

УДК: 615.91

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО УГЛЕРОДНОГО НАНОПОРИСТОГО ГЕМОСОРБЕНТА

Хакимов Дилшодбек Мамадалиевич<sup>1</sup>, Ходжиматов Гуломидин Минходжиевич<sup>2</sup>, Ботиров Акрам Кодиралиевич<sup>2</sup>, Касимов Адхам Лутфуллаевич<sup>2</sup>, Касимов Носирбек Адхамович<sup>2</sup>, Карабоев Бекзодбек Бахадирович<sup>2</sup>

1 – Андижанский филиал Республиканского научного центра экстренной медицинской помощи, Республика Узбекистан, г. Андижан;

2 - Андижанский государственный медицинский институт, Республика Узбекистан, г. Андижан

## МАҲАЛЛИЙ УГЛЕРОДЛИ НАНОПОРЛИ ГЕМОСОРБЕНТИНИГ БИОЛОГИК МОСЛИГИНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ВА МОРФОЛОГИК ЎРГАНИШ

Хакимов Дилшодбек Мамадалиевич<sup>1</sup>, Ходжиматов Гуломидин Минходжиевич<sup>2</sup>, Ботиров Акрам Кодиралиевич<sup>2</sup>, Касимов Адхам Лутфуллаевич<sup>2</sup>, Касимов Носирбек Адхамович<sup>2</sup>, Карабоев Бекзодбек Бахадирович<sup>2</sup>

1 - Республика шошилинч тиббий ёрдам илмий маркази Андижон филиали, Ўзбекистон Республикаси, Андижон ш.;

2 - Андижон давлат тиббиёт институти, Ўзбекистон Республикаси, Андижон ш.

## EXPERIMENTAL AND MORPHOLOGICAL STUDY OF BIOCOMPATIBILITY OF DOMESTIC CARBON NANOPOROUS HEMOSORBENT

Khakimov Dilshodbek Mamadalievich<sup>1</sup>, Khodzhimatov Gulomidin Minkhodzhievich<sup>2</sup>, Botirov Akram Kodiralievich<sup>2</sup>,

Kasimov Adkham Lutfullaevich<sup>2</sup>, Kasimov Nosirbek Adkhamovich<sup>2</sup>, Karaboev Bekzodbek Bahadirovich<sup>2</sup>

1 - Andijan branch of the Republican Scientific Center for Emergency Medical Care, Republic of Uzbekistan, Andijan;

2 - Andijan State Medical Institute, Republic of Uzbekistan, Andijan

e-mail: [nosir.kasimov10@gmail.com](mailto:nosir.kasimov10@gmail.com)

**Резюме.** Ушбу илмий мақолада муаллифлар янги маҳаллий нанопорли углеродли гемосорбентнинг биологик мослигини баҳолаш бўйича экспериментал морфологик тадқиқотлар натижаларини таҳлил қилишган. Муаллифлар "Вистар" зотли 138 та оқ лаборатория каламушлари ва 16 та зотсиз итларда экспериментал ва морфологик тадқиқотлар ўтказилган. Умумий ўт йўлининг механик блокни моделлаштириш муаллифлик усули бўйича амалга оширилган. УНПГС ҳайвонларга қуйидаги дозаларда - 300 мг / кг, 150 мг / кг ва 50 мг / кг дозасида юборилди. Ўрганиш объекти мия, ўпка, юрак, жигар, буйрак, буйрак усти безлари, талоқ, ошқозон, ошқозон ости бези, ингичка ва йўзон чак, бачадон, тухумдонлар, мойкларда ўтказилган. Макро ва микроскопик тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, УНПГС экспериментал ҳайвонларда дегенератив, некробиотик ва яллиғланишли ўзгаришларга олиб келмаган.

**Калит сўзлар:** тажриба, углеродли гемосорбент, механик сариқлик, макроскопик ва микроскопик морфологик тадқиқотлар.

**Abstract.** In this scientific report, the authors analyze the results of experimental and morphological studies to assess the biocompatibility of a new domestic nanoporous carbon hemosorbent. The authors carried out experimental and morphological studies on 138 white laboratory rats of the "Wistar" breed and 16 outbred dogs, modeling of the mechanical block of the common bile duct was carried out according to the author's method. UNPHS was administered to animals in the following dosages of 300 mg / kg 150 mg / kg, and 50 mg / kg objects of study were the brain, lungs, heart, liver, kidney, adrenal glands, spleen, stomach, pancreas, small and large intestine, uterus, ovaries, testicle. The results of macro and microscopic studies showed that UNPHS does not lead to degenerative, necrobiotic and inflammatory changes in experimental animals.

