

Морфофункциональная характеристика кишечника у представителей отряда грызунов

Н.А. Слесаренко, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии животных,

В.А. Комякова, аспирант кафедры анатомии и гистологии животных,

В.В. Степанишин, кандидат биологических наук, ассистент кафедры анатомии и гистологии животных

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина»

Россия, 109472, Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23

E-mail: slesarenko2009@yandex.ru

Ключевые слова: морфология, кишечник, морская свинка, шиншилла

Резюме

Установлены общие закономерности и видовые особенности анатомического устройства кишечника у изучаемых представителей отряда «грызуны», отражающие влияние как генетической программы морфогенеза вида, так и алиментарного фактора. Выявлено, что пуговчатое утолщение представляет собой выходное отверстие общего желчного протока, которое также участвует в регулировании объема пищевых масс, поступающих из желудка. У морской свинки риск развития острой обструкции в двенадцатиперстной кишке минимизирован, благодаря выпячиванию слизистой оболочки в просвет кишки. Кишечный канал шиншиллы характеризуется следующими анатомическими особенностями: стенка кишечника постепенно истончается по направлению к прямой кишке, на всем протяжении кишечного канала в подслизистой основе сосредоточено большое количество пейеровых бляшек и диффузных скоплений лимфоидной ткани.

Установлено, что у шиншиллы слепободочный клапан наделен сложной морфологией: его створки образованы всеми слоями кишечной стенки с пейеровыми бляшками в подслизистой основе, а в листочках валика сосредоточены скопления клеток Панета. У представителей отряда «грызуны» ободочная кишка имеет 2 мускульные ленты (тении) и мешочек ободочной кишки, принимающий участие в организации пищеварительного процесса.

У представителей фитофагов в кишечнике выявлены области наибольшей концентрации лимфоидной ткани: краниальный изгиб двенадцатиперстной кишки, подвздошно-слепободочное устье и мешочек ободочной кишки. У шиншиллы в качестве дополнительных источников лимфоидной ткани выступает подвздошно-слепокишечное кольцо слепободочного клапана.

Выявлены зоны риска возникновения и развития энтеропатологий у изучаемых животных — печеночный изгиб двенадцатиперстной кишки и подвздошно-слепободочное соединение, топически сопряженные со структурными образованиями: шаровидным пуговчатым утолщением, подвздошно-слепокишечным сфинктером и слепободочным клапаном, которые выполняют компенсаторную функцию по противодействию обструкции просвета кишечного канала.

Толстый отдел у изучаемых животных является ответственным за формирование и разделение содержимого на твердые и мягкие фекалии, а его гистологические особенности адаптированы к сепаратной функции и образованию 2 типов фекалий.

Представленные данные вносят дополнительную информацию в гастроэнтерологию лабораторных животных и являются базовыми для экспериментальной, клинической морфологии при оценке структурно-функционального состояния кишечника.

Введение

Изучение закономерностей и особенностей строения кишечника у животных — одна из актуальных проблем ветеринарной морфологии и гастроэнтерологии [2–4, 6]. Однако нет полной информации о структурной организации кишечника у представителей отряда грызунов. Не освещены макроморфологические и микроморфологические характеристики кишечной стенки, недостаточно раскрыта функциональная значимость отдельных структур кишечного канала и их вклад в пищеварительный процесс. Не выявлены области наименьшей устойчивости кишечника, являющиеся факторами риска возникновения и развития его патологий. При этом около 65% представителей данного отряда погибают вследствие гастроэнтеропатий [5, 10].

Цель настоящего исследования — установить общие закономерности и видовые особенности строения кишечника у представителей грызунов, семейств свинок — морская свинка и шиншилловых — шиншилла.

Задачи исследования

1. Установить макро- и микроморфологические признаки тонкого и толстого отдела кишечника у морской свинки.
2. Выявить особенности строения кишечника у шиншиллы.
3. Провести сравнительный макро- и микроморфологический анализ кишечника у изучаемых представителей грызунов.
4. На основании полученных морфологических данных обосновать факторы риска возникновения и развития у изучаемых грызунов энтеропатий.

Материал и методы

Исследования выполнены на базе кафедры анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина». Материалом для исследования служил секционный материал, отобранный от 50 особей отряда грызунов, относящихся к 2 семействам свинок — морская свинка (n=40) и шиншилловые — шиншилла (n=10).

Животные были половозрелые, обоего пола, без признаков патологий кишечника. Эксперименты на животных проводили в полном соответствии с Директивой Европейского Совета по соблюдению этических принципов в работе с лабораторными животными (The European Council Directive (86/609/ЕЕС)) и Директивой 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского Союза.

Использовали методы анатомического вскрытия, тонкого анатомического препарирования, макроскопической морфометрии отделов кишечника с последующим функциональным анализом изучаемых структур, гистологическое исследование кишечной стенки. Цифровой материал подвергали статистической обработке по общепринятым методикам [1].

Результаты и обсуждение

Дифференциация кишечника на отделы у изучаемых животных подчиняется общим закономерностям: его тонкий отдел подразделяется на двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки, в то время как толстый — на слепую, ободочную и прямую. Сравнительный анализ степени развития отделов кишечника у изучаемых представителей грызунов показал, что у морской свинки длина его тонкого и толстого отделов практически равнозначна, тогда как у шиншиллы толстый отдел в 1,7 раз превосходит тонкий (см. таблицу).

Результаты сравнительной морфометрии отделов кишечника у изучаемых грызунов

Длина отдела кишечника, мкм	Животное	
	морская свинка	шиншилла
Двенадцатиперстная кишка	16,2±7,7	12,0±1,5
Тощая кишка	90,6±90,4	81,5±10,5
Подвздошная кишка		
Слепая кишка	17,4±8,4	10,5±1,5
Ободочная кишка	75,4±46,4	144,75±0,75
Прямая кишка	9,6±3,9	6,75±1,75
Общая длина кишечника	209,2±86,2	255,5±16,0

Примечание. Различия между сравниваемыми величинами достоверны ($p \leq 0,05$).

Большой объем толстого отдела необходим фитофагам для расщепления клетчатки и синтеза микроэлементов и витаминов [3, 5].

Двенадцатиперстная кишка морской свинки и шиншиллы, отходя от пилоруса желудка, формирует краниальный печеночный изгиб (рис. 1).

