

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL
OF APPLIED AND
FUNDAMENTAL RESEARCH**

Журнал основан в 2007 году
The journal is based in 2007
ISSN 1996-3955

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,580

№ 8 2021

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,286

Научный журнал
Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПИ140

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

к.м.н. Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

к.м.н. М.Н. Бизенкова

EDITOR

Natalia Stukova

Senior Director and Publisher

Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.

Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) –
головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного
цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,580.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,286.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 410056, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56

ISSN 1996-3955

Тел. редакции – 8-(499)-704-13-41

Факс (845-2)-47-76-77

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова

Техническое редактирование и верстка Л.М. Байгузова

Корректор Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Подписано в печать – 30.08.2021

Дата выхода номера – 30.09.2021

Формат 60x90 1/8

Типография

ООО НИЦ «Академия Естествознания»

410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 7,88

Тираж 500 экз.

Заказ МЖПиФИ 2021/8

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
СТАТЬИ

- РАННИЕ СДВИГИ В ГОМЕОСТАЗЕ ГЛЮКОЗЫ КРОВИ НЕПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРОЛИКОВ,
ПОДВЕРГНУТЫХ ГИПОКСИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ
Гаджиев А.М., Байрамова Н.И. 5

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ
СТАТЬИ

- ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И РАСПРОСТРАНЕННОСТИ
ПСОРИАЗА В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД 2009–2017 ГГ.
Кунгуров Н.В., Кохан М.М., Сырнева Т.А., Шакирова А.Н., Кузнецов И.Д. 9
- АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ ПО МЕТОДУ РОБСОНА
В РОДИЛЬНОМ ДОМЕ 2-ГО УРОВНЯ
Рудзевич А.Ю., Глашадзе Р.Р., Попкова Л.А. 16

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

- ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ НЕОПЛАЗМЕ
ПОЛОСТИ НОСА И ВЫБОРЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ
Насыров М.В., Бакиева К.К., Байбориева А.А., Каримова Б.К. 21

ОБЗОРЫ

- РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ЭНДОМЕТРИТЕ
Борщенко И.Н., Петров Ю.А., Аллахаров Д.З. 26
- ЛУЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕПАТОБЛАСТОМЫ
Туманова У.Н., Щеголев А.И. 32

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
СТАТЬИ

- ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ШЕЛЬФЕ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ
В 115-М РЕЙСЕ НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ»
Римский-Корсаков Н.А., Бурдиян Н.В., Лесин А.В., Пронин А.А., Анисимов И.М. 38
- СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ И РАСЧЁТА АКТИВНОСТИ
КОРОТКОЖИВУЩИХ ГАММА-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ
Тертышник Э.Г., Епифанова И.Э. 44
- ВЛИЯНИЕ СРОКА И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ РОЗОВОГО ВИНА
Фаталиев Х.К., Иманова К.Ф., Агаева С.Г. 53
- МЕТОДЫ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ
Шматов А.А. 59

CONTENTS
BIOLOGICAL SCIENCES
ARTICLES

EARLY SHIFTS IN THE BLOOD GLUCOSE HOMEOSTASIS OF IMMATURE RABBITS
SUBJECTED TO HYPOXIA AND PHYSICAL EXERTION

Gadzhiev A.M., Bayramova N.I. 5

MEDICAL SCIENCES
ARTICLES

FEATURES AND TRENDS OF THE INCIDENCE AND PREVALENCE OF PSORIASIS
IN THE SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD 2009–2017

Kungurov N.V., Kohan M.M., Syrneva T.A., Shakirova A.N., Kuznetsov I.D. 9

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF CAESAREAN SECTION ACCORDING
TO THE ROBSON METHOD IN THE SECOND-LEVEL HOSPITAL

Rudzevich A.Y., Tlashadze R.R., Popkova L.A. 16

CLINICAL CASE

DIAGNOSTIC ROLE OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN NASAL CAVITY
NEOPLASM AND CHOICE OF SURGICAL INTERVENTIONS

Nasyrov M.V., Bakieva K.K., Bayborieva A.A., Karimova B.K. 21

REVIEWS

REPRODUCTIVE HEALTH IN CHRONIC ENDOMETRITIS

Borshchenko I.N., Petrov Yu.A., Allakhyarov D.Z. 26

RADIATION CHARACTERISTICS OF HEPATOBLASTOMA

Tumanova U.N., Shchegolev A.I. 32

TECHNICAL SCIENCES
ARTICLES

THE 115TH CRUISE OF THE R/V «PROFESSOR VODYANITSKY» GEOLOGICAL
AND GEOPHYSICAL RESEARCH AT THE CRIMEAN PENINSULA SHELF

Rimsky-Korsakov N.A., Burdiyev N.V., Lesin A.V., Pronin A.A., Anisimov I.M. 38

ON THE METHOD OF IDENTIFICATION AND THE ACTIVITY
CALCULATION OF SHORT-LIVING GAMMA EMITTERS

Tertyshnik E.G., Epifanova I.E. 44

THE EFFECT TO THE STORAGE TERM AND CONDITION AND THE CHARACTERISTICS
OF THE PHYSICAL-CHEMICAL AND ORGANOLEPTIC OF THE PINC WINE SAMPLES

Fataliyev H.K., Imanova K.F., Aghayeva S.G. 53

STRENGTHENING TREATMENT METHODS FOR METALWORKING TOOLS

Shmatov A.A. 59

СТАТЬИ

УДК 612.352.12

**РАННИЕ СДВИГИ В ГОМЕОСТАЗЕ ГЛЮКОЗЫ КРОВИ
НЕПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРОЛИКОВ,
ПОДВЕРГНУТЫХ ГИПОКСИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ****¹Гаджиев А.М., ²Байрамова Н.И.**¹*Институт физиологии им. акад. Абдуллы Караева Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, e-mail: ahmed.hajiyev@yandex.ru;*²*Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: naile.allahverdiyeva16@gmail.com*

Работа выполнена на 3-месячных кроликах-самцах породы Шиншилла в количестве 20 особей. В течение дня с 3-часовыми интервалами было изучено изменение в гомеостазе глюкозы крови в норме, после однократной тяжелой барокамерной гипоксической гипоксии (5% O₂ в азоте), принужденного бега во вращающемся барабане и после сопряженного применения гипоксии и физической нагрузки. Выявлено, что у незрелых кроликов содержание глюкозы крови в течение дня изменяется ритмично, его пик отмечается в полдень. 20-минутная тяжелая гипоксия вызывала у животных в 1–3-е часы опыта резкое повышение ($p < 0,05$) уровня глюкозы в крови (гипергликемию) и нарушение ее дневного ритма. 10-минутный принужденный бег в барабане, вращающемся со скоростью 40–45 об/мин, приводил в начале опыта к достоверному снижению ($p < 0,05$) глюкозы в крови (гипогликемии). Бег в барабане сразу же после однократной тяжелой гипоксии оказался для них невыполнимым двигательным актом. Тяжело гипоксированные кролики при физической нагрузке в более умеренном режиме совершали вялый и недолгий бег в барабане, однако в их крови в начале опыта была обнаружена гипергликемия, как в случае применения тяжелой гипоксии отдельно. Ранняя реакция гипергликемического и гипогликемического характера в крови у подопытных кроликов оказалась временной и переходила в фазу нормализации.

Ключевые слова: незрелый возраст, гомеостаз глюкозы, гипоксия, физическая нагрузка, ранняя реакция**EARLY SHIFTS IN THE BLOOD GLUCOSE HOMEOSTASIS OF IMMATURE
RABBITS SUBJECTED TO HYPOXIA AND PHYSICAL EXERTION****¹Gadzhiev A.M., ²Bayramova N.I.**¹*Academician Abdulla Qarayev Institute of Physiology of Azerbaijan NAS,
Baku, e-mail: ahmed.hajiyev@yandex.ru;*²*Baku State University, Baku, e-mail: naile.allahverdiyeva16@gmail.com*

The work was performed on 3-month-old male Chinchilla rabbits in the amount of 20 individuals. During the day, at 3-hour intervals, a change in the normal blood glucose homeostasis was studied after a one-time severe hyperbaric hypoxic hypoxia (5% O₂ in nitrogen), forced running in a rotating treadmill and the associated use of hypoxia and physical exercise. It was found that in immature rabbits, the blood glucose content changes rhythmically during the day, and its peak is noted at noon. 20 min severe hypoxia caused a sharp increase ($p < 0.05$) in blood glucose (hyperglycemia) and a violation of its daily rhythm in the 1-3 hours of the experiment. 10 min forced running in a treadmill rotating at a speed of 40–45 rpm led at the beginning of the experiment to a significant decrease ($p < 0.05$) in blood glucose (hypoglycemia). Running in a treadmill immediately after a one-time severe hypoxia turned out to be an impossible motor act for animals. The rabbits subjected to severe hypoxia during physical exercise in a more moderate mode, although they performed a sluggish and not long run in the treadmill, nevertheless, hyperglycemia was detected in their blood at the beginning of the experiment, as in the case of applying severe hypoxia separately. The early hyperglycemic or hypoglycemic reaction in the blood of experimental rabbits turned out to be temporary, and passed into the normalization phase.

Keywords: immature age, glucose homeostasis, hypoxia, physical exercise, early reaction

Общий гомеостаз внутренней среды, гомеостаз крови и его частные проявления являются важнейшими условиями для нормальной жизнедеятельности и адаптации организма человека и животных в часто изменяющейся внешней среде [1, 2]. Гомеостаз глюкозы – это особый гомеостатический показатель крови, ее основной энергетический ресурс срочной мобилизации. При критическом содержании глюкозы возникает прямая угроза в первую очередь для мозга, клеточного метаболизма, двигательного аппарата и механизма адаптации при экстремальных ситуациях и стрессах.

На важное значение поддержания гомеостатического уровня глюкозы в крови указывают хорошо известные факты о том, что в его регуляции непосредственное участие принимают множество механизмов, в первую очередь питание, ферментные системы углеводного обмена печени, гипоталамус, эпифиз, симпатoadренальная система, глюкокортикоиды коры надпочечников, гормоны поджелудочной железы, выделение с мочой.

Гипоксия и физические нагрузки могут вызвать выраженные изменения в гомеостазе глюкозы крови [3, 4]. Однако для экспериментальной физиологии и глюкозного

мониторинга в клинических целях особый интерес представляют ранние сдвиги в глюкозном гомеостазе, вызванные воздействием сильных и глубоко влияющих факторов [5].

Целью настоящей работы являлось изучение первичных реакций со стороны глюкозного гомеостаза крови у неполовозрелых кроликов после тяжелой гипоксии, принужденной беговой нагрузки и сопряженного воздействия этих факторов.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на 3-месячных кроликах-самцах породы Шиншилла ($n = 20$) массой 470–480 г, содержащихся в стандартных условиях вивария и на стандартных рационах кормления. Животные были разделены на контрольную и 3 опытные группы по 5 особей в каждой, у которых в крови определяли глюкозу экспресс-методом, на портативном глюкометре (FIA Biomed Blood Glucose Meter, Германия). Кровь для анализа получали от каждого кролика из краевой вены уха. На нее наносили ланцетом легкий надрез, а стекающую наружу кровь собирали в пробирку (1,5 мл). После центрифугирования крови из плазмы отбирали малые (около 1,0 мкл) объемы и наносили на тест-полоски глюкометра. По его показателям устанавливали содержание глюкозы в крови у подопытных кроликов. Единица измерения глюкозы в крови представлена в мг/дл.

У животных контрольной группы глюкозу определяли в течение дня: утром, в полдень и вечером, у опытных групп – также в течение дня, через 1, 3 и 6 ч после применения исследуемых факторов – гипоксии, физической нагрузки и их сочетания. Эти сроки близки к тем, которые были определены для анализа крови у контрольных особей.

Кроликов первой опытной группы подвергали острой гипоксической гипоксии в тяжелой форме. Каждый кролик отдельно помещался в специальную камеру, куда подавали смесь газов, состоящую из 5% кислорода и 95% азота. Животного держали в этой камере 20 мин. Каждого кролика из второй опытной группы помещали в барабан, вращающийся со скоростью 40–45 об/мин, где животное получало соответствующую принудительную беговую нагрузку. Такая физическая нагрузка продолжалась 10 мин. Кроликов третьей опытной группы сначала по одному подвергали 20-минутной тяжелой гипоксии, после чего каждого из них принуждали к бегу в барабане в вышеуказанном режиме или же в режиме со скоростью 30–35 об/мин.

Результаты определения глюкозы крови контрольной и экспериментальных групп

обрабатывали параметрически, с использованием t-критерия Стьюдента, разности между средними по группам считали достоверными при $p < 0,05$; результаты измерений представлены в виде среднего значения (M) и средней ошибки (m), ($M \pm m$).

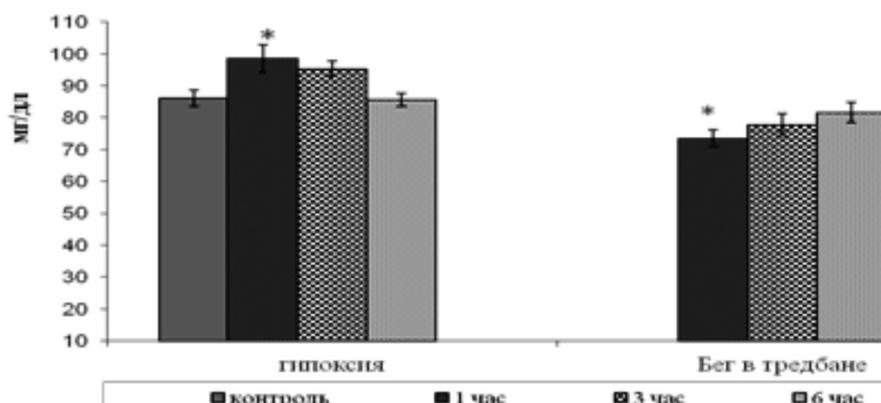
Результаты исследования и их обсуждение

Исследование показало, что у нормально развивающихся 3-месячных кроликов содержание глюкозы в плазме венозной крови в разное время дня составляло: утром – $84,0 \pm 2,1$ мг/дл, в полдень – $91,6 \pm 3,3$ мг/дл, а вечером – $82,4 \pm 2,4$ мг/дл (среднее значение за день – $86,0 \pm 2,6$ мг/дл). Эти величины показывают, что у неполовозрелых кроликов для дневной динамики глюкозного гомеостаза крови характерен слабовыраженный ритм, пик которого отмечается в середине дня.

Во время экспериментального изучения влияния тяжелой гипоксии на гомеостаз глюкозы крови 3-месячных кроликов мы обнаружили, что в первые часы после гипоксии содержание глюкозы оказалось резко повышенным ($98,5 \pm 4,2$ мг/дл, $p < 0,05$), а далее ее уровень постепенно снижался до общесреднего значения нормы. Следовательно, в условиях тяжелой кислородной недостаточности у незрелых кроликов в крови происходит накопление глюкозы, формируется гипергликемия и нарушается привычная динамика ее дневного ритма.

Для 3-месячных кроликов 10-минутная беговая нагрузка в барабане, вращающемся со скоростью 40–45 об/мин, тоже оказалась действенным фактором. В эксперименте выявлено, что после такой нагрузки в начале опыта содержание глюкозы в крови ниже общесреднего контрольного значения и составляет $73,5 \pm 2,7$ мг/дл ($p < 0,05$), наблюдается выраженная гипогликемия. Данные этих экспериментов в виде диаграммы представлены на рисунке. Здесь и далее результаты опытов сравниваются со средним значением контрольных показателей ($86,0 \pm 2,6$ мг/дл).

Тяжелая гипоксическая гипоксия и скоростной бег внутри быстро вращающегося барабана – совершенно разные факторы, способные вызвать в организме подопытного животного различные, многозвенные метаболические и функциональные изменения как общего, так и специфического характера. Гипоксия, а тем более ее тяжелые формы, по мнению многих исследователей, для организма человека и животных являются одновременно экстремальным, стрессорным и патогенным факторами многостороннего и долгосрочного действия [6–8].



Ранние сдвиги в глюкозном гомеостазе крови у 3-месячных кроликов после гипоксии и бега в барабане. По оси абсцисс – время, часы; величины выражены как $M \pm m$, * – $p < 0,05$ по сравнению со средним значением нормы. По оси ординат – содержание глюкозы в крови в мг/дл. Экспериментальные результаты, на основании которых был построен данный график, представлены в таблице

Концентрация глюкозы в плазме крови 3-месячных кроликов, подвергавшихся тяжелой гипоксии, принудительному бегу в барабане и сопряженному воздействию тяжелой гипоксии и беговой нагрузки ($M \pm m$, глюкоза в мг/дл)

Условие опытов	Сроки исследования, часы		
	Через 1 ч	Через 3 ч	Через 6 ч
Тяжелая гипоксия (n = 5)	98,5 ± 4,2	95,3 ± 2,5	85,6 ± 2,0
Бег в барабане (n = 5)	73,5 ± 2,7	77,8 ± 3,4	81,6 ± 3,2
Гипоксия + Бег в барабане (n = 5)	96,2 ± 2,4*	90,8 ± 3,6*	84,6 ± 2,5

Примечание: * – достоверность ($p < 0,05$) по отношению к среднему контрольному значению.

Сможет ли тяжело гипоксированный организм совершать более или менее продолжительные локомоторные акты, например бег в барабане или же в других условиях, – вопрос немаловажный для экспериментальной физиологии и тем более для спортивной и медицинской физиологии.

В заключительном эксперименте тяжело гипоксированных 3-месячных кроликов сразу же помещали в барабан и вращали его со скоростью 40–45 об/мин. Такой опыт показал, что после тяжелой гипоксии животные оказались не в состоянии совершать бег, они с трудом поддерживали позу стояния в барабане, у них случались припадочные реакции. У этих животных бег как таковой фактически не состоялся. Затем были изменены условия предъявления физической нагрузки: животные были посажены в барабан через 0,5 ч после тяжелой гипоксии, а вращение барабана производилось с меньшей скоростью (30–35 об/мин). Время нахождения в барабане было сокращено до 5 мин. При таком режиме опыта кролики с трудом могли совершать слабый бег в такт вращения барабана. Измерения уровня глюкозы в крови показали, что, несмотря на опреде-

ленную двигательную активность животного, требующую затрат глюкозы как срочного энергетического источника, физическая нагрузка после тяжелой гипоксии приводит к первичному развитию гипергликемии, хотя и менее выраженной, чем при однократной экспозиции тяжелой гипоксии в отдельности. После такой реакции динамика уровня глюкозы в крови у животных, подвергшихся сочетанному действию гипоксии и физической нагрузки, выходила на фазу нормализации. Сравнительные данные этих экспериментов представлены в таблице.

Следует подчеркнуть, что изучение особенностей отражения реакций животного организма в различных природных и экстремальных условиях на гомеостазе крови и его адапционных свойствах является важным вопросом физиологии и патологии целостной системы крови. В частности, изучение сопряженного воздействия предельно низкого поступления атмосферного кислорода в организм и его локомоторной активности на глюкозный гомеостаз крови в незрелом возрасте представляет также немаловажный интерес для экспериментальной физиологии. Здесь особо нужно выде-

лить аспект, связанный с развитием ранних постгипоксических и постлокомоторных эффектов в характере дневного ритма глюкозы крови молодого организма.

Наши эксперименты выявили, что при тяжелой гипоксии у 3-месячных кроликов как первичная гомеостатическая реакция развивается гипергликемия – резкое повышение концентрации глюкозы в крови. Это интересный факт, который подлежит обсуждению. Но не менее интересным является и тот факт, что гипергликемия, наступающая сразу же после острой (20-минутной) гипоксической экспозиции, сохраняется и при последующей физической нагрузке, хотя эта же нагрузка при применении в отдельности вызывает раннюю гипогликемическую реакцию в крови у животного.

На основании проведенного нами исследования можно заключить, что недостаток кислорода в опасных пределах может в значительной степени отражаться на глюкозном гомеостазе крови. При максимальном дефиците кислорода в организме первичной реакцией в дневной динамике глюкозы оказывается гипергликемия. Это свидетельствует о том, что у животного незрелого возраста, когда его функциональные и адаптивные способности еще слабы, в начале тяжелой гипоксии в крови может накапливаться много глюкозы, несмотря на то, что в тканях уже запущен механизм гликолиза.

Учитывая данные источников [9, 10], можно предположить, что возникновение гипергликемии в данном случае, вероятно, вызвано двумя причинами. При сильной гипоксии, когда концентрация кислорода в тканях резко снижается, скорость окисления глюкозы в клетках падает, поэтому в крови ее содержание на раннем этапе оказывается повышенной. Однако при гипоксии может происходить срочная мобилизация в кровь глюкозы из периферических метаболических фондов как адаптивно-компенсаторная реакция на случай нехватки глюкозы для мозга, сердца и других сильно страдающих при гипоксии органов. Гипогликемическая реакция, возникающая сразу же после выполнения напряженной мышечной работы (например, бега во вращающемся барабане), объяснима тем, что при таких сильных физических нагрузках много глюкозы крови требуется для восполнения энергетических затрат в двигательной системе. А при сильной гипоксии и эта ранняя реак-

ция (гипогликемия) со стороны глюкозного гомеостаза крови может переходить в кратковременную гипергликемию.

Выводы

1. Тяжелая гипоксия как патогенный фактор приводит к нарушению слабовыраженного дневного ритма в динамике уровня глюкозы крови у незрелого организма.

2. Ранняя гипергликемическая реакция крови, вызванная тяжелой гипоксией организма, подавляет раннюю гипогликемическую реакцию, которая развивается под действием физической нагрузки у незрелого организма.

3. Ранние гипер- или гипогликемические сдвиги в крови незрелого организма при гипоксии и физической активности носят временный характер, в обоих случаях уровень глюкозы имеет тенденцию к нормализации.

Список литературы

1. Захаров В.М., Трофимов И.Е. Гомеостатические механизмы биологических систем // Онтогенез. 2014. № 4. С. 68–84.
2. Röder P.V., Wu B., Liu Y., Han W. Pancreatic regulation of glucose homeostasis. *Exp. Mol. Med.* 2016. Vol. 48. No. 3. e219. DOI: 10.1038/emm.2016.6.
3. Aliyev A.H., Farhadi N., Rostami H., Arasteh A.A., Madatova V.M., Aliyev F.A. The effect of maternal hypoxia, pineal gland, physical activity and circadian rhythm on serum levels of cholesterol, insulin and glucose // Известия Бакинского Государственного Университета, сер. Естественные науки. 2009. № 3. С. 130–137.
4. Polak J., Shimoda L.A., Drager L.F., Udem C., McHugh H., Polotsky V.Y., Punjabi N.M. Intermittent Hypoxia Impairs Glucose Homeostasis in C57BL/6J Mice: Partial Improvement with Cessation of the Exposure. *Sleep.* 2013. Vol. 36. Is. 10. P. 1483–1490. DOI: 10.5665/sleep.3040.
5. Berard L.D., Siemens R., Woo V. Monitoring glycemic control. *Can. J. Diabetes.* 2018. Vol. 42. Suppl. 1. P. S47–S53. DOI: 10.1016/j.cjcd.2017.10.007.
6. Бурых Э.А. Общие закономерности и индивидуальные особенности интегративного ответа организма человека на воздействие острой нормобарической гипоксии: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Санкт-Петербург, 2020. 40 с.
7. Hao K., Kong F.P., Gao Y.Q., Tang J.W., Chen J., Evans A.M., Lightman S.L., Chen X.Q., Du J.Z. Inactivation of corticotropin-releasing hormone-induced insulinotropic role by high-altitude hypoxia. *Diabetes.* 2015. Vol. 64. No. 3. P. 785–795. DOI: 10.2337/db14-0500.
8. Mikati M., Zeinieh M., Kurdi R., Harb S., El Hokayem J., Daderian R., Shamseddine A., Obeid M., Bitar F., El Sabban M. Long-term effects of acute and of chronic hypoxia on behavior and on hippocampal histology in the developing brain. *Brain Res.* 2005. Vol. 157. No. 1. P. 98–102. DOI: 10.1016/j.devbrainres.2005.03.007.
9. Michiels C. Physiological and pathological responses to hypoxia. *Am. J. Pathol.* 2004. Vol. 164. No. 6. P. 1875–1882. DOI: 10.1016/S0002-9440(10)63747-9.
10. van Hulten V., van Meijel R.L.J., Goossens G.H. The impact of hypoxia exposure on glucose homeostasis in metabolically compromised humans: A systematic review. *Rev. Endocr. Metab. Disord.* 2021. Vol. 22. P. 471–483 (2021). DOI: 10.1007/s11154-021-09654-0.

СТАТЬИ

УДК 616.517

ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПСОРИАЗА В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД 2009–2017 ГГ.**¹Кунгуров Н.В., ¹Кохан М.М., ¹Сырнева Т.А., ¹Шакирова А.Н., ²Кузнецов И.Д.**¹*ГБУ СО «Уральский НИИ дерматовенерологии и иммунопатологии»**Минздрава России, Екатеринбург, e-mail: shakirova.a96@yandex.ru;*²*ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь*

В Российской Федерации (РФ) псориаз остается одним из наиболее распространенных заболеваний в структуре хронической патологии кожи и подкожной жировой клетчатки. Цель исследования – изучить показатели заболеваемости и распространенности псориаза в наибольших и наименьших значениях по федеральным округам и субъектам РФ, оценить различия показателей за период 2009–2017 гг. Сравнительная оценка заболеваемости и распространенности псориаза осуществлялась по данным статистических материалов ежегодной статистической отчетности «Ресурсы и деятельность медицинских организаций дерматовенерологического профиля» за период 2009–2017 гг. На основании изучения официальных статистических данных по заболеваемости и распространенности псориаза в РФ за данный период установлены достоверные различия в показателях по федеральным округам и субъектам РФ, в том числе в возрастном аспекте, и среди жителей города и села. Медико-социальные факторы, влияющие на уровень регистрируемой заболеваемости, могут быть обусловлены низкой доступностью государственных и муниципальных учреждений дерматовенерологического профиля в конкретных регионах, недостатками статистического учета, а также низким уровнем обращаемости за медицинской помощью и неполным учетом больных псориазом. Указанные причины требуют дальнейшего изучения и анализа. Исследование выявило неблагоприятные тенденции в динамике заболеваемости и распространенности псориаза среди взрослого и детского населения Российской Федерации.

Ключевые слова: псориаз, распространенность псориаза, заболеваемость псориазом, статистические материалы, псориаз у детей, псориаз у взрослых

FEATURES AND TRENDS OF THE INCIDENCE AND PREVALENCE OF PSORIASIS IN THE SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD 2009–2017**¹Kungurov N.V., ¹Kohan M.M., ¹Syrneva T.A., ¹Shakirova A.N., ²Kuznetsov I.D.**¹*The Ural Research Institute of Dermatovenereology and Immunopathology,**Ekaterinburg, e-mail: shakirova.a96@yandex.ru;*²*Perm state medical university by academician E.A. Wagner of Ministry of Health of Russian Federation, Perm*

In Russian Federation (RF), psoriasis remains one of the most common diseases in the structure of chronic pathology of the skin. The aim of this study was to investigate the incidence and prevalence of psoriasis in the maximum and minimum values in the Federal districts and subjects of the RF, and the variability of indicators by years and territories of the RF for the period 2009–2017. The analysis of the incidence and prevalence of psoriasis was carried out according to statistical materials of the annual statistical reporting «Resources and activities of medical organizations of dermatovenereological profile» for the period 2009–2017. Based on the study of official statistical data on the incidence and prevalence of psoriasis in the RF for this period, significant differences in indicators for Federal districts and subjects of the RF, including in the age aspect and among residents of cities and villages, were established. Medical and social factors affecting the level of registered morbidity may be due to the low availability of state and municipal institutions of dermatovenereological profile in some regions, lack of statistical accounting, as well as low level of medical care and incomplete registration of patients with psoriasis. These reasons require further study and analysis. The study revealed unfavorable trends in the dynamics of the incidence and prevalence of psoriasis among the adult and child population of the RF.

