

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НАДПОЧЕЧНИКАХ У КРЫС ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАПИТКА И ЭТИЛОВОГО СПИРТА



Собиров Элёр Жумязович¹, Юсупова Зумрад Кадамбоевна²

1 – Ургенческий государственный медицинский институт, Республика Узбекистан, г. Ургенч;

2 - Самаркандский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Самарканд

ЭНЕРГЕТИК ИЧИМЛИК ВА ЭТИЛ СПИРТИ ТАЪСИРИДА КАЛАМУШЛАРНИНГ БУЙРАК УСТИ БЕЗЛАРИДАГИ МОРФОФУНКЦИОН ЎЗГАРИШЛАР

Собиров Элёр Жумязович¹, Юсупова Зумрад Кадамбоевна²

1 - Урганч давлат тиббиёт институти, Ўзбекистон Республикаси, Урганч ш.;

2 - Самарқанд давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Самарқанд ш.

MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN THE RATS OF ENERGY DRINK AND ETHYL ALCOHOL IN THE EXPERIMENT

Sobirov Elyor Jumyazovich¹, Yusupova Zumrad Kadamboevna²

1 – Urgench State Medical Institute, Republic of Uzbekistan, Urgench;

2 - Samarkand State Medical University, Republic of Uzbekistan, Samarkand

e-mail: info@sammu.uz

Резюме. Ушбу ишда экспериментал каламушларда этил спирти ва энергетик ичимлик таъсирида буйрак усти безларининг морфофункционал ўзгаришлари келтирилган. Олинган маълумотлар илмий-амалий аҳамиятга эга, чунки улар кўрсатилган омилларнинг организмга таъсирини чуқурроқ ўрганишга имкон беради ва буйрак усти безларининг структуравий-функционал ўзгаришлари динамикасини баҳолашга қаратилган кейинги тадқиқотларни бажаришда қўлланилиши мумкин.

Калим сўзлар: энергетик ичимлик, буйрак усти бези, тажриба ҳайвонлари, тажриба, морфометрия ва тўқималар морфологияси.

Abstract. This study presents morphofunctional changes in the adrenal glands of experimental rats exposed to ethyl alcohol and an energy drink. The data obtained are of scientific and practical significance, as they allow for a more in-depth study of the impact of these factors on the body and can be used in further research aimed at assessing the dynamics of structural and functional changes in the adrenal glands.

Keywords: energy drink, adrenal gland, experimental animals, experiment, morphometry and tissue morphology.

В литературе практически отсутствуют сведения о морфологическом состоянии надпочечников при воздействии энергетических напитков и нелетальной алкогольной интоксикации, хотя данные факторы, несомненно, способны изменять состояние надпочечников в зависимости от дозы и продолжительности действия этанола [1, 3, 6]. Кроме того, многие морфологические исследования надпочечников проводились преимущественно на объединённых группах животных без учёта пола, поэтому половые различия морфологических изменений в надпочечниках под воздействием факторов внешней среды до настоящего времени изучены недостаточно.

Изучению морфологии надпочечников в период острого алкогольного отравления посвящён ряд работ [2, 5]. Однако существующие исследования недостаточно полно раскрывают механизмы возникновения изменений в надпочечниках. Кроме того, в литературе отсутствуют сведения о сравнительном изучении морфофункционального состояния надпочечников при совместном воздействии различных стрессовых факторов. Проведение подобных исследований имеет важное значение для решения спорных вопросов, возникающих при одновременном воздействии на организм нескольких повреждающих факторов, каждый из которых потенциально способен привести к тяжёлым последствиям [4, 7].

В Узбекистане проводится ряд научных исследований, направленных на оценку морфологических и морфометрических показателей различных органов и систем [1, 2]. Вместе с тем методология оценки морфологического состояния надпочечников и их изменений при нелетальной алкогольной интоксикации остаётся недостаточно разработанной.

Таким образом, развитие морфологических изменений при раздельном и совместном воздействии этилового спирта и энергетических напитков всё ещё изучено недостаточно [8, 9]. Многие вопросы, касающиеся механизмов их взаимодействия после употребления этилового спирта и энергетического напитка, а также влияния неблагоприятных внешних и внутренних факторов на развитие надпочечниковой дисфункции, остаются нерешёнными. Особый интерес представляет изучение морфологической перестройки надпочечников при воздействии энергетических напитков и нелетальной алкогольной интоксикации.