**Key words:** experiment, carbon hemosorbent, mechanical jaundice, macro and microscopic morphological studies.

**Введение.** На современном этапе развития гепатологии перспективными остаются исследования, направленные на совершенствование технологий экстракорпоральной детоксикации, в частности, разработку новых гемосорбентов высокого качества на основе специальных видов сырья и технологий, позволяющих улучшить качество удаления токсических метаболитов и снизить риск развития или прогрессирования полиорганной недостаточности. [1,2,3,4]. В мировой практике продолжают исследоваться в экспериментальных условиях физико-химические характеристики, гистологические и морфологические результаты использования различных гемосорбентов, которые способны расширить возможности применения сорбционных методов очистки крови при печеночной недостаточности различного генеза. В этом направлении, в частности, в улучшении качества лечения печеночной недостаточности экстракорпоральными методами детоксикации достигнуты положительные результаты. [5,6,7,8] Вместе с тем для улучшения оказываемой специализированной медицинской помощи требуются научно-обоснованные результаты по разработке отечественных гемосорбентов и совершенствованию способов плазмсорбции. Реализация данных задач, в том числе, улучшение результатов применения экстракорпоральной детоксикации при лечении печеночной недостаточности различного генеза путем экспериментального обоснования эффективности отечественного гемосорбента и нового способа плазмсорбции является одним из актуальных направлений.

**Целью исследования:** явилась оценка на основании экспериментально-морфологических исследований биосо-

вместимость нового отечественного нанопористого углеродного гемосорбента.

**Материалы и методы.** Для достижения цели исследования и решения поставленной задачи использованы экспериментально-морфологические методы. Фундаментом данного исследования послужили результаты использования нового отечественного гранулированного углеродного сорбента (УНПГС) с преимущественным содержанием нано- и мезопор в экспериментальных условиях. Разработчиком данного продукта явился коллектив авторов АО «УЗКИМЁСАНОАТ» общество с ограниченной ответственностью Ташкентский Научно-Исследовательский Институт Химической Технологии(ООО«ТНИИХТ») (Ортиков Н.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т., Садыков Р.А. Способ получения углеродного сорбента//Universum: Химия и биология:электрон.научн. журн. 2020. № 11 (75) URL). Экспериментальные и морфологические исследования выполнены на 138 белых лабораторных крысах породы «Вистар» и 16 беспородных собаках и проведены с соблюдением правил, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или иных научных целей (ETS N 123), Страсбург (1986 г.). Все эксперименты по применению нового углеродного сорбента выполнены на базе ГУ «РСНПМЦХ имени акад. В.Вахидова», отделении экспериментальной хирургии в 2020 году. Методика операции на собаках по моделированию механического блока холедоха выполнена по авторской методике. После окончания хронического эксперимента часть животных опытной и контрольной групп забивалась путем декапитации под легким эфирным наркозом и проводились макроскопические и микроскопические исследования внутренних органов. Объектами изучения были: головной мозг, легкие, сердце, печень, почки, надпочечники, селезенка, желудок, поджелудочная железа, тонкий и толстый кишечник, матка, яичники, яичко. Материал фиксировали в 12% формалине с последующей, стандартной проводкой по спиртам восходящей концентрацией и заливкой парафином. Срезы из органов толщиной 6-7 мкм окрашивали гематоксилином и эозином. Для морфологических исследований биоптаты печени и почек тотчас после иссечения из органа фиксировали 10% забуференном растворе формалина (pH-7,4), обезживали в растворах этанола в возрастающей концентрации и заливали в парафиновые блоки. Срезы толщиной 4мкм окрашивали гематоксилином и эозином. Исследовали под световым микроскопом при увеличении x70, x90. Исследования кумулятивного действия исследуемого вещества проводились на 24 белых крысах-самцах с массой тела 200-240 гр. Для оценки кумулятивных свойств учитывалась малая токсичность препарата, установленная в остром эксперименте, а также предполагаемая длительность курса лечения (одноразовое внутрибрюшинное введение), поэтому выбран срок семь дней в соответствии с "Методическими указаниями по изучению обще токсического действия фармакологических веществ" ("Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ", - ЗАО "ИИА "Ремедиум", - М., 2005). «УНПГС» внутрибрюшинно вводили 1-ой группе в дозе 300 мг/кг, 2-ой группе в дозе 150 мг/кг, 3-ой группе в дозе 50 мг/кг. Животным интактной группы вводилась 1%-ная крахмальная слизь из расчета 1 мл на 100 г. массы тела. Исследования многократного внутрибрюшинного действия «УНПГС» проводились на 24 белых крысах с массой тела 250-300 грамм в течение 7 дней. При оценке хронической токсичности при внутрибрюшинном введении учитывалась низкая токсичность препарата, установленная в остром эксперименте, а также предполагаемая длительность курса лечения – одна неделя. На основании этого срок хронического эксперимента составил семь дней в соответствии с международными требованиями по оценке токсичности медицинских препаратов (2013г). Исследуемое вещество вводили внутрибрюшинно 3-м группам опытных белых крыс. 4 группа служила контролем. Введение исследуемого вещества осуществлялось в следующих дозах: 1-я группа (300 мг/кг); 2-я группа (150 мг/кг; 3-я группа (50 мг/кг; 4-я группа (1% крахмальная слизь из расчета 1 мл на 100 г. массы тела).

Показателями токсичности служили: поведение животных, выживаемость, время наступления смертельных исходов, появление симптомов интоксикации, местные изменения на коже, динамика массы тела, частота дыхания, гематологические и биохимические показатели крови.

**Результаты и их обсуждения.** За время эксперимента общее состояние опытных животных не нарушалось, симптомов интоксикации и гибели животных не выявлено. На коже местные изменения не обнаружены, мест очагового облысения и язв не отмечалось. Животные были опрятны, активны, шерстяной покров гладкий, блестящий, корм поедали охотно, адекватно реагировали на внешние раздражители. Динамика массы тела у белых крыс при многократном внутрибрюшинном воздействии представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Показатели массы тела (г) у белых крыс после многократного внутрибрюшинного введения исследуемого вещества

Статистический показатель	Группа животных			
	1	2	3	4 (контроль)
M	227	221	208	211
±m	11,7	10,1	15,6	13,3
P	>0,05	>0,05	>0,05	-

**Таблица 2.** Частота дыхания (ЧД/мин) у белых крыс после многократного внутрибрюшинного воздействия «УНПГС»

Статистический показатель	Группы животных			
	1	2	3	4(контроль)
M	88,0	89,0	87,0	89,0
±m	2,6	2,9	1,9	2,6
P	>0,05	>0,05	>0,05	-

Результаты исследований показали, что прирост массы тела опытных животных не отличался от контрольных значений. ЧД определяли путем помещения животных в тесные обменные клетки со специально сконструированными окошками. Окошки покрывались эластичной резиной из хирургических перчаток и подсоединялись через систему ниток и рычагов к щелевому спектрофотометру и электрическому кимографу. Скорость движения ленты составляет 100 мм/мин. ЧД вычисляли по формуле:

$$\text{ЧД} = \text{кол-во колебаний} / \text{мин};$$

Например, 1 мин равна 100 мм, а число колебаний (ЧД) составляет от 80 до 110-120, т.е. ЧД равно 80-120/мин. Результаты подсчета частоты дыхания (ЧД) у белых крыс после многократного внутрижелудочного воздействия исследуемого вещества представлены в таблице 2. Динамика массы тела подопытных животных через 10 дней и 1 месяц эксперимента не отличалась от контроля. Животные на протяжении всего эксперимента были активны, опрятны, корм поедали нормально, пили воду, шерсть у них была гладкая, блестящая. Поведение подопытных крыс не отличалось от поведения контрольных групп животных. При макроскопическом исследовании выявлено правильное расположение внутренних органов, отсутствие свободной жидкости в плевральной и брюшной полостях. Ткани легких, желудка и кишечника также характерного цвета, без признаков отека, кровоизлияний и изъязвлений. Поджелудочная железа, почки и надпочечники без изменений. Результаты общего осмотра тел животных, длительно получавших исследуемое вещество, показали отсутствие макроскопических распадаемых отклонений по сравнению с контрольной группой. Все животные имели правильное телосложение, опрятный вид, блестящий шерстяной покров, очагов облысения и язв не обнаружено. Видимые слизистые влажные, бледно-розового цвета, блестящие и гладкие на вид. Грудные железы самок без опухолевидных образований и уплотнений, равномерно мягкие на ощупь. Наружные половые органы самцов не имели видимых деформаций или отклонений от контроля. В грудной клетке – висцеральный и париетальный листки плевры и органы грудной клетки без видимых изменений. Легкие бледно-розового цвета воздушные, без уплотнений или деструктивных изменений. Ткань легких опытных крыс сохраняла свою гисто-архитектонику. Признаков патологических изменений воспалительного или деструктивного характера не обнаружено. Стенка внутри легочных бронхов состоит из соответствующих тканевых компонентов, присущих большим, средним и малым бронхам. Респираторные бронхиолы и альвеолярные ходы без патологических изменений. Альвеолярные эпителиоциты I и II типов имеют характерные для них структуру и тканевые свойства. Меж альвеолярная соединительная ткань без патологических изменений, в ней и в просвете альвеол выявляются единичные макрофаги с характерными плотными включениями в цитоплазме. В целом, микроскопическая структура всех отделов лёгкого существенных отличий от контроля не имеет. Сердце. Сердце обычных размеров, без признаков ишемии или гипертрофии. Аорта и легочные артерии гладкие, аномалии развития или аневризмы не обнаружены. В полостях сердца содержалось небольшое количество жидкой крови. Мышцы миокарда коричневой окраски, тургор сохранен. У опытных групп животных, также как и у контрольных, четко различаются эндокардиальная, миокардиальная и эпикардиальная оболочки сердца. Эндотелиальная выстилка эндокарда не нарушена, местами выявляются набухшие и увеличенные в размерах эндотелиоциты. Миокард содержит кардиомиоциты, которые формируют ориентированные мышечные волокна. Волокна равномерно окрашены, поперечная исчерченность их хорошо сохранена. Ядра кардиомиоцитов овальные или вытянутые, гиперхромные и имеют центральную локализацию. Вставочные диски между кардиомиоцитами определяются достаточно отчетливо. Признаков гипоксии и ишемии миокарда не выявлено. Как и в контроле, между мышечными волокнами располагается множество кровеносных капилляров. Морфологические признаки патологических изменений в эпикарде и перикарде не определены.

Печень не увеличена в размерах, обычной формы, имеет мягкую консистенцию и гладкую поверхность. Глиссонова капсула тонкая, прозрачная, не напряжена. На разрезе – гистоархитектоника печени не изменена, паренхима умеренно полнокровная. У опытных животных, получавших препарат, в ткани печени выраженных патогистологических изменений не обнаружено. Капсула печени не утолщена, содержит продольно ориентированные пучки коллагеновых волокон. Паренхима печени образована классическими печеночными дольками, состоящими из радиально ориентированных к центральной вене печеночных пластинок или балок. Междольковая соединительная ткань развита слабо, признаки воспалительной инфильтрации и фиброза печени не обнаружены. Гепатоциты полигональной формы, с центрально расположенным ядром, нередко определяется ядрышко. Довольно часто встречаются двуядерные гепатоциты. Синусоидные капилляры обычных размеров. В просвете определяются единичные эритроциты и лейкоциты. В стенке синусоидных гемокапилляров и в пространствах Диссе при больших увеличениях выявляются единичные клетки Купфера, имеющие интактную структуру. В некоторых случаях отмечено умеренное расширение и кровенаполнение синусоидных гемокапилляров, центральных и поддольковых вен. Эндотелиальная выстилка без деструктивных изменений, местами отмечаются набухшие эндотелиоциты с гиперхромными ядрами. Структура холангиол и междольковых желчных протоков без патологических изменений. Все это указывает на то, что изучаемый препарат не оказывает отрицательного влияния на микроскопические структуры печени. Почки. Гистоархитектоника почек у опытных животных без изменений. Капсула тонкая, без признаков отека и деструкции. В корковом веществе определяются многочисленные почечные тельца. Сосудистые клубочки содержат в основном капиллярные петли открытого типа. Полость капсулы Шумлянского обычных размеров, не содержит форменных элементов крови или каких-либо других патологических отложений. Отмечаются единичные почечные тельца с расширенными полостями капсулы и умеренным кровенаполнением капилляров клубочка. Эпителий проксимальных, тонких и дистальных отделов нефрона имеет характерную для этих отделов структуру, без признаков деструктивных изменений. Эпителий собирательных трубочек представлен главным образом вставочными клетками в обычном соотношении. В просветах канальцев нефрона и собирательных трубочек не обнаружены преципитаты или другие патологические отложения. Соединительная ткань коркового и мозгового вещества почки нежная, без признаков

отека и воспалительных инфильтратов. Микроскопических изменений почек у опытных животных по сравнению с контролем не выявлено. Селезенка. Капсулы и трабекулы хорошо развиты, содержат достаточно мощные пучки гладкомышечных клеток. В паренхиме отчетливо дифференцированы красная и белая пульпы, которые имеют обычное соотношение, характерное для взрослых животных. Белая пульпа представлена лимфатическими фолликулами различных размеров, по периферии которых определяется центральная артерия. Структурные зоны белой пульпы достаточно разграничены, часть лимфатических фолликулов содержит герминативный или реактивный центр. В реактивных центрах часто обнаруживаются клетки, находящиеся на различных стадиях митотического деления. Красная пульпа богата эритроцитами, там же выявляются макрофаги, в цитоплазме которых содержится пигмент – гемосидерин. Патологических изменений в селезенке в целом не обнаружено. Поджелудочная железа. Капсула тонкая, в паренхиме четко разграничены срезы долек различных размеров. Основную часть долек занимают ацинусы, состоящие из ацинарных клеток. Гомогенная и зимогенная зоны ациноцитов четко различимы. В каждой долеке определяется островок Лангерганса, размер и топография которого варьирует в достаточно широких пределах. Островки в основном представлены базофильными клетками и расположенными между ними кровеносными сосудами. Междольковая соединительная ткань содержит выводные протоки и кровеносные сосуды. Поджелудочная железа опытных животных не имела существенных различий по сравнению с контролем. Надпочечники. На гистологических срезах капсула органа не изменена. Дистрофические изменения в железистых клетках коркового и мозгового вещества надпочечников отсутствуют. Типичное соотношение клубочковой, пучковой и сетчатой зон полностью сохранено. В мозговой части надпочечника хроматинные клетки сохраняют характерную структуру и размеры. Венозные синусы не изменены или слегка расширены. Желудок. Покровный эпителий покрыт слоем слизи, в которой определяются слизистые клетки. В собственной пластинке обнаруживаются отдельные лимфоциты, плазматические клетки, лимфоидные фолликулы. Сосуды умеренно полнокровны. Железы желудка имеют обычное строение. Тонкий кишечник. Ворсинки покрыты однослойным призматическим эпителием, среди клеток которого в большом количестве – бокаловидные клетки. В собственной пластинке слизистой оболочки встречаются лимфоциты и плазматические клетки, а также лимфоидные фолликулы. Отмечается умеренно выраженное полнокровие сосудов. Толстый кишечник без каких-либо патологических особенностей. Крипты довольно правильной формы, располагаются плотно. Соотношение призматических и бокаловидных клеток на поверхности крипт соответствует норме. Местами в подслизистом слое встречаются лимфоидные системы. Кровеносные сосуды заполнены кровью, отмечены периваскулярные отеки.