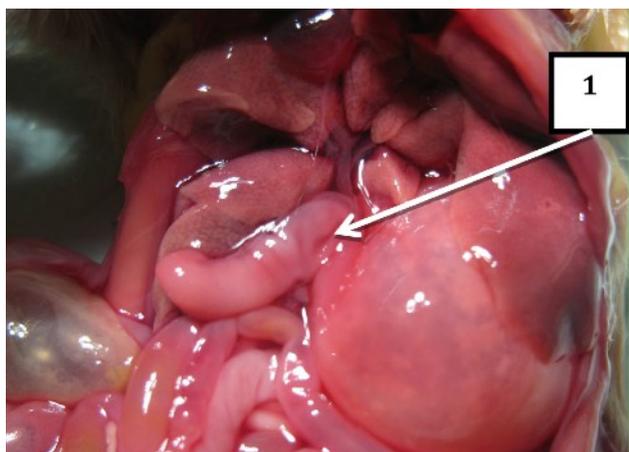


Рис. 1. Макроморфология двенадцатиперстной кишки у морской свинки: 1 — краниальный печеночный изгиб. Макропрепарат

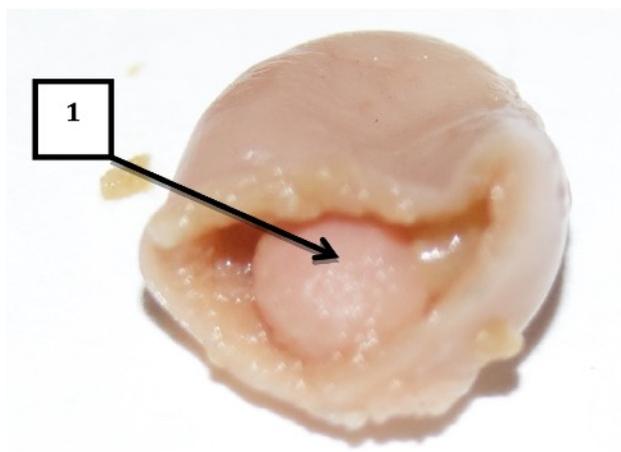


Рис. 2. Макроморфология двенадцатиперстной кишки у шиншиллы в области пуговчатого утолщения (1) — входного отверстия общего желчного протока. Макропрепарат

В двенадцатиперстной кишке дуоденальные железы выявлены на всем ее протяжении. Их функция заключается в выделении защитного щелочного секрета, который нейтрализует кислую рН среды, поступающей из желудка. На дне печеночного изгиба у изучаемых животных обнаружено шаровидное пуговчатое утолщение — входное отверстие общего желчного протока, образованное слиянием пузырного протока печени и протока поджелудочной железы (рис. 2).

Сложноорганизованная стенка пуговчатого утолщения состоит из адвентиции, циркулярного мышечного слоя, подслизистой основы с множеством глубоких крипт, выстланных однослойным железистым эпителием.

У морской свинки над пуговчатым утолщением присутствуют 2 складки слизистой, представленные скоплением дуоденальных желез и рыхлой соединительной ткани. Они могут выполнять роль клапана, перекрывая просвет кишки, что в свою очередь снижает риск возникновения его острой обструкции в области краниального кишечного изгиба (рис. 3).

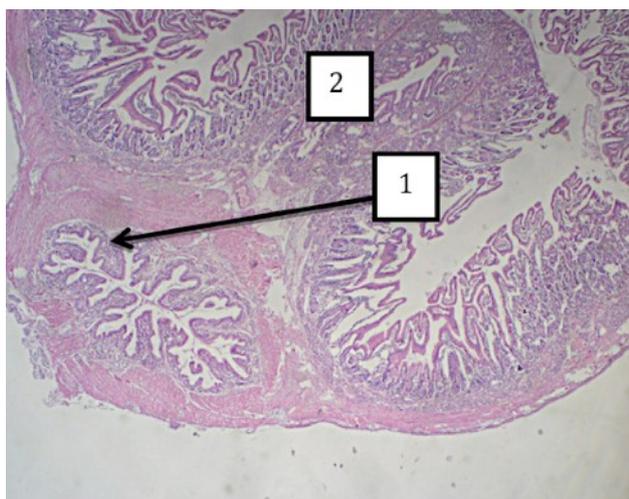


Рис. 3. Микроморфология пуговчатого утолщения двенадцатиперстной кишки: 1 — пуговчатое утолщение двенадцатиперстной кишки; 2 — складки слизистой оболочки. Гематоксилин и эозин. Об.4. ок.10

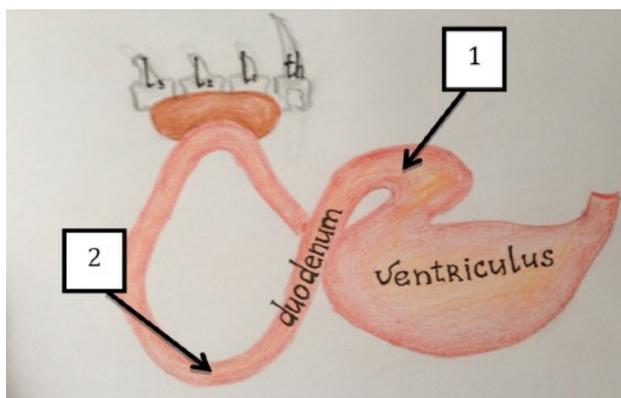


Рис. 4. Ход двенадцатиперстной кишки. Изгибы двенадцатиперстной кишки: 1 — краниальный, 2 — каудальный. Оригинальный рисунок с макропрепарата

Двенадцатиперстная кишка у морской свинки на расстоянии 9–15 см образует 2-й, или каудальный изгиб, направляющийся к позвоночному столбу, затем кишка поворачивает на левую сторону брюшной стенки и впадает в тощую кишку (рис. 4).

Стенка двенадцатиперстной кишки представлена серозной, мышечной и слизистой оболочками. Мышечная оболочка состоит из циркулярного и продольного слоев, при этом у шиншиллы ее толщина достоверно меньше, чем у морской свинки. В подслизистой основе залегают Бруннеровы железы, имеющие многослойную структурную организацию. Так, у шиншиллы они представлены 3–6 слоями, а у морской свинки – 2–8 слоями клеток (рис. 5). Собственная слизистая оболочка формирует ворсины и крипты, выстланные каемчатым эпителием, который принимает участие во всасывании воды из просвета кишечного канала. На дне крипт у морской свинки выявлено обилие клеток Панета.