Материалы и методы исследования. Для проведения эксперимента использовали 201 трёхмесячную крысу-самца массой 250–300 г, полученную из вивария НИИ фармакологии Республики Узбекистан. Выбор данного вида лабораторных животных был обусловлен сходством отдельных морфофизиологических реакций крыс и человека при воздействии алкоголя и энергетических напитков, а также особенностями этих животных: низкой толерантностью к этанолу, отсутствием рвотного рефлекса при его воздействии, постоянным наполнением желудка пищей, простотой ухода и удобством проведения экспериментальных процедур, включая фиксацию и введение растворов с помощью зонда.

Животных содержали в клетках по 5 особей в каждой в лаборатории курса токсикологической химии Бухарского государственного медицинского института при отделении судебно-медицинской экспертизы. Температура воздуха поддерживалась в пределах +20–22 °С. Соблюдался стандартный световой режим: светлое время суток с 8:00 до 20:00, тёмное - с 20:00 до 8:00. Животные имели свободный доступ к воде и корму и находились в одинаковых условиях содержания.

Экспериментальные животные были разделены на 4 группы в соответствии с сериями эксперимента.

1-я группа - изучение морфофункциональных изменений надпочечников у подопытных животных в период острого алкогольного отравления, 60 животных.

2-я группа - изучение морфофункциональных изменений надпочечников у экспериментальных животных при воздействии энергетических напитков, 60 животных.

3-я группа - изучение морфофункциональных изменений надпочечников у экспериментальных животных при совместном воздействии алкогольных и энергетических напитков, 60 животных.

4-я группа - контрольная группа, 21 животное.

Эксперименты проводились в соответствии с правилами работы с экспериментальными животными, содержащимися в стандартных условиях вивария на сбалансированном полноценном рационе. Экспериментальные исследования выполнялись согласно требованиям лабораторной практики, принятым для проведения доклинических исследований в Республике Узбекистан.

Методы воздействия на животных. За сутки до начала эксперимента животные не получали корм. Надпочечники белых крыс-самцов массой 250–300 г изучали после воздействия этилового спирта. Под эфирным наркозом животным внутрижелудочно вводили 40% раствор этилового спирта в дозе 8 мл/кг. Все серии эксперимента начинались в 9:00 утра. Продолжительность процедуры не превышала 4–5 минут, что исключало вероятность развития реактивных морфологических изменений в надпочечниках, связанных с длительным манипуляционным стрессом. По достижении установленного срока наблюдения животных выводили из эксперимента методом декапитации под эфирным наркозом.

Животных выводили из эксперимента каждый час в течение восьми часов. На каждую экспериментальную точку приходилось по 5 животных. Случаев гибели животных от этаноловой интоксикации не зарегистрировано. В качестве контроля использовали здоровых крыс аналогичной массы.

Работа после выведения животных из эксперимента. Сразу после декапитации кровь собирали во флаконы для определения уровня этанола, после чего животных вскрывали и извлекали левый и правый надпочечники. После аккуратного отделения надпочечников от окружающих тканей их полностью или частично помещали в фиксирующие растворы в зависимости от запланированной гистологической методики. Тела животных упаковывали в специальные полиэтиленовые или бумажные контейнеры и в дальнейшем утилизировали согласно установленным требованиям.

Для изучения динамики содержания эозинофилов при алкогольной интоксикации и стрессовом воздействии энергетических напитков брали кровь из хвостовой вены или после декапитации. Образцы крови получали через 24 часа, а также на 5-е, 10-е и 14-е сутки после иммобилизации животных или введения токсического вещества в желудок. Подсчёт эозинофилов прово-

дили в камере Горяева после окрашивания крови раствором Хинкельмана в течение 25–30 минут. Количество эозинофилов, рассчитанное в камере Горяева, пересчитывали на 1 мкл крови по методике В.В. Меншикова и соавт. (1987).

Для оценки реакции коркового слоя надпочечников определяли уровни кортикостерона и кортизола в крови по методике О.К. Ботвинева и Ю.Е. Вельтищева в модификации В.В. Малышевой и соавт. (1985). Уровень пролактина в крови экспериментальных животных определяли методом иммуноферментного анализа с использованием стандартного набора ELISA-Prolactin-01. Концентрации кортикостерона и пролактина выражали в нмоль/л крови. Кроме того, в ходе эксперимента определяли уровень инсулина у животных.

