

Журнал Научное обозрение. Медицинские науки зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС77-57452 выдано 27.03.2014.

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ=0,801
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ=0,526**

*Учредитель, издатель и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

*Почтовый адрес: 101000, г. Москва, а/я 47
Адрес учредителя, издателя: 410056, г. Саратов,
ул. им. Чапаева В.И., д. 56
Адрес редакции: 410035, г. Саратов,
ул. Мамонтовой, д. 5*

**Founder, publisher and edition:
LLC SPC Academy of Natural History**

**Post address: 101000, Moscow, p.o. box 47
Founder's, publisher's address: 410056, Saratov,
56 Chapayev V.I. str.
Editorial address: 410035, Saratov,
5 Mamontovoi str.**

*Подписано в печать 28.12.2024
Дата выхода номера 31.01.2025
Формат 60×90 1/8*

*Типография
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 28.12.2024
Release date 31.01.2025
Format 60×90 8.1**

**Typography
LLC SPC «Academy of Natural History»
410035, Russia, Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Доронкина Е.Н.
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Распространяется по свободной цене
Тираж 1000 экз. Заказ НО 2024/6
Подписной индекс в электронном каталоге
«Почта России»: П6263
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания

**From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

Главный редактор: к.м.н. Н.Ю. Стукова
Editor in Chief: N.Yu. Stukova

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • MEDICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2024 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
статьи проблемного
и научно-практического характера***

***The issue contains scientific reviews,
problem and practical scientific articles***

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.м.н., профессор Аверьянов С.В. (Уфа); д.м.н., профессор Аксенова В.А. (Москва); д.м.н., профессор Аллахвердиев А.Р. (Баку); д.м.н., профессор Ананьев В.Н. (Москва); д.м.н., профессор Бегайдарова Р.Х. (Караганда); д.м.н., профессор Белов Г.В. (Ош); д.м.н., профессор Бодиенкова Г.М. (Ангарск); д.м.н., профессор Вильянов В.Б. (Москва); д.м.н., профессор Гажва С.И. (Нижний Новгород); д.м.н., профессор Горбунков В.Я. (Ставрополь); д.м.н., профессор Дгебуадзе М.А. (Тбилиси); д.м.н., профессор Лепилин А.В. (Саратов); д.м.н., профессор Макарова В.И. (Архангельск); д.б.н. Петраш В.В. (Санкт-Петербург); д.б.н., профессор Тамбовцева Р.В. (Москва); д.б.н., профессор Тукшаитов Р.Х. (Казань); д.м.н., профессор Цымбалов О.В. (Краснодар)

СОДЕРЖАНИЕ

Медицинские науки

СТАТЬИ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПАЦИЕНТОВ
С НЕСПЕЦИФИЧЕСКИМИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫМИ
ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КИШЕЧНИКА

Дурлеитер М.В., Дурлеитер В.М., Катрич А.Н. 5

МЕСТО МОНОТЕХНОЛОГИЧНЫХ И ПОЛИТЕХНОЛОГИЧНЫХ
ОПЕРАЦИЙ В ЭКСТРЕННОЙ АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ
В «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ» КЛАССИФИКАЦИИ
МАЛОИНВАЗИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Чапьев М.Б., Осмонов Т.Ж., Адиев Т.К., Турсуналиев А.К., Атиева Э.И. 12

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ НАНЕСЕНИЯ РАН

*Быстрицкая А.С., Ворошилов А.Д., Лисица Г.Т.,
Семенова О.В., Плехова Н.Г., Королев Д.В.* 19

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР НЕТИПИЧНОГО ПРОТЕКАНИЯ
ТУБЕРКУЛЕЗА НА ФОНЕ ИНФЕКЦИИ, ВЫЗВАННОЙ
ВИРУСОМ ИММУНОДЕФИЦИТА ЧЕЛОВЕКА

Барканова О.Н., Гагарина С.Г., Аликанкина Д.Д. 24

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ТРАВМЫ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ,
ВИДЫ ПОМОЩИ

Иголкина В.В., Черняк К.Н., Масляков В.В. 30

СТАТЬЯ

ИСПЫТАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО
ЖИДКОСТНОГО ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Собянина Г.Н., Мальков С.Ю. 36

CONTENTS

Medical sciences

ARTICLES

EVALUATION OF ULTRASOUND STUDY EFFICIENCY
IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PATIENTS WITH
NONSPECIFIC INFLAMMATORY BOWEL DISEASES

Durleshter M.V., Durleshter V.M., Katrich A.N. 5

PLACE OF MONOTECHNOLOGICAL AND POLYTECHNOLOGICAL
OPERATIONS IN EMERGENCY ABDOMINAL SURGERY
IN THE “TECHNOLOGICAL” CLASSIFICATION
OF MINIMALLY INVASIVE INTERVENTIONS

Chapyev M.B., Osmonov T.Zh., Adiev T.K., Tursunaliyev A.K., Apieva E.I. 12

REVIEW

METHODS OF MODELING WOUND HEALING PROCESSES
IN LABORATORY ANIMALS

*Bystritskaya A.S., Voroshilov A.D., Lisitsa G.T.,
Semenova O.V., Plekhova N.G., Korolev D.V.* 19

CLINICAL CASE

A CLINICAL EXAMPLE OF AN ATYPICAL COURSE
OF TUBERCULOSIS ON THE BACKGROUND OF INFECTION
CAUSED BY THE HUMAN IMMUNODEFICIENCY VIRUS

Barkanova O.N., Gagarina S.G., Alikankina D.D. 24

REVIEW

INJURIES AND DISEASES OF EARTHQUAKE VICTIMS,
TYPES OF ASSISTANCE

Igolkina V.V., Chernyak K.N., Maslyakov V.V. 30

ARTICLE

TESTING OF AN EXPERIMENTAL INDIVIDUAL LIQUID
BREATHING APPARATUS

Sobyanina G.N., Malkov S.Yu. 36

УДК 616.33/34-07

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПАЦИЕНТОВ С НЕСПЕЦИФИЧЕСКИМИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КИШЕЧНИКА

¹Дурлештер М.В., ^{1,2}Дурлештер В.М., ^{2,3}Катрич А.Н.

¹ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар, [HTTP://ORCID.ORG/0000-0002-4543-9186](http://ORCID.ORG/0000-0002-4543-9186), e-mail: marinarad300@gmail.com;

²ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, [HTTP://ORCID.ORG/0000-0003-2885-7674](http://ORCID.ORG/0000-0003-2885-7674);

³ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского», Краснодар, [HTTP://ORCID.ORG/0000-0003-2885-7674](http://ORCID.ORG/0000-0003-2885-7674)

Цель исследования – улучшить результаты диагностики воспалительных заболеваний кишечника с помощью ультразвукового исследования. Болезнь Крона и язвенный колит входят в группу воспалительных заболеваний кишечника и относятся к группе потенциально инвалидизирующих болезней, имеющих не изученную до конца этиологию. На основании морфологических данных произведен анализ результатов диагностики и лечения 142 больных. По нозологической форме и стадии заболевания пациенты были разделены на 3 группы и несколько подгрупп: 1 группа (n = 84) – пациенты с язвенным колитом; 2 группа (n = 58) – пациенты с болезнью Крона; 3 группа (контрольная) (n = 27) – соматически здоровые добровольцы. Основным методом лучевой диагностики было ультразвуковое исследование. При первичной диагностике наиболее информативными ультразвуковыми признаками воспалительных заболеваний кишечника К являются: утолщение и снижение эхогенности стенки толстой кишки, потеря гаустрации толстой кишки, повышение эхогенности параколической клетчатки, множественные локусы кровотока в стенке толстой кишки, при цветовом доплеровском картировании чувствительность признаков у больных с язвенным колитом составила 94,5%, специфичность 97%, при Болезни Крона – 94% и 97% соответственно, (p < 0,001). Выделены наиболее значимые дифференциально-диагностические ультразвуковые критерии при Болезни Крона: локальное утолщение стенки толстой кишки более 10 мм, просвет кишки сужен менее чем на 3 мм, регионарные лимфатические узлы более 10 мм; и язвенного колита – локальное утолщение стенки толстой кишки с 3 до 10 мм, просвет кишки расширен (более 15 мм), регионарные лимфатические узлы от 8 до 10 мм (p < 0,001). При проведении receiver operating characteristic анализа (ROC-анализ) пороговое значение критерия «толщина стенки» в дифференциальной диагностике Болезни Крона и язвенного колита при максимальной специфичности теста составило 10,5 мм (чувствительность 97%, специфичность – 100%); «диаметр просвета» – 13 мм (чувствительность 80,6%, специфичность – 97%) соответственно. Полученные результаты позволяют рекомендовать трансабдоминальное ультразвуковое исследование кишечника как метод выбора для своевременной неинвазивной диагностики больных с наиболее распространенными формами воспалительных заболеваний кишечника.

Ключевые слова: болезнь Крона, язвенный колит, неспецифические заболевания кишечника, диагностика, ультразвуковое исследование

EVALUATION OF ULTRASOUND STUDY EFFICIENCY IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PATIENTS WITH NONSPECIFIC INFLAMMATORY BOWEL DISEASES

¹Durleshter M.V., ^{1,2}Durleshter V.M., ^{2,3}Katrich A.N.

¹Regional Clinical Hospital № 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Krai, Krasnodar, e-mail: marinarad300@gmail.com;

²Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar;

³Research Institute – Ochapovsky Regional Hospital № 1, Krasnodar

Purpose of the study: to improve the diagnostic results of inflammatory bowel disease using ultrasound. Crohn's disease and ulcerative colitis are included in the group of inflammatory bowel diseases and belong to the group of potentially disabling diseases with a completely unexplored etiology. On the basis of morphologic data the results of diagnostics and treatment of 142 patients were analyzed. According to the nosologic form and stage of the disease, the patients were divided into 3 groups and several subgroups: Group 1 (n=84) – patients with ulcerative colitis; Group 2 (n=58) – patients with Crohn's disease; Group 3 (control) (n=27) – somatically healthy volunteers. The main method of radial diagnostics was ultrasound. At primary diagnostics the most informative ultrasonic signs of Inflammatory bowel diseases K are: thickening and decrease of echogenicity of the colon wall, loss of gausturation of the colon, increase of echogenicity of paracolic fiber, multiple loci of blood flow in the colon wall at color Doppler mapping sensitivity of signs in patients with ulcerative colitis was 94,5%, specificity 97%, in Crohn's disease 94% and 97% respectively (p < 0,001). The most significant differential-diagnostic ultrasound criteria in Crohn's disease were identified: local thickening of the colon wall more than 10 mm, the lumen of the intestine narrowed by less than 3 mm, regional lymph nodes more than 10 mm; and in ulcerative colitis – local thickening of the colon wall from 3 to 10 mm, the lumen of the intestine dilated (more than 15 mm), regional lymph nodes from 8 to 10 mm (p < 0,001). When performing ROC-analysis, the threshold value of the criterion “wall thickness” in differential diagnostics of Crohn's disease and ulcerative colitis, with maximum specificity of the test was 10.5 mm (sensitivity – 97%, specificity – 100%); “lumen diameter” – 13 mm (sensitivity – 80.6%, specificity – 97%), respectively. The obtained results allow us to recommend transabdominal ultrasound of the intestine as the method of choice for timely non-invasive diagnosis of patients with the most common forms of inflammatory bowel disease.

Keywords: Crohn's disease, ulcerative colitis, nonspecific intestinal diseases, diagnostics, ultrasound diagnosis

Введение

Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) относятся к группе потенциально инвалидизирующих болезней, имеющих не до конца изученную этиологию, в число которых входит болезнь Крона (БК) и язвенный колит (ЯК) [1, 2]. В настоящее время ВЗК относятся к неизлечимой группе заболеваний, поэтому первостепенными задачами являются ранняя диагностика и комплексная терапия, позволяющая достичь устойчивой ремиссии. В Европе и США согласно данным последних лет более 3 млн чел. страдают ВЗК [3, 4]. Частота заболеваемости БК у взрослых пациентов на 100 000 взрослого населения составляет от 9 до 199 случаев, тогда как в детстве заболевание дебютирует в 30–50 % случаев [5]. Ежегодная заболеваемость ЯК в Европе является самой высокой и на 100 тыс. населения достигает 24,3 случая. В последние годы в России наблюдается тенденция неуклонного роста заболеваемости ВЗК, с распространенностью, по данным разных эпидемиологических исследований от 19,3 до 29,8 случаев на 100 тыс. населения, из них 0,8 для БК и 4,1 для ЯК [6]. На сегодня илеоколоноскопию принято считать «золотым стандартом» диагностики как БК, так и ЯК, метод позволяет в динамике выявлять заживление слизистой оболочки кишки у данной группы больных [7]. В ряде исследований продемонстрировано, что заживление слизистой оболочки кишки способно выступать самостоятельным полноценным предиктором длительной бесстероидной ремиссии [8]. Вместе с тем зарубежные данные указывают, что БК, для которой характерно трансмуральное воспаление, может персистировать у больных с эндоскопическими признаками заживления слизистой кишки. Авторы подчеркивают, что к значимым недостаткам илеоколоноскопии относится невозможность оценки состояния тонкой кишки, за исключением терминального отдела подвздошной кишки [9]. В связи с этими доводами купирование поверхностного воспаления можно рассматривать как потенциально перспективную цель лечения БК и ЯК [10]. Так, для объективизации трансмурального воспаления при БК и динамики протяженности воспаления при ЯК применяются различные методы лучевой диагностики: ультразвуковое исследование (УЗИ) кишки, компьютерно-томографическая энтерография, магнитно-резонансная энтерография [11]. В мировой литературе накоплены достоверные сведения, что УЗИ кишки, будучи неинвазивным и экономи-

чески доступным методом, обладает широким спектром возможностей диагностики в выявлении трансмуральных и экстрамуральных абсцессов, язв, утолщения стенок кишки [12]. До настоящего времени в арсенале современной гастроэнтерологии не существует единого диагностического теста, благодаря которому становится возможным адекватно интерпретировать признаки и симптомы как БК, так и ЯК и, как следствие, возможного развития осложнений данной группы пациентов. Однако, по мнению большинства зарубежных исследователей, одним из перспективных методов диагностики ВЗК является УЗИ кишечника, которое в дальнейшем может быть использовано как инструмент скрининга и мониторинга [13, 14]. Таким образом, недостаточная разработанность УЗИ толстой кишки при ЯК и БК и послужила причиной настоящего исследования.

Цель исследования – улучшить результаты диагностики ВЗК с помощью ультразвукового исследования.

Материалы и методы исследования

За время исследования проведен ретроспективный анализ данных историй болезни, результатов лечения, а также проспективный анализ особенностей течения госпитального периода 142 пациентов с болезнью Крона и язвенным колитом, проходивших амбулаторное лечение в отделении гастроэнтерологии Краевой клинической больницы № 2 в г. Краснодаре за период с 2015 по 2021 г. В исследование включены пациенты в возрасте от 21 до 73 лет с диагнозом ВЗК (язвенный колит – K51 (неспецифический), болезнь Крона толстой кишки K50.1). Критерии невключения: наличие соматического заболевания в состоянии суб- и декомпенсации, наличие доброкачественных или злокачественных новообразований ободочной или прямой кишки, любые расстройства психики, препятствующие наблюдению больного в отдаленном периоде, отсутствие возможности динамического (трехэтапного наблюдения). Критерии исключения: пациенты, употребляющие алкоголь на протяжении всего исследования, пациенты, нарушающие прием лекарственных средств, предписанных лечащим врачом, отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании. Все исследуемые подписывали добровольное информированное согласие на обработку персональных данных, пациенты обезличены. Пациенты были разделены на 3 группы: 1 группа (n = 84) – пациенты с язвенным колитом, проходившие консервативное и хирургическое лечение, кото-

рые были разделены на 3 подгруппы: подгруппа 1.1 (n = 28) – пациенты с ремиссией ЯК, подгруппа 1.2 (n = 36) – исследуемые с обострением ЯК, подгруппа 1.3 (n = 20) – больные с осложнениями ЯК, нуждающиеся в хирургическом лечении. 2 группа (n = 58) – пациенты с БК, проходившие консервативное лечение, которые были разделены на 2 подгруппы: 2.1 (n = 25) – пациенты с ремиссией БК, подгруппа 2.2 (n = 33) – пациенты с обострением БК. 3 группа (контрольная) (n = 27) – соматически здоровые добровольцы. Сравнение пациентов по полу, возрасту, длительности заболевания до госпитализации, ИМТ, основным симптомам заболевания, а также сопутствующим заболеваниям не выявило статистически значимых различий, что указывает на идентичность групп по исходному состоянию. Всем обратившимся пациентам выполняли лабораторные, эндоскопические, морфологические и микробиологические исследования. Собирали анамнез, оценивали жалобы, сопутствующие заболевания, выявляли наследственную предрасположенность к ВЗК, прием лекарственных препаратов. Ультразвуковое исследование кишечника проводили по общепринятым методикам в одно и то же время суток – с 9:00 до 13:30. При оценке результатов применения методики компрессионной эластографии стенки кишки использовалась классификация, предложенная Giannetti A. и соавт. [15]. Качественные переменные описывали абсолютными и относительными частотами, количественные переменные представлены в виде медианы, доверительного интервала (ДИ 95%). Для оценки точности УЗИ в отношении язвенного колита и болезни Крона производился расчет чувствительности и специфичности метода. Проводили определение пороговых значений для разграничения выбранных диагностических критериев между БК и ЯК. Для выявления пороговых значений (с определением чувствительности, специфичности и AUROC) был проведен ROC-анализ. Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения Statistica 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Эхографическая картина кишечника у пациентов 1 группы с ЯК до начала терапии была следующей: стенки тонкой кишки не утолщены (до 1–2 мм), не изменены, просвет не расширен (максимально до 20 мм), в просвете неоднородное жидкое содержимое в умеренном количестве, перистальти-

ка определялась. Область илеоцекального угла: стенки слепой кишки до 1–2 мм, не изменены, дифференцировка на слои определяется. Стенки пораженного сегмента толстой кишки утолщены до 6–8 мм, сниженной эхогенности, дифференцировка на слои сглажена, просвет кишки расширен от 25 до 33 мм, в просвете большое количество газа и неоднородного жидкого содержимого, гаустрация не определяется. Параколическая клетчатка повышенной эхогенности, инфильтрирована, с множественными гипозоногенными лимфатическими узлами, диаметром до 10 мм, с ровными четкими контурами, форма не изменена (рис. 1, а). Эхографическая картина кишечника у пациентов 2 группы с болезнью Крона до начала терапии была следующей: стенки всех отделов толстого кишечника от илеоцекального угла до ректосигмоидного отдела неравномерно циркулярно утолщены до 12–15 мм. Эхогенность снижена, дифференцировка на слои не определяется, утолщение стенки кишки выражено за счет всех слоев. Обращали на себя внимание участки сужения кишки с дилатированными участками. В дилатированных участках кишки определяется большое количество газа и неоднородного жидкого содержимого. Параколическая клетчатка выражено инфильтрирована, повышенной эхогенности, с анэхогенными полосками в структуре, в ней определяются множественные гипозоногенные лимфатические узлы диаметром от 8 до 12 мм с ровными четкими контурами, неизменной формы (рис. 1, б). При ЦДК в стенке кишки определяются множественные локусы кровотока.

Анализ результатов УЗИ кишечника до лечения у больных в стадии обострения ЯК (подгруппа 1.2) и БК (подгруппа 2.2) показал, что у значимо большего числа больных с ЯК по результатам УЗИ наблюдали снижение эхогенности в сочетании с локальным (97%) утолщением стенки толстой кишки с 3 до 10 мм, расширение просвета кишки (78%), размер лимфатических узлов с 8 до 10 мм (83%) (p < 0,001). Напротив, у статистически значимо большего числа больных БК наблюдали локальное (97%) утолщение стенки толстой кишки более 10 мм и снижение ее эхогенности, сужение просвета кишки (79%), величины лимфатических узлов более 10 мм (91%) и 2 тип по результатам компрессионной эластографии (97%) (p < 0,001). Следовательно, данные показатели могут выступать убедительными критериями дифференциальной диагностики ЯК и БК при проведении УЗИ кишечника у исследуемых с ВЗК на догоспитальном этапе.