Таким образом, состояние архитектоники слизистого и подслизистого слоев ЖКТ у крыс опытных групп соответствует контрольным животным. Матка. Эндометрий выстлан однослойным призматическим эпителием. Хорошо различается функциональный и базальный слои эндотелия. Встречаются различной длины маточные железы, некоторые из них расширены, эпителий желез низкий цилиндрический, цитоплазма базофильна. Ядра удлиненной формы, занимают большую часть клетки, окрашены интенсивно и гомогенно. Митозы отсутствуют. Строма богата клетками и аргирофильными волокнами. Слизистая оболочка переходит в подслизистый слой мышечной оболочки, за которым следует сосудистый и надсосудистый слои. Яичники. Корковый и мозговой слои хорошо различимы. Последний образован грубыми соединительнотканными воронками, магистральными сосудами, нервами. В корковой части яичника располагаются премордиальные фолликулы. Фолликулы находятся на разных стадиях развития вплоть до разрывов граафовых пузырьков. Дегенеративных изменений не выявлено. Кровоизлияний и атрофий нет. Растущие фолликулы разной степени зрелости без патологических изменений. В мозговой части яичника соединительная ткань с магистральными сосудами и нервами, склероз, коллагенизация и фрагментация не отмечены. Яичко. Микроскопия ткани яичек не выявила каких-либо патологических изменений в канальцах и стромах. В семенниках извитые канальцы содержат эпителий всех стадий сперматогенеза. Хорошо дифференцируются сперматогонии, сперматиды 1 и 11 порядков, пресперматиды и сперматиды. Выявлены в большом количестве сперматозоиды на различных стадиях созревания. Базальные мембраны тонкие. Фолликулярные клетки Сертоли и интерстициальные клетки Лейдига без признаков дегенерации, количество их соответствует контролю. Внутренний диаметр семенных канальцев не уменьшен, склероза и ишемизации базальной мембраны не отмечено. Извитые канальцы выстланы как у контрольных животных многоядерным эпителием, включающим в себя сперматоциты первого и второго порядков, пресперматоциты, сперматиды. Дистрофических изменений в цитоплазме эпителиальных клеток не отмечено. Клетки Сертоли встречаются в небольшом количестве в толще сперматогенного эпителия. Численность их примерно одинакова во всех исследованных случаях. Интерстициальные клетки Лейдига видны в виде сплошной группы вблизи капилляров. Последние расширены и кровенаполнены. В заключение следует отметить, что дистрофических, некробиотических и воспалительных изменений у опытных животных, а также достоверных отличий в структуре внутренних органов между опытными и контрольными группами не обнаружено. Выявленные структурные особенности исследованных тканей отражают нормальную функциональную активность внутренних органов. На основании сравнительного гистоморфологического исследования органов и тканей контрольных и опытных животных можно сделать заключение о том, что при длительном многократном внутрибрюшинном воздействии УНПГС не вызывает патологических изменений в организме. Головной мозг серовато-белого цвета, влажный, без признаков выраженного отека. Мягкая мозговая оболочка плотно прилежит к веществу мозга, местами наблюдается умеренное расширение и полнокровие венул и мелких вен. Желудочки мозга не увеличены в размерах, содержат умеренное количество прозрачного, бесцветного ликвора. Цитоархитектоника коры больших полушарий и мозжечка хорошо сохранена, плотность расположения нейронов, и толщина отдельных слоев коры не имеют отличительных особенностей по сравнению с контролем. Нейроциты коры больших полушарий в целом окрашены равномерно. Некоторые клетки несколько увеличены в объеме.

Таблица 3. Масса внутренних органов белых крыс (г) при многократном хроническом воздействии УНПГС в различных дозах

Группы животных	Головной мозг	Печень	Почки	Сердце	Легкие	Селезенка
1 группа, 300 мг/кг	11,0±1,3	53,1±6,1	8,0±0,6	5,2±0,4	12,0±1,1	6,4±0,7
2 группа, 150 мг/кг	10,3±1,4	52,6±7,0	8,4±0,8	5,3±0,5	12,3±0,9	6,1±0,8
3 группа, 50 мг/кг	11,0±1,6	53,2±5,8	8,2±0,5	5,1±0,7	12,1±1,4	6,2±0,7
Контроль	10,9±1,2	54,3±6,5	8,5±0,7	5,4±0,6	12,5±1,6	6,3±0,8

Цитоплазма нейроцитов в основном мелкозернистая, с различным распределением хроматофильной субстанции Ниссля. Ядра нейроцитов округлой формы, гиперхромные, с четко выраженным, интенсивно окрашенным ядрышком. В некоторых нейроцитах отмечено умеренное набухание ядер. Часто вокруг сосудов, пирамидных и корзинчатых клеток мозжечка обнаруживались узкие неокрашенные участки. Нейроны ядер головного мозга, грушевидные клетки Пуркинье мозжечка, а также глиоциты серого вещества мозга в целом имели характерную для них структуру. Не отмечено также и каких-либо патологических изменений со стороны структурных компонентов гематоэнцефалического барьера. Масса внутренних органов после месячного воздействия препарата исследуемого вещества представлена в таблице 3.

Как видно из представленных в таблице данных значимых изменений массы внутренних органов опытных белых крыс по сравнению с контролем не установлено.

**Заключения.** Таким образом, результаты экспериментально-морфологических исследований показали, что углеродный нанопористый гемосорбент не приводит к дистрофическим, некробиотическим и воспалительным изменениям у опытных животных, а также не выявлено достоверные отличия в структуре внутренних органов между опытными и контрольными группами. В целом структурные особенности исследованных тканей отражают нормальную функциональную активность внутренних органов.

#### Литература:

1. Лузянина Л. С. Технология получения углеродного сорбента для медицинских целей. Диссер. на соискание учёной степени кандидата технических наук. Омск 2018; 144 с.
2. Морозов А. С. Сорбенты для экстракорпорального удаления токсических веществ и молекул с нежелательной биологической активностью (обзор) / А. С. Морозов, И. В. Бессонов, А. В. Нуждина и др. // Общая реаниматология. 2016;12(6). С. 82–107.
3. Назыров Ф.Г., Ибадов Р.А. Стандартизация лечебной тактики печёночной энцефалопатии у пациентов с циррозом печени после хирургического вмешательства //Сәғһаһиуә. Вақу, 2011. - №3 (27) - Р. 41-43
4. Нгуен Ван Хуи Разработка научно-технологических основ синтеза углеродных сорбентов с регулируемой пористой структурой. Диссер. на соискание учёной степени кандидата технических наук. Москва. 2020. 135 с.
5. Пьянова Л. Г. Разработка и фармакотоксикологическая оценка модифицированных биологически активными веществами сорбентов ветеринарного назначения на основе нанодисперсного углерода. Диссер. на соискание учёной степени доктора биологических наук. Краснодар 2016; 301 с.
6. Титова Г.В., Фомин А.М. Оценка безопасности и эффективности селективной плазмсорбции и плазмообмена при печёночной недостаточности у больных с механической желтухой. //Международный научно-исследовательский журнал. 2019. 11(77): 178-186.
7. La Manna G, Donati G. Coupled Plasma Filtration Adsorption: A Multipurpose Extracorporeal Detoxification Therapy. Blood Purif. 2018;46(3):228-238.
8. Lee KC, Stadlbauer V, Jalan R. "Extracorporeal liver support devices for listed patients." //Liver Transpl. 2016. Jan 19. №1, P.112-115.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО УГЛЕРОДНОГО НАНОПОРИСТОГО ГЕМОСОРБЕНТА

Хакимов Д.М., Ходжиматов Г.М., Ботиров А.К., Касимов А.Л., Касимов Н.А., Карабоев Б.Б.

**Резюме.** В данной научной статье авторы анализируют результаты экспериментально-морфологических исследований по оценке биосовместимости нового отечественного нанопористого углеродного гемосорбента. Авторами выполнялись экспериментальные и морфологические исследования на 138 белых лабораторных крысах породы «Вистар» и 16 беспородных собаках моделирование механического блока холедоха выполнялись по авторской методике. УНПГС животным вводили в следующих дозировках, 300 мг/кг, 150 мг/кг, и 50 мг/кг, объектами изучения были головной мозг, легкие, сердце, печень, почки, надпочечники, селезенка, желудок, поджелудочная железа, тонкий и толстый кишечник, матка, яичники, яичко. Результаты макро и микроскопических исследований показали, что углеродный нанопористый гемосорбент (УНПГС) не приводит к дистрофическим, некробиотическим и воспалительным изменениям у опытных животных.

**Ключевые слова:** эксперимент, углеродный гемосорбент, механическая желтуха, макро и микроскопические морфологические исследования.