Для изучения содержания липидных гидропероксидов в сыворотке крови и тканях надпочечников экспериментальных животных использовали метод В.Б. Гаврилова и М.И. Мишкорудного (1983). Малоновый диальдегид, являющийся одним из конечных продуктов перекисного окисления липидов, определяли методом И.Д. Челика и Т.Г. Гаришвили (1977) с использованием тиобарбитуровой кислоты.

Результаты собственных исследований и их обсуждение. Морфологические изменения в надпочечниках при моделировании алкогольной интоксикации. Алкогольная интоксикация, возникавшая у крыс после внутрижелудочного введения этилового спирта в дозах 2 и 4 мл/кг, приводила к повышению морфофункциональной активности надпочечников. При этом выраженность признаков активации при использовании различных доз этанола у самцов крыс была неодинаковой.

Наиболее выраженные морфологические изменения, свидетельствующие об активном участии надпочечников в адаптационной реакции, отмечались в пучковой и сетчатой зонах коркового вещества. При введении этанола в дозе 2 мл/кг повышение морфофункциональной активности надпочечников проявлялось усилением кровоснабжения пучковой и сетчатой зон, а также мозгового вещества. Данные изменения определялись уже через 1 час после введения этанола и сохранялись до конца периода наблюдения.

Важным критерием повышения функциональной активности являлось увеличение объема ядер адренокортикоцитов пучковой и сетчатой зон правого и левого надпочечников, что отмечалось практически на протяжении всего эксперимента. Через 6 часов после алкогольной интоксикации наблюдались максимальные значения размеров ядер адренокортикоцитов. В пучковой зоне левого надпочечника размеры ядер увеличились на 16%, правого - на 12% по сравнению с контро-

лем; в сетчатой зоне левого надпочечника - на 13%, правого - на 10,7%.

Структурная перестройка адренокортикоцитов в динамике алкогольной интоксикации у самцов проявлялась потерей исходного правостороннего доминирования по объему ядер клеток сетчатой зоны.

Ультраструктура адренокортикоцитов пучковой зоны у крыс после внутрижелудочного введения этанола достоверно не отличалась от таковой у животных контрольной группы. В цитоплазме адренокортикоцитов постоянно выявлялись везикулы агранулярной эндоплазматической сети и элементы комплекса Гольджи. Митохондрии имели характерную для данной зоны структуру - везикулярные кристы. Липидные включения отличались выраженной вариабельностью, иногда их размеры были сопоставимы с размерами ядер.

После введения этанола в дозе 2 мл/кг изменения количественных параметров ультраструктуры адренокортикоцитов пучковой зоны были минимально выражены. При этом через 5 часов после введения этанола у крыс отмечалось увеличение объемной плотности митохондрий и уменьшение объемной плотности ядер в правом и левом надпочечниках.

При применении этанола в дозе 4 мл/кг признаки повышения морфофункциональной активности пучковой зоны оказались более выраженными, чем при дозе 2 мл/кг. Пучковая зона сохраняла свою общую структуру, однако в ней часто обнаруживались пикнотические адренокортикоциты, количество которых увеличивалось к концу эксперимента. Содержание суданофильных липидных включений в адренокортикоцитах уменьшалось. В пучковой зоне отмечалось полнокровие кровеносных сосудов, выраженность которого возрастала по мере увеличения продолжительности алкогольной интоксикации. У самцов в отдельных случаях выявлялась умеренная лимфоидная инфильтрация пучковой зоны, имевшая как диффузный, так и очаговый характер.

Сетчатая зона состояла преимущественно из клеток однотипного строения, практически не содержащих суданофильных включений. Отмечалась умеренная диффузная лимфоцитарная инфильтрация сетчатой зоны.

В мозговом веществе животных выявлялось выраженное полнокровие кровеносных сосудов. Мозговой слой был представлен крупными базофильными клетками с большими округлыми ядрами и небольшим количеством гранул и вакуолей.

Объемная плотность сосудов в коре надпочечников у самцов и самок изменялась по-разному. У самцов доля сосудов в клубочковой

зоне правого надпочечника в динамике интоксикации существенно не изменялась. В левом надпочечнике через 4 часа после введения этанола доля сосудов уменьшалась, затем через 5 часов увеличивалась, через 6 часов вновь снижалась, а затем снова возрастала, достигая контрольных значений.

Объёмная плотность сосудистого русла в пучковой зоне постепенно увеличивалась в течение всего периода наблюдения. К концу эксперимента объёмная плотность кровеносных сосудов в левом надпочечнике увеличилась в 7 раз, а в правом - в 4,5 раза по сравнению с контрольными значениями. В сетчатой зоне и мозговом веществе отмечалось волнообразное усиление кровоснабжения.

К концу эксперимента объёмная плотность сосудов в сетчатой зоне левого надпочечника за весь период наблюдения увеличилась в 3,2 раза, правого - в 2,9 раза; в мозговом веществе левого надпочечника - в 2,6 раза, правого - в 2,4 раза.

В пучковой зоне данный показатель постепенно увеличивался и к концу эксперимента в левом надпочечнике превысил исходные значения в 5,3 раза, а в правом - в 5,8 раза. В сетчатой зоне итоговые показатели в левом надпочечнике превышали исходные значения в 4,1 раза, в правом - в 4,7 раза; в мозговом веществе данный показатель увеличился соответственно в 3,8 и 3,5 раза.

Кариометрические параметры адренокортикоцитов у самцов и самок изменялись практически в одинаковой степени. У самцов в клубочковой зоне левого надпочечника объём ядер адренокортикоцитов постепенно уменьшался до 5-го часа эксперимента, после чего резко увеличивался. В правом надпочечнике до 4-го часа от начала воздействия размеры ядер не отличались от контрольных значений, затем значительно увеличивались. В пучковой зоне объём ядер адренокортикоцитов постепенно возрастал и достигал максимума к 7-му часу эксперимента. К концу экспе-

римента размеры ядер увеличивались на 15,4% от исходных значений как в левом, так и в правом надпочечнике. В сетчатой зоне величина ядер в обоих надпочечниках увеличивалась и достигала максимума через 5 часов.

У самок изменения размеров ядер происходили быстрее, чем у самцов, и имели однотипный характер. В результате размеры ядер в клубочковой зоне увеличились на 11% в левом надпочечнике и на 14,5% в правом; в пучковой зоне - на 20% в левом и на 17,5% в правом надпочечнике; в сетчатой зоне - на 15,7% в левом и на 17,6% в правом надпочечнике.

Помимо усиления кровоснабжения пучковой зоны и увеличения объёма ядер адренокортикоцитов, изменялись количественные соотношения их ультраструктурных компонентов. У самок данные изменения были более выраженными, чем у самцов. Объёмная доля митохондрий и ядер увеличивалась, тогда как доля липидных включений уменьшалась. При введении этанола в дозе 4 мл/кг, в отличие от дозы 2 мл/кг, признаки морфофункциональной активности характеризовались более плавным нарастанием в динамике наблюдения и зависели от дозы. При дозе 2 мл/кг в первые часы отмечалось более резкое повышение функциональной активности надпочечников.

Средняя площадь ядер адренокортикоцитов пучковой и сетчатой зон как у самок, так и у самцов в обоих надпочечниках была статистически значимо больше, чем в клубочковой зоне. У самок достоверных различий в размерах ядер одноимённых зон левого и правого надпочечников не выявлено. Соотношение средних площадей ядер адренокортикоцитов клубочковой, пучковой и сетчатой зон в левом и правом надпочечниках составило 1:1,11:1,21. При этом у самок размеры ядер эндокриноцитов клубочковой зоны обоих надпочечников и сетчатой зоны левого надпочечника были значительно больше, чем у самцов.

Таблица 1. Площадь ядер адренокортикоцитов в различных морфофункциональных зонах коркового слоя надпочечников крыс контрольной группы (мкм²) ($M \pm m$)

Зоны надпочечников	Левая надпочечная железа	Правая надпочечная железа	Значение различий, Р
Мужчины			
Клубочковая зона	30,54±0,33	30,48±0,56	0,51
Пучковая зона	35,72±0,26	35,34±0,44	0,47
Сетчатая зона	37,28±0,36	38,44±0,27	0,009
Ургенческие породы			
Клубочковая зона	31,54±0,22 *	31,38±0,26*	0,61
Пучковая зона	34,92±0,26	34,88±0,34	0,87
Сетчатая зона	38,18±0,31*	38,02±0,29	0,79

Примечание. * - Выявленные изменения имеют статистически значимый характер и демонстрируют сходные показатели у особей мужского пола.