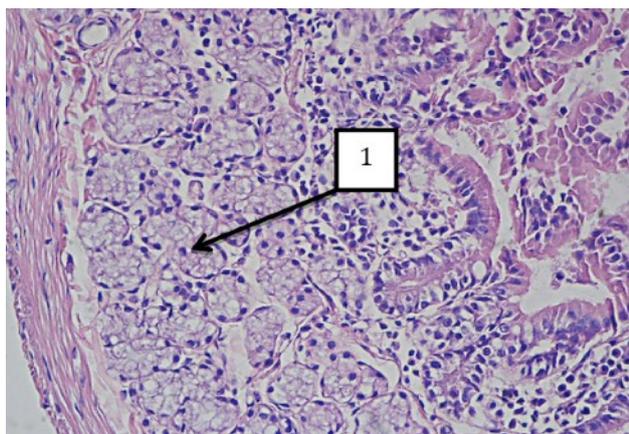


Рис. 5. Микроморфология дуоденальных желез двенадцатиперстной кишки у шиншиллы: 1 — бруннеровы железы. Гематоксилин и эозин. Об.20, ок.10

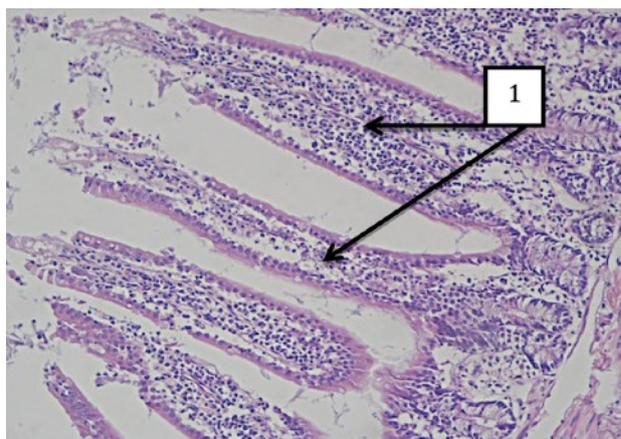


Рис. 6. Микроморфология тощей кишки у шиншиллы: 1 — ворсины тощей кишки. Гематоксилин и эозин. Об.20, ок.10

Обращает на себя внимание особенность распределения у изучаемых животных лимфоидной ткани в стенке кишечника. Так, у шиншиллы она представлена не только одиночными лимфатическими фолликулами, но и их групповыми скоплениями; дуоденальные железы в месте их локализации отсутствуют. У морской свинки в подслизистой основе двенадцатиперстной кишки обнаружены участки с диффузным скоплением лимфоидной ткани.

Следующий отдел тонкого кишечника — тощая кишка, собрана в многочисленные петли и подвешена на длинной брыжейке. Микроморфологический анализ ее стенки показал уменьшение высоты ворсин, при одновременном увеличении (в 2,5 раза) их площади. Морская свинка превосходит шиншиллу по количественному представительству ворсин (рис. 6).

Завершающий отдел тонкого кишечника — подвздошная кишка; при впадении в слепую кишку образует подвздошно-слепое устье, в области которого у изучаемых животных обнаружен подвздошно-слепокишечный сфинктер, препятствующий ретроградному продвижению пищи (рис. 7).

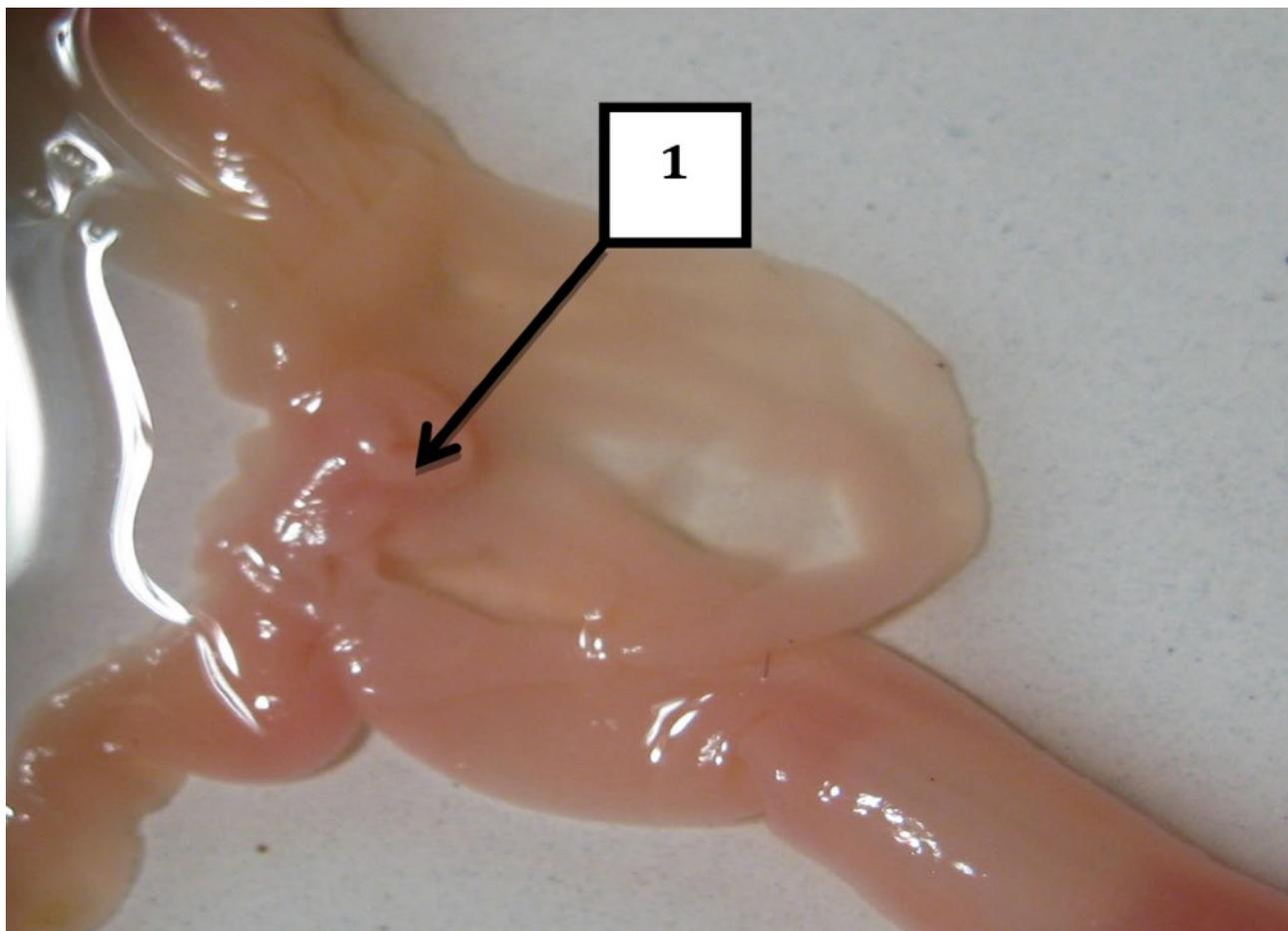


Рис. 7. Макроморфология подвздошной кишки у морской свинки: 1 – подвздошно-слепокишечный сфинктер. Макропрепарат

