

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДПОЧЕЧНИКОВ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ СОДЕРЖАНИИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФОТОРЕЖИМОВ

Каргина М. В., Котельникова С. В., Котельников А. В.

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия (414056, Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: kotas@inbox.ru)

Исследованы морфометрические показатели надпочечников белых крыс обоего пола в разные сезоны года. У животных были выявлены половые различия как в общей площади надпочечников, так и в размерах их зон. Площадь зон надпочечников самок была выше по сравнению с самцами. Особенно сильно эти различия проявлялись в зимний период. В данный сезон года все исследуемые морфометрические показатели (объем клеток, объем ядер, объем ядрышек) во всех зонах коры надпочечников выше у самок по сравнению с самцами. В сетчатом слое изученные морфометрические показатели выше у самок также в переходные сезоны года (весенний и осенний). В мозговом слое изученные морфометрические показатели выше у самок, по сравнению с самцами, во все сезоны года. В условиях темновой депривации наблюдается увеличение площадей коркового и мозгового вещества у животных обоего пола. В клубочковом и сетчатом слоях самцов в условиях темновой депривации наблюдалось увеличение объемов клеток, ядер и ядрышек, а в столбчатом слое произошло только увеличение объемов ядрышек. В условиях световой депривации у самцов произошло снижение площади коркового вещества. Световая депривация не влияет на общую площадь коркового и мозгового вещества надпочечников самок. У самок при обоих видах депривации произошло увеличение всех изученных показателей в столбчатом слое, а в клубочковом только увеличение объемов ядрышек. В мозговом веществе надпочечников самцов под влиянием темновой депривации произошло увеличение всех изученных морфометрических показателей.

Ключевые слова: надпочечники, фоторежим, световая депривация, темновая депривация, сезон года.

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF ADRENAL GLANDS OF WHITE RATS BY KEEPING IN CONDITIONS OF NATURAL AND ARTIFICIAL PHOTOMODES

Kargina M. V., Kotelnikova S. V., Kotelnikov A. V.

Astrakhan state technical university, Astrakhan, Russia (414056, Astrakhan, Tatischev's street, 16) kotas@inbox.ru

This article examines the morphometric parameters of the adrenal glands of male and female white rats in different seasons of the year. Sexual distinctions have been revealed both in the total area of the adrenal glands and in the areas of their zones. The area of the zones of the adrenal glands of the females was higher in comparison with the males. Especially strongly these distinctions revealed themselves during the winter period. In this season of the year all the examined morphometric parameters (volume of cells, volume of karyon, volume nucleolus) in all the zones of the adrenal cortex were higher in the females in comparison with the males. In the reticular layer the studied morphometric parameters were also higher in the females during the transitive seasons of the year (spring and autumn). In the adrenal medulla the studied morphometric parameters were higher in the females in comparison with the males in each season of the year. In conditions of dark deprivation in the animals of both sexes was observed an increase of the total area of the adrenal cortex and the adrenal medulla. In the zona glomerulosa and reticular layer of the males in conditions of dark deprivation was observed an increase in the volumes of the cells, karyon and nucleolus, and in the zona fasciculate there was only an increase in the nucleolus volumes. In conditions of light deprivation in the males there was a decrease in the area of the adrenal cortex. Light deprivation did not influence the total area of the adrenal cortex and adrenal medulla of the female adrenal glands. In the females by both types of deprivations there was an increase in all the studied parameters in the zona fasciculate, while in the zona glomerulosa there was only an increase in the nucleolus volumes. In the male adrenal medulla under the influence of dark deprivation there was an increase in all the studied morphometric parameters.

Keywords: adrenal glands, photomode, light deprivation, dark deprivation, a season of year.

Под контролем надпочечников находятся рост, развитие и функциональная активность органов и тканей. Надпочечники обеспечивают гормональную регуляцию обмена веществ, а также принимают участие в развитии адаптационных реакций организма к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды [4; 2]. Адекватное функционирование надпочечников способствует обеспечению необходимого взаимодействия целого ряда систем, отвечающих за сохранность организма и возможность его выживания в условиях повреждения отдельных клеток [3]. Одним из факторов, способных приводить к развитию стресса, является нарушение режима освещенности. Так называемое «световое загрязнение», то есть освещение, влияющее на человека в ночное время, на сегодняшний день является частью современной жизни [1]. Также существует много спорных и нерешенных вопросов в отношении функционирования надпочечников в различные сезоны года.

Целью работы стало изучение морфометрических показателей надпочечников белых крыс обоего пола в условиях естественных и искусственных фоторежимов.

Материалы и методы

Исследования были выполнены на беспородных белых крысах, альбиносах серой крысы *Rattus norvegicus*, общим количеством – 72 особи. Для выявления сезонных различий морфометрических показателей надпочечников исследования были проведены в четыре сезона года: зимой (январь), весной (апрель), летом (июль), осенью (октябрь). Для изучения влияния роли светового фактора на морфометрические показатели надпочечников были выполнены эксперименты со световой и темновой депривацией. Животных в течение 45 дней содержали в условиях постоянной темноты и постоянного освещения. После декапитации надпочечники животных фиксировали в смеси Буэна. Последующую заливку в парафин осуществляли стандартным способом. Срезы толщиной 5 мкм (средняя часть органа) окрашивали гематоксилином Гарриса – эозином. Для измерения морфологических показателей фотографии срезов переводили в электронный вид и обрабатывали с помощью инструмента «Измерение» программы Photoshop.

Поскольку размеры клеток, ядер и ядрышек в большинстве случаев адекватны интенсивности клеточного белкового синтеза, а высокая функциональная активность клетки часто сопровождается увеличением объема ядрышка, были измерены и рассчитаны объемы клеток, ядер и ядрышек. Увеличение размеров ядер, по мнению Я. Е. Хесина (1967), предполагает повышение функциональной активности клеток. Также функциональное состояние надпочечников можно оценивать по размерам секреторных клеток [6]. В процессе эксперимента было сделано около двухсот замеров диаметров клеток, ядер и ядрышек в каждой группе. В результате статистической обработки результатов были найдены средние

значения изучаемых параметров и ошибки средних. Вопрос о значимости различий решался с помощью *t*-критерия Стьюдента. Значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

При сравнении морфометрических показателей надпочечников во все сезоны года было обнаружено, что наименьшие показатели в площади надпочечников и площади коркового вещества приходились на летний период, а наибольшие осенью. Площадь мозгового вещества самок была менее подвержена изменениям по сезонам года, по сравнению с самцами (табл. 1).

В наших экспериментах объемы клеток, ядер и ядрышек зон коркового вещества надпочечников самцов были максимальны в весенний и летний сезоны. Данные морфометрические показатели могут свидетельствовать о наиболее высокой функциональной активности надпочечников в эти сезоны. У самок же наибольшие объемы клеток, ядер и ядрышек в клубочковом и столбчатом слое были отмечены в контрастные сезоны.

Наибольшие морфометрические показатели в сетчатом слое, наблюдаемые у животных обоего пола в весенний период, могут быть связаны с выработкой половых гормонов.

Таблица 1

Морфометрические показатели надпочечников самцов и самок белых крыс в разные сезоны года, мм²

Сезон	Пол животных	Площадь надпочечника	Площадь мозгового вещества	Площадь коркового вещества
Лето	Самцы	4±0,2	0,9±0,05	3±0,1
	Самки	5±0,2	0,8±0,03	4±0,2 ⁰
Зима	Самцы	5±0,3	0,7±0,05	4±0,3
	Самки	6±0,2 ⁰	0,8±0,04 ⁰	5±0,2 ⁰
Осень	Самцы	6±0,2	0,9±0,1	5±0,1
	Самки	7±0,2 ⁰⁰	0,9±0,05	6±0,1 ⁰⁰⁰
Весна	Самцы	5±0,2	0,7±0,05	4±0,1
	Самки	6±0,3 ⁰	0,7±0,05	5±0,2 ⁰⁰

Примечание: ° – половые отличия;
⁰ – $p < 0,05$; ⁰⁰ – $p < 0,01$; ⁰⁰⁰ – $p < 0,001$.

В мозговом веществе надпочечников максимальные морфометрические показатели наблюдались весной, возможно, это увеличение можно рассматривать как адаптацию к повышению температуры окружающей среды [5].

При сравнении морфометрических показателей самцов и самок было отмечено, что площадь коркового вещества самок больше этого показателя у самцов во все сезоны года (летом на 16 % ($p < 0,05$), зимой на 28 % ($p < 0,05$); осенью на 18 % ($p < 0,05$), весной на 17 % ($p < 0,01$)).

В результате эксперимента было отмечено, что у самцов во всех слоях коркового вещества морфометрические показатели наибольшие в летний и весенний периоды. У самок наибольшие показатели наблюдаются в клубочковом и столбчатом слое в зимний и летний периоды, а в сетчатом слое в зимний и весенний периоды.