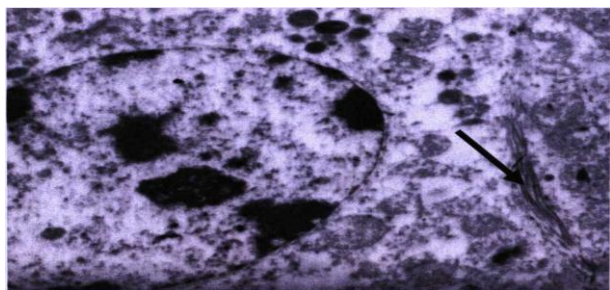


Рис. 1. Пластинчатый комплекс Гольджи в цитоплазме адренокортикоцитов в центральной части пучковой зоны. Контрольная группа. Увел.10.000 раз

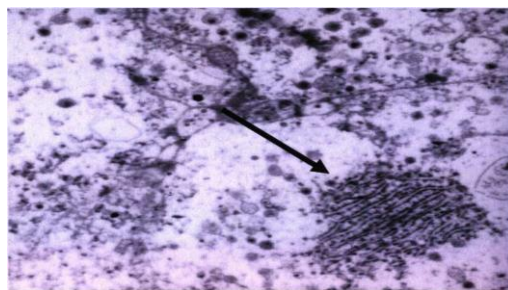


Рис. 2. Гранулярный эндоплазматический ретикулум в цитоплазме адренокортикоцитов в центральной части пучковой зоны. Контрольная группа. Увел. 20.000 раз

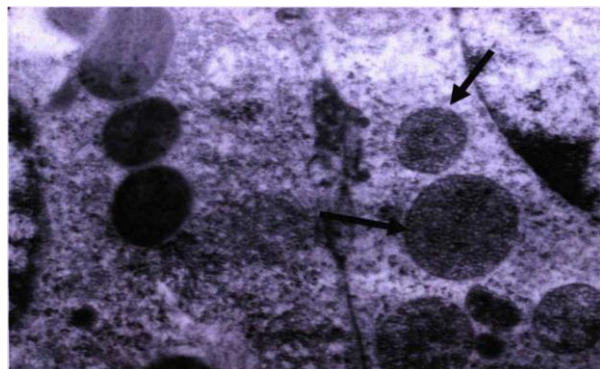


Рис. 3. Везикулярная митохондрия в цитоплазме адренокортикоцитов в центральной части пучковой зоны. Контрольная группа. Увеличено в 19 000 раз

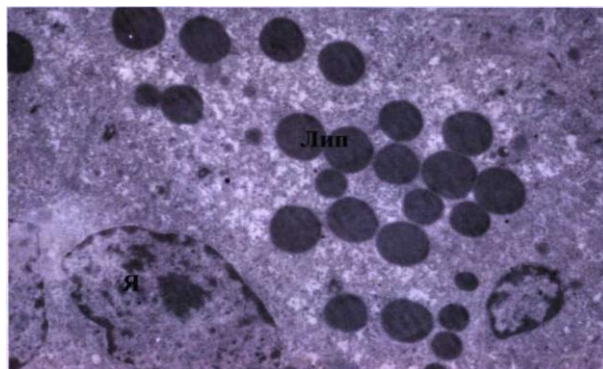


Рис. 4. Уменьшение размеров жировых скоплений от центра адренокортикоцитов в центральной части пучковой зоны к периферии. Контрольная группа. Увеличено в 8 000 раз

Таблица 2. Общий объем сосудов в различных морфофункциональных зонах надпочечников крыс контрольной группы ($M \pm m$)