У морской свинки он образован за счет утолщения циркулярного мышечного слоя кишки. Нельзя исключать, что его сокращения способствуют осуществлению активной перистальтики. У шиншиллы в подслизистой основе вокруг подвздошно-слепокишечного устья залегают солитарные лимфатические фолликулы (рис. 8).

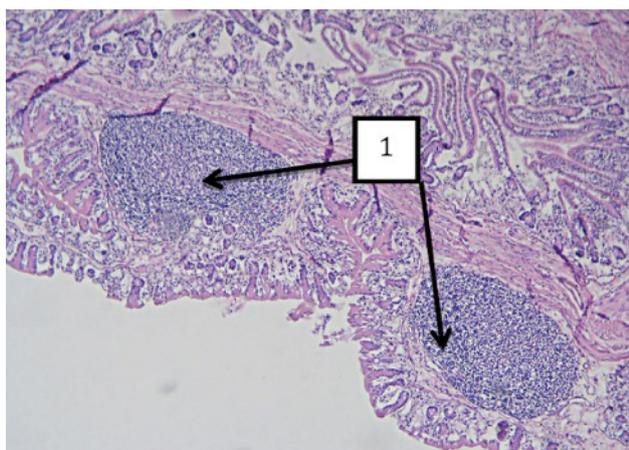


Рис. 8. Микроморфология подвздошно-слепокишечного лимфоидного кольца у шиншиллы: 1 – солитарные лимфатические фолликулы. Гематоксилин и эозин. Об.10, ок.10

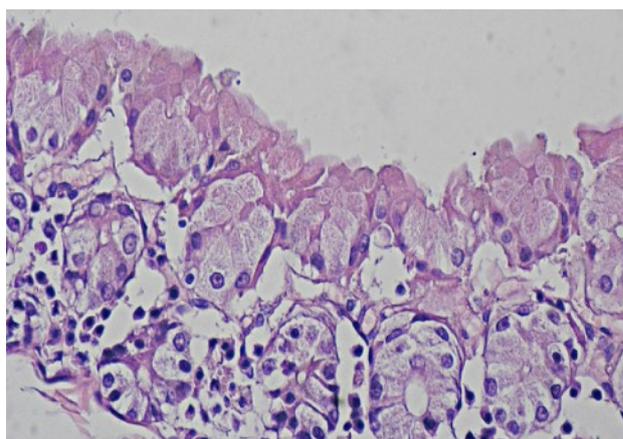


Рис. 9. Микроморфология слепой кишки шиншиллы. Гематоксилин и эозин. Об.40, ок.10

На дне крипт выявлены скопления клеток Панета, осуществляющих, как известно, иммуно-биологический контроль содержимого. Вместе с тем, слизистая оболочка шиншиллы

обеднена криптами, что может свидетельствовать о слабой активности пристеночного пищеварения.

Слепая кишка у морской свинки несет 2 тени, в то время как у шиншиллы — 1 [8]. По структурной организации тени представлены утолщением мышечной оболочки стенки кишки. Слизистая оболочка кишечной стенки у морской свинки — гладкая, складчатый рельеф поверхности обнаружен только в области залегания теней. На дне крипт располагается незначительное количество бокаловидных энтероцитов, их остальную поверхность выстилают энтероциты, заполненные базофильно-окрашенным секретом с ацидофильными гранулами (клетки Панета), которые осуществляют, как известно, биосинтез лизоцима, катионных пептидов, фосфолипазы, обеспечивая антибактериальную защиту слепой кишки (рис. 9) [7, 9].

На слизистой слепой кишки у изучаемых нами грызунов выявлены лимфатические фолликулы, имеющие у морской свинки овальную форму с равномерной плотностью (рис. 10).

У шиншиллы они характеризуются неупорядоченным распределением на поверхности слизистой оболочки, а их плотность возрастает в области подвздошно-слепободочного соединения (рис. 11). В подслизистой основе стенки слепой кишки обнаружены пейеровы бляшки, в месте их залегания мышечная оболочка утолщена. Помимо лимфатических фолликулов у морской свинки, в области подвздошно-слепого соединения и верхушки слепой кишки сосредоточены пакеты лимфатических узлов.

У изучаемых представителей грызунов на границе слепой и ободочной кишок обнаружен слепободочный клапан. Макроморфологически он образован у морской свинки 2 створками. По данным световой микроскопии гистологических срезов, створки клапана представлены всеми слоями кишечной стенки. В области их прикрепления циркулярный мышечный слой утолщается, здесь сосредоточена лимфоидная ткань. У шиншиллы клапан обладает более сложной, чем у морской свинки, структурной организацией: помимо 2 створок, в его составе обнаружены валикообразные выпячивания стенки ободочной кишки, состоящие из множества складок, которые макроскопически напоминают листочки книги (рис. 12).

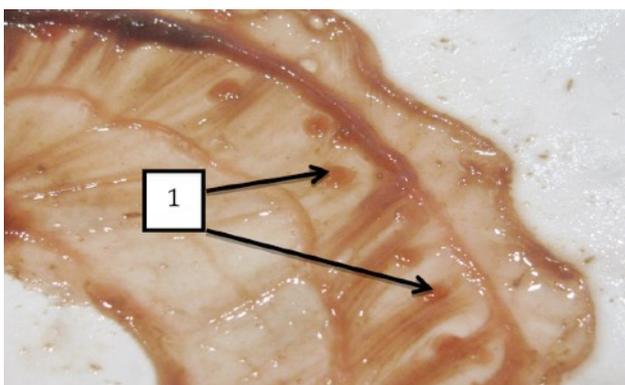


Рис. 10. Макроморфология слизистой слепой кишки у морской свинки: 1 — пейеровы бляшки. Макропрепарат

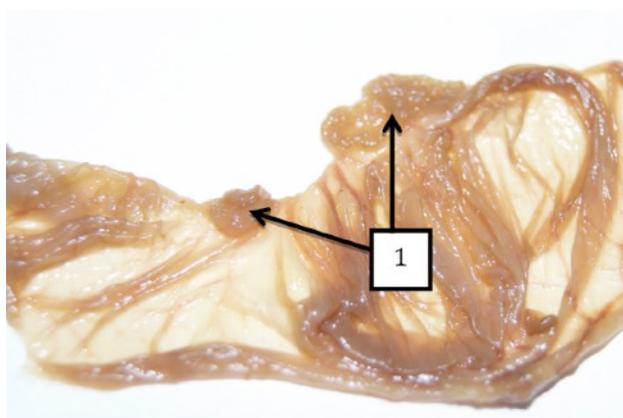


Рис. 11. Макроморфология слизистой оболочки слепой кишки у шиншиллы: 1 — пейеровы бляшки. Макропрепарат

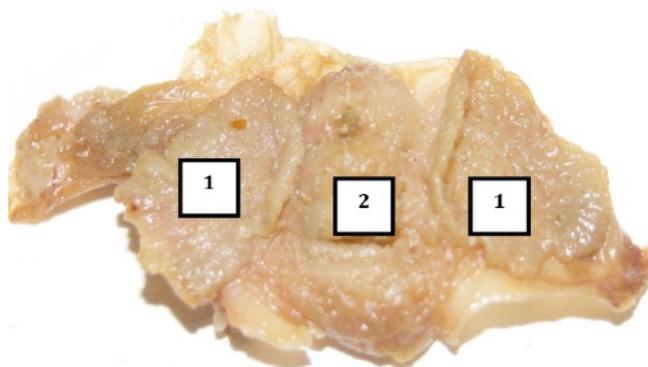


Рис. 12. Макроморфология слепоободочного клапана шиншиллы: 1 – створки слепо-ободочного клапана, 2 – валикообразное выпячивание ободочной кишки. Макпрепарат

Сами створки клапана представлены продольным и циркулярным мышечными слоями, подслизистой основой, лимфоидной тканью, каемчатым эпителием (рис. 13).

Валикообразное выпячивание слепоободочного клапана является утолщением циркулярного мышечного слоя; листочки, участвующие в формировании валика, имеют все слои кишечной стенки. В слизистой оболочке выявлены базофильно окрашенные энтероциты, на дне крипт сосредоточены клетки Панета (рис. 14).

Ободочная кишка на границе со слепой образует у морской свинки ампулообразное расширение или первый мешочек, его слизистая оболочка собрана в многочисленные складки с заметными на ее поверхности лимфатическими фолликулами. Проксимальный участок ободочной кишки несет 2 мощные мускульные ленты (тении) длиной 25–35 см, расположенные на ее дне. Видовым признаком строения ободочной кишки у шиншиллы является существенное уменьшение по ходу следования ее объема, при этом диаметр нисходящей части в 3 раза уступает таковому восходящей (рис. 15).

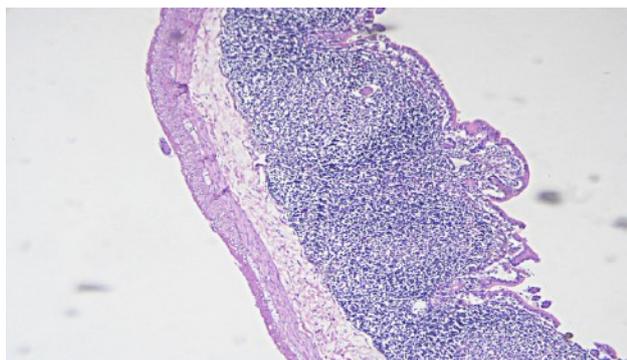


Рис. 13. Микроморфология створки слепоободочного клапана у шиншиллы. Гематоксилин и эозин. Об.20, ок.10

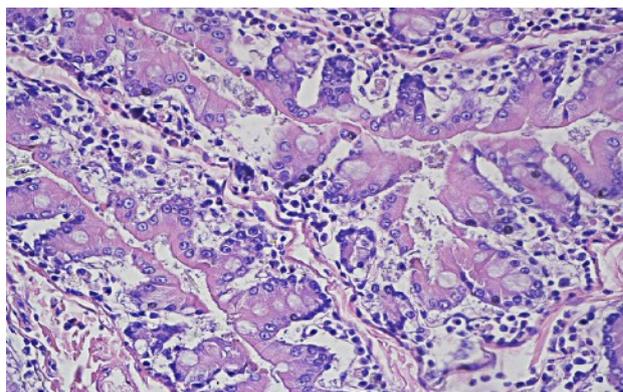


Рис. 14. Микроморфология валика ободочной кишки у шиншиллы. Гематоксилин и эозин. Об.20, ок.10