Keywords: psoriasis, incidence, prevalence of psoriasis, statistical material, psoriasis in children, psoriasis in adults

В последние годы как в Российской Федерации (РФ), так и за рубежом количество больных хроническими кожными заболеваниями, в том числе и псориазом (Пс), продолжает возрастать. Распространенность Пс среди жителей разных стран составляет от 0,09 % до 11,43 %, что делает Пс серьезной глобальной проблемой,

от которой страдают, по меньшей мере, 100 млн человек во всем мире [1, 2]. Самые высокие показатели заболеваемости Пс отмечаются среди населения Америки, Европы (Норвегии, Италии, Германии) [3]. В РФ заболеваемость Пс составляет 3,5 % в общей структуре хронической патологии кожи и подкожной жировой клетчат-

ки [4]. Доказанной является генетическая предрасположенность развития Пс у значительного количества заболевших [5]. Триггерами развития и хронического течения Пс являются инфекции, стрессы, злоупотребление алкоголем, курение, травмы. Однако многие исследователи подчеркивают неблагоприятную роль факторов окружающей среды в развитии и течении Пс [6].

Цель исследования – изучить показатели заболеваемости и распространенности Пс в максимальных и минимальных значениях по федеральным округам и субъектам РФ, их вариабельность по годам и территориям РФ за период 2009–2017 гг.

Материалы и методы исследования

Для анализа использовались статистические материалы ежегодной статистической отчетности «Ресурсы и деятельность медицинских организаций дерматовенерологического профиля» [7]. Анализ распространенности и заболеваемости Пс проводился в абсолютных цифрах и в интенсивных показателях на 100 тыс. населения среди детского и взрослого, сельского и городского населения. Оценивались особенности заболеваемости и распространенности по федеральным округам и территориям РФ, их изменения за период 2009–2017 гг.

Результаты исследования и их обсуждение

При анализе официальных статистических показателей установлено, что в течение 9 лет распространенность Пс в целом в РФ возросла на 11,9% – с 211,3 случая в 2009 г. до 236,4 случая на 100 тыс. населения в 2017 г. Одногодичная заболеваемость Пс в 2017 г. составила 64,6 случая на 100 тыс. населения, что меньше на 7,9% в сравнении с 2009 г. (70,2 случая на 100 тыс. населения). По данным А.А. Кубанова и Е.В. Богдановой, заболеваемость Пс в 2018 г. в РФ составила 66,5 на 100 тыс. населения, распространенность – 242,4 на 100 тыс. населения [8]. Доля Пс в общей структуре заболеваний кожи и подкожной жировой клетчатки незначительно возросла и составила соответственно 3,4% в 2009 г. и 4,1% в 2017 г. [9].

Статистические и клинические данные подтверждают, что дебют Пс у большинства больных происходит в подростковом возрасте. Считается, что это многофакторное воспалительное папулоскомаозное заболевание также распространено и в педиатрии. Детский бляшечный Пс поражает примерно 1% детей и подростков [10].

За анализируемый период в РФ наиболее высокие показатели распространенности и заболеваемости Пс в РФ отмечались у детей подросткового возраста (15–17 лет), что в 1,4 и 1,5 раза соответственно превышало показатели распространенности и заболеваемости среди всего населения. В 2017 г. распространенность Пс в данной возрастной группе составила 326,0 случая на 100 тыс. населения, а заболеваемость – 95,6 случая на 100 тыс., тогда как в 2009 г. были 307,2 и 120,8 случая на 100 тыс. населения соответственно. У детей в возрасте 0–14 лет показатели распространенности и заболеваемости ниже, чем показатели всего населения, в 3,2 и 2,6 раз соответственно (2009 г. – 70,2 и 28,4 на 100 тыс. населения; 2017 г. – 74,5 и 25,3 на 100 тыс. населения), и в 4,4 и 3,8 раза – по сравнению с данными подросткового населения. В следующем 2018 г. наиболее высокие относительные показатели распространенности и заболеваемости Пс псориазом в возрасте 15–17 лет сохранялись. В статье А.А. Кубанова и Е.В. Богдановой приведены данные, соответствующие описанному нами тренду: в рассматриваемой возрастной группе распространенность Пс находилась на уровне 332,0, заболеваемость – 100,0 на 100 тыс. соответствующего населения, при этом относительные показатели среди населения в возрасте 18 лет и старше были на уровне 276,0 и 74,0 случая на 100 тыс. взрослого населения, а среди детей в возрастной группе 0–14 лет – 77,0 и 26,0 случая на 100 тыс. детского населения соответственно [8].

При сравнении распространенности и заболеваемости Пс среди городских и сельских жителей РФ установлено, что в исследуемый период стабильно более высокие показатели фиксировались у городских жителей (в 2,4 раза выше по заболеваемости и в 1,3 раза по распространенности) (рис. 1).

При проведении анализа официальных статистических материалов в федеральных округах РФ была выявлена вариабельность показателей заболеваемости от 43,0 случая на 100 тыс. населения в Южном ФО (ЮФО) до 89,0 случая на 100 тыс. населения в Приволжском ФО (ПФО) в 2009 г. В 2017 г. различия показателей находились в пределах от 53,1 случая на 100 тыс. населения в Северо-Кавказском ФО (СКФО) до 98,9 случая на 100 тыс. населения в Дальневосточном ФО (ДВФО) (рис. 2). При этом заболеваемость в ДВФО была стабильно выше общероссийских показателей на 5,4–34,7% за период 2009–2017 гг.

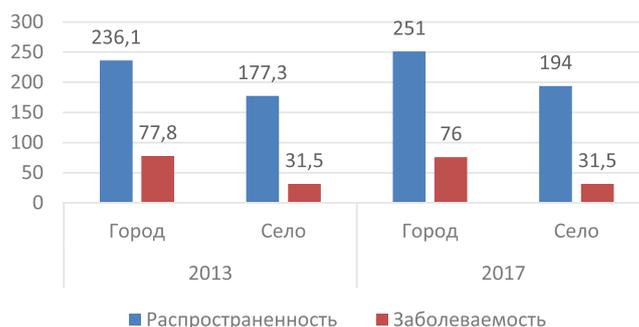


Рис. 1. Распространенность и заболеваемость псориазом на 100 тыс. населения среди жителей города и села РФ в 2013 и 2017 гг. По оси абсцисс – распространенность и заболеваемость псориазом среди городских и сельских жителей РФ в 2013 и 2017 гг.; по оси ординат – показатели заболеваемости и распространенности псориаза в городе и селе на 100 тыс. населения

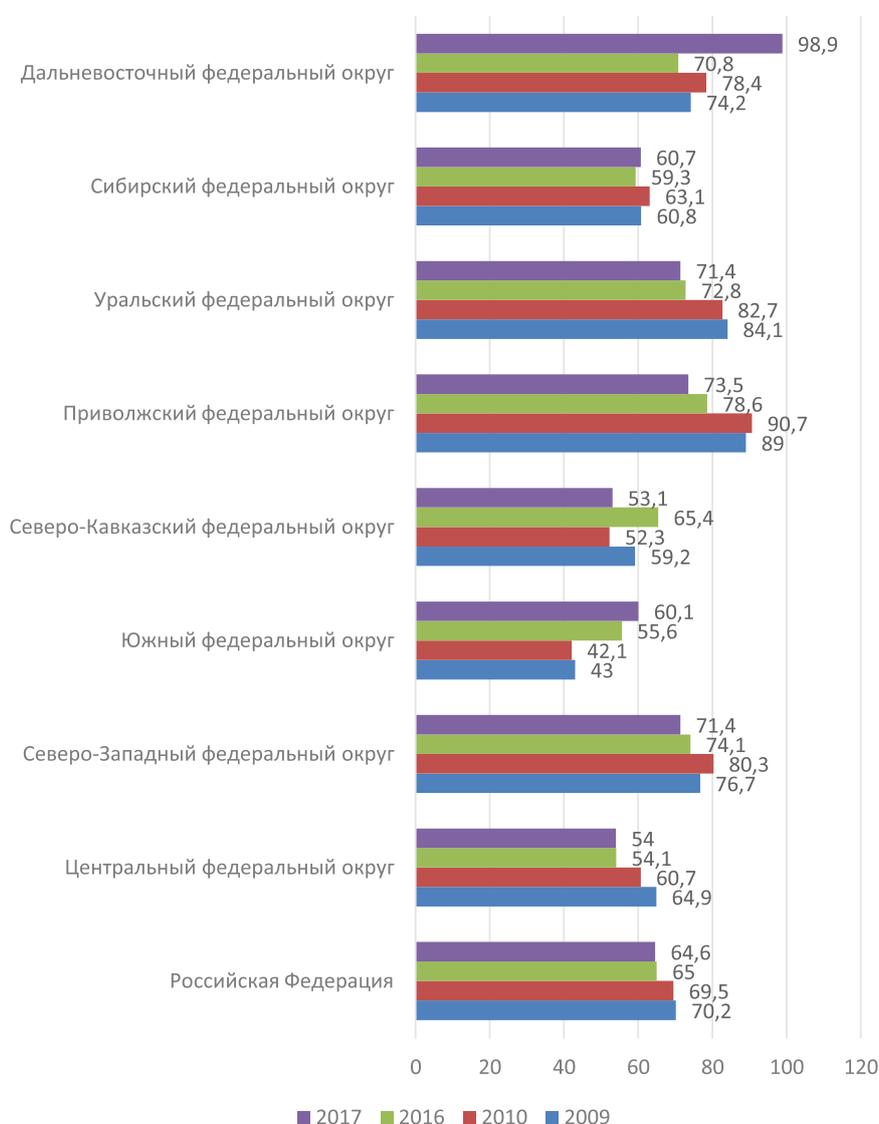


Рис. 2. Заболеваемость псориазом на 100 тыс. населения по федеральным округам в 2009, 2010, 2016 и 2017 гг. По оси абсцисс – показатели заболеваемости псориазом на 100 тыс. населения; по оси ординат – федеральные округа РФ и годы – 2009, 2010, 2016, 2017

Анализ данных по распространенности Пс в ФО РФ показал вариабельность показателей в 2009 г. от 163,6 случая на 100 тыс. населения в ЮФО до 252,6 случая на 100 тыс. населения в ПФО. В 2017 г. минимальные значения распространенности наблюдались также в ЮФО, значение составляло 184,3 случая на 100 тыс. населения (что больше, чем в 2009 г., на 12,6%), максимальные значения в ДВФО – 319,5 случая на 100 тыс. населения (в данном федеральном округе прирост с 2009 г. составил 31%) (рис. 3).

Различия между наибольшими и наименьшими показателями заболеваемости Пс в субъектах РФ в 2009 г. варьировали от 191,5 случая на 100 тыс. населения в Тюменской области до 11,7 случая на 100 тыс. населения в Тамбовской области, таким образом, в Тюменской области заболеваемость в 16,3 раза превышала заболеваемость в Тамбовской области. В 2017 г. максимальная заболеваемость – 169,8 случая на 100 тыс. населения – отмечалась

в Хабаровском крае и превышала таковую в Астраханской области в 23,2 раза (7,3 случая на 100 тыс. населения (таблица).

За анализируемый период в отдельных территориях РФ распространенность Пс достигала максимальных значений: в 2009 г. в Тюменской области – 538,8 случая на 100 тыс. населения, а в 2017 г. наибольшие значения были зафиксированы в Ямало-Ненецком АО – 564,7 случая на 100 тыс. населения, при этом уровень распространенности Пс в Тюменской области снизился за данный период на 33% – до 358,9 случая на 100 тыс. населения. Наименьший уровень распространенности Пс в 2009 г. был зафиксирован в Чеченской Республике – 35,8 случая на 100 тыс. населения, в 2017 г. в Чеченской Республике уровень распространенности возрос в 3,7 раза и составил 132,8 случая на 100 тыс. населения. Минимальные значения распространенности в 2017 г. отмечены в г. Севастополе, показатель составил 103,3 случая на 100 тыс. населения (таблица).

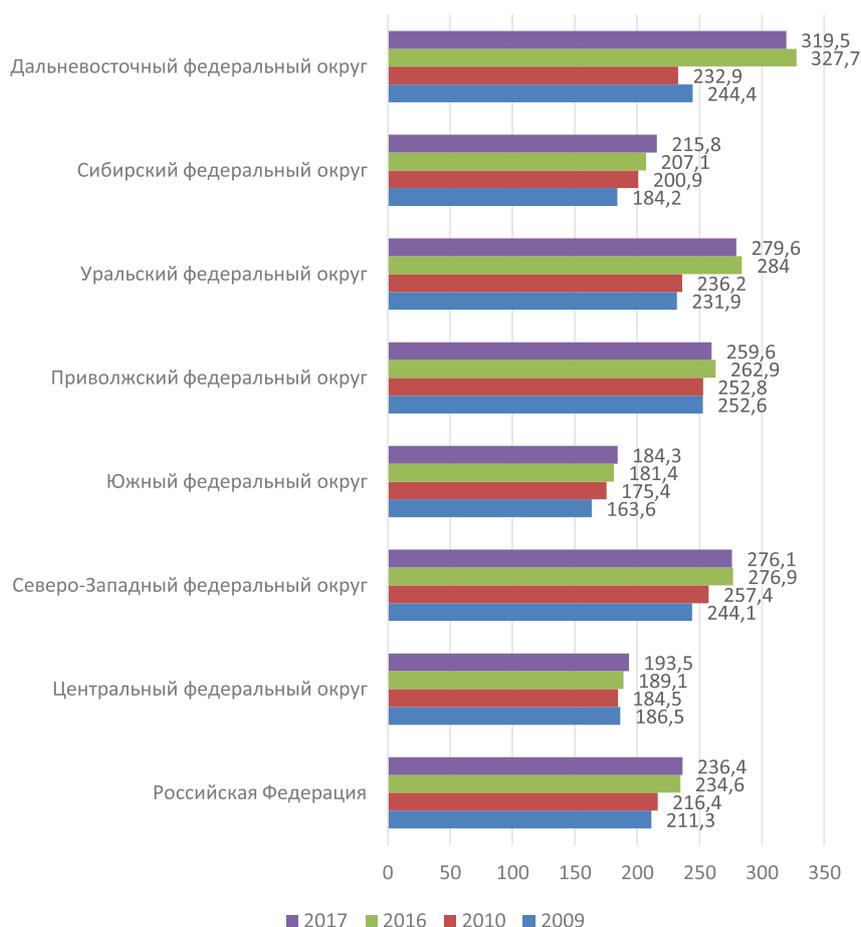


Рис. 3. Распространенность псориаза на 100 тыс. населения по федеральным округам в 2009, 2010, 2016, 2017 гг.
По оси абсцисс – показатели распространенности псориаза на 100 тыс. населения;
по оси ординат – федеральные округа РФ и годы – 2009, 2010, 2016, 2017

Показатели заболеваемости и распространенности псориаза в 2009 и 2017 гг. в максимальных и минимальных значениях

Годы	Минимальные показатели		Максимальные показатели	
	Субъекты	Показатели на 100 тысяч населения	Субъекты	Показатели на 100 тысяч населения
Заболеваемость				
2009	Тамбовская область (ЦФО)	11,7	Тюменская область (УрФО)	191,5
	Новосибирская область (СФО)	14,1	Псковская область (СЗФО)	148,6
	Карачаево-Черкесская Республика (СКФО)	14,2	Республика Коми (СЗФО)	142,7
2017	Астраханская область (ЮФО)	7,3	Хабаровский край (ДВФО)	169,8
	Республика Адыгея (ЮФО)	12,6	Курганская область (УрФО)	163,0
	Белгородская область (ЦФО)	14,8	Удмуртская Республика (ПФО)	143,4
Распространенность				
2009	Чеченская Республика (СКФО)	35,9	Тюменская область (УрФО)	538,8
	Новосибирская область (СФО)	75,3	Архангельская область (СЗФО)	482,4
	Томская область (СФО)	77,8	Ямало-Ненецкий АО (УрФО)	440,5
2017	г. Севастополь (ЮФО)	103,3	Ямало-Ненецкий АО (УрФО)	564,7
	Астраханская область (ЮФО)	114,0	Магаданская область (ДВФО)	526,9
	Республика Адыгея (ЮФО)	124,0	Республика Коми (СЗФО)	475,9

Высокие показатели распространенности и заболеваемости Пс у детей подросткового возраста (15–17 лет) объясняются, с одной стороны, эндогенными факторами: гормональной перестройкой организма, стрессами, инфекционными заболеваниями, с другой – влиянием экзогенных факторов: агрессивной внешней средой, особенностями организации и доступности лечебно-профилактической помощи, в том числе качеством диагностики заболевания.

Показатели распространенности и заболеваемости Пс городских жителей стабильно высокие. Возможно, это обусловлено влиянием урбанизации (стрессами, напряженным графиком труда и отдыха, экологической обстановкой) на развитие заболеваемости у городских жителей, а также недостаточной обращаемостью сельских жителей в медучреждения из-за трудностей в оказании специализированной дерматовенерологической помощи [9].

Анализ данных о заболеваемости и распространенности Пс свидетельствует, что как в 2009, так и в 2017 гг. различия в показателях, вероятно, определялись тем, что субъекты РФ с «полярными» статистическими показателями заболеваемости и распространенности псориаза находятся в природно-климатических зонах, резко отличающихся друг от друга, где дополнительными аспектами, оказывающими влияние на показатели заболеваемости псориаза, возможно, являются неблагоприятные резко сменяющиеся температуры воздуха, солнечная активность, выпадение осадков, влажность, уровень радиации, которые ме-

няются в течение суток и имеют сезонные различия, что может отражаться на манифестации и течении псориаза [11]. Например, Дальневосточный регион отличается особой контрастностью климата – от резко континентального до муссонного, довольно высокая солнечная активность сопровождается повышенным объемом осадков, влажностью и выраженными суточными и сезонными колебаниями температуры воздуха.

В то же время в субъектах одного федерального округа, близких территориально, также наблюдались значимые различия как в заболеваемости, так и в распространенности Пс. Так, например, в ЦФО при анализе заболеваемости Пс в 2017 г. можно отметить, что максимальные показатели были отмечены в Рязанской области, которая находится в восточной части округа, при этом данный субъект граничит с Тамбовской, Владимирской областями, где уровень заболеваемости значительно ниже (рис. 4). Различия в статистических показателях заболеваемости Пс территорий с близкими климато-географическими условиями, возможно, обусловлены другими факторами.

По мнению ряда авторов [11, 12], медико-социальные факторы, влияющие на уровень регистрируемой заболеваемости, могут быть обусловлены дефектами в организации оказания специализированной дерматовенерологической помощи, низкой доступностью государственных и муниципальных учреждений дерматовенерологического профиля в конкретных регионах, недостатками статистического учета. Низкий уровень обращаемости за медицинской

помощью можно объяснить значительной отдаленностью небольших городов, поселков и деревень от центров и недостатком коммуникационных связей между ними. Недостаточный учет больных псориазом (по обращаемости), возможно, связан с переориентацией отечественного здравоохранения на его первичное звено взамен специализированных служб, при этом низкий уровень знаний врачей общетерапевтиче-

ского профиля по заболеваниям кожи часто влечет за собой серьезные дефекты диагностики и регистрации заболеваний. Именно поэтому пациент, страдающий Пс, особенно со слабыми проявлениями болезни, при обращении к врачу первичного звена часто не попадает в систему статистического учета как дерматовенерологический больной. Указанные причины требуют дальнейшего изучения и анализа.



Рис. 4. Заболеваемость псориазом в ЦФО на 100 тыс. населения в 2017 г. (Названия областей и уменьшение интенсивности окрашивания даны в порядке уменьшения значений заболеваемости)
 1 – Рязанская область; 2 – Тверская область; 3 – Орловская область; 4 – Ярославская область;
 5 – Липецкая область; 6 – Смоленская область; 7 – Московская область; 8 – Костромская область; 9 – Тульская область; 10 – Брянская область; 11 – Калужская область;
 12 – Владимирская область; 13 – Ивановская область; 14 – город Москва; 15 – Курская область;
 16 – Тамбовская область; 17 – Воронежская область; 18 – Белгородская область

Цвет и номер на рисунке	Показатель на 100 тыс. населения	Область	Цвет и номер на рисунке	Показатель на 100 тыс. населения	Область
1	125,0	Рязанская область	10	47,6	Брянская область
2	97,5	Тверская область	11	47,5	Калужская область
3	93	Орловская область	12	44,2	Владимирская область
4	89,2	Ярославская область	13	44,2	Ивановская область
5	79,4	Липецкая область	14	43,7	город Москва
6	71,4	Смоленская область	15	25,7	Курская область
7	68,8	Московская область	16	21,3	Тамбовская область
8	65,7	Костромская область	17	19,3	Воронежская область
9	54,8	Тульская область	18	14,8	Белгородская область

Заключение

Данные сравнительного анализа показали, что за исследуемый период распространенность Пс в Российской Федерации имеет тенденцию к росту (отмечается увеличение в 2009–2017 гг. до 11,9%), заболеваемость снизилась на 7,9%. При сравнении показателей заболеваемости и распространенности Пс в течение данного периода среди городских и сельских жителей РФ отмечаются стабильно низкие показатели у жителей сельской местности – в 2,4 раза ниже уровень заболеваемости и в 1,3 раза – распространенности, чем среди городских жителей.

За анализируемый период 2009–2017 гг. наиболее высокие показатели распространенности и заболеваемости стабильно отмечались у детей подросткового возраста (15–17 лет), что в 1,4 и 1,5 раза соответственно превышало показатели распространенности и заболеваемости среди всего населения.

Разброс показателей заболеваемости и распространенности от максимально высоких до низких может быть связан с особенностями природно-климатических зон РФ, а также с недостатком регистрации больных псориазом вследствие низкой доступности государственных и муниципальных учреждений дерматовенерологического профиля в конкретных регионах, переориентацией отечественного здравоохранения в сторону врача общей практики и недостаточным уровнем знаний врачей общетерапевтического профиля заболеваний кожи.

Учитывая различия в климато-географических и социально-экономических условиях субъектов РФ, таких как площадь и распространенность федеральных округов и их субъектов, экологическая обстановка, доступность учреждений здравоохранения, в том числе дерматовенерологического профиля, необходимо проведение дальнейшего анализа причин высокой и низкой регистрации пациентов с псориазом.

Список литературы

1. Gibbs S. Skin disease and socioeconomic conditions in rural Africa: Tanzania. *Int J. Dermatol.* 1996. Vol. 35. No. 9. P. 633–639.
2. Danielsen K., Olsen A.O., Wilsgaard T., Furberg AS. Is the prevalence of psoriasis increasing? A 30-year follow-up of a population-based cohort. *Br J. Dermatol.* 2013. Vol. 168. No. 6. P. 1303–1310.
3. Parisi R., Symmons D.P., Griffiths C.E., Ashcroft D.M. Global Epidemiology of Psoriasis: a systematic review of incidence and prevalence. *Journal of Investigative Dermatology.* 2012. Vol. 2. P. 1–9.
4. Знаменская Л.Ф., Мелехина Л.Е., Богданова Е.В., Минеева А.А. Заболеваемость и распространенность псориаза в Российской Федерации // *Вестник дерматологии и венерологии.* 2012. № 5. С. 20–29.
5. Girolomoni G., Stromal R., Puig L., Bachelez H., Barker J., Boehncke W. H., Prinz J.C. The role of IL-23 and the IL-23/TH 17 immune axis in the pathogenesis and treatment of psoriasis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology.* 2017. Vol. 31. No. 10. P. 1616–1626.
6. AAD Psoriasis guideline. [Electronic resource]. URL: <https://www.aad.org/member/clinical-quality/guidelines/psoriasis> (date of access: 05.08.2021).
7. Ресурсы и деятельность медицинских организаций дерматовенерологического профиля. Заболеваемость инфекциями, передаваемыми половым путем, заразными кожными болезнями и болезнями кожи за 2016–2017 годы. (Статистические материалы). М. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god> (дата обращения: 05.08.2021).
8. Кубанов А.А., Богданова Е.В. Организация и результаты оказания медицинской помощи по профилю «дерматовенерология» в Российской Федерации. Итоги 2018 года // *Вестник дерматологии и венерологии.* 2019. № 95 (4). С. 8–23.
9. Кубанова А.А., Кубанов А.А., Мелехина Л.Е., Богданова Е.В. Анализ состояния заболеваемости болезнями кожи и подкожной клетчатки в Российской Федерации за период 2003–2016 гг // *Вестник дерматологии и венерологии.* 2017. № 6. С. 22–33.
10. Napolitano M., Megna M., Balato A., Ayala F. Systemic Treatment of Pediatric Psoriasis: A Review. *Dermatol. Ther. (Heidelb.)* 2016. Vol. 6 (2). P. 125–142.
11. Мишина О.С. Тенденции заболеваемости псориазом в России в 2009–2013 гг. // *Социальные аспекты здоровья населения: информационно-аналитический вестник.* 2015. № 41 (1). С. 7.
12. Гудинова Ж.В., Охлопков В.А., Полещук Е.И., Жернакова Г.Н. Заболеваемость псориазом в зависимости от региона Российской Федерации // *Российский журнал кожных и венерических болезней.* 2018. № 21 (2). С. 85–89.

УДК 618.5-089.888.61

АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ ПО МЕТОДУ РОБСОНА В РОДИЛЬНОМ ДОМЕ 2-ГО УРОВНЯ

¹Рудзевич А.Ю., ²Глашадзе Р.Р., ²Попкова Л.А.

¹ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тюмень, e-mail: alexrud@bk.ru;

²ГБУЗ ТО «Родильный дом № 3» Департамент здравоохранения Тюменской области, Тюмень

В исследовании мы проанализировали частоту кесарева сечения (КС) в родильном доме 2-го уровня. С этой целью мы применили классификацию, предложенную Робсоном. Данная методика выглядит более привлекательной, чем оценка общего показателя частоты кесарева сечения. Метод предусматривает разделение совершившихся в родильном доме родов на 10 групп и их отдельный анализ. В настоящее время акушеры-гинекологи всего мира обеспокоены неоправданным ростом частоты кесарева сечения, которое при отсутствии показаний является опасным методом родоразрешения. Для объективного анализа частоты кесарева сечения ВОЗ рекомендует использовать классификацию Робсона. При внедрении оценки Робсона автором высказывалось пожелание о публикации результатов применения данного метода в лечебных учреждениях различных регионов и разных уровней. Во исполнение обозначенной задачи мы публикуем результаты оценки родов методом Робсона родильного дома № 3 города Тюмени за 2020 календарный год. Мы оценили динамику изменений за 5 лет, сравнив полученные результаты с результатами анализа в нашем роддоме в 2015 г. Полагаем, что оценка по способу Робсона позволит нам определить ресурсы для снижения частоты КС в роддоме. Опубликованные нами данные будут полезны другим учреждениям при сопоставлении своих результатов.

Ключевые слова: кесарево сечение, Робсон, частота кесарева сечения, классификация Робсона

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF CAESAREAN SECTION ACCORDING TO THE ROBSON METHOD IN THE SECOND-LEVEL HOSPITAL

¹Rudzevich A.Y., ²Tlashadze R.R., ²Popkova L.A.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tyumen State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Tyumen, e-mail: alexrud@bk.ru;

²GBUZ TO «Maternity hospital No. 3» Department of Health of the Tyumen region, Tyumen

In the study, we analyzed the frequency of caesarean section in our maternity hospital. For this analysis, we applied the classification proposed by Robson. This technique is better than an estimate of the overall caesarean section rate. This method divides the births that took place in the maternity hospital into 10 groups, then we analyze the births of each group separately. Currently, medical professionals are concerned about an unjustified increase in the frequency of caesarean section, which is unreasonably high and threatens the complications associated with this operation. For the analysis of the frequency of caesarean section, WHO recommends using the Robson classification. When introducing the Robson classification, he expressed the desire to publish the results of the application of this method in medical institutions in various regions of the world. We publish the results of the assessment of childbirth by the Robson method carried out in maternity hospital No. 3 in the city of Tyumen in 2020. We also estimated the dynamics of changes over 5 years by comparing the results obtained in 2020 with the results in 2015. We believe that the Robson assessment will allow us to find a way to reduce the frequency of CS in the hospital. The data we have published will be useful to healthcare professionals from other institutions when comparing their results.