Зоны надпочечников	Левый надпочечник	Правый надпочечник	Значение различий, Р
Самцы			
Клубочковая зона	$16,3 \pm 6,8$	$10,6 \pm 2,9$	0,49
Пучковая зона	$2,9 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	0,004
Сетчатая зона	$7,7 \pm 0,2$	$8,2 \pm 0,2$	0,03
Мозговое вещество	$9,1 \pm 0,3$	$9,9 \pm 0,3$	0,04
Самки			
Клубочковая зона	$14,3 \pm 3,7$	$12,6 \pm 1,9$	0,49
Пучковая зона	$3,1 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,3$	0,01
Сетчатая зона	$7,5 \pm 0,3$	$8,5 \pm 0,3$	0,01
Мозговое вещество	$8,8 \pm 0,2$	$9,5 \pm 0,2$	0,04

Таблица 3. Общий объем компонентов адренокортикоцитов центральной части пучковой зоны надпочечников крыс контрольной группы ($M \pm m$)

Ультраструктура	Левый надпочечник	Правый надпочечник	Значение различий, Р
Самцы			
Митохондрии	$17,85 \pm 1,59$	$17,39 \pm 1,32$	0,93
Липидные включения	$15,07 \pm 2,13$	$10,43 \pm 1,80$	0,04
Ядро	$24,93 \pm 2,60$	$22,89 \pm 2,19$	0,25
Ядрышко	$1,24 \pm 0,12$	$1,13 \pm 0,11$	0,24
Самки			
Митохондрии	$17,02 \pm 1,29$	$16,69 \pm 1,22$	0,88
Липидные включения	$14,25 \pm 1,87$	$11,24 \pm 1,92$	0,09
Ядро	$24,13 \pm 2,34$	$21,69 \pm 2,05$	0,31
Ядрышко	$1,18 \pm 0,11$	$1,10 \pm 0,11$	0,20

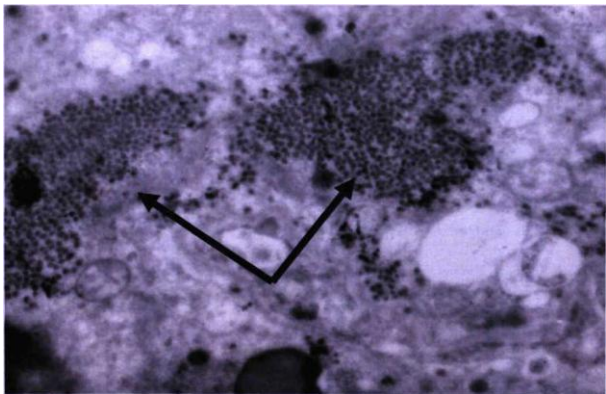


Рис. 5. Коллагеновые волокна в пучковой зоне, поперечный разрез. Контрольная группа. Увеличено в 8000 раз

Электронно-микроскопическая картина центральной части пучковой зоны надпочечников у крыс обоего пола существенно не различалась. В эндокриноцитах определялся комплекс Гольджи (рис. 1), а также гладкий и гранулярный эндоплазматический ретикулум, преимущественно расположенный ближе к клеточной мембране (рис. 2). Митохондрии, выявляемые в цитоплазме секреторных клеток, имели везикулярные кристы правильной округлой или овальной формы, преимущественно одинакового размера (рис. 3).

Расчёт доли сосудистого компонента в зонах надпочечников (таблица 2) показал, что у крыс обоего пола наиболее выраженное кровоснабжение наблюдалось в клубочковой зоне, а наименее выраженное - в пучковой зоне. Кроме того, как у самок, так и у самцов в мозговом веществе, пучковой и сетчатой зонах, в отличие от клубочковой зоны, удельный объём сосудов в правом надпочечнике был больше, чем в левом.

Липидные включения, являющиеся основным внутриклеточным субстратом стероидогенеза, имели различные размеры. Наряду с мелкими пылевидными частицами встречались крупные липидные капли, сопоставимые с объёмом ядра и нередко превышающие его. Такие крупные липидные включения, как правило, располагались перинуклеарно (рис. 4). По направлению к периферии клетки объём липидных включений уменьшался. У самцов липидные включения занимали 10,43% площади среза секреторных клеток в правом надпочечнике и 15,07% - в левом надпочечнике.

Ядра секреторных клеток были светлыми, с фрагментами гетерохроматина вблизи кариолеммы, содержали одно чётко структурированное ядрышко средней величины. Их относительные размеры в левом и правом надпочечниках существенно не различались. У самок и самцов крыс контрольной группы удельная доля органелл общего назначения, таких как комплекс Гольджи и

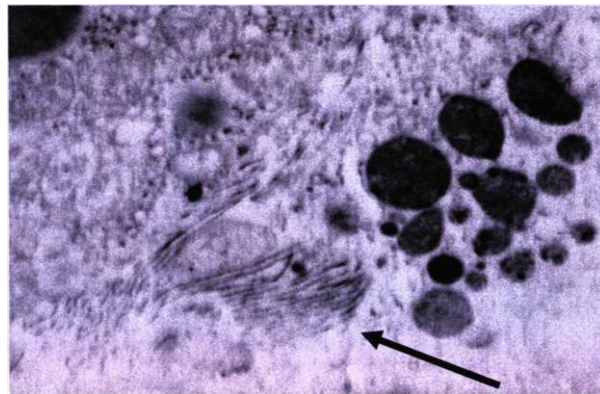


Рис. 6. Коллагеновые волокна в продольном сечении между эндокриноцитами в пучковой зоне. Контрольная группа. Увеличено в 12000 раз

эндоплазматический ретикулум, составляла соответственно 1,5 и 3,0%, а также 1,8 и 2,8%.

На срезах выявленные пучки коллагеновых волокон в пучковой зоне имели вид «многожильного кабеля» с фибриллами одинакового диаметра (рис. 5). На продольных срезах эти фибриллы состояли из участков различной электронной плотности, располагались рыхло и с небольшим смещением относительно друг друга (рис. 6).

Характеризуя сосудистый компонент, следует отметить, что эндотелиальные клетки синусоидов надпочечников имели уплощённую форму и крупное ядро, расположенное преимущественно в центральной части клетки. В стенке синусоидов определялись фенестры. Базальная мембрана синусоидов была слабо выражена. В просвете сосудов, помимо эритроцитов, встречались единичные лимфоциты с крупными округлыми ядрами и узким ободком цитоплазмы, не контактирующие с эндотелиальными клетками (рис. 7).

Обобщая изложенное, следует отметить, что надпочечники самцов и самок крыс контрольной группы характеризовались умеренным кровенаполнением всех морфофункциональных зон.

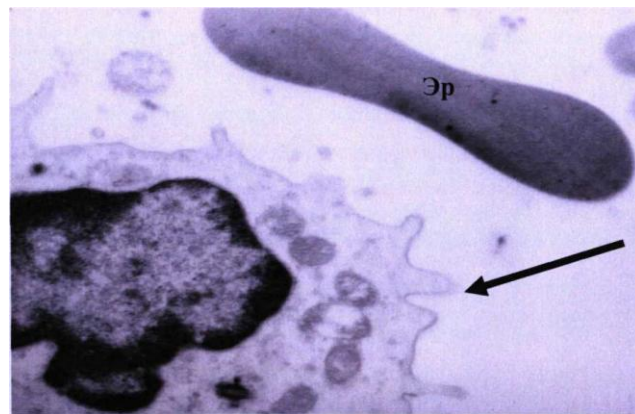


Рис. 7. Одиночный лимфоцит в просвете сосуда в пучковой зоне. Контрольная группа. Увеличено в 32000 раз

В обеих группах наиболее выраженное содержание липидов отмечалось в наружных отделах коркового вещества, а также в клубочковой зоне. По степени насыщенности цитоплазмы секреторных клеток липидами в средней части пучковой зоны у самцов преобладал левый надпочечник, тогда как у самок отмечалась тенденция к аналогичному доминированию.

У самцов выявлялось преобладание правого надпочечника по удельному объёму сосудистого компонента в пучковой и сетчатой зонах коры, а также в мозговом веществе, и по величине ядер адренкортикоцитов сетчатой зоны. У самок отмечалась сходная направленность изменений. При этом у самок размеры ядер адренкортикоцитов клубочковой зоны левого и правого надпочечников были больше, чем у самцов. Взаимосвязь между параметрами морфофункциональной активности левого и правого надпочечников у самцов выявлялась реже, чем у самок.

Заключение. На основании выявленных различий в морфологическом состоянии надпочечников при воздействии различных доз этанола и энергетического напитка возможно определить продолжительность алкогольной интоксикации, а также провести лабораторно-морфологическую оценку степени алкогольного отравления и повреждающего влияния энергетического напитка.

Литература:

1. Джексон Д.А., Коттер Б.В., Мерчант Р.С., Бабу К.М., Бэрд Дж.Р., Ниренберг Т., Линакис Дж.Г. Поведенческие и физиологические побочные эффекты у подростков и молодых взрослых пациентов отделений неотложной помощи, сообщивших об употреблении энергетических напитков и кофеина // *Clinical Toxicology*. - 2013. - Vol. 51. - P. 557–565.
2. Диас-Агила Ю., Куэвас-Ромеро Э., Кастелян Ф., Мартинес-Гомес М., Родригес-Антолин Х., Николас-Толедо Л. Хронический стресс и высокое потребление сахарозы вызывают характерные морфометрические изменения в надпочечниках крыс после отъёма. - 2018. - Т. 93. - С. 565–574.
3. Орипов Ф.С. Патоморфологические изменения в коре головного мозга крыс при различных сроках воздействия энергетического напитка // *International Congress on Biological, Physical and Chemical Studies*. - Italy, 2024. - С. 58–60.
4. Ризаев Ж.А., Ризаев Э.А., Ахмадалиев Н.Н. Коронавирус касаллиги COVID-19: мелатонин-инг физиологик таъсири нуктаи назаридан муаммонинг замонавий кўриниши // *Journal of Biomedicine and Practice*. - 2020. - № SI. - С. 7–18. DOI: 10.26739/2181-9300-2020-SI-1.
5. Тухтаев К.Р., Шамирзаев Н.Х., Тухтаев С.Н. Влияние тиреоидной дисфункции при беременно-

сти на развитие тимуса у потомства // *Морфология*. - 2020. - Т. 157, № 2–3. - С. 214–215.

6. He Z., Zhu C., Huang H., Liu L., Wang L., Chen L., Magdalou J., Wang H. Аномалии развития надпочечников, вызванные пренатальным воздействием кофеина, у потомства самцов крыс и возможные механизмы внутриутробного программирования // *Toxicology*. - 2016. - Vol. 5. - P. 388–398.
7. O'Neill C.E., Newsom R.J., Stafford J., Scott T., Archuleta S., Levis S.C., Spencer R.L., Campeau S., Bachtell R.K. Потребление кофеина подростками усиливает тревожноподобное поведение во взрослом возрасте и изменяет нейроэндокринную сигнализацию // *Psychoneuroendocrinology*. - 2016. - Vol. 67. - P. 40–50.
8. Reissig C.J., Strain E.C., Griffiths R.R. Энергетические напитки с кофеином - растущая проблема // *Drug and Alcohol Dependence*. - 2009. - Vol. 99. - P. 1–10.
9. Rudiansyah M., El-Sehrawy A.A., Ahmad I., Terefe E.M., Abdelbasset W.K., Bokov D.O., Salazar A., Rizaev J.A., Muthanna F.M.S., Shalaby M.N. Osteoporosis treatment by mesenchymal stromal/stem cells and their exosomes: emphasis on signaling pathways and mechanisms // *Life Sciences*. - 2022. - Vol. 306. - Article 120717.
10. Wu D.M., He Z., Ma L.P., Wang L.L., Ping J., Wang H. Повышенное метилирование ДНК рецепторов-мусорщиков класса В типа I способствует ингибирующему влиянию пренатального приёма кофеина на поглощение холестерина и стероидогенез в надпочечниках плода. - 2015. - Vol. 285. - P. 89–97.
11. Xing Y., Lerario A.M., Rainey W. Развитие зонирования коры надпочечников // *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*. - 2015. - Vol. 44. - P. 243–274.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НАДПОЧЕЧНИКАХ У КРЫС ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАПИТКА И ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Собиров Э.Ж., Юсупова З.К.

Резюме. В данной работе представлены морфофункциональные изменения надпочечников у экспериментальных крыс под воздействием этилового спирта и энергетического напитка. Полученные данные имеют научно-практическое значение, поскольку позволяют глубже изучить характер влияния указанных факторов на организм и могут быть использованы при выполнении дальнейших исследований, направленных на оценку динамики структурно-функциональных изменений надпочечников.

Ключевые слова: энергетический напиток, надпочечник, экспериментальные животные, эксперимент, морфометрия и морфология тканей.