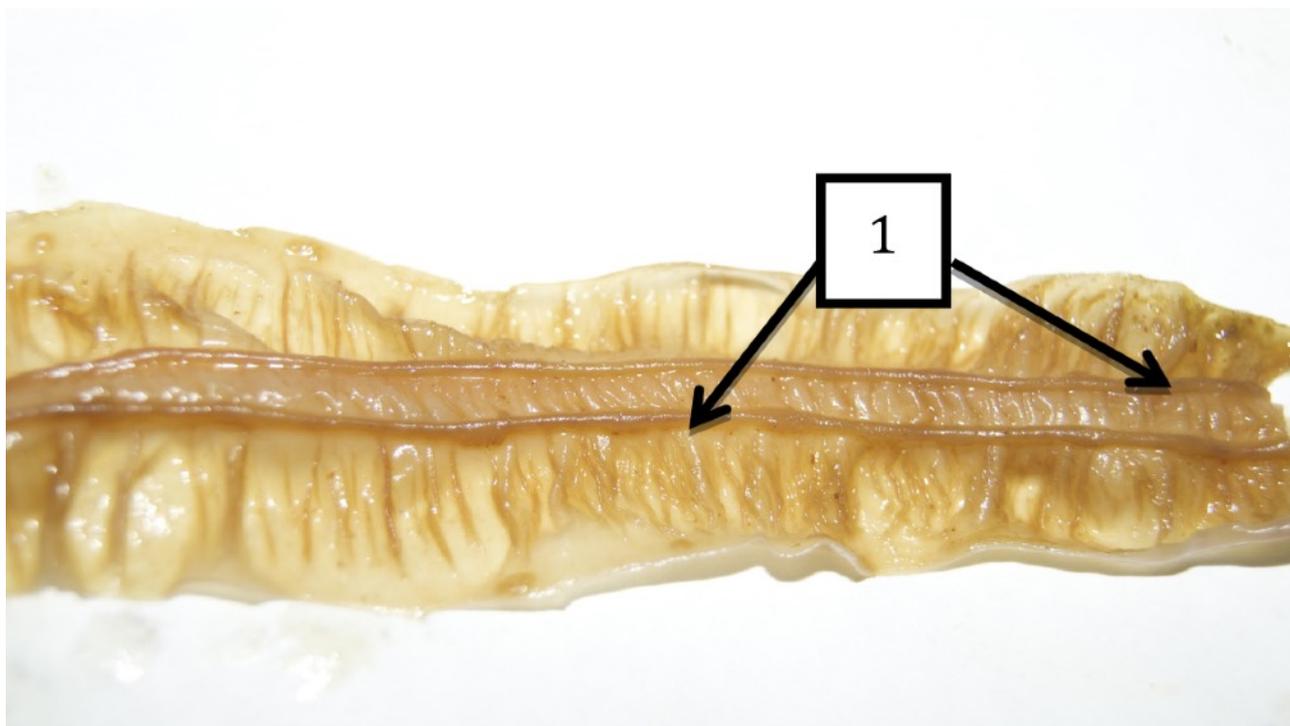


Рис. 15. Макроморфология ободочной кишки шиншиллы: 1 – тении на дне ободочной кишки. Макропрепарат

У шиншиллы проксимальный участок ободочной кишки, как и предыдущие отделы кишечного канала, тонкостенный. Тении располагаются на дне ободочной кишки, но развиты слабее, чем у морской свинки, в их структурном оформлении не участвует мышечная оболочка (рис. 16).

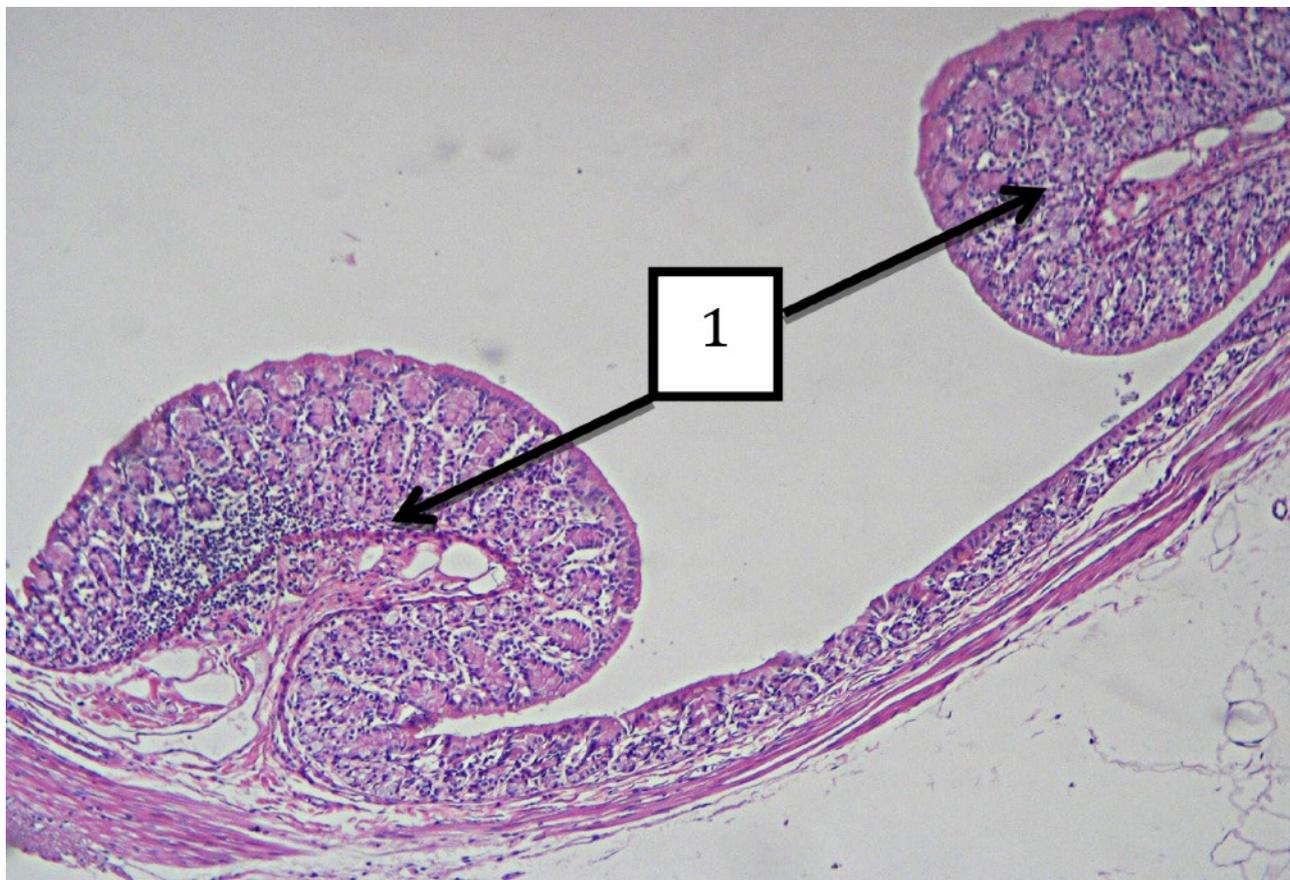


Рис. 16. Микроморфология ободочной кишки у морской свинки: 1 – тении. Гематоксилин и эозин. Об.10, ок.10

По микроморфологическим данным в мешочке ободочной кишки наблюдается утолщение мышечной оболочки, его слизистая образует за счет соединительной ткани подслизистой основы множество складок, в составе которых присутствуют гладкие миоциты. Их перистальтические сокращения, на наш взгляд, способствуют формированию цекотрофов из кишечной кашицы. В составе кишечных крипт выявлено множество бокаловидных клеток, продуцирующих слизь, которая предназначена для обволакивания кишечных шариков (рис. 17). У изучаемых видов в подслизистой основе мешочка нами выявлены диффузные скопления лимфоидной ткани.