Keywords: cesarean section, Robson, cesarean rate

В настоящее время принято считать, что кесарево сечение, проведенное при отсутствии медицинских показаний, является более опасным методом родоразрешения и для матери, и для плода. Чрезмерный рост частоты кесарева сечения вызывает обеспокоенность во всем мире. Для анализа частоты кесарева сечения ВОЗ рекомендует использовать методику Робсона [1]. Это простой в выполнении метод, который заключается в разделении всех случаев родов на 10 групп и подсчете частоты кесарева сечения в каждой группе отдельно [2]. Полученная информация необходима для выявления показателей, которые могут стать ориентиром для улучшения качества оказани

помощи. При внедрении оценки Робсона автором высказывалось пожелание о публикации результатов применения данного метода в лечебных учреждениях различных регионов и разных уровней. Выполняя обозначенную задачу, мы публикуем результаты оценки методом Робсона родильного дома № 3 города Тюмени за 2020 календарный год. Мы полагаем, что оценка по способу Робсона позволит нам определить ресурсы для снижения частоты КС в роддоме. Опубликованные нами данные будут полезны для других учреждений при сопоставлении своих результатов. Для сравнения мы взяли относительные результаты частоты КС в группах по классификации

Робсона, полученные при анализе в нашем роддоме в 2015 г.

Цель исследования: провести оценку частоты кесарева сечения в ГБУЗ ТО «Родильный дом № 3» г. Тюмени с применением методики Робсона, оценить возможности снижения этого показателя.

Материалы и методы исследования

Проведены анализ родов в ГБУЗ ТО «Родильный дом № 3» г. Тюмени за 2020 календарный год (с 1 января по 31 декабря 2020 г.) согласно классификации Робсона [2] и анализ операций кесарева сечения по экстренным показаниям [3]. За экстренные показания принимались случаи кесарева сечения у беременных, которым до начала родов планировались роды через естественные родовые пути. Данные вносились после каждых совершившихся родов лечащим

врачом в специально заведенную для данного исследования электронную форму.

Для статистического анализа мы использовали приложения MS Access и MS Excel. Определили количество родов и КС в каждой группе Робсона, рассчитали отношение количества КС к количеству родов для каждой группы и количество КС в группе к общему количеству родов за 2020 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты распределения родов по методике Робсона за 2020 г. представлены в табл. 1. Результаты за 2015 г. были получены в рамках оценки частоты КС в г. Тюмени, анализ родов проводился за 2 месяца, поэтому данные публикуются только для ретроспективного сравнения в относительных значениях.

Таблица 1

Результаты оценки родов по методу Робсона за 2020 г. (в таблице приведены относительные показатели за 2015 г. для ретроспективного сравнения)

№	Наименование группы Робсона	2015 г. (для ретроспективного сравнения)		2020 г.		
		Частота КС относительно размера группы (в%)	Частота КС относительно всех родов (в%)	Количество родов в группе/ количество КС	Частота КС относительно размера группы (в%)	Частота кесарева сечения относительно всех родов (в%)
1	Первородящие с гестационным сроком ≥ 37 недель, одноплодная беременность, головное предлежание, спонтанные роды	7,0	1,8	779/111	14,2	3,4
2	Первородящие с гестационным сроком ≥ 37 недель, одноплодная беременность, головное предлежание, индуцированные роды или плановое КС	18,2	2,4	379/127	33,5	3,9
3	Повторнородящие, без рубца на матке, с гестационным сроком ≥ 37 недель, одноплодная беременность, головное предлежание, спонтанные роды	1,3	0,5	1287/47	3,7	1,5
4	Повторнородящие, без рубца на матке, с гестационным сроком ≥ 37 недель, одноплодная беременность, головное предлежание, индуцированные роды или плановое КС	11,3	0,9	363/61	16,8	1,9
5	Повторнородящие с рубцом на матке, с гестационным сроком ≥ 37 недель, одноплодная беременность, головное предлежание	81,3	5,3	332/311	93,7	9,6
6	Первородящие, одноплодная беременность, тазовое предлежание	100,0	1,9	45/43	95,6	1,3

Окончание табл. 1						
№	Наименование группы Робсона	2015 г. (для ретроспективного сравнения)		2020 г.		
		Частота КС относительно размера группы (в%)	Частота КС относительно всех родов (в%)	Количество родов в группе/ количество КС	Частота КС относительно размера группы (в%)	Частота кесарева сечения относительно всех родов (в%)
7	Повторнородящие, одноплодная беременность, тазовое предлежание, в том числе с рубцом на матке	100,0	0,9	31/31	100,0	1,0
8	Все женщины с многоплодной беременностью, в том числе с рубцом на матке	100,0	0,0	3/1	33,3	0,0
9	Все женщины с одноплодной беременностью при поперечном или косом положении плода, включая женщин с рубцом на матке	0	0,0	5/5	100,0	0,2
10	Все женщины с одноплодной беременностью, головное предлежание, с гестационным сроком ≤ 36 недель, включая женщин с рубцом на матке	63,6	0,9	3/2	66,7	0,1

Общая частота КС за 2020 г. составила 22,8% (по результату анализа за календарный год), что меньше усредненного значения в регионе, в 2015 г. этот показатель составил 14,5%. Основная задача анализа методикой Робсона – снижение частоты кесарева сечения. Для различных групп по Робсону требуются различные решения для получения эффекта. Есть группы, на которые мы не можем воздействовать по причинам: невозможности самостоятельных родов – группа 9; необходимости перевода женщин в региональный перинатальный центр – 8 и 10. На беременных с тазовым предлежанием (группы 6 и 7) мы оказываем воздействие, предлагая проведение наружного акушерского поворота плода; в случае отказа или неудачного поворота обычно предлагается абдоминальное родоразрешение. Мы не считаем, что у нас есть резерв в снижении частоты КС в этих группах, в структуре частоты КС они составляют суммарно 2,3% (1,3% + 1,0%).

Частота КС в нашем роддоме в целом не выше, чем в регионе, но количество беременных, имеющих в анамнезе кесарево сечение, обусловлено результатами работы других родильных домов региона и количеством беременных с рубцом на матке среди приезжего населения. Наличие послеоперационного рубца на матке явилось основной причиной роста частоты кесарева сечения и увеличило этот показатель с 2015 г. на 4,3%. Таким образом,

если бы количество беременных с рубцом на матке, поступающих на роды, было аналогично их количеству в 2015 г., то частота КС при наших подходах составляла бы $22,8\% - 4,3\% = 18,5\%$.

Мы не видим значительного резерва для снижения частоты кесарева сечения в родах у женщин с рубцом на матке по следующим причинам: большое количество женщин имеют две гистеротомии в анамнезе, что исключает возможность безопасных родов; у части женщин сохраняются прежние показания к КС; многие женщины отказываются от попытки самостоятельных родов; и, наконец, многие попытки самостоятельных родов заканчиваются проведением кесарева сечения. Поэтому наш уровень 6,3% самостоятельных родов от всех поступивших на роды с послеоперационным рубцом на матке мы считаем перспективным к росту, но не ожидаем, что это может значительно повлиять на общую частоту кесарева сечения.

Больше наше внимание в перспективе снижения частоты кесарева сечения привлекают женщины без рубца на матке, которые планировались на самостоятельные роды, но в связи с изменением клинической ситуации в родах было принято решение о проведении кесарева сечения. Это женщины с первичным кесаревым сечением, мы можем полагать, что после нашей операции, вероятнее всего, они будут оперированы и в последующую беременность. Именно снижение вероятности первой опе-

рации кесарева сечения мы считаем наиболее важным.

Отношение между группами 1 и 2 составило 1/2, Робсон указывал, что показатель не должен быть выше 1/2, но наш родом 2-го уровня, у Робсона 3-го, значит, этот показатель у нас завышен. Частота КС в группах 1, 3 (самопроизвольные роды) минимальна, как и во всех международных сравнениях.

Для индукции родов в зависимости от клинической ситуации применялись различные методы: мифепристон, катетер Фолея, амниотомия, инфузия окситоцином. Основными показаниями являлись: дородовое излитие околоплодных вод, беременность сроком 41+ недели, гестационный сахарный диабет, артериальная гипертензия.

Дополнительно у женщин 2-й и 4-й групп по Робсону мы провели сравнение зависимости между сроком индукции родов и частотой КС: существует ли разница в частоте КС у тех, кому индукция была выполнена в 37–40 недель и в 41–42 недели. У женщин в 41–42 недели наиболее частым показанием к индукции родов является достижение срока 41+ неделя. Индукция родов в 41 неделю по данным клинических исследований [4–6] не увеличивает риск КС и позволяет снизить риск антенатальной гибели плода. Несомненно, данная методика должна быть предложена женщине в 41 неделю при наличии достоверных данных о сроке гестации по УЗИ в первой половине беременности. У женщин с беременностью 37–40 недель показанием к индукции родов чаще является дородовое излитие вод; необходимость ограничить безводный промежуток также не вызывает сомнения. Интерес к такому сравнению вызывали и данные таких работ, как [7], указывающих на сокращение риска КС при рутинной индукции родов после 39 недель. Данные нашего сравнения приведены в табл. 2. По нашим данным, индукция родов у первородящих при доношенной беременности не менялась в зависимости от срока. Напротив,

у повторнородящих срок индукции родов после 41 недели сопровождалась меньшим риском КС.

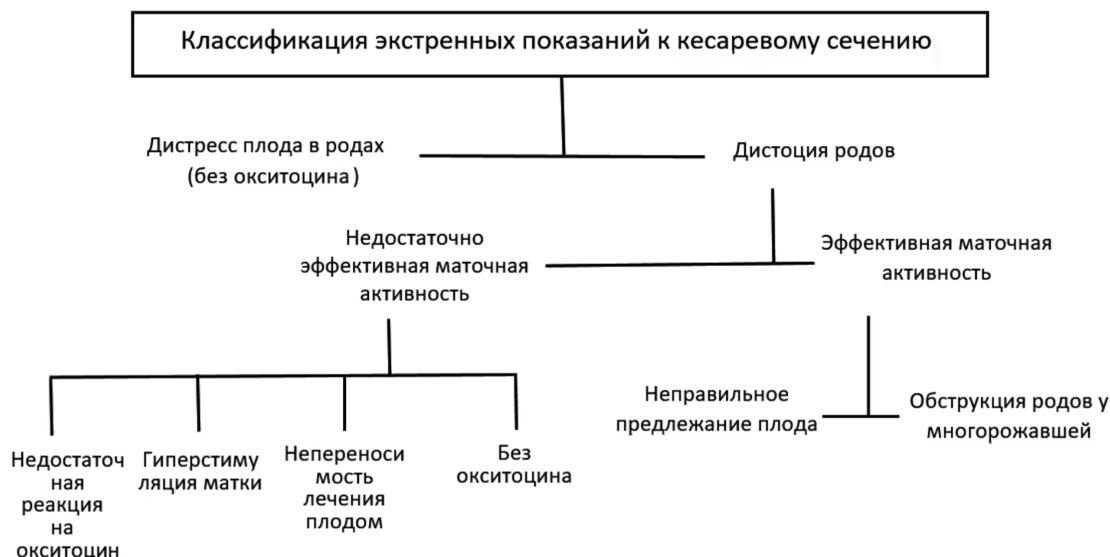
Группу 1 по Робсону мы подвергли дополнительному анализу. Частота 14,2% КС относительно родов в этой группе представляется нам существенно высокой, у беременных со спонтанным началом родовой деятельности не может быть такой высокой частоты КС. Сравнивая с результатом 2015 г., мы отмечаем 2-кратный рост. Поэтому следующим этапом оценки КС в нашем роддоме стала оценка показаний к экстренной операции кесарева сечения у беременных без рубца на матке, которым изначально планировались самостоятельные роды. Для этого мы воспользовались классификацией, также опубликованной в [3]. Принцип классификации демонстрируется на рисунке.

Результаты этого анализа представлены в табл. 3, мы также публикуем для сравнения результаты, полученные по данным Робсона в цитируемой работе. Лидирующей позицией по классификации экстренных причин оказался дистресс плода при отсутствии применения окситоцина: 32,7% – треть от всех экстренных операций кесарева сечения. Высокая частота этой группы удивила нас, и она существенно отличалась от данных роддома Дублина. Необходимо заметить, что результаты классификации экстренных причин значительно отличались от данных Робсона. Мы не готовы ответить на вопрос, почему мы имеем высокую частоту КС при спонтанном начале родов и отсутствии применения окситоцина. Наиболее правдоподобной представляется версия неправильной оценки КТГ врачом или практики ранних амниотомий. Нам необходимо оценить данную группу ретроспективно отдельно. Классификация экстренных причин кесарева сечения нам представляется перспективной для проведения внутреннего аудита качества оценки состояния плода в родах и использования методов родоусиления.

Таблица 2

Результаты сравнения частоты КС в зависимости от срока индукции у беременных 2-й и 4-й групп по Робсону

Группа 2 Индукция родов у первородящих		
	Число КС/Число индукций	Относительная частота КС
37–40 недель	38/156	24,4%
41–42 недели	45/177	25,4%
Группа 4 Индукция родов у повторнородящих		
	Число КС/Число индукций	Относительная частота КС
37–40 недель	17/172	9,9%
41–42 недели	7/147	4,8%



Классификация экстренных показаний к кесаревому сечению

Таблица 3

Распределение частоты КС в группе 1 по Робсону в зависимости от показаний к КС
(методика оценки частоты КС для экстренных показаний)

Indication for cesarean delivery	По данным, опубликованным Робсоном	Роддом № 3	
		Абсолютные значения	Относительно всех экстренных КС
1. Дистресс плода (без окситоцина)	17,1%	82	32,7%
2. Непереносимость окситоцина плодом	49,3%	41	16,3%
3. Гиперстимуляция матки	20,5%	17	6,8%
4. Недостаточная реакция на окситоцин	6,2%	84	33,5%
5. Обструкция родов без окситоцина	0,7%	8	3,2%
6. Неправильное предлежание/положение плода	6,2%	17	6,8%

Выводы

Метод оценки Робсона является инструментом анализа и контроля за частотой КС. Методика требует дальнейшего изучения в применении внутри отдельного лечебного учреждения и системы здравоохранения в целом. Мы поделились своим опытом применения данного метода.

Список литературы

1. Implementation manual. Robson Classification. Geneva: World Health Organization. 2017. 56 p.
2. Robson M.S. Classification of caesarean sections (Review). Fetal and Maternal Medicine. 2001. Vol. 12. Is. 1. P. 23–39.
3. Robson M., Martina M., Fionnuala B. Quality assurance: The 10-Group Classification System (Robson classification), induction of labor, and cesarean delivery. International Journal of Gynecology and Obstetrics. 2015. Vol. 131. Sup. 1. P. 23–27.

4. Wennerholm U., Saltvedt S., Wessberg A., Alkmark M., Bergh C., Wendel SB. Induction of labour at 41 weeks versus expectant management and induction of labour at 42 weeks (SWedish Post-term Induction Study, SWEPIIS): multicentre, open label, randomised, superiority trial. BMJ. 2019. P. 367 : 16131. DOI: 10.1136/bmj.l6131.

5. Middleton P., Shepherd E., Morris J., Crowther C.A., Gomersall J.C. Induction of labour at or beyond 37 weeks' gestation. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2020. Vol. 7. No. CD004945. DOI: 10.1002/14651858.CD004945.pub5.

6. Hussain A.A., Yakoob M.Y., Imdad A., Bhutta Z.A. Elective induction for pregnancies at or beyond 41 weeks of gestation and its impact on stillbirths: a systematic review with meta-analysis. BMC Public Health. 2011. Vol. 11. P. s5.

7. Grobman W.A., Rice M.M., Reddy U.M., Tita A.T.N., Silver R.M., Mallett G., Hill K., Thom E.A., El-Sayed Y.Y., Perez-Delboy A., Rouse D.J., Saade G.R., Boggess K.A., Chauhan S.P., Iams J.D., Chien E.K., Casey B.M., Gibbs R.S., Srinivas S.K., Swamy G.K., Simhan H.N., Macones G.A. Labor induction versus expectant management for low-risk nulliparous women. New England Journal of Medicine. 2018. DOI:10.1056/NEJMoa1800566.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

УДК 616.212.4-073.756.8-089

**ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ
ПРИ НЕОПЛАЗМЕ ПОЛОСТИ НОСА И ВЫБОРЕ
ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ****¹Насыров М.В., ²Бакиева К.К., ¹Байбориева А.А., ²Каримова Б.К.**¹*Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина,
Бишкек, e-mail: nasurov_mv@mail.ru;*²*Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева,
Бишкек, e-mail: kalyska_92@mail.ru*

Тактико-технический вопрос о хирургическом вмешательстве новообразований может быть обоснован только в том случае, когда показатели дополнительных исследований будут достаточно информативными. Важно то, что благодаря данным многогранных изображений и интерпретаций компьютерной томографии (КТ) есть возможность идентифицировать анатомические зоны поражения, определить рациональный выбор способа, размер новообразований, предоперационную подготовку и объем выполнения хирургического вмешательства. Результаты компьютерной томографии дают характер тени и плотности образования, границы поражения. Соответственно, предварительный диагноз основывается на комплексе клинических параметров: жалобах, анамнезе, визуальной картине передней риноскопии или эндоскопической картины, лучевых методах исследования. Окончательный диагноз устанавливается по результатам патогистологической верификации биоптата опухоли. Неспецифичность внешнего вида некоторых неоплазм затрудняет диагностику и определяет необходимость дифференциации с другими новообразованиями полости носа, такими как лимфангиома, гемангиома, ангиофиброма, инвертированная папиллома, ангиоматозный полип и злокачественными опухолями (гемангиоэпителиома и др.). В данной статье представлен клинический случай новообразования, поражающего всю латеральную стенку полости носа. Оперативное лечение было проведено экстраназальным подходом, ориентировочно по визуальной картине и по данным КТ исследования, с предположительным диагнозом «кистозное образование полости носа слева». Интерпретация КТ, визуальная картина, патогистологический результат и интраоперационная находка имели существенные различия. На примере этого клинического случая проведен разбор ошибок при диагностике неоплазм полости носа.

Ключевые слова: опухоль, гемангиома, гистология, диагноз, полость носа, хирургическое вмешательство, лучевая диагностика

**DIAGNOSTIC ROLE OF COMPUTED TOMOGRAPHY IN NASAL CAVITY
NEOPLASM AND CHOICE OF SURGICAL INTERVENTIONS****¹Nasyrov M.V., ²Bakieva K.K., ¹Bayborieva A.A., ²Karimova B.K.**¹*Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Bishkek, e-mail: nasurov_mv@mail.ru;*²*Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek, e-mail: kalyska_92@mail.ru*

The tactical and technical question of surgical intervention of neoplasms can be justified only if the indicators of additional studies are sufficiently informative. It is important that thanks to the data of multi-faceted images and interpretations of computed tomography (CT), it is possible to identify the anatomical zones of the lesion, determine the rational choice of the method, the size of the neoplasms, preliminary preparation and the volume of surgical intervention. The results of computed tomography are given by the nature of the shadow and density of the formation, the boundaries of the lesion. Accordingly, the preliminary diagnosis is based on a set of clinical parameters: complaints, anamnesis, visual picture of anterior rhinoscopy or endoscopic picture, radiation methods of investigation. The final diagnosis is established based on the results of pathohistological verification of the tumor biopsy. The nonspecific appearance of some neoplasms makes it difficult to diagnose and determines the need for differentiation with other neoplasms of the nasal cavity, such as lymphangioma, hemangioma, angiofibroma, inverted papilloma, angiomatous polyp and malignant tumors (hemangiopericytoma, etc.). This article presents a clinical case of a neoplasm affecting the entire lateral wall of the nasal cavity. Surgical treatment was carried out by an extranasal approach, approximately according to the visual picture and according to the CT study, with the presumed diagnosis of «cystic formation of the nasal cavity on the left». The CT interpretation, visual picture, pathohistological result and intraoperative finding had significant differences. On the example of this clinical case, an analysis of errors in the diagnosis of neoplasms of the nasal cavity was carried out.

Keywords: tumor, hemangioma, histology, diagnosis, nasal cavity, surgical intervention, radiation diagnosis

Неоплазмы головы и шеи независимо от локализации, распространенности, специфического внешнего вида и клинических проявлений вызывают значительные затруднения в диагностике, а в ряде случаев приводят к диагностическим ошибкам

[1, с. 90; 2, с. 164]. Физикальные методы исследования, такие как пальпация, эндоскопический осмотр, занимают существенное место в постановке диагноза, в отдельных случаях могут иллюстрировать характерные клинические особенности конкретных ги-

стологических типов неоплазм. С позиций современной медицины для точной диагностики опухолей, их локализаций, а также генерализации обильно *васкуляризированной* области головы и шеи применяется компьютерная или магнитно-резонансная томография. Основываясь на данных лучевых методов исследования и других комплексных исследований, клиницист определяет масштаб операции: ограничиться лишь удалением опухоли либо провести объёмное хирургическое вмешательство с наружным доступом или же с дополнительными методиками, такими как перевязка наружных сонных артерий, эмболизация приводящих сосудов и др. Открытый экстраназальный и эндоназальный эндоскопические подходы представляют собой как взаимодополняющие способы, оба из которых имеют критерии их показания, преимущества и недостатки в зависимости от ситуации и генерализации новообразования [2, с. 162; 3, с. 59]. Учитывая разнородные клинические случаи, становится закономерной роль КТ-обследования при выявлении неоплазм, которое позволяет провести верификационную дифференциальную диагностику, а также решить надлежащую, чрезвычайно важную тактику ведения больного [3, с. 61].

Опухоли сосудистого генеза в зоне головы и шеи встречаются от 1 до 7% среди доброкачественных опухолей. Последние обладают локально деструктивным ростом, строма ее изъязвляется, а последняя в свою очередь приводит к рецидивирующим, иногда профузным кровотечениям, что требует оказания ургентной помощи. По гистологической структуре различают капиллярную, кавернозную и венозную гемангиомы. Как полагается, внешняя картина тоже имеет характерные особенности: для капиллярной гемангиомы свойственен светло-красный цвет с четкими контурами, гладкая поверхность [4, с. 100; 5, с. 56]. Для кавернозных и венозных гемангиом – багрово-синюшный оттенок, бугристая поверхность, нечеткие контуры. Гемангиомы полости носа в 80% произрастают из медиальной стенки, а именно из зоны Киссельбаха, редко из латеральной стенки полости носа, также из преддверия носа. Кроме того, могут образоваться из костной ткани, слизистых и подслизистых слоев полости носа или околоносовых синусов [6, с. 23]. Диагностика гемангиом полости носа осуществляется путем осмотра, пальпации, передней и задней риноскопии. Из инструментальных исследований применяются фиброскопия, эндоскопия, ангиография, радионуклидное сканирование, КТ и МРТ. Проводить биопсию при подозре-

нии на сосудистые опухоли нежелательно в связи с опасностью возникновения массивного кровотечения. Поэтому в большинстве наблюдений гистологическую структуру опухолей окончательно устанавливают после их радикального удаления. Внешне гемангиома выглядит как округлое образование красно-фиолетового цвета, иногда с бугристой поверхностью, покрытой геморрагическими корками, легко кровоточащее при механических воздействиях [7, с. 101]. Данные компьютерной томографии показывают мягкотканное образование без признаков костной деструкции и инвазии в окружающие анатомические структуры, но в некоторых случаях наблюдается разрушение топографически близких тканей по мере роста образования [7, с. 99; 8]. Сосудистые опухоли латеральной локализации имеют тенденцию к эндофитному росту, с деструкцией костно-хрящевой ткани, в частности кости нижней носовой раковины, с пенетрацией в полость верхнечелюстной пазухи и нижнюю стенку орбиты [9, с. 132; 10, с. 28]. В связи с вышеизложенным приводим клинический случай капиллярной гемангиомы.

Цель исследования – на конкретном клиническом случае показать диагностическую значимость компьютерной томографии на этапе обследования и в определении масштаба хирургического вмешательства у больной с гемангиомой полости носа слева.

Материалы и методы исследования

Больная Ж. 28 лет, № ист. болезни 5760/469, поступила в ЛОР-отделение Национального госпиталя МЗ КР с жалобами на отсутствие носового дыхания слева и постоянные водянистые выделения из левой половины носа, периодическое появление припухлости в области носогубного треугольника и бокового ската носа слева. Из анамнеза: считает себя больной в течение 6 месяцев, в последнее время новообразование начало прогрессивно увеличиваться в размере, что приводило к затруднению дыхания через левую половину носа и к значительной деформации наружного носа за счет выпирания образования. Со стороны других ЛОР-органов патологий не выявлено. Объективно визуализируется припухлость бокового ската носа слева, пальпаторно определяется инфильтративный отек мягких тканей вокруг носа и лица слева. При передней риноскопии: левая половина носа полностью obturirivana округлым мягкотканым образованием грязно-серого цвета, с ровной, гладкой поверхностью, плотноэластической консистенции, которая при зондировании не кровоточит, глубина

введения зонда составляет 0,8 мм из-за массивности образования зонд до дистальных концов нижних и средних носовых раковин не доходит, в связи с чем задние отделы носа необозримы (рис. 1). Образование размером примерно 2,5 см×3,5 см в полости носа слева, но определить, из какого отдела латеральной стенки исходит образование, нам не удалось. В правой половине носа слизистая оболочка физиологической окраски, без патологического отделяемого. Просвет общего носового хода сужен за счет смещения перегородки носа вправо. Результат компьютерной томографии продемонстрировал наличие гетерогенного солидно-кистозного образования, КТ-плотностью +30,2 Ед.Н и до +26,9 Ед. Н., с достаточно четкими контурами, закругленной формы, размером до 41,8×23,0×34,2 мм (рис. 2). Образование смещает хрящевой отдел носовой перегородки, переходя вправо за изолинию, полностью перекрывает левую половину носа. Неопластический генез представляется менее вероятным.

Результаты исследования и их обсуждение

После полного клинико-лабораторного обследования было решено произвести хирургическое удаление новообразования экстраназальным подходом. Операция проводилась под общим эндотрахеальным наркозом, был произведен разрез кожи, начиная от среднего отдела бокового ската по переходной складке (носощечной) вниз до вестибулярного отдела носа. Мягкие ткани носа острым и тупым путем отсепарованы до кости, при осмотре носовые раковины внешне изменены, плотно спаяны друг с другом, начиная от передних отделов нижней носовой раковины до дистальных отделов определялись плотные узлы с неровными контурами, соприкасающиеся с перегородкой носа, также имелись контуры спаечно-синехиальных изменений. Обозреваемая часть опухоли, которая была видна при риноскопии, имела белесоватый оттенок, что послужило предпосылкой возникновения подозрения на кистозные образования носа, а остальная часть имела багрово-синюшный цвет. Постепенно, с помощью распатора, было произведено отделение опухоли от латеральной стенки полости носа, что сопровождалось чрезмерной геморрагией, это стало интраоперационной находкой и предварительно подтверждало, что это, вероятно, сосудистая опухоль. Ввиду того, что опухоль имела гигантский размер, через узкое отверстие одним блоком удалить ее не удалось. Первым этапом удалена передняя часть, а вторым этапом – часть, которая соединена

с анатомически глубинными структурами латеральной полости носа. После чего операция сопровождалась профузным кровотечением, и невозможно было просматривать полость раны и провести ревизию. В связи с этим полость носа тампонирована марлевой турундой с 3% перекисью водорода, через 5–7 мин после остановки кровотечения извлечена из раны. В последующем раневая полость промыта физиологическим раствором, отсосом произведена аспирация геморрагических сгустков, раневых отделяемых, и рана просушена для контрольного осмотра. Далее при ревизии раны остатков опухоли не обнаружилось, в связи с чем в полость введена гемостатическая губка «мероцель», пропитанная фурацилиновой мазью. Мягкие ткани на лице послойно ушиты кетгутом, а на кожу наложен косметический шов из ПГА (рис. 3). Объем кровопотери составил около 300 мл. Гемостатическая губка удалена из полости носа на вторые сутки, кровотечение после полного удаления тампона незначительное. Остановилось самостоятельно через 7–8 мин. Удаленный послеоперационный материал отправлен на патогистологическую верификацию. Результат патоморфологического исследования макропрепарата № 22690 выявил капиллярную гемангиому.



Рис. 1. Видоизмененная риноскопическая картина капиллярной гемангиомы носа слева

Послеоперационный период протекал без осложнений. Больная получала антибиотикотерапию и анальгезирующие препараты. Эволюция в послеоперационном периоде сопровождалась появлением припухлости левой половины лица на 2–3 сутки, с наступлением обратного процесса на 5–6 сутки без дополнительных назначений. Ежедневно выполнялся туалет полости носа с предварительной анемизацией слизистой оболочки 0,18% раствором адреналина. Через 7 дней пациентка была выписана

в удовлетворительном состоянии с соответствующими рекомендациями для амбулаторного наблюдения. Дыхание и обоняние через нос свободное.

В нашем случае анализ гистологического исследования констатировал, что в материале имеются мелкие капилляры и разного ряда эритроциты, стенки эндотелиальных клеток, спавшие и местами несколько гипертрофированные. В центральных зонах образования обнаружены дилатация капилляров, утолщение их эндотелия, сосудистые щели незначительно переходили в просвет сосуда в виде выпячивания.

Сосудистые опухоли носа в большинстве случаев являются доброкачественными, но в отличие от других неоплазм для них не характерен малигнизирующий рост. Но, несмотря на доброкачественность, сосуди-

стые опухоли, преимущественно гемангиома, могут быть настолько агрессивными, что могут вызвать массивное кровотечение вплоть до анемии тяжелой степени. Классические клинические проявления в первую очередь характеризуются носовым кровотечением различной интенсивности, также нарушением носового дыхания, но в исключительных случаях, несмотря на достижение гигантских размеров, может отсутствовать основополагающий компонент – симптом носового кровотечения.

Как следует из вышеизложенного, для реализации тактических основ хирургического лечения весьма удобна мультиспиральная компьютерная томография, но бывают неклассические варианты течения и проявления, аналогичные с нашим клиническим наблюдением.

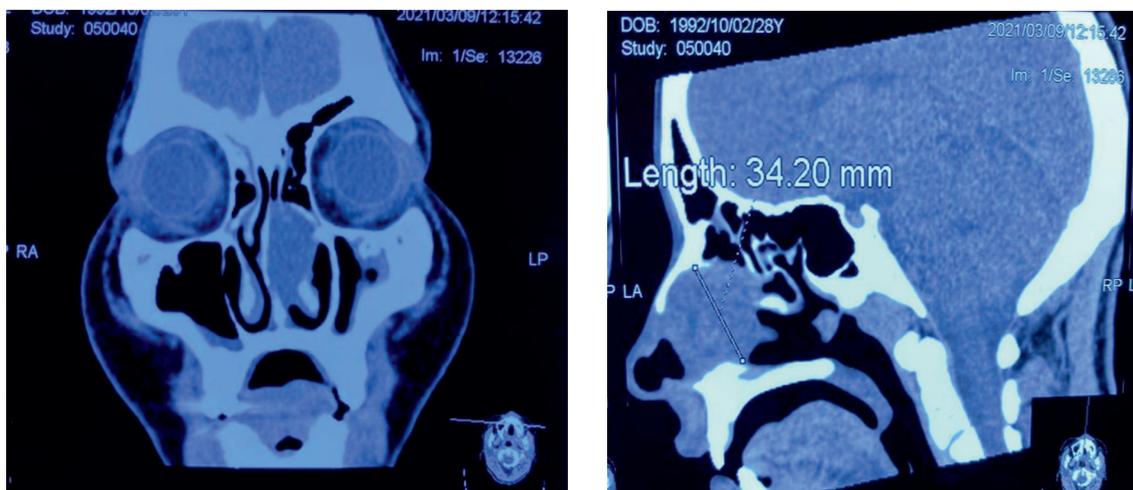


Рис. 2. КТ пациента во фронтальной и сагиттальной плоскостях

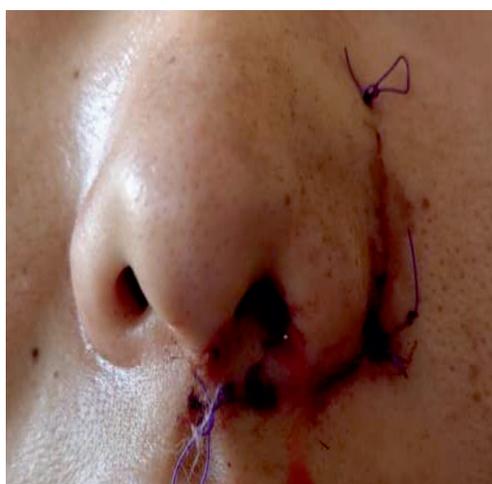


Рис. 3. На 8-й день после операции

Компьютерная томография околоносовых пазух информативна для определения наличия костных эрозий, повреждения последних варьируются от простой эрозии до полной деструкции. Хотя сосудистые опухоли растут значительно медленнее и, как правило, обладают локально разрушающим воздействием на подлежащие органы. Такая закономерность может вызвать мнение о малигнизирующей опухоли. В связи с этим длительно лежащая в основе костная ткань может подвергаться разрушению под действием постоянного давления дилатированной сосудистой массы. Ангиография с контрастом или без него может быть достоверным клиническим методом исследования для определения васкуляризации опухоли и для предварительной эмболизации питающих (приводящих) сосудов. Как полагается, зона сосудистой опухоли всегда отражается гиперваскуляризованной за счет дилатации питающих артерий и дренирующих вен, также может наблюдаться повышенная концентрация контрастного субстрата в очаге поражения. При наличии деструкции необходима дифференциация со злокачественными опухолями. Результат патогистологической верификации является ключом к окончательному диагнозу и дальнейшему ведению. В перспективе хирургическое иссечение сосудистых опухолей является предпочтительным выбором, существуют открытый, эндоскопический или комбинированный доступы. Последняя тактика применяется в случае генерализованной степени поражения. Наружный подход, например боковая ринотомия или ринотомия (гайморотомия) Колдуэлла Люка, применяется при распространении в полость гайморовой пазухи и в орбиту.

На сегодняшний день альтернативным способом при внутриносовой хирургии является эндоскопическое удаление, что в плане реабилитации и косметических проблем является наиболее оптимальным. Но в нашем случае предварительная подготовка была предназначена для иссечения кисты полости носа и бокового ската носа экстраназальным подходом, позволяющим радикальное удаление образования с широким охватом очага под оптимальным контролем. Открытый доступ имеет свои достоинства в плане того, что можно осуществить радикальную эктомию новообразования с успешным исходом.

Заключение

Представленный материал приводит к выводу, что КТ-исследование играет лидирующую роль в решении объема планируемой операции. Значимость полу-

ченной информации трудно переоценить, так как без ее использования невозможно обоснованно запланировать метод и объем предполагаемой операции. Тактика хирурга в его действиях всегда должна определяться клиникой, а не данными анализов и инструментальных исследований.

Интерес представленного клинического случая заключается в отсутствии специфической клиники гемангиомы, несмотря на значительные размеры, без единого эпизода носового кровотечения и характерного внешнего вида. Полное удаление любых новообразований гарантирует отсутствие рецидива, но тем не менее последующее наблюдение является обязательной задачей клинициста.

Список литературы

1. Турапова Ж.М. Кисты придаточных пазух носа (обзор литературы) // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2020. Т. 20. № 5. С. 89–94.
2. Шалабаев Б.Д. Основные компьютерно-томографические синдромы, отражающие характеристику различных объемных деструктивных заболеваний целостно-лицевой области // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2011. Т. 11. № 3. С. 162–166.
3. Кузнецов М.С., Воронов А.В., Савелло А.В., Дворянчиков В.В., Гофман В.Р., Киреев П.В. Клинический случай диагностики и лечения эпителиоидной гемангиоэндотелиомы синоназальной локализации // Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. 2020. Т. 8. № 2. С. 59–64.
4. Arai J., Shimozuma Y., Otoyama Y., Sugiura I., Nakajima Y., Hayashi E., Kajiwara A., Omori R., Uozumi S., Miyashita M., Uchikoshi M., Doi H., Sakaki M., Wang T., Eguchi J., Ito T., Kurihara T., Munechika J., Gokan T., Saito K., Miura S., Tate G., Takimoto M., Yoshida H. Three cases of histologically proven hepatic epithelioid hemangioendothelioma evaluated using a second-generation microbubble contrast medium in ultrasonography: case reports. BMC. Gastroenterol. 2019. Vol. 19(1). P. 187. DOI: 10.1186/s12876-019-1113-y.
5. Лутфуллаев Г.У., Кобилова Ш.Ш., Ньязматов У.С., Мусурмонов Ф.Ш. Опыт применения локальной иммуннокоррекции в лечении экссудативного среднего отита у больных с доброкачественными опухолями носа, околоносовых пазух и носоглотки // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2019. № 2. С. 55–57.
6. Алымкулов А.Т., Бабалаев А.А., Джунушалиев К.К., Абдылдаев Т.А., Бейшембаев А.М. Опыт лечения опухолей костей в национальном центре онкологии и гематологии (г. Бишкек, Киргизская Республика) // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2017. № 3. С. 21–27.
7. Шамсиев Ж.А., Ибрагимов О.А., Атакулов Д.О. Выбор метода лечения гемангиом у детей // Academy. 2020. № 3 (54). С. 99–102.
8. Rosenberg A., Agulnik M. Epithelioid Hemangioendothelioma: Update on Diagnosis and Treatment. Curr. Treat. Options Oncol. 2018. Vol. 19(4). P. 19. DOI: 10.1007/s11864-018-0536-y.
9. Насыров В.А., Нуралиев М.А., Нуркеев Н.Б., Солдченко Н.В., Турапова Ж.М. Рак клеток решетчатого лабиринта, основной пазухи с пенетрацией в полость носа и орбиту // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 130–134.
10. Muhammad Wasi Ahmed, Lamya H Almaghrabi, Waleed M Alshehri, Najd A Aldrweesh, Sara G Al Mutari. Hemangioma of the Nasal Septum in a Middle Aged Female. J Surg Res 2019. Vol. 2 (1). P. 26–31.

ОБЗОРЫ

УДК 618.145

РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ЭНДОМЕТРИТЕ**Борщенко И.Н., Петров Ю.А., Аллахьяров Д.З.***ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, e-mail: fortis.petrov@gmail.com*

Хронический эндометрит (ХЭ) может полностью воспрепятствовать реализации репродуктивных планов женщины. Воспалительный процесс нарушает децидуализацию в соответствующий период менструального цикла, что создает условия, при которых невозможна нормальная имплантация и возникают бесплодие, неразвивающаяся беременность, самопроизвольный аборт, привычное невынашивание, преэклампсия, безуспешны попытки экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). С учетом нынешней демографической ситуации в России проблема становится особенно актуальной. Диагностическая ценность применяющихся методов исследования различна. Наиболее информативными являются иммуногистохимическое исследование и гистероскопия. Однако изолированное использование одного из этих методов для постановки диагноза представляется спорным. Доказано, что ХЭ отличается визуальным многообразием эндоскопических проявлений, при этом некоторые характерные признаки могут отсутствовать. Наибольшее количество ложноотрицательных результатов получено при использовании эхографии. ХЭ успешно лечится при правильно подобранной терапии в зависимости от диагностированного макротипа. В большинстве случаев антибактериальная терапия способствует устранению воспалительного процесса. Данный обзор акцентирует внимание на процессах, которые происходят при ХЭ, и объясняет проблемы, связанные с безуспешной диагностикой.

Ключевые слова: хронический эндометрит, гистероскопия, децидуализация, имплантация, бесплодие, невынашивание

REPRODUCTIVE HEALTH IN CHRONIC ENDOMETRITIS**Borshchenko I.N., Petrov Yu.A., Allakhyarov D.Z.***Rostov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, e-mail: fortis.petrov@gmail.com*

Chronic endometritis (CE) can completely prevent the implementation of a woman's reproductive plans. The inflammatory process disrupts decidualization during the corresponding period of the menstrual cycle, which leads to conditions under which normal implantation is not possible and infertility, undeveloped pregnancy, spontaneous abortion, habitual miscarriage, preeclampsia, unsuccessful attempts of in vitro fertilization (IVF) occur. Given the current demographic situation in Russia, the problem is becoming especially urgent. The diagnostic value of the applied research methods is different. The most informative are immunohistochemical examination and hysteroscopy. However, the isolated use of one of these methods for making a diagnosis is controversial. It is shown that HE is distinguished by a visual variety of endoscopic manifestations, while some characteristic signs may be absent. The largest number of false-negative results was obtained using echography. HE is successfully treated with the right therapy, depending on the diagnosed macrotype. In most cases, antibacterial therapy helps to eliminate the inflammatory process. This review focuses on the processes that occur in CE, and explains the problems associated with unsuccessful diagnosis.

Keywords: chronic endometritis, hysteroscopy, decidualization, implantation, infertility, miscarriage

Хронический эндометрит (ХЭ) – это стойкое воспалительное заболевание слизистой оболочки эндометрия, нарушающее децидуализацию в фазе «имплантационного окна». Чаще всего ХЭ протекает бессимптомно либо с такими клиническими проявлениями, как аномальное маточное кровотечение, диспареуния, тазовые боли и лейкорея. Соответственно, из-за отсутствия жалоб пациента заболевание может быть упущено из внимания в клинической практике [1, 2]. Диагностика данного заболевания часто представляет сложность из-за многообразия объективных клинических признаков. Диагностическая ценность применяющихся методов исследования различна, встречаются ложноотрицатель-

ные результаты. По этим причинам распространенность данного заболевания остается неизвестной. Установлено, что нарушение децидуализации, которое влечет за собой снижение восприимчивости эндометрия к бластоцисте, приводит к бесплодию, безуспешности попыток экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), привычному невынашиванию беременности и преэклампсии [3–5].

Цель работы: анализ результатов современных исследований, посвященных изучению характеристик морфологических проявлений и нарушений функции эндометрия при разных типах ХЭ, сравнению диагностической ценности разных методов диагностики.

В клинической практике распространено использование гистологического и иммуногистохимического исследований биоптата эндометрия, при которых определяют наличие плазмоцитарной инфильтрации стромы. Однако изолированное применение только лишь этих методов для постановки диагноза является спорным ввиду того, что современные исследования опровергают факт постоянного присутствия плазматических клеток в воспалительном процессе [6]. На сегодняшний день также существуют данные, подтверждающие наличие плазмочитов в строме эндометрия фертильных женщин. В проспективном исследовании Liu, Yingyu et al. постановка диагноза основана на подсчете плазматических клеток в единице площади ткани. В данном случае предложен максимальный предел нормального референсного диапазона, составляющий 5,15 клетки CD138 + / 0,1 мм². Значения основаны на диагностике биоптата эндометрия фазы «имплантационного окна» когорты, состоящей из 40 женщин, родивших как минимум одного живого ребенка в течение предыдущих 2 лет; 95-й перцентиль именно этих результатов был использован для определения пределов нормы. Однако объем выборки этой группы признан авторами как возможное ограничение исследования [7].

Наличие плазмочитов может свидетельствовать о непрерывном иммунном ответе на определенные антигены или вещества. К наиболее распространенным бактериям, вызывающим ХЭ, относятся *C. trachomatis*, *Enterococcus*, *E. coli*, *G. vaginalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *M. hominis*, *N. gonorrhoeae*, *Staphylococcus* и *Streptococcus* [8]. Moreno, Inmaculada et al. выявили, что стрептококки при ХЭ присутствуют гораздо чаще, чем другие патогены, ассоциируемые с данным заболеванием, при этом *C. trachomatis* и *N. gonorrhoeae* были обнаружены с наименьшей частотой и не во всех протестированных образцах. В данном исследовании была проанализирована бактериальная ДНК биоптата эндометрия 113 пациентов с установленным ХЭ при помощи ПЦР в реальном времени [8]. В исследовании Liu, Yingyu et al. наиболее многочисленными представителями микробиоты группы с ХЭ оказались *Dialister*, *Bifidobacterium*, *Prevotella*, *Gardnerella* и *Anaerococcus* в сравнении с группой без ХЭ. Авторы также отметили весомую роль *Lactobacillus*, способных производить перекись водорода и молочную кислоту, препятствуя этим заселению эндометрия патогенными микроорганизмами. Исследование подтвердило, что *Lactobacillus* являются самыми много-

численными микроорганизмами здорового эндометрия, но их представительство гораздо меньше при ХЭ [9]. Среднее относительное содержание *Lactobacillus* в образцах эндометрия группы бесплодных пациентов с установленным ХЭ (n = 12) оказалось в 42,7 раза ниже, чем в группе бесплодных пациентов без ХЭ (n = 118) (1,89% против 80,7%, критерий Манна–Уитни, P = 0,034); наблюдалась отрицательная корреляция между *Lactobacillus* и каждым из *Anaerococcus*, *Finegoldia* и *Gardnerella*, ассоциируемыми с преждевременными родами и бактериальным вагинозом [9]. Авторы другого исследования [10], результаты которого противоречат представленным выше данным, отмечают весомую роль способа сбора проб для анализа, предполагая этот фактор влияющим на результаты диагностики, а именно – при трансвагинальном способе сбора биологического материала возможна контаминация инструментария вагинальными лактобактериями. Winters, Andrew D et al. выяснили, что лактобактерии не являются доминирующими представителями резидентной микробиоты здорового эндометрия. При помощи секвенирования данный микроорганизм был обнаружен в 3 из 13 проб, полученных из средней трети эндометрия после гистерэктомии, выполненной по причине миомы. Однако авторы выразили сомнения относительно восприятия данной микробиоты как нормальной, учитывая наличие миомы [10]. Поэтому роль и количество лактобактерий в резидентной микробиоте здорового эндометрия на сегодняшний день остаются невыясненными.

Известно, что факторами, предрасполагающими к возникновению хронического эндометрита, являются искусственное прерывание беременности и длительное непрерывное использование внутриматочных средств (ВМС) сроком более 60 месяцев [11, 12]. Эти данные отражены в исследовании Ю.А. Петрова, в котором были проанализированы соскобы слизистой оболочки матки 638 женщин, применявших инертные ВМС в течение 3 месяцев – 12 лет. Картина эндометрия при внутриматочной контрацепции 6,9% женщин оценена как хронический неспецифический эндометрит. Частота ХЭ возростала в 2–3 раза при использовании ВМС в течение 5–12 лет. Диагноз был установлен на основе морфологических признаков ХЭ – при наличии воспалительных инфильтратов, состоящих преимущественно из лимфоидных и плазматических клеток, а также наличии склеротических изменений в стенках сосудов, фиброзировании стромы и т.д. [12].

Одним из наиболее информативных методов диагностики является гистероскопия, однако ХЭ отличается визуальным многообразием эндоскопических проявлений, при этом некоторые характерные признаки могут отсутствовать, что тоже может затруднять постановку диагноза. Более раннее ретро- и проспективное исследование определило частоту встречаемости разных эндоскопических характеристик среди трех макротипов – гипопластического, гиперпластического и смешанного. В исследовании принимали участие пациенты с ранними репродуктивными потерями (неразвивающаяся беременность, самопроизвольный выкидыш, искусственный аборт, неудачи ЭКО) сроком до 6 месяцев после внутриматочного вмешательства. Результаты ретроспективного гистероскопического анализа когорты с установленным ХЭ ($n = 160$), экстраполированные на когорту с ранними репродуктивными потерями и различной частотой ХЭ в проспективном исследовании ($n = 390$), привели к выводу о том, что диагностическая ценность изолированной гистероскопической оценки сомнительна для всех эндоскопических вариантов ХЭ. Выявление гипопластического типа оказалось наиболее затрудненным. Ретроспективный анализ выявил следующую визуальную характеристику ХЭ. При гиперпластическом варианте слизистая бледно-розовая, равномерной окраски, но неравномерно гипертрофированная (62%), сосудистый рисунок не выражен. Отек стромы визуализировался в наибольшей степени в сравнении с остальными эндоскопическими вариантами – у трети (32%), что в 2 раза чаще, чем при смешанном макротипе, и в 3 раза – при гипопластическом (14,3%). Очаговая или диффузная гиперемия диагностировалась несколько реже – в 1,5 раза в сравнении со смешанным вариантом (46% и 61,3% соответственно), тогда как ее комбинация с отеком стромы позволяла диагностировать ХЭ практически у каждой второй больной (54%) с гиперпластическим макротипом. Наиболее диагностически значимым оказалось сочетание отека стромы, гиперемии слизистой и микрополипов (отмечалось у подавляющего большинства (82%)), выступающее своеобразной «визитной карточкой» данного эндоскопического варианта.

При гипопластическом варианте эндоскопическая визуализация давала наиболее однозначную в сравнении с остальными макротипами картину: бледная, тусклого белесоватого цвета слизистая определялась практически у каждой второй женщины с ХЭ (45,7%), неравномерная толщи-

на с преобладанием истонченного эндометрия – более чем у половины (57,1%). Эпизоды отека стромы визуализировались в наименьшей степени – лишь у каждой седьмой (14,3%), его комбинация с гиперемией слизистой – у каждой шестой (17,1%), однако, в целом, сосудистый рисунок был не выражен, вплоть до отсутствия его местами – у четверти (22,8%). Внутриматочные синехии диагностировались практически у двух третей (62,9%) пациенток, в 2 раза чаще, чем при смешанном макротипе (26,7%), и в 6 (10%) – при гиперпластическом, определяя принадлежность к гипопластическому варианту ХЭ.

При смешанном типе слизистая бледно-розовая, неравномерной окраски (49,4%) и толщины (77,3%), с чередованием неизмененных участков эндометрия с участками истонченного, с выраженным сосудистым рисунком эндометрия. Очаговая или диффузная гиперемия слизистой определялась практически у двух третей (61,3%), в равной степени с полиповидными разрастаниями эндометрия (62,7%), однако комбинация микрополипов с отеком стромы и гиперемией слизистой фигурировала несколько чаще (74,7%).

Частота внутриматочных синехий в проспективном исследовании оказалась наибольшей при гипопластическом варианте ХЭ – у четверти (28,9%), тогда как при остальных эндоскопических вариантах – в 3 раза реже (в среднем 8,3%). Полип эндометрия (или очаговая гиперплазия эндометрия) был обнаружен в каждом десятом случае (в среднем в 10,3%) и фигурировал только при смешанном и гиперпластическом вариантах [13].

Cicinelli, Ettore et al. предложили еще один гистероскопический критерий для постановки диагноза ХЭ – геморрагические пятна. Данный признак встречается у пациенток с ХЭ как самостоятельно, так и в сочетании с другими патологическими изменениями. Авторы рассматривают хронический воспалительный процесс как причину повреждения сосудов [14]. Bouet, Pierre-Emmanuel et al. добавили, что гиперемия эндометрия может сопровождаться появлением единичных или множественных диффузных мелких белых участков [15].

Диагностика ХЭ усложнена не только многообразием своих проявлений, но и отсутствием надежной информативности некоторых методов. Проспективное исследование [6] выявило сомнительную диагностическую ценность эхографии (колеблется в пределах 81,2–83,1%), о чем свидетельствуют ложноотрицательные результаты: с помощью этого метода не всегда можно

распознать наличие изменений слизистой оболочки, полипы и синехии, которые иногда способны визуализироваться при помощи гистероскопии. Возможности гистероскопического метода оказались более информативными, его диагностическая ценность составила 87,5–94,2%. Более высокая чувствительность гистероскопии в сравнении с эхографией подтверждается также другими исследованиями [16]. Однако ХЭ может быть «замаскирован» внутриматочными спайками и визуально не измененной слизистой оболочкой, которые не удается визуализировать. Данный факт подтверждается результатами гистологического исследования, при котором удалось выявить очаговый фиброз стромы, микрополипы, а также очаговую и диффузную воспалительную инфильтрацию стромы лимфоцитами. Также при гистологическом исследовании были выявлены случаи отсутствия плазмоцитарной инфильтрации – признак, которым часто руководствуются при постановке диагноза. Иммуногистохимическое исследование, направленное на выявление маркера плазмочитов – CD 138, проявило наибольшую информативность, с его помощью удалось выявить плазмочиты в тех локализациях, где гистологический метод был бессилён и присутствовала неполная картина ХЭ [6]. Эти данные согласуются с результатами других работ, в которых подтверждается максимальная информативность иммуногистохимического исследования в сравнении с другими методами диагностики [7, 15]. Важно отметить, что фаза менструального цикла и толщина биоптата значительно влияют на результат данного метода: в 15% образцов в секреторной фазе плазматические клетки присутствуют лишь в базальном слое, который может быть упущен в процессе биопсии [17].

ХЭ препятствует децидуальному преобразованию эндометрия в фазу «имплантационного окна». Нарушения секреторных преобразований проявляются в виде поздней стадии фазы пролиферации, гипофункции эндометрия или дисхронизма пролиферации – неполноценной фазы секреции с асинхронным развитием желез в стадии поздней пролиферации и начала ранней секреции. Поздняя стадия фазы пролиферации на 21–22-й день менструального цикла характерна только для гиперпластического типа, гипофункциональный эндометрий в этот же период возможен только при гипопластическом типе ХЭ. Дисхронизм пролиферации эндометрия встречается как при гиперпластическом, так и при гипопластическом типах, однако гораздо реже, чем поздняя стадия пролиферации или гипофункция [18].

Децидуализация эндометрия – крайне важный процесс для имплантации и нормального развития беременности, в его основе лежит дифференцировка стромальных клеток в другой тип клеток, являющийся терминальным и изначально генетически запрограммированным. Этот процесс осуществляется подавлением генов, участвующих в провоспалительной реакции и препятствующих тканевой инвазии, а также повышением экспрессии генов, ответственных за клеточную пролиферацию и толерантность к антигенам плода [19]. Таким путем происходит мезенхимально-эпителиальная трансформация: под влиянием эстрадиола, прогестерона и множества других факторов мезенхимальные клетки стромы эндометрия приобретают эпителиоидные характеристики – расширенную цитоплазму, шероховатый эндоплазматический ретикулум, который необходим для интенсивной секреции, округлые ядра; повышается экспрессия белков, участвующих в усилении межклеточных коммуникаций, реорганизуется актиновый цитоскелет. В итоге клетки становятся более восприимчивыми к бластоцисте, процессы способствуют инвазии [20]. Установлено, что при ХЭ начинает преобладать обратный процесс – эпителиально-мезенхимальная трансформация, которая характеризуется потерей межклеточных контактов, утратой полярности эпителиальных клеток и приобретением подвижности, свойственной мезенхимальным клеткам [21]. Эти переходные явления сопровождаются изменением экспрессии белков, характерных для эпителиальных и мезенхимальных клеток. Е-кадгерин участвует в межклеточных контактах между эпителиоцитами, используется в качестве маркера данного вида клеток [22], в то время как N-кадгерин является мезенхимальным маркером [20]. Известно, что при ХЭ экспрессия Е-кадгерина может быть снижена, в то же время экспрессия N-кадгерина, наоборот, повышена, что подтверждает преобладание эпителиально-мезенхимальной трансформации.

Детальное подтверждение нарушений децидуализации, проявляющихся при ХЭ, представило исследование D. Wu, F. Kimura, L. Zheng et al., в котором наблюдалась функция культуры стромальных клеток эндометрия периода «имплантационного окна» 9 пациенток с установленным ХЭ и 8 пациенток без ХЭ. Выяснилось, что при ХЭ значительно снижены секреция и экспрессия мРНК маркеров децидуализации – пролактина и белка, связывающего инсулиноподобный фактор роста-1 (ИФР-1) [2]. Пролактин стимулирует рост и инвазию

трофобласта, способствует иммунотолерантности, подавляет экспрессию провоспалительного цитокина IL-6, ингибирует 20 α -гидроксистероиддегидрогеназу – фермент, катаболизирующий прогестерон. ИФР-1 стимулирует инвазию трофобласта, секретируется вместе с пролактином децидуализованными клетками [20]. В образцах с ХЭ с помощью иммуногистохимического окрашивания была установлена повышенная экспрессия рецепторов эстрогена и прогестерона, в то же время было выявлено значительное увеличение количества стромальных клеток в результате гормональной индукции децидуализации *in vitro*. Данный факт отражает нарушение ответа стромальных клеток на выработку прогестерона, а именно снижение потенциала дифференцировки при высокой активности пролиферации под влиянием эстрадиола. Особенно многочисленными оказались стромальные клетки в тех биоптатах, в которых концентрация пролактина и ИФР-1 была минимальной либо эти маркеры децидуализации отсутствовали. Этот результат согласуется с исследованием, представленным в данном обзоре ранее, где была установлена поздняя стадия фазы пролиферации на 21–22-й день менструального цикла при гиперпластическом типе хронического эндометрита [18]. Таким образом, подтверждается нарушение восприимчивости эндометрия к бластоцисте. В дополнение к этим данным установлено, что при ХЭ повышена экспрессия ядерного маркера пролиферации клеток Ki-67 в эпителиальных клетках и строме, а также повышена экспрессия генов, препятствующих апоптозу, – BCL2 и BAX, что отражает пролиферативные процессы эндометрия в период секреторной фазы [23]. Данные о гипofункции эндометрия согласуются с результатами другого исследования, в котором отмечены склероз сосудов микроциркуляторного русла, дистрофически-атрофические поражения клеток базального и железистого слоев, отражающие интенсивность апоптоза. Наиболее часто эти изменения встречались именно при гипопластическом типе (85,1%), реже – при смешанном типе (37,9%) [6]. Длительное течение ХЭ, сопровождающееся фиброзом с воспалительной инфильтрацией, грозит нарушением архитектоники слизистой оболочки, что тоже приводит к проблемам репродуктивного здоровья.

Важно отметить, что при реализации комплексного и дифференцированного подхода, который требуется для каждого конкретного эндоскопического макротипа ХЭ, удается успешно восстановить нормаль-

ную функцию эндометрия. Наиболее затрудненной может оказаться диагностика гипопластического типа, лечение в данном случае требуется более длительное с неоднократными курсами процедур, направленными на улучшение микроциркуляции в эндометрии (пелоидотерапия, физиолечение, ангиоактивные препараты, метаболический курс) [10]. В большинстве случаев антибактериальная терапия способствует устранению воспалительного процесса. Доказано, что лечение антибиотиками повышает частоту наступления беременности (ОШ 4,02), нормально развивающихся беременностей/живорождений (ОШ 6,81), способствует успешной имплантации при ЭКО (ОШ 3,24) [24].

Заключение

ХЭ препятствует децидуальному преобразованию эндометрия в фазу «имплантационного окна», что в дальнейшем нарушает имплантацию и способно явиться причиной бесплодия и осложнений беременности, но данное заболевание может быть не выявлено различными методами диагностики из-за многообразия проявлений. Наиболее информативными представляются иммуногистохимическое исследование и гистероскопия в сравнении с другими методами диагностики ХЭ. Однако изолированное исследование одного из этих методов для постановки диагноза является спорным: имеются данные о случаях наличия плазмочитов в эндометрии фертильных женщин и постоянном присутствии плазмочитарной инфильтрации при воспалительном процессе; ХЭ отличается визуальным многообразием эндоскопических проявлений, при этом некоторые характерные признаки могут отсутствовать, что тоже может затруднять постановку диагноза. Наибольшее количество ложноотрицательных результатов получено при использовании эхографии.

Список литературы

1. Buzzaccarini G. Chronic endometritis and altered embryo implantation: a unified pathophysiological theory from a literature systematic review. *J. Assist Reprod Genet.* 2020. Vol. 37 (12). P. 2897–2911.
2. Wu D., Kimura F., Zheng L. Chronic endometritis modifies decidualization in human endometrial stromal cells. *Reprod Biol Endocrinol.* 2017. Vol. 15 (1). P. 16.
3. Kuroda K., Horikawa T., Moriyama A. Impact of chronic endometritis on endometrial receptivity analysis results and pregnancy outcomes. *Immun Inflamm Dis.* 2020. Vol. 8 (4). P. 650–658.
4. Петров Ю.А. Оценка адаптационного и иммунного резерва женщин с хроническим эндометритом в зависимости от объема реабилитационной терапии // Валеология. 2016. № 2. С. 35–39.
5. Garrido-Gómez T. Decidualization resistance in the origin of preeclampsia. *Am J. Obstet Gynecol.* 2020. Vol. S0002-9378(20). P. 31130–31133.

6. Петров Ю.А. Сонографические аспекты диагностики хронического эндометрита при ранних репродуктивных потерях // Казанский медицинский журнал. 2011. Т. 92. № 4. С. 522–525.
7. Liu Y., Chen X., Huang J. Comparison of the prevalence of chronic endometritis as determined by means of different diagnostic methods in women with and without reproductive failure. *Fertil Steril*. 2018. Vol. 109 (5). P. 832–839.
8. Moreno I., Cicinelli E., Garcia-Grau I. The diagnosis of chronic endometritis in infertile asymptomatic women: a comparative study of histology, microbial cultures, hysteroscopy, and molecular microbiology. *Am J. Obstet Gynecol*. 2018. Vol. 218 (6). P. 602–616.
9. Петров Ю.А. Нюансы иммунологической перестройки при хроническом эндометрите Оценка адаптационного и иммунного резерва женщин с хроническим эндометритом в зависимости от объема реабилитационной терапии // Валеология. 2011. № 4. С. 44–50.
10. Winters A.D., Romero R., Gervasi M.T. Does the endometrial cavity have a molecular microbial signature? *Sci Rep*. 2019. Vol. 9 (1). P. 9905.
11. Петров Ю.А. Клинико-морфологическая характеристика и онкологические аспекты применения внутриматочных контрацептивов: автореф. ...канд. мед. наук. Краснодар, 1984. 18 с.
12. Петров Ю.А., Рымашевский Н.В. Состояние эндометрия при внутриматочной контрацепции // Вопросы охраны материнства и детства. 1988. Т. 33. № 3. С. 59–62.
13. Петров Ю.А., Радзинский В.Е., Калинина Е.А., Широкова Д.В., Полина М.Л. Возможности таргетной терапии хронического эндометрита с учетом патоморфотипа // Медицинский вестник Юга России. 2015. № 4. С. 71–75.
14. Cicinelli E., Vitagliano A., Kumar A. Unified diagnostic criteria for chronic endometritis at fluid hysteroscopy: proposal and reliability evaluation through an international randomized-controlled observer study. *Fertil Steril*. 2019. Vol. 112 (1). P. 162–173.
15. Bouet P.E., Hachem H., Monceau E., Gariépy G., Kadoch I.J., Sylvestre C. Chronic endometritis in women with recurrent pregnancy loss and recurrent implantation failure: prevalence and role of office hysteroscopy and immunohistochemistry in diagnosis. *Fertil Steril*. 2016. Vol. 105 (1). P. 106–110.
16. Di Spiezio Sardo A. Efficacy of hysteroscopy in improving reproductive outcomes of infertile couples: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2016. Vol. 22 (4). P. 479–496.
17. Puente E., Alonso L., Laganà A.S., Ghezzi F., Casarin J., Carugno J. Chronic Endometritis: Old Problem, Novel Insights and Future Challenges. *Int J. Fertil Steril*. 2020. Vol. 13 (4). P. 250–256.
18. Широкова Д.В., Калинина Е.А., Полина М.Л., Петров Ю.А. Морфофункциональная варибельность эндометрия как основа дифференцированного лечения бесплодия // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23764> (дата обращения: 28.07.2021).
19. Ng S.W., Norwitz G.A., Pavlicev M., Tilburgs T., Simón C., Norwitz E. Endometrial Decidualization: The Primary Driver of Pregnancy Health. *Int J. Mol Sci*. 2020. Vol. 21 (11). P. 4092.
20. Owusu-Akyaw A., Krishnamoorthy K., Goldsmith L.T., Morelli S.S. The role of mesenchymal-epithelial transition in endometrial function. *Hum Reprod Update*. 2019. Vol. 25 (1). P. 114–133.
21. Ishida M. Induction of the epithelial-mesenchymal transition in the endometrium by chronic endometritis in infertile patients. *PLoS One*. 2021. Vol. 16 (4). P. 775.
22. Barriere G., Fici P., Gallerani G., Fabbri F., Rigaud M. Epithelial Mesenchymal Transition: a double-edged sword. *Clin Transl Med*. 2015. Vol. 4. P. 14.
23. Kitaya K., Matsubayashi H., Yamaguchi K. Chronic Endometritis: Potential Cause of Infertility and Obstetric and Neonatal Complications. *Am J. Reprod Immunol*. 2016. Vol. 75 (1). P. 13–22.
24. Vitagliano A. Effects of chronic endometritis therapy on in vitro fertilization outcome in women with repeated implantation failure: a systematic review and meta-analysis. *Fertil Steril*. 2018. Vol. 110 (1). P. 103–112.

ЛУЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕПАТОБЛАСТОМЫ**Туманова У.Н., Щеголев А.И.**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: patan777@gmail.com

Среди первичных злокачественных новообразований печени у детей чаще всего определяется гепатобластома, ежегодная заболеваемость которой составляет 1,5 на 1 млн человек. Проведен анализ данных литературы, посвященных возможностям выявления и лучевым характеристикам гепатобластомы. При УЗИ ткань большинства гепатобластом гиперэхогенна по сравнению с окружающей нормальной печенью, часто отмечается ее неоднородность, обусловленная сочетанием эпителиального и мезенхимального компонентов. Признаком злокачественного новообразования считается выявление высокоскоростного кровотока внутри опухоли и признаков опухолевой инвазии в стенку воротной вены. На КТ гепатобластома визуализируется в виде четко отграниченного слабо гиподенсного по отношению к окружающей непораженной ткани печени образования. В артериальную фазу КТ-исследования наблюдается повышение плотности в виде множественных узловатых или полосовидных образований в центре и на периферии новообразования, в результате чего гепатобластома выглядит дольчатой или септированной. В портальную и отсроченную фазы отмечается постепенное уменьшение контрастности. При МРТ эпителиальные варианты гепатобластомы, как правило, однородны и выглядят гипointенсивными на T1-взвешенных изображениях и гиперинтенсивными на T2-взвешенных изображениях. Для предоперационного определения стадии развития и прогноза гепатобластомы рекомендуется использовать систему PRETEXT, основанную на данных лучевых исследований.

Ключевые слова: печень, гепатобластома, УЗИ, КТ, МРТ, PRETEXT

RADIATION CHARACTERISTICS OF HEPATOBLASTOMA**Tumanova U.N., Shchegolev A.I.**

National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov of Ministry of Healthcare of Russian Federation, Moscow, e-mail: patan777@gmail.com

Among the primary malignant neoplasms of the liver, hepatoblastoma is determined in children most often. The annual incidence of which is 1.5 per 1 million people. The authors analyzed the literature data on the possibilities of detection and radiation characteristics of hepatoblastoma. With ultrasound, the tissue of most hepatoblastomas is hyperechoic compared to the surrounding normal liver and its heterogeneity is often noted due to a combination of epithelial and mesenchymal components. Signs of a malignant neoplasm are the presence of high-speed blood flow inside the tumor and signs of tumor invasion into the portal vein wall. On CT, hepatoblastoma are visualized as a clearly delimited area that is weakly hypodense in relation to the surrounding unaffected liver tissue. In the arterial phase of the CT study, an increase in density is observed in the form of multiple nodular or band-shaped formations in the center and on the periphery of the tumor, as a result the hepatoblastoma looks lobular or septic. In the portal and delayed phases, a gradual decrease in contrast is noted. In MRI, the epithelial variants of hepatoblastoma are usually homogeneous and look hypointensive on T1-weighted images and hyperintensive on T2-weighted images. For preoperative determination of the stage of development and prognosis of hepatoblastoma, it is recommended to use the PRETEXT system based on the data of radiation studies.

Keywords: liver, hepatoblastoma, EUS, CT, MRI, PRETEXT

Наиболее частым злокачественным поражением печени у детей являются метастазы. Среди первичных злокачественных новообразований печени у детей чаще всего определяется гепатобластома [1]. Ежегодная заболеваемость гепатобластомой составляет порядка 1,5 на 1 млн населения [2], что указывает на редкую форму злокачественной опухоли, поскольку данный показатель менее 2 наблюдений на 1 млн [3]. Вместе с тем частота развития гепатобластом зависит от возраста: 4% являются врожденными, 68% проявляются в первые 2 года жизни и 90% регистрируются у пациентов моложе 5 лет [4]. Основными видами лечения пациентов с гепатобластомой считаются резекция печени на ранних стадиях

заболевания, неoadъювантная химиотерапия с последующей хирургической резекцией и химиотерапия при нерезектабельной форме новообразования на поздней стадии [5], в ряде случаев проводится трансплантация печени [6].

В связи с этим актуальной проблемой является неинвазивная лучевая диагностика заболевания, позволяющая провести дифференциальную диагностику и определить тактику лечения [7, 8].

Цель работы: анализ данных литературы о лучевых характеристиках гепатобластомы.

Согласно результатам морфологического изучения операционного материала, гепатобластома представляет собой достаточно четко отграниченное образова-

ние дольчатого строения [1]. В 80% наблюдений наблюдается солитарный узел диаметром 12 см и более, остальные 20% представлены множественными образованиями [4]. В ряде случаев на разрезе наблюдаются перегородки, придающие новообразованию дольчатое строение, а также пестрый вид, отражающий смешанное гистологическое строение [9]. Достаточно часто отмечаются участки кровоизлияний и/или некроза, указывающие на злокачественность новообразования [4].

Первым визуализирующим исследованием, выполняемым у детей с подозрением на новообразование брюшной полости, является ультразвуковое исследование (УЗИ). Выявление при УЗИ перемещений образования при дыхательных движениях и определение его кровоснабжения указывают на печеночное происхождение [10]. Ткань большинства гепатобластом гиперэхогенна по сравнению с окружающей нормальной печенью. В то же время часто отмечается ее неоднородность, обусловленная сочетанием эпителиального и мезенхимального компонентов. Кроме того, имеющиеся участки обызвествления проявляются в виде точечных или линейных гиперэхогенных очагов с задней тенью. При этом участки внутриопухолевых кровоизлияний и некроза являются гипозоногенными [10], аналогично выглядят и фиброзные перегородки. Следует добавить, что подобная УЗ-картина с областями переменной эхогенности, напоминающая внешний вид колеса со спицами, может отмечаться и при антенатальной визуализации плода [6].

В качестве подтверждения можно привести описание наблюдения УЗ-диагностики гепатобластомы у плода, размеры которой на сроке 33–34 недели гестации составляли 32x21 мм, а на сроке 34–35 недель – 40x37 мм [11]. На прогрессирующее увеличение размеров гепатобластомы, являющееся одним из характерных ее признаков у детей, указывают и И.В. Бегун с соавт. [12]: значения медианы объема опухоли на момент первичной визуализации в возрасте 5,0 месяцев составили 345 см³ (25%–75%: 185–511 см³), период же удвоения объема опухоли – 25,2±12,2 суток.

Достоинством УЗ-доплеровского исследования является возможность выявления инвазии воротной и печеночных вен [10]. В связи с этим наличие высокоскоростного кровотока внутри опухоли и признаки инвазии в стенку воротной вены считаются значимыми признаками злокачественного новообразования. При этом для гемангиомы печени, в отличие от гепатобластомы, характерны увеличение про-

света чревной артерии и уменьшение диаметра аорты ниже ее отхождения вследствие шунтирования крови в опухолевую ткань. Дополнительными дифференциально-диагностическими признаками гемангиомы печени считаются выявленные при доплеровском исследовании как артериальный, так и венозный поток крови, а также минимальное изменение систолического и диастолического артериального кровотока [10]. Однако в случаях опухолей больших размеров отмечается сдавление сосудов, что не позволяет провести полноценную оценку воротной и печеночных вен при помощи УЗ-доплеровского исследования.

Говоря об особенностях проведения УЗИ, следует отметить кратковременность процедуры исследования, возможность точного определения локализации новообразования, а также отсутствие ионизирующего излучения и применения седации [10]. Кроме того, проведение УЗИ позволяет идентифицировать кровеносные сосуды мелкого калибра и тем самым отличить небольшие узелки брюшины от периферических поражений печени, что имеет существенное значение при планировании и проведении хирургического вмешательства.

Более эффективная диагностика гепатобластомы, несомненно, отмечается при КТ- и МРТ-исследованиях. КТ проявления гепатобластомы весьма вариабельны, поскольку зависят от ее гистологического строения. На КТ-томограммах гепатобластомы визуализируются в виде четко отграниченного слабо гиподенсного по отношению к окружающей непораженной ткани печени образования [4]. В большинстве наблюдений опухоль имеет дольчатое или многоузловое строение и локализуется в правой доле печени. Последнее, по мнению ряда исследователей [13], обусловлено разницей в кровоснабжении правой и левой долей печени плода. Для эпителиальных гепатобластом характерна более однородная структура, опухоли имеют смешанное строение, преимущественно гетерогенного вида. Помимо этого, в более чем половине новообразований имеются признаки пятнистого или аморфного обызвествления [4]. Примечательно, что мелкие участки обызвествления наблюдаются обычно в эпителиальных гепатобластомах, а крупные и смешанные очаги кальциноза – в смешанных мезенхимально-эпителиальных опухолях [10]. Аналогичным образом на КТ-томограммах выглядят и элементы остеοидного строения, характерные для смешанных форм гепатобластом [4].

Для полноценной КТ-визуализации гепатобластомы изображения печени должны

быть получены в артериальную и портальную венозную фазы исследования после введения внутривенного контраста. В связи с этим для минимизации дозы облучения отдельные исследователи [14] рекомендуют проводить КТ-сканирование остальной, вне области интереса, части туловища только в одной фазе.

В артериальную фазу КТ-исследования наблюдается повышение плотности в виде множественных узловатых или полосовидных образований в центре и на периферии новообразования, в результате чего гепатобластома выглядит дольчатой или септированной [4]. При этом после введения контрастного препарата отмечаются постепенное расширение и слияние участков повышения контрастности. Портальная и отсроченная фазы КТ исследования характеризуются постепенным уменьшением контрастности, в результате чего в отсроченную фазу в большинстве новообразований визуализируются множественные полосовидные или округлые участки с заметной периферической гиперденсностью. В участках некроза гиперденсность не определялась [13]. Весьма специфичным признаком считается увеличение диаметров чревной и/или печеночной артерии при уменьшении диаметра аорты ниже отхождения чревной артерии [13].

Подобные КТ-изменения в виде гиперденсности в артериальную фазу и снижения КТ плотности в венозную фазу характерны не только для гепатобластомы, но и для ряда других очаговых образований печени, в частности гепатоцеллюлярной карциномы, очаговой узловой гиперплазии, внутрипеченочной холангиокарциномы [15]. Поэтому лечение опухолей печени у детей, согласно рекомендациям Japanese Study Group for Pediatric Liver Tumors (JPLT), следует начинать только после морфологической диагностики новообразования в биоптате, за исключением пациентов с неотложными угрожающими жизни состояниями, в частности с разрывом опухоли [16].

Тем не менее, отсутствие признаков диффузного поражения печени в большей степени свидетельствует о наличии гепатобластомы, а не гепатоцеллюлярной карциномы. Для дифференциальной же КТ-диагностики гепатоцеллюлярной карциномы, развившейся в отсутствие цирроза печени, рекомендуется определение КТ плотности и особенностей кровоснабжения новообразования в динамике КТ-исследования с контрастным усилением [17, 18].

В артериальную фазу КТ-исследования повышение плотности ткани гепатоцеллю-

лярной карциномы по сравнению с нативной фазой зависит от степени злокачественности: на 75,1%, 139,2% и 99,7% при высоко-, умеренно- и низкодифференцированном варианте соответственно. В венозную фазу отмечено дальнейшее повышение значений плотности ткани высоко- и умеренно дифференцированной карциномы на 20,1% и 2,4% соответственно и, наоборот, понижение на 5,1% в ткани низкодифференцированного варианта [18]. Соответственно в большинстве изученных наблюдений умеренно дифференцированная карцинома являлась гиперденсным образованием, а высоко- и низкодифференцированные варианты – изоденсными. В венозную и отсроченную фазы новообразования становились изо- или гиподенсными к печеночной паренхиме [19]. При этом в наблюдениях высокодифференцированной гепатоцеллюлярной карциномы средние значения артериального прироста меньше венозного и составляют 41,9% от общего значения показателя васкуляризации. В ткани умеренно дифференцированного и особенно низкодифференцированного варианта преобладает артериальный прирост, средние значения которого составляют соответственно 67,6% и 80,7% от общего [17].

При дифференциальной лучевой диагностике гепатобластомы следует также помнить, что картина выраженной КТ гиперваскуляризации в артериальную фазу КТ-исследования детей младшего возраста отличается от изображений на томограммах у детей старшего возраста и взрослых пациентов, где отмечается меньшее повышение КТ плотности по сравнению с непогрязенной тканью печени [13]. Подобные особенности КТ визуализации гепатобластомы обусловлены более высокой васкуляризацией в виде наличия обилия опухолевых сосудов и крупных кровеносных синусов в строде, а также множественных внутриопухолевых очагов экстрамедуллярного кроветворения [20]. Необходимо также добавить, что в область интереса при КТ-исследовании пациентов с подозрением на гепатобластому обязательно должны входить легкие для оценки возможных метастазов [6].

При позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) используются позитрон-излучающие радиофармпрепараты, в частности аналог глюкозы – фтордезоксиглюкоза, для получения изображений, отражающих метаболическую активность нормальных и патологически измененных тканей. Высокая скорость гликолиза в опухолевых клетках приводит к увеличению в них транспорта и внутриклеточному на-

коплению фтордезоксиглюкозы. Установлено, что порядка 50–80% наблюдений гепатоцеллюлярной карциномы взрослых больных накапливают фтордезоксиглюкозу при проведении ПЭТ, при этом степень avidности фтордезоксиглюкозы возрастает с увеличением степени злокачественности карциномы [21]. К сожалению, в результате проведения ПЭТ у ребенка с фетальным вариантом гепатобластомы последняя не отличалась от нормальной ткани печени на полученных томограммах [10], что указывает на необходимость проведения дополнительных исследований. Вместе с тем преимуществом ПЭТ является возможность визуализации всего тела пациента, что позволяет, в частности, диагностировать костные метастазы гепатобластомы, не выявляемые при КТ-исследовании.

Достоинством МРТ-исследования опухолей печени у детей считается возможность получения мультипланарных изображений как самого новообразования, так и внутриопухолевых сосудов. Как и при КТ, МРТ-картина гепатобластомы зависит от гистологического строения опухоли. Эпителиальные варианты гепатобластомы, как правило, однородны и выглядят гипоинтенсивными на T1-взвешенных изображениях и гиперинтенсивными на T2-взвешенных изображениях [15]. Смешанные эпителиально-мезенхимальные опухоли имеют преимущественно гетерогенный вид из-за различного количества составляющих тканевых компонентов, включая элементы хряща, а также наличия участков фиброза, кровоизлияний, некроза и обызвествления. Примечательно, что участки обызвествления выявляются более чем в половине наблюдений гепатобластом, что отличает их от гепатоцеллюлярной карциномы [15]. Внутриопухолевые фиброзные перегородки на МР-томограммах визуализируются в виде гипоинтенсивных полос на T1- и на T2-взвешенных изображениях, тогда как участки кровоизлияний выглядят гиперинтенсивными на T1-взвешенных изображениях [4].

Для выявления опухолевой инвазии в кровеносные сосуды целесообразнее использовать МР-ангиографию. Последняя позволяет оценить точный ход и нормальных кровеносных сосудов, что, несомненно, имеет большое значение для планирования хода оперативного вмешательства [10]. Однако следует уточнить, что для полноценного проведения МРТ и МР-ангиографии требуется соблюдать неподвижность положения тела пациента. Для этого пациентам младшего возраста требуется предварительное проведение наркоза. Кроме того,

при МРТ взрослых пациентов в качестве контрастного вещества используются стандартные внеклеточные препараты на основе гадолиния. У детей же с подозрением на гепатобластому рекомендуется использовать контрастные вещества, специфичные для гепатоцитов, например гадокетат динария (Примовист, Эовист) или гадопентетат димеглюмина (Gd-ВОРТА) [8, 22]. Подобные препараты циркулируют в крови и постепенно накапливаются в гепатоцитах, в результате чего на T1-взвешенных изображениях увеличивается интенсивность сигнала сначала в кровеносных сосудах, а затем в нормальной ткани печени. Соответственно, такие препараты рекомендуется использовать вместо обычных гадолиниевых контрастных веществ для динамической визуализации сосудов при одновременном повышении контрастности ткани опухолей печени небольших размеров [10].

Говоря о методах визуализации гепатобластомы, необходимо указать на возможность чрескожного взятия под их контролем иглового биоптата из различных областей опухоли для морфологической верификации опухоли с определением ее типа и вида [23].

Другим важным моментом лучевых исследований является использование полученных данных для стадирования гепатобластомы и определения прогноза заболевания. В связи с этим, прежде всего, необходимо указать на предоперационную систему PRETEXT (PRE-Treatment EXtent of tumor, выраженность опухоли до лечения) [24]. Первоначальные принципы данной системы были разработаны членами Société Internationale d'Oncologie Pédiatrique – Epithelial Liver Tumor Study Group (SIOPEL) и представлены в 1992 г., в дальнейшем система PRETEXT модифицировалась и стала использоваться для оценки факторов риска и определения прогноза опухоли.

В основу определения стадий гепатобластомы в системе PRETEXT положено разделение печени не на традиционные 8 сегментов по Куино (Coinaud), а на 4 сектора: левый латеральный сектор, представленный II и III сегментами, левый медиальный сектор – IV сегментом и левой частью I, правый передний сектор – правой частью I, V и VIII сегментов, правый задний сектор – VI и VII сегментами [25]. Анатомической границей между левым латеральным и медиальным секторами служит круглая связка печени, между левым и правым медиальными секторами – срединная печеночная вена и ложе желчного пузыря, между правыми медиальным и задним – правая печеночная вена. Стадию гепатобластомы

в системе Pretext определяют путем расчета количества смежных секторов печени, свободных от опухоли, или соответственно – количеством смежных секторов, которые необходимо резецировать для полного удаления опухоли [24]. Стадия I ставится при отсутствии поражения в трех смежных секторах, т.е. при наличии опухоли только в левом боковом или правом заднем секторе; стадия II – при отсутствии поражения в двух смежных секторах, стадия III – опухоль выявлена в трех расположенных рядом секторах или в двух не смежных секторах, стадия IV – поражение (многоузловое или инфильтрирующий рост) всех секторов печени. Поражение хвостатой доли печени расценивается как стадия II.

Помимо определения стадии гепатобластомы в системе PRETEXT, необходимо дать оценку наличия или отсутствия так называемых дополнительных признаков: V – опухолевое поражение печеночной и нижней полой вены, P – поражение воротной вены, E – внепеченочное поражение, смежное с опухолевым узлом печени, F – мультифокальность поражения (два и более опухолевых образования в печени, разделенных нормальной тканью), R – разрыв опухоли, S – опухолевое поражение хвостатой доли печени, N – метастазы в лимфатических узлах, M – отдаленные метастазы [24].

В настоящее время у пациентов с гепатобластомой рекомендуется использовать систему стратификации рисков, разработанную The Children's Hepatic tumors International Collaboration (CHIC) и включающую в себя стадии PRETEXT, характеристику дополнительных признаков, а также возраст ребенка (до 3 лет, от 3 до 8 лет, 8 лет и старше) и уровень альфа-фетопротеина в крови (не более 100 нг/мл, от 100 до 1000 нг/мл и более 1000 нг/мл) [24]. Именно данное стадирование используется всеми исследователями и как компонент вошло в наиболее общепринятую международную систему прогноза [26, 27].

В случае проведения неoadъювантной химиотерапии все категории PRETEXT пересматриваются и регистрируются уже как категории POST-TEXT (POST-Treatment Extent of disease – выраженность опухоли после лечения). После оперативной резекции гепатобластомы система POST-TEXT не используется [24].

Таким образом, согласно данным литературы, все виды лучевого исследования используются для выявления гепатобластомы. В ряде случаев гепатобластома определяется при пренатальном УЗ-скрининге. КТ и МРТ, особенно с введением контрастных препаратов, являются более эффективными

для диагностики и дифференциальной диагностики гепатобластомы. Именно предоперационная визуализация лежит в основе определения стадии гепатобластомы в системе PRETEXT и системах определения прогноза заболевания.

Список литературы

1. Щеголев А.И., Туманова У.Н. Факторы риска и морфологическая характеристика гепатобластомы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 1. С. 24–29.
2. Jiang Y., Sun J., Xia Y., Cheng Y., Xie L., Guo X., Guo Y. Preoperative assessment for event-free survival with hepatoblastoma in pediatric patients by developing a CT-based radiomics model. *Front Oncol.* 2021. Vol. 11. Article 644994. DOI: 10.3389/fonc.2021.644994.
3. Ferrari A., Bisogno G., De Salvo G.L., Indolfi P., Perilongo G., Cecchetto G., Italian Study on Rare Tumours in Paediatric Age (TREP); Associazione Italiana Ematologia Oncologia Pediatrica (AIEOP). The challenge of very rare tumours in childhood: the Italian TREP project. *Eur J. Cancer.* 2007. Vol. 43. No. 4. P. 654–659. DOI: 10.1016/j.ejca.2006.08.028.
4. Chung E.M., Lattin G.E. Jr, Cube R., Lewis R.B., Marchal-Hernández C., Shawhan R., Conran R.M. From the archives of the AFIP: Pediatric liver masses: radiologic-pathologic correlation. Part 2. Malignant tumors. *Radiographics.* 2011. Vol. 31. No. 2. P. 483–507. DOI: 10.1148/rg.312105201.
5. Hiyama E. Pediatric hepatoblastoma: diagnosis and treatment. *Transl Pediatr.* 2014. Vol. 3. No. 4. P. 293–299. DOI: 10.3978/j.issn.2224-4336.2014.09.01.
6. Vasireddi A.K., Leo M.E., Squires J.H. Magnetic resonance imaging of pediatric liver tumors. *Pediatr Radiol.* 2021. Online. DOI: 10.1007/s00247-021-05058-z.
7. Акинфиев Д.М., Бахмутова Е.Е., Беляков Г.А., Вишневский В.А., Гурченкова Е.Ю., Давыдова С.В., Демидова В.С., Дубова Е.А., Зеленов М.А., Израйлов Р.Е., Кармазановский Г.Г., Климов А.Е., Коков Л.С., Кокова Н.И., Кулезнева Ю.В., Осипова Н.Ю., Скруберт В.С., Степанова Ю.А., Тарбаева Н.В., Титова М.И., Фёдоров А.Г., Цвирукун В.В., Цыганков В.Н., Черная Н.Р., Шевченко Т.В., Шуракова А.Б., Шутихина И.В., Щеголев А.И. Лучевая диагностика и малоинвазивное лечение механической желтухи. М.: Радиология-пресс, 2010. 259 с.
8. Voss S.D. Staging and following common pediatric malignancies: MRI versus CT versus functional imaging. *Pediatr Radiol.* 2018. Vol. 48. No. 9. P. 1324–1336. DOI: 10.1007/s00247-018-4162-4.
9. Щеголев А.И., Мишнев О.Д. Онкоморфология печени. М.: Издательство РГМУ, 2006. 251 с.
10. McCarville M.B., Roebuck D.J. Diagnosis and staging of hepatoblastoma: imaging aspects. *Pediatr Blood Cancer.* 2012. Vol. 59. No. 5. P. 793–799. DOI: 10.1002/pbc.24221.
11. Гусева О.И., Шурганова Е.В. Пренатальная диагностика гепатобластомы у детей // Пренатальная диагностика. 2019. № 2. С. 152–155.
12. Бегун И.В., Красько О.В., Зборовская А.А. Обоснование возможности и сроки ранней визуализации злокачественных новообразований брюшной полости и забрюшинного пространства у детей до года // Онкологический журнал. 2013. № 4 (28). С. 28–34.
13. Li L., Liu W., Wen R., Jin K. Computed tomography imaging and clinical features of congenital hepatoblastoma: A retrospective analysis. *Medicine (Baltimore).* 2020. Vol. 99. No. 31. P. e21174. DOI: 10.1097/MD.00000000000021174.
14. McCarville M.B., Kao S.C. Imaging recommendations for malignant liver neoplasms in children. *Pediatr Blood Cancer.* 2006. Vol. 46. No. 1. P. 2–7. DOI: 10.1002/pbc.20600.
15. Tang M., Li Y., Lin Z., Shen B., Huang M., Li Z.-P., Li X., Feng S.-T. Hepatic nodules with arterial phase hyperenhancement and washout on enhanced computed tomography/

- magnetic resonance imaging: how to avoid pitfalls. *Abdom Radiol (NY)*. 2020. Vol. 45. No. 11. P. 3730–3742. DOI: 10.1007/s00261-020-02560-0.
16. Nitta A., Hisamatsu S., Fukuda H., Kurosawa H., Arikawa O. Cardiopulmonary arrest on arrival in an infant due to ruptured hepatoblastoma. *J. Pediatr*. 2012. V. 160. No. 2. P. 351. DOI: 10.1016/j.jpeds.2011.08.068.
17. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Дубова Е.А., Щеголев А.И. Сравнительный анализ степени васкуляризации гепатоцеллюлярного рака и очаговой узловой гиперплазии печени по данным компьютерно-томографического и морфологического исследований // *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2013. № 12. С. 9–15.
18. Туманова У.Н., Дубова Е.А., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Компьютерная томография в оценке кровоснабжения гепатоцеллюлярного рака // *Анналы хирургической гепатологии*. 2013. № 4. С. 53–60.
19. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щеголев А.И. Денситометрические характеристики гепатоцеллюлярного рака при спиральной компьютерной томографии // *Медицинская визуализация*. 2012. № 6. С. 42–49.
20. Soini T., Haveri H., Elo J.M., Kauppinen M., Kyrölähti A., Salo M.K., Lohi J., Andersson L.C., Wilson D.B., Heikinheimo M. Transcription factor GATA-4 is abundantly expressed in childhood but not in adult liver tumors. *J. Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2012. Vol. 54. No. 1. P. 101–108. DOI: 10.1097/MPG.0b013e31822d52cf.
21. Diffusion weighted imaging of the hepatobiliary system. Techniques and clinical applications. Eds. C. Matos, N. Papanikolaou. Springer Nature Switzerland AG, 2021. 145 p. DOI: 10.1007/978-3-319-62977-3.
22. Pugmire B.S., Guimaraes A.R., Lim R., Friedman A.M., Huang M., Ebb D., Weinstein H., Catalano O.A., Mahmood U., Catana C., Gee M.S. Simultaneous whole body (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography magnetic resonance imaging for evaluation of pediatric cancer: Preliminary experience and comparison with (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography computed tomography. *World J. Radiol*. 2016. Vol. 8. No. 3. P. 322–330. DOI: 10.4329/wjr.v8.i3.322.
23. Weldon C.B., Madenci A.L., Tiao G.M., Dunn S.P., Langham M.R., McGahren E.D., Ranganathan S., López-Terrada D.H., Finegold M.J., Malogolowkin M.H., Piao J., Huang L., Krailo M.D., Meyers R.L., Katzenstein H.M. Evaluation of the diagnostic biopsy approach for children with hepatoblastoma: A report from the children’s oncology group AHEP 0731 liver tumor committee. *J. Pediatr Surg*. 2020. Vol. 55. No. 4. P. 655–659. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2019.05.004.
24. Towbin A.J., Meyers R.L., Woodley H., Miyazaki O., Weldon C.B., Morland B., Hiyama E., Czauderna P., Roebuck D.J., Tiao G.M. 2017 PRETEXT: radiologic staging system for primary hepatic malignancies of childhood revised for the Paediatric Hepatic International Tumour Trial (PHITT). *Pediatr Radiol*. 2018. Vol. 48. No. 4. P. 536–554. DOI: 10.1007/s00247-018-4078-z.
25. Brown J., Perilongo G., Shafford E., Keeling J., Pritchard J., Brock P., Dicks-Mireaux C., Phillips A., Vos A., Plaschkes J. Pretreatment prognostic factors for children with hepatoblastoma – results from the International Society of Paediatric Oncology (SIOP) study SIOPEL 1. *Eur J. Cancer*. 2000. Vol. 36. No. 11. P. 1418–1425. DOI: 10.1016/s0959-8049(00)00074-5.
26. Yoon H.M., Hwang J., Kim K.W., Namgoong J-M., Kim D.Y., Koh K-M., Kim H., Cho Y.A. Prognostic factors for event-free survival in pediatric patients with hepatoblastoma based on the 2017 PRETEXT and CHIC-HS systems. *Cancers*. 2019. Vol. 11. No. 9. P. 1387. DOI: 10.3390/cancers11091387.
27. Zhi T., Zhang W., Zhang Y., Hu H., Huang D. Clinical Characteristics and prognosis analysis of infantile hepatoblastoma – A 15-year Retrospective single-center study. *Cancer Manag Res*. 2021. Vol. 13. P. 3201–3208. DOI: 10.2147/CMAR.S302078.

СТАТЬИ

УДК 551.46.007

**ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА ШЕЛЬФЕ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ
В 115-М РЕЙСЕ НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ»**

¹Римский-Корсаков Н.А., ²Бурдян Н.В., ¹Лесин А.В., ¹Пронин А.А., ¹Анисимов И.М.

¹*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: nrk@ocean.ru;*

²*Институт биологии Южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, e-mail: ibss@ibss-ras.ru*

В статье рассмотрены некоторые аспекты морских экспедиционных исследований морфологии рельефа и осадочного покрова дна внешнего шельфа полуострова Крым. Шельф равнинного Крыма имеет платформенную природу и относится к так называемому трансгрессивному типу, широко представленному в Мировом океане. Шельф же Горного Крыма представляет собой особую разновидность в связи с тем, что значительная часть Крымского мегантиклинория была в недавнее геологическое время опущена на дно Черного моря. Его рельеф и отложения формировались в ходе сложного взаимодействия тектонических движений, в том числе разрывных, среди которых есть сейсмогенерирующие, поэтому его исследование имеет значительное научное и практическое значение. Интерес представляют фрагменты затопленной гидрологической сети на шельфе, исследование которых позволяет решать проблемы развития речных долин Крыма. В связи с этим актуально изучение шельфа современными методами с упором на этапы его развития, запечатленные в рельефе, в донных отложениях и в верхней части геологического разреза. Очередной этап таких исследований был выполнен в декабре 2020 г. в 115-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий». Для исследований использовались сеймопрофилирующая система типа «спаркер», акустический профилограф, буксируемый гидролокатор бокового обзора и судовой эхолот. Получены новые данные о строении морского дна юго-восточного шельфа полуострова Крым.

Ключевые слова: Крым, шельф, разрывные тектонические движения, затопленная гидрологическая сеть, эхолот, гидролокатор, спаркер, акустический профилограф

**THE 115TH CRUISE OF THE R/V «PROFESSOR VODYANITSKY» GEOLOGICAL
AND GEOPHYSICAL RESEARCH AT THE CRIMEAN PENINSULA SHELF**

¹Rimsky-Korsakov N.A., ²Burdiyan N.V., ¹Lesin A.V., ¹Pronin A.A., ¹Anisimov I.M.

¹*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science, Moscow, e-mail: nrk@ocean.ru;*

²*Kovalevsky Institute of Southern Seas Biology, Russian Academy of Science, Sevastopol, e-mail: ibss@ibss-ras.ru*

The article considers some aspects of marine expedition studies of the morphology of the relief and sedimentary cover of the bottom of the outer shelf of the Crimean peninsula. The shelf of the flat Crimea has a platform nature and belongs to the so-called transgressive type, which is widely represented in the World Ocean. The shelf of the Mountainous Crimea is a special kind due to the fact that a significant part of the Crimean mega anticlinorium was lowered to the bottom of the Black Sea in recent geological time. Its relief and sediments were formed during the complex interaction of tectonic movements, including discontinuous ones, among which there are seismic generating ones. Therefore, its research is of considerable scientific and practical interest. Fragments of the flooded hydrological network on the shelf are of interest, the study of which allows solving the problems of the development of the river valleys of the Crimea. In this regard, it is important to study the shelf by modern methods with an emphasis on the stages of its development, imprinted in the relief, bottom sediments and the upper part of the geological section. The next stage of such studies was carried out in December 2020 in the 115th flight of the NIS «Professor Vodyanitsky». For the research, a sparker-type seismic profiling system, an acoustic pofilograph, a towed side-view sonar and a ship's echo sounder were used. New data on the structure of the seabed of the south-eastern shelf of the Crimean Peninsula have been obtained.

Keywords: Crimea, shelf, discontinuous tectonic movements, submerged hydrological network, echo sounder, sonar, sparker, acoustic profiler

Исследования шельфа полуострова Крым и публикации результатов были сделаны более 25–30 лет назад. Большой фактический материал тех лет в основном посвящен изучению глубокой части геологического разреза шельфа и преимущественно носит нефте-газо-поисковый характер. Рельеф и отложения формировались в ходе сложного взаимодействия тектонических движений, в том числе разрывных, и экзогенных факторов – денудации и аккумуляции. Несмотря на существование об-

щих представлений о происхождении шельфа, многие особенности этого процесса пока не ясны и представляют собой крупную научную проблему. Среди разрывных нарушений шельфа и его обрамления есть сейсмогенерирующие. Поэтому его исследование представляет значительный научный и практический интерес. В специальном изучении нуждаются фрагменты затопленной гидрологической сети на шельфе, часто представляющие собой подводные продолжения заливов побережья. Некоторые во-

просы развития речных долин Крыма могут быть решены лишь при использовании результатов такого изучения. В настоящее время необходимо провести изучение шельфа современными методами и уделить повышенное внимание последним этапам его развития, запечатленным в рельефе, донных отложениях и верхней части геологического разреза. Кроме того, до недавнего времени прибрежный шельф в районах Севастополя и Балаклавы был закрыт для изучения. Между тем многие ключевые вопросы истории развития этого региона могут быть решены именно путем анализа материалов этих участков.

Основная цель исследований связана с необходимостью решения фундаментальной научной проблемы океанологии и морской геологии по изучению строения и истории формирования континентальной окраины, в частности шельфа полуострова Крым [1, 2].

В задачи исследования входят: эхолотный промер материковой отмели Крыма, гидроакустическое картирование дна и сейсмоакустическое зондирование шельфа, результаты которых позволят, в том числе, восстановить положение древней речной сети и определить связи береговых и субаквальных морфоструктур.

Материалы и методы исследования

На первом этапе исследований в 2020 г. были запланированы проведение экспедиционных океанографических и геофизических работ на участке материковой отмели Южного Крыма от Балаклавы до мыса Меганом и составление палеогеоморфологиче-

ской карты-схемы дна на участок материковой отмели Южного Крыма.

Полевые изыскания на этом этапе были выполнены в 115-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в период с 27 ноября по 17 декабря 2020 г. (21 сутки). Маршрут экспедиции представлен на рис. 1. На маршруте точками с номерами обозначены места станций. Вдоль маршрута велись геофизический эхолотный промер, сейсмоакустическое профилирование и гидролокационная съемка. Галсы промера на маршруте помечены коричневым цветом. Общая протяженность маршрутов геофизической съемки составила 443 морские мили.

Надо отметить, что использование для исследований океанского судна с неограниченным районом плавания позволило вести работы на всем протяжении и простираннии в глубину шельфа полуострова Крым при любом удалении от берега.

При выполнении полевых исследований был обеспечен уникальный диапазон характеристик геофизической съемки, начиная от нижней частоты диапазона сигналов зондирования сейсмопрофилографа типа «спаркер» 20 Гц и заканчивая рабочей частотой гидролокатора бокового обзора «ЙеллоуФинн» 400 кГц.

Для получения профилей рельефа дна вдоль маршрута движения судна при исследованиях морфологии рельефа дна использовался судовая навигационный эхолот FURUNO-FCV-2100L. Постоянный попутный промер глубин эхолотом позволил получать информацию о глубинах и оперативно корректировать ход геоморфологических исследований.

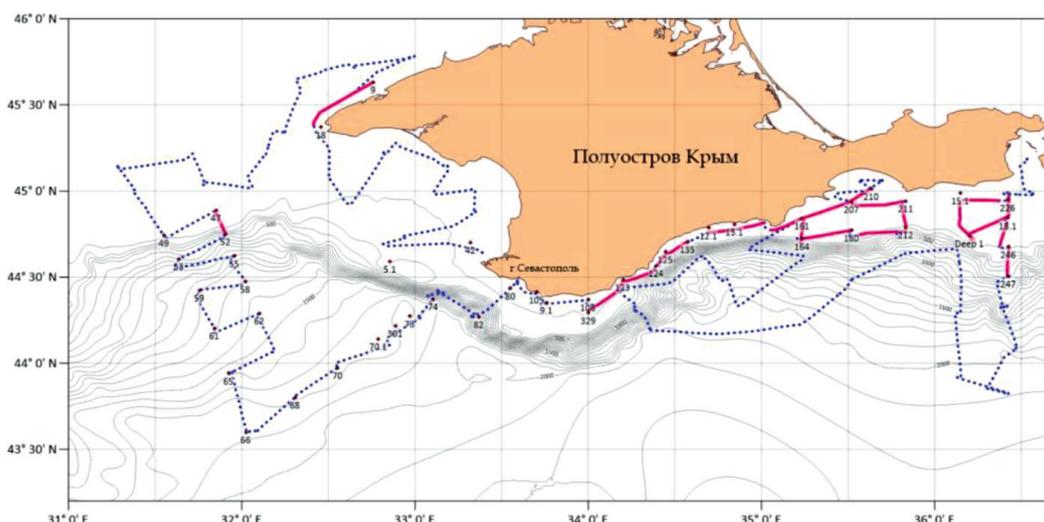


Рис. 1. Маршрут экспедиции 115-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Красным цветом выделены участки маршрута, на которых велось сейсмоакустическое зондирование

Любые морские работы и научные исследования имеют смысл, если получаемые при их выполнении данные обеспечены координатно-временной привязкой. В настоящее время привязка местоположения надводных плавсредств осуществляется исключительно с использованием космических навигационных систем (КНС). В отдельных случаях на стесненных фарватерах и внутренних водоемах для проводки судов используются радионавигационные системы и системы створных знаков.

На НИС «Профессор Водяницкий» в качестве судового приемника (СП) КНС используются две дублирующие друг друга навигационные системы: FURUNO GPS Navigator GP-80 и KODEN GPS/ГЛОНАСС навигатор KGP-925. Электронные блоки КНС установлены на капитанском мостике НИС, а приемные антенны – на специальных мачтах на пеленгаторной палубе. Навигационный пост оборудован судовой ПЭВМ с программой ДЕКАРТ НАВИГАТОР, служащей для сбора, обработки, отображения и хранения навигационной информации.

Для полного понимания современного строения континентальной окраины необходима информация о структуре слоев осадочных пород и коренного фундамента [3–5]. В целях получения таких данных широко применяются методы акустического профилирования и сейсмоакустического зондирования. Особенности работы с акустической аппаратурой заключаются в соблюдении баланса между глубиной проникновения зондирующего сигнала в осадочную толщу и разрешающей способностью получаемого отраженного сигнала. Для удовлетворения обоих этих требований необходимо использование методов исследований в нескольких диапазонах частот акустических волн: звуковых

и сейсмических. Обширные задачи, стоящие перед специалистами, исследующими геологическую историю полуострова Крым, обусловили необходимость развития геоакустический аппаратный комплекс для получения данных об осадочной толще на шельфе региона [6, 7].

Акустический профилограф (АП) АП-5Т предназначен для акустического зондирования верхней толщи рыхлых водонасыщенных осадочных отложений акустическими зондирующими импульсами с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Внешний вид буксируемой приемно-излучающей антенны АП приведен на рис. 2. Принцип действия прибора основан на проникновении мощных звуковых импульсов в донный грунт и формировании эхосигналов от границ раздела слоев осадков, различающихся по своим физическим свойствам. Измерения производятся на ходу судна. Отображение получаемой информации в реальном времени ведется на регистраторе со строчной разверткой, представляющем собой монитор ПЭВМ. Яркость строки пропорциональна амплитуде эхосигнала. Зондирующий акустический импульс излучается в направлении дна двумя кольцевыми пьезокерамическими преобразователями, образующими вместе с конусными рефлекторами антенну, установленную на обтекаемом буксируемом носителе. Следует отметить, что рассматриваемая буксируемая антенна может использоваться не только со штатным оригинальным судовым электронным блоком разработки ИО РАН, но и с приемно-излучающим блоком «Chirp II» фирмы DATASONICS, также генерирующим частотно-модулированные зондирующие сигналы и осуществляющим последующую корреляционную обработку эхосигналов.

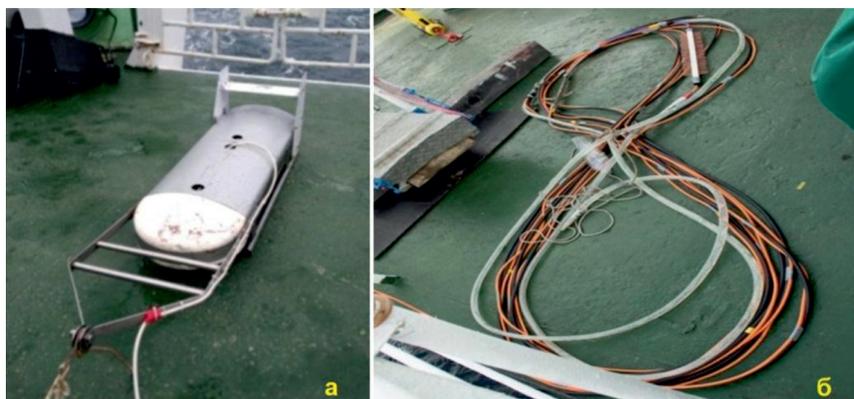


Рис. 2. Элементы геофизического комплекса на НИС «Профессор Водяницкий»: а – буксируемый носитель антенны акустического профилографа АП-5Т; б – приемная антенна (каса) с многоэлектродным излучателем МСИ-60 сейсмоакустического профилографа «Геонт-шельф»

В профилографе АП-5Т принятый акустический эхосигнал преобразуется антенной в электрический. Далее в судовом блоке осуществляется обработка принятого сигнала, и он поступает в ПЭВМ. Цикл «прием – передача» имеет частоту 1–2 Гц. Таким образом, при движении судна на экране ПЭВМ от строки к строке формируется изображение профиля осадочных отложений в диапазоне 750–375 м. Основные технические и эксплуатационные характеристики АП-5Т:

- несущая частота зондирующего импульса – 5 кГц;
- девиация частоты ЛЧМ сигнала – настраиваемая от 0 до 4 кГц;
- длительность импульса – настраиваемая от 1 до 9 мс;
- амплитуда зондирующего импульса – 500 В;
- пиковая электрическая мощность зондирующего импульса – 4,1 кВт;
- максимальная глубина погружения буксируемого носителя – 100 м;
- максимальная скорость буксировки – до 6 узлов;
- масса буксируемого носителя – 67,2 кг.

Сейсмоакустический профилограф (САП) ГЕОНТ-ШЕЛЬФ – «спаркер» – предназначен для получения геоакустической информации о строении осадочной толщи при геолого-геофизических исследованиях на акваториях. Рабочий диапазон частот прибора составляет 20–1200 Гц. Судовой приемо-передающий блок периодически запускает электроискровой низкочастотный источник зондирующих сигналов. В отличие от АП, в САП для приема эхосигналов используется приемная буксируемая коса (гидрофон (рис. 2)), которая принимает эхосигналы, отраженные от дна и подстилающих осадочных слоев, преобразует их

в электрические и передает их на вход приемного усилителя для регистрации данных на борту судна.

Сейсмоакустические сигналы проникают в осадочную толщу на глубину, определяемую мощностью конкретного излучателя. Отражающие границы появляются там, где имеется резкое изменение плотности в разрезе донных отложений. На этом явлении основан метод отраженных волн (МОВ). Трасса (строка, модулированная по яркости) – это результат одного излучения и приема отражения ряда волн от осадочной толщи на дне акватории. Длина развертки по времени меньше периода запуска излучателя. На экране монитора трассы поочередно справа налево набираются в пакет с периодом запуска излучателя и образуют оси синфазности, из которых в итоге получается изображенное разреза донных отложений по глубине во временных координатах.

Для глубин места (Крымского шельфа) до 200 м на основании результатов контрольного зондирования в 115-й рейсе НИС «ПВ» были приняты следующие параметры регистрации:

- энергия излучения не более 600 Дж при емкости накопителя $C = 50$ Мкф;
- период излучения – 1 с;
- усиление – 2000;
- время регистрации – 600 мс;
- скорость судна не более 8 узлов.

Для обеспечения работы геофизических приборов на НИС «Профессор Водяницкий» использовались кормовая траловая лебедка со стальным тросом диаметром 5 мм (рис. 3а) и кормовая П-рама с подвешенным на ней канифас-блоком (рис. 3б). Траловая лебедка и П-рама применялись для спуска, подъема и буксировки носителя антенны акустического профилографа АП-5Т.



Рис. 3. Оборудование для спуска, подъема и буксировки геофизических приборов на НИС «Профессор Водяницкий»: а – кормовая траловая лебедка; б – кормовая П-рама; в – бортовой выстрел для буксировки излучателя и приемной антенны (косы) сейсмоакустического профилографа «Геонт-шельф»

Для буксировки приемной косы-гидрофона при выполнении сейсмоакустического профилирования с использованием электроискрового излучателя были изготовлены (электросваркой) специальный бортовой выстрел из двух стальных труб длиной 6 и 1,5 м диаметром 60 мм и укосины (рис. 4). Для установки основной трубы выстрела за бортом в горизонтальном положении, а также для запуска сейсмической косы была использована система оттяжек, которая при ослаблении натяжения позволяла зафиксировать выстрел над палубой в нерабочем

положении для безопасности палубных работ экипажа и маневрирования судна.

В процессе морских научных исследований на участке материковой отмели Южного Крыма от Балаклавы до мыса Меганом были получены важнейшие материалы и результаты, характеризующие строение шельфа. Получены сейсмогеологические разрезы осадочной толщи и эхолотные профили рельефа дна, участков преимущественно глубоководной части шельфа полуострова.

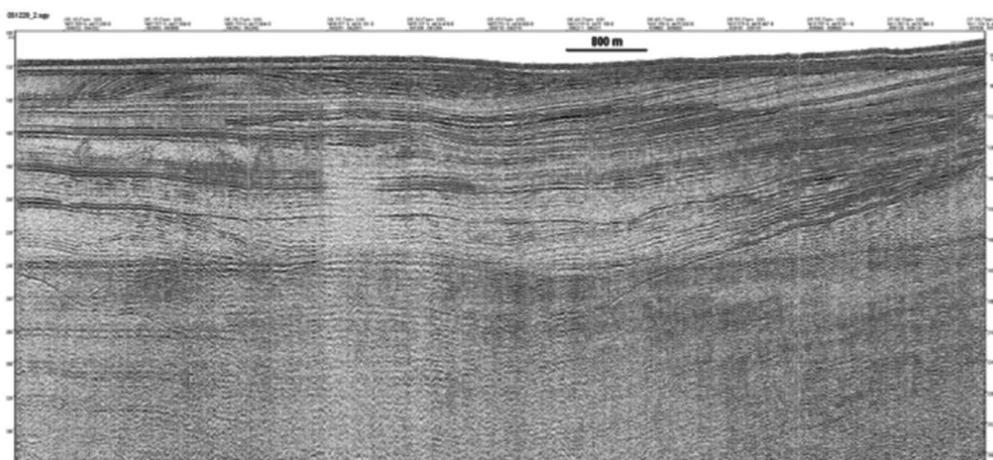


Рис. 4. Изображение разреза осадочных отложений внешнего шельфа на широтном маршруте вблизи Ялты от станции 329 до станции 123, полученное с помощью системы СПАРКЕР «Геонт-Шельф»

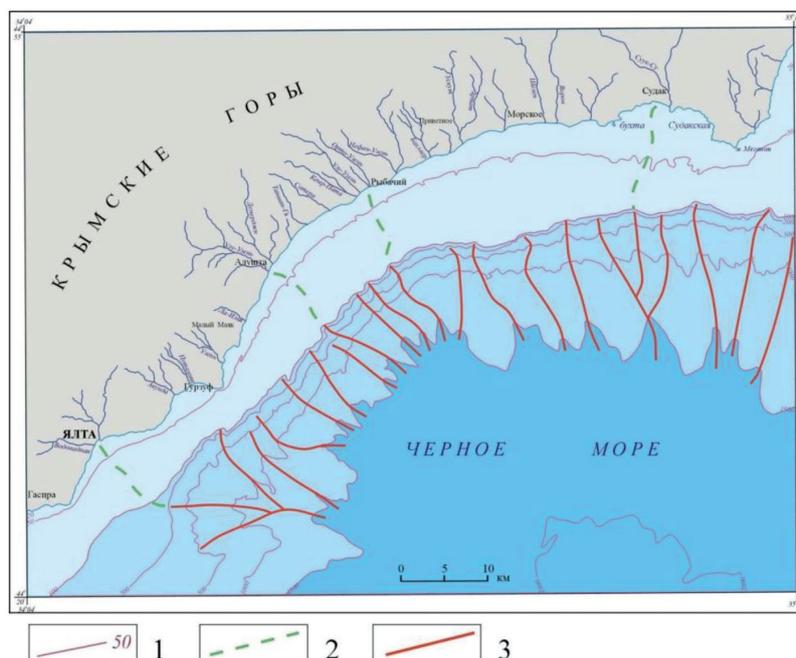


Рис. 5. Схема вероятного расположения палеодолин по данным сеймопрофилеирования и подводных каньонов на шельфе Южного Крыма (составлена В.Н. Коротавым). На рисунке обозначены: 1 – изобаты в метрах; 2 – палеодолины рек; 3 – тальвеги каньонов

На рис. 1 представлен маршрут экспедиции с помеченными галсами, на которых велось сейсмоакустическое зондирование с использованием сейсмопрофилографа типа «спаркер». Галсы сейсмопрофилирования помечены красным цветом. Общая протяженность маршрутов сейсмоакустического профилирования составляет 196 морских миль. На рис. 4 приведен сейсмоакустический разрез участка дна на маршруте от станции 329 до станции 123 в районе Ялты. На разрезе прослеживаются отражающие границы, соответствующие палеодолине реки Водопадная.

В ходе морских экспедиционных исследований были получены гидролокационные изображения и данные акустического профилирования актуальных участков шельфа полуострова Крым, позволяющие выявить и оценить направление и интенсивность переноса осадочного материала морфологически обособленных областей внешнего шельфа. На галсах на мелководных участках велась гидролокационная съемка с помощью гидролокатора бокового обзора «ЙеллоуФинн». Вдоль маршрута осуществлялся геофизический эхолотный промер. Общая протяженность маршрутов геофизического промера глубин – 443 морские мили. В результате выполнения полевых исследований, а также анализа фондовых и опубликованных данных составлена палеогеоморфологическая карта-схема дна на участок материковой отмели Южного Крыма (схема расположения древней гидрологической сети), представленная на рис. 5.

Заключение

Полученные данные батиметрического, сейсмогеологического и геоморфологического картирования материковой отмели Крыма позволят повысить эффективность планирования инженерных изысканий,

а также оценок воздействия на экологию шельфа процессов возведения техногенных объектов, таких как подводные части причальных сооружений, укрепления берега и заграждений, буровые и добычные морские платформы, дамбы, подводные кабели и продуктопроводы, траншеи, карьеры, намывные массивы и пляжи.

Работа выполнена в рамках государственных заданий (темы № 0128-2021-0011, № 0827-2019-0004 и № 0828-2020-0006) при поддержке РФФИ (проект № 20-05-00384 «А»).

Список литературы

1. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Государственное изд-во географической литературы, 1958. 374 с.
2. Зенкович В.П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. II (Северо-западная часть). М.: Изд-во АН СССР, 1960. 215 с.
3. Мысливец В.И. Динамика геоморфологических процессов в западной части Южного берега Крыма и антропогенный фактор // Пространство и время. 2014. № 2. С. 244–253.
4. Поротов А.В., Мысливец В.И., Зинько В.Н., Зинько А.В., Гайнанов В.Г., Зверев А.С. Развитие рельефа побережья Керченского пролива в районе мыса Камыш-Бурун в позднем голоцене (по данным геоархеологических и сейсмоакустических исследований) // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2014. № 2. С. 41–48.
5. Подымов И.С., Подымова Т.М. Статистические результаты исследований современных движений земной коры Азово-Черноморского побережья России // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XVI Всерос. научно-технической конференции. М.: ИД Академии Жуковского, 2019. Т. 1. С. 136–139.
6. Римский-Корсаков Н.А., Руссак Ю.С., Зарецкий А.В. Основные параметры процесса исследований дна акваторий и подводных объектов гидролокационными методами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2019. № 4. С. 38–43.
7. Римский-Корсаков Н.А., Пронин А.А., Анисимов И.М., Белевитнев Я.И., Мутовкин А.Д. Использование новейших технологий в исследовании осадочной толщи и рельефа дна западного шельфа Крыма // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XVI Всерос. научно-технической конференции. М.: ИД Академии Жуковского, 2019. Т. 1. С. 183–188.

СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ И РАСЧЁТА АКТИВНОСТИ КОРОТКОЖИВУЩИХ ГАММА-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

¹Тертышник Э.Г., ²Епифанова И.Э.

¹ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун» Росгидромета РФ,
Обнинск, e-mail: edtertysh23@yandex.ru;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»,
Обнинск, e-mail: epifan.obninsk@gmail.com

Рассмотрен опыт идентификации и расчёта активности радионуклидов при гамма-спектрометрии образцов, содержащих ряд короткоживущих нуклидов низкой активности (период полураспада менее 1 ч). Необходимость идентификации подобных радионуклидов может возникнуть при исследовании воздействия космического излучения на различные соединения химических элементов, а также в процессе экспериментов по изучению возможностей проведения низкоэнергетических ядерных реакций. В работе подробно описан процесс анализа аппаратного спектра, полученного от излучения литиевого препарата после экспозиции его в космических лучах с целью идентификации по энергиям гамма-излучения и по периодам полураспада нуклидов. Рассчитана активность идентифицированных радионуклидов, период полураспада которых составлял от 1 до 30 мин. Приведены результаты расчёта активности пяти из идентифицированных нуклидов с активностью от 0,1 до 2 Бк, а атомные номера находились в диапазоне от 21 (^{46m}Sc) до 69 (¹⁷⁶Tm). Отмечено влияние комптоновского излучения высокоэнергетических гамма-квантов и тормозного излучения от бета-частиц на результаты расчёта активности. Сделан вывод о возможном по этой причине завышении значений активности при проведении гамма-анализа препаратов низкой активности. На практических примерах рассмотрен метод коррекции подобного завышения.

Ключевые слова: гамма-анализ, короткоживущий нуклид, литий, космические лучи, изобарная цепочка, тормозное излучение, эффект Комптона

ON THE METHOD OF IDENTIFICATION AND THE ACTIVITY CALCULATION OF SHORT-LIVING GAMMA EMITTERS

¹Tertyshnik E.G., ²Epifanova I.E.

¹Research & Production Association «Typhoon» of Roshydromet RF, Obninsk,
e-mail: edtertysh23@yandex.ru;

²Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, e-mail: epifan.obninsk@gmail.com

Some results of researching for identification and calculation the activity of radionuclides in gamma spectrometry of samples containing many short-lived low activity nuclides (half-life less than 1 hour) was presented. The need to identify such radionuclides can be linked to the study of the effect of cosmic radiation on various chemical elements compounds and to observation the experiments of possible carrying out low-energy nuclear reactions. The step-by-step guide for the process of analyzing the instrumental spectrum obtained from radiation of a lithium preparation after its exposure with cosmic rays with the view to identify by the energies of gamma radiation and by the half-lives of nuclides was given. The activity of the identified radionuclides was calculated. The results of the calculation of the activity of 5 identified, the activity of which ranged from 0,1 to 2 Bq, and whose atomic numbers ranged from 21 (^{46m}Sc) to 69 (¹⁷⁶Tm), are presented. The effects from Compton radiation of high-energy gamma-quanta and the beta-particles braking radiation on the results of the activity calculating were noted. It was concluded that, with this reason, the so high estimate of the activity values during the gamma analysis of low activity samples was made. A method for correcting such an overestimation is considered on practical examples.

Keywords: gamma analysis, short-lived nuclide, lithium, cosmic rays, isobaric chain, braking radiation, Compton effect

В процессе изучения различных аспектов определения радионуклидного состава продуктов, поступающих во внешнюю среду как при радиационных авариях и ядерных взрывах, так и при штатной работе предприятий атомной энергетики, накоплен большой объем информации, изложенный в широком ряде работ [1, 2]. При гамма-анализе образцов почв, загрязненных радионуклидами, оседающими на подстилающую поверхность, как при нормальной работе АЭС, так и в случаях аварий, бывает необходимо учитывать присутствие в анализируемых образцах короткоживущих радионуклидов. Также надо отметить, что, наряду с техногенными радионуклидами, в почвах

присутствуют короткоживущие дочерние продукты от распада естественных радионуклидов: урана, тория, радия – присутствие которых усложняет анализ и снижает его чувствительность [3].

Идентификация и расчёт активности нуклидов с коротким периодом полураспада широко применяется при гамма-спектрометрии облучённых нейтронами образцов в процессе нейтронно-активационного анализа (НАА) [4, 5]. Авторы данной работы предлагают способ определения и расчёта активности радионуклидов в образцах с заранее не определенным радионуклидным составом. В этом состоит отличие предлагаемого метода от метода НАА, при ко-

тором происходит идентификация радионуклидных составляющих из ряда заранее известных возможных вариантов. Также нужно отметить, что, в отличие от исследований, анализирующих низкоактивные космогенные нуклиды с большими периодами полураспада [6, 7], в данной работе приведены результаты изучения радионуклидов с существенно меньшими периодами полураспада.

Метод идентификации и расчёта активности короткоживущих радионуклидов низкой активности рассматривается на примере гамма-анализа нуклидов, образующихся в эксперименте по изучению воздействия космических лучей (КЛ) на препараты лития [8].

Данная работа представлена с целью ознакомления специалистов, работающих в области гамма-спектрометрии, исследующих особенности идентификации и определения активности короткоживущих радионуклидов низкой активности.

1. Подготовка образцов к гамма-анализу

При проведении экспериментов [8] препараты лития (LiOH , LiAlH_4) массой 5–7 г помещали в цилиндрические кюветы с крышкой. Кюветы диаметром 46 мм и высотой 10 мм, изготовленные из полихлорвинила, с размещенными в них препаратами оставляли на открытом воздухе (вне помещения) на 10–25 суток. Гамма-анализ препаратов осуществлялся с помощью германиевого детектора GEM30185, помещенного внутри защитной камеры из свинца («EG&G Ortec», США). Толщина стенок защитной камеры 10 см. Кювету с препаратом устанавливали на торец детектора. С момента установки препарата в защитную камеру воздействие мягкой компоненты космических лучей на литиевый препарат прекращается и наблюдается процесс распада образовавшихся нуклидов. Процесс распада нуклидов, возникших под воздействием КЛ во время гамма-анализа препарата фиксировался путем регистрации гамма-излучения от кюветы с исследуемым препаратом. Регистрация электрических импульсов от детектора осуществлялась одноплатным амплитудным анализатором SBS-75 («Грин Стар Инструментс», Россия).

2. Метод идентификации и расчета

Рассмотрим процесс измерения и метод расчёта активности короткоживущих нуклидов в препарате LiAlH_4 массой 5 г, экспонированного в КЛ с 30.11.2018 до 25.12.2018. Продолжительность измерения гамма-спектров задавалась оператором в ручном режиме и при первом измерении составляла 1000 с (живое время). Полученный аппаратный спектр ($\text{Libb46}_1.\text{sps}$) записывался в память анализатора SBS-75. Затем,

не обнуляя набранный спектр, продолжали измерение (посредством «Продолжение набора») ещё 1000 с, записывали второй зарегистрированный за 2000 с спектр ($\text{Libb46}_2.\text{sps}$) и далее продолжали набор третьего спектра $\text{Libb46}_3.\text{sps}$, время регистрации которого составляло 3000 с. В результате подобных процедур получали 5 спектров $\text{Libb46}_1.\text{sps}$, $\text{Libb46}_2.\text{sps}$, $\text{Libb46}_3.\text{sps}$, $\text{Libb46}_4.\text{sps}$ и $\text{Libb46}_5.\text{sps}$, время набора которых составляло 1000, 2000, 3000, 4000 и 5000 с соответственно. На рис. 1, а, представлен фрагмент аппаратного спектра $\text{Libb46}_3.\text{sps}$, зарегистрированного за 3000 с, маркером « » отмечен спектр препарата, набранный за 3000 с (живое время). Подобное изображение спектра появляется на мониторе SBS-75 после выполнения команды «Открыть файл спектра». Здесь же приведен спектр фона (помечен маркером «+»), причём спектр фона изображён после нормировки, т.е. число импульсов фона в каждом канале умножено на величину $T_{\text{п}} / T_{\text{ф}}$, где $T_{\text{п}}$ и $T_{\text{ф}}$ время набора спектра препарата (в данном случае 3000 с) и время измерения фона (79000 с) соответственно.

Программа изображения аппаратных спектров, зарегистрированных анализатором SBS-75, автоматически проводит нормировку загружаемых спектров фона после команды «Открыть файл "теневого" спектра». Рассмотрение этого рисунка показывает, что число импульсов от препарата заметно превышает нормированное число импульсов фона. Фрагмент того же аппаратного спектра $\text{Libb46}_3.\text{sps}$ (маркер «») отображен на рис. 1, б, но в качестве «теневого» спектра загружен спектр $\text{Libb46}_1.\text{sps}$, зарегистрированный за 1000 с (маркер «»). Если пики в аппаратном спектре обусловлены излучением короткоживущих нуклидов (период полураспада несколько минут), то нормированное число импульсов в соответствующих пиках, зарегистрированных за 1000 с, будет больше, чем в пиках, зарегистрированных за 3000 с (например, пик, соответствующий энергии 483 кэВ).

Амплитуды пиков для долгоживущих нуклидов совпадают, а в случаях, если амплитуда пиков, набранных за 3000 с, превышает амплитуду пиков, которые зарегистрированы за 1000 с (например, пик, соответствующий энергии 502 кэВ), имеет место накопление со временем активности соответствующих нуклидов за счёт распада долгоживущих материнских нуклидов.

Варианты изменения со временем активности дочерних нуклидов в зависимости от соотношения периодов полураспада материнского и дочернего нуклида показаны на рис. 2.

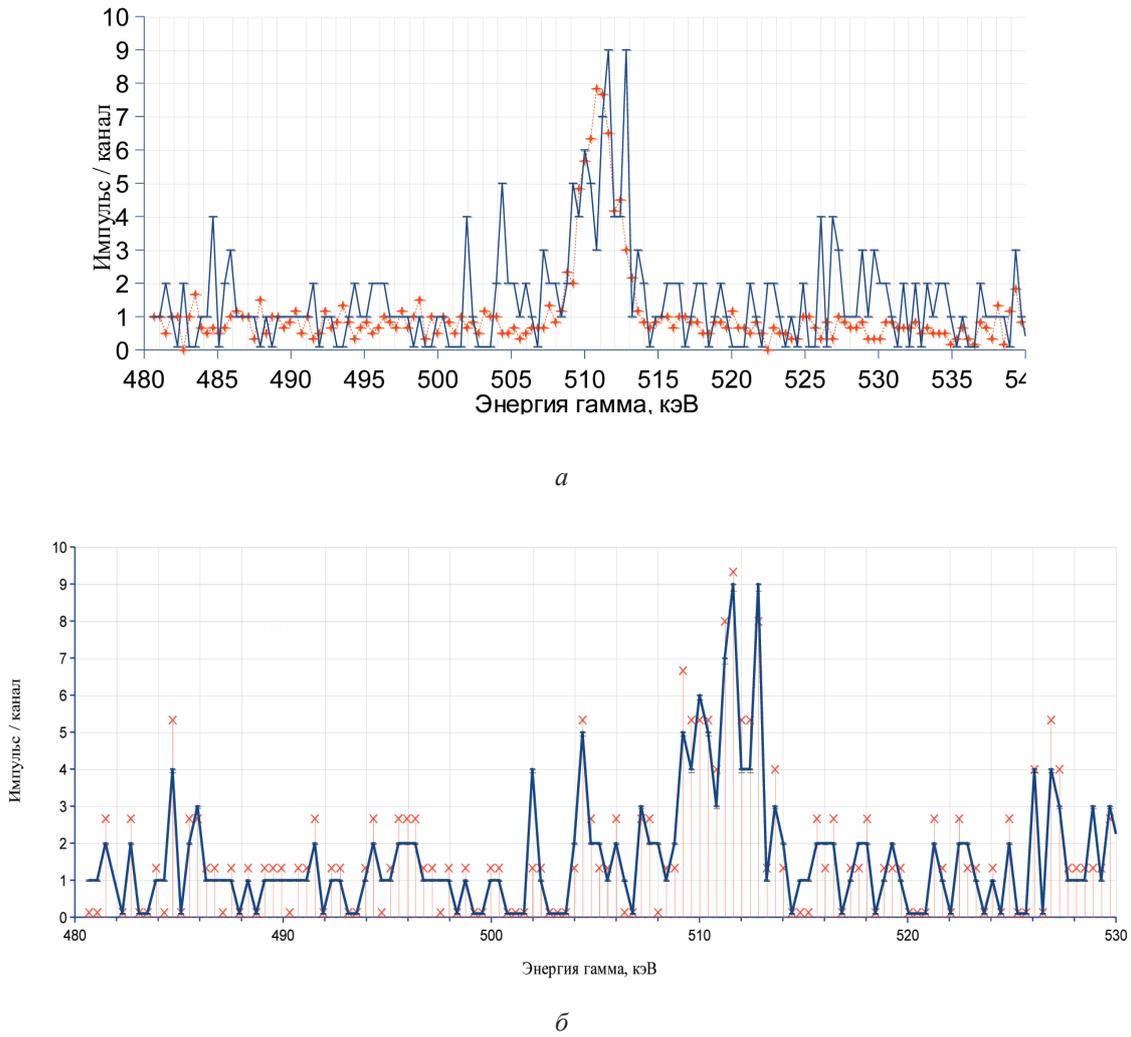


Рис. 1. Фрагменты аппаратного спектра Libb46_3.sps, зарегистрированного за 3000 с; а – в качестве «теневого» спектра загружен спектр фона, который набран за 79000 с; б – в качестве «теневого» спектра загружен спектр Libb46_1.sps, набранный за 1000 с

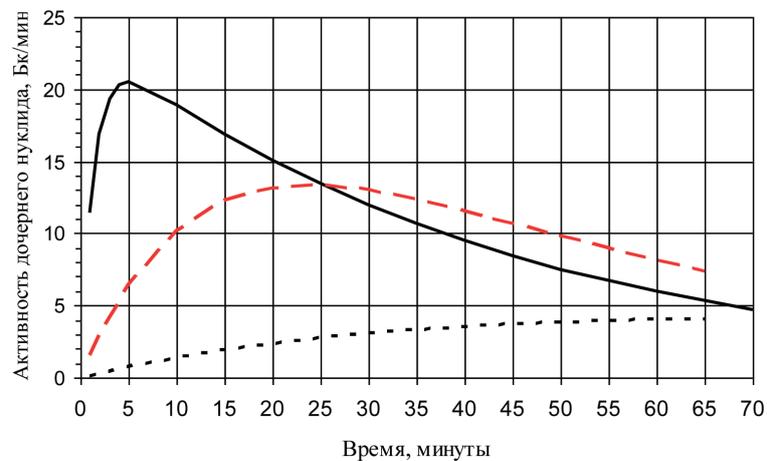


Рис. 2. Варианты изменения активности дочернего радионуклида в зависимости от соотношения периодов полураспада материнского и дочернего нуклида

Для построения этих зависимостей использовалось выражение (1), которое справедливо, если активность дочернего нуклида в начальный момент равна нулю:

$$A_2(t) = \lambda_1 \lambda_2 N_{10} \left[\frac{\exp(-\lambda_1 t) - \exp(-\lambda_2 t)}{\lambda_2 - \lambda_1} \right], \quad (1)$$

где t – текущее время, мин; $A_2(t)$ – активность дочернего нуклида, Бк/мин;

λ_1 и λ_2 – постоянные распада материнского и дочернего нуклидов соответственно, мин⁻¹;

N_{10} – число ядер материнского нуклида в начальный момент времени ($t = 0$).

При построении всех кривых период полураспада дочернего нуклида составлял 30 мин и $N_{10} = 1000$ ядер, а периоды полураспада материнского нуклида равнялись 1 мин (сплошная линия), 10 мин (штриховая линия) и 100 мин (точечная линия).

При дальнейшем анализе аппаратурных спектров не рассматриваются радионуклиды, активность которых нарастает со временем, а принимаем во внимание нуклиды, распадающиеся по экспоненциальному закону.

Рассчитывая активность короткоживущих нуклидов, следует принять во внимание радиоактивный распад нуклидов, которые присутствуют в измеряемом препарате, во время измерения [9]. Чтобы учесть этот эффект, использовалось выражение

$$A(t_k) = A(t_0) \frac{(1 - \exp(-\lambda \Delta t))}{\lambda \Delta t}, \quad (2)$$

где $A(t_k)$ – активность, зарегистрированная к моменту окончания измерения, Бк;

$A(t_0)$ – активность, соответствующая моменту начала измерений, Бк;

Δt – продолжительность измерения, с;

t_k – время окончания измерения;

t_0 – время начала измерения.

Выражение (2) использовалось для вычисления коэффициента D_{Mi} :

$$D_{Mi} = A(t_k) / A(t_0) = (1 - \exp(-\lambda \Delta t)) / \lambda \Delta t. \quad (3)$$

Расчёт активности нуклидов проводили по формуле

$$A_{0i} = (N_i - N_{Bi}) / (t_i \varepsilon \eta D_{Mi}), \quad (4)$$

где A_{0i} – активность радионуклида, рассчитанная по выбранной гамма-линии на момент начала измерений, Бк;

t_i – длительность экспозиции ($i = 1, 2, 3, 4, 5$; 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 с);

N_i – число импульсов от препарата, зарегистрированных в выбранном пике за время i -й экспозиции;

N_{Bi} – число импульсов фона, зарегистрированных в том же пике и нормиро-

ванное на длительность соответствующей экспозиции;

ε , η – эффективность регистрации и квантовый выход для выбранной гамма-линии соответственно;

D_{Mi} – корректирующий коэффициент, учитывающий распад нуклида в процессе измерения препарата (рассчитан по (3)).

Предлагается использовать следующий порядок идентификации радионуклидов.

В аппаратурном спектре (Libb46_3.sps) выделяем самые интенсивные пики, начиная с пиков, соответствующих гамма-линиям с наибольшими энергиями. Значения энергии этих пиков заносим в первую колонку табл. 1, приведенной в качестве примера. Используя [10], находим нуклиды, испускающие гамма-кванты соответствующей энергии.

Проводим поиск в разделах 1 мин < $T_{0,5}$ < 10 мин и 10 мин < $T_{0,5}$ < 60 мин, причём используем значения энергии $E \pm 0,5$ кэВ и отдаём предпочтение нуклидам с высокими квантовыми выходами. Значения квантового выхода для каждого нуклида также приведены в [10]. Символы обнаруженных нуклидов-«кандидатов» записываем во вторую колонку табл. 1.

Затем с помощью базы данных [11] находим и заносим во вторую колонку табл. 1 для каждого нуклида – «кандидата» данные по характерным гамма-линиям и соответствующие квантовые выходы. При этом учитываем только линии с выходом свыше 10%. Далее следует проанализировать с помощью [12] изобарные цепочки выбранных нуклидов, т.е. цепочки нуклидов с одинаковыми массовыми числами, и исключить из рассмотрения «кандидата», если он имеет предшественника в цепочке с достаточно большим периодом полураспада (минуты). В табл. 1 следует исключить из рассмотрения Ag-101, который имеет предшественника Cd-101 с периодом полураспада 1,2 мин, а также Sb-116 – предшественник Te-116 ($T_{0,5} = 2,5$ часа) и Pr-135 (предшественник Nd-135 с $T_{0,5} = 12$ мин).

Поочередно рассматриваем изображение аппаратурных спектров Libb46_1.sps ... Libb46_5.sps на мониторе SBS-75 и находим число импульсов от препарата и нормированное число импульсов фона в пиках, принадлежащих выбранному нуклиду. Найденные значения заносим в приведённую в качестве

примера табл. 2. Дополнительно сюда же вносим значения $\varepsilon(E)$ для каждой гамма-линии, полученные при калибровке гамма-спектрометра, и величины $D_M(t, \lambda_i)$, рассчитанные по формуле (3) для каждой i -й экспозиции и соответствующего периода полураспада. При расчете активности нуклидов не принимаем во внимание аппаратные пики, в которых превышение числа

импульсов над фоном меньше критерия значимости [9] $(N_i - N_{Bi}) < 1,64N_{Bi}^{0,5}$. Для ^{131}Sb после подсчёта по формуле (4) в последней колонке табл. 2 получаем близкие значения $A_0(t)$, что свидетельствует о хорошем совпадении табличного [11] и фактически зарегистрированного периодов полураспада ^{131}Sb . Аналогичные расчёты выполнены для ^{146}Ce .

Таблица 1

Идентификация радионуклидов по энергии гамма-линий аппаратурных спектров

Энергия зарегистрированной гамма-линии, кэВ	Радионуклиды, которые испускают гамма-кванты соответствующей энергии. Для этих нуклидов приведены периоды полураспада, квантовые выходы гамма-линий (интенсивность переходов)
1098	Sn-109(40%) In-116m(50%) Sn-109, $T_{0,5} = 18,0$ мин; ε 100% \rightarrow In-109 $T_{0,5} = 4,3$ час. γ Sn-109; 331,2(0,094) 649,8(0,296) 1099,2(0,293) 1321,3(0,115) In-116m, $T_{0,5} = 54,29$ мин; β^- 100% \rightarrow Sn-116 stab γ In-116m; 416,9(0,272) 818,7(0,121) 1097,3(0,585) 1093,6(0,848) 1507,6(0,10)
943	Eu-158(30%) Sb-131(47%) Eu-158, $T_{0,5} = 45,9$ мин; β^- 100% \rightarrow Gd-158 stab γ Eu-158; 897,6(0,124) 944,2(0,30) 977,1(0,163) Sb-131, $T_{0,5} = 23,03$ мин; β^- 100% \rightarrow Te-131 $T_{0,5} = 25$ мин γ Sb-131; 642,3(0,24) 933,1(0,264) 943,4(0,471) 1123,6(0,089)
933	Ag-101(24%) Sb-131(26%) Sb-116(23%) Pr-135(2%) Ag-101, $T_{0,5} = 11,1$ мин; ε 100% \rightarrow Pd-101 $T_{0,5} = 8,5$ час. γ Ag-101; 261,0(0,526) 588,0(0,10) 932(0,236)* 1173,9(0,089) Sb-116, $T_{0,5} = 15,8$ мин; ε 100% \rightarrow Sn-116 stab. γ Sb-116; 931,8(0,248) 1293,6(0,85)
832	Ag-99(13%) Nb-98m(10%) Pb-211(3%) Re-179(2%) Ag-99, $T_{0,5} = 2,07$ мин; ε 100% \rightarrow Pd-99 $T_{0,5} = 21,4$ мин γ Ag-99; 264,5(0,63) 805,6(0,122) 832,3(0,131) Nb-98m, $T_{0,5} = 51,3$ мин; β^- 99,9% \rightarrow Mo-98 stab. γ Nb-98m; 713,8(0,092) 722,6(0,738) 787,4(0,934) 833,6(0,108) 1168,8(0,178)

Таблица 2

Расчёт активности ^{131}Sb и ^{146}Ce по результатам разных экспозиций

Нуклид Sb-131	E_γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	$\varepsilon(E)$	$A_{i,0}$, Бк	Корр. коэф. D_M	$A_{0,0}$, Бк		
			Препарат	Фон							
$T_{0,5}$, минуты 23,03	933,1	1000	0	0	0,264	0,0223	–	0,786	–		
		2000	2	0	0,264	0,0223	0,17	0,631	0,27		
		3000	3	0	0,264	0,0223	0,17	0,517	0,33		
		4000	4	2			<< *	0,431	–		
		5000	5	2	0,264	0,0223	0,10	0,366	0,28		
		Среднее значение $A_{0,0}$, Бк								0,29	
Нуклид Sb-131	E_γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	$\varepsilon(E)$	$A_{i,0}$, Бк	Корр. коэф. D_M	$A_{0,0}$, Бк		
			Препарат	Фон							
		$T_{0,5}$, минуты 23,03	943,4	1000	2	0	0,471	0,0221	0,19	0,786	0,24
				2000	3	0			0,14	0,631	0,23
				3000	4	0			0,13	0,517	0,25
				4000	4	1			0,072	0,431	0,17
5000	4			1			0,058	0,366	0,16		
Среднее значение $A_{0,0}$, Бк								0,21			

Окончание табл. 2

Нуклид	E _γ , кэВ	Экспозиция, с	Препарат		Фон	η	ε(E)	A _γ , Бк	Корр. D _M коэф.	A _γ , Бк
			Препарат	Фон						
Ce-146 T _{0,5} , минуты 13,49	218,2	1000	2	1	0,195	0,0618	0,083	0,672	0,12	
		2000	3	2			<< *	0,479	–	
		3000	5	2	0,195	0,0618	0,083	0,359	0,23	
		4000	6	3	0,195	0,0618	0,062	0,282	0,22	
		5000	6	4			<<	0,230	–	
		Среднее значение A ₀								
Нуклид	E _γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	ε(E)	A _γ , Бк	Корр. D _M коэф.	A _γ , Бк	
			Препарат	Фон						
Ce-146 T _{0,5} , минуты 13,49	316,7	1000	1	0	0,553	0,050	0,036	0,672	0,054	
		2000	2	1			0,018	0,479	0,038	
		3000	2	1			0,012	0,359	0,034	
		4000	6	4			<<	0,282	–	
		5000	7	4			<<	0,230	–	
		Среднее значение A _γ , Бк								

<< * – меньше критерия значимости $(N_i - N_{Bi}) < 1, 64 \cdot N_{Bi}^{0.5}$.

3. Учёт влияния эффекта Комптона и импульсов от тормозного излучения бета-частиц

Необходимым условием надёжной идентификации радионуклида в процессе гамма-анализа является совпадение значений, полученных в результате расчета активности по разным гамма-линиям. Расчёты активности ¹³¹Sb, ¹⁴⁶Ce, а также расчёты активности других нуклидов показали, что для каждого нуклида активности, определённые по гамма-линиям с малыми квантовыми выходами, существенно превышают активности, которые рассчитаны по линиям с большим выходом. Из табл. 2 видно, что активность ¹³¹Sb, рассчитанная по линии 933 с выходом 0,264, превышает активность, рассчитанную по линии 943 с выходом 0,471, примерно на 40%. Активность ¹⁴⁶Ce, рассчитанная по линии с квантовым выходом 0,553, в 4,5 раза превышает активность этого нуклида, определённую по γ-линии с выходом 0,195, т.е. расхождения в величине активности пропорциональны отношениям выходов соответствующих γ-линии. Это расхождение обусловлено наличием непрерывно распределённых по спектру импульсов от тормозного излучения высокоэнергетических бета-частиц и комптоновского распределения, обусловленного гамма-квантами высоких энергий. Расчёт по соотношению, приведённому в [9] для края комптоновского распределения, показывает, что дополнительный вклад в фон для γ-линии ¹³¹Sb 934 кэВ дают γ-кванты, энергия которых превышает

ет 1143 кэВ, а для линии ¹⁴⁶Ce 218 кэВ этот вклад вносят γ-кванты с энергиями, превышающими 370 кэВ. Следовательно, влияние эффекта Комптона наиболее существенно для нуклидов, излучающих γ-кванты низких энергий. Зависимость фактического увеличения фона из-за эффекта Комптона и импульсов тормозного излучения бета-частиц к числу видимых фоновых отсчётов от энергии гамма-линии, которая рассчитана для анализируемого аппаратурного спектра (Libb46_*.sps), представлена на рис. 3.

Практическая гамма-спектрометрия, как правило, имеет дело с аппаратурными спектрами, в которых пики полного поглощения содержат большое количество импульсов (хорошая статистика), а импульсы от комптоновских и тормозных электронов увеличивают подставку (пьедестал) под пиками полного поглощения. Поэтому такие импульсы следует учитывать только при расчётах минимально детектируемой активности [9]. Аппаратурные спектры, которые рассматриваются в данной работе, содержат множество пиков малой интенсивности (плохая статистика), причём импульсы регистрируются в одном и, реже, в двух каналах (рис. 1). Существенные расхождения результатов вычисления активности нуклидов по линиям с различными квантовыми выходами показывают необходимость учитывать вклад импульсов от тормозного излучения и комптоновских импульсов при γ-анализе препаратов после воздействия на них КЛ.

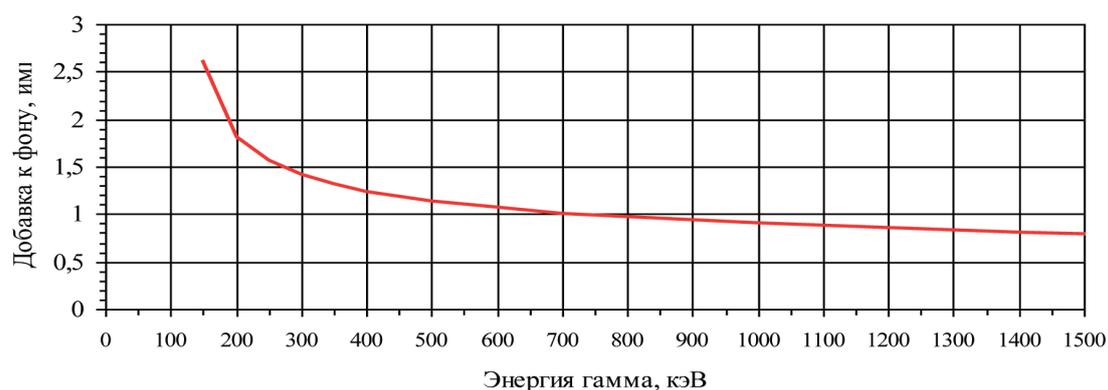


Рис. 3. Зависимость добавки из-за эффекта Комптона и тормозного излучения высокоэнергичных бета-частиц к числу фоновых отсчётов от энергии анализируемого пика

Метод учёта влияния вышеприведенных эффектов увеличения фона за счет комптоновских электронов на результаты расчёта активности нуклидов демонстрируется с помощью табл. 3.

Для линии 933 кэВ находим откорректированное число импульсов

$$(N_i - N_{B_i}) / [A_0(933) / A_0(943)] \quad (5)$$

и, используя значения (5) в числителе выражения (4), рассчитываем исправленные величины $A_0(933)$. Далее для каждой экспози-

ции вычисляем число импульсов, которые дополнительно увеличивают фон за счёт эффекта Комптона (при энергии 933 кэВ)

$$(N_i - N_{B_i}) - (N_i - N_{B_i}) / [A_0(933) / A_0(943)]. \quad (6)$$

Затем рассчитываем скорректированное значение активности ^{131}Sb по гамма-линии 943 с учётом добавки к фону. Сравнив полученные в табл. 3 усреднённые значения $A_0(933)$ и $A_0(943)$, видим, что расхождения между ними не превышают 19% (без проведенной коррекции величина расхождения составляла 40%).

Таблица 3

Расчёт активности с учётом увеличения фона за счёт комптоновских импульсов

Нуклид Sb-131	E_γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	$\varepsilon(E)$	A_p , Бк	Корр. коэф. D_M	A_0 , Бк
			Исправленное число импульсов	Добавка к фону					
$T_{0,5}$, минуты 23,03	933,1	1000	0	0	0,264	0,0223	—	0,786	—
		2000	1,4	0,6			0,12	0,631	0,19
		3000	2,2	0,6			0,12	0,517	0,24
		4000	1,4	0,6			0,059	0,431	0,14
		5000	2,2	0,8			0,075	0,366	0,20
		Среднее значение A_0 , Бк							
Нуклид Sb-131	E_γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	$\varepsilon(E)$	A_p , Бк	Корр. коэф. D_M	A_0 , Бк
			Препарат.	Фон + добавка к фону					
$T_{0,5}$, минуты 23,03	943,4	1000	2	0+0,6	0,471	0,0221	0,13	0,786	0,17
		2000	3	0+0,6			0,12	0,631	0,18
		3000	4	0+0,6			0,11	0,517	0,21
		4000	4	1+0,6			0,058	0,431	0,13
		5000	4	1+0,8			0,042	0,366	0,12
		Среднее значение A_0 , Бк							

Окончание табл. 3

Нуклид	E_γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	$\varepsilon(E)$	$A_{\gamma, \text{Бк}}$	Корр. коэф. D_M	$A_{0, \text{Бк}}$		
			Исправленное число импульсов	Добавка к фону							
Ce-146 $T_{0,5}$, минуты 13,49	218,2		1000	0,22	0,78	0,195	0,0618	0,018	0,672	0,027	
			2000	0,22	0,78			0,0091	0,479	0,019	
			3000	0,66	2,34			0,018	0,359	0,051	
			4000	0,66	2,34			0,014	0,282	0,049	
			5000	0,44	1,56			0,0073	0,230	0,032	
			Среднее значение $A_{0, \text{Бк}}$								0,036
Нуклид	E_γ , кэВ	Экспозиция, с	Число импульсов		η	$\varepsilon(E)$	$A_{\gamma, \text{Бк}}$	Корр. коэф. D_M	$A_{0, \text{Бк}}$		
			Препарат	Фон + добавка к фону							
Ce-146 $T_{0,5}$, минуты 13,49	316,7		1000	1	0 + 0,78	0,553	0,050	0,008	0,672	0,012	
			2000	2	1 + 0,78			0,004	0,479	0,008	
			3000	2	1 + 2,34			–	0,359	–	
			4000	6	4 + 2,34			–	0,282	–	
			5000	7	4 + 1,56			0,01	0,230	0,045	
			Среднее значение $A_{0, \text{Бк}}$								0,02

Таблица 4

Активность нуклидов, обнаруженных при γ -анализе препарата LiAlH_4

Нуклид	Тип распада	Период полураспада, минуты	Энергия используемой гамма-линии, кэВ	Квантовый выход	Активность, Бк
K-44	β 100% *	22,13	1157,0 1126,1	0,58 0,076	0,1
Y-94	β 100%	18,7	918,7	0,56	0,15
Ag-99	ε 100% **	2,07	264,5 832,3	0,63 0,131	0,3
Sb-131	β 100%	23,03	933,1 943,4	0,264 0,471	0,16
Tm-176	β 100%	1,9	1069,3 381,8	0,34 0,22	2,0

* – бета-распад; ** – К захват.

Используя данный метод коррекции активности для ^{146}Ce , следует учитывать, что добавка к фону за счёт эффекта Комптона для гамма-линии 317 кэВ меньше (рис. 3), чем рассчитанная добавка для линии 218 кэВ, поэтому полученное значение активности ^{146}Ce в нашем случае – 0,02 Бк нами занижается.

В табл. 4 приведены значения активности (на момент начала измерений) для пяти идентифицированных нуклидов.

Описанный метод идентификации короткоживущих нуклидов при обработке аппаратных спектров, для которых характерно наличие множества пиков низкой интенсивности, использовался нами и при идентификации и расчёте активности

нуклидов, образующихся при работе теплогенератора А. Росси [13, 14].

Заключение

В работе описаны методические особенности и практическое применение предлагаемого авторами способа идентификации и расчета активности короткоживущих гамма-излучателей. С помощью приведенного метода выполнены идентификация и оценка активности более 10 радионуклидов, образовавшихся в результате действия космических лучей в препарате лития в условиях низкой активности гамма-излучателей. Установлено завышение активности исследуемых гамма-излучателей по причине влияния комптоновских электронов от вы-

сокоэнергетичных гамма-квантов, а также непрерывно распределённых по спектру импульсов от тормозного излучения бета-излучателей с большой граничной энергией. Предложен метод коррекции расчётного значения активности.

Авторы выражают благодарность С.В. Наумову за помощь в работе.

Список литературы

1. Руководство по мониторингу при ядерных или радиационных авариях. IAEA-TECDOC-1092/R. IAEA, Vienna, 2002. 322 p. [Electronic resource]. URL: http://www.feerc.ru/radsafety/archive/PDF_archive/radmonitdocs/rad_acc_docs/IAEA_docs/1092IAEA.pdf (11.06.2021).
2. Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты: серия норм безопасности МАГАТЭ № RS-G-1.8. IAEA, Vienna, 2016. [Электронный ресурс]. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1216r_web.pdf (дата обращения 11.06.2021).
3. Radiological Laboratory Sample Analysis Guide for Incident Response – Radionuclides in Soil. EPA 402-R-12-006. September 2012 Revision 0. 114 p. [Electronic resource]. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/402-r-12-006_soil_guide_sept_2012.pdf (date of access: 11.06.2021).
4. Hamidatou L., Slamene H., Dbacha B., Ait-ziane M., Badreddine A., Benaskeur N., Benkharfia H., Alliti M., Attari K., Hachouf M., Djebli K., Lounis-Mokrani Z. Experimental Determination and Simulation of Neutron and Gamma Flux Parameters in Horizontal Channel for Prompt Gamma Neutron Activation Analysis Implementation at Es-Salam Research Reactor. Applied Radiation and Isotopes. 2021. 174. 109759. P. 1–9.
5. Алейников Ю.В., Попов Ю.А., Прозорова И.В., Кожаханов С.Б. Экспериментальное определение чувствительности метода инструментального нейтронно-активационного анализа с использованием импульсного графитового реактора игр // Известия Томского политехнического университета. Химия и химические технологии. 2014. Т. 325. № 3. С. 7–11.
6. Алексеев В.А., Лаубенштейн М., Повинец П.П., Устинова Г.К. Космогенные радионуклиды в метеоритах и солнечная модуляция галактических космических лучей во внутренней гелиосфере // Астрономический вестник. 2019. Т. 53. № 2. С. 106–124.
7. Wasserburg G.J., Busso M., Gallino R., Nollett K.M. Short-lived Nuclei in the Early Solar System: Possible AGB Sources. [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/pdf/astro-ph/0602551.pdf> (date of access 22.06.2021).
8. Епифанова И.Э., Тертышник Э.Г. Исследование образования радионуклидов в препарате лития под воздействием космических лучей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 6. С. 48–152.
9. Gordon R. Gilmore. Practical Gamma-ray Spectrometry. 2nd Edition. John Wiley&Sons Ltd, 2008. 408 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.wiley.com/en-us/Practical+Gamma+ray+Spectroscopy+%2C+2nd+Edition-p-9780470861967/> (date of access: 11.04.2021).
10. Дорошенко Г.Г., Шлягин К.Н. Справочник по идентификации гамма-излучающих нуклидов. М.: Атомиздат, 1980. 144 с.
11. National Nuclear Data Center [Electronic resource]. URL: <https://www.nndc.bnl.gov/nudat2/> (date of access: 11.06.2021).
12. Гусев Н.Г., Дмитриев П.П. Радиоактивные цепочки: Справочник. М.: Атомиздат, 1978. 88 с.
13. Тертышник Э.Г., Епифанов А.О., Епифанова И.Э. Анализ некоторых аспектов испытаний теплогенератора России: материалы 39 Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы науки». Уфа: АЭТЕРНА, 2018. С. 204–209.
14. Епифанов А.О., Епифанова И.Э. Анализ некоторых аспектов функционирования теплогенератора России // II Международная (XV Региональная) научная конференция «Техногенные системы и экологический риск» (тезисы докладов). Под общ. ред. А.А. Удаловой Обнинск, 2018. С. 13–15.

УДК 663.253.3

ВЛИЯНИЕ СРОКА И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ РОЗОВОГО ВИНА

Фаталиев Х.К., Иманова К.Ф., Агаева С.Г.

*Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Гянджа,
e-mail: hasil.fataliyev@mail.ru, imanovakonul75@mail.ru, aqayeva_90@bk.ru*

Цель исследования – усовершенствование технологии производства розовых вин из местных сортов винограда. Исследования проводились с использованием местных сортов винограда Мадраса и Хиндогны. Виноград собирается на стадии технической зрелости, очищается от заболевших и поврежденных частей; с кратковременной (3–6 ч) мацерацией на мезге готовятся образцы розового вина. Полученные образцы розового вина хранятся в течение года. Хранение осуществляется при комнатных и в подвальных условиях, пробы образцов отбираются и анализируются каждые 3 месяца. Выяснилось, что за год хранения в подвальных условиях уровень pH винного образца Мадраса несколько увеличился, количество титруемых кислот в первые месяцы увеличилось, а затем уменьшилось. Происходили ежемесячное небольшое уменьшение количества спирта и слабое увеличение количества летучих кислот. В образце вина Мадраса в течение первых 6 месяцев по сравнению с контрольным образцом наблюдалось увеличение количества мономерных антоцианов, но позже произошло их снижение. В образце же вина Хиндогны при тех же условиях в течение первых 3 месяцев наблюдалось снижение количества мономерных антоцианов, в течение 6 месяцев оно почти не менялось, через 9 месяцев наблюдалось небольшое увеличение и через 12 месяцев – снижение количества мономерных антоцианов. Несмотря на колебания, по сравнению с контрольным образцом в итоге видно снижение их количества. В винном образце Мадраса в течение 12 месяцев наблюдалось снижение количества мономерных антоцианов на 7%, а у винного образца Хиндогны – на 5,3%. Во время органолептического анализа образец вина Мадраса, хранящийся в подвале, хоть и получил оценку на 0,54 балла выше, чем образец вина Хиндогны, однако образец вина Хиндогны при хранении в комнатных условиях был оценен на 0,30 балла выше, чем образец вина Мадраса.

Ключевые слова: виноград, сок, вино, хранение, Мадраса, Хиндогны, температура

THE EFFECT TO THE STORAGE TERM AND CONDITION AND THE CHARACTERISTICS OF THE PHYSICAL-CHEMICAL AND ORGANOLEPTIC OF THE PINK WINE SAMPLES

Fataliyev H.K., Imanova K.F., Aghayeva S.G.

*The State Agricultural University of Republic of Azerbaijan, Ganja,
e-mail: hasil.fataliyev@mail.ru, imanovakonul75@mail.ru, aqayeva_90@bk.ru*

The purpose of the research is to improve of technology of pink wine using cultivated grape varieties in local condition. The research has been conducted using sorts of aborigine Madrasa and Khindogni grape. Grapes are harvested at the stage of technical maturity, then are cleaned of diseased and damaged parts, at the same time the pink wine examples are prepared by maceration for short time (3–9 hours) in crushed. The obtained wine samples one staved for one year. The storage is conducted in condition of room and basement and every 3 months the samples are taken and analyzed. It has been known that, during storage proses for a year wine by name «Madrasa» sample pH has increased slightly, first the growth and then reduction have taken place in amount of the vibrating acid at the initial months. A slight reduction was absolved in the amount of alcohol for over the past months, bat though it was weak however there was growth in the amount of volatile acids. Compared with the control of the sample of «Madrasa» wine, there was a growth in the amount of Monomer anthocyanin's in course of the first 6 months. But later on it was accompanied by reduction. There was decrease in the sample of «Khindogni» wine during first 3 months, for the next 6 months it was stable, for the following 9 months increase and for 12 months the decrease was observed. Though this fluctuates of these numbers the reduction is being observed compared with the control. 7% decrease in the sample of madrasa wine, and 5,3% reduction in Khindogni wine were observed in the amount of monomer anthocyanin's for over 12 months period. Thought the storage sample wine by name madrasa was high 0,54 point than sample of Khindogni during the organoleptic analysis in condition of the basement, the sample of Khindogni was high 0, 30 point than madrasa during storage in condition of the room.

Keywords: grape, juice, wine, storage, Madrasa, Khindogni, temperature

В «Государственной программе развития виноделия в Азербайджанской Республике на 2018–2025 годы» как основная задача было поставлено увеличение производства вин, особенно экспортно-ориентированных [1]. Работа по продвижению азербайджанских вин за рубежом уже финансируется государством. Все это создало

благоприятную основу для экспорта наших вин. Тип и качество произведенных вин в таких условиях имеют особое значение. В последние годы спрос на розовые вина на мировом рынке растет [2]. В ряде стран, особенно во Франции, продажа розовых вин превысила продажу белых вин и заняла второе место после красных. Это связано

с тем, что розовые вина обладают качественными характеристиками, присущими как белому, так и красному вину. С одной стороны, они довольно легкие, менее экстрактивные, а с другой – как и красные вина, они содержат ценные компоненты, в том числе фенольные соединения. Растущий спрос на розовые вина обусловлен их привлекательным внешним видом, приятным свежим вкусом, обладанием вкусом свежего винограда и выразительным ароматом, а особенно их совместимостью с любыми блюдами [3–6]. Все эти перечисленные качества делают розовые вина очень важными для изучения. В этом направлении было проведено множество исследований. Среди авторов этих исследований можно выделить Minguez и Hernández, Jiménez-De-Maquirriain, Pérez-Magariño, Sánchez – Moreno, Тамборра, Диас, Мурат, А.А. Лисовес, М.В. Билко и др. Однако эти исследования не охватывали сортимент винограда в нашей стране и технологию обработки, которая должна применяться в соответствии с местными условиями. В частности, не проводились исследования наших местных сортов винограда Мадраса и Хиндогны, в которых красящие вещества находятся в кожце и могут считаться перспективными для исследований. Не был открыт потенциал этих сортов, связанный с указанным вопросом, и не изучались процессы, которые происходят во время выдержки вина. Как видно, эту проблему необходимо решить.

Цель исследования – усовершенствование технологии производства розовых вин с использованием местных сортов винограда.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились виноград, сушло, вино, виноматериал, условия хранения, методы и средства. Исследования проводились с использованием местных сортов винограда Мадраса и Хиндогны. Виноград собирали на стадии технической зрелости, чистили от зараженных и поврежденных частей, а потом перерабатывали. Образцы розового вина были приготовлены путем кратковременной (3–6 ч) мацерации в мезге; перед мацерацией в мезгу было добавлено умеренное количество SO_2 . Затем полученный сок осаждали и после отделения от осадка ставили на брожение. Брожение проводили до конца, а полученные образцы розового вина хранили в течение 1 года. Хранение осуществляли в комнатных и в подвальных условиях, а каждые 3 месяца брали и анализировали образцы. В процессе работы использовались общие

и модифицированные методы анализа, принятые в энохимии [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Как известно, розовые вина неустойчивы к длительному хранению и поэтому реализуются в короткие сроки. С этой точки зрения брендовых марок розовых вин не существует. Учитывая, что этот тип вина продается в течение года, важно знать общую картину изменений, которые произошли в нем за этот период.

Образцы розового вина хранились при разных температурах в течение 1 года, а каждые 3 месяца образцы отбирались и анализировались. Полученные результаты представлены в таблице (табл. 1 и 2).

Во время хранения в подвальных условиях в течение 12 месяцев в винном образце Мадраса наблюдался ряд изменений: небольшое повышение значения рН и в первые месяцы увеличение, а затем снижение количества титруемых кислот. Отмечались ежемесячное уменьшение количества спирта и небольшое увеличение количества летучих кислот. Также наблюдались небольшое увеличение плотности цвета винных образцов, слабое уменьшение цветового тона и небольшое уменьшение яркости цвета.

При хранении в комнатных условиях (18–20 °С) по сравнению с предыдущими образцом количество летучих кислот немного увеличилось.

Хотя в винных образцах Мадраса количество общих фенольных соединений независимо от условий хранения было одинаковым, при хранении в течение 12 месяцев в подвальных условиях их снижение составило 25%, а при комнатных условиях – 29%. При хранении виноматериала Мадраса в подвальных условиях отмечалось ежемесячное изменение количества антоцианов. Следует отметить, что за исключением цианидин-3-гликозида, происходило ежемесячное снижение количества других антоцианов, хотя в течение первых 6 месяцев наблюдалось повышение уровня мальвидин-3-гликозида, а в последние месяцы – снижение.

При хранении в комнатных условиях, за исключением цианидин-3-гликозида, начиная с первых месяцев хранения наблюдалось снижение других антоцианов, а цианидин-3-гликозида – увеличение.

Процессы, происходившие в виноматериале Хиндогны при хранении, в основном были аналогичны процессам в Мадрасе, но были и отличия. Так, начиная с первых 3 месяцев хранения в подвале, количество мальвидин-3-гликозида, петунидин-

3-гликозида и пеонидин-3-гликозида снижалось. Количество двух других антоцианов до 6 месяцев хранения уменьшалось, а затем повышалось. Хотя во время хранения при комнатной температуре количество мальвидин-3-гликозида уменьшалось,

у других антоцианов в основном наблюдалась стабильность.

Как видно, общее количество мономерных антоцианов в винных образцах получило разные значения в зависимости от срока и условий хранения (табл. 3).

Таблица 1

Хранение розовых образцов вин из сортов винограда Мадраса в подвальных условиях (при температуре 8–11 °С)

Составные показатели	Контрольный (без хранения)	Состав в зависимости от срока хранения			
		3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
рН	3,35	3,32	3,35	3,37	3,45
Титруемая кислотность, г/дм ³	5,24	5,45	5,26	5,38	5,19
Спирт, об. %	12,33	12,21	11,51	12,28	11,15
Летучая кислотность, г/дм ³	0,31	0,31	0,33	0,32	0,36
Сульфитный ангидрид, мг/дм ³					
Общий	95	92	91	84	80
Свободный	22	21	22	20	19
Плотность цвета	1,22	1,44	1,86	1,83	1,68
Цветовой тон	1,36	1,36	1,35	1,35	1,35
Яркость цвета	37,10	37,14	37,12	36,88	36,74
Общие фенольные соединения, мг/дм ³	1320	1080	970	1030	990
Мономер антоцианов, мг/дм ³ : мальвидин-3-глюкозид	46	69	55	48	43
Петунидин-3-гликозид	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7
Дельфинидин-3-гликозид	3,2	3,0	2,8	2,7	2,7
Цианидин-3-гликозид	2,4	2,3	2,5	2,5	2,6
Пеонидин-3-гликозид	10,1	9,9	9,6	9,5	9,4

Таблица 2

Хранение образцов розового вина из винограда сорта Мадраса при комнатных условиях (18–20 °С)

Показатели состава	Контрольный (без хранения)	Состав в зависимости от срока хранения			
		3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
рН	3,35	3,31	3,35	3,34	3,46
Титруемая кислотность, г/дм ³	5,24	5,38	5,33	5,76	5,23
Спирт, г. %	12,33	12,83	12,84	12,97	11,76
Летучая кислотность, г/дм ³	0,31	0,31	0,33	0,37	0,41
Сульфитный ангидрид, мг/дм ³					
Общий	95	90	86	87	78
Свободный	22	22	20	18	16
Плотность цвета	1,22	1,26	1,12	1,06	1,77
Цветовой тон	1,31	1,37	1,35	1,38	1,39
Яркость цвета	37,10	36,24	37,57	37,29	35,21
Общие фенольные соединения, мг/дм ³	1320	1150	1130	1020	930
Мономер антоцианов, мг/дм ³ : мальвидин-3-глюкозид	46	45	43	40	37
Петунидин-3-гликозид	2,2	2,1	1,9	1,8	1,5
Дельфинидин-3-гликозид	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6
Цианидин-3-гликозид	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7
Пеонидин-3-гликозид	10,1	9,9	9,6	9,3	9,2

Таблица 3

Общее количество мономерных антоцианов в образцах вин

Винные образцы	Контрольный (без хранения)	В подвальных условиях (при температуре 8–11 °С)				
		3 ау	6 ау	9 ау	12 ау	%
Мадраса	63,9	86,3	71,8	64,5	59,4	7,0
Хиндогны	74,5	71,8	71,9	75,1	70,5	5,3
В комнатных условиях (при температуре 18–20 °С)						
Мадраса	63,9	62,5	59,9	56,4	53,0	17,0
Хиндогны	74,5	68,3	65,9	62,3	60,6	18,6

Таблица 4

Органолептическая оценка винных образцов, хранящихся в различных условиях

Винные образцы	Органолептическая оценка по элементам, балл				Итоговая оценка
	Внешний вид (0–4)	Запах (0–6)	Вкус (0–8)	Общий осмотр (0–2)	
В подвальных условиях (8–11 °С)					
Мадраса	3,21	4,45	4,51	1,10	13,27
Хиндогны	3,03	4,10	4,60	1,0	12,73
В комнатных условиях (18–20 °С)					
Мадраса	3,10	4,20	4,00	1,0	12,30
Хиндогны	3,20	4,30	4,10	1,0	12,60

В винном образце Мадраса, хранящемся в подвале, в течение первых 6 месяцев по сравнению с контрольным образцом наблюдалось увеличение количества мономерных антоцианов, но позже происходило их снижение. В образце же вина Хиндогны при тех же условиях в течение первых 3 месяцев наблюдалось снижение мономерных антоцианов, за 6 месяцев количество почти не менялось, через 9 месяцев отмечалось небольшое увеличение, и к 12 месяцам наблюдалось снижение количества мономерных антоцианов. Несмотря на колебания, в итоге видно снижение их количества по сравнению с контрольным образцом. В винном образце Мадраса в течение 12 месяцев наблюдалось снижение количества мономерных антоцианов на 7,0%, а у винного образца Хиндогны – на 5,3%.

В образцах, хранящихся при комнатных условиях (18–20 °С), ежемесячно отмечалось уменьшение общего количества мономерных антоцианов. Это снижение, составляющее в винном образце Мадраса 17,0%, а в Хиндогны 18,6%, привлекло внимание. Если сравнить подвальные и комнатные условия хранения, то во втором случае мы увидим, что потеря антоцианов в Мадