

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЦИИ СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОБСТРУКЦИИ КИШЕЧНИКА

Линев К. А., Тананакина Т. П., Паринов Р. А., Замуруева Е. А.

ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки» МЗ РФ, 291045, кв. 50-летия обороны Луганска, д. 1г, Луганск, Россия

Для корреспонденции: Линев Константин Алексеевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, урологии и онкологии имени профессора Ольшанецкого А. А., ФГБОУ ВО «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки», e-mail: k_linev@mail.ru

For correspondence: Linyov K. A., PhD, Saint Luka State Medical University, e-mail: k_linev@mail.ru

Information about authors:

Linyov K. A., <https://orcid.org/0000-0001-6863-0736>

Tananakina T. P., <https://orcid.org/0000-0002-0978-6009>

Parinov R. A., <https://orcid.org/0000-0002-3723-5116>

Zamurueva E. A., <https://orcid.org/0009-0008-8696-6522>

РЕЗЮМЕ

Острая кишечная непроходимость сопровождается количественным и качественным изменением белкового состава крови. Клиновидная дегидратация изучает структуру высохшей капли сыворотки крови (фации), которая по своему характеру является кристаллопротеомой. Целью исследования было определение особенностей строения высохшей капли сыворотки крови при экспериментальной обструкции кишечника у крыс. Материал и методы. Исследование провели на 75 крысах породы "Wistar" (37 самцов и 38 самок) весом 220-260 г., которые были случайно распределены на четыре серии – контрольную серию и основные серии: S1 – «лапаротомия», S2 – «компенсированная кишечная непроходимость», S3 – «декомпенсированная кишечная непроходимость». Обструкцию кишечника создавали путём бандажирования сигмовидной кишки. Фацию сыворотки крови приготавливали по В. Н. Шабалину, С. Н. Шатохиной. Строение фации изучали при помощи световых микроскопов УМ-401П, МБИ-1. Через окуляр микроскопа делали снимки камерами смартфона "Samsung Galaxy A25 5G." Результаты. У крыс с декомпенсированной кишечной непроходимостью краевая зона фации была заполнена тёмным веществом. Фации сыворотки крови интактных животных имели светлую краевую зону в виде белого кольца, тёмное вещество накапливалось в центральной зоне фации, в краевой – отсутствовало. У крыс с компенсированной кишечной непроходимостью тёмное вещество находилось в центральной и промежуточной зонах фации, светлое кольцо по периферии сохранялось, но было уже, чем в фациях сыворотки крови интактных животных. Заключение. Фации сыворотки крови при экспериментальной кишечной непроходимости характеризовались накоплением тёмного вещества в краевой и промежуточной зонах. При компенсированной непроходимости сохранялось светлое кольцо по периферии фации, при декомпенсированной – оно исчезало.

Ключевые слова: экспериментальная кишечная непроходимость, эндотоксикоз, фация сыворотки крови, краевая зона фации, тёмное вещество.

THE RATS SERUM FACIES CHANGES IN EXPERIMENTAL INTESTINE OBSTRUCTION

Linyov K. A., Tananakina T. P., Parinov R. A., Zamurueva E. A.

Saint Luka State Medical University, Lugansk, Russia

SUMMARY

Introduction: experimental intestinal obstruction is accompanied by quantitative and qualitative changes in blood protein composition. Wedge-shaped dehydration studies the structure of a dried drop of blood serum (facies), which by its nature is a crystalloproteome. The aim of the study was to determine the structural features of a blood serum dried drop in rats' experimental intestine obstruction. Material and methods. The study was conducted on 75 "Wistar" rats (37 males and 38 females) weighing 220-260 g, which were randomly divided into four series – the control series and the main series: S1 – «laparotomy», S2 – «compensated intestinal obstruction», S3 – «decompensated intestinal obstruction». Intestinal obstruction was simulated by bandage of the sigmoid colon. The facies of blood serum were prepared according to V. N. Shabalin and S. N. Shatokhina. The structure of the facies was studied using an UM-401P light microscope, and photographs were taken with an "Olympus" camera through the eyepiece of the microscope. Results. In rats with decompensated intestinal obstruction, the facies marginal zone was filled with dark substance. The serum facies of intact animals had a light marginal zone in the form of a white ring, and dark substance accumulated in the central zone of the facies, but was absent in the marginal zone. In rats with compensated intestinal obstruction, dark substance was present in the central and intermediate zones of the facies, and the light ring on the periphery was preserved, but was narrower than in the intact animals serum facies. Conclusions. Serum facies in experimental intestinal obstruction were characterized by the accumulation of dark matter in the marginal and intermediate zones. With compensated obstruction, a light ring remained along the periphery of the facies, and with decompensated obstruction, it disappeared.