В результате эксперимента было отмечено, что в зимний период в столбчатом слое все исследуемые структуры у самок больше чем у самцов, в летний, напротив, объем ядрышек больше у самцов. В сетчатом слое исследуемые структуры у самок больше осенью, зимой и весной. У самцов, напротив, летом. В клубочковом слое у самок морфометрические показатели выше зимой и летом, а у самцов осенью (табл. 2).

В условиях световой депривации у самцов произошло снижение площади коркового вещества на 17 % ($p < 0,01$). В условиях темновой депривации у животных обоего пола произошло уменьшение площади коркового вещества на 13 % ($p < 0,01$) у самок и на 25 % ($p < 0,001$) у самцов. Мозговое вещество, напротив, увеличилось на 21 % ($p < 0,05$) у самцов и на 19 % ($p < 0,05$) у самок (табл. 3).

Таблица 2

Морфометрические показатели коркового и мозгового вещества надпочечников самцов и самок белых крыс в разные сезоны года, мкм³

Корковое вещество надпочечников				
Клубочковый слой				
Сезон	Пол	V клетки	V ядра	V ядрышка
Зима	Самцы	29±1,9	3±0,1	0,006±0,00042
	Самки	52±2,3 ⁰⁰⁰	5±0,1 ⁰⁰⁰	0,01±0,0007 ⁰⁰⁰
Весна	Самцы	28±1,1	4±0,1	0,008±0,0005
	Самки	37±2,1 ⁰⁰	4±0,1	0,008±0,0005
Лето	Самцы	55±4,0	3,8±0,1	0,01±0,001
	Самки	39±2,1 ⁰⁰	4±0,1 ⁰	0,02±0,0011 ⁰
Осень	Самцы	22±1,1	3±0,1	0,006±0,0003
	Самки	21±1,3	3±0,1	0,005±0,0002 ⁰
Столбчатый слой				
Сезон	Пол	V клетки	V ядра	V ядрышка
Зима	Самцы	32±2,0	3,36±0,108	0,006±0,0004
	Самки	60±3 ⁰⁰⁰	5,47±0,156 ⁰⁰⁰	0,01±0,0008 ⁰⁰⁰
Весна	Самцы	36±2,0	3,44±0,099	0,009±0,0004
	Самки	38±2,0	4,70±0,150 ⁰⁰⁰	0,009±0,0006
Лето	Самцы	37±2,2	4,12±0,100	0,018±0,0009
	Самки	43±2,4	4,70±0,173 ⁰	0,01±0,0008 ⁰⁰⁰
Осень	Самцы	28±1,3	3,66±0,111	0,005±0,0003
	Самки	28±1,3	3,51±0,119	0,006±0,0003
Сетчатый слой				
Сезон	Пол	V клетки	V ядра	V ядрышка
Зима	Самцы	21±1,1	2,53±0,095	0,005±0,0004
	Самки	44±3,4 ⁰⁰⁰	4,53±0,172 ⁰⁰⁰	0,01±0,0008 ⁰⁰⁰
Весна	Самцы	24±1,6	2,83±0,117	0,008±0,0004

	Самки	26±1,2	3,29±0,091 ⁰⁰	0,012±0,0006 ⁰⁰⁰
Лето	Самцы	24±1,5	3,05±0,098	0,015±0,0009
	Самки	32±1,7 ⁰⁰	2,50±0,148 ⁰	0,007±0,0004 ⁰⁰⁰
Осень	Самцы	18±0,7	2,30±0,075	0,005±0,0003
	Самки	23±1,1 ⁰⁰	2,77±0,083 ⁰⁰	0,008±0,0006 ⁰⁰⁰
Мозговое вещество надпочечников				
Сезон	Пол	V клетки	V ядра	V ядрышка
Зима	Самцы	44±2,8	5,06±0,179	0,005±0,0004
	Самки	46±2,1	6,48±0,188 ⁰⁰⁰	0,007±0,0003 ⁰⁰
Весна	Самцы	44±2,0	6,67±0,221	0,007±0,0003
	Самки	54±3,1 ⁰	7,59±0,242 ⁰	0,01±0,00045 ⁰⁰⁰
Лето	Самцы	54±2,7	6,00±0,152	0,005±0,0002
	Самки	56±3,2	7,22±0,202 ⁰⁰⁰	0,008±0,0005 ⁰⁰⁰
Осень	Самцы	31±1,5	5,49±0,168	0,005±0,0003
	Самки	43±1,8 ⁰⁰	6,50±0,191 ⁰⁰	0,005±0,0002

Примечание: ⁰ – половые отличия
⁰ – p < 0,05; ⁰⁰ – p < 0,01; ⁰⁰⁰ – p < 0,001.

Таблица 3

Влияние искусственных фоторежимов на морфометрические показатели надпочечников самцов и самок белых крыс, мм²

Пол	группа	Площадь надпочечника	Площадь мозгового вещества	Площадь коркового вещества
Самцы	К	5,6±0,2	0,9±0,06	5±0,14
	Т.Д.	4,7±0,1**	1,1±0,04*	3,55±0,1***
	С.Д.	5±0,164*	1±0,04	4±0,13**
Самки	К	6,7±0,2	0,9±0,05	6±0,14
	Т.Д.	6±0,1*	1,1±0,05*	5±0,094**
	С.Д.	6±0,1**	1±0,02	4,8±0,1

Примечание: * – отличия по влиянию депривации
* – p < 0,05; ** – p < 0,01; *** – p < 0,001.

На фоне снижения площади коркового вещества в условиях темновой депривации у самцов произошло увеличение объемов клеток в столбчатом и сетчатом слоях на 29 % (p<0,05) и 17 % (p<0,05) соответственно (табл. 3). Также было замечено уменьшение объемов ядрышек в клубочковом слое на 19 % (p<0,05) и объемов ядер в столбчатом слое на 11 % (p<0,01). У самок же произошло увеличение объемов клеток в клубочковом и столбчатом слоях на 30 % (p<0,01), объем ядрышек в данных слоях увеличился на 20 % (p<0,01) и на 35 % (p<0,01) соответственно. В сетчатом слое у самок было отмечено увеличение объемов ядер на 10 % (p<0,05) и уменьшение объемов ядрышек на 38 % (p<0,001). В мозговом слое у самцов произошло увеличение объемов клеток на 22 % (p<0,05) и уменьшение объемов ядрышек на 18 % (p<0,05). У самок отмечено только уменьшение объемов ядер на 9 % (p<0,05).

Увеличение площади мозгового вещества у самцов произошло на фоне увеличения объемов клеток на 38 % (p<0,001) и ядрышек на 44 % (p<0,001). У самок же исследуемые

морфометрические показатели не изменились. В клубочковом слое у животных обоего пола произошло увеличение объемов ядрышек на 33 % ($p < 0,01$). Изменения объемов клеток и ядер были отмечены только у самцов, что выразилось в увеличении объемов клеток на 31 % ($p < 0,001$) и ядер на 17 % ($p < 0,01$). В столбчатом слое произошло увеличение объемов клеток и ядрышек у животных обоего пола. У самцов объем клеток увеличился на 26 % ($p < 0,01$), у самок на 28 % ($p < 0,05$), ядрышек на 33 % ($p < 0,01$) и 39 % ($p < 0,01$) соответственно. У самок в столбчатом слое было также отмечено увеличение объемов ядер на 19 % ($p < 0,001$). В сетчатом слое у самцов было отмечено увеличение всех исследуемых морфометрических показателей: объем клеток увеличился на 36 % ($p < 0,001$), ядер – на 22 % ($p < 0,001$), ядрышек – на 31 % ($p < 0,01$). У самок произошло увеличение только ядер, что составило 14 % ($p < 0,01$) (табл. 4).

Таблица 4

Влияние искусственных фоторежимов на морфометрические показатели коркового и мозгового вещества надпочечников самцов и самок белых крыс мкм³

Корковое вещество надпочечников				
Клубочковый слой				
Пол	Группа	V клетки	V ядра	V ядрышка
Самцы	К	22,±1,14	2,9±0,08	0,006±0,0003
	Т.Д.	32±1,7***	3,4±0,09**	0,009±0,0005**
	С.Д.	20±1,3	2,7±0,1	0,004±0,0003*
Самки	К	21±1,3	2,6±0,1	0,005±0,0002
	Т.Д.	22±1,2	3±0,1	0,007±0,0004**
	С.Д.	30±1,8**	3±0,1	0,006±0,0004**
Столбчатый слой				
Пол	Группа	V клетки	V ядра	V ядрышка
Самцы	К	28±1,3	3,66±0,111	0,005±0,0003
	Т.Д.	37±2,2**	3,60±0,114	0,008±0,0006**
	С.Д.	39±3,3*	3,26±0,080**	0,006±0,0004
Самки	К	28,15±1,3	3,51±0,119	0,006±0,0003
	Т.Д.	39±3,2*	4,34±0,099***	0,01±0,001**
	С.Д.	40±2,8**	4,31±0,132**	0,009±0,0008**
Сетчатый слой				
Пол	Группа	V клетки	V ядра	V ядрышка
Самцы	К	18±0,7	2,3±0,075	0,005±0,0003
	Т.Д.	29±1,5***	2,95±0,096***	0,007±0,0005**
	С.Д.	22±1,4*	2,29±0,077	0,004±0,0003
Самки	К	23±1,1	2,77±0,08	0,0085±0,0006
	Т.Д.	25±1,4	3,21±0,081**	0,007±0,0004
	С.Д.	27±1,3	3,07±0,087*	0,005±0,0003**
Мозговое вещество надпочечников				
Пол	Группа	V клетки	V ядра	V ядрышка
Самцы	К	32±1,5	5,5±0,17	0,005±0,0003
	Т.Д.	51±3,5***	5,7±0,19	0,009±0,0006***
	С.Д.	40±3,2*	5±0,16	0,004±0,0003*
Самки	К	43±2,0	6,5±0,19	0,005±0,0002

	Т.Д.	42±2,0	6,2±0,17	0,005±0,0003
	С.Д.	51±3,2	6±0,17*	0,0055±0,0004

Примечание: * – отличия по влиянию депривации

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Заключение

В изучении сезонных отличий в морфометрических параметрах надпочечников наибольшие значения для самцов были характерны для летнего периода, то есть в период, когда длина светового дня максимальна. Таким образом, данные, полученные в экспериментах с депривацией, соотносятся с сезонной активностью коркового слоя надпочечников самцов. По данным Я. И. Бичкоева (2009), уменьшение морфометрических показателей коры надпочечников самцов происходит в период с минимальной продолжительностью светового дня, что согласуется с нашими данными.

Мозговой слой надпочечников самок устойчив к обоим видам депривации, а у самцов происходит увеличение морфометрических показателей только при темновой депривации. Также наиболее высокие морфометрические показатели мозгового вещества у самцов были отмечены в летний период. Во все сезоны года были выявлены половые различия в морфометрических показателях надпочечников интактных животных. При этом площадь мозгового и коркового вещества у самок больше, чем у самцов. Наиболее существенные отличия наблюдаются зимой – в этот сезон у самок площадь мозгового вещества больше на 20 %, а площадь коркового вещества – на 22 % по сравнению с самцами. Наименьшие половые различия морфометрических показателей характерны для летнего и весеннего периодов. Световая депривация не влияет на общую площадь коркового и мозгового вещества надпочечников самок. В условиях темновой депривации наблюдается увеличение площадей коркового и мозгового вещества у животных обоего пола.

Список литературы

1. Виноградова И. А., Шевченко А. И. Влияние светового режима на показатели биологического возраста и возрастную патологию // Мед. акад. журн. – 2005. – Т. 3. – Прил. 7. – С. 18-20.
2. Иванова И. К., Шантанова Л. Н., Бальхаев И. М., Лоншакова К. С. Влияние фитоадаптогена «полифитотон» на структуру надпочечников белых крыс при иммобилизационном стрессе // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. Экспериментальные исследования в биологии и медицине. – 2011. – №1 (77). – Ч. 2. – С. 142-144.
3. Колдышева Е. В. Морфологическая характеристика коры надпочечников крыс OXYS в онтогенезе // Бюллетень СО РАМН. – 2008. – № 6 (134). – С. 131-138.

4. Пшукова А. А. Динамика изменения гистоархитектоники надпочечников человека в онтогенезе (морфометрическое исследование): дис. ... канд. мед. наук. – М., 2009. – 83 с.
5. Сидорова О. Г. Возрастные и сезонные особенности морфологии надпочечников благородного оленя (*Cervus elaphus* L.) в условиях паркового содержания: дис. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 2001. – 163 с.
6. Солодкова О. А., Каредина В. С., Зенкина В. Г. Использование гидролизата кукумарии японской в профилактике нарушений, связанных со стрессом // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 9. – С. 9-12.

Рецензенты:

Курьянова Евгения Владимировна, доктор биологических наук, доцент кафедры физиологии и морфологии человека и животных ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань.

Мажитова Марина Владимировна, доктор биологических наук, доцент кафедры неорганической и биоорганической химии ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань.