

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**РУП «ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ВЕТЕРИНАРИИ  
ИМЕНИ С.Н. ВЫШЕЛЕССКОГО  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»  
УО «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЁТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»**

**Д.Н. ФЕДОТОВ, М.П. КУЧИНСКИЙ**

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
НАДПОЧЕЧНИКОВ ПТИЦ В ВЕТЕРИНАРНОЙ  
И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

**Рекомендации**

**МИНСК,  
2014**

## ВВЕДЕНИЕ

*Надпочечники или адреналовые железы (gl. suprarenalis – лат., adrenal glands – англ.)* – железы внутренней секреции с многообразными специфическими функциями, которые часто называют «железами жизни». Клинические наблюдения многих лет со всей очевидностью подтвердили, что гормоны надпочечников играют важную роль в жизнедеятельности организма, обладая рядом функций, из которых наиболее существенными являются регуляция электролитов, а также водного, углеводного и белкового обменов. Кора надпочечников оказывает влияние на резистентность организма к инфекции, интоксикации, шоку, низкой температуре и другим вредным факторам.

Надпочечник – это орган сравнительно недавнего происхождения, эволюционно претерпевший сложный путь развития.

Первые полноценные исследования надпочечников птиц были проведены профессорами Frank A. Hartman и Robert H. Albertin (1930 – 1949 гг.), которые указали, что надпочечники у каждого вида птиц имеют свою форму, которая не является половым или возрастным, а исключительно видо-специфичным морфологическим признаком.

К настоящему времени отечественными и зарубежными исследователями накоплен обширный материал, касающийся морфологии надпочечников у различных представителей фауны. Однако, данные о гистологии надпочечников птиц – малы и скудны. Большая часть диких птиц адаптирована к условиям обитания в зоологических парках и заповедниках, в результате чего ни каждый ветеринарный специалист сможет изучать патологию органов какой либо системы, не зная их морфофизиологической нормы.

До настоящего времени не было ни одного практического пособия в виде рекомендаций, либо учебно-методического пособия, в которых описывалась бы точная анатомо-гистологическая структура надпочечника птиц, с учетом классических описаний, видовых и возрастных особенностей. В связи с вышеуказанным, мы подготовили настоящие рекомендации для врачей ветеринарной медицины, работающих на птицефабриках, в зоологических парках, заповедниках и на станциях по болезням птиц, а также для научных сотрудников и орнитологов, с целью упрощения описания надпочечников птиц при экспериментальных и зоологических исследованиях.

## ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ НАДПОЧЕЧНИКА ПТИЦ

Еще в начале XX века ряд исследователей отстаивал представление о развитии хромаффинных элементов из локальной мезенхимы, эндотелия сосудов и т.п. В настоящее время принят, как бесспорный, взгляд, что источником супрареналовой ткани является эктодерма невральных валиков, из которых закладывается вся вегетативная система и вместе с материалом ее ганглиев образуется супрареналовая ткань надпочечника, а также вненадпочечниковая хромаффинная ткань.

Согласно данным Кацнельсона З.С. (1975) интерреналовая железа надпочечника в эмбриогенезе курицы закладывается на 4-е сутки инкубации и образуется из целомического эпителия в области корня брыжейки. На 6-й день развития между тяжами интерреналовых клеток начинают появляться единичные хромаффинобласты, отличающиеся пузырьковидным ядром. Это совпадает по времени с образованием первичной капиллярной сети надпочечника, которая развивается из локальных элементов мезенхимы. У 7-дневного эмбриона продолжается миграция клеток, продвигающихся по симпатическим тяжам; часть из них внедряется между интерреналовыми тяжами и входит в состав надпочечника, другая часть располагается вокруг аорты и участвует в развитии экстраадреналовых хромаффинных скоплений. Хромаффинобласты на этой стадии легко отличить от ганглиозных клеток по слабой пиронинофилии, в отличие от сильной пиронинофилии последних. У 9-и – 12-и суточных зародышей курицы среди хромаффинных клеток встречаются митозы. У 10-и дневного эмбриона надпочечник состоит в большей массе из интерреналовых и в меньшей степени – из супрареналовых тяжей, которые на разрезах кажутся островками, разбросанными среди множества интерреналовых тяжей. Супрареналовые клетки у 11-и дневного зародыша дают положительную реакцию при йодатной пробе на норадреналин. 10-е – 11-е сутки развития – это срок начала гормонообразования в надпочечниках куриных зародышей.

У 13-и дневного зародыша курицы в хромаффинных клетках появляется аскорбиновая кислота (в интерреналовых клетках она заметна уже на 12-й день). В дальнейшем, в то время как в интерреналовых клетках количество аскорбиновой кислоты нарастает, в супрареналовых элементах ее количество уменьшается. К концу инкубации норадреналиновые клетки преобладают над адреналиновыми. Однако у 2-х дневных цыплят оба катехоламина оказываются в равном количестве, а затем адреналиновых клеток становится больше, чем норадреналиновых, как это характерно и для взрослой птицы.

## **УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛЕТОК НАДПОЧЕЧНИКА ПТИЦ**

**Органеллы** – это постоянные структуры клетки надпочечника, выполняющие определенные функции.

### ***Классификация органелл:***

1) общие органеллы, присущие всем клеткам надпочечника и обеспечивающие различные стороны жизнедеятельности клетки;

2) специальные органеллы, имеющиеся в цитоплазме только определенных клеток и выполняющие специфические функции этих клеток.

**Пластинчатый комплекс Гольджи** представлен в клетках надпочечника птиц скоплением уплощенных цистерн и небольших везикул, ограниченных билипидной мембраной. Аппарат Гольджи был назван так в честь итальянского учёного К. Гольджи, впервые обнаружившего его в 1897 г. Пластинчатый комплекс подразделяется на субъединицы – диктиосомы.

Каждая диктиосома представляет собой стопку уплощенных цистерн, по периферии которых локализуются мелкие пузырьки. При этом, в каждой уплощенной цистерне периферическая часть несколько расширена, а центральная сужена.

В диктиосоме различают два полюса:

- цис-полюс – направлен основанием к ядру;
- транс-полюс – направлен в сторону цитолеммы.

*Функции пластинчатого комплекса:*

- транспортная – выводит из клетки синтезированные в ней продукты;
- конденсация и модификация веществ, синтезированных в зернистой эндоплазматической сети;
- образование лизосом (осуществляет совместно с зернистой эндоплазматической сетью);
- участие в обмене углеводов.

Среди многочисленных функций пластинчатого комплекса на первое место ставят транспортную функцию. Именно поэтому его нередко называют транспортным аппаратом клетки.

**Лизосомы** – наиболее мелкие органеллы цитоплазмы, которые открыл де Дюв в 1949 г. с использованием электронного микроскопа. В клетках надпочечника птиц лизосомы представляют собой тельца, ограниченные липидной мембраной и содержащие электронноплотный матрикс, состоящий из набора гидролитических белков-ферментов, способных расщеплять любые полимерные соединения (белки, липиды, углеводы и их комплексы) на мономерные фрагменты (аминокислоты, моносахара и так далее). Маркерным ферментом лизосом является кислая фосфатаза.

*Функция лизосом* – обеспечение внутриклеточного пищеварения, то есть расщепления как экзогенных, так и эндогенных веществ.

*Классификация лизосом:* первичные лизосомы - электронноплотные тельца; вторичные лизосомы - фаголизосомы, в том числе аутофаголизосомы; третичные лизосомы или остаточные тельца.

Истинными лизосомами являются мелкие электронноплотные тельца, образующиеся в пластинчатом комплексе Гольджи.

**Митохондрии** – это органеллы энергообеспечения метаболических процессов в клетке надпочечника. Впервые митохондрии были описаны Р. Альтманом в 1894 г., однако окончательное название «митохондрии» им дал К. Бенда в 1898 г. Размеры их в клетках надпочечников птиц варьируют от 0,5 до 1,5 мкм, количество в клетке составляет до 50. Форма митохондрий может быть овальной, округлой, вытянутой и даже разветвленной, но преобладает овально-вытянутая. Состоят из двух билипидных мембран: наружная мембрана – гладкая (отграничивает ее от гиалоплазмы), а внутренняя образует выпячивания – *кристы*, на которых располагаются ферменты метаболизма жирных кислот, фосфолипидов и липидов – ускоряющие

химические реакции и рецепторные комплексы – распознающие и связывающие вещества, поступающие в митохондрию. В клетках интерреналовой и супрареналовой желез надпочечника имеется второй вид митохондрий, у которых внутренняя мембрана образует не складки, а везикулы или трубочки – тубуло-везикулярные кристы. Такие митохондрии участвуют в синтезе стероидных гормонов, поэтому они имеют кристы в виде трубочек (тубул), упорядоченно расположенных в определенном направлении. Поэтому кристы митохондрий в стероидпродуцирующих клетках надпочечника птиц в иностранной литературе именуется тубулярными. На электронограмме эти трубочки видны как отдельные пузырьки со светлым содержимым. На тубуло-везикулярных кристах расположены не ферменты аэробного окисления, а только ферменты, необходимые для синтеза стероидов. Поэтому такие митохондрии не образуют энергию.

Митохондрии имеют свою собственную ДНК и аппарат белкового синтеза, но большинство их белков кодируется клеточной ДНК и поступает из гиалоплазмы. Более того, каждый поступивший в органеллу белок должен достичь определенного субкомпартамента, в котором он функционирует. В митохондриях имеется четыре субкомпартамента: митохондриальный матрикс, внутренняя мембрана, межмембранное пространство и наружная мембрана. Содержимое митохондрий называется *матриksom* (или митоплазмой) – он представляет собой гелеобразную массу, содержащую около 50% белков, осмиофильные тельца – резервы кальция, ферменты цикла лимонной кислоты, катализирующие окисления жирных кислот, более 40 других ферментов, а также собственную ДНК, РНК и рибосомы. Митохондриям присуща двойственная система воспроизводства – помимо деления материнской митохондрии, возможно образование нескольких дочерних органелл путем почкования.

*Функции:* 1 – дыхательная (здесь происходят процессы дыхания в клетке, т.е. окисление органических веществ); 2 – энергетическая (в митохондриях идут процессы образования и расщепления молекул АТФ, поэтому это энергетическая станция клетки, так как при расщеплении АТФ происходит отрыв остатков фосфорной кислоты и высвобождается 10 000 кал/моль); 3 – синтез стероидов на экспорт.

**Центросома или клеточный центр** – в неделящейся клетке надпочечника он состоит из двух основных структурных компонентов:

- диплосомы;
- центросферы.

Диплосома состоит из двух центриолей – материнской и дочерней, расположенных под прямым углом друг к другу. Каждая центриоль состоит из микротрубочек, образующих структуру в виде полого цилиндра. Микротрубочки объединяются в триплеты (по три трубочки), образуя 9 триплетов.

Центросфера – бесструктурный участок гиалоплазмы вокруг диплосомы, от которого радиально отходят микротрубочки (лучистая сфера).

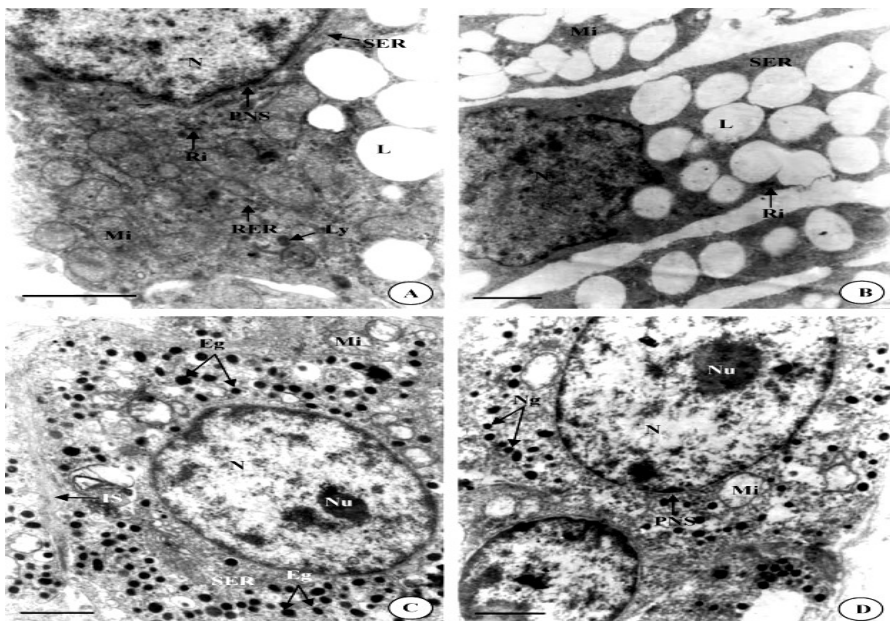
*Функции centrosомы:*

- образование веретена деления в профазе митоза;
- положение центриолей в спонгиоцитах (эпителиальных клетках пучковой зоны коры надпочечника) предопределяет их полярную дифференцированность;
- участие в формировании микротрубочек клеточного каркаса;
- в реснитчатых эпителиальных клетках центриоли являются базальными тельцами ресничек.

**Цитоплазматическая или эндоплазматическая сеть** – в разных клетках может быть представлена в форме:

- уплощенных цистерн,
- канальцев или отдельных везикул.

Стенка этих образований состоит из билипидной мембраны и включенных в нее некоторых белков и ограничивает внутреннюю среду эндоплазматической сети от гиалоплазмы.



**Рисунок 1 – Ультраструктура клеток надпочечника африканского страуса (Li Tang, Ke-mei Peng, 2009)**

*A и B – интерреналоциты, C – адреноциты, D – норадреноциты*

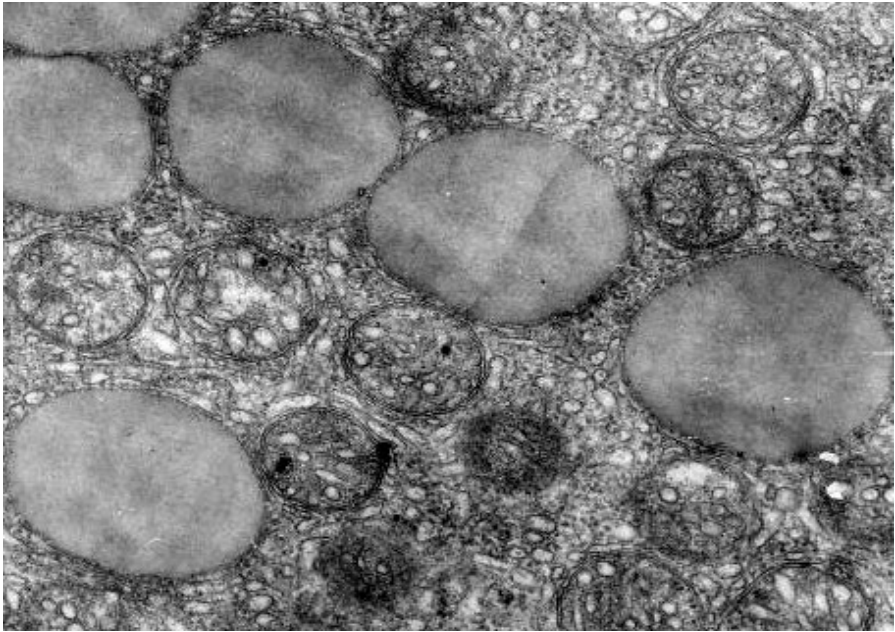
*Mi – митохондрии с трубчатыми кристами, L – липидные включения,*

*Ng – секреторные гранулы норадреналина, N – ядро,*

*RER – шероховатая эндоплазматическая сеть, SER – гладкая эндоплазматическая*

*сеть, Ri – рибосомы, Ly – лизосомы, PNS – перинуклеарное пространство,*

*Nu – ядрышко, Go – аппарат Гольджи*



**Рисунок 2 – Митохондрии с тубуло-везикулярными кристами и липидные включения в интерреналоцитах надпочечника птицы (Weiss L. ed., 1988)**

Различают две разновидности эндоплазматической сети:

- 1) зернистая или шероховатая;
- 2) незернистая или гладкая.

На наружной поверхности мембран зернистой эндоплазматической сети содержатся прикрепленные рибосомы. В цитоплазме могут быть обе разновидности эндоплазматической сети, но обычно преобладает одна форма, что и обуславливает функциональную специфичность клетки. Следует помнить, что названные две разновидности являются не самостоятельными формами эндоплазматической сети, так как можно проследить переход зернистой эндоплазматической сети в гладкую и наоборот.

*Функции зернистой эндоплазматической сети:*

- синтез белков, предназначенных для выведения из клетки ("на экспорт");
- отделение (сегрегация) синтезированного продукта от гиалоплазмы;
- конденсация и модификация синтезированного белка;
- транспорт синтезированных продуктов в цистерны пластинчатого комплекса или непосредственно из клетки;
- синтез билипидных мембран.

Гладкая эндоплазматическая сеть представлена цистернами, более широкими каналами и отдельными везикулами, на внешней поверхности которых отсутствуют рибосомы.

*Функции гладкой эндоплазматической сети:*

- участие в синтезе гликогена;
- синтез липидов;
- дезинтоксикационная функция – нейтрализация токсических веществ посредством соединения их с другими веществами.

**Рибосома** – это мелкая органелла, представляет собой гранулу, состоящую из большой и малой субъединиц, построенных из р-РНК и белков. В клетках эндокринных органов их количество достигает до 30 и более, а в клетках крови их количество составляет от 3 до 10.

*По локализации подразделяются на:*

- свободные (находятся в гиалоплазме);
- несвободные или прикрепленные (связаны с мембранами эндоплазматической сети).

*Функция:* синтез молекул белка.

Синтез белка – сложный процесс, который осуществляется не одной рибосомой, а целой группой, включающей до нескольких десятков объединенных рибосом. Такую группу рибосом называют *полисомой*. Синтезированные белки сначала накапливаются в каналах и полостях эндоплазматической сети, а затем транспортируются к органоидам и участкам клетки, где они потребляются. Эндоплазматическая сеть и рибосомы, расположенные на ее мембранах, представляют собой единый аппарат биосинтеза и транспортировки белков.

**Включения** – это непостоянные структуры клетки, которые появляются в ней и исчезают в процессе метаболизма.

Включения в цитоплазме бывают:

- жидкими, образующими значительные капли – вакуоли;
- твердыми, в виде зернышек – гранул.

Нет стройной классификации включений, поэтому, в зависимости от природы вещества, которое в них накапливается, и для удобства изучения в клетках надпочечника птиц их можно разделить на следующие группы:

1) *трофические*;

2) *секреторные включения* – пузырьки, в которых собираются ферменты, продукты синтеза гормонов;

3) *специфические* – группа включений, которые выполняют особую роль в клетках, например, гранулы витамин С в интерренальной ткани.