Key words: experimental intestinal obstruction, endotoxemia, blood serum facies, marginal facies zone, dark substance.

Острая кишечная непроходимость (ОКН) - часто встречающийся синдром различных по своему происхождению заболеваний, требующий неоперативного лечения с высокой вероятностью необходимости хирургического лечения [1]. Стабильным пациентам с ОКН без признаков кишечной ишемии и перитонита хирургическому лечению обязательно предшествует неоперативное лечение, которое подразумевает коррекцию волемиических и электролитных нарушений, попытку консервативного разрешения кишечной непроходимости [2]. Показания к срочному оперативному лечению ОКН определяются её разновидностью (странгуляционная-обтурационная, тонко-толстокишечная, неопухолевая-опухолевая) имеют нечёткий общий характер. Согласно клиническим рекомендациям лечения острой неопухолевой кишечной непроходимости (2024) «при появлении или нарастании органной дисфункции, интенсивности болевого синдрома и синдрома системной воспалительной реакции на фоне сохраняющейся кишечной непроходимости рекомендуется прекращение неоперативного лечения и выполнение операции» [2]. Тут же приводится и противоположная концепция: «из-за невозможности точной диагностики кишечной ишемии неоперативное лечение систематически ошибочно применяется у пациентов, требующих ранней операции, поэтому всем пациентам, подвергнутым неоперативному лечению, рекомендуется тщательное постоянное наблюдение с контролем клинических, лабораторных и инструментальных данных для как можно раннего выявления кишечной ишемии и перитонита» [2].

Лабораторный метод определения тяжести эндотоксикоза, зависящего от степени ишемического повреждения кишки и длительности заболевания, имеет потенциально большое практическое значение для определения лечебной тактики в конкретном случае [3].

Наряду с подсчётом лейкоцитарной формулы простым лабораторным методом регистрации эндогенной интоксикации является клиновидная дегидратация [4]. Клиновидная дегидратация по морфологии сухого остатка высохшей капли оценивает свойства исходной биологической жидкости [5]. Особенности строения молекул белка определяют характер трещин фации его раствора [6]. На изменение структуры высохшей капли сыворотки крови, прежде всего, влияет соотношение количества молекул альбумина с нормальной и нарушенной структурой, а также альбумин-глобулиновый коэффициент [7]. Данная закономерность основывается на свойстве белка при патологии изменять свою третичную и четвертичную структуру [8]. При этом изменяется гидрофильность молекулы, её способность к

преципитации и образованию конгломератов [9]. Это в свою очередь определяет скорость фазового перехода из гелеобразного состояния в твёрдое при высыхании капель, а значит, влияет на формирование структур фации [6; 7]. Часть структур фации были признанными общими, часть – характерными для определённых патологических состояний [4-7].

ОКН является патологией, легко воспроизводимой на мелких экспериментальных животных [10]. Поэтому теоретически интересным является вопрос о наличии изменений фации сыворотки крови (ФСК) при экспериментальной ОКН, а также об усугублении этих изменений при прогрессировании ОКН. При подтверждении аналогичных изменений ФСК у больных ОКН, метод клиновидной дегидратации позволил бы выделить группу пациентов с декомпенсированной кишечной непроходимость, а также больных ОКН с выраженным эндотоксикозом, что изменило бы тактику их лечения в пользу оперативного лечения, возможного сокращения объёма операции и усиления интенсивной терапии.

Целью исследования было определение изменения фации сыворотки крови при экспериментальной обструкции кишечника у крыс, а также изменения фации сыворотки крови на разных стадиях экспериментальной кишечной непроходимости.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на 75 половозрелых крысах “Wistar” весом 220-260 г (37 самцов и 38 самок). Крысы содержались в виварии Луганского государственного медицинского университета при температуре 20-22°C, относительной влажности 50±10%, в суточном ритме свет/темнота 12/12 часов со свободным доступом к стандартному корму и воде в хорошо вентилируемых и чистых вольерах. Перед экспериментом крысы находились в виварии в указанных условиях как минимум в течение недели. Настоящий эксперимент был утверждён локальным этическим комитетом Луганского государственного медицинского университета (протокол № 1 от 09.04.25).

Экспериментальные животные случайно были распределены на четыре серии – контрольную серию (26 крыс) и основные серии: S1 – «лапаротомия» (9 крыс), S2 – «компенсированная кишечная непроходимость» (16 крыс), S3 – «декомпенсированная кишечная непроходимость» (24 крысы). Из исследования исключены 8 животных, которые погибли в результате угнетения дыхательного центра в первые часы после операции, что объясняет сокращение подгруппы S2 до 16 особей.

Вмешательство выполняли на наркотизированном животном после достижения хирургической стадии наркоза. С целью наркоза вводили внутривенно 1 мг тиопентала натрия однократно. Крысам серии S1 в асептических условиях выполнялась ниже-срединная лапаротомия без вмешательства на кишечнике, а затем операционная рана ушивалась наглухо через все слои. Через 6 дней животные серии S1 выводились из эксперимента введением 3 мг тиопентала натрия внутривенно с целью взятия крови и последующей эвтаназии.

Крысам серий S2 и S3 создавали экспериментальную толстокишечную непроходимость по методике Jiali Mo et al., 2020 [10] и разделяли серии S2 и S3 по аналогии с классификацией, разработанной в НИИ колопроктологии РАМН, подразделяющей острую толстокишечную непроходимость на компенсированную, субкомпенсированную и декомпенсированную степени [11]. Перед вмешательством животным не давали корм 12 часов без запрещения доступа к воде. После наркотизации животного выполняли лапаротомию и бандажировали сигмовидную кишку с помощью трубки из медицинского полихлорвинила длиной 1 см. Трубки изготавливали из систем для переливания крови. Внутренний диаметр трубки составляет 3 мм, внешний – 4 мм. Трубку разрезали вдоль, помещали через окошко брыжейки таким образом, чтобы она обжимала сигмовидную кишку и фиксировали снаружи нитью «капрон № 4». Послеоперационную рану ушивали. Животных содержали далее в прежнем режиме, не ограничивая доступ к воде и корму.

6 крыс вывели из эксперимента на 3-6-е сутки после операции, когда поведение животных ещё было активным. Они составили серию S2 – «компенсированная кишечная непроходимость». На 7-10-е сутки послеоперационного периода животные делались малоподвижными, были выведены из эксперимента животные серии S3.

Забор крови проводили у наркотизированных животных (3 мг тиопентала натрия внутривенно) из пересеченной аорты после релапаротомии, кровь стекала в пробирку в количестве 1-2 мл. Указанная доза тиопентала натрия после взятия крови приводила к эвтаназии животного.

Контрольную серию составили 26 интактных крыс, которым указанным способом брали кровь для получения фации с последующей эвтаназией.

Уход, манипуляции, эвтаназия животных выполнялись согласно положениям Европейской Конвенции о защите прав позвоночных животных, используемых для экспериментальных или в иных научных целях (ETS №123 от 18.03.1986 г) [12], директивам 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сен-

тября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях [13].

Кровь животного центрифугировали на лабораторной центрифуге 250g в течение 10 мин для получения сыворотки (надосадочной жидкости). Сыворотку набирали новой лабораторной пипеткой и наносили на новое предметное стекло, которое высушивали на горизонтальной поверхности при температуре воздуха 22-26°C, относительной влажности 50-70% без выраженных воздушных потоков в течение 3 часов для получения фации. Строение фации изучали при помощи световых микроскопов УМ-401П, МБИ-1. Через окуляр микроскопа делали снимки камерами смартфона “Samsung Galaxy”. Сравнительный анализ полученных фаций проводили по проявлению качественного признака - расположения тёмного вещества в центральной, промежуточной и краевой зонах фации. Достоверность отличия частоты встречаемости указанного признака в группах оценили при помощи критерия χ^2 с поправкой Йейтса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

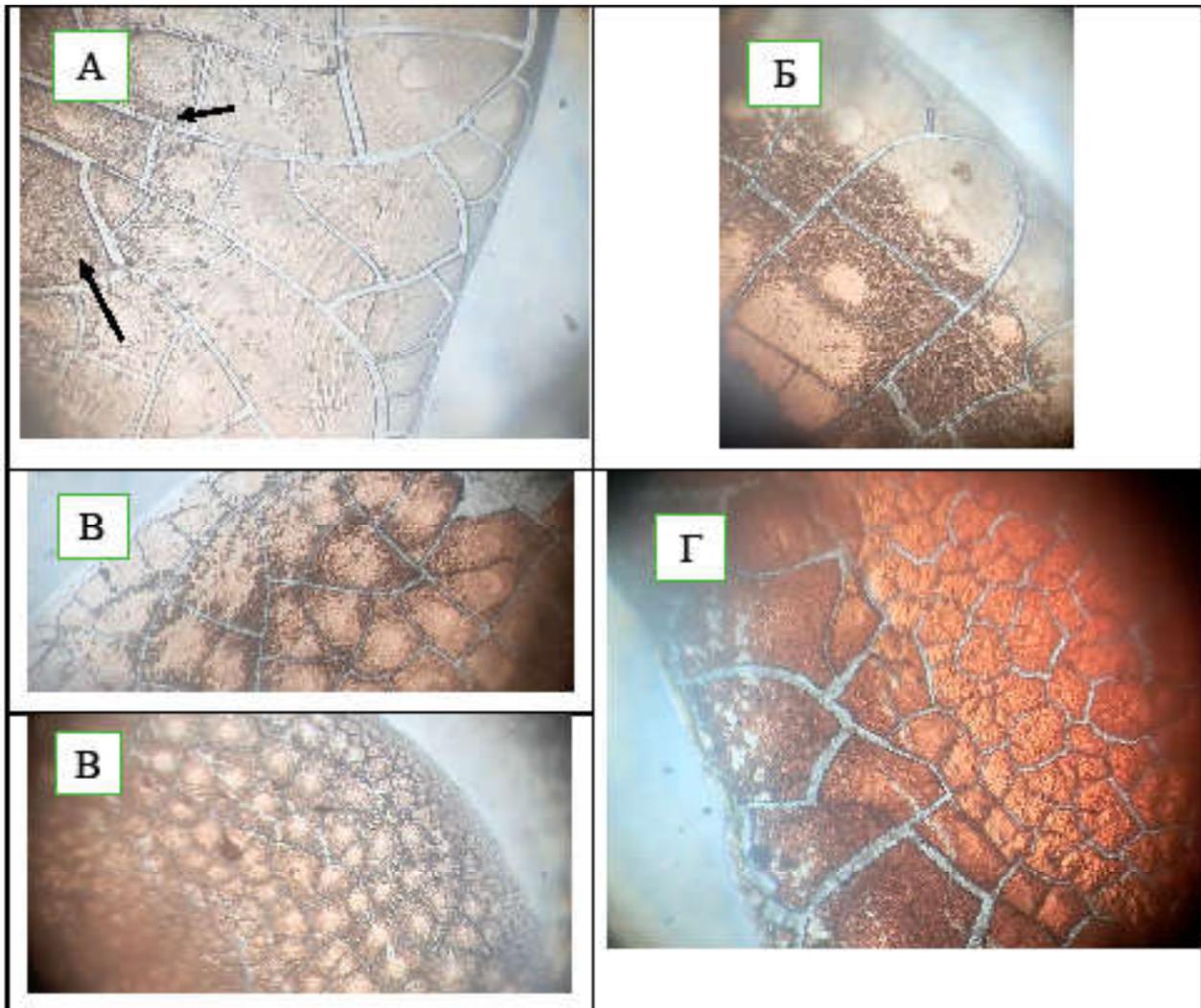
ФСК изучаемых серий экспериментальных животных отличались по расположению тёмного вещества матрикса фации. В зависимости от расположения тёмного вещества выделяли «центральный тип» фации - тёмное вещество в центральной зоне, «промежуточный тип» фации – тёмное вещество локализуется в центральной и промежуточной зонах, и «краевой тип» фации, при котором тёмное вещество расположено в краевой зоне, при этом центральная зона лишена тёмного вещества. Иногда встречался «тотальный тип» фации, при котором тёмное вещество было равномерно разбросано по всем трём зонам. Изображения ФСК рассматриваемых типов приведены на рис. 1.