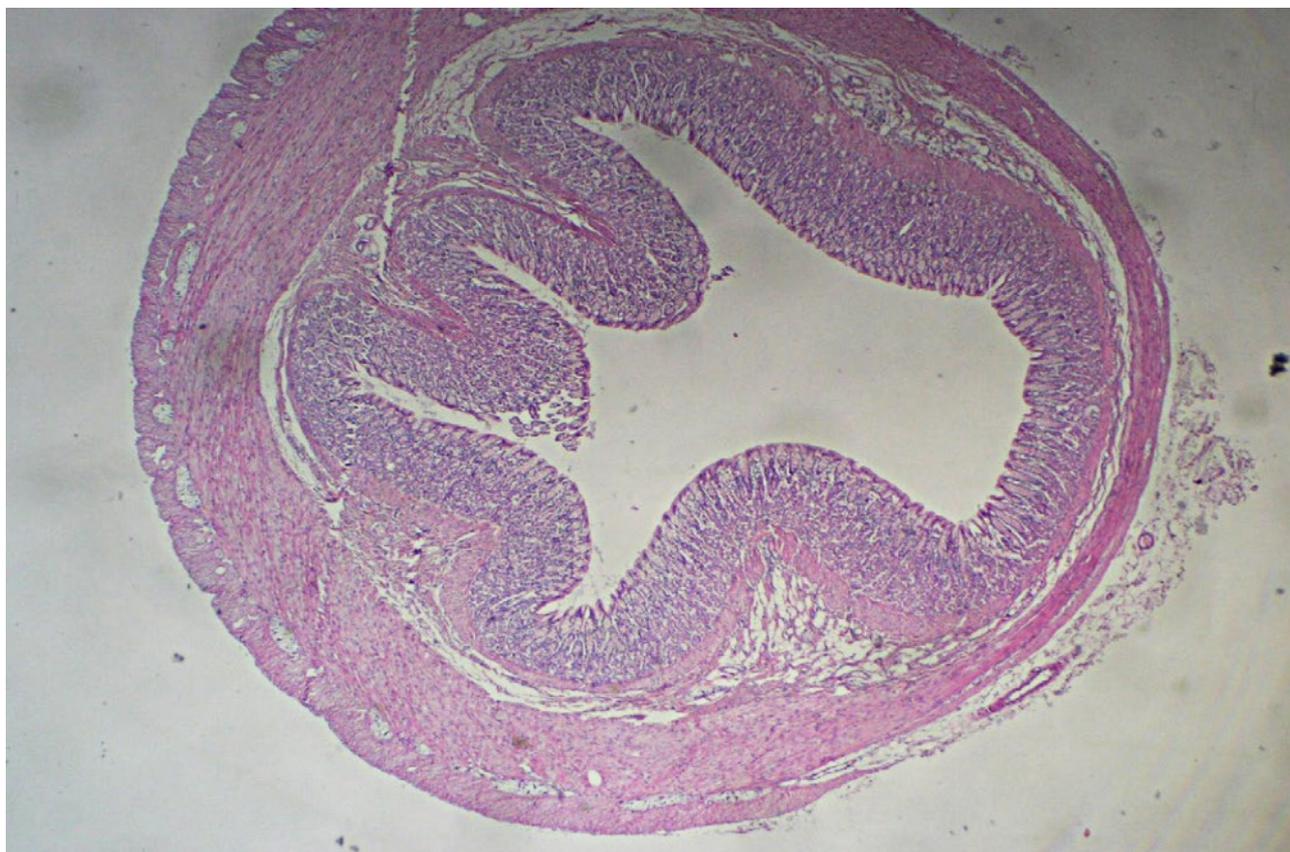


Рис. 17. Микроморфология мешочка ободочной кишки у морской свинки. Гематоксилин и эозин. Об.4, ок.10

У фитофагов, потребляющих корма с большим содержанием целлюлозы, возник специфический способ адаптации к потреблению и усвоению пищи с высоким содержанием клетчатки – её повторное переваривание посредством копрофагии, заглатывания специально производимых фекалий (цекотрофов). Цекотрофы содержат большое количество микробного белка и других питательных веществ.

Толстый отдел является ответственным за формирование и разделение содержимого на твердые и мягкие фекалии (последние обогащены микробным белком). Таким образом, в толстом отделе кишечника реализуется сепараторный механизм, разделяющий цекотрофы на твердые и мягкие, 1-е выводятся во внешнюю среду, 2-е заглатываются. В желудке они подвергаются брожению, т.е. начинается процесс переваривания.

Антиперистальтические движения ободочной кишки возвращают бактериальную массу в слепую кишку. Этот факт усложняет структурную организацию мышечной оболочки проксимального отдела ободочной кишки для обеспечения сепарации бактериальной массы на твердые и мягкие фекалии. Таким образом, гистологические особенности толстого отдела кишечника адаптированы к сепаратной функции и образованию 2 типов фекалий. В мягких фекалиях много непереваренной клетчатки и неусвоенных питательных веществ. Путем

вторичного прохождения по желудочно-кишечному тракту увеличивается время его повторной ферментации.

Конечный отрезок кишечного канала — прямая кишка — завершается анальным отверстием. Ее слизистая оболочка собрана в многочисленные складки. У морской свинки мышечная оболочка стенки утолщена на всем протяжении прямой кишки. У шиншиллы кишка гладкая и тонкостенная, в дистальном отделе она утолщается, формируя мощный сфинктер, слизистая оболочка в области сфинктера собрана в трудно расправляемые складки. У изучаемых нами представителей грызунов в слизистой оболочке возрастает количество крипт, дно которых выстилают многочисленные бокаловидные энтероциты.

Заключение

1. Установлены общие закономерности и видовые особенности анатомической организации тонкого и толстого отделов кишечника у представителей отряда грызунов семейств шиншилловые и свинковые, обусловленные влиянием пищевой специализации.
2. Особенности структурной организации кишечника у изучаемых грызунов — представителей фитофагов выражаются в присутствии теней, карманов, мешочка ободочной кишки и утолщением мышечной оболочки, что детерминировано адаптацией к реализации моторной функции и процесса копрофагии.
3. У представителей фитофагов в кишечнике выявлены области наибольшей концентрации лимфоидной ткани: краниальный изгиб двенадцатиперстной кишки, подвздошно-слепободочное устье и мешочек ободочной кишки. У шиншиллы в качестве дополнительными источниками лимфоидной ткани выступают подвздошно-слепокишечное кольцо и слепободочный клапан.
4. Зоны риска возникновения и развития энтеропатологий у изучаемых грызунов: печеночный изгиб двенадцатиперстной кишки и подвздошно-слепободочное соединение. Топически сопряженные с ними структурные образования — шаровидное пуговчатое утолщение, подвздошно-слепой сфинктер и слепободочный клапан — являются компенсаторными приспособлениями, противодействующими обструкции просвета кишечного канала.
5. Полученные данные дополняют сведения в области гастроэнтерологии лабораторных животных. Они являются базовыми для экспериментальной, клинической морфологии при оценке структурно-функционального состояния кишечника.

Список литературы

1. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа. 1990. Т. 352: 5.
2. Петер К. Мелкие домашние животные. Болезни и лечение. М.: «Аквариум», 2006: 31–9; 192–9
3. Bennet R.A., Soft tissue surgery. In Quesenberry K.E., Carpenter J.W., Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (2nd ed.). Saunders, imprint of Elsevier Science, 2004.
4. Bihun C., Bauck L., Basic anatomy, physiology, husbandry and clinical techniques. In Quesenberry KE, Carpenter JW, Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (2nd ed.). Saunders, imprint of Elsevier Science, 2004: 286–8.

5. Brooks D.L. Nutrition and gastrointestinal physiology. In *Ferrets, Rabbits, and Rodents, Clinical Medicine and Surgery*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2004: 155–60.
6. Capello V., Gracis M., Lennox A.M. (editor). *Rabbit and rodent dentistry handbook*. Zoological Education Network, Lake Worth FL, 2005.
7. Donnelly T.M. Disease problems of small rodents. In Quesenberry K.E., Carpenter J.W., *Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery* (2nd ed.). Saunders, imprint of Elsevier Science, 2004.
8. Jenkins J.R. Gastrointestinal Diseases. In Hillyer EV, Quesenberry KE (eds): *Ferrets, Rabbits, and Rodents, Clinical Medicine and Surgery*. WB Saunders Co., Philadelphia. 1997: 176–88.
9. Quesenberry K.E. *Ferrets, Rabbits, and Rodents Clinical Medicine and Surgery*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders. 2004: 232–44.
10. Silverman S. Tell AL: *Radiology of Rodents, Rabbits and Ferrets. An Atlas of Normal Anatomy and Positioning*. Elsevier Saunders. 2005.

The morphofunctional characteristic of rodents' intestine

N. A. Slesarenko, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of anatomy and histology of animals by A. F. Klimov;

V.A. Komiakova, postgraduate student of the Department of anatomy and histology of animals by A. F. Klimov;

V.V. Stepanishin, Candidate of Biological Sciences, assistant Professor of the Department of anatomy and histology of animals by A. F. Klimov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin» (Moscow SAVMB)

Russia, 109472, Moscow, 23 Academician Scriabin st.

E-mail: slesarenko2009@yandex.ru

Keywords: morphology, intestine, guinea, pig, chinchilla

Abstract

General regularities and specific features of the anatomical structure of the intestine in the studied representatives of the rodent order were established, reflecting the influence of both the genetic program of morphogenesis of the species and the alimentary factor. It was found that the buttoned thickening is the outlet of the common bile duct, which also participates in the regulation of the volume of food masses coming from the stomach. In the Guinea pig the risk of acute obstruction in the duodenum is minimized due to the protrusion of the mucous membrane in the lumen of the intestine. The intestinal canal of the chinchilla is characterized by the following anatomical features: the intestinal wall gradually thins towards the rectum, throughout the intestinal canal in the submucosal basis a large number of Peyer plaques and diffuse accumulations of lymphoid tissue are concentrated.

It is established that the chinchilla blind-rim valve is endowed with a complex morphology: its folds are formed by all layers of the intestinal wall with Peyer plaques in the submucosal base, and in the leaves of the roller are concentrated clusters of Panet cells. Representatives of the order rodents colon has two muscle bands (tenii) and a pouch of the colon, taking part in the organization of the digestive process.

Representatives of phytophages in the intestine revealed the areas of the highest concentration of lymphoid tissue: cranial bend of the duodenum, ileum-blind-colon mouth and colon pouch. In chinchilla as additional sources of lymphoid tissue acts iliac-colonic ring of the blind-rim valve.

Identified areas of risk and development of entomopathology the studied animal hepatic flexure duodenum and ileum-blind-colon connection, tapicerki associated with structural formations: globular bellied thickening, ileal-cecal sphincter and blind-colic valve that perform a compensatory function to counter obstruction of the lumen of the intestinal canal.

The thick section of the studied animals is responsible for the formation and division of the content into hard and soft feces, and its histological features are adapted to the separate function and the formation of two types of feces.

The presented data Supplement the information in the field of gastroenterology of laboratory animals, are basic for experimental, clinical morphology in the assessment of structural and functional state of the intestine.

Full text available only in Russian

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа. 1990. Т. 352: 5.
2. Петер К. Мелкие домашние животные. Болезни и лечение. М.: «Аквариум», 2006: 31–9; 192–9
3. Bennet R.A., Soft tissue surgery. In Quesenberry K.E., Carpenter J.W., Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (2nd ed.). Saunders, imprint of Elsevier Science, 2004.
4. Bihun C., Bauck L., Basic anatomy, physiology, husbandry and clinical techniques. In Quesenberry KE, Carpenter JW, Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (2nd ed.). Saunders, imprint of Elsevier Science, 2004: 286–8.
5. Brooks D.L. Nutrition and gastrointestinal physiology. In Ferrets, Rabbits, and Rodents, Clinical Medicine and Surgery, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2004: 155–60.
6. Capello V, Gracis M., Lennox A.M. (editor). Rabbit and rodent dentistry handbook. Zoological Education Network, Lake Worth FL, 2005.
7. Donnelly T.M. Disease problems of small rodents. In Quesenberry K.E., Carpenter J.W., Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery (2nd ed.). Saunders, imprint of Elsevier Science, 2004.
8. Jenkins J.R. Gastrointestinal Diseases. In Hillyer EV, Quesenberry KE (eds): Ferrets, Rabbits, and Rodents, Clinical Medicine and Surgery. WB Saunders Co., Philadelphia. 1997: 176–88.
9. Quesenberry K.E. Ferrets, Rabbits, and Rodents Clinical Medicine and Surgery, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders. 2004: 232–44.
10. Silverman S. Tell AL: Radiology of Rodents, Rabbits and Ferrets. An Atlas of Normal Anatomy and Positioning. Elsevier Saunders. 2005.