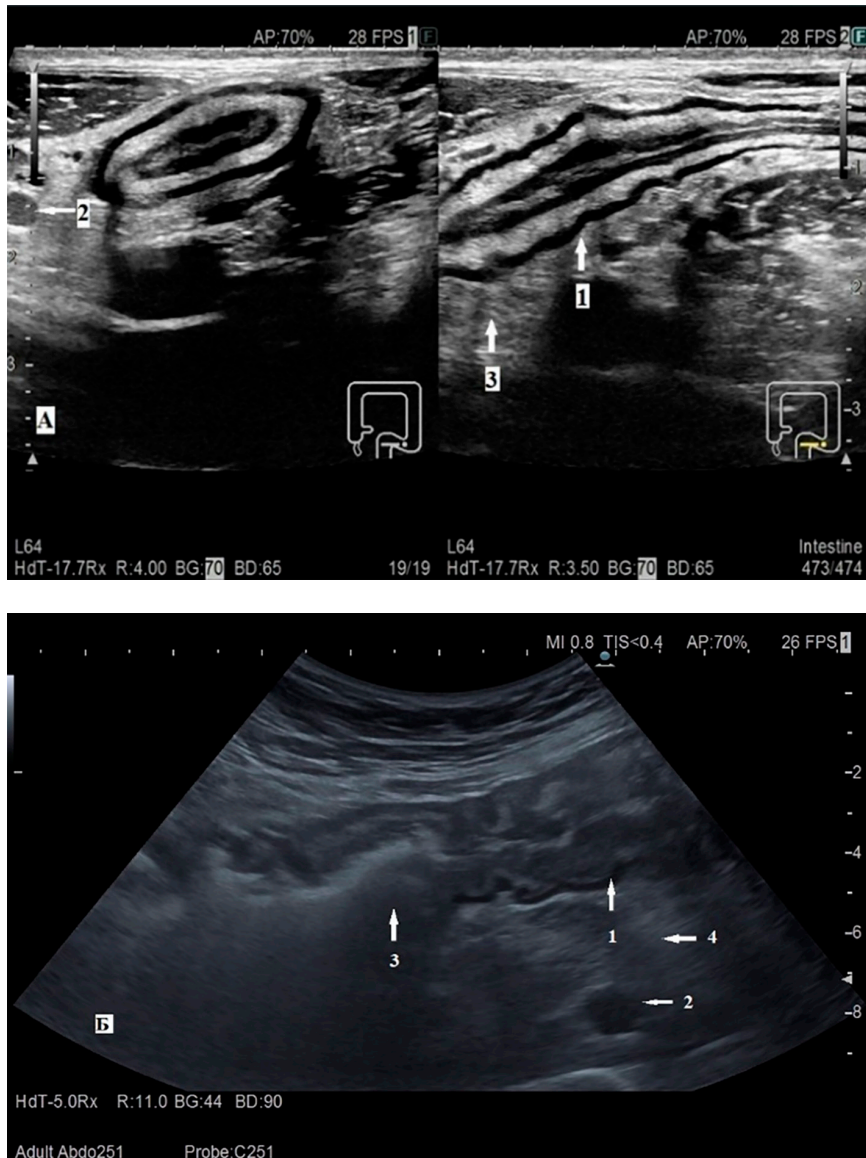


Рис. 1. УЗИ кишечника. А – ЯК (сигмовидная кишка, сканирование поперек и вдоль):
 1 – утолщенная гипохогенная стенка; 2 – гипохогенный лимфатический узел округлой формы
 3 – параколическая клетчатка повышенной эхогенности, с признаками инфильтрации.
 Б – БК (правая половина ободочной кишки) 1 – суженный участок с утолщенной стенкой
 сниженной эхогенности; 2 – гипохогенный лимфатический узел округлой формы;
 3 – расширенный участок кишки с газом

Проведено сравнение количественных признаков между группами пациентов ВЗК (1 и 2 группы) и здоровых пациентов (группа 3) получено достоверное различие признака «толщина стенки» по группам $p = 0,000$; при сравнении групп по признаку «диаметр просвета» кишки достоверных отличий не выявлено $p = 0,805$. Однако между группами пациентов с ЯК (подгруппа 1.2) и БК (подгруппа 2.2), в фазе обострения по этому признаку, выявлено статистически значимое различие $p = 0,00035$. Наличие морфологически верифициро-

ванных данных позволило выполнить ROC-анализ с целью определения пороговых значений выбранных критериев: «толщина стенки» и «диаметр просвета» кишки для проведения дифференциальной диагностики БК и ЯК (рис. 2). Полученные данные представлены в табл. 1 и на рис. 1. Установлено высокое качество теста: значения площади под кривой (AUC) для диагностики БК и ЯК значительно отличались от 0,500 и рассматривались нами как показатель наивысшей информативности диагностического метода.

Таблица 1

Показатели площади под кривой (AUC) для дифференциальной диагностики БК и НЯК

Параметр	Площадь под кривой (AUC)	Стандартная ошибка	99%-й доверительный интервал
«Толщина стенки»	0,995	0,006	0,00–1,00
«Диаметр просвета»	0,896	0,042	0,78–1,00

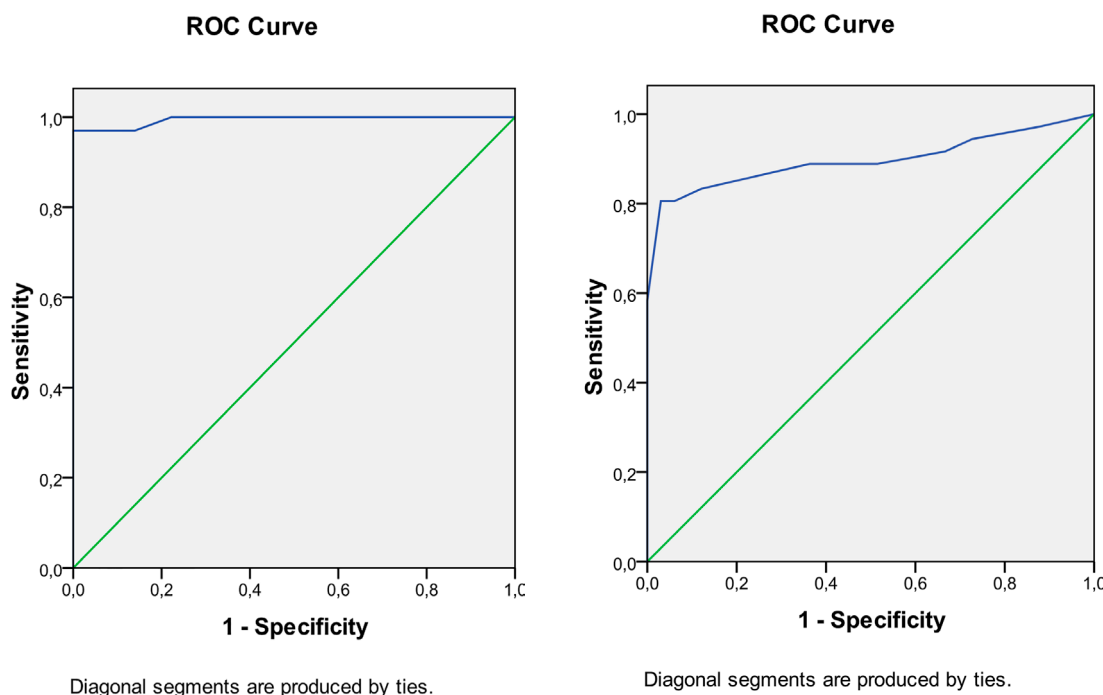


Рис. 2. Результаты ROC-анализа:
 А – Признак «толщина стенки» кишки группы БК (2.2) и ЯК (1.2).
 Б – Признак «диаметр просвета» кишки группы БК (2.2) и ЯК (1.2)

Таблица 2

Показатели диагностической информативности УЗИ у пациентов с ЯК и БК

Группы	Чувствительность (%)	Специфичность (%)
1 группа:		
1.1 подгруппа	93%	96%
1.2 подгруппа	94,5%	97%
2 группа:		
2.1 подгруппа	92%	94%
2.2 подгруппа	96%	97%

Проанализировав полученные данные ROC-анализа в исследованных группах пациентов, получили пороговые значения показателей выбранных критериев. Если исходить из максимальной специфичности теста, пороговым значением критерия «тол-

щина стенки» кишки в дифференциальной диагностике БК и ЯК следует признать 10,5 мм. При этом чувствительность теста составила 97%, специфичность – 100%. Если исходить из максимальной специфичности теста, пороговым значением критерия

рия «диаметр просвета» кишки в дифференциальной диагностике язвенного колита и болезни Крона следует признать 13 мм. При этом чувствительность теста составила 80,6%, специфичность – 97%. При сравнении таких показателей, как гаустрация толстой кишки, состояние клетчатки, васкуляризация стенки кишки, по данным ЦДК между группами и подгруппами больных с ЯК и БК значимых различий обнаружено не было ($p > 0,05$). Проведен расчет показателей диагностической информативности УЗИ при ВЗК в стадии обострения. Результаты представлены в табл. 2.

Актуальность проведения данного исследования продиктована необходимостью оптимизации диагностического алгоритма у пациентов с ВЗК, а также стандартизации подходов к полученным результатам в рамках мультипараметрического ультразвукового исследования. Высокие показатели диагностической точности комбинации ультразвуковых методик в выявлении неспецифических признаков воспаления делают возможным использование УЗИ в качестве метода первой линии у пациентов с подозрением на ВЗК. В результате проведенного исследования впервые создан алгоритм ультразвукового скрининга пациентов с неспецифическими воспалительными заболеваниями кишечника: язвенным колитом и болезнью Крона, основанный на данных ультразвукового исследования.

В ходе проведенного исследования определены наиболее значимые дифференциально-диагностические УЗ-признаки болезни Крона и язвенного колита. Проанализировав данные ROC-анализа в исследованных группах пациентов, получили пороговые значения ультразвуковых дифференциально-диагностических признаков ЯК и БК. Использование полученных данных позволит ускорить госпитализацию в профильные стационары, избежать задержек в диагностике и лечении пациентов с ВЗК.

Полученные результаты позволяют рекомендовать трансабдоминальное УЗИ кишечника как метод выбора для своевременной диагностики больных с язвенным колитом и болезнью Крона.

При первичной диагностике ВЗК наиболее информативными ультразвуковыми УЗ-признаками являются утолщение, снижение эхогенности и потеря гаустрации стенки толстой кишки, повышение эхогенности параколической клетчатки, множественные локусы кровотока в стенке при ЦДК (чувствительность у больных с язвенным колитом составила 94,5%, специфичность 97%, при болезни Крона – 94% и 97% соответственно) ($p < 0,001$).

Трансабдоминальное УЗИ кишечника является эффективным методом дифференциальной диагностики БК и ЯК. Если исходить из максимальной специфичности теста, пороговым значением критерия «толщина стенки» кишки в дифференциальной диагностике БК и ЯК является 10,5 мм. При этом чувствительность теста составила 97%, специфичность – 100%. Если исходить из максимальной специфичности теста, пороговым значением критерия «диаметр просвета» кишки в дифференциальной диагностике язвенного колита и болезни Крона следует признать 13 мм. При этом чувствительность теста составила 80,6%, специфичность – 97%.

Заключение

Полученные результаты позволяют рекомендовать трансабдоминальное ультразвуковое исследование кишечника как метод выбора для своевременной неинвазивной диагностики больных с наиболее распространенными формами воспалительных заболеваний кишечника.

Список литературы

1. Ивашкин В.Т., Шельгин Ю.А., Ачкасов С.И., Васильев С.В., Григорьев Е.Г., Дудка В.В., Жуков Б.Н., Карпухин О.Ю., Кузьминов А.М., Куликовский В.Ф., Лапина Т.Л., Лахин А.В., Маев И.В., Москалев А.И., Муравьев А.В., Половинкин В.В., Полуэктова Е.А., Стойко Ю.М., Тимербулатов В.М., Трухманов А.С., Фролов С.А., Чибисов Г.И., Шифрин О.С., Шептулин А.А., Халиф И.Л., Эфрон А.Г., Янов В.В. Рекомендации Российской гастроэнтерологической Ассоциации колопроктологов России по диагностике и лечению взрослых больных дивертикулярной болезнью ободочной кишки // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2016. № 26 (1). С. 65–80. DOI: 10.22416/1382-4376-2016-26-1-65-80.
2. Oka A., Sartor R.B. Microbial-Based and Microbial-Targeted Therapies for Inflammatory Bowel Diseases. *Dig Dis Sci*. 2020. Vol. 65 (3). P. 757–788. DOI: 10.1007/s10620-020-06090-z.
3. Kaplan G.G., Ng S.C. Globalisation of inflammatory bowel disease: perspectives from the evolution of inflammatory bowel disease in the UK and China // *Lancet Gastroenterol*. 2016. Vol. 1 (4). P. 307–316. DOI: 10.1016/S2468-1253(16)30077-2.
4. Peery A.F., Crockett S.D., Murphy C.C., Lund J.L., Dellon E.S., Williams J.L., Jensen E.T., Shaheen N.J., Barritt A.S., Lieber S.R., Kochar B., Barnes E.L., Fan Y.C., Pate V., Galanko J., Baron T.H., Sandler R.S. Burden and cost of gastrointestinal, liver, and pancreatic diseases in the United States: update 2018 // *Gastroenterology*. 2018. Vol. 156 (1). P. 254–272. DOI: 10.1053/j.gastro.2018.08.063.
5. Le Berre C., Ananthakrishnan A.N., Danese S. Ulcerative Colitis and Crohn's Disease Have Similar Burden and Goals for Treatment // *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2020. Vol. 18 (1). P. 14–23. DOI: 10.1016/j.cgh.2019.07.005.
6. Головенко О.В. Современные принципы консервативного лечения легкой и среднетяжелой форм язвенного колита // *Лечащий врач*. 2022. № 25 (11). С. 82–89.
7. Gomollón F., Dignass A., Annesse V., Tilg H., Van Assche G., Lindsay J.O., Peyrin-Biroulet L., Cullen G.J., Daperno M., Kucharzik T., Rieder F., Almer S., Armuzzi A., Harbord M., Langhorst J., Sans M., Chowers Y., Fiorino G., Juillerat P., Mantzaris G.J., Rizzello F., Vavricka S., Gionchetti P. European Evidencebased Con-

- sensus on the Diagnosis and Management of Crohn's Disease 2016: Part 1: Diagnosis and Medical Management // *J Crohns Colitis*. 2017. Vol. 11. P. 3–25. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjw168.
8. Sturm A., Maaser C., Calabrese E. European Crohn's and Colitis Organisation [ECCO] and the European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology [ESGAR]. ECCO-ESGAR Guideline for Diagnostic Assessment in IBD Part 2: IBD scores and general principles and technical aspects // *J Crohns Colitis*. 2019. Vol. 13. P. 273–284. DOI: 10.1093/ECCO-JCC/JJY114.
9. Gajendran M., Loganathan P., Catinella A.P., Hashash J.G. A comprehensive review and update on Crohn's disease // *Dis Mon*. 2017. Vol. 64. P. 20–57. DOI: 10.1016/j.disamonth.2017.07.001.
10. Castiglione F., Mainenti P., Testa A., Imperatore N., De Palma G.D., Maurea S., Rea M., Nardone O.M., Sanges M., Caporaso N., Rispo A. Crosssectional evaluation of transmural healing in patients with Crohn's disease on maintenance treatment with anti-TNF alpha agents // *Dig Liver Dis*. 2017. Vol. 49. P. 484–489. DOI: 10.1016/j.dld.2017.02.014.
11. Fernandes S.R., Rodrigues R.V., Bernardo S., Cortez-Pinto J., Rosa I., da Silva J.P., Gonçalves A.R., Valente A., Baldaia C., Santos P.M., Correia L., Venâncio J., Campos P., Pereira A.D., Velosa J. Transmural healing is associated with improved long-term outcomes of patients with Crohn's disease // *Inflamm Bowel Dis*. 2017. Vol. 23. P. 1403–9. DOI: 10.1097/MIB.0000000000001143.
12. Taylor S.A., Mallett S., Bhatnagar G. METRIC study investigators. Diagnostic accuracy of magnetic resonance enterography and small bowel ultrasound for the extent and activity of newly diagnosed and relapsed Crohn's disease (METRIC): a multicentre trial // *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2018. Vol. 3. P. 548–558. DOI: 10.1016/S2468-1253(18)30161-4.
13. De Voogd F., Wilkens R., Geese K., Allocca M., Novak K., Lu C., D'Haens G., Maaser C.A. A reliability study: strong inter-observer agreement of an expert panel for intestinal ultrasound in ulcerative colitis // *J Crohn's Colitis*. 2021. Vol. 15. P. 1284–1290. DOI: 10.1093/ecco-jcc/jjaa267.
14. Dolinger M., Verstockt B. Ulcerative colitis, a transmural disease requiring an accurate IUS assessment in the current treat-to-target era // *United European Gastroenterol J*. 2022. Vol. 10 (3). P. 247–248. DOI: 10.1002/ueg2.12215.
15. Fufezan O., Asavaoie C., Tamas A., Farcau D., Serban D. Bowel elastography – a pilot study for developing an elastographic scoring system to evaluate disease activity in pediatric Crohn's disease // *Med Ultrason*. 2015. Vol. 17 (4). P. 422–430. DOI: 10.11152/mu.2013.2066.174.bwe.

УДК 616-089

МЕСТО МОНОТЕХНОЛОГИЧНЫХ И ПОЛИТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ В ЭКСТРЕННОЙ АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ В «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ» КЛАССИФИКАЦИИ МАЛОИНВАЗИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

^{1,2}Чапыев М.Б., ³Осмонов Т.Ж., ³Адиев Т.К., ²Турсуналиев А.К., ⁴Апиева Э.И.

¹*Киргизский государственный медицинский институт переподготовки
и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова, Бишкек, e-mail: chapuev75@mail.ru;*

²*Национальный хирургический центр имени академика М.М. Мамакеева
Министерства здравоохранения Киргизской Республики, Бишкек;*

³*Ошский государственный университет, Ош;*

⁴*Киргизская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек*

Цель исследования – разработка классификационного подхода для малоинвазивных операций в абдоминальной хирургии, учитывающего динамическое развитие технологий и различные методологические стратегии. Работа посвящена анализу 9298 операций, проведенных в Национальном хирургическом центре Министерства здравоохранения Киргизской Республики с использованием лапароскопии, мини-лапаротомии и их комбинации. В исследование были включены пациенты с острой патологией органов брюшной полости, которым было выполнено 4058 операций, из них 3275 – с применением лапароскопии, а 783 – с использованием мини-лапаротомии. Для структурного анализа была применена логистическая линейная регрессия и метод расчета весовых коэффициентов для оценки значимости каждой технологии. Завершающий этап: кластеризация с использованием взвешенного парного центроидного усреднения, которая позволила классифицировать операции на моно- и политехнологичные вмешательства, а также выявить их частоту в плановой и неотложной хирургии. Результаты показали, что монотехнологичные операции доминируют в плановой хирургии, тогда как политехнологичные чаще применяются в экстренных случаях. Предложенная классификация позволяет учитывать современные и потенциальные методы, содействуя улучшению хирургической тактики. Выводы исследования подчеркивают необходимость дальнейшего совершенствования подходов в неотложной малоинвазивной хирургии, а также подтверждают практическую значимость интеграции инновационных технологий в хирургическую практику.

Ключевые слова: малоинвазивные, вмешательства, экстренная, абдоминальная, операция, классификация, монотехнологичные, политехнологичные

PLACE OF MONOTECHNOLOGICAL AND POLYTECHNOLOGICAL OPERATIONS IN EMERGENCY ABDOMINAL SURGERY IN THE “TECHNOLOGICAL” CLASSIFICATION OF MINIMALLY INVASIVE INTERVENTIONS

^{1,2}Chapuev M.B., ³Osmonov T.Zh., ³Adiev T.K., ²Tursunaliyev A.K., ⁴Apiyeva E.I.

¹*Kyrgyz state medical institute for retraining and advanced studies
named after S. B. Daniyarova, Bishkek, e-mail: chapuev75@mail.ru;*

²*National Surgical Center named after M.M. Mamakeev
of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek;*

³*Osh State University, Osh;*

⁴*Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek*

The aim of this study is to develop a classification approach for minimally invasive abdominal surgery, taking into account the dynamic evolution of technologies and various methodological strategies. The study focuses on the analysis of 9,298 operations conducted at the National Surgical Center of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, utilizing laparoscopy, mini-laparotomy, and their combinations. The study population consisted of patients with acute abdominal pathology, with a total of 4,058 procedures performed: 3275 using laparoscopy and 783 utilizing mini-laparotomy. Logistic linear regression and the method of calculating weight coefficients were applied to evaluate the significance of each technology in the structural analysis. The final stage—clustering using weighted pair-group centroid averaging—enabled the classification of procedures into mono- and polytechnological interventions and identified their frequency in elective and emergency surgeries. Results showed that monotechnological operations predominate in elective surgery, while polytechnological interventions are more frequently used in emergency cases. In conclusion, the proposed classification allows for the inclusion of current and potential methods, contributing to the refinement of surgical tactics. The study's findings highlight the need for further improvement in emergency minimally invasive surgery and confirm the practical significance of integrating innovative technologies into surgical practice.

Keywords: minimally invasive, interventions, emergency, abdominal, surgery, classification, monotechnological, polytechnological

Введение

В связи с быстрым развитием и активным внедрением малоинвазивных технологий в области абдоминальной хирургии наблюдается значительный рост новых информационных и технологических ресурсов, что подчеркивает важность детального изучения специфики неотложных вмешательств в данной области [1-3]. Тем не менее, несмотря на успехи в анализе и применении инновационных методов, многие устаревшие концепции и терминологические подходы, сформированные в контексте традиционной лапаротомной хирургии, по-прежнему используются, что создает трудности в адаптации и правильной интерпретации современных малоинвазивных стратегий [4-6]. Этот диссонанс между новыми технологиями и старыми парадигмами требует пересмотра подходов и формирования обновленной методологии, соответствующей динамическим изменениям в хирургической практике. Современные достижения в области визуализации, роботизированных систем и информационных технологий открывают новые возможности для повышения точности операций и снижения инвазивности, что делает необходимым создание новой парадигмы, отражающей специфические особенности малоинвазивной хирургии [7-9].

Цель исследования: разработка классификационного подхода для малоинвазивных операций в абдоминальной хирургии, учитывающего динамическое развитие технологий и различные методологические стратегии.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования: объектом исследования выступают пациенты с острой хирургической патологией органов брюшной полости. Предметом исследования являются различные методы малоинвазивных хирургических вмешательств, проведенных в Национальном хирургическом центре Министерства здравоохранения Киргизской Республики в период с 2000 по 2022 год. В общей сложности было выполнено 9298 малоинвазивных операций на органах брюшной полости, из которых 8295 операций проведены лапароскопически, 736 с использованием комбинированных лапароскопических и мини-лапаротомных технологий и 267 с применением минидоступов. Особое внимание в исследовании уделено пациентам с острой хирургической патологией, которым было проведено 4058 хирургических вмешательств: 3275 лапароскопических операций, 734 вмешатель-

ства с применением комбинации лапароскопических и мини-лапаротомных методов, а также 49 операций, выполненных с использованием исключительно мини-лапаротомного доступа.

Классификация малоинвазивных вмешательств была проведена с использованием логистической линейной регрессии, что позволило определить значимость каждого фактора в анализе технологий. Дополнительно для уточнения влияния различных малоинвазивных методов использован метод расчёта относительных весовых коэффициентов, что дало возможность количественно оценить вклад каждой технологии. На финальном этапе была выполнена кластеризация полученных данных с применением метода взвешенного парного центроидного усреднения (WPGMC), что обеспечило высокую точность распределения технологий по группам и выделение структурных закономерностей.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно полученным данным, среди 9298 выполненных малоинвазивных операций соотношение лапароскопических и мини-доступных операций составило 8,3:1,7, что соответствует 8295 и 1003 случаям соответственно. Таким образом, лапароскопические технологии были применены в 83% наблюдений, тогда как мини-лапаротомные методики использовались в 17% случаев. Используя Адлеровскую шкалу соотношений [1], провели оценку равенства и различий между данными подходами, результатом чего стало определение их соотношения как 5:1. Это позволило создать первичную матрицу технологических приоритетов, отражающую значимость каждого метода и представленную в таблице 1.

Таблица 1

Основная матрица технологических приоритетов

	Л*	М**
Л*	1	1/5
М**	5	1
сумма	6,0	1,2

Примечание: Л* – лапароскопические технологии, М** – мини-лапаротомные технологии.

Среднее значение элементов строк составило 0,83 для лапароскопических методик и 0,17 для мини-лапаротомных. Для дальнейшего анализа необходимо построить две нормализованные матрицы, отражающие

весовые соотношения между данными методами, с целью их альтернативного сопоставления (табл. 2).

Таблица 2

Квадратная матрица возможных альтернатив для лапароскопических и мини-лапаротомных технологий

	A*	B**
A*	1	2
B**	½	1
Сумма	1,5	3,0

Примечание: A* и B** – альтернативы малоинвазивных технологий*.

Путём деления элементов каждого столбца на сумму их значений были получены нормализованные матрицы (табл. 3).

Таблица 3

Нормализованная матрица возможных альтернатив для лапароскопических и мини-лапаротомных технологий

	A	B
A	0,66	0,66
B	0,33	0,33

Примечание: A и B – возможные альтернативы малоинвазивных технологий.

Далее произведено умножение полученных значений на коэффициенты, соответствующие матрице приоритетов: 0,83 для лапароскопических и 0,17 для мини-лапаротомных технологий. В результате были рассчитаны два числовых показателя для оценки приоритетности этих технологий. Для лапароскопических методик коэффициенты составили: 0,54 для оперативных вмешательств и 0,27 для вспомогательных процедур. Для мини-лапаротомных мето-

дик аналогичные коэффициенты составили 0,11 и 0,05 соответственно (рис. 1).

Для структурирования операций на основе весовых коэффициентов лапароскопических и мини-лапаротомных компонентов можно применить метод взвешенного парного центроидного усреднения (WPGMC). Этот метод отличается простотой в реализации и ясностью интерпретации, а его алгоритм может быть адаптирован для анализа разнообразных хирургических политехнологий.

Применение данного алгоритма позволяет выявить закономерности в распределении политехнологических хирургических вмешательств. Выделены кластеры операций, в которых несколько малоинвазивных технологий участвуют в различной степени на разных этапах выполнения основной процедуры. Следует также отметить отсутствие единой стандартизированной терминологии для классификации групп хирургических политехнологий. Однако авторы применяли в своей клинической практике стабильные термины для описания различных малоинвазивных политехнологических вмешательств, что способствует унификации и систематизации этих данных.

Первый кластер включает операции с весовыми коэффициентами (л – 0,54 и м – 0,11), где несколько технологий равномерно задействованы в выполнении основного этапа вмешательства (рис. 2). Примером таких операций являются лапароскопическая стволовая ваготомия (ЛСВ) с пилоропластикой через мини-доступ, частичный адгезиолизис (выполненный с использованием как лапароскопических, так и мини-лапаротомных технологий) и лапароскопическая санация брюшной полости с ушиванием прободной язвы через мини-доступ. В случае ЛСВ ваготомия проводилась с применением лапароскопического метода, тогда как пилоропластика выполнялась с помощью аподактильной техники через мини-доступ, предложенной М.И. Прудковым [10, с. 27].

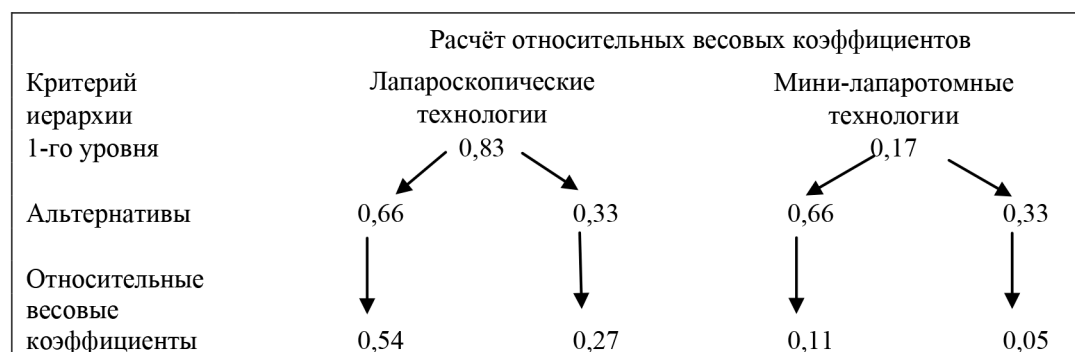


Рис. 1. Относительные весовые коэффициенты лапароскопических и мини-лапаротомных технологий

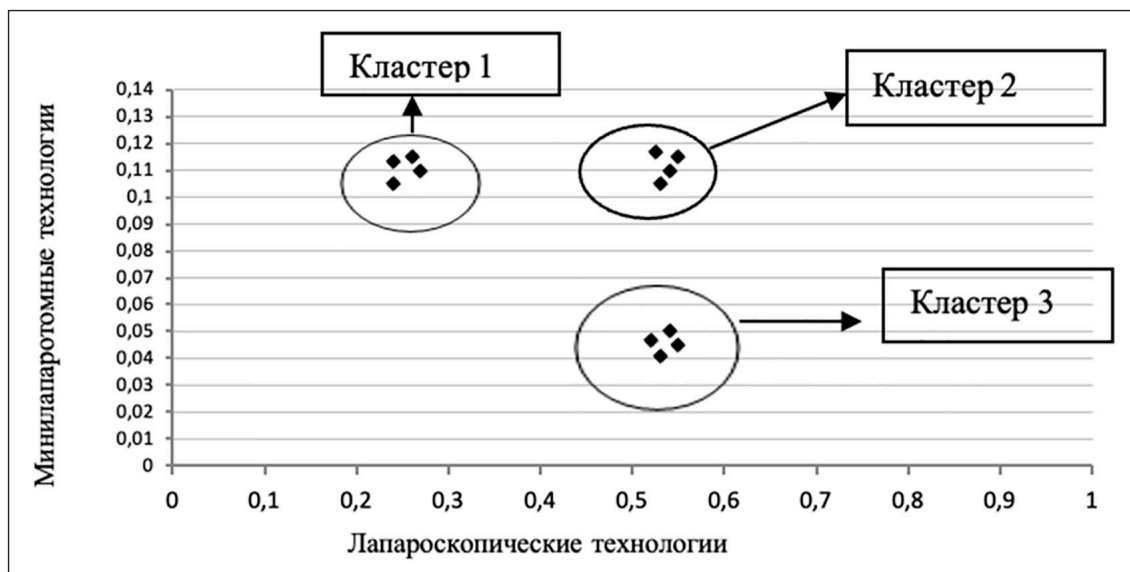


Рис. 2. Пример систематизации хирургических политехнологий по их относительным весовым коэффициентам с использованием метода WPGMC

Остальные операции в данной группе также демонстрируют схожее распределение технологий при выполнении основного хирургического этапа. Вторую группу (кластер) составляют вмешательства, обладающие иной структурной организацией и относительными весовыми коэффициентами ($m = 0,11$, $l = 0,27$). В этих операциях основной хирургический этап осуществляется с применением мини-лапаротомных технологий, в то время как другая методика служит для выполнения вспомогательных манипуляций. Классическими примерами таких вмешательств являются холецистэктомия, аппендэктомия и гастроэнтеростомия, проводимые через мини-доступ. Лапароскопическая техника в данном случае используется для точного определения места мини-лапаротомии, обеспечивая удобный доступ к органу.

Наиболее распространённым в отечественной научной литературе термином для данной группы операций является «лапароскопически ассистированные вмешательства» [10, с. 16]. По мере внедрения малоинвазивных технологий появились другие методы ассистирования, например мануальная ассистенция при видеолaparоскопии (коэффициенты $l = 0,54$, $m = 0,05$). Эти операции можно разделить на Finger Assisted и Hand Assisted Laparoscopic Surgery. В работе Луцевича (2008) предложено определение «гибридные операции», однако этот термин был предложен New в 2001 году для обозначения этапного лечения [1; 10, с. 16].

По итогам анализа 9298 различных минимально инвазивных операций, проделанных при патологиях органов брюшной полости, было установлено, что подавляющее большинство из них составляют монотехнологические вмешательства – 92% ($n=8562$), в то время как политехнологичные операции составляют 8% ($n=736$). В рамках классической хирургической монотехнологии 8295 операций были лапароскопическими, а 267 – мини-доступными. Замечено, что политехнологичные вмешательства преимущественно применялись в условиях неотложной хирургии, в то время как монотехнологические операции чаще выполнялись в плановом порядке.

Как было показано, в 43% случаев ($n=4058$) малоинвазивные операции проводились в условиях острого хирургического заболевания. В частности, монотехнологические процедуры использовались при острой абдоминальной патологии в 38,8% ($n=3324$) случаев, тогда как политехнологичные техники применялись в 99% ($n=734$) случаев.

Детальный анализ политехнологичных вмешательств, основанный на предложенных классификационных признаках, выявил, что комбинированные операции составили 19,8% ($n=146$) наблюдений, в то время как ассистированные – 80,2% ($n=590$). В структуре ассистированных операций наблюдается явное доминирование лапароскопически ассистированных вмешательств с мини-доступом, которые составили 31,4% ($n=231$) всех случаев.

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что с точки зрения системного анализа объект исследования можно рассматривать как сложную динамическую систему, представляющую собой совокупность взаимосвязанных элементов хирургической практики, которые формируют единую целостную структуру [1; 11]. Такой подход позволяет глубже оценить влияние различных малоинвазивных технологий на исходы хирургического лечения и оптимизировать тактику ведения пациентов с неотложной патологией органов брюшной полости.

Это описание отражает динамическую природу системы, подчеркивая важность ее взаимодействий с внешними факторами. Таким образом, экстренная малоинвазивная хирургия может рассматриваться как интегрированная система, включающая множество взаимосвязанных элементов, таких как технологические манипуляции, методы диагностики и терапевтические стратегии. При углубленном анализе технологических аспектов малоинвазивных вмешательств в экстренной хирургии, выявляется сложность структуры этих манипуляций, которые интегрируют различные технологические и методические элементы. Это подчеркивает, что каждая операция представляет собой не просто набор процедур, но целую систему, которая требует комплексного подхода для оптимизации результатов.

Оценка данной системы требует применения системного подхода, который учитывает не только последовательность анализа и интерпретации данных, но и использование классификационных методов. Эти методы, широко применяемые в научных исследованиях, позволяют не только обобщить существующую информацию, но и открыть новые взаимосвязи и закономерности, способствуя развитию инновационных подходов в хирургии [12, с. 17]. Такой классификационный подход опирается на экспертные суждения и строгие математические методы, что делает его универсальным инструментом для анализа новых информационных ресурсов в малоинвазивной абдоминальной хирургии [13].

К хирургическим монотехнологиям относятся такие операции, при которых для проведения вмешательства применяется только один вид технологий – либо лапароскопические методики, либо техники, использующие ограниченный доступ открытым методом. Это позволяет более точно определить принадлежность хирургических процедур к конкретным классам и улучшить качество их классификации.

К классу хирургических политехнологий относится значительно большее количество различных малоинвазивных вмешательств, ключевая особенность которых заключается в комбинировании нескольких различных технологий на протяжении выполнения основного этапа операции. Эти вмешательства обеспечивают повышенную гибкость и позволяют хирургам использовать преимущества каждого из методов, что особенно важно в сложных клинических ситуациях. Для демонстрации высокой точности предложенной классификационной системы требуется представить большее количество клинических примеров, показывающих использование различных политехнологических подходов. Одним из ярких примеров комбинированной операции является лапароскопическая стволовая ваготомия с пилоропластикой, выполняемая с использованием мини-лапаротомного доступа [6; 10, с. 27]. В этом случае одновременно применяются лапароскопические и открытые техники, что позволяет достичь наибольшей эффективности вмешательства и минимизации травматизации пациента.

Одним из наиболее перспективных направлений в хирургии является интеграция малоинвазивных методов с внутрисосудистыми эндоскопическими манипуляциями, выполняемыми через минимальный открытый доступ. Этот метод позволяет значительно расширить возможности хирурга, сочетая преимущества малоинвазивного вмешательства с высокой визуализацией эндоскопических инструментов. Примером применения эндоскопических технологий на этапе основной операции служит методика удаления инородных тел из желудка, которая может быть успешно использована в ряде различных клинических ситуаций, требующих минимальной травматизации и высокой точности.

Хирургические политехнологии также распространяются на операции в ограниченной области брюшной полости, где визуализация операционного поля из минидоступа затруднена анатомическими особенностями или наличием спаек. В таких случаях основной этап операции через малый открытый доступ проводится с использованием лапароскопа, и чаще всего с помощью лапароскопических инструментов, отличных от общих хирургических.

Таким образом, малоинвазивные вмешательства, применяемые в ургентной абдоминальной хирургии, могут быть классифицированы на два ключевых класса: монотехнологические операции и политехнологические операции. Предложенная классификация отличается высокой степенью точ-

ности и универсальностью, что подчеркивает её практическую значимость в хирургической практике. Такой подход позволяет создать универсальное классификационное пространство, которое охватывает как существующие, так и потенциальные методы оперативных вмешательств.

Однако следует подчеркнуть одно важное обстоятельство: политехнологичные операции представляют собой наиболее динамичный и разнообразный класс, постоянно расширяющийся благодаря внедрению новых методов и технологий. Это связано с развитием междисциплинарных подходов, включающих элементы роботизированной хирургии, комбинированные малоинвазивные техники и интеграцию методов визуализации, таких как интраоперационная навигация и трехмерная реконструкция анатомических структур.

Появление таких технологических новшеств значительно расширяет потенциал политехнологичных операций, повышая их эффективность и безопасность. Это особенно актуально для сложных случаев, требующих мультидисциплинарного подхода и использования нескольких технологических решений в рамках одного хирургического вмешательства. Преимущество политехнологий заключается не только в их гибкости, но и в возможности оптимизировать процесс лечения с минимизацией рисков и сокращением реабилитационного периода.

Предложенная классификационная модель не только обобщает существующие данные, но и открывает новые горизонты для внедрения передовых хирургических технологий. Данная модель может быть использована для систематизации хирургических вмешательств и определения наилучших стратегий лечения в зависимости от клинической ситуации, что в конечном итоге способствует улучшению исходов и качества жизни пациентов.

Подобные подходы в литературе обозначаются по-разному: сочетанные, эндоскопически видеосопровождаемые, эндоскопически дополненные, лапароскопически ассистированные, комбинированные, гибридные операции [1].

Так, в одной из работ автором было установлено отсутствие единства терминологий [14], а также автором одной из статей добавлено, что «комбинированная операция – это выполнение нескольких самостоятельных операций одновременно при одном заболевании, а сочетанная операция – при разных заболеваниях» [1]. Это свидетельствует о противоречии в терминологии, что требует дальнейших исследований и систематизации.

Предложенная авторами классификация не включает в себя разделение моно- и политехнологичных операций на подкатегории, так как операции могут выполняться с использованием либо одной технологии (монотехнологичные), либо нескольких (политехнологичные). Поэтому система линейной регрессии для политехнологичных операций неприменима.

Для точного анализа связей между элементами политехнологий необходимо учитывать количественные данные. Используя критерий Кайзера, авторы ранжировали параметры и перевели их в полуколичественные переменные. Если вмешательство проводилось с помощью малоинвазивной технологии – ранг 2, если только отдельные манипуляции – ранг 1.

Этапность применения технологий также учитывалась, а для улучшения систематизации и оценки влияния технологий на политехнологичные операции были рассчитаны относительные весовые коэффициенты на основе парных сравнений [1]. Частое сочетание различных технологий при хирургических вмешательствах наблюдается в комбинации лапароскопических и мини-лапаротомных методик.

Выводы

1. Предложенный подход к классификации операций в хирургии демонстрирует свою практическую значимость и актуальность в условиях стремительного развития технологий и увеличения разнообразия вмешательств.

2. Анализ 9298 малоинвазивных операций при патологиях брюшной полости показал, что монотехнологичные вмешательства доминируют (92%), в то время как в неотложной хирургии предпочтение отдается политехнологичным подходам (99%).

3. Необходимо разработать гибкую классификацию, учитывающую особенности различных технологий, которая будет способствовать повышению эффективности и оптимизации методов лечения в малоинвазивной хирургии, особенно в неотложных ситуациях.

Список литературы

1. Чапыев М.Б., Жортучиев Р.К., Осмонов Т.Ж., Адиев Т.К., Турсуналиев А.К., Алиева Э.И., Жалиева Г.К. К вопросу о «технологической» классификации малоинвазивных операций в экстренной абдоминальной хирургии // Научное обозрение. Медицинские науки. 2023. № 2. С. 16-21.
2. Жортучиев Р.К., Эраалиев Б.А. Сравнительная оценка результатов эндовидеохирургических вмешательств при желчекаменной болезни // Научное обозрение. Медицинские науки. 2019. № 1. С. 16-20.
3. Мамакеев К.М., Абдулаев Д.С., Алыбаев М.Э. Информативность эндоскопических методов исследования

в диагностике перфоративных гастродуоденальных язв // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6–3. С. 488–492.

4. Ибраимов Д.С., Токтосунов А.С., Жусуп уулу У., Сапаров С.Ш. Диагностика и лечение билиарного панкреатита // Научное обозрение. Медицинские науки. 2023. № 1. С. 28–32. DOI: 10.17513/srms.1316.

5. Толоров Ж.Ж., Адиев Т.К. Эффективность мер профилактики раневых осложнений при деструктивном холецистите // Научное обозрение. Медицинские науки. 2021. № 2. С. 25–29.

6. Алыбаев Э.У., Алыбаев М.Э. Сравнительная оценка результатов диагностики и лечения больных с перфоративной язвой желудка и двенадцатиперстной кишки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6–3. С. 466–469.

7. Абдурахманов Ш.Т., Чапыев М.Б. Оценка качества высокотехнологической хирургической экстренной медицинской помощи // Наука. Образование. Техника. 2022. № 3 (75). С. 68–74. DOI: 10.54834/16945220_2022_3_68.

8. Utepbergenov I., Bobrov L., Medyankina I. Principles of creation of information support system for innovative economy in the Republic Kazakhstan. *Economic and Social*

Development: materials digest of the 28th International Scientific Conference on Economic and Social Development (19–20 April 2018, Paris, France). Varazdin, Croatia, 2018. P. 271–276.

9. Utepbergenov I., Bobrov L., Medyankina I., Rodionova Z., Toibaeva S. About the Concept of Information Support System for Innovative Economy in the Republic of Kazakhstan. *ICIT 2019: Recent Research in Control Engineering and Decision Making. Conference proceedings ICIT 2019 (Saratov, Russia, February 7–8, 2019). Springer, Cham. P. 515–526.*

10. Прудков М.И. Основы минимально инвазивной хирургии. Екатеринбург, 2007. 63 с.

11. Герасимов Б.И. Основы теории системного анализа: качество и выбор: учебное пособие. Тамбов, 2013. 79 с.

12. Субботин Л.С. Классификация. М., 2001. 94 с.

13. Борисов А.И., Григорьев С.Г. Классификация малоинвазивных хирургических вмешательств // Эндоскопическая хирургия. 1998. № 4. С. 30–31.

14. Тимербулатов В.М. Малоинвазивные технологии в экстренной абдоминальной хирургии: некоторые организационные и клинические аспекты // Эндоскопическая хирургия. 2021. № 5. С. 63–66.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 616-001.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ НАНЕСЕНИЯ РАН

**Быстрицкая А.С., Ворошилов А.Д., Лисица Г.Т.,
Семенова О.В., Плехова Н.Г., Королев Д.В.**

*ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Владивосток,
e-mail: artemvorosilov28@gmail.com*

Цель данной работы заключается в обзоре современных исследований, посвященных методам моделирования раневого процесса на лабораторных животных. В статье рассматриваются научные данные за последние 17 лет, представленные в системах Google Scholar, Medline, PubMed, eLibrary о роли иммунных компонентов и стволовых клеток в восстановлении мягких тканей, а также изобретения, касающиеся различных методик создания моделей ран. Острая рана представляет собой непредвиденное повреждение кожного покрова, которое, как правило, заживает с предсказуемой скоростью и без осложнений, с нормальным процессом восстановления анатомической и функциональной целостности. В зависимости от механизма травмы раны могут быть классифицированы на резаные, ушибленные, рваные, колотые, разрывные и ожоги. Экспериментальное моделирование ран требует учета их заживления в зависимости от типа животного, а также целей и задач исследования. Применение крупных животных позволяет моделировать множественные раны на одном организме. Среди наиболее распространенных моделей – резаные, эксцизионные и ожоговые. Экспериментальные модели кожных ран позволяют исследовать эффективность лекарственных препаратов и терапевтических методов для ускорения регенерации мягких тканей. Выбор вида животного и метода моделирования с учетом целей исследования является важным этапом работы.

Ключевые слова: раны, модели нанесения ран, лабораторные животные, повреждение, регенерация

METHODS OF MODELING WOUND HEALING PROCESSES
IN LABORATORY ANIMALS

**Bystritskaya A.S., Voroshilov A.D., Lisitsa G.T.,
Semenova O.V., Plekhova N.G., Korolev D.V.**

*Pacific State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Vladivostok, e-mail: artemvorosilov28@gmail.com*

The aim of this work is to review current research dedicated to methods of modeling the wound process in laboratory animals. The article examines the latest scientific data on the role of immune components and stem cells in soft tissue repair, as well as inventions related to various techniques for creating wound models. An acute wound is an unforeseen injury to the skin, which typically heals at a predictable rate and without complications, involving the normal process of restoring anatomical and functional integrity. Depending on the mechanism of injury, wounds can be classified as incised, bruised, lacerated, punctured, tear-off, or burns. Experimental modeling of wounds requires consideration of their healing based on the type of animal, as well as the research objectives and goals. The use of large animals allows for modeling multiple wounds on a single organism. Among the most common models are incised, excisional, and burn wounds. Experimental models of skin wounds enable the investigation of the effectiveness of drugs and therapeutic methods aimed at accelerating the regeneration of soft tissues. Choosing the species of animal and the modeling method, taking into account the research objectives, is an important stage of the work.

Keywords: wounds, wound models, laboratory animals, damage, regeneration

Введение

Важность выбора подходящего подхода к лечению ран различной тяжести, особенно в условиях инфицирования бактериями инфекций не уменьшилась, а фактически стала еще более критичной. Растущее количество пациентов, страдающих от ран различного происхождения, включая пострадавших в результате несчастных случаев, стихийных бедствий и военных конфликтов, подчеркивает настоятельную необходимость поиска новых подходов к эффективной терапии. Более того, расширение масштабов хирургических вмешательств и рост заболеваемости

бактериальными инфекциями после медицинских процедур также указывает на необходимость такого поиска. К сожалению, развитие устойчивости к антибиотикам представляет собой серьезную преграду в решении этой проблемы, поскольку это ограничивает эффективность традиционных методов лечения и требует создания новых терапевтических стратегий. Чтобы преодолеть эти проблемы, исследователи должны сосредоточиться на разработке инновационных решений, которые могут эффективно бороться с бактериальными инфекциями, сводя к минимуму риск развития резистентности [1, 2].

Разработка и внедрение в клиническую практику новых лекарственных препаратов является сложным и длительным процессом, требующим многочисленных экспериментов, в том числе на животных моделях. Существует высокая потребность в создании надежных моделей ран, позволяющих исследовать процесс их заживления в ходе доклинических испытаний новых терапевтических средств. Такие модели должны быть технологически продвинутыми, легко воспроизводимыми и стандартизированными для разных видов экспериментальных животных. Эти модели дают возможность глубже понять процессы заживления ран и оценить влияние системных и местных факторов, фармакологических средств и физических воздействий [2].

Преимущественно, в качестве экспериментальных животных для изучения заживления ран хорошо подходят грызуны, поскольку они доступны по стоимости и с ними легко работать. Раны у таких животных заживают несколько иначе, чем у человека, в первую очередь из-за иного процесса сокращения (стягивание краев раны), из-за более обширного подкожно-поперечно-полосатого мышечного слоя, называемого *panniculus carnosus*, который в значительной степени оказывает влияние на регенерацию мягких тканей. Тогда как у человека основой процесса заживления раны является реэпителизация и образование грануляционной ткани [3–5]. Тем не менее экспериментальное моделирование позволяет решить проблему доклинического испытания новых лекарственных средств и терапевтических подходов для ускорения процесса регенерации мягких тканей.

Цель исследования – провести анализ данных современной литературы, представляющих различные способы моделирования раневого процесса на лабораторных животных.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования был проведен анализ последних данных о роли компонентов иммунной системы и стволовых клеток в восстановлении мягких тканей. Данные были собраны из различных научных источников, таких как Google Scholar, Medline, PubMed и eLibrary. Дополнительно были изучены патенты и научные разработки, посвященные методикам моделирования раневого процесса. Временной диапазон поиска охватывал последние 17 лет, что позволило включить наиболее значимые и актуальные данные, отражающие современные тенденции в изучении заживления ран.

В ходе анализа изначально было отобрано 30 работ, из которых 12 были включены в финальный обзор на основании их соответствия исследуемой теме и качества представленных данных. При подготовке обзора использовались современные принципы систематизации и анализа информации в соответствии с рекомендациями PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), что обеспечивает стандартизацию и прозрачность методов исследования [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Острая рана представляет собой неожиданное повреждение кожи, которое обычно заживает без осложнений и в ожидаемые сроки, восстанавливая при этом анатомическую и функциональную целостность тканей. В зависимости от механизма травмы, раны могут быть классифицированы как резаные, ушибленные, рваные, колотые, разрывные или ожоговые. В процессе экспериментального моделирования ран важно учитывать скорость их заживления, которая зависит от вида лабораторного животного, а также целей и задач исследования. Использование крупных животных позволяет создавать множественные раны на одной особи, что облегчает проведение обширных исследований. Среди наиболее распространенных моделей для воспроизведения острых ран у животных выделяются резаные (инцизионная), эксцизионные и ожоговые модели [7].

Модель резаной раны на животных применяется для изучения новых методов лечения для оценки скорости заживления и образования рубца. Эта модель широко используется для оценки новых методов лечения, анализа скорости заживления и формирования рубцовой ткани. Как правило, в этой модели раны наносятся с помощью скальпеля или острых ножниц на спине животного, параллельно средней линии тела. Разрез затрагивает эпидермис, дерму и подкожную клетчатку, иногда доходя до мышц. В некоторых случаях применяется электрокоагуляция или лазер, хотя электрокоагуляция может вызывать термическое разрушение тканей, что отличает такие раны от полученных с помощью острых инструментов. Модели первичного заживления включают соединение краев раны с помощью швов, скоб или клипс, что способствует формированию грануляционной ткани и эпителия. Вторичное заживление более предпочтительно для изучения долгосрочного рубцевания, так как рана остается открытой, что ведет к формированию фибри-

нового сгустка, который затем замещается грануляционной тканью, сопровождаясь эпителизацией и сокращением раны [7].

Моделирование линейной раны. Линейные раны наносятся при соблюдении асептических условий и могут сопровождаться вживлением шовного материала для исследования процесса заживления. Недостатки данного способа заключаются в возможности моделирования небольших асептических линейных ран, неосложненных гнойно-воспалительным процессом при неконтролируемой площади в результате отсутствия фиксации их краев, поэтому этот способ не универсален и без возможности создания условий, приближенных к реальности [2].

Модель линейной раны. Для выполнения модели линейной раны животное фиксируют под общей анестезией. В области лопаток на спине подготавливают операционное поле размером 6,0×4,0 см: кожу бреют, а затем обрабатывают антисептиками – трехкратно 5% раствором йода и однократно 3% раствором хлоргексидина биглюконата. Линейный разрез длиной 1,0–1,5 см выполняется по паравертбральной линии скальпелем, затрагивая кожу, подкожную жировую клетчатку, поверхностную фасцию и мышечную ткань [2].

Модель раны с иссечением кожи и раздавливанием ее краев. Для создания этой модели на предварительно депилированной коже бедренно-ягодичной области животного с использованием картонного шаблона маркером наносят контур будущей раны диаметром 2,5 см. Кожу обрабатывают антисептическим раствором «Инол» дважды, после чего выполняется местная анестезия 0,5% раствором новокaina. Через 7–10 минут скальпелем производится иссечение кожи и подкожной клетчатки до поверхностной фасции. Затем края раны раздавливаются с помощью зажима Кохера, после чего в нее вводится 2 мл взвеси бактерий, содержащей 10^9 микробных тел на 1 мл, которые были выращены на агаре в течение 24 ч. После этого, для герметизации, предотвращения травмирования раны и ее обсеменения микроорганизмами, к краям подшивается обвивным непрерывным швом капроновой нитью пластмассовое кольцо с высотой бортика 1,2 см и диаметром 2,5 см с крышкой, в которое вставляется сухой стерильный марлевый шарик. Для предотвращения перегрызания лигатур и нанесения дополнительных травм друг другу крысы должны находиться в индивидуальных клетках при свободном доступе к пище и воде [1, 8].

Модель раны с удалением кожи и подлежащей жировой клетчатки. У крыс подане-

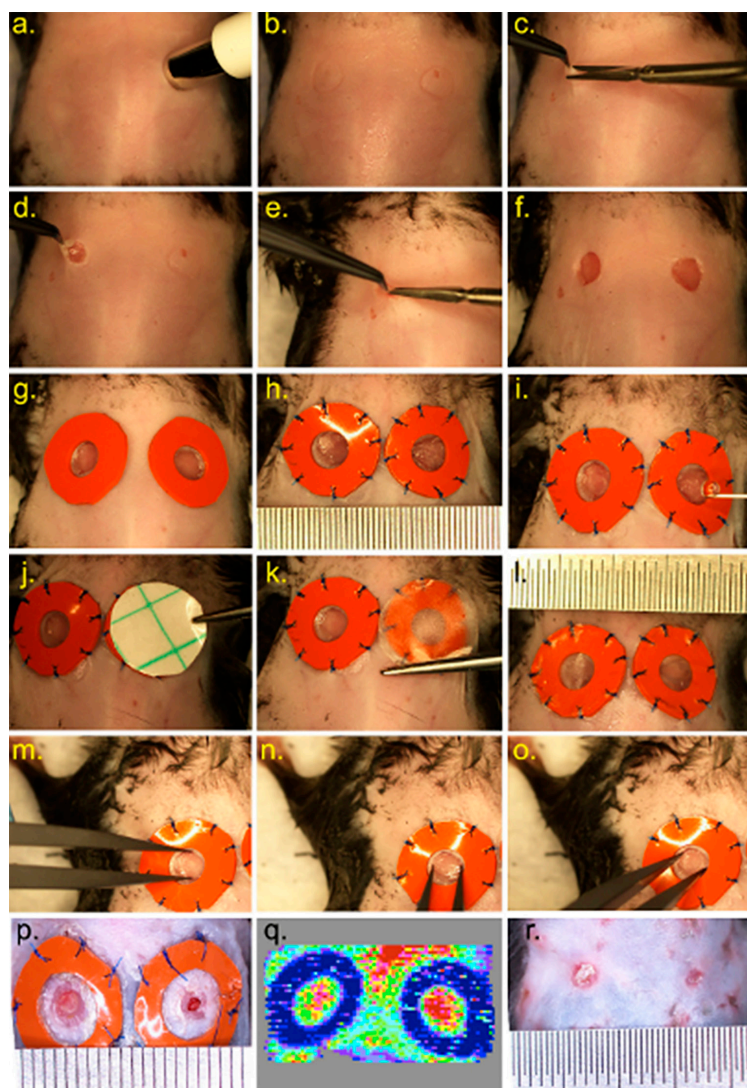
стезией (ингаляция изофлурана) на спине, ближе к голове, на уровне лопаток подготавливают операционное поле, для чего удаляют шерсть, обрабатывают кожным антисептиком и подсушивают стерильной салфеткой. Затем с использованием трафарета и хирургического маркера наносится контур раны диаметром 2 см и с помощью ножниц удаляется участок кожи с подлежащей жировой клетчаткой. Рана покрывается сухой стерильной марлевой салфеткой, прокладывается слоем полиэтиленовой пленки и фиксируется бинтом на 48 ч, после чего повязка снимается и до конца периода наблюдения остается открытой [9].

Модель хронических кожных ран. Для создания модели хронических кожных ран применяется устройство, представляющее собой плоское полимерное кольцо, оборудованное фиксирующими элементами, изготовленными из нерассасывающихся шелковых лигатур. Эти лигатуры проходят через отверстия кольца с осями, параллельными его оси, которые расположены равномерно по окружности и равноудалены от его наружной и внутренней стенок. Данное устройство в условиях экспериментальной лаборатории позволяет моделировать длительно не заживающие раны кожи у резистентных животных с устойчивой регенерацией кожных покровов при длительном сроке полной эпителизации. Такая модель необходима для исследования механизмов хронического воспаления и изучения репаративных процессов в тканях, она дает возможность для изучения кинетических, патоморфологических, микробиологических и биохимических процессов. Кроме того, она может быть использована для изучения влияния лекарственных и физиотерапевтических средств, ускоряющих репаративные процессы в коже. Данная модель также позволяет оценить эффективность перевязочного материала, трансплантатов и других медицинских изделий, которые могут использоваться для ускорения процессов регенерации тканей [10].

Модель ран с циркулярным и двумя параллельными разрезами. Для формирования модели с циркулярным и двумя параллельными разрезами, лабораторному животному, в данном случае мыши, под общей анестезией тщательно удаляют шерсть в межлопаточной области, затем по центру спины иссекают полнослойное циркулярное отверстие диаметром 5–7 мм, после чего наносят два параллельных разреза, симметрично расположенных относительно круглого отверстия и идущих от шейного отдела к нижней части спины. Длина разрезов составляет 30 мм, расстояние между ними

10 мм. Участок кожи между разрезами отделяют от подкожной фасции и сосудов, кровоснабжающих полученный лоскут с краниальной и каудальной сторон, а также располагающихся латерально относительно лоскута. Для фиксации краев кожного лоскута и придания ему устойчивой структуры лоскут подворачивают внутрь раны, а края закрепляют шестью хирургическими

швами с каждой стороны. Таким образом, получается H-образный ишемизированный кожный лоскут с круглой раной по центру. Преимуществом данного способа является создание длительно не заживающей раны, которая не содержит удерживающих конструкций (колец), что приближает предложенную модель к человеческой кожной ране [11].



Операция по заживлению ран и послеоперационные измерения:

После удаления волос и подготовки кожи йодом и спиртом (a–b), с помощью биопсийного перфоратора аккуратно очерчивают два круга на тыльной стороне, по обе стороны от средней линии. (c) Затем делается небольшой разрез и (d) удаляется круглый кусочек кожи, (e) включая карнозную мышцу, (f) для создания двух глубоких ран. (g) Затем на силиконовые шины наносится клей, и шины приклеиваются к периметру раны. (h) Затем шины закрепляются швами. (i) Лечение проводится местно, и (j–k) на рану накладывается окклюзионная прозрачная повязка и приклеивается к шинам (при необходимости можно использовать клей). (l) Ежедневно делают микрофотографии, и площадь раны рассчитывается по среднему значению трех измерений диаметра по осям (m) y, (n) x и (o) z. (p) Репрезентативная фотография ран на 10-й день, отмечающая меньшую рану справа, которая была обработана терапевтическим составом. (q) Репрезентативное лазерное доплеровское изображение кровоснабжения раны на 6-й день. (r) пример быстрого сужения раны после снятия силиконовых шин [5]

Модель раны с использованием силиконовой шины. Животным вызывается общая анестезия с использованием 5% изофлурана в 100% растворе кислорода (скорость потока 1 л/мин) при поддерживающей 1–3% изофлураном. Затем подготавливается операционное поле путем удаления шерсти и протирания кожи спиртовым тампоном, затем наносятся два слоя 10% повидон-йода (бетадина). Стерильным 4-миллиметровым биопсийным перфоратором очерчиваются два круглых контура раны по обе стороны от средней линии спины мыши на уровне лопаток. Зазубренными щипцами приподнимается кожа в середине контура, и микрохирургическими ножницами наносятся раны с разных сторон от средней линии, включая подкожную клетчатку, *carnosus*, с иссечением мышечного слоя. Заранее подготовленная силиконовая шина накладывается вокруг двух нанесенных 10-миллиметровых ран на всю толщину биопсии, предотвращая сокращение *panniculus carnosus* с заживлением по типу эпителизации и ангиогенеза. Две шинированные раны позволяют одновременно проводить экспериментальное исследование и самостоятельным контролем. Оценка реперфузии крови с использованием лазерной доплерографии показала, что шина одновременно останавливает механизм сокращения заживления и удлиняет процесс заживления хронической раны. Недостатками этой модели являются локальное воспаление, вызывающее разрушение швов, вмешательство самих животных, царапающих или кусающих швы, а также возможность попадания любого местного терапевтического средства, нанесенного на контрольную рану, в систему кровообращения [5, 12].

Заключение

Воспроизведение различных экспериментальных моделей нанесения кожных ран является важным инструментом для оценки эффективности новых лекарственных средств и терапевтических подходов к ускорению регенерации мягких тканей, а также для более глубокого понимания механизмов их заживления и патогенеза. В условиях широкого выбора экспериментальных животных и разнообразных моделей кожных ран исследователь должен заранее определить наиболее под-

ходящий вид животного и метод воспроизведения ран, ориентируясь на цели и задачи эксперимента.

Список литературы

1. Гиннок В.А. Методика моделирования острого местного гнойно-воспалительного процесса у лабораторных животных и проведения эксперимента по лечению полученных гнойных ран с помощью фоторегуляторной и фотодинамической терапии // Международный журнал. 2009. № 1. С. 44–46.
2. Гуменюк С.Е., Гайворонская Т.В., Гуменюк А.С., Ушмаров Д.И., Исянова Д.Р. Моделирование раневого процесса в экспериментальной хирургии // Кубанский научный медицинский вестник. 2019. Т. 26, № 2. С. 18–25. DOI: 10.25207/1608-6228-2019-26-2-18-25.
3. Королев Д.В., Плехова Н.Г., Шуматов В.Б. Местное лечение инфицированных ран в зависимости от фазы раневого процесса // Пульс. 2023. Т. 25, № 7. С. 69–75. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-7-69-75.
4. Цибулевский А.Ю., Дубовая Т.К., Демьяненко И.А. Моделирование заживления ран кожи // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2020. Т. 10, № 4. С. 64–71. DOI: 10.29039/2224-6444-2020-10-4-64-71.
5. Dunn L., Prosser H.C., Tan J.T., Vanags L.Z., Ng M.K., Bursill C.A. Murine model of wound healing // J Vis Exp. 2013. № 75. e50265. DOI: 10.3791/50265.
6. Белобородов В.А., Воробьев В.А., Семинский И.Ж., Калягин А.Н. Порядок выполнения систематического обзора и метаанализа по протоколу PRISMA // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. 2023. № 12. С. 5–9.
7. Довнар Р.И. Моделирование кожных ран в эксперименте // Новости хирургии. 2021. № 4. С. 480–489. DOI: 10.18484/2305-0047.2021.4.480.
8. Харитонов Д.Ю., Коваленко А.Ю. Моделирование гнойной раны у крыс // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2017. № 69. С. 57–60.
9. Галагудза М.М., Торопова Я.Г., Бельский Ю.П., Бельская Н.В. Способ моделирования инфицированной раны на крысах SPF категории // Патент РФ № 2746435. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2021. МПК А61В 17/00 G09В 23/28. Заявл. 2020-04-03; опубл. 2021-04-14.
10. Погодина М.А., Шехтер А.Б., Руденко Т.Г. Устройство для моделирования ран кожи // Патент РФ № 72348. Патентообладатели: Погодина Мария Александровна, Шехтер Анатолий Борухович, Руденко Татьяна Георгиевна. 2008. МПК G09В 23/28. Заявл. 06.11.2007; опубл. 10.04.2008.
11. Воротеляк Е.А., Роговая О.С., Суханов Ю.В., Моргун Е.И., Риппа А.Л. Способ моделирования длительно не заживающих ран для оценки ранозаживляющего действия биомедицинских клеточных продуктов // Патент РФ № 2 702 603. Патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН. 2019. МПК G09В 23/2. Заявл. 2018.12.27; опубл. 2019.10.08.
12. Zindle J.K., Wolinsky E., Bogie K.M. A review of animal models from 2015 to 2020 for preclinical chronic wounds relevant to human health // J Tissue Viability. 2021. Vol. 30, Is. 3. P. 291–300. DOI: 10.1016/j.jtv.2021.05.006.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

УДК 616-002.5:616.9

**КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР НЕТИПИЧНОГО ПРОТЕКАНИЯ
ТУБЕРКУЛЕЗА НА ФОНЕ ИНФЕКЦИИ, ВЫЗВАННОЙ
ВИРУСОМ ИММУНОДЕФИЦИТА ЧЕЛОВЕКА****Барканова О.Н., Гагарина С.Г., Аликанкина Д.Д.***ФГБОУ «Волгоградский государственный медицинский университет»**Министерства здравоохранения Российской Федерации,**Волгоград, e-mail: s.g.gagarina@mail.ru*

На поздних стадиях инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека, на фоне выраженного иммунодефицита туберкулезный процесс становится более распространенным, с тенденцией к диссеминации, с множественными внелегочными локализациями, бактериовыделение, как правило, отсутствует. Наличие тяжелых оппортунистических инфекций в значительной степени осложняет течение туберкулезного процесса и затрудняет организацию полноценной химиотерапии, что приводит к высокой летальности больных от туберкулеза на поздних стадиях инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека. Цель исследования – изучить особенности протекания туберкулеза на фоне инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека на клиническом примере. Представлен случай нетипичного протекания туберкулеза на фоне инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека. В статье рассмотрено течение заболевания, проведен анализ лабораторных и инструментальных исследований. Пациентка К., 47 лет, страдала болезнью, вызванной вирусом иммунодефицита человека, с проявлением множественных инфекций (оральный кандидоз и кандидоз пищевода, цитомегаловирусная инфекция), вторичными заболеваниями на фоне фиброзно-кавернозного туберкулеза легких в фазе прогрессирования, но без бактериовыделения, с кавернами в верхних долях обоих легких, бронхогенной диссеминацией в нижние доли с формированием множественных фокусов по типу казеозной пневмонии. Тяжелое течение заболевания привело к смерти пациентки при явлениях нарастающей полиорганной недостаточности. Диагноз туберкулеза верифицирован в результате посмертного патологоанатомического исследования.

Ключевые слова: туберкулез, кровохарканье, компьютерная томография, вирус иммунодефицита человека, лечение

**A CLINICAL EXAMPLE OF AN ATYPICAL COURSE OF TUBERCULOSIS
ON THE BACKGROUND OF INFECTION CAUSED
BY THE HUMAN IMMUNODEFICIENCY VIRUS****Barkanova O.N., Gagarina S.G., Alikankina D.D.***Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: s.g.gagarina@mail.ru*

In the late stages of infection caused by the human immunodeficiency virus, against the background of severe immunodeficiency, the tuberculosis process becomes more common with a tendency to dissemination with multiple extrapulmonary localizations, bacterial excretion is usually absent. The presence of severe opportunistic infections significantly complicates the course of the tuberculosis process and makes it difficult to organize full-fledged chemotherapy, which leads to a high mortality rate of tuberculosis patients in the late stages of infection caused by the human immunodeficiency virus. The aim of the study was to study the features of tuberculosis against the background of infection caused by the human immunodeficiency virus using a clinical example. A case of atypical tuberculosis on the background of infection caused by the human immunodeficiency virus is presented. The article examines the course of the disease, analyzes laboratory and instrumental studies. Patient K., 47 years old, suffered from a disease caused by the human immunodeficiency virus with multiple infections (oral candidiasis and esophageal candidiasis, cytomegalovirus infection), secondary diseases on the background of fibrous-cavernous pulmonary tuberculosis in the progressive phase, but without bacterial excretion, with cavities in the upper lobes of both lungs, bronchogenic dissemination in the lower lobes with the formation of multiple foci of the type of caseous pneumonia. The severe course of the disease led to the death of the patient with symptoms of increasing multiple organ failure. The diagnosis of tuberculosis was verified as a result of a postmortem pathological and anatomical examination.

Keywords: tuberculosis, hemoptysis, computed tomography, human immunodeficiency virus, treatment

Введение

Туберкулез в Российской Федерации является одной из главных инфекций у лиц, инфицированных вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ) [1, 2]. Выраженность клинического проявления туберкулеза у ВИЧ-инфицированных в значительной степени зависит от угнетения клеточного иммунитета. На начальной стадии, когда по-

казатели иммунитета остаются достаточно высокими, проявления туберкулеза не отличаются от клинической и рентгенологической картины у ВИЧ-отрицательных пациентов. На поздних стадиях ВИЧ-инфекции на фоне выраженного иммунодефицита туберкулезный процесс становится более распространенным, с тенденцией к диссеминации, с множественными внелегочными локализациями. На поздних стадиях

развиваются наиболее тяжелые, остро прогрессирующие и распространенные процессы. Туберкулезные изменения в легких у больных ВИЧ-инфекцией отличаются более частым развитием прикорневой аденопатии, милиарных высыпаний, наличием преимущественно интерстициальных изменений и образованием плеврального выпота. Примерно в половине всех случаев туберкулез опережает другие проявления синдрома приобретенного иммунодефицита в среднем на 2 года [3, 4].

Более высокая эффективность комплексной антиретровирусной и противотуберкулезной терапии объясняется восстановлением и нормализацией иммунных реакций организма [5]. Наличие тяжелых оппортунистических инфекций в значительной степени осложняет течение туберкулезного процесса и затрудняет организацию полноценной химиотерапии, что приводит к высокой летальности больных от туберкулеза на поздних стадиях ВИЧ-инфекции.

Цель исследования – рассмотреть особенности протекания туберкулезного процесса на фоне ВИЧ-инфекции на клиническом примере.

Материалы и методы исследования

Пациентка К., 47 лет, инвалид 2 группы по туберкулезу, постоянный житель села, дети (дочь 23 года и сын 20 лет) проживают отдельно. Имеет вредные привычки – курит, злоупотребляет алкоголем, ранее употребляла наркотические препараты. С 2000 г. наблюдается в Центре по профилактике и борьбе с инфекционными заболеваниями с диагнозом: ВИЧ-инфекция, стадия 4Б, фаза прогрессирования. Антиретровирусную терапию (АРВТ) получала нерегулярно.

Туберкулез легких выявлен впервые в 2011 г. при обращении к терапевту. С диагнозом: Инфильтративный туберкулез верхней доли правого легкого в фазе распада, обсеменения, лечилась стационарно в Волгоградском областном клиническом противотуберкулезном диспансере (ГБУЗ ВОКПД) и затем амбулаторно нерегулярно. В 2018 г. туберкулезный процесс трансформировался в фиброзно-кавернозную форму, выделение микобактерий туберкулеза с мокротой отсутствовало. В январе 2022 г. лечение прервала.

С 14.03.2022 по 01.04.2022 находилась на стационарном лечении в инфекционном отделении с диагнозом: Коронавирусная инфекция COVID-19, вирус не идентифицирован, среднетяжелая форма. Двусторонняя полисегментарная пневмония средней степени тяжести.

Получала противовирусную терапию (согласно версии 15 клинических рекомендаций по лечению коронавирусной инфекции) – фавипиравир, эниксум, дексаметазон, цефтриаксон, омепразол. Выписана с выздоровлением по поводу коронавирусной инфекции (контрольная мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки без признаков вирусного поражения легких) с рекомендацией лечения у фтизиатра. От лечения в противотуберкулезном стационаре пациентка отказалась, амбулаторно противотуберкулезные препараты не принимала.

В сентябре 2022 г. отмечала ухудшение самочувствия – кашель со слизисто-гнойной мокротой, кровохарканье, одышка при незначительной физической нагрузке. Госпитализирована в ГБУЗ ВОКПД 21.09.2022. Диагноз основной: ВИЧ-инфекция, стадия 4В, фаза прогрессирования на фоне нерегулярного приема АРВТ. Лабораторный иммунодефицит (16.03.22 CD 4 абс. 8 клеток). Лимфаденопатия.

Вторичные инфекции: Фиброзно-кавернозный туберкулез легких в фазе инфильтрации, обсеменения МБТ (-).

Осложнения: Кровохарканье. Гипохромная анемия средней степени тяжести. Полиорганная недостаточность (почечная недостаточность, хроническая легочно-сердечная недостаточность, синдром эндогенной интоксикации). Белково-энергетическая недостаточность. Персистирующий оральный кандидоз.

Отмечалось развитие почечной недостаточности (мочевина крови 22,9 ммоль/л, креатинин крови 387 мкмоль/л). В общем анализе крови явления гипохромной анемии (гемоглобин 66 г/л, эритроциты $2,7 \cdot 10^{12}$, цветовой показатель 0,73), лейкопения (лейкоциты $1,9 \cdot 10^9$), выраженные воспалительные изменения (скорость оседания эритроцитов 71 мм/ч). В мокроте многократно методами микроскопии с окраской по Цилю–Нильсену, посев на плотные и жидкие питательные среды, микобактерии туберкулеза (МБТ) не выявлены.

Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки (МСКТ ОГК) от 24.10.22. Справа и слева во всех отделах легких определяются множественные полиморфные очаги и сливные фокусы инфильтрации с нечеткими, местами четкими контурами, размером до $80 \cdot 64$ мм, в структуре некоторых кальцинированные включения. Во всех отделах легких фиброзные полости размером до $48 \cdot 25$ мм с инфильтрацией (рис. 1).

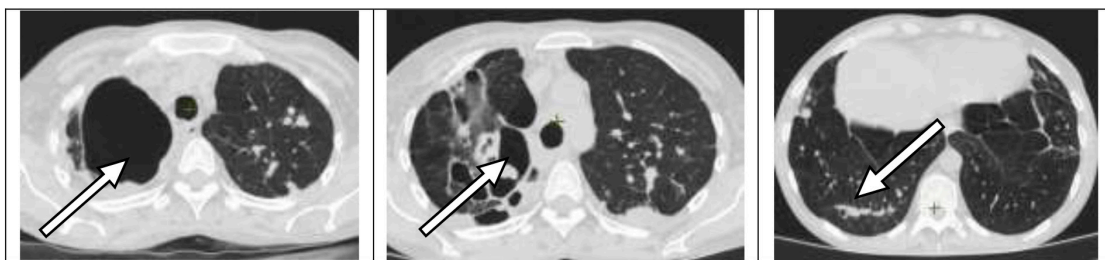


Рис. 1. МСКТ органов грудной полости больной К. от 24.10.2022 (описание в тексте)



Рис. 2. МСКТ органов грудной полости больной К. от 26.10.2023 (описание в тексте)

В связи с длительной неэффективной противотуберкулезной химиотерапией переведена на 4 эмпирический режим (пиразинамид, этамбутол, протионамид, теризидон, левофлоксацин). Отмечена положительная клиническая динамика (уменьшение интоксикационного, бронхолегочного синдромов, прибавила в весе 7 кг, снижение креатинина крови до 103 мкмоль/л). Пациентка самостоятельно покинула стационар 20.12.2022 г., амбулаторно противотуберкулезные и антиретровирусные препараты принимала нерегулярно.

Ухудшение общего самочувствия с августа 2023 г., когда усилилась одышка при физической нагрузке, общая слабость, возобновилось кровохарканье. Госпитализирована в ГБУЗ ВОКПД 23.10.2023 в состоянии средней степени тяжести. Правильного астенического телосложения, пониженного питания (рост 154 см, вес 37 кг). Кожные покровы и видимые слизистые оболочки бледные. В надключичной области справа пальпируется увеличенный лимфатический узел 1,5*1,5 см, безболезненный, не спаян с окружающими тканями. ЧД 22 в мин, ЧСС 96 в мин, АД 100/77 мм рт. ст. Сатурация кислорода 95 % без кислородной поддержки. При аускультации в легких дыхание ослаблено, по всем легочным полям сухие хрипы. Тоны сердца приглушены, ритм правильный, ускоренный. Живот мягкий, безболезненный при пальпации во всех отделах. Печень выступает из-под края ребер-

ной дуги на 2 см, эластичная, безболезненная. Периферических отеков нет.

В общем анализе крови сохранялись явления гипохромной анемии, лейкопения, лимфопения, воспалительная реакция (гемоглобин 104 г/л, эритроциты $4,12 \cdot 10^{12}$, тромбоциты $168 \cdot 10^9$, лейкоциты $4,2 \cdot 10^9$, лимфоциты 10 %, скорость оседания эритроцитов 51 мм/ч). В мокроте методами микроскопии, полимеразно-цепной реакции, посева на жидкие и плотные питательные среды многократно МБТ не выявлены. Выполнена пункция надключичного лимфатического узла, в пунктате неоклеток и МБТ не выявлено.

МСКТ ОГК от 26.10.23. Справа и слева во всех отделах легких на фоне выраженных фиброзных изменений определяются множественные полиморфные очаги и сливные фокусы инфильтрации с нечеткими контурами, в структуре некоторых определяются кальцинированные включения. Во всех отделах легких определяются множественные многокамерные полости деструкции размером до 109*99 мм. Полости деструкции справа в верхней доле и слева в 6 сегменте заполнены неоднородным содержимым плотностью 18–25 НУ, стенки некоторых полостей неравномерно утолщены. ВГЛУ гиперплазированы до 17*10 мм (рис. 2).

Функция внешнего дыхания от 07.11.23 – нарушение вентиляции по рестриктивному типу, дыхательная недостаточность 2–3 степени. Иммунон статус 19.10.23. CD 4 абс.

98 клеток, CD 8 абс. 577 клеток, CD4/CD8 0,17, вирусная нагрузка 7300. Посев мокроты на неспецифическую флору 26.10.23 – умеренное количество *N. subflava*, *Str. Viridans*. 11.12.23 Анализ крови – выявлена ДНК цитомегаловирусной инфекции. 10.11.23 С-реактивный белок более 100 мг/мл.

Офтальмолог. Пресбиопия, ангиоретиносклероз, ретиноваскулит, ассоциированный ВИЧ. *Лор.* Нейросенсорная потеря слуха двусторонняя. Перфорация носовой перегородки. *Инфекционист.* ВИЧ-инфекция, стадия 4Б, фаза неустойчивой ремиссии на фоне АРВТ. Персистирующий оральная кандидоз. Отмечается отрицательная лабораторная динамика. Хроническая цитомегаловирусная инфекция. Хронический вирусный гепатит С. Лимфаденит надключичной области справа неуточненной этиологии. *Терапевт.* Кардиомиопатия смешанного генеза. Хроническая сердечная недостаточность ФК 3–4. Анемия средней степени. Умеренная белково-энергетическая недостаточность.

Заочная консультация ФГБУ «НМИЦ ФПИ» («Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний») 28.11.23. Заключение. У пациентки сформировался фиброзно-кавернозный туберкулез легких. В настоящее время на фоне отрицательной рентгенологической динамики МБТ не выявлены при полостном распространенном процессе, с наличием легочного кровотечения. Больше данных за аспергилез легких.

Проводилась противотуберкулезная терапия (пиразинамид 1,0, протионамид 0,5, теризидон 0,5, левофлоксацин 0,5), АРВТ (ламивудин 300 мг, тенофовир 300 мг, элсульфавирин 20 мг), гемостатическая терапия, противогрибковая терапия (вориконазол 200 мг внутривенно № 4, затем флюконазол 150 мг внутривенно № 10, затем флюконазол 150 мг капсулы № 14), противовирусная терапия (ганцикловир 5 мг/кг 2 раза в день 21 день, затем поддерживающая терапия 900 мг/сутки).

На фоне проводимой терапии состояние пациентки оставалось тяжелым за счет легочно-сердечной недостаточности, интоксикационного синдрома, белково-энергетической недостаточности. Жалобы на общую слабость, кашель с вязкой мокротой, кровохарканье сохраняется, одышка при незначительной физической нагрузке, потеря аппетита, субфебрильная лихорадка.

МСКТ ОГК от 15.01.24. Справа и слева во всех отделах легких на фоне выраженных фиброзных изменений определяются множественные полиморфные очаги и сливные фокусы инфильтрации с нечеткими, некоторые с четкими контурами; в структуре некоторых определяются кальцинированные включения. Во всех отделах легких определяются множественные, многокамерные полости деструкции размером 104*99 мм. Полости деструкции справа в верхней доле и слева в 6 сегменте заполнены неоднородным содержимым плотностью 18–25 НУ, стенки некоторых полостей неравномерно утолщены. Внутригрудные лимфатические узлы – одиночные гиперплазированы до 17*10 мм. По сравнению с МСКТ ОГК от 26.10.23 отмечается нарастание жидкостного компонента в полости в 6 сегменте слева (рис. 3, 4).

23.01.2024 наступило ухудшение самочувствия – усилилась общая слабость, одышка, появилось «чувство заложенности в груди», фебрильная лихорадка, кашель с большим количеством мокроты. АД 85/56 мм рт. ст. ЧСС 82 в мин. ЧД 22 в мин. Сатурация кислорода 90 % без кислородной поддержки, 95 % на кислородной поддержке 6 л/мин.

Анализ ПЦР на COVID-19, *Influenzae virus A* от 23.01.24 – положительно. Иммунный статус 23.01.24. CD 4 абс. 18 клеток (отмечается выраженная лабораторная отрицательная динамика). Продолжила лечение в инфекционном отделении с диагнозом: Коронавирусная инфекция, вирус идентифицирован от 23.01.24. Грипп А, вирус идентифицирован от 23.01.24.

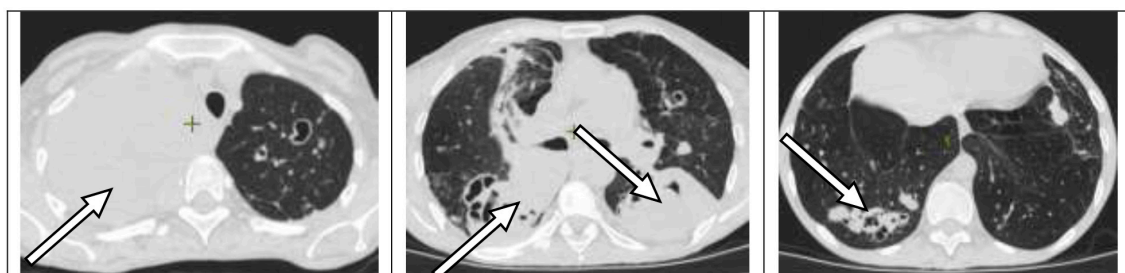


Рис. 3. МСКТ органов грудной полости больной К. от 15.01.2024 (описание в тексте)

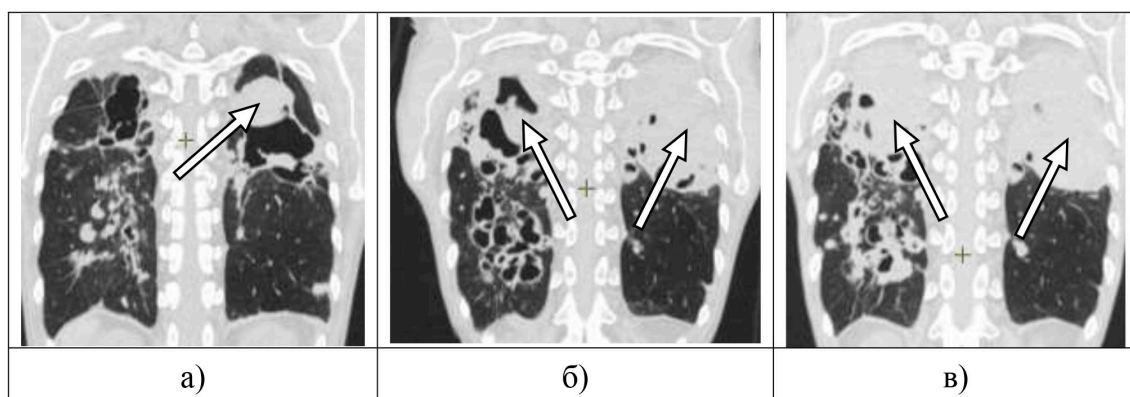


Рис. 4. МСКТ органов грудной полости больной К. в динамике: а) 24.10.2022; б) 26.10.2023; в) 15.01.2024 (описание в тексте)

Переведена для продолжения лечения в отделение реанимации ГБУЗ ВОКПД 05.02.24 в тяжелом состоянии. Жалобы на кашель с большим количеством мокроты с примесью сгустков алой крови, выраженная общая слабость, одышка в покое, усиливающаяся во время разговора. ЧД 23 в мин, ЧСС 90 в мин, АД 90/60 мм рт. ст. Сатурация кислорода 88 % на кислородной поддержке 6 л/мин.

Консультация заочная ФГБУ «НМИЦ ФПИ» от 09.02.2024. Заключение: клиническая картина и рентгенологические изменения соответствуют аспергиллезу легких. Показано назначение курса вориконазола длительно. Противотуберкулезную терапию отменить.

Проводилась трансфузия эритроцитарной массы, гемостатическая терапия (транексамовая кислота, этамзилат), АРВТ, симптоматическая терапия (верошпирон 25 мг, омепразол 20 мг). Несмотря на проводимое лечение состояние пациентки прогрессивно ухудшалось, 09.02.24 констатирована биологическая смерть при нарастающих явлениях легочно-сердечной недостаточности.

Посмертный диагноз. Основное заболевание. Болезнь, вызванная ВИЧ-инфекцией стадия 4В, фаза неустойчивой ремиссии на фоне АРВТ.

Вторичное заболевание. Фиброзно-кавернозный туберкулез легких в фазе инфильтрации МБТ (-).

Осложнения. Кровохарканье ДН 2–3 ст. ХСН ФК 3–4. Гипохромная анемия 3 ст. Белково-энергетическая недостаточность.

Сопутствующий диагноз. Аспергиллез легких. Хронический вирусный гепатит С. Кардиомиопатия смешанного генеза. Лимфаденит надключичной области справа неуточненной этиологии. Персистирующий оральная кандидоз. Хроническая цитоме-

галовирусная инфекция. Ретиноваскулит, ассоциированный В20. Нейросенсорная потеря слуха двусторонняя. Перенесенная коронавирусная инфекция, вирус идентифицирован от 23.01.24. Грипп А, период реконвалесценции, вирус идентифицирован 23.01.24

Протокол патологоанатомического вскрытия. В правой плевральной полости около 300 мл мутной жидкости с нитями фибрина. Ткань легкого на разрезе красного цвета, с очагами серо-розового цвета. Верхние доли обоих легких представлены множественными сливными полостями, заполненными как рыхлым, так и вязким содержимым серо-красного цвета. На разрезе в верхних долях обоих легких определяются множественные просовидные, местами сливные уплотнения, диаметром 0,1–0,2 см, серого цвета. Прикорневые и паратрахеальные лимфатические узлы диаметром до 1,5 см, серо-коричневого цвета, плотно-эластичной консистенции, местами спаяны между собой.

Гистологическое исследование. Легкие: фокусы эмфиземы, поля разрастания соединительной ткани, дистелектазы, внутрисосудистые эритростызы, эритроцитарные тромбы, внутриальвеолярный и интерстициальный отек; очаги казеозного некроза с распадом в центре, окруженные лимфоидной инфильтрацией; стенка каверны, представленная элементами грануляционной ткани, соединительной ткани, полями казеозного некроза; в части просвета альвеол макрофаги, скопление лимфоцитов, с примесью сегментоядерных лейкоцитов, фибрин; отмечается очаговая периваскулярная лейкоцитарная инфильтрация; бронхи имеют гофрированный вид, стенки бронхов утолщены, с разрастаниями соединительной ткани, инфильтрированы лейкоцитами,

в просвете бронхов слизь, слущенный эпителий, лейкоциты, эритроциты, фибрин.

Патологоанатомический диагноз. Основное заболевание. Болезнь, вызванная ВИЧ-инфекцией, стадия 4В, фаза нестойкой ремиссии на фоне АРВТ (ИБ от 27.07.2000). Лабораторный иммунодефицит.

Вторичное заболевание. Фиброзно-кавернозный туберкулез легких в фазе прогрессирования МБТ (-) (подтвержденный гистологически). Оральный кандидоз. Кандидоз пищевода. Хроническая герпетическая инфекция, фаза репликации. Двусторонняя нижнедолевая пневмония.

Осложнения основного заболевания. Дефицит массы тела (ИМТ = 16,8 кг/м²). Легочное сердце (масса 400 г, расширение правых отделов, толщина стенки правого желудочка 0,7 см). Правосторонний экссудативно-фибринозный плеврит. Интерстициальный миокардит. Отек легких. Отек головного мозга.

Сопутствующие заболевания. Хронический вирусный гепатит С. Артериальная гипертензия. Эксцентрическая гипертрофия миокарда (толщина стенки левого желудочка 1,7 см). Ретиноваскулит, ассоциированный В20. Нейросенсорная потеря слуха двусторонняя. Перфорация носовой перегородки. Перенесенная коронавирусная инфекция, вирус идентифицирован от 23.01.24. Грипп А, период реконвалесценции, вирус идентифицирован 23.01.24 (по клиническим данным).

Заключение

Представленный клинический случай демонстрирует нетипичное протекание туберкулеза у пациентки на фоне выраженного иммунодефицита, обусловленного ВИЧ-инфекцией. Врачи – фтизиатры и инфекционисты должны помнить об особенностях протекания туберкулеза на поздних стадиях ВИЧ-инфекции (часто отсутствие бактериовыделения, неуклонная отрицательная динамика туберкулезного процесса, развитие осложнений), особенно в отсутствии антиретровирусной терапии.

Список литературы

1. Васильева И.А., Белиловский Е.М., Борисов С.Е., Стерликов С.А., Сеницын М.В. Туберкулез, сочетанный с ВИЧ-инфекцией, в странах мира и в Российской Федерации // Туберкулез и болезни легких. 2017. № 95 (9). С. 8–18.
2. Манина В.В., Старшинова А.А., Пантелеев А.М. Туберкулез и ВИЧ-инфекция: эпидемическая ситуация в России и в мире за последние десять лет, особенности выявления и диагностики // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. 2017. № 9 (4). С. 7–16.
3. Барканова О.Н., Гагарина С.Г., Калуженина А.А., Попкова Н.Л. Диагностика и лечение туберкулеза у ВИЧ-инфицированных // Фарматека. 2015. № 4 (297). С. 36–41.
4. Семенова Н.Ю., Чеботарева Т.В., Орлова С.Н., Облогина Л.И. Клинико-морфологическая характеристика и исходы туберкулезного процесса у больных, страдающих ВИЧ-инфекцией // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2016. № 21 (6). С. 313–321.
5. Фролова О.П., Шаркова Т.И., Бутыльченко О.В., Северова Л.П., Агапова В.А., Зубова Е.Д. Причины поздней диагностики туберкулеза у больных ВИЧ-инфекцией // Туберкулез и болезни легких. 2024. Т. 102, № 2. С. 30–34. DOI: 10.58838/2075-1230-2024-102-2-30-34

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 616-001:616.1/.9]:364.225(045)

**ТРАВМЫ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОСТРАДАВШИХ
ОТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ВИДЫ ПОМОЩИ****¹Иголкина В.В., ¹Черняк К.Н., ^{1,2}Масляков В.В.**¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, e-mail: meduniv@sgmu.ru;

²Частное учреждение образовательная организация высшего образования

Медицинский университет «Реавиз», филиал, Саратов, e-mail: saratov@reaviz.ru

Цель настоящего исследования – рассмотреть и проанализировать травмы и заболевания, возникающие у пострадавших от землетрясения, а также ознакомиться с видами оказания помощи при них. Были проанализированы научные работы по данной теме на платформе PubMed. В настоящее время довольно часто происходят природные катастрофы, в том числе и землетрясения. В ходе данного бедствия у пострадавших возникает множество травм в разных анатомических областях человеческого организма. Например, закрытые и открытые переломы, синдром длительного сдавления, черепно-мозговые травмы, закрытые повреждения грудной и брюшной полости. Кроме того, через недели или месяцы после землетрясения среди населения в районе природной катастрофы могут распространиться инфекционные заболевания, вызываемые микроорганизмами. Также у людей могут возникнуть респираторные, сердечно-сосудистые и психические заболевания. В процессе работы было проанализировано более 20 источников, и только наиболее актуальные исследования были включены в литературный обзор. Особое внимание уделили исследованиям травм у людей после землетрясения в Кахраманмараше в 2023 г., как одному из сильнейших за последнее время в мире. Также в работе сделали акцент на переломах конечностей и таза, синдроме длительного сдавления и психических заболеваниях у пострадавших в результате землетрясения.

Ключевые слова: землетрясение, пострадавший, травма, синдром длительного сдавления, перелом, природная катастрофа

**INJURIES AND DISEASES OF EARTHQUAKE VICTIMS,
TYPES OF ASSISTANCE****¹Igolkina V.V., ¹Chernyak K.N., ^{1,2}Maslyakov V.V.**¹Saratov State Medical University named after V.I. Razumovskiy,

Saratov, e-mail: meduniv@sgmu.ru;

²Medical University Reaviz, branch, Saratov, e-mail: saratov@reaviz.ru

The purpose of this study is to review and analyze injuries and diseases that occur in earthquake victims, as well as to familiarize themselves with the types of assistance provided for them. Scientific papers on this topic were analyzed on the PubMed platform. Currently, natural disasters, including earthquakes, occur quite often. During this disaster, victims experience many injuries in different anatomical areas of the human body. For example, closed and open fractures, prolonged compression syndrome, traumatic brain injuries, closed injuries of the thoracic and abdominal cavities. In addition, infectious diseases caused by microorganisms can spread among the population in the area of a natural disaster weeks or months after an earthquake. People may also develop respiratory diseases, cardiovascular and mental illnesses. In the course of the work, more than 20 sources were analyzed, and only the most relevant studies were included in the literature review. Special attention was paid to the research of injuries in humans after the earthquake in Kahramanmarash in 2023, as one of the strongest in recent times in the world. The work also focused on fractures of the limbs and pelvis, long-term compression syndrome and mental illnesses in earthquake victims.

Keywords: earthquake, victim, injury, prolonged compression syndrome, fracture, natural disaster

Введение

В настоящее время достаточно часто возникают различные стихийные бедствия, такие как землетрясения, цунами, извержения вулканов, ураганы, наводнения, оползни и многие другие. Современный человек научился предсказывать природные катастрофы с помощью искусственного интеллекта и машинного обучения, и все же человечество пока бессильно перед природой. Именно по этой причине при возникновении в любой точке мира природных катастроф

большое количество людей до сих пор получает тяжелые травмы или погибает.

Одним из наиболее непредсказуемых и наиболее опасных природных бедствий является землетрясение. Это подземные толчки и колебания земной поверхности, происходящие в результате движения тектонических плит и передающиеся на большие расстояния в виде упругих волновых колебаний. Землетрясения могут происходить во всем мире. В Турции и Сирии в 2023 г. случились одни из последних и наиболее

сильных и разрушительных в мире землетрясений магнитудой 7,8 и 7,6 соответственно. К концу апреля 2023 г. в этих странах в результате землетрясений погибло более 56 тыс. чел., 100 тыс. чел. получили ранения [1].

Цель исследования – рассмотрение и анализ травм и заболеваний, возникающих у пострадавших в результате землетрясения, а также ознакомление с видами помощи при них.

Материалы и методы исследования

Были проанализированы научные работы по исследуемой тематике на платформе PubMed. В качестве метода исследования использовался информационно-аналитический.

Результаты исследования и их обсуждение

Землетрясение может возникать в любой точке мира. В результате этой природной катастрофы люди страдают от травм, инфекционных, сердечно-сосудистых заболеваний и даже погибают, если получили повреждения, несовместимые с жизнью.

Во время землетрясения у пострадавших могут возникать следующие травмы: синдром длительного сдавления, черепно-мозговая травма (ЧМТ), закрытые травмы груди и живота, а также переломы в различных анатомических областях организма человека, в том числе позвоночника и таза. Психические расстройства, инфекционные и сердечно-сосудистые заболевания возникают уже через дни, недели или месяцы после стихийного бедствия. Практически все перечисленные выше травмы требуют оказания первой помощи и дальнейшего длительного лечения и восстановления. Также важно сказать, что неправильное поведение самих пострадавших при землетрясении, необоснованность их действий, обусловленных страхом и паникой в результате сильной стрессовой реакции, приводят к усугублению состояния их здоровья или даже к летальному исходу.

Авторам данного литературного обзора в первую очередь хочется начать с синдрома длительного сдавления. При данной травме повреждаются мышцы человека, нарушается их перфузия в результате длительного давления на тело человека тяжелого объекта. Согласно исследованиям Центров по контролю и профилактике заболеваний (США) синдром длительного сдавления развивается у 2–15 % пострадавших при землетрясении, чаще поражаются нижние (74 %) и верхние конечности (10 %), а также туловище (9 %) [2]. К оказанию по-

мощи пострадавшим с синдромом длительного сдавления нужно относиться наиболее внимательно, так как при освобождении человека от тяжелого объекта возникает реперфузионный синдром, развивающийся в результате попадания токсичных продуктов в кровоток из некротизированных мышц. В кровь попадают миоглобин и калий, что ведет к нарушениям в работе почек и аритмии. Следовательно, пострадавший может умереть от гиперкалиемии, аритмии, гиповолемии, метаболического ацидоза и почечной недостаточности. Человека с синдромом длительного сдавления нужно доставить в медицинское учреждение. Порядок транспортировки определяется степенью срочности транспортировки (люди с синдромом длительного сдавления относятся к первой степени срочности). Таким пациентам проводятся инфузионная терапия (0,9 % раствор натрия хлорида), чтобы компенсировать потерю жидкости, а в дальнейшем, при необходимости, диализ, чтобы избежать острой болезни почек. Нужно отметить, что жгут при оказании первой помощи используют только при сильном наружном кровотечении, так как под жгутом сдавливаются ткани, нарушается ток крови в конкретном участке тела и может возникнуть паралич, некроз и тромбоз. К тому же при снятии жгута в кровоток попадает большое количество миоглобина [2]. После госпитализации пострадавшего в стационар оказывается хирургическая помощь, которая заключается в фасциотомии и ампутации конечности по четким показаниям. Фасциотомия относится к неотложным операциям, но все же в настоящее время стоит вопрос о рациональности ее применения при синдроме длительного сдавления. Ряд авторов поддерживает проведение данной операции, но в то же время есть ее противники, считающие, что при фасциотомии повышается риск кровотечений, инфекций и сепсиса. Оптимальные сроки проведения данной операции – первые 6 часов после травмы, так как спустя это время мышцы уже некротизируются и возможно развитие реперфузионного синдрома. Согласно данным, представленным в зарубежной литературе, фасциотомию, в ходе которой делают длинный разрез в конкретном месте тела человека, проводили в 15 % случаев. Что касается ампутации, то она не должна выполняться в качестве профилактики синдрома длительного сдавления. Решение о необходимости ампутации нужно принять на месте происшествия, так как от него зависит дальнейшая сортировка пострадавших в соответствующие подразделения и способ транспортировки. Также следует отметить, что ранняя диагности-

ка очень важна при синдроме длительного сдавления, ведь при несвоевременной диагностике пострадавший может потерять конечность или погибнуть. Не стоит забывать и об инфузионной терапии и диализе, ведь чем дольше откладывается эта терапия, тем выше шанс развития острой почечной недостаточности [2, 3].

Как и при любых других природных катастрофах, в результате землетрясения у пострадавших наблюдаются множественные переломы различной локализации, чаще всего нижних конечностей (в 42,12 % случаев). Причем закрытые переломы возникают у пострадавших чаще (в 64,96 % случаев), чем открытые. Перелом позвоночника наблюдается в 17 % случаев от общего числа травм. Наиболее распространенным методом лечения переломов конечностей являются открытая репозиция и внутренняя фиксация (проводилась в 21 % случаев), за ней следует наложение гипсовой повязки (проводилась в 18,2 % случаев) и, наконец, внешняя фиксация, которая проводилась в 6,6 % случаев. Открытые переломы нужно лечить с помощью внешней фиксации после обработки всех ран. Таким пациентам следует назначать антибиотики. Внутреннюю фиксацию не рекомендуется выполнять до тех пор, пока рана не станет чистой, а переломы не будут должным образом закрыты кожей или кожным трансплантатом. При тяжелых травмах конечностей может возникнуть несращение костей или остеомиелит. В таких случаях используется аппарат Илизарова [3, 4].

Авторами еще одной статьи было проведено исследование в государственной больнице Килиса имени профессора Алаэддина Яваша после землетрясения в Кахраманмараше в 2023 г. В ходе данного исследования было зарегистрировано 212 переломов, из которых 196 были закрытыми. Кроме того, в 29,2 % случаев наблюдались переломы верхних конечностей, переломы нижних конечностей – в 49 % случаев, переломы позвоночника – в 10,4 % случаев [5].

После землетрясения в Восточном Азербайджане авторами еще одной статьи было обследовано 200 пациентов, поступивших в больницу Шохад с травмами конечностей. Из данного количества пациентов у 14 наблюдались закрытые переломы верхних конечностей, а у 25 – нижних [6].

Ранее уже упоминали, что одной из наиболее частых травм при землетрясении являются также переломы позвоночника. Авторы одной научной статьи проводили исследование, в котором было выяснено, что наиболее часто наблюдались травмы поясничного отдела, далее следовали трав-

мы грудного, затем шейного, а потом крестцового отдела позвоночника. Таким пациентам впоследствии проводилось лечение. Девяти больным была проведена операция с использованием тораколумбального поддерживающего пояса, пяти – с использованием люмбосаркального поддерживающего пояса, пяти – с использованием шейного воротника, четырем пациентам – с использованием аппарата Котреля – Дюбуссе, двум – с консервативными методами, одному – с гипсовой повязкой [7].

При анализе некоторых научных статей на платформе PubMed авторы данного литературного обзора нашли достаточно интересное исследование, которое проводилось после землетрясения в Турции, произошедшего 6 сентября 2023 г. В ходе этого исследования было выяснено, что в больницу в Мараше поступило 3184 чел., из которых 639 были госпитализированы в терапевтическое отделение, 128 – в отделение интенсивной терапии, у 237 больных был диагностирован синдром сдавления. Причем у 84 из них была выявлена травма конечностей, у 32 пациентов – травма грудной клетки, у 20 пациентов – травма брюшной полости. Помимо этого, 71 пациенту проводился диализ, у 67 больных была выявлена острая почечная недостаточность 3-й стадии, 41 человек скончался. Пациентам с синдромом сдавления проводилась фасциотомия (70 больным), ампутация (32 больным), гипербарическая оксигенация (33 больным). Также следует отметить, что в ходе данного исследования авторами было выяснено, что у пациентов, которым была произведена фасциотомия, чаще наблюдались гипонатриемия, гипоальбуминемия и повышенный уровень фосфора [8].

При гипербарической оксигенотерапии (ГБОТ) больные вдыхают чистый кислород в камере под давлением. Такой метод лечения направлен на ускорение заживления ран за счет повышения концентрации кислорода в клетках поврежденных тканей. Авторы другой научной статьи сообщают, что в ходе их исследования ГБОТ прошли 35 пациентов, пострадавших от землетрясения 6 февраля 2023 г. в Турции, причем большинство из них имело травмы нижних конечностей. Изучались пациенты с индексом тяжести повреждений конечностей в диапазоне от 7 до 14, обратившиеся в городскую больницу. В ходе исследования было выяснено, что после ГБОТ у 54,3 % больных наблюдалось восстановление чувствительности, у 51,4 % выявили функциональное восстановление. При этом частота малых ампутаций до ГБОТ была 14,3 %,

а больших – 11,4 %, а после данного метода лечения 20,0 % и 11,4 % соответственно [9].

Авторы еще одной научной статьи сообщают, что при землетрясении у пострадавшего может возникнуть перелом таза. Эта травма является угрожающей для жизни человека и наблюдается в 5,7–21,5 % случаев всех травм, полученных при данной природной катастрофе. Причем при землетрясении перелом таза отличается сопутствующими повреждениями и характером переломов. Обычно перелом таза возникает при обрушении разных сооружений, приводящем к сдавливанию мягких тканей этой и других областей тела пострадавшего. В результате этого происходит повреждение мягких тканей и появляются сопутствующие травмы. Авторы статьи проводили исследование среди 60 пациентов после землетрясения в Турции, произошедшего 6 февраля 2023 г. В ходе исследования было выяснено, что обширное повреждение тазового кольца было справа у 25 % пациентов, а слева – у 60 %, смешанное повреждение – у 15 % пациентов. Наиболее частым переломом у исследованных больных был перелом с боковым сжатием (более 50 %), также наблюдались переломы с переднезадним сжатием, вертикальным сдвигом и комбинированным механизмом [10].

Пациенты, которые перенесли операцию на брюшной полости по поводу кровотечения, разрыва печени, перфорации мочевого пузыря и кишечника до операции на тазовых органах, составили 20 % от всех пациентов. Также следует отметить, что у 20 % больных были выявлены такие травмы грудной клетки, как перелом ребер, пневмоторакс, гематома задней стенки легкого. В качестве окончательного лечения переломов таза используют метод фиксации. Ранняя фиксация проводится с первых 8 часов после травмы до 7 суток. В качестве недостатков при такой операции могут выступать кровотечение и еще один «удар» по пострадавшему, который еще не пришел в себя до конца. У поздней фиксации есть свои недостатки: инфекции, тромбоэмболия, образование пролежней, невозможность анатомической репозиции. В любом случае при выборе времени для проведения фиксации нужно учитывать гемодинамическое состояние больного, наличие сопутствующих травм, характер самого перелома, а также присутствие и распространение воспалительного процесса. В исследовании, проведенном авторами этой статьи, окончательное лечение пациентов с переломом таза проводилось в среднем через 8,1 день после бедствия [10].

Следует еще сказать о травмах грудной клетки, которые также могут возникнуть

у пострадавших от землетрясения. Авторы зарубежной научной литературы исследовали людей после Великого Восточно-Японского землетрясения в 2011 г., доставленных в больницу Японского Красного Креста Исиномаки в течение первой недели после землетрясения. Авторы сообщают, что травмы грудной клетки были выявлены у 42 из 3861 чел. Наиболее распространенной травмой являлась поверхностная травма, у 5 пациентов были обнаружены переломы ребер и внутригрудные повреждения, такие как пневмоторакс, гемоторакс и аспирация. Пневмоторакс лечили с использованием дренажа, гемоторакс – с помощью консервативных методов. При аспирации использовали антибиотики и кислород после интубации [11].

Через несколько дней или недель после землетрясения люди могут погибнуть уже не только от полученных травм, но и от инфекционных заболеваний, а также в результате возникновения или обострения сердечно-сосудистых заболеваний, тромбозов. В результате сильнейшего стресса, который возникает у людей при землетрясении, а также отказа от приема препаратов, снижающих артериальное давление, нехватки лекарств и нарушения доступа к медицинской помощи у пострадавших может возникнуть гипертонический криз, приводящий к тромбозу сосудов, вследствие чего развивается инфаркт миокарда, инсульт головного мозга, тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) и даже внезапная сердечная смерть. Поэтому пострадавшие с высоким и очень высоким риском нуждаются в тщательном уходе и лечении: таким пациентам необходимы антигипертензивная терапия и физическая активность, ограничение приема соли и жидкости, употребление менее калорийной пищи [12, 13].

Следует отметить, что после землетрясения может возникнуть лишний вес, в результате чего у таких людей могут также развиваться сердечно-сосудистые заболевания. Но почему же могут измениться пищевые привычки? Авторы сообщают, что после землетрясения у пострадавших возможно развитие психических заболеваний, таких как посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР), депрессия, которые напрямую влияют на рацион питания человека. Кроме того, потеря членов семьи, переезд во временное жилье также могут повлиять на питание людей [14]. Конечно, каждый человек индивидуален, и мы все по-разному реагируем на одну и ту же ситуацию, поэтому смерть близких, утрата жилья в результате катастрофы может привести и к снижению веса человека. Кроме

того, после землетрясения может быть затруднен доступ к еде и воде из-за уничтожения сельского хозяйства, животноводства, проблем с доставкой продуктов из-за затопления [15].

Авторы научной литературы по данной теме сообщают, что в ходе опроса населения, проведенного через 6–11 месяцев после землетрясения и цунами в 2011 г. в Японии, были выявлены факторы риска развития психических заболеваний, а именно женский пол, молодой возраст, жалобы на здоровье, тяжелое экономическое положение, переезд и отсутствие социальных связей [16]. Согласно данным исследований развитие ПТСР у детей варьируется от 4,5 % до 95 % случаев. Джаннопулу с соавт. и Буи с соавт. сообщают о многих психических и соматических симптомах у детей и молодых людей после землетрясения. К таким проявлениям относятся нарушение сна, страх, гиперактивность, раздражительность, панические атаки, депрессия и др. Именно поэтому так важна психологическая поддержка населения после природных катастроф [17].

Как было сказано выше, стихийные бедствия косвенно влияют на санитарно-эпидемиологическую обстановку. После них нередко среди всего населения, а особенно среди пожилых, детей и перемещенных лиц, наблюдаются вспышки инфекционных заболеваний из-за плохой вентиляции, антисанитарных условий, тесного контакта между людьми в переполненных эвакуационных пунктах, где вирусы быстро передаются от одного человека к другому, плохого питания и отсутствия немедленной медицинской помощи в результате ограниченных ресурсов. Стихийные бедствия не приводят к появлению новых микроорганизмов, поэтому заболевания, которые возникают у пострадавших после землетрясений, являются эндемичными для конкретной области. Например, в 8 из 47 научных статей (17 %) говорится об аспирационной пневмонии, вызванной *B. pseudomallei*, после цунами, вызванного землетрясением, в Индийском океане в 2004 г., в то время как сообщений о таком заражении среди жертв цунами в Японии в 2011 г. не было. Кроме того, развитию инфекционных заболеваний может способствовать снижение защитных свойств самого организма из-за переохлаждения, сильного эмоционального стресса. В этих ситуациях быстро передаются вирусы гриппа, кори, палочка Коха, пневмококк. Введение высокоэффективных вакцин против кори, паротита и краснухи, против гриппа, *H. influenzae* типа b и пневмококковых вакцин следует проводить

сразу после начала сбора людей в лагерях в соответствии с рекомендациями ВОЗ по достижению и поддержанию более высоких уровней охвата иммунизацией, необходимых для предотвращения возникновения и безудержного распространения кори, гриппа и инвазивных заболеваний, вызываемых *H. influenzae* и *S. pneumoniae* [18, 19].

Помимо инфекционных заболеваний после землетрясения могут возникнуть или обостриться респираторные заболевания в результате повышения содержания в воздухе твердых частиц, содержащих пыль и диоксид кремния. В одной из проанализированных авторами этого литературного обзора научных статей приводится множество таких ситуаций. Например, в 2002 г. в Султандаги (Турция) произошло землетрясение, после которого большое количество людей погибло от дыхательной недостаточности, вызванной вдыханием частиц пыли. В 2011 г. в японском городе Тохоку произошло сильное землетрясение, через три недели после которого был зафиксирован случай альвеолярного протеиноза легких, опять же из-за вдыхания частиц пыли. Пострадавшие и спасатели также подвержены вдыханию волокон асбеста, попадающих в воздух при разрушении зданий. Это может привести к фиброзу и раку легких. Именно поэтому нужно информировать население о рисках развития этих заболеваний при вдыхании асбеста, принимать меры предосторожности при сносе зданий [20].

Следует также отметить возможность развития такого осложнения, как венозная тромбоэмболия. Она развивается у пострадавших в результате длительной иммобилизации конечности, задержки оказания медицинской помощи из-за перегрузки медицинской инфраструктуры и длительного нахождения в убежище. В научной статье авторы приводят в пример исследование Сакума и др., в ходе которого было выявлено, что тромбоэмболия легочной артерии чаще возникала у людей, находящихся в районах с высокой долей эвакуированных по сравнению с районами с низкой долей эвакуированных, так как первые долго оставались в своих автомобилях. Именно поэтому длительное пребывание в одном положении было выявлено как фактор развития тромбоэмболии легочной артерии в районах с высоким уровнем эвакуации [20].

Заключение

Таким образом, авторы литературного обзора проанализировали несколько зарубежных статей об основных травмах и заболеваниях, наблюдаемых у пострадавших при землетрясениях и после него, а также

об их лечении. Авторы узнали, что чаще всего при таком стихийном бедствии люди страдают от синдрома длительного сдавления, переломов, ЧМТ, закрытых травмах живота и груди, возникающих в результате падения на человека тяжелых предметов. Также было интересно отметить, что пострадавшие могут погибнуть не только от травм, полученных при землетрясении, но и от инфекционных заболеваний, распространяющихся уже после природной катастрофы.

К настоящему времени человек еще не научился предотвращать землетрясения, природа сейчас сильнее людей. Именно поэтому человечеству нужно продолжать разрабатывать надежные планы по обеспечению готовности к стихийным бедствиям.

Список литературы

1. Balikudembe J.K., Reinhardt J.D., Vahid G., Di B. A scoping review of post-earthquake healthcare for vulnerable groups of the 2023 Turkey-Syria earthquakes // *BMC Public Health*. 2024. Vol. 24 (1). P. 945. DOI: 10.1186/s12889-024-18395-z.
2. Nola I.A., Dvorski M., Žizak M., Kuliš T. Crush syndrome in earthquakes – stay and play or load and go? // *Acta Clin Croat*. 2023. Vol. 6. P. 158–165. DOI: 10.20471/acc.2023.62.s2.24.
3. Abu-Zidan F.M., Jawas A., Idris K., Cevik A.A. Surgical and critical care management of earthquake musculoskeletal injuries and crush syndrome: A collective review // *Turk J Emerg Med*. 2024. Vol. 24 (2). P. 67–79. DOI: 10.4103/tjem.tjem_11_24.
4. Bartholdson S., von Schreeb J. Natural Disasters and Injuries: What Does a Surgeon Need to Know? // *Curr Trauma Rep*. 2018. Vol. 4 (2). P. 103–108. DOI: 10.1007/s40719-018-0125-3.
5. Kulakoğlu B., Uzunay Z., Pota K., Varhan N., Firat M.G. Evaluation of musculoskeletal injuries after the 2023 Kahramanmaraş earthquake: A local hospital experience // *Jt Dis Relat Surg*. 2023. Vol. 34 (2). P. 509–515. DOI: 10.52312/jdrs.2023.1100.
6. Elmi A., Ganjpour Sales J., Tabrizi A., Soleimanpour J., Mohseni M.A. Orthopedic injuries following the East azerbaijan earthquake // *Trauma Mon*. 2013. Vol. 18 (1). P. 3–7. DOI: 10.5812/traumamon.8322.
7. Ghabili K., Golzari S.E., Salehpour F., Imani T., Bazzazi A.M., Ghaffari A., Khanli H.M., Tizro P., Taghizade S., Shakouri S.K. Spinal injuries in the 2012 twin earthquakes, northwest iran // *PLoS Curr*. 2013. Vol. 5. DOI: 10.1371/currents.dis.39b14d88c93fe04ef1a2ce180b24f8d1.
8. Koyuncu S., Sipahioglu H., Bol O., İlik H.K.Z., Dilci A., Elmağaç M., Yalçınkaya M., Gencer V., Ozan F., Günal A.İ., Kocyigit I. The Evaluation of Different Treatment Approaches in Patients with Earthquake-Related Crush Syndrome // *Cureus*. 2023. Vol. 15 (10). P. 47194. DOI: 10.7759/cureus.47194.
9. Demir L., Öztürk M. Use of hyperbaric oxygen therapy in severe earthquake injuries // *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2024. Vol. 30 (3). P. 185–191. DOI: 10.14744/tjtes.2024.60979.
10. Pazarıcı Ö., Talmaç M.A., Sarı B., Sökücü S. Review of the treatment options and results of earthquake-related pelvic injuries after the Türkiye earthquake on 6th February // *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2024. Vol. 58 (4). P. 229–234. DOI: 10.5152/j.aott.2024.23205.
11. Sato K., Kobayashi M., Ishibashi S., Ueda S., Suzuki S. Chest injuries and the 2011 Great East Japan Earthquake // *Respir Investig*. 2013. Vol. 51 (1). P. 24–27. DOI: 10.1016/j.resinv.2012.11.002.
12. Yamaoka-Tojo M., Tojo T. Prevention of Natural Disaster-Induced Cardiovascular Diseases // *J Clin Med*. 2024. Vol. 13 (4). P. 1004. DOI: 10.3390/jcm13041004.
13. Ghazanchaei E., Khorasani-Zavareh D., Aghazadeh-Attari J., Mohebbi I. Identifying and Describing Impact of Disasters on Non-Communicable Diseases: A Systematic Review // *Iran J Public Health*. 2021. Vol. 50 (6). P. 1143–1155. DOI: 10.18502/ijph.v50i6.6413.
14. Yazawa A., Shiba K., Hikichi H., Okuzono S.S., Aida J., Kondo K., Sasaki S., Kawachi I. Post-Disaster Mental Health and Dietary Patterns among Older Survivors of an Earthquake and Tsunami // *J Nutr Health Aging*. 2023. Vol. 27 (2). P. 124–133. DOI: 10.1007/s12603-023-1887-z.
15. Chakraborty S., Islam M.R., Dhama K. Environmental Health Risks After the 2023 Turkey-Syria Earthquake and Salient Mitigating Strategies: A Critical Appraisal // *Environ Health Insights*. 2023. Vol. 17. P. 11786302231200865. DOI: 10.1177/11786302231200865.
16. Yokoyama Y., Otsuka K., Kawakami N., Kobayashi S., Ogawa A., Tanno K., Onoda T., Yaegashi Y., Sakata K. Mental health and related factors after the Great East Japan earthquake and tsunami // *PLoS One*. 2014. Vol. 9 (7). P. 102497. DOI: 10.1371/journal.pone.0102497.
17. Farooqui M., Quadri S.A., Suriya S.S., Khan M.A., Ovais M., Sohail Z., Shoaib S., Tohid H., Hassan M. Posttraumatic stress disorder: a serious post-earthquake complication // *Trends Psychiatry Psychother*. 2017. Vol. 39 (2). P. 135–143. DOI: 10.1590/2237-6089-2016-0029.
18. Mavrouli M., Mavroulis S., Lekkas E., Tsakris A. Respiratory Infections Following Earthquake-Induced Tsunamis: Transmission Risk Factors and Lessons Learned for Disaster Risk Management // *Int J Environ Res Public Health*. 2021. Vol. 18 (9). P. 4952. DOI: 10.3390/ijerph18094952.
19. Izumikawa K. Infection control after and during natural disaster // *Acute Med Surg*. 2018. Vol. 6 (1). P. 5–11. DOI: 10.1002/ams2.367.
20. Güleç Balbay E., Kayalar Ö., Balbay Ö., Dikensoy Ö., Arbak P., Bayram H. Impact of Earthquakes on Lung Health // *Thorac Res Pract*. 2024. Vol. 25 (2). P. 89–98. DOI: 10.5152/ThoracResPract.2024.23059.

СТАТЬЯ

УДК 612.215.9

**ИСПЫТАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИНДИВИДУАЛЬНОГО
ЖИДКОСТНОГО ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА****Собянина Г.Н., Мальков С.Ю.***ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь,
e-mail: galsob@rambler.ru*

В статье представлены результаты испытания опытного образца индивидуального жидкостного дыхательного аппарата с замкнутым гидравлическим контуром, предназначенного для осуществления технологии тотальной жидкостной вентиляции легких биологических объектов. Цель исследования – апробация экспериментального образца индивидуального жидкостного дыхательного аппарата с замкнутым гидравлическим контуром в условиях принудительной тотальной жидкостной вентиляции легких биообъектов. Исследование проводилось на базе Севастопольского государственного университета в научно-исследовательской лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов». Для проведения экспериментальных исследований задействовались пять собак породы такса в возрасте шести месяцев. В ходе исследования были проанализированы электрокардиографические данные, ректальная температура, кислотно-основное состояние, оксиметрия и электролитный состав венозной крови лабораторных животных. На всех этапах опытно-экспериментальной работы проводились эхокардиография, ультразвуковое исследование сосудов и органов брюшной полости, рентгенография органов грудной клетки и брюшной полости биообъектов. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что опытный образец индивидуального жидкостного дыхательного аппарата эффективно и своевременно растворяет кислород, удаляет углекислый газ, обеспечивая тем самым физиологический дыхательный цикл лабораторного животного. В процессе проведения опытно-экспериментальных исследований в венозной крови лабораторных животных было выявлено оптимальное соотношение напряжения кислорода и углекислого газа. Зарегистрированный уровень метаболитов и электролитов в крови биологических объектов свидетельствует об адекватном уровне оксигенации лабораторных животных как в ходе осуществления испытания опытного образца, так и после завершения опытно-экспериментальных работ. Принимая во внимание референсные значения кислотно-щелочного баланса венозной крови лабораторных животных на всех этапах исследования, можно дать позитивную оценку опытному образцу индивидуального жидкостного дыхательного аппарата при осуществлении технологии жидкостного дыхания.

Ключевые слова: жидкостное дыхание, дыхательная жидкость, индивидуальный жидкостный дыхательный аппарат, биологические объекты

**TESTING OF AN EXPERIMENTAL INDIVIDUAL
LIQUID BREATHING APPARATUS****Sobyanina G.N., Malkov S.Yu.***Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: galsob@rambler.ru*

The article presents the results of testing a prototype of an individual liquid breathing apparatus with a closed hydraulic circuit, designed to implement the technology of total liquid ventilation of the lungs of biological objects. The purpose of the study is to test an experimental model of an individual liquid breathing apparatus with a closed hydraulic circuit under conditions of forced total liquid ventilation of the lungs of biological objects. The study was conducted at the Sevastopol State University in the research laboratory «Experimental life support systems for biological objects». Five six-month-old dachshund dogs were involved in the experimental studies. The study analyzed electrocardiographic data, rectal temperature, acid-base balance, oximetry and electrolyte composition of venous blood of laboratory animals. Echocardiography, ultrasound examination of vessels and abdominal organs, radiography of the chest organs and abdominal cavity of biological objects were used at all stages of the experimental work. During the experimental studies, it was found that the prototype of the individual liquid breathing apparatus effectively and promptly dissolves oxygen, removes carbon dioxide, thereby ensuring the physiological respiratory cycle of the laboratory animal. During the experimental studies, the optimal ratio of oxygen and carbon dioxide tension was identified in the venous blood of laboratory animals. The recorded level of metabolites and electrolytes in the blood of biological objects indicates an adequate level of oxygenation of laboratory animals, both during the testing of the prototype and after the completion of the experimental work. Taking into account the reference values of the acid-base balance of the venous blood of laboratory animals at all stages of the study, a positive assessment can be given to the prototype of the individual liquid breathing apparatus when implementing the liquid breathing technology.

Keywords: liquid respiration, respiratory fluid, individual liquid breathing apparatus, biological objects

Введение

Современный этап экономического развития страны характеризуется рецессией наукоемкого промышленного производства, определяя высокую востребованность в на-

учно-технических проектах полного инновационного цикла. В связи с этим первостепенное значение приобретают комплексные научно-исследовательские программы, объединяющие науку и производство: от мо-

мента получения новых научно-технических результатов до практического внедрения готовой продукции в реальный сектор экономики [1].

К этой категории программ относятся научные разработки в области жидкостного дыхания биологических объектов. Неослабевающий интерес научного сообщества к изучению технологии жидкостного дыхания обусловлен поиском превентивных мер при патологических состояниях, вызванных повреждающими факторами морской среды, такими как температура и давление [2, 3, 4]. Как известно, механизм развития декомпрессии обусловлен образованием свободного газа в тканях организма в результате стремительного понижения гидростатического давления морской среды. Быстро высвобождающиеся инертные газы (азот, водород, и др.) скапливаются в крови, внеклеточных жидкостях, жировой, мышечной и нервной тканях. Образующиеся газовые пузырьки в зависимости от размеров и места локализации оказывают деструктивное механическое, рефлекторное и гуморальное воздействие на органы и ткани биологического объекта. В свою очередь, неадекватное самостоятельное дыхание биообъекта на фоне выраженной гипотермии способствует развитию гипоксического состояния, приводя в итоге к функциональным и структурным повреждениям сердца и сосудов. При этом следует подчеркнуть, что серьезному поражению подвергается не только кардиореспираторный комплекс, но и нервная (головной и спинной мозг), костно-мышечная и другие системы, что в дальнейшем предопределяет рестрицию функций организма и неизбежную инвалидизацию [5, 6]. Несомненно, выраженность патологической симптоматики зависит от экспозиции и глубины погружения и в итоге определяет выживаемость или гибель живого организма.

В связи с этим большое научное и практическое значение приобретает поиск технологических систем для обеспечения оптимальной легочной вентиляции биологического объекта в деструктивных условиях внешней среды [5, 6]. Перспективным направлением для решения данной проблемы является технология жидкостной искусственной вентиляции легких с задействованием индивидуального жидкостного дыхательного аппарата (ИЖДА) [7, 8].

Цель исследования – испытание экспериментального образца ИЖДА с замкнутым гидравлическим контуром в условиях принудительной тотальной жидкостной вентиляции легких биообъектов.

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование проводилось на базе ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» в научно-исследовательской лаборатории «Экспериментальные системы жизнеобеспечения биологических объектов» (НИЛ «ЭСЖБО»), г. Севастополь. Основанием для проектирования экспериментального образца ИЖДА замкнутого цикла послужило техническое задание на реализацию проекта по теме «Разработка и создание экспериментального образца глубоководного аппарата жидкостного дыхания с замкнутым гидравлическим контуром для глубин до 600 метров» (шифр «Инновация-2021/26/2»). Спроектированный и изготовленный экспериментальный образец ИЖДА (патент на полезную модель «Аппарат жидкостного дыхания» № 209285 от 14.03.2022 г.; патент на полезную модель «Установка для жидкостного дыхания в условиях гипербарии», № 202283 от 10.02.2021 г.) был задействован в период с ноября по декабрь 2023 г. [7, 8].

При осуществлении научно-исследовательских работ в качестве биообъектов были задействованы 5 особей собак породы такса в возрасте 6 месяцев. Выбор данного вида лабораторных животных для проведения исследований обусловлен максимальной близостью их аллометрических межвидовых соотношений к организму человека по критическим параметрам кардиореспираторной системы. Масса тела лабораторных животных к моменту проведения эксперимента составляла 4000–6000 г.

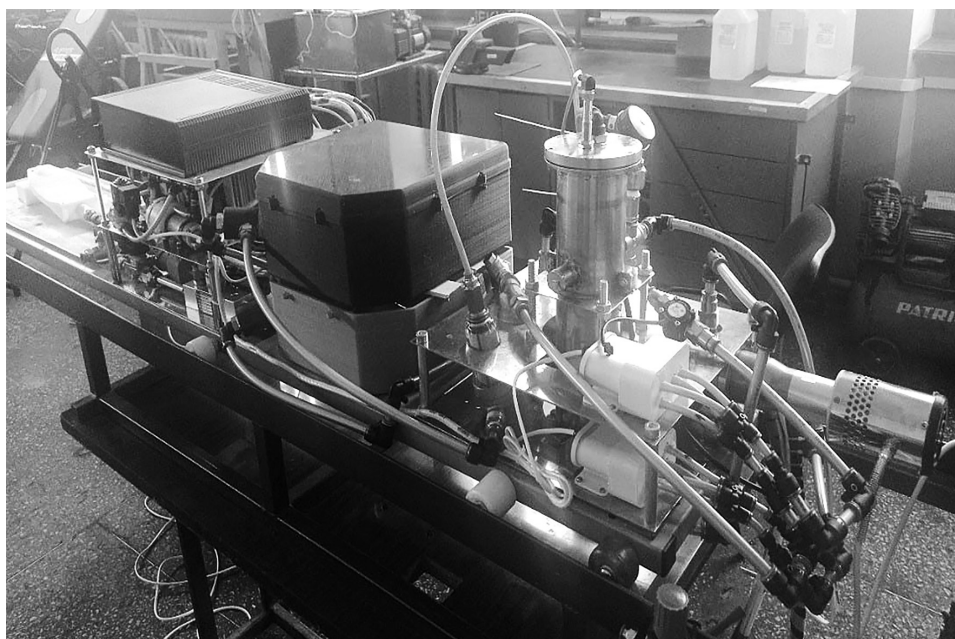
В ходе опытно-экспериментальной работы непрерывно осуществляли контроль с регистрацией основных жизненно важных параметров лабораторного животного. Оценку физиологического статуса биообъекта обеспечивали посредством фиксации частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхания (ЧД), сатурации крови кислородом (SpO_2) и температуры тела ($T^{\circ}C$). Оценку состояния основных систем организма биообъектов осуществляли с помощью диагностических устройств Dixon Storm 5770 Vet (Китай), Тритон МПР 6 – 03 (Россия). В ходе эксперимента производили видеосъемку, позволяющую фиксировать поведение биообъекта в режиме реального времени. Регистрацию и управление основными параметрами дыхания биообъекта осуществляли посредством аналитического комплекса экспериментального образца ИЖДА. В ходе опытного испытания непрерывно контролировали парциальное давление дыхательной жидкости по O_2 ,

CO₂ и T°С. На протяжении всего эксперимента отслеживали графические и табличные тренды основных физиологических параметров биообъекта. Регистрацию ЭКГ и ректальной температуры лабораторного животного проводили посредством проводной системы передачи биологических сигналов электрокардиографа «Поли-Спектр – 8В» (Россия) и электронного термометра ТРМ-10 (Россия). Оценку кислотно-основного состояния (рН) газового состава, оксиметрии и электролитного состава венозной крови биообъектов реализовали с помощью переносного аппарата Едан i15 (Китай). В ходе проведения испытаний регистрировали (рСО₂, рО₂), метаболиты (глюкоза, лактат), формы гемоглобина (tHb, O₂Hb, СОHb, MetHb, HHb), SatO₂ и гематокрит. На всех этапах опытно-экспериментальной работы с биообъектами задействовали инструментальные методы – эхокардиографию, ультразвуковое исследование сосудов и органов брюшной полости, рентгенографию органов грудной клетки и брюшной полости в дорсавентральной и левой латеральной проекциях. Ультразвуковое исследование осуществляли с помощью переносного ультразвукового сканера с цветным доплером Mindray Z6Vet (Германия). Рентгенографическое обследование производили с помощью рентгеновского аппарата DIG-360 (Корея). Статистическую обработку полученных результатов не проводили в связи с ограниченным объемом опытно-экспериментальных наблюдений.

Результаты исследования и их обсуждение

Основными назначениями спроектированного и изготовленного экспериментального образца ИЖДА с замкнутым гидравлическим контуром являлись: поддержание дыхательных циклов, удаление углекислого газа, растворение и подача кислорода в дыхательную жидкость для обеспечения оптимальных физиологических параметров биообъекта (рисунок).

Перед проведением опытно-экспериментальных работ с участием лабораторных животных осуществляли техническое испытание опытного образца аппарата ИЖДА. В ходе испытания определяли динамические характеристики работы гидравлической части аппарата для циклов вдоха/выдоха. Жидкостной дыхательный цикл аппарата характеризовался величинами дыхательного объема (л), соотношением времени вдоха/выдоха (1:2) и частотой цикла дыхания (вдоха/выдохов в 1 минуту). При этом максимальная величина давления в легких на входе не превышала 80 мбар, на выдохе – 60 мбар, а дыхательный объем ДЖ на входе и выдохе находился в диапазоне 0,15–0,3 л (ДО = 15–20 мл/кг). Важно обозначить, что переключение клапанов аппарата осуществлялось плавно, без гидроударов. При этом барометрические параметры, зарегистрированные в период испытаний аппарата ИЖДА, обеспечивают оптимальное давление, исключающее баротравмы и разрыв легочной ткани у биообъектов.



Общий вид аппарата ИЖДА с замкнутым гидравлическим контуром

После технического испытания экспериментального образца ИЖДА проводили опытно-экспериментальные работы с участием биологических объектов. Перед экспериментами лабораторные животные прошли стандартизированную процедуру допуска. Ветеринарная клиническая диагностика выявила удовлетворительный неврологический статус лабораторных животных. Частота сердечных сокращений регистрировалась в диапазоне 90,5–109,5 уд/мин, ректальная температура была зафиксирована на уровне 38,3–38,7°C. Параметры дыхания лабораторных животных регистрировались в пределах среднестатистической нормы, усредненные значения частоты дыхательных движений составляли 42 дв./мин.

При реализации технологии жидкостного дыхания в лабораторных условиях необходима оценка общего кислородного статуса биообъекта. В настоящее время распространенной и наиболее информативной технологией является мониторинг кислотно-щелочного равновесия и газового состава крови лабораторных животных биообъекта [9]. Установление соотношения между pO_2 и pCO_2 , метаболитов и электролитов в крови, отражающего степень насыщения крови кислородом с учетом ее кислотно-основного состояния, позволяет объективно оценить работу экспериментального образца ИЖДА.

В период карантина и подготовительно-го этапа испытаний аппарата ИЖДА у лабораторных животных параметры газового состава и метаболитов крови были зарегистрированы в референсных значениях нормы. В ходе испытаний аппарата ИЖДА (на 5-й минуте) pH крови лабораторных животных существенно не изменялся: диапазон значений составлял от 7,258 до 7,388. На 10-й минуте жидкостного дыхания у 20% лабораторных животных было зарегистрировано превышение показателя pH (до 7,504) на фоне остальных испытуемых с физиологическим диапазоном значений кислотно-щелочного гомеостаза. Далее, на восстановительном этапе, у биообъектов фиксировался разнонаправленный характер изменения водородного показателя: у 40% лабораторных животных зарегистрировано увеличение pH до значений 7,417 и 7,464, у 40% биообъектов снижение до 7,162 и 7,30. При этом у 10% лабораторных животных показатель кислотности регистрировался в пределах физиологической нормы (pH=7,364).

При диагностике кислородного статуса биообъектов важное значение имеют параметры напряжения кислорода и углекислого газа в крови биообъектов – pO_2 , pCO_2 .

Так, в ходе испытаний (на 5-й минуте подключения аппарата ИЖДА) был выявлен довольно широкий спектр изменений pO_2 , как в сторону увеличения (у 40% лабораторных животных), так и в сторону снижения (у 10% биообъектов), на фоне физиологической нормы (50% биообъектов). Подобная динамика pO_2 сохранялась на 10-й и 15-й минутах испытания. При апробации аппарата динамическому наблюдению подвергался и параметр pCO_2 , отображающий эффективность усвоения кислорода в соответствии с метаболическим запросом биообъекта. В ходе испытаний (на 5-й минуте подключения аппарата ИЖДА) зафиксировано снижение парциального давления углекислого газа в довольно широком диапазоне значений (23,2–39,5). Аналогичная тенденция изменения параметра pCO_2 сохранилась и на 10–15-й минутах эксперимента, что свидетельствует об альвеолярной гипервентиляции (гипокапнии). Следует отметить, что в ходе дальнейшего наблюдения за лабораторными животными было зафиксировано постепенное восстановление основных показателей кислотно-щелочного баланса и газового состава крови.

Для получения более полной физиологической картины в ходе испытаний осуществляли оценку оксиметрических параметров. Особое внимание уделяли гематокриту (Hct), определяющему отношение количества эритроцитов к общему объему крови. В ходе проведения эксперимента на 5-й минуте Hct у подавляющего большинства лабораторных животных зафиксирован в пределах физиологической нормы, что свидетельствует об оптимальной кислородтранспортной функции крови испытуемых. Однако на 10-й минуте испытания у большинства лабораторных животных было зафиксировано некоторое снижение параметра Hct, что, предположительно, обусловлено множественным забором проб крови в процессе осуществления испытания аппарата ИЖДА.

При оценке электролитов венозной крови у преобладающего большинства лабораторных животных были выявлены референсные значения ионизированного Na^+ , являющегося главным катионом внеклеточного пространства. Во время испытания аппарата ИЖДА следует указать на стойкое увеличение аниона Cl^- в крови биообъектов на всех этапах эксперимента. Как известно, хлор выступает важным регулятором внеклеточного объема жидкости и осмолярности плазмы крови для поддержания оптимального кислотно-щелочного равновесия. В ходе оценки электролитного состава было выявлено также снижение

концентрации катионов K^+ и Ca^{+} в плазме крови 30% лабораторных животных. С одной стороны, уменьшение катионов K^+ в крови лабораторных животных в процессе проведения испытаний аппарата можно расценить как наметившуюся тенденцию к формированию респираторного алкалоза. С другой стороны, сниженную концентрацию кальция в плазме крови можно связать с присутствием в крови лабораторных животных веществ (гепарина, цитрата и др.), связывающих этот макроэлемент во время забора крови.

Ультразвуковая диагностика, произведенная на всех этапах исследования, признаков патологии у лабораторных животных не выявила, свободная жидкость в брюшной полости не лоцировалась, увеличение лимфоузлов не зафиксировано. При ультразвуковом исследовании сердца определялась физиологическая геометрия левого желудочка. В ходе исследования структурных нарушений правого и левого предсердия биообъектов также обнаружено не было. Застойных явлений в малом кругу кровообращения и легочной гипертензии ультразвуковое исследование не выявило. Систолическая функция сердца биообъектов находилась в пределах физиологической нормы и обладала достаточным сократительным резервом и оптимальной фракцией выброса в состоянии покоя. Следовательно, сердечно-сосудистая система лабораторных животных на всех этапах опытно-экспериментальной работы оставалась в пределах физиологической нормы.

Анализ данных рентгенологического исследования показал, что в органах грудной клетки и брюшной полости животных очаговых и инфильтративных изменений обнаружено не было. Рентгенологическое исследование зафиксировало легочные поля прозрачными, без изменения легочного рисунка. Необходимо отметить структурность бронхов и отсутствие расширений в корнях легких практически всех биообъектов. В ходе диагностики определялись ровные четкие контуры диафрагмы со свободными реберно-диафрагмальными и латеральными синусами. Важно обозначить, что схожая рентгенологическая картина наблюдалась на всех этапах экспериментального исследования.

Заключение

При проведении опытно-экспериментальных работ с участием лабораторных животных выявлено, что аппарат ИЖДА с замкнутым гидравлическим контуром своевременно удаляет углекислый газ, растворяет и доставляет кислород в дыхательную

жидкость для обеспечения физиологических констант дыхательного цикла биологического объекта. Оптимальная оксигенация со стабильным кислотно-основным состоянием крови биообъекта позволяет позитивно оценить работу экспериментального образца ИЖДА. Таким образом, технология тотальной жидкостной искусственной вентиляции легких является перспективным методом респираторной поддержки биообъектов. Зарегистрированные эмпирические данные свидетельствуют о целесообразности дальнейшего исследования протекторного действия жидкостного дыхания от повреждающих факторов внешней среды.

Список литературы

1. Васецкая Н.О., Федотов А.В. Анализ проблем реализации и оценки результативности научно-технических программ полного инновационного цикла // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. 2020. № 3. С. 6-7.
2. Баринов В.А., Бонитенко Е.Ю., Белякова Н.А., Родченкова П.В., Тоньшин А.А., Панфилов А.В., Бала А.М., Головкин А.И., Шилков В.В. Использование перфторуглеродных жидкостей в лечении респираторного дистресс-синдрома (обзор литературы) // Российский биомедицинский журнал. Medline.ru. 2022. Т. 23, № 1. С. 515–555.
3. Котский М.А., Бонитенко Е.Ю., Макаров А.Ф., Каниболоцкий А.А., Кочоян А.Л., Литвинов Н.А. О возможности использования жидкостного дыхания для профилактики развития декомпрессионных нарушений. Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 62, № 2. С. 91–100. DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-2-91-100.
4. Котский М.А., Бонитенко Е.Ю., Тоньшин А.А., Родченкова П.В., Муравская М.П., Ткачук Ю.В., Каниболоцкий А.А., Кочоян А.Л. Жидкостная респираторная десатурация — новый метод профилактики декомпрессионной болезни // Медицина труда и промышленная экология. 2023. Т. 63, № 1, С. 4–17. DOI: 10.31089/1026-9428-2023-63-1-4-17.
5. Собянина Г.Н., Мальков С.Ю. Технология жидкостной искусственной вентиляции легких биообъектов в испытательном гипербарическом стенде // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: Материалы международной научно-технической конференции «Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем». Орел, 2022. С. 109–114. DOI: 10.33979/2073-7408-2022-354-4-109-114.
6. Собянина Г.Н., Мальков С.Ю., Павлов М.И. Применение системы инвазивной телеметрии Stellar при изучении технологии жидкостного дыхания в условиях гипербарического стенда // Морская медицина. 2023. Т. 9, № 2. С. 90–97. DOI: 10.22328/2413-5747-2023-9-2-90-97.
7. Поливцев В.П., Поливцев В.В., Пашков Е.В., Калинин М.И. Аппарат жидкостного дыхания // Патент на полезную модель № 209285 Российская Федерация, МПК А61М 16/00: № 2021129676: заявл. 11.10.2021; опубл. 14.03.2022 / заявитель ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». 9 с.
8. Пашков Е.В., Поливцев В.П., Калинин М.И., Поливцев В.В. Установка для жидкостного дыхания в условиях гипербарии // Патент на полезную модель № 202283 Российская Федерация, МПК А61М 16/00 А61Г 10/02. № 2020130508: заявл. 16.09.2020; опубл. 10.02.2021 / заявитель Фонд перспективных исследований. 10 с.
9. Севрюкова Г.А. Инновационные технологии в диагностике кислотно-основного состояния и газового состава интерстициального пространства у человека «in vivo» // Астраханский медицинский журнал. 2011. Т. 6, № 2. С. 84–86.