Наибольшие по размеру отдельности располагались в промежуточной и краевой зонах фации. Тёмное вещество могло располагаться вне наибольших отдельностей – это «центральный тип» фации (рис. 1А), в центральной (направленной к центру фации) части этих отдельностей – это «промежуточный тип» фации (рис. 1Б), заполнять полностью все наибольшие отдельности – это «краевой тип» (рис. 1Г), находиться по их периферии – это «тотальный тип» (рис. 1В).

ФСК «центрального типа» характеризовалась расположением тёмного вещества в центральной зоне фации, при этом ячейки краевой зоны фации были лишены тёмного вещества (рис. 1А). Промежуточная и краевая зоны образовывали светлое кольцо вокруг фации без

тёмного вещества (рис. 2). У всех крыс контрольной серии отмечались ФСК «центрального типа».

ФСК серии S1 (лапаротомия) включали фации «центрального типа» у 6 особей и «промежуточного типа» - в 3 случаях.



ув.х80. Примечания: А. «Центральный тип» Тёмное вещество указано стрелками. Б. «Промежуточный тип». В. «Тотальный тип» Г. «Краевой тип».

Fig. 1. Separation of blood serum facies according to the location of the dark matter matrix. Natively, magnification - 80. Notes: A. "Central type". Б. "Intermediate type". В. "Total type". Г. "Marginal type".

При компенсированной непроходимости у животных серии S2 преобладал «промежуточный тип» фации, при котором тёмное вещество занимает центральную и промежуточную зоны, а полоса краевой зоны, лишённая тёмного вещества - узкая (рис. 1Б). ФСК «промежуточного типа» отличались от «центральных» тем, что в «промежуточных» промежуточная зона фации была занята тёмным веществом, которое доходило до 1/3-1/2 части наибольших ячеек промежуточной-краевой зоны (рис. 1Б).

В двух случаях у животных серии S2 отмечались фации с отложением тёмного вещества в ячейках каждой зоны (рис. 1В). В этом случае

фации назвали фациями «тотального типа», оба случая представлены на рис. 1В.

ФСК серии S3 (декомпенсированная кишечная непроходимость) отличались тем, что тёмное вещество было расположено преимущественно в краевой зоне фации, образуя тёмное кольцо (рис. 1Г) в противоположность кольцу светлому в фациях интактных животных. При этом центральные ячейки, напротив, были лишены тёмного вещества (рис. 1Г). Во всех фациях «краевого типа» отсутствовали аркообразные трещины, отмечались полигональные отдельности (рис. 1Г).

Из таблицы следует, что в контрольной группе (интактные животные) все фации были «цен-

Таблица. Распределение типов строения ФСК в зависимости от локализации тёмного вещества у крыс изучаемых серий.

Tabl. Distribution of the blood serum facies types structure depending on the dark matter localization in rats of the studied series.

| Тип фации по локализации тёмного вещества | Контрольная серия (n=26), абс. (%) | Серия S1 (n=9), абс. (%) | Серия S2 (n=16), абс. (%) | Серия S3 (n=24), абс. (%) | χ^2 с поправкой Йейтса р |
|---|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Центральный | 26(100%) | 6 (66,6%) | - | - | |
| Промежуточный | - | 3 (33,3%) | 12 (75,0%) | 8 (33,3%) | $\chi^2(S1-S2)=2,6$ $p=0,1$ $\chi^2(S2-S3)=5,1402$ $p=0,02$ |
| Тотальный | - | - | 2 (12,5%) | - | |
| Краевой | - | - | 2 (12,5%) | 16 (66,6%) | $\chi^2=9,2971$ $p=0,002$ |
| Итого | 26 | 9 | 16 | 24 | |

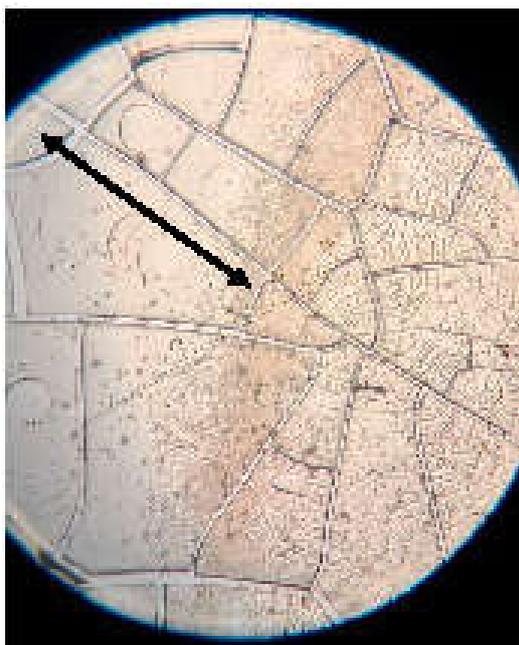


Рис. 2. Фрагмент ФСК «центрального типа». Нативно, ув.х80. Стрелкой указано светлое кольцо по периферии фации, которое состоит из отдельных, лишённых чёрного вещества.

Fig. 2. Fragment of the blood serum facies of the «central type». Natively, magnification - 80. The arrow indicates a light ring along the periphery of the facies, which consists of separations devoid of black matter.

трального типа», этот тип также преобладал в серии S1 («лапаротомия»). В серии S2 (компенсированная кишечная непроходимость) преобладал «промежуточный тип» фации, в серии S3

(декомпенсированная кишечная непроходимость) преобладали фации «краевого типа».

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные закономерности образования макропортрета фаций биологических жидкостей исследовались путём высушивания модельных белково-солевых растворов [9]. При небольшом количестве соли и высоком содержании белка, как в случае сыворотки крови, происходит разделение фации на три зоны – краевую, промежуточную и центральную [5; 9]. Фация имеет форму блюда. Максимальное возвышение сухого вещества – белковый валик – расположен по периферии фации, составляет её краевую и промежуточную зоны, состоит из агрегатов крупных молекул, отложенных в результате массопереноса при высыхании капли [14].

Белки, благодаря особенности своего строения, являются ловушкой активных форм кислорода. В силу этого изменение структурной организации белковых молекул следует считать одним из ранних индикаторов интоксикации [4; 6]. При малейшем нарушении структуры белков из-за различных факторов (окислительных, токсичных) изменяется гидратная оболочка белков и ускоряются процессы агрегации молекул [7]. Особенности строения молекул белка определяют характер трещин фации [4; 6].

При дегидратации капли раствор белка образует две фазы – с пониженной и повышенной оптической плотностью.

Фаза низкой оптической плотности в проходящем свете прозрачна и однородна. Она является нормой, и состоит из мономеров белков. В норме

основная масса альбумина является мономерами [15]. У животных контрольной группы без эндогенной интоксикации вся промежуточная и краевая зоны были представлены прозрачным кольцом (рис. 2), имела место фация «центрального типа» (рис. 1А).

Вещество повышенной оптической плотности состоит из агрегированных молекул белка, из димеров, тримеров, полимеров и крупных агрегатов. В его образовании принимают участие высокомолекулярные белки (фибрин) и глобулярные, которые подверглись денатурации с разрушением их третичной и четвертичной структуры. В проходящем свете фаза высокой оптической плотности из денатурированного белка представляет собой тёмное вещество, а по выражению Краевого С. А, Колтового Н. А. – «коричневый осадок» [7]. Чем больше фазы высокой плотности, тем в большей степени у животного были нарушения в структуре белков. Преобладание тёмного вещества в краевой зоне было характерно для ФСК при декомпенсированной кишечной непроходимости (рис. 1Г). При компенсированной кишечной непроходимости по краю фации оставалась узкая полоса из светлого вещества нормального неизменённого альбумина (рис. 1Б).

