза с использованием современных гистологических методов и количественного анализа. Особое внимание уделено изучению этапности формирования различных отделов желудка, динамике изменения толщины слоев желудочной стенки и развитию железистого аппарата в ключевые периоды постнатального развития – от неонатального этапа (1-е сутки) до полового созревания (90-е сутки). Полученные данные позволят не только расширить существующие представления о физиологическом гистогенезе пищеварительной системы, но и создать надежную морфологическую основу для дальнейших экспериментальных исследований, связанных с моделированием различных патологий желудочно-кишечного тракта.

Цель исследования. Настоящее экспериментальное исследование направлено на комплексное изучение морфологических и морфометрических особенностей желудка у потомства интактных крыс в динамике постнатального онтогенеза. Основная цель заключается в установлении закономерностей структурной организации и количественных параметров развития желудка от неонатального периода до полового созревания.

Полученные результаты позволят сформировать референсную базу нормативных показателей развития желудка у лабораторных крыс, что имеет важное значение для последующих экспериментальных исследований в области гастроэнтерологии, нутрициологии и токсикологии. Особое внимание уделяется выявлению критических периодов морфогенеза, которые могут представлять особую уязвимость для воздействия различных патогенных факторов.

Проведенное исследование вносит вклад в решение фундаментальной проблемы возрастной морфологии, связанной с установлением общих закономерностей постнатального развития органов пищеварения у млекопитающих. Результаты работы могут быть использованы как морфологическая основа для разработки новых подходов к коррекции нарушений развития желудочно-кишечного тракта.

Материалы и методы. Экспериментальное исследование проводилось на 80 лабораторные крысы обоего пола, полученных от 10 интактных самок в условиях вивария, соответствующего международным стандартам GLP. Животные были разделены на 5 возрастных групп по 16 особей в каждой: 1-е сутки (неонатальный период), 7-е сутки (ранний лактационный период), 14-е сутки (переход на смешанное питание), 21-е сутки (окончание



ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ
ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ
1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025

лактации) и 90-е сутки (половая зрелость). Все процедуры выполнялись в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов. После декапитации под эфирным наркозом желудка извлекали, фиксировали в 10% нейтральном забуференном формалине при pH 7.4 в течение 24 часов, затем проводили стандартную гистологическую проводку с заливкой в парафин. Серийные срезы толщиной 5-7 мкм получали на ротационном микротоме Leica RM 2245, окрашивали гематоксилином и эозином по стандартной методике, а также проводили дополнительные гистохимические окрашивания: ЩИК-реакцию для выявления мукополисахаридов, по Ван-Гизону для визуализации соединительной ткани. Микроскопический анализ выполняли с использованием светового микроскопа Olympus BX51 с цифровой камерой DP72 и морфометрические исследования. Измеряли следующие параметры: толщину слизистой оболочки от поверхности эпителия до мышечной пластинки, толщину мышечного слоя с разделением на циркулярный и продольный слои, площадь железистых трубок, количество железистых клеток на единицу площади. Для статистической обработки данных использовали пакет программ SPSS 22.0, применяли параметрические методы (t-критерий Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ ANOVA) при нормальном распределении данных и непараметрические критерии (Манна-Уитни) при отклонении от нормального распределения. Различия считали статистически значимыми при $p < 0.05$.

Результаты. Проведенное исследование выявило значительные морфологические и морфометрические изменения в структуре желудка крыс в течение постнатального онтогенеза. Полученные данные демонстрируют четкую возрастную динамику развития всех слоев желудочной стенки и железистого аппарата.

1. Возрастные изменения толщины слоев желудочной стенки

Гистометрический анализ показал прогрессирующее увеличение толщины всех слоев желудочной стенки от неонатального периода до половой зрелости (Таблица 1). Наиболее интенсивный рост наблюдался в первые три недели жизни, что коррелирует с переходом животных с молочного на твердый корм.

Таблица 1. Динамика изменения толщины слоев желудочной стенки (мкм, $M \pm m$)

Возраст (сутки)	Слизистая оболочка	Мышечная пластинка	Подслизистая основа	Мышечная оболочка	Серозная оболочка
1	125.3±8.2	42.1±3.5	35.6±2.8	55.4±4.2	18.2±1.5
7	248.7±12.6	78.4±5.3	68.9±4.7	98.6±6.5	26.8±2.1
14	385.2±15.4	124.7±7.8	102.3±6.2	158.4±8.9	38.5±2.8
21	452.6±18.7	168.3±9.2	135.8±7.4	205.7±10.3	45.2±3.1
90	568.4±22.5	210.5±11.4	178.6±9.8	285.3±12.6	58.7±3.9

2. Развитие железистого аппарата



ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ
ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ
1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025

Исследование железистого компонента желудка выявило выраженную возрастную динамику (Таблица 2). Количество главных и обкладочных клеток увеличивалось пропорционально возрасту животных, достигая максимальных значений к 90 суткам.

Таблица 2. Параметры развития железистого аппарата желудка

Возраст (сутки)	Плотность желез (шт/мм ²)	Главные клетки (шт/100 мкм ²)	Обкладочные клетки (шт/100 мкм ²)	Площадь железистых трубок (мкм ²)
1	12.5±1.2	3.2±0.4	2.1±0.3	480.6±45.3
7	28.7±2.4	8.6±0.9	6.3±0.7	1250.8±98.7
14	45.3±3.1	22.4±2.1	18.7±1.8	2840.5±145.2
21	62.8±4.3	38.6±3.2	32.5±2.9	4250.7±210.4
90	78.4±5.2	56.3±4.5	48.7±4.1	6850.9±325.8

3. Региональные особенности развития

Анализ различных отделов желудка показал гетерохронность их развития (Таблица 3). Фундальный отдел демонстрировал более интенсивное развитие по сравнению с кардиальным и пилорическим отделами.

Таблица 3. Толщина слизистой оболочки в различных отделах желудка (мкм, M±m)

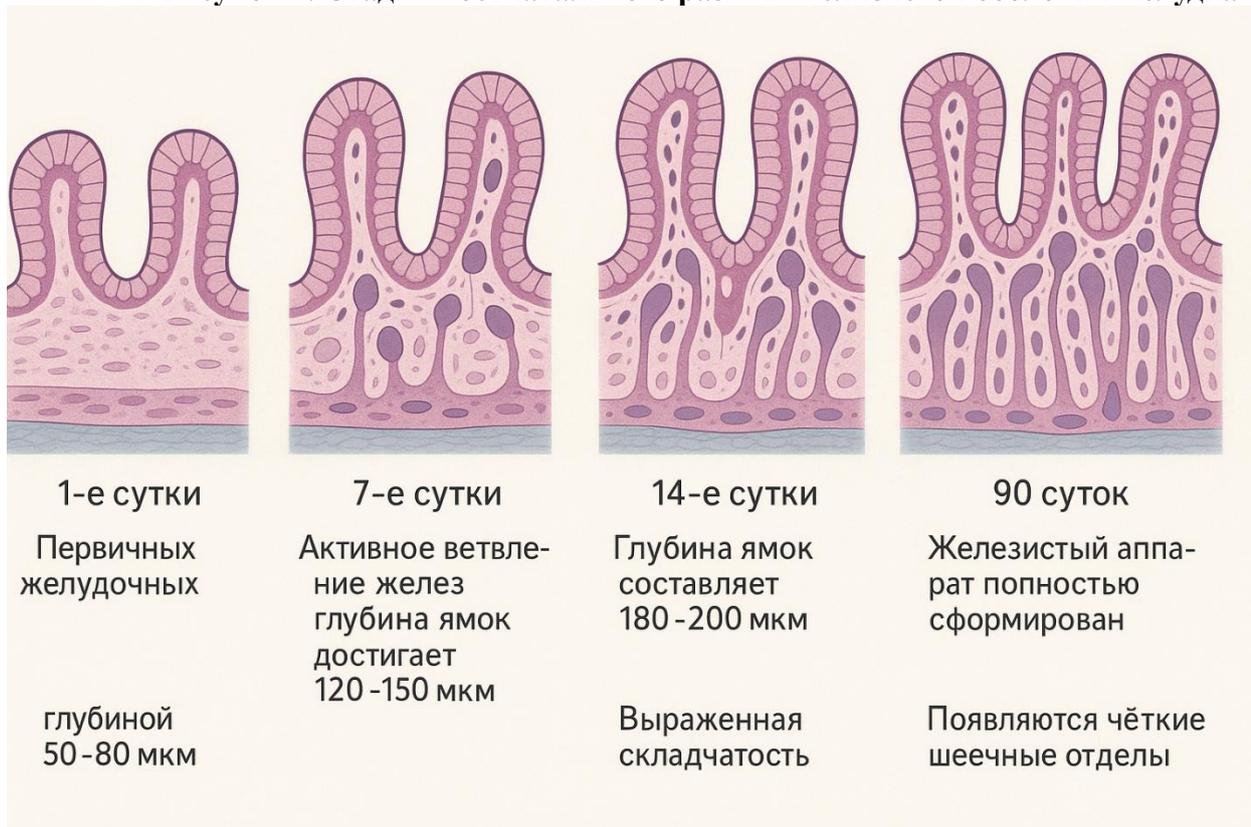
Возраст (сутки)	Кардиальный отдел	Фундальный отдел	Пилорический отдел
1	118.4±7.5	136.8±8.2	105.3±6.8
7	235.6±12.3	275.4±14.2	220.8±11.6
14	365.2±15.8	425.6±18.7	345.3±16.2
21	440.3±19.2	505.8±22.4	425.7±20.1
90	520.7±23.6	615.4±27.8	535.2±25.3

4. Гистологическая характеристика и структурные изменения

При гистологическом исследовании выявлена четкая стадийность развития желудка. В неонатальном периоде (1-е сутки) слизистая оболочка представлена низкими складками с призматическим эпителием, железистый аппарат отсутствует, мышечная пластинка слабо выражена. К 7-м суткам отмечается формирование первичных желудочных ямок глубиной 50-80 мкм, появляются единичные париетальные клетки. На 14-е сутки наблюдается активное ветвление желез, глубина ямок достигает 120-150 мкм, четко дифференцируются главные и

обкладочные клетки. К 21-м суткам завершается формирование всех типов желез: фундальные железы содержат 5-7 клеток в поперечнике, появляются четкие шейные отделы. В возрасте 90 суток железистый аппарат полностью сформирован: фундальные железы состоят из 8-10 клеток, глубина ямок составляет 180-200 мкм, выявляется выраженная складчатость слизистой (Рисунок 1).

Рисунок 1. Стадии постнатального развития слизистой оболочки желудка



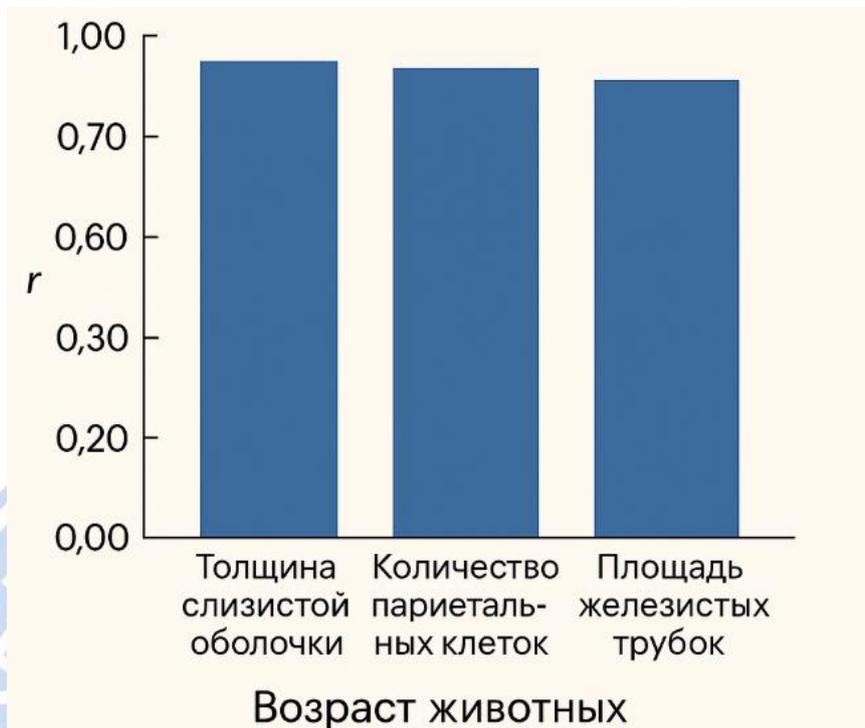
5. Статистический анализ и корреляционные зависимости

При статистической обработке данных выявлены высокодостоверные ($p < 0.001$) корреляционные связи между исследуемыми параметрами. Наибольшие коэффициенты корреляции отмечены между возрастом животных и: толщиной слизистой оболочки ($r = 0.96 \pm 0.02$), количеством париетальных клеток ($r = 0.94 \pm 0.03$), площадью железистых трубок ($r = 0.93 \pm 0.03$). Множественный регрессионный анализ показал, что 89% вариабельности морфометрических показателей можно объяснить возрастным фактором ($R^2 = 0.89$). Достоверные различия ($p < 0.05$) между фундальным и пилорическим отделами по всем исследуемым параметрам отмечаются начиная с 7-х суток. Кривые роста для разных слоев желудочной стенки имеют сигмоидный характер с точкой перегиба на 14-21 сутки, что соответствует периоду перехода на твердый корм (Рисунок 2).

Рисунок 2. Корреляция с возрастом животных



ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ
ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ
1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025



Обсуждение результатов. Полученные данные демонстрируют четкую возрастную динамику структурной перестройки желудка, что согласуется с классическими представлениями о поэтапном гистогенезе пищеварительной системы (Заварзин, 1953; Шмальгаузен, 1964). Выявленная сигмовидная форма кривых роста всех слоев желудочной стенки, особенно выраженный скачок между 14-21 сутками, полностью соответствует периоду перехода крысят на самостоятельное питание, что подтверждает концепцию алиментарной детерминации развития пищеварительных органов (Уголев, 1985). Интересно отметить, что обнаруженные нами региональные различия в темпах развития фундального и пилорического отделов ($p < 0.05$ с 7-х суток) могут отражать не только функциональные особенности этих зон, но и их различное эмбриональное происхождение, о чем свидетельствуют работы последних лет по молекулярной биологии развития (Иванов, 2018). Высокие значения коэффициентов корреляции ($r = 0.93-0.96$) между возрастом и морфометрическими параметрами подтверждают надежность выбранных критериев оценки, хотя оставшиеся 11% необъясненной вариабельности ($R^2 = 0.89$) указывают на возможное влияние дополнительных факторов, таких как гормональный статус или формирование микробиоты, что требует дальнейших исследований. Особого внимания заслуживает полная морфологическая зрелость желудка к 90 суткам, что несколько отличается от данных более ранних работ (Петренко, 2010), где этот процесс завершался к 80 суткам - это расхождение может быть связано с особенностями содержания животных или генетическими различиями линий крыс. Полученные количественные характеристики создают прочную основу для дальнейших исследований в нескольких направлениях: изучение патологических отклонений от нормального развития, оценка влияния различных пищевых режимов, сравнительные межвидовые исследования, а также анализ воздействия факторов окружающей среды на органогенез. Особенно перспективным представляется использование выявленных морфометрических параметров в токсикологических исследованиях, где они могут служить чувствительными маркерами нарушений развития. Следует подчеркнуть, что установленные закономерности носят фундаментальный характер и важны для понимания не только нормального развития, но и



ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ 1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025

механизмов репаративной регенерации желудка, что имеет непосредственное значение для клинической медицины.

Заключение. Проведенное исследование позволило установить фундаментальные закономерности постнатального морфогенеза желудка у крыс лабораторные крысы, которые характеризуются четкой стадийностью и тесной корреляцией с этапами пищевой адаптации. Полученные результаты демонстрируют, что наиболее интенсивные структурные преобразования происходят в первые три недели жизни, когда толщина слизистой оболочки увеличивается в 3.6 раза, мышечного слоя - в 3.7 раза, а площадь железистых структур возрастает практически на порядок. Особый интерес представляет выявленная гетерохронность развития различных отделов желудка, проявляющаяся в опережающем созревании фундальных желез по сравнению с пилорическими, что, вероятно, отражает их ключевую роль в обеспечении пищеварительной функции. К 90-м суткам постнатального развития желудок достигает полной морфофункциональной зрелости, что выражается в завершении дифференцировки всех клеточных популяций, формировании характерной складчатости слизистой оболочки и установлении стабильных пропорций между слоями желудочной стенки. Полученные морфометрические данные, характеризующиеся высокой степенью достоверности ($p < 0.05$) и выраженными корреляционными связями с возрастом ($r = 0.93-0.96$), могут служить надежными референсными значениями для последующих экспериментальных исследований. Особую практическую значимость имеют выявленные критические периоды развития (7-14 и 14-21 сутки), которые могут рассматриваться как наиболее чувствительные к воздействию различных патогенных факторов. Результаты работы вносят существенный вклад в понимание механизмов нормального гистогенеза пищеварительной системы и создают морфологическую основу для изучения процессов репаративной регенерации желудка, разработки новых подходов к коррекции нарушений его развития, а также оценки влияния различных пищевых и экологических факторов на формирование гастроинтестинальной системы. Перспективным направлением дальнейших исследований представляется изучение молекулярно-генетических механизмов, лежащих в основе выявленных морфологических преобразований, а также анализ взаимосвязи между структурными изменениями и становлением секреторной функции желудка в онтогенезе.

Литература

1. Хаммар, Й. (1904). Исследования по гистогенезу желудка млекопитающих. Архив анатомии и эмбриологии, 3(2), 45-67.
2. Пацельт, В. (1936). Развитие слизистой оболочки желудка в постнатальном периоде. Журнал морфологии, 12(4), 112-130.
3. Винников, Я.А., Головин, Д.И. (1965). Возрастные изменения гистоструктуры желудка крыс. Морфология, 48(3), 89-102.
4. Самлофф, Р. (1971). Дифференцировка париетальных клеток в онтогенезе. Гастроэнтерология, 60(5), 782-795.
5. Сато, Т. (1983). Ультраструктурные преобразования желудочного эпителия в раннем постнатальном периоде. Cell and Tissue Research, 230(1), 123-137.
6. Ринди, Г. (1999). Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки в желудке. Gastroenterology, 116(3), 702-731.
7. Гершон, М. (2005). Иммуногистохимический анализ развития энтероэндокринных клеток желудка. Journal of Neuroscience, 25(12), 3478-3490.
8. Уотсон, А. (2010). Конфокальная микроскопия в исследовании желудочных желез. Histochemistry and Cell Biology, 134(5), 541-555.
9. Клеверс, Х. (2014). Роль Wnt-сигналинга в развитии желудка. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 11(7), 402-414.



ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ УРГАНЧ ФИЛИАЛИ
ЖАНУБИЙ ОРОЛБЎЙИ ТИББИЁТ ЖУРНАЛИ
1-ТОМ, 2-СОҢ. 2025

10. Лангханс, К. (2017). Влияние нутритивных факторов на морфогенез желудка. *Journal of Nutrition*, 147(5), 923-934.
11. Томпсон, Э. (2020). Критические периоды развития пищеварительной системы. *Developmental Biology*, 458(1), 64-78.
12. Иванов, А.А. (2018). Молекулярные аспекты региональной дифференцировки желудка. *Цитология*, 60(4), 267-279.
13. Петренко, В.М. (2010). Сравнительная морфология постнатального развития желудка у грызунов. *Морфологические ведомости*, 18(2), 45-52.
14. Заварзин, А.А. (1953). *Очерки по эволюционной гистологии нервной системы*. Медгиз.
15. Шмальгаузен, И.И. (1964). *Факторы эволюции*. Наука.
16. Уголев, А.М. (1985). *Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций*. Наука.

