

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная  
академия ветеринарной медицины

Д. Н. ФЕДОТОВ

# **ГИСТОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ ЖИВОТНЫХ**

Учебно-методическое пособие для студентов  
биотехнологического факультета по специальности  
1 - 74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» и  
1 - 74 03 01 «Зоотехния»

Витебск  
ВГАВМ  
2018

УДК 636:611.018(07)

ББК 45.266

Ф34

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная  
академия ветеринарной медицины»  
от 26.06.2018 г. (протокол № 3)

Авторы:

кандидат ветеринарных наук, доцент *Д. Н. Федотов*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент *Н. Н. Брикет*;

кандидат биологических наук, доцент *Е. Н. Кудрявцева*

**Федотов, Д. Н.**

Ф34 Гистология эндокринной системы животных : учеб. - метод.  
пособие для студентов биотехнологического факультета по  
специальности 1 - 74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза»  
и 1 - 74 03 01 «Зоотехния» / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ,  
2018. – 12 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с образовательным стандартом для высших учебных заведений по специальностям «Ветеринарная санитария и экспертиза» и «Зоотехния». Содержит основные положения, характеристику и гистологическую номенклатуру по органам эндокринной системы животных.

**УДК 636:611.018(07)**

**ББК 45.266**

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2018

## ВВЕДЕНИЕ

**Эндокринная система** – это регулирующая система, функционирующая во взаимодействии с сердечно-сосудистой, нервной и иммунной системами. Она имеет ряд общих принципов структурной и функциональной организации:

✓ эндокринные органы – это органы паренхиматозного типа, строма развита слабо;

✓ эндокринные клетки по происхождению могут быть эпителиальными (большинство), мышечными (юктагломерулярные клетки, секреторные кардиомиоциты), соединительнотканными (интерстициальные клетки почек и половых желез) и нервными (гипоталамус, эпифиз, задняя доля гипофиза);

✓ вырабатываемые гормоны, которые, связываясь со специфическими рецепторами на поверхности клеток-мишеней, активируют метаболические пути в цитоплазме, или в связанном с рецептором состоянии поступают в ядро и влияют на геном клетки;

✓ не имеет выводных протоков, обильно кровоснабжается, гормоны выделяет в кровь;

✓ имеет высоко проницаемые стенки сосудов микроциркуляторного русла (преимущественно синусоидные капилляры).

Термин «гормон» был предложен в 1904 г. английским физиологом Э. Старлингом и происходит от греческого слова «гормейн» - означающее «приводить в движение», «возбуждать» или «пришпоривать». *Гормон* - это продукт жизнедеятельности клеток эндокринной железы, выделяемый в небольших количествах, но оказывающий сильное регулирующее действие на тот или иной орган.

### **Гистологическая классификация эндокринных желез.**

#### ***Классификация по происхождению:***

✓ группа мозговых придатков (развиваются из нервной трубки) - нейрогипофиз, эпифиз;

✓ бронхиогенная группа (развиваются из эпителия жаберных карманов и ротовой полости) - аденогипофиз, щитовидная и паращитовидная железа, тимус;

✓ группа надпочечников и параганглии.

#### ***Морфофункциональная классификация:***

##### Центральные органы эндокринной системы

✓ нейросекреторные ядра гипоталамуса

✓ гипофиз

✓ эпифиз

##### Периферические эндокринные железы

✓ щитовидная железа

✓ паращитовидная железа

✓ надпочечники

✓ органы, объединяющие эндокринную и неэндокринную функции

(яичник, семенник, плацента, поджелудочная железа, тимус)

✓ диффузная эндокринная система (одиночные эндокриноциты, разбросанные в тканях и некоторых органах)

## ОРГАНЫ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

**ГИПОТАЛАМУС** является центром регуляции вегетативных функций и высшим эндокринным центром. Он занимает базальную часть промежуточного мозга - находится под зрительным бугром (таламусом).

В гипоталамусе выделяют:

- ✓ передний;
- ✓ средний (медиобазальный);
- ✓ задний отделы.

Основную массу гипоталамуса составляют нервные и нейросекреторные клетки.

В передней части гипоталамуса секреторные нейроны образуют ядра, где вырабатываются гормоны: антидиуретический гормон (синоним вазопрессин) и окситоцин.

В средней части гипоталамуса располагаются ядра, клетки которых синтезируют две группы аденогипофизотропных гормонов:

- ✓ либерины - 6 различных лабиринтов, соответственно для 6 видов клеток передней и промежуточной доли гипофиза (усиливают функцию клеток этих долей гипофиза);
- ✓ статины - тоже 6 разновидностей - тормозят работу (снижают функции) клеток передней и промежуточной доли гипофиза.

**ГИПОФИЗ** представляет собой паренхиматозный орган со слабым развитием стромы. Он состоит из аденогипофиза и нейрогипофиза.

**Функции гипофиза:**

- ✓ регуляция деятельности аденогипофиззависимых эндокринных желез;
- ✓ накопление для нейрогормонов гипоталамуса вазопрессина и окситоцина;
- ✓ регуляция пигментного и жирового обмена;
- ✓ синтез гормона, регулирующего рост организма (гормон роста);
- ✓ выработка нейропептидов (эндорфинов).

**Аденогипофиз** включает три части: переднюю, промежуточную доли и туберальную часть.

*Передняя доля* состоит из эпителиальных тяжей трабекул, между которыми проходят фенестрированные капилляры. Клетки аденогипофиза называются аденоцитами. В передней доле их 2 вида: хромофильные и хромофобные аденоциты.

Хромофильные аденоциты располагаются по периферии трабекул и содержат в цитоплазме гранулы секрета, которые интенсивно окрашиваются красителями и делятся на: оксифильные и базофильные.

*Оксифильные аденоциты* делятся на две группы:

✓ *соматотропоциты* вырабатывают гормон роста (соматотропин), стимулирующий деление клеток в организме и его рост;

✓ *лактотропоциты* вырабатывают лактотропный гормон (пролактин, маммотропин), который усиливает рост молочных желез и секрецию ими молока во время беременности и после родов, а также способствует образованию в яичнике желтого тела и выработке им гормона прогестерона.

*Базофильные аденоциты* подразделяются также на два вида:

✓ *тиротропоциты* - вырабатывают тиреотропный гормон, этот гормон стимулирует выработку щитовидной железой тиреоидных гормонов;

✓ *гонадотропоциты* подразделяются на два вида - фоллитропоциты вырабатывают фолликулостимулирующий гормон, в организме самок он стимулирует процессы овогенеза и синтез эстрогенов, а в организме самцов - активизирует сперматогенез; лютропоциты вырабатывают лютеотропный гормон, который в организме самок стимулирует развитие желтого тела и секрецию им прогестерона.

Еще одна группа хромофильных аденоцитов - *адренкортикотропоциты*. Они лежат в центре передней доли и вырабатывают адренкортикотропный гормон, стимулирующий секрецию гормонов пучковой и сетчатой зон коры надпочечников. Благодаря этому адренкортикотропный гормон участвует в адаптации организма к голоданию, травмам, другим видам стресса.

Хромофобные клетки сосредоточены в центре трабекул. Эта неоднородная группа клеток, в которой выделяют следующие разновидности:

✓ незрелые, малодифференцированные клетки, играющие роль камбия для аденоцитов;

✓ выделившие секрет и потому не окрашивающиеся в данный момент хромофильные клетки;

✓ фолликулярно-звездчатые клетки - небольших размеров, имеющие небольшие отростки, при помощи которых они соединяются друг с другом и образуют сеть (функция их не ясна).

Средняя доля состоит из прерывистых тяжей базофильных и хромофобных клеток. Имеются кистозные полости, выстланные реснитчатым эпителием и содержащие коллоид белковой природы, в котором отсутствуют гормоны. *Аденоциты промежуточной доли* вырабатывают два гормона:

✓ меланоцитостимулирующий гормон, он регулирует пигментный обмен, стимулирует выработку меланина в коже, адаптирует сетчатку к видению в темноте, активизирует кору надпочечников;

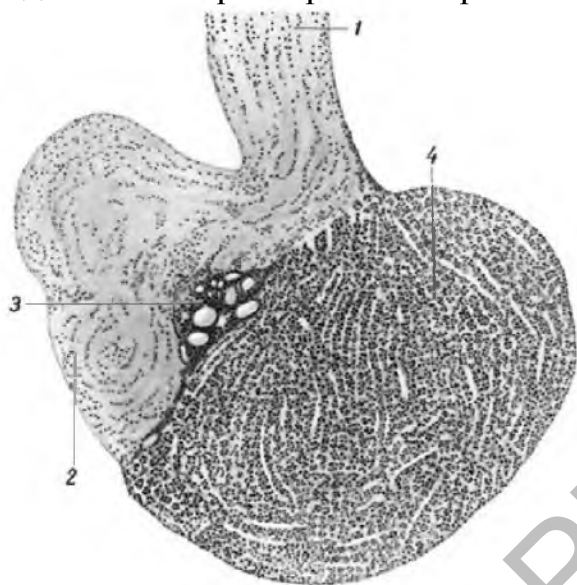
✓ липотропин, который стимулирует жировой обмен.

Туберальная зона образована тонким тяжом эпителиальных клеток, окружающих эпифизарную ножку. В туберальной доле проходят гипофизарные порталы вены, соединяющие первичную капиллярную сеть медиального возвышения с вторичной капиллярной сетью аденогипофиза.

*Нейрогипофиз* (задняя доля) имеет нейроглиальное строение. В нем

гормоны не вырабатываются, а лишь накапливаются. Сюда поступают по аксонам и депонируются в *тельцах Геринга* вазопрессин и окситоциннейрогормоны переднего гипоталамуса.

Состоит нейрогипофиз из *эпендимных клеток* - питуицитов и аксонов нейронов паравентрикулярных и супраоптических ядер гипоталамуса, а также кровеносных капилляров и телец Геринга - расширений аксонов нейросекреторных клеток гипоталамуса. Питуициты занимают до 30% объема задней доли. Они имеют отростчатую форму и образуют трехмерные сети, окружая аксоны и терминалы нейросекреторных клеток. Функциями питуицитов является трофическая и поддерживающая, а также регуляция выделения нейросекрета из терминалей аксонов в гемокapилляры.



- 1 – воронкообразный отросток,
- 2 – задняя доля,
- 3 – промежуточная доля,
- 4 – передняя доля

**Рисунок 1 – Продольный разрез гипофиза**

**ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА** – это паренхиматозный орган, окруженный капсулой из рыхлой соединительной ткани с большим количеством коллагеноволоконистых пучков, от капсулы внутрь органа отходят соединительнотканые перегородки, которые делят железу на доли. *Паренхиму* образуют фолликулы и интерфолликулярные островки.

**Функции** связаны с выработкой гормонов:

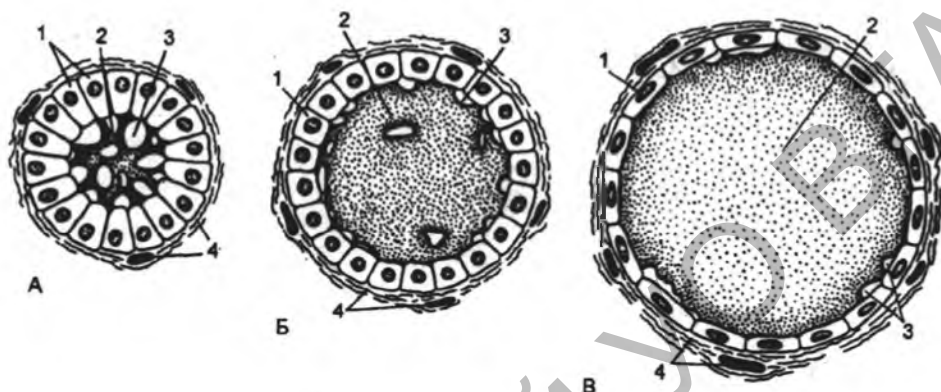
✓ трийодтиронин ( $T_3$ ) и тироксин ( $T_4$ ), которые воздействуют на митохондрии, способствуют выделению энергии в виде тепла, поддерживают постоянную температуру тела животных; выработка этих гормонов контролируется тиротропным гормоном (ТТГ) аденогипофиза;

✓ кальцитонин, который, являясь функциональным антагонистом паратирина, регулирует процессы всасывания, выделения, содержания в крови и костях ионов кальция.

*Фолликул* является структурно-функциональной единицей щитовидной железы и образован эпителиальными клетками – тироцитами (вырабатывают тироидные гормоны) и С-клетками – кальцитонинпродуцирующие клетки. Фолликулярные тироциты имеют кубическую форму, достигают просвета фолликулов. С-клетки треугольной формы (у свиней, овец и птиц – округлой

формы), основанием обращены к базальной мембране и просвета фолликула не достигают. У крупного рогатого скота, косуль, свиней и кошек, могут локализоваться в составе клеток интерфолликулярных островков и лежат отдельно.

*Интерфолликулярные островки* – это скопление тироцитов без полости. Тироциты островков в небольшом количестве продуцируют тиреоидные гормоны. При функциональной нагрузке на железу эти островки могут активироваться, при этом тироциты начинают вырабатывать коллоид, и островок превращается в фолликул. Таким образом, островки являются резервом для образования новых фолликулов.



1 – тироциты, 2 – коллоид в полости фолликула, 3 – резорбционные вакуоли, 4 – соединительная ткань с кровеносными сосудами, 5 – базальная мембрана

**Рисунок 2 – Строение фолликулов щитовидной железы при различных функциональных состояниях: А – гиперфункция; Б – нормальное состояние; В – гипофункция**

При гиперфункции тироциты высокие, цилиндрические, при пониженной функции щитовидной железы – низкие, плоские. Фолликул содержит коллоид, консистенция которого в значительной степени варьирует в зависимости от состояния щитовидной железы: более густая при гипофункции и более жидкая, с наличием резорбционных вакуолей при гиперфункции. В состав коллоида входит сложный белок тиреоглобулин и содержится до 95% всего йода щитовидной железы. В нормальном состоянии диаметр фолликулов щитовидной железы в среднем 50 – 60 мкм. Но у разных животных железа может быть крупнофолликулярной (преобладание крупных фолликулов), мелкофолликулярной и смешанной (одинаковый процент крупных, средних и мелких фолликулов).

В зависимости от возраста, а также видовой принадлежности у домашних и диких животных различают три типа строения железы: фолликулярный, десквамативный и смешанный. При фолликулярном типе строения структура железы не отличается от таковой у взрослого животного, при десквамативном типе в фолликулах отсутствует коллоид, и паренхима железы представляет собой скопления эпителиальных клеток, окруженных соединительной тканью с сосудами, что связано с массивным выбросом в кровь тиреоидных гормонов

(встречается у шиншиллы, куницы, а также у плодов и новорожденных животных). Встречается также и смешанный тип, с сочетанием первого и второго типов строения.

**Ветеринарно-санитарная экспертиза:** во время замораживания микроструктура щитовидной железы почти не изменяется, однако между ее клетками и отдельными фолликулами образуются щели разной величины, а коллоид в фолликулах разрывается и деформируется. При воздействии высоких температур граница между тироцитами фолликулов исчезает, коллоид свертывается и сморщивается. Форма фолликулов нарушается (нормальная округлая форма встречается редко). После варки микроструктура щитовидной железы сходна с микроструктурой молочных желез.

**ПАРАЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА** - это паренхиматозный орган, *паренхима* имеет трабекулярное строение. Основная **функция парашитовидных желез** - секреция гормона паратирин, который является антагонистом кальцитонина, он повышает уровень кальция в крови двумя способами:

- ✓ путем разрушения минерального компонента кости за счет активации остеокластов, при этом кальций идет в кровь, где его содержание повышается;
- ✓ путем активации образования в кишечнике витамина D, который усиливает всасывание кальция.

Трабекулы парашитовидной железы состоят из клеток паратироцитов, которые делятся на два вида:

- ✓ оксифильные;
- ✓ главные (базофильные).

*Главные клетки* делятся в зависимости от функционального состояния на:

- ✓ светлые - функционально малоактивные;
- ✓ темные - активно функционирующие, цитоплазма содержит гранулы с паратиринном.

Секреторная активность главных клеток по принципу обратной связи регулируется содержанием кальция в крови: она возрастает при снижении и подавляется при повышении его уровня.

*Строма* железы образована капсулой с отходящими трабекулами из рыхлой соединительной ткани, которые не обеспечивают полного разделения органа на дольки. В строме много сосудов и жировых скоплений.

**НАДПОЧЕЧНИКИ** являются жизненно важными органами, их полное удаление или разрушение патологическим процессом приводит к несовместимым с жизнью изменениям и смерти, поэтому в иностранной литературе их часто называют «железы жизни».

**Функции надпочечников:**

- ✓ выработка минералокортикоидов (альдостерона, дезоксикортикостерона ацетата и других), регулирующих водно-солевой обмен, а также активирующих воспалительные и иммунные реакции. Минералокортикоиды стимулируют реабсорбцию натрия почками, что ведет к задержке в организме



воды и повышению артериального давления;

✓ выработка глюкокортикоидов (кортизола, гидрокортизона и других). Эти гормоны повышают уровень глюкозы в крови за счет синтеза ее из продуктов распада жиров и белков. Гормоны подавляют воспалительные и иммунные реакции, что используется в медицине для лечения аутоиммунных, аллергических реакций и так далее;

✓ выработка половых гормонов, в основном андрогенов (дегидроэпиандростерона и андростендиона), которые имеют слабо выраженный андрогенный эффект, но выделяясь при стрессе, стимулируют рост мускулатуры. Выработку и секрецию андрогенов стимулирует адренкортикотропный гормон;

✓ мозговое вещество продуцирует катехоламины - гормон адреналин и нейромедиатор норадреналин, которые вырабатываются при стрессе.

Надпочечники являются парными паренхиматозными органами зонального типа. Снаружи покрыты капсулой из плотной неоформленной соединительной ткани, от которой отходят прослойки вглубь органа - трабекулы. В капсуле находятся гладкие миоциты, вегетативные ганглии, скопления жировых клеток, нервы, сосуды. Капсула и прослойки рыхлой соединительной ткани образуют *строму* органа. *Паренхима* представлена совокупностью клеток: кортикоцитов в корковом веществе и хромоаффиноцитов в мозговом.

Надпочечники отчетливо подразделяются на две структурно и функционально различные зоны:

**Корковое вещество** состоит из трех зон:

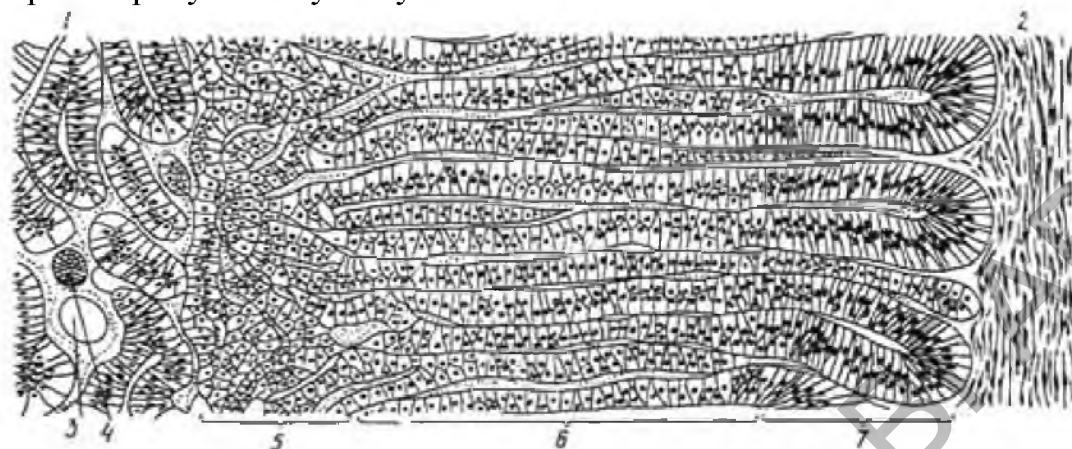
- **клубочковая зона** составляет 10 % коры надпочечников. Образована небольшими кортикоцитами, формирующими клубочки. В них умеренно развита гладкая эндоплазматическая сеть - место синтеза кортикостероидных гормонов. Функции клубочковой зоны - выработка минералокортикоидов;

- **пучковая зона** - это наиболее выраженная зона коры надпочечников. Образована оксифильными кортикоцитами крупных размеров, формирующими тяжи и пучки. Между пучками в тонких прослойках рыхлой соединительной ткани лежат синусоидные капилляры. Различают два вида пучковых кортикоцитов: темные и светлые. Это один тип клеток, находящихся в разных функциональных состояниях. Функция пучковой зоны - выработка глюкокортикоидов (преимущественно кортизола и кортизона). Видовые особенности: у морских свинок, песчанок, угрей основной является кортизол; у собаки, обезьяны, овцы и свиньи - кортизол и кортикостерон; у крысы, мыши, птицы, рептилий и амфибий - исключительно кортикостерон.

- **сетчатая зона** занимает около 10-15 % всей коры. Состоит из мелких клеток, которые лежат в виде сети. В сетчатой зоне образуются глюкокортикоиды и мужские половые гормоны, в частности, андростендион и дегидроэпиандростерон, а также в небольшом количестве женские половые гормоны (эстрогены и прогестерон). Андрогены коры надпочечников, в отличие от андрогенов половых желез, обладают слабо выраженным

андрогенным эффектом, однако их анаболический эффект на скелетную мускулатуру сохранен, что имеет важное адаптивное значение.

Гормоны коры надпочечников являются жирорастворимыми веществами и легко преодолевают клеточную оболочку, поэтому в кортикоцитах секреторные гранулы отсутствуют.



1 – мозговое вещество, 2 – капсула, 3 – кровеносный сосуд, 4 – нерв, 5 – сетчатая зона, 6 – пучковая зона, 7 – клубочковая зона коркового вещества.

**Рисунок 3 – Надпочечник копытных**

**Мозговое вещество** располагается сразу под сетчатой зоной коры, а у некоторых видов животных отделяется от коры тонкой капсулой из рыхлой соединительной ткани. Оно образовано скоплением клеток хромаффиноцитов, которые хорошо окрашиваются солями хрома. Эти клетки делятся на два вида:

- крупные светлые клетки-продуценты гормона адреналина (*А-клетки*), содержащие в цитоплазме умеренно электронноплотные гранулы;
- темные мелкие хромаффиноциты (*Н-клетки*), содержащие большое число плотных гранул, они секретируют норадреналин.

В мозговом веществе обнаруживаются также вегетативные нейроны (ганглиозные клетки) и опорные клетки - разновидность нейроглии. Своими отростками они окружают хромаффиноциты.

**Кровоснабжение надпочечников:** артерии, входящие в капсулу, распадаются до артериол, образующих густую субкапсулярную сеть, и капилляров фенестрированного и синусоидного типа, снабжающих кровью кору. Из сетчатой зоны капилляры проникают в мозговое вещество, где превращаются в широкие синусоиды, сливающиеся в вены. Вены переходят в вены, формирующие венозное сплетение мозгового вещества. Из подкапсулярной сети в мозговое вещество проникают также артериолы, распадающиеся в нем до капилляров.

**Ветеринарно-санитарная экспертиза:** во время замораживания микроструктура надпочечников почти не изменяется, однако в клетках разрушаются ядра. При воздействии высоких температур граница между корковым и мозговым веществом нарушается, мозговое вещество, как правило, опустошается. После варки в микроструктуре надпочечника не возможно выделить зоны коры, а клетки наслаиваются друг на друга.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтюк, А. С. Основы возрастной гистологии : учебное пособие / А. С. Леонтюк, Б. А. Слука. – Минск : Выш. шк., 2000. – 415 с.
2. Микулич, Е. Л. Морфология сельскохозяйственных животных. Висцеральные системы. Система органов кожного покрова : учеб.-метод. пособ. / Е. Л. Микулич, С. Н. Лавушева, Д. Н. Федотов. – Горки: БГСХА, 2015. – 116 с.
3. Мяделец, О. Д. Словарь терминов по общей гистологии, цитологии и эмбриологии / О. Д. Мяделец, Т. Н. Кичигина, Н. Я. Мяделец. - Витебск : ВГМУ, 2007. – 120 с.
4. Тиняков, Г. Г. Гистология мясопромышленных животных / Г. Г. Тиняков. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 416 с.
5. Турыгин, В. В. Железы внутренней секреции / В. В. Турыгин. – Челябинск, 1981. – 118 с.
6. Федотов, Д. Н. Становление компонентов надпочечников у человека и животных (гистофизиологические фундаментальные и экспериментальные аспекты) : монография / Д. Н. Федотов, В. А. Косинец. – Витебск : ВГМУ, 2012. – 130 с.
7. Федотов, Д. Н. Гистология: практические и ситуационные задачи : учеб.-метод. пособие / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 16 с.
8. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / под ред. А. И. Кубарко и S. Yamashita. – Минск – Нагасаки, 1998. – 368 с.

Учебное издание

**Федотов Дмитрий Николаевич**

## **ГИСТОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ ЖИВОТНЫХ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Д. Н. Федотов  
Технический редактор Е. А. Алисейко  
Компьютерный набор Д. Н. Федотов  
Компьютерная верстка Е. А. Алисейко  
Корректор Т. А. Драбо

Подписано в печать 05.10.2018. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать ризографическая.  
Усл. п. л. 0,75. Уч.-изд. л. 0,53. Тираж 100 экз. Заказ 1829.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.  
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.  
Тел.: (0212) 51-75-71.  
E-mail: rio\_vsavm@tut.by  
<http://www.vsavm.by>