Интенсивность интоксикации при прочих равных условиях находится в прямой зависимости от степени развития некробиотических изменений. При ОКН сывороточные белки претерпевают изменения, названные Ю. М. Дедерером «прижизненной денатурацией». При этом содержание белков плазмы зачастую находится в нормальных пределах, но качественные изменения показывают значительную степень денатурации. Последняя была пропорциональна срокам и тяжести заболевания [3; 16].

Клиновидная дегидратация сыворотки крови является быстрым, простым, дешёвым методом, должна пройти клиническую апробацию на предмет возможности диагностики тяжести эндотоксикоза при ОКН, что позволит выделить пациентов с декомпенсированной кишечной непроходимостью, выраженным эндотоксикозом и неблагоприятным прогнозом. Указанные факторы укажут необходимость срочного оперативного лечения, сокращения объёма операции по принципу damage control и усиления интенсивной терапии.

ВЫВОДЫ

1. Фации сыворотки крови при экспериментальной кишечной непроходимости характеризовались накоплением тёмного вещества в краевой и промежуточной зонах.

2. При компенсированной непроходимости сохранялось светлое кольцо по периферии фации, при декомпенсированной – оно исчезало.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors have no conflict of interests to declare.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ниязов Б. С., Уметалиев Ю. К., Белов Г. В., Эралиев Б. А., Ашимов Ж. И., Ахмедов Э. Ш., Ниязова С. Б., Жигитекова А. М. Хирургическая тактика при острой кишечной непроходимости. Медицина Кыргызстана. 2012;6:28-33.
2. Клинические рекомендации «Острая неопухолевая кишечная непроходимость – 2024-2025-2026» (09.12.2024). Утверждены Минздравом РФ. URL: http://disuria.ru/_ld/15/1527_kr24K56K45K46MZ.pdf. (Дата обращения: 28.05.2025).
3. Власов А. П., Лещанкина Н. Ю., Власова Т. И., Маркин О. В., Мышкина Н. А. Эндогенная интоксикация в неотложной абдоминальной хирургии. М: «ГЭОТАР-Медиа»; 2022. doi:10.33029/9704-7018-3-ЕИН-2022-1-320.
4. Обухова Л. М., Ведунова М. В., Конторщикова К. Н., Добротина Н. А. Морфофизиологический анализ плазмы крови при эндогенной интоксикации. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2007;6:104-107.
5. Захарова Г. П., Шабалин В. В., Донская О. С. Современные подходы к морфологическому исследованию биологических жидкостей. Российская оториноларингология. 2017;1(86):121-134. doi:10.18692/1810-4800-2017-1-121-134.
6. Обухова Л. М., Конторщикова К. Н. Структурная организация белков плазмы крови при интоксикации организма. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2010;1:68-71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturnaya-organizatsiya-belkov-plazmy-krovi-pri-intoksikatsii-organizma>. (Дата обращения: 02.08.2025).
7. Краевой С. А., Колтовой Н. А. Диагностика по капле крови. Кристаллизация биожидкостей. Книга 1. Метод открытой капли (угловая дегидратация). М; 2013.
8. Сахаров В. Н., Литвицкий П. Ф. Нестабильность конформации белка - общий компонент патогенеза болезней человека. Вестник РАМН. 2016;1:46-51. doi:10.15690/vramn635.
9. Бузоверея М. Э., Щербак Ю. П., Шишпор И. В., Шатохина С. Н., Шабалин В. В. Морфологические особенности фаций альбумина. Медицинская физика. 2015;1(65):71-78.
10. Jiali Mo, Nan Zhang, Donghua Li, Liuyang Fan, Jiliang Xie. Reversible small bowel obstruction in rats. Int J Clin Exp Med 2020;13(4):2276-2285.
11. Острая кишечная непроходимость. Практическая медицина. 2008;5 (8):1-6.

12. Цыганцова С. И. Защита животных в Совете Европы и России: сравнительно-правовой анализ. Электронное приложение к «Российскому юридическому журналу». 2022;(6):58-70. doi:10.34076/22196838_2022_6_58.
13. Hartung T. Comparative analysis of the revised directive 2010/63/EU for the protection of laboratory animals with its predecessor 86/609/EEC—a t4 report. *Altex*. 2010;27(4):285-303. doi:10.14573/altex.2010.4.285.
14. Кистович А. В., Чашечкин Ю. Д., Шабалин В. В. Механизм формирования краевого валика в высыхающей капле биожидкости. *Журнал технической физики*. 2010;80(4):41-46.
15. Пашина Е. В., Золотавина М. Л. Альбумин в оценке эндогенной интоксикации. В: Сборник материалов XXXIII Международной научно-практической конференции «Наука и современность – 2014»; Новосибирск; 2014:23-28.
16. Дедерер Ю. М. Патогенез и лечение острой непроходимости кишечника. М: «Медицина»; 1971.
1. Nijazov B. S., Umetaliev J. K., Belov G. V., Eraliev B. A., Ashimov Z. I., Ahmedov E. S., Nijazova S. B. Surgical tactics at acute bowel obstruction. *Meditina Kirgizstana*. 2012;6:28-33. (In Russ.).
2. Clinical recommendations – Acute non-cancerous intestinal obstruction - 2024-2025-2026 (12/09/2024) – Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ.). URL: http://disuria.ru/_id/15/1527_kr24K56K45K46MZ.pdf. (Accessed May 28, 2025).
3. Vlasov A. P., Leshchankina N. Yu., Vlasova T. I., Markin O. V., Myshkina N. A. Endogenous intoxication in urgent abdominal surgery. М: «GEOTAR-Media»; 2022. doi:10.33029/9704-7018-3-EIH-2022-1-320.
4. Obuhova L. M., Vedunova M. V., Kontorshchikova K. N., Dobrotina N. A. Morphophysiological analysis of blood plasma in endogenous intoxication. *Vestnik of Lobachevsky state university of Nizhni Novgorod*. 2007;6:104-107. (In Russ.).
5. Zakharova G. P., Shabalin V. V., Donskaya O. S. The present-day approaches to morphologic study of biologic fluids. *Russian otorhinolaryngology*. 2017;1(86):121-134. (In Russ.). doi:10.18692/1810-4800-2017-1-121-134.
6. Obuhova L. M., Konrorschikova K. N. The blood plasma proteins structural organization in organism intoxication. *Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Natural Science*. 2010;1:68-71. (In Russ.).
7. Krayevoy S. A., Koltovoy N. A. Diagnosis by a drop of blood. Crystallization of biofluids. Vol. 1. Open drop method (angular dehydration). Moscow; 2013. (In Russ.).
8. Sakharov V. N., Litvitskiy P. F. Disorders of Protein Conformation as a Typical Component of Various Human Disease Pathogenesis. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2016;71(1):46-51. (In Russ.). doi:10.15690/vramn635.
9. Buzoverya M. E., Shishpor I. V., Scherbak Y. P., Shatokhina S. N., Shabalin V. V. Morphological features of albumin films. *Medical physics*. 2015;1(65):71-78. (In Russ.).
10. Jiali Mo, Nan Zhang, Donghua Li, Liuyang Fan, Jiliang Xie. Reversible small bowel obstruction in rats. *Int J Clin Exp Med* 2020; 13(4): 2276-2285. URL: <https://ijcem.com/files/ijcem0106255.pdf>
11. Acute intestinal obstruction. *Practical medicine*. 2008;5(8):1-6. (In Russ.).
12. Tsygantsova S. Animal protection in the Council of Europe and Russia: a comparative legal analysis. Electronic supplement to the “Russian Law Journal”. 2022;6:58-70. (In Russ.). doi:10.34076/22196838_2022_6_58.
13. Hartung T. Comparative analysis of the revised directive 2010/63/EU for the protection of laboratory animals with its predecessor 86/609/EEC—a t4 report. *Altex*. 2010;27(4):285-303. doi:10.14573/altex.2010.4.285.
14. Kistovich A. V., Chashechkin Yu. D., Shabalin V. V. The edge roller formation mechanism in a biofluid drying drop. *Technical Physics* 2010;80(4):41-46. (In Russ.).
15. Pashina E. V., Zolotavina M. L. Albumin in endogenous intoxication assess. In: Proceedings of XXXIII International scientific-practical conference «Science and modernity – 2014»; November 17, 2014; Novosibirsk. 2014:23-28. (In Russ.).
16. Dederer Yu. M. Pathogenesis and treatment of intestine acute obstruction. Moscow: Medicine; 1971. (In Russ.).