Дата публикации: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_5
УДК 611.33:591.874

Publication date: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_5
UDC 611.33:591.874

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ КАРДИАЛЬНОГО ОТДЕЛА ЖЕЛУДКА ЛАБОРАТОРНОЙ КРЫСЫ

А.А. Виноградов[1], А.В. Павлов[1], И.В. Андреева[2], Л.О. Воронкова[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Рязань, Россия
[2]Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», г. Москва, Россия

Аннотация. Цель исследования – изучить особенности строения слизистой оболочки кардиального отдела желудка лабораторной крысы. Исследование проведено на 20 крысах линии «Wistar» зрелого возраста с массой 210-220 г. Проводили гистологическое исследование срезов слизистой оболочки желудка толщиной 6 и 10 мкм, окрашенных гематоксилином и эозином. Установлено, что слизистая оболочка кардиального отдела желудка имеет различную толщину, которая изменяется в зависимости от удаления от пищеводно-желудочного перехода. Гистоструктура шейки, тела и дна желез слизистой оболочки желудка имеет отличительные особенности. Желудочные ямки формируются при инвагинации покровного эпителия в собственную пластинку слизистой оболочки. Клеточный состав желез слизистой оболочки полиморфен и зависит от его ориентировки в отделах железы (шеечный, тело и дно). В шейке железы преобладают слизистые, париетальные и камбиальные клетки, в теле железы – главные и париетальные клетки, в дне железы – главные клетки и единичные эндокриноциты. В промежутках между железами располагается собственная пластинка с находящимися в ней стромальными элементами.
Ключевые слова: желудок, слизистая оболочка, кардиальный отдел, желудочные ямки, гистологическая структура, крысы «Wistar».

STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE GASTRIC CARDIA MUCOSA OF A LABORATORY RAT

A.A. Vinogradov[1], A.V. Pavlov[1], I.V. Andreeva[2], L.O. Voronkova[1]
[1]Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia
[2]Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”), Moscow, Russia

Abstract. The aim of the study was to examine the structural features of the gastric cardia mucosa of a laboratory rat. The study was conducted on 20 mature Wistar rats weighing 210-220 g. Histological examination of gastric mucosa sections with 6 and 10 μm thickness stained with hematoxylin and eosin was performed. It was found that the mucosa of the gastric cardia has different thickness, which varies depending on the distance from the gastroesophageal junction. The histostructure of the cervix, body and bottom of the gastric mucosa glands has distinctive features. Gastric pits are formed when the integumentary epithelium invaginates into its own plate of the mucosa. The cellular composition of the mucosa glands is polymorphic and depends on its orientation in the segments of the gland (cervical, body and bottom). In the cervix of the gland, mucous, parietal and cambial cells predominate, in the body of the gland – the main and parietal cells, in the bottom of the gland – the main cells and singular endocrinocites. In the spaces between the glands there is a plate of its own with stromal elements located in it.
Keywords: stomach, mucosa, cardia, gastric pits, histological structure, Wistar rats.

Введение. Изучение гистоструктуры слизистой оболочки желудка (СОЖ) лабораторной крысы на сегодняшний день является актуальным направлением при моделировании экспериментальной патологии. Это связано с тем, что гистоструктура слизистой оболочки пищеварительного тракта у белых крыс (за исключением общих анатомических различий в строении желудка и слепой кишки) по своей гистологической структуре очень похожа на человеческую [1]. Поэтому предпочтительно на крысах моделируют экспериментальную патологию, специфичную для поражения пищеварительной системы человека [1, 2]. Однако при сравнении строения СОЖ человека и крысы возникают определенные трудности. Это связано с тем, что при изучении строения стенки желудка фрагментарно приводятся данные о гистоструктуре слизистой и мышечной оболочек различных анатомических отделов желудка [3], в частности, описание слизистой оболочки дна и тела желудка, лимфоидных образований и стромальных клеток желез СОЖ [4, 5]; пищеводно-желудочного перехода [6, 7]; мышечной оболочки [8].

Та же проблема с описанием гистоструктуры СОЖ крысы прослеживается и при моделировании экспериментальной патологии. Гистоструктура стенки желудка крысы представляется фрагментарно с акцентом на изучаемые отделы желудка и клеточно-сосудистый компонент СОЖ. Поэтому детально гистоструктура СОЖ крысы в анатомических отделах желудка (кардиальном, дне, теле и пилорическом) представлена недостаточно, в частности, это относится к кардиальному отделу желудка [9-14]. Частично приведены данные морфометрических показателей СОЖ крыс в сравнительных характеристиках разных возрастных групп [14].

В связи с тем, что гистоструктура СОЖ крысы изучена недостаточно полно, нужны направленные исследования с учетом особенностей строения стенки желудка в каждом его анатомическом отделе.

Цель исследования – изучить особенности строения слизистой оболочки кардиального отдела желудка лабораторной половозрелой крысы.

Методы и организация исследования. Исследование проведено на 20 крысах линии Wistar зрелого возраста (14-16 месяцев) с массой 210-220 г, взятых из питомника лабораторных животных филиала «Столбовая» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России (ветеринарное свидетельство № 19211027545 от 29.05.2023). Возраст крыс соответствовал зрелому (репродуктивному периоду) по возрастной периодизации онтогенеза крыс [15] и при экстраполяции на человека составлял 36-40 лет [16]. Настоящее исследование было этапом изучения СОЖ контрольной группы животных перед моделированием хронического предаторного стресса.

После эвтаназии передозировкой Золетил Virbac (Франция) внутрибрюшинно [17] выполняли лапаротомию и извлекали желудок. После промывания полости физиологическим раствором желудок помещали в 10% раствор забуференного формалина (HistoSafe). После фиксации препараты желудка обезвоживали и заливали в парафиновые блоки. Срезы толщиной 6 и 10 мкм окрашивали гематоксилином и эозином по общепринятой методике. Полученные препараты изучали и фотографировали с помощью цифровых микроскопов DELTA Optical (Китай).

При содержании животных руководствовались «Принципами надлежащей лабораторной практики» (национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ № 33044-2014, введен с 1.08.2015 г.), приказом Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики», «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (виварием)» (СП 2.2.1.3218-14).

Результаты исследования и их обсуждение. Стенка желудка крысы, как и у человека, в кардиальном отделе состоит из

четырех оболочек – слизистой, подслизистой, мышечной и серозной. Между слизистой и подслизистой оболочками располагается мышечная пластинка слизистой оболочки. Подслизистая оболочка содержит артерии, вены, нервное сплетение, лимфатические сосуды и узлы (рис. 1А).

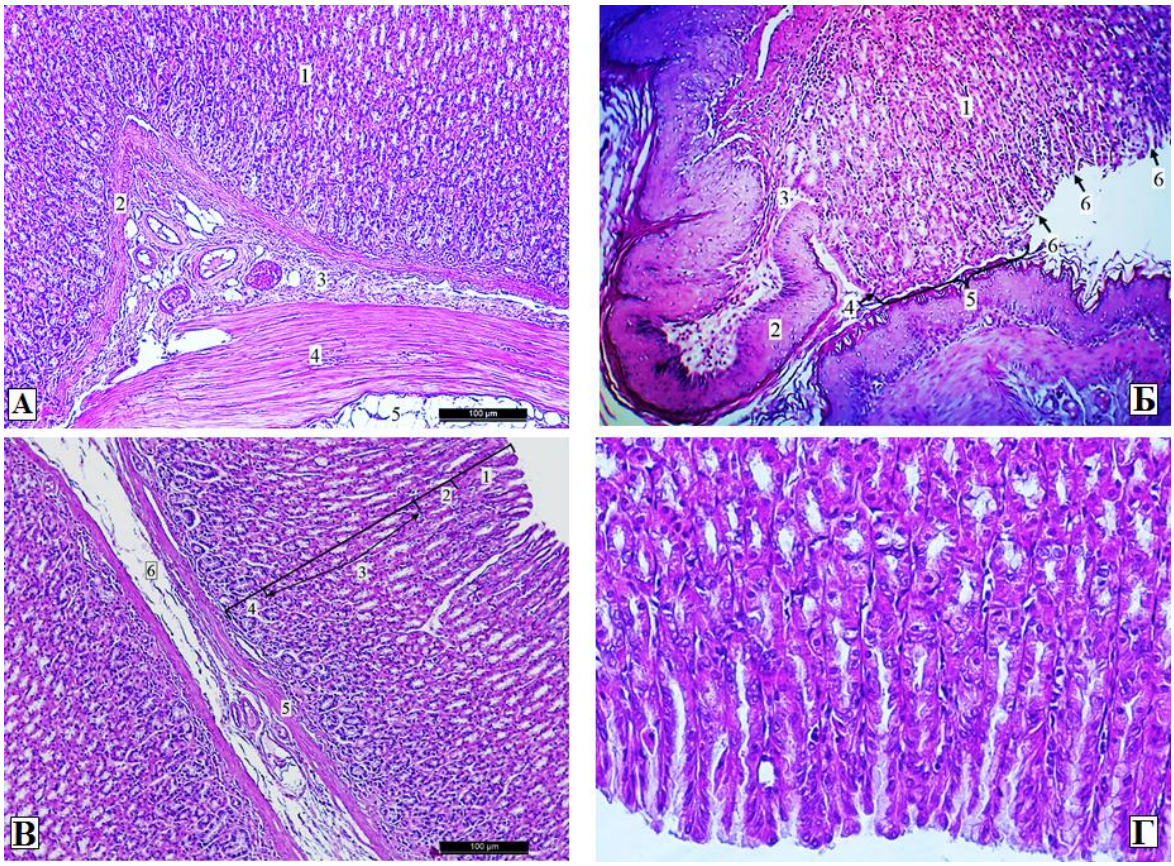


Рис. 1. **А.** Строение стенки желудка: 1. Слизистая оболочка; 2. Мышечная пластинка слизистой оболочки; 3. Подслизистая оболочка, содержащая артерии, вены, нервное сплетение, лимфатические сосуды и узлы; 4. Мышечная оболочка; 5. Серозная оболочка. **Б.** Место пищеводно-желудочного перехода. 1. Слизистая оболочка кардиального отдела желудка; 2. Многослойный плоский неороговевающий эпителий пищевода; 3. Переход пищевода в желудок; 4. Завершение эпителиальной части пищевода; 5. Отсутствие желудочных ямок на слизистой оболочке кардиального отдела желудка вблизи пищеводно-желудочного перехода; 6. Желудочные ямки. Окраска гематоксилином и эозином. **В.** Слизистая кардиального отдела желудка: 1. Желудочные ямки; 2. Шейка кардиальных желез; 3. Тело кардиальных желез; 4. Дно кардиальных желез; 5. Мышечная пластинка слизистой оболочки; 6. Подслизистая оболочка. **Г.** Стенки желудочных ямок, покрытые однослойным цилиндрическим эпителием, полость заполнена слизью. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. А, Б и В×350, Г×500.

СОЖ крысы в кардиальном отделе имеет свои отличительные признаки, которые характеризуются ее толщиной, глубиной желудочных ямок, структурой желез. Особым отличительным признаком кардиального отдела желудка является присутствие пищеводно-желудочного перехода, который ограничивается многослойным плоским неороговевающим эпителием пищевода (рис. 1Б).

При рассмотрении морфометрических показателей кардиального отдела выявлено

увеличение толщины СОЖ с формированием желудочных ямок и увеличение их глубины по мере удаления от пищеводно-желудочного перехода. Эпителий пищевода в пищеводно-желудочном переходе с переходом в кардиальный отдел желудка постепенно утончается и обрывается, не проникая в СОЖ (рис. 1Б).

Постепенно увеличивается толщина СОЖ, и в стабильной стадии можно четко дифференцировать особенности ее строения: структуру и глубину желудочных ямок; строение кардиальных желез с определением границ их шейки, тела и дна; мышечной пластинки СОЖ и подслизистой оболочки. В стабильной стадии глубина желудочных ямок колеблется в пределах 1/4-1/3 толщины СОЖ кардиального отдела (рис. 1В, 1Г).

По направлению к фундальному отделу желудка слизистая оболочка кардиального отдела претерпевает изменения, которые проявляются постепенным уменьшением глубины желудочных ямок (рис. 2А). Переходная зона от кардиального отдела к телу желудка характеризуется уменьшением глубины желудочных ямок и увеличением в железах СОЖ количества париетальных клеток.

Слизистая оболочка кардиального отдела желудка покрыта однослойным цилиндрическим эпителием, который окаймляет желудочные ямки, заполненные слизью. Ямочный эпителий содержит слизистые, высокие цилиндрические и единичные париетальные клетки (рис. 1Г, 2Б). Пространство между поверхностным однослойным эпителием желудочных ямок заполнено собственной пластинкой. От дна желудочных ямок и до мышечной пластинки СОЖ в кардиальном отделе собственная пластинка содержит простые трубчатые железы. В узких промежутках между железами находятся стромальные элементы собственной пластинки СОЖ: капилляры артериовенозной и лимфатической сетей, гладкомышечные клетки, а также локально расположенные единичные макрофаги, лимфоциты, тучные и плазматические клетки (рис. 2В).

На дне желудочной ямки открываются шейки нескольких желез. Клеточный состав железистого эпителия шейки железы кардиального отдела желудка полиморфен. Он состоит из слизистых клеток (мукоцитов), а также единичных париетальных экзо- и эндокриноцитов (рис. 2Г). Определяются также недифференцированные регенеративные камбиальные клетки (рис. 2Г).

Париетальные (обкладочные) клетки крупные с округлым ядром, расположенным на периферии концевых отделов (рис. 2Г). По имеющимся данным они вырабатывают соляную кислоту [18]. В переходной зоне от кардиального отдела к телу желудка наряду с уменьшением глубины желудочных ямок установлено увеличение в железах СОЖ количества париетальных клеток (рис. 2В).

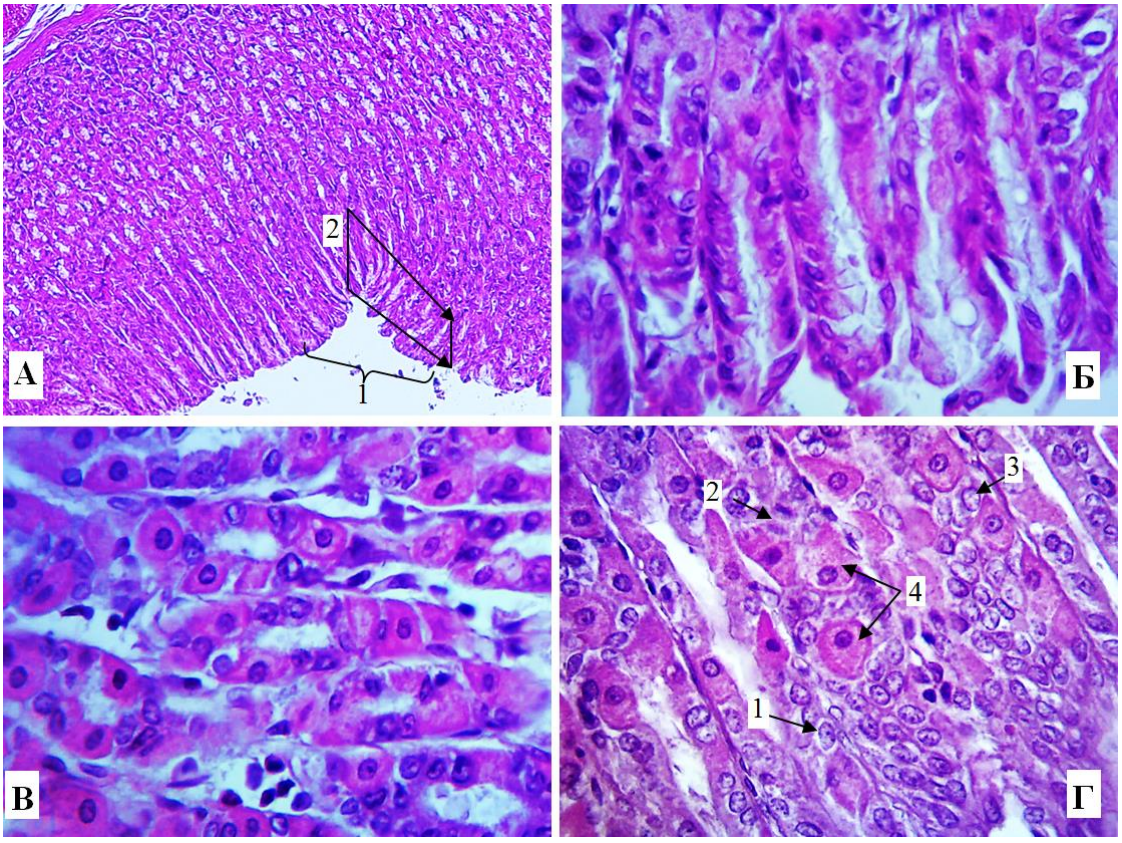


Рис. 2. **А.** В месте перехода кардиального отдела в фундальный отдел желудка (1) происходит постепенное уменьшение глубины желудочных ямок (2). **Б.** Гистоструктура желудочных ямок слизистой оболочки кардиального отдела желудка. Представлена цилиндрическим эпителием, который окаймляет желудочные ямки, заполненные слизью. **В.** Простые трубчатые железы в собственной пластинке слизистой оболочки кардиального отдела желудка. Расположение стромальных элементов, капилляров артериовенозной и лимфатической сетей, гладкомышечных клеток, макрофагов, лимфоцитов, тучных и плазматических клеток между простыми трубчатыми железами. Увеличение количества париетальных клеток в железах переходной зоны от кардиального отдела в тело желудка. **Г.** Преобладание слизистых (1) и недифференцированных регенеративных камбиальных (2) клеток в контакте с главными (3) и единичными париетальными (4) клетками в шейке кардиальных желез. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. А×350, Б, В и Г×500.

Слизистые клетки небольшие со светлой цитоплазмой и уплощенным ядром. В кардиальном отделе желудка в полиморфном клеточном составе шейки желез СОЖ на отдельных участках доминируют слизистые клетки (рис. 3А).

Тело желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка помимо главных клеток содержит париетальные экзо- и эндокриноциты, а также слизистые клетки (рис. 3А, 3Б). Главные клетки определяются в переходной зоне от шейки в тело железы и далее до ее дна. Они имеют форму, близкую к призматической, и округлое ядро, расположенное на периферии цитоплазмы. В апикальной части цитоплазмы главные клетки содержат скопление секреторных гранул (рис. 3Б).

Париетальные экзокриноциты имеют округлую или угловатую форму с ядром, лежащим в центральной части клетки. Париетальные экзокриноциты крупные и расположены в составе стенки железы, но, в отличие от париетальных эндокриноцитов, значительно выступают наружу. Собственно говоря, эти клетки резко отличаются

от главных и слизистых клеток (рис. 3Б). Слизистые клетки (мукоциты), ориентированные в теле желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка, имеют призматическую форму, светлую цитоплазму и округлое ядро, смещенное в базальную часть цитоплазмы. Эти клетки имеют прямую связь с просветом железы. Слизистые клетки можно перепутать с внутриэпителиальными лимфоцитами, которые прилегают к стенке железы слизистой оболочки кардиального отдела желудка. Эти клетки имеют округлую форму с ядром, расположенным в центре светлой цитоплазмы, которая образует ободок «Hallo» вокруг ядра и не имеет связи с просветом железы (рис. 3Б).

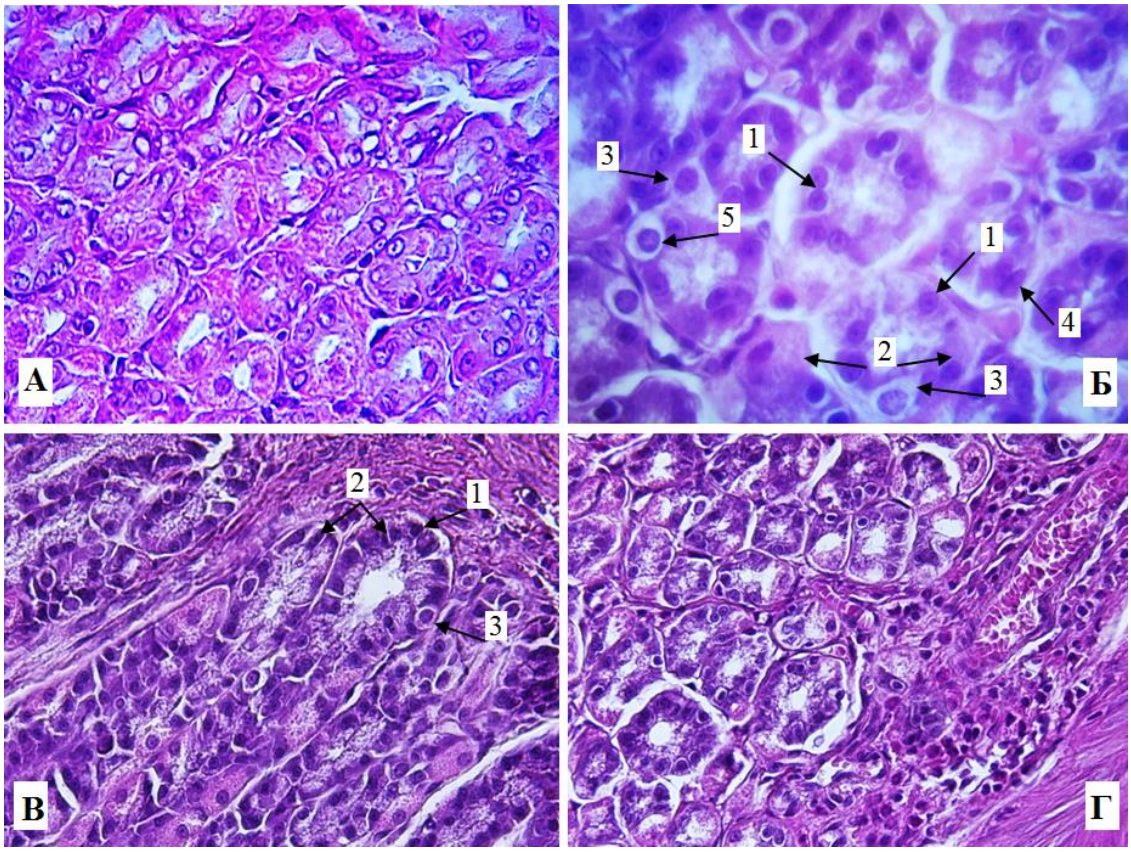


Рис. 3. **А.** Фрагмент слизистой оболочки шейки желез кардиального отдела желудка со скоплением слизистых клеток. **Б.** Расположение главных клеток в теле железы слизистой оболочки кардиального отдела желудка. Скопление секреторных гранул (1), париетальных (2), слизистых клеток (3), единичных эндокриноцитов (4) и внутриэпителиальных лимфоцитов (5) в апикальной части цитоплазмы. **В.** Клеточный состав дна желез кардиального отдела желудка: главные клетки (1), единичные эндокриноциты (2) и внутриэпителиальные лимфоциты (3). **Г.** Лимфатический фолликул в слизистой оболочке. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. А, В и Г×500, Б×700.

В теле и в переходной части ко дну желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка находятся немногочисленные эндокриноциты. Эти клетки располагаются внутриэпителиально по периферии эпителиального слоя железы. Они имеют призматическую форму с цитоплазмой, заполненной секреторными гранулами. Ядро эндокриноцита бывает овальной формы, но чаще уплощенной, и ориентировано к периферии цитоплазмы (рис. 3Б).

Гистоструктура дна желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка, в основном, представлена главными клетками, которые располагаются в нижней части дна железы. В единичных случаях встречаются эндокриноциты и реже внутри-

эпителиальные лимфоциты (рис. 3В). В ряде случаев в нижней части собственной пластинки ко дну желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка прилегают крупные очаги лимфоидных фолликулов (рис. 3Г).

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что слизистая оболочка кардиального отдела желудка имеет различную толщину, которая изменяется в зависимости от удаления от пищеводно-желудочного перехода и приближения к фундальному отделу и телу желудка. В кардиальном отделе выявлена наибольшая глубина желудочных ямок, следствием чего было увеличение толщины СОЖ. В переходных зонах к фундальному отделу и телу желудка толщина СОЖ уменьшалась в основном из-за уменьшения глубины желудочных ямок. В собственной пластинке слизистой оболочки кардиального отдела желудка проходят простые трубчатые железы, между которыми находятся стромальные элементы. В железах СОЖ выделяют шейку, тело и дно, гистоструктура которых имеет отличительные особенности.

Ямочный эпителий содержит слизистые, высокие цилиндрические и единичные париетальные клетки. В желудочные ямки открывается шеечный отдел желез слизистой оболочки. Эпителий желез желудка включает в зависимости от отдела железы специализированный набор железистых клеток. В шеечном отделе в большем количестве находятся слизистые клетки и париетальные экзо- и эндокриноциты. В клеточном составе выделяют недифференцированные регенеративные камбиальные клетки, которые, по данным литературы [19], являются исходным материалом для формирования железистых клеток. Клеточный состав тела желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка полиморфен. Кроме главных клеток здесь находятся париетальные экзо- и эндокриноциты, слизистые клетки и единичные эндокриноциты. Частой находкой являются внутриэпителиальные лимфоциты. Эти клетки имеют светлую цитоплазму, формирующую ободок «Hallo» вокруг ядра, что делает их похожими на слизистые клетки. Однако в отличие от слизистых клеток они не имеют контакта с просветом железы, что является их отличительной особенностью. Клеточный состав дна желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка в основном представлен главными клетками. В единичных случаях встречаются эндокриноциты и реже внутриэпителиальные лимфоциты. Ко дну желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка прилегают крупные очаги лимфоидных фолликулов.

Заключение. Гистологическая структура слизистой оболочки кардиального отдела желудка подвержена структурной трансформации в переходных зонах: пищеводно-желудочной, кардиально-фундальной и перехода в тело. Поэтому морфометрические показатели и гистоструктуру слизистой оболочки кардиального отдела желудка целесообразно описывать в зоне стабилизации глубины желудочных ямок и толщины СОЖ.

Желудочные ямки формируются при инвагинации покровного эпителия в собственную пластинку СОЖ, что определяет содержимое ямочного эпителия, в котором преобладают высокие цилиндрические клетки покровного эпителия с единичными слизистыми и париетальными клетками. Клеточный состав желез слизистой оболочки кардиального отдела желудка полиморфен и зависит от его ориентировки в отделах железы (шеечный, тело и дно). В шейке железы гистоструктура характеризуется наличием слизистых, париетальных и камбиальных клеток. В теле железы преобладают главные и париетальные клетки (особенно в переходной зоне в тело желудка). Встречаются слизистые клетки, единичные эндокриноциты и реже внутриэпителиальные лимфоциты. Гистоструктура дна железы в основном состоит из главных клеток, а также единичных эндокриноцитов. Ко дну прилегают очаги лимфоидных фолликулов. В промежутках между железами слизистой оболочки кардиального отдела желудка располагается собственная пластинка с находящимися в

ней стромальными элементами – капиллярами артериовенозной и лимфатической сетей, гладкомышечными клетками, макрофагами, лимфоцитами, тучными и плазматическими клетками.

Таким образом, данное исследование показало наличие особенностей строения слизистой оболочки кардиального отдела желудка лабораторной крысы в зонах стабилизации и перехода в соседние отделы. Полученная информация о структуре слизистой оболочки в таких зонах может быть полезной для исследования экспериментальной патологии желудка крысы, так как позволит точнее описывать структурные преобразования ее элементов. При этом интересным направлением для исследований могут быть и сами зоны перехода, так как изменения в строении слизистой оболочки в них могут иметь отличительные особенности.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность научному отделу, виварию и гистологической лаборатории ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России за активное содействие исследованию.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the Scientific Department, Vivarium and Histology Laboratory of the Ryazan State Medical University for actively contributing to the study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Comparative histological structure of the gastrointestinal mucosa in human and white rat: a bibliographic analysis / V. H. Hryn, Y. P. Kostylenko, Y. P. Yushchenko [et al] // Wiad Lek. – 2018. – Vol. 71. – № 7. – P. 1398–1403.
2. Гистологическая и гистометрическая характеристики слизистой оболочки интактных неинбредных белых крыс / Е. И. Самоделкин, П. В. Косарева, Л. А. Четвертных [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2011. – Т. 28. – № 2. – С. 108–113.
3. Гистотопография перистальтирующих органов – ключ к разгадке дискинезий как синдрома / Н. Л. Кернесюк, М. Н. Кернесюк, А. В. Гетманова, Л. Ф. Сысоева // Вестник Уральской государственной медицинской академии. – 2009. – № 20. – С. 185–189.
4. Шаршенбиев, Ж. А. К вопросу о структурной организации иммунного аппарата желудка человека (литературный обзор) / Ж. А. Шаршенбиев, Р. Р. Караева, И. Т. Тохтыев // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. – 2023. – Т. 4. – № 4. – С. 18–25. DOI: 10.54890/1694-6405_2023_4_18.
5. Интерстициальные стромальные клетки: индетификация, происхождение, функции / И. В. Маянская, П. П. Потехин, В. И. Ашкинази [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2013. – № 2. – С. 34–38.
6. Мирончев, А. О. Макро- и микроанатомические различия стенки пищеводно-желудочного перехода / А. О. Мирончев // Вестник РГМУ. – 2008. – № 2 (61). – С. 313.
7. Особенности анатомического строения диафрагмально-пищеводного сегмента / А. А. Бибикова, Л. П. Пикалова, Н. В. Блинова, А. А. Медведева // Тверской медицинский журнал. – 2020. – № 3. – С. 20–24.
8. Вилкова, И. В. Структурные изменения мышечной оболочки желудка как морфологическая основа гетерохронии в раннем постнатальном онтогенезе человека / И. В. Вилкова // Морфология. – 2001. – Т. 119. – № 3. – С. 80–83.
9. Структура стенки желудка крысы Вистар в норме и после экспериментальной черепно-мозговой травмы / М. Р. Сапин, Г. Г. Аминова, Э. В. Швецов, В. С. Четвертков // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2011. – Т. 152. – № 8. – С. 207–210.
10. Лимфоидные структуры стенки кардиального отдела желудка у крыс при геморрагическом инсульте / Э. В. Швецов, Г. Г. Аминова, Е. В. Коплик, В. С. Четвертков // Морфологические ведомости. – 2010. – № 1. – С. 105–108.
11. Структурные изменения слизистой, мышечной оболочки и подслизистой прослойки желудка крыс, возникающие под воздействием эпихлоргидрина / М. Л. Кувенева, В. И. Лузин, В. Н. Морозов, Е. Н. Морозова // Научные Ведомости. Серия Медицина. Фармация – 2015. – Т. 16 (213). – № 31. – С. 225–229.
12. Морфофункциональной активности ядрышковых организаторов в клетках слизистой оболочки желудка крыс на фоне фармакологической коррекции «индометациновой» язвы

пептидным комплексом из тканей свиных почек / С. Э. Лоренц, А. Ю. Жариков, И. П. Бобров [и др.] // Бюллетень медицинской науки. – 2018. – № 1 (9). – С. 38–41.

13. Андреева, И. В. Атлас нормальной и ультразвуковой анатомии живота крысы / И. В. Андреева, А. А. Виноградов. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 175 с.

14. Кондаурова, А. Ю. Анализ морфометрии слизистой оболочки желудка крыс в различных возрастных группах / А. Ю. Кондаурова, О. М. Россомахина, И. А. Кравцова // Украинский медицинский альманах. – 2014. – Т. 17. – № 4. – С. 43–45.

15. Лабораторные крысы: содержание, разведение и биоэтические аспекты использования в экспериментах по физиологии поведения / В. И. Беляков, Е. М. Инюшкина, Д. С. Громова, А. Н. Инюшкин. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2021. – 92 с.

16. Соотношение возрастов основных лабораторных животных (мышей, крыс, хомячков и собак) и человека: актуальность для проблемы возрастной радиочувствительности и анализ опубликованных данных / А. Н. Котеров, Л. Н. Ушенкова, Э. С. Зубенкова [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2018. – Т. 63. – № 1. – С. 5–27. DOI: 10.12737/article_5a82e4a3908213.56647014.

17. Соколова, И. Б. Влияние метаболических нарушений и стрептозотоцинового диабета на церебральную циркуляцию у крыс, содержащихся на высокожировой диете / И. Б. Соколова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2022. – Т. 108. – № 6. – С. 762–770. DOI: 10.31857/S0869813922060085.

18. Никитина, О. В. Структурные преобразования желудка крыс ювенильного возраста на фоне регулярного введения энергетического напитка / О. В. Никитина, С. А. Кутя, М. А. Кривенцов // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2021. – Т. 11. – № 3. – С. 34–39. DOI: 10.37279/2224-6444-2021-11-3-34-39.

19. Пищеварительная система в схемах и таблицах: учебно-наглядное пособие / Л. С. Васильева, О. А. Макарова, Л. А. Крайнова, Л. А. Иванова. – Иркутск: ИГМУ, 2023. – 49 с.

REFERENCES

1. Hryn V.H., Kostylenko Y.P., Yushchenko Y.P., Ryabushko M.M., Lavrenko D.O. Comparative histological structure of the gastrointestinal mucosa in human and white rat: a bibliographic analysis. *Wiad Lek*., 2018, vol. 71, no. 7, pp. 1398–1403.

2. Samodelkin E.I., Kosareva P.V., Chetvertnykh L.A. Shinkaric O.V., Neklyudova V.V., Nikitin S.V., Cheraneva M.V. Histological and histometric characteristics of intact non-inbred white rat stomach mucosa. *Perm Medical Journal*, 2011, vol. 28, no. 2. pp. 108–113. (in Russ.)

3. Kernesyuk N.L., Kernesyuk M.N., Getmanova A.V., Sysoeva L.F. Histotopography of peristaltic organs is the key to solving dyskinesia as a syndrome. *Bulletin of the Ural State Medical Academy*, 2009, vol. 20. pp. 185–189. (in Russ.)

4. Sharshenbiev Zh.A., Karaeva R.R., Tokhtyev I.T. To the question of the structural organization of the immune apparatus of the human stomach (literature review). *Vestnik of KSMA*, 2023, vol. 4, no. 4, pp. 18–25. DOI: 10.54890/1694-6405_2023_4_18. (in Russ.)

5. Mayanskaya I.V., Potekhin P.P., Ashkinazi V.I., Tolkatcheva N.I., Goganova A.Yu. The interstitial stromal cells: identification, origin, functions. *RMJ*, 2013, vol. 2. pp. 34–38. (in Russ.)

6. Mironchev A.O. Macro- and microanatomic differences in the wall of the esophageal-gastric junction. *Bulletin of the RSMU*, 2008, vol. 2, no. 61, p. 313. (in Russ.)

7. Bibikova A.A., Pikalova L.P., Blinova N.V., Medvedeva A.A. Peculiarities of anatomic structure of the diaphragmal-esophagic segment. *Tver Medical Journal*, 2020, no. 3, pp. 20–24. (in Russ.)

8. Vilkova I.V. Structural changes in the stomach muscular coat as basis for heterochronia in human early postnatal ontogenesis. *Morphologiia*, 2001, vol. 119, no. 3, pp. 80–83. (in Russ.)

9. Sapin M.R., Aminova G.G., Shvetsov E.V., Chetvertkov V.S. Structure of gastric wall in wistar rats in health and after experimental traumatic brain injury. *Bull Exp Biol Med*, 2011, vol. 152, no. 8, pp. 207–210. (in Russ.)

10. Shvetsov E.V., Aminova G.G., Koplic E.V., Chetvertkov V.S. Characteristic of limphoid structures in the wall of cardiac part of the rat stomach after haemorrhagic stroke. *Morphological newsletter*, 2010, vol. 1, pp. 105–108. (in Russ.)

11. Kuveneva M.L., Luzin V.I., Morozov V.N., Morozova E.N. Structural changes of mucous membrane, submucous and muscular layers of rats' stomach, arising up under action of epichlorohydrin. *Scientific Bulletin. Medicine. Pharmacy*, 2015, vol. 16, no. 213, pp. 225–229. (in Russ.)

12. Lorenz S.E., Zharikov A.Yu., Bobrov I.P., Mazko O.N., Makarova O.G., Siraychenko M.E.

Morphofunctional activity of nucleolar organizers in the cells of the gastric mucosa of rats against the background of pharmacological correction of "indomethacin" ulcer with a peptide complex from pig kidney tissues. *Bulletin of Medical Science*, 2018, vol. 1, no. 9, pp. 38–41. (in Russ.)

13. Andreeva I.V., Vinogradov A.A. Atlas of normal and ultrasound anatomy of the rat abdomen. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 175 p. (in Russ.)

14. Kondaurova A.Yu., Rossomakhina O.M., Kravtsova I.A. Analysis of morphometry of rat stomach mucosa in different age groups. *Ukrainian medical almanac*, 2014, vol. 17, no. 4, pp. 43–45. (in Russ.)

15. Belyakova V.I., Inyushkina E.M., Gromova D.S., Inyushkin A.N. Laboratory rats: management, breeding and bioethical aspects of use in experiments on the behavior physiology. Samara: Samara University Publishing House, 2021. 96 p. (in Russ.)

16. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Zubenkova E.S., Wainson A.A., Biryukov A.P. The Relationship Between the Age of the Based Laboratory Animals (Mice, Rats, Hamsters and Dogs) and the Age of Human: Actuality for the Age-Related Radiosensitivity Problem and the Analysis of Published Data. *Medical Radiology and Radiation Safety*, 2018, vol. 63, no. 1, pp. 5–27. DOI: 10.12737/article_5a82e4a3908213.56647014. (in Russ.)

17. Sokolova I.B. Effect of Metabolic Disorders and Streptozotocin Diabetes on Cerebral Circulation in Rats on a High-Fat Diet. *Russian Journal of Physiology*, 2022, vol. 108, no. 6, pp. 762–770. DOI: 10.31857/S0869813922060085. (in Russ.)

18. Nikitina O.V., Kutya S.A., Kriventsov M.A. Structural transformations of the stomach of juvenile rats after regular administration of an energy drink. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 2021, vol. 11, no. 3, pp. 34–39. DOI: 10.37279/2224-6444-2021-11-3-34-39. (in Russ.)

19. Vasil'eva L.S., Makarova O.A., Krainova L.A., Ivanova L.A. The digestive system in diagrams and tables: a training aid. Irkutsk: ISMU, 2023. 49 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александр Анатольевич Виноградов – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздава России, Рязань, e-mail: alexanvin@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0441-7121.

Артем Владимирович Павлов – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздава России, Рязань, e-mail: av.pavlov-rzgmu@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8224-824X.

Ирина Владимировна Андреева – доктор медицинских наук, профессор кафедры клинической ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва, e-mail: prof.andreeva.irina.2012@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6946-3036.

Лилия Олеговна Воронкова – соискатель кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздава России; врач-диетолог-нутрициолог, Рязань, e-mail: doc.liliiav@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1777-107X.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksandr A. Vinogradov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Anatomy, Ryazan State Medical University, Ryazan, e-mail: alexanvin@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-0441-7121

Artyom V. Pavlov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy, Ryazan State Medical University, Ryazan, e-mail: av.pavlov-rzgmu@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8224-824X

Irina V. Andreeva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Clinical Ultrasound and Functional Diagnostics, Moscow Regional Research and Clinical Institute ("MONIKI"), Moscow, e-mail: prof.andreeva.irina.2012@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6946-3036

Lilia O. Voronkova – Nutrition Specialist, Post-Graduate Student of Department of Normal Physiology with the course of Psychophysiology, Ryazan State Medical University, Ryazan, e-mail: doc.liliiav@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1777-107X

Для цитирования: Особенности структурной организации слизистой оболочки кардиального отдела желудка лабораторной крысы / А. А. Виноградов, А. В. Павлов, И. В. Андреева, Л. О. Воронкова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_5

For citation: Vinogradov A.A., Pavlov A.V., Andreeva I.V., Voronkova L.O. Structural organization of the gastric cardia mucosa of a laboratory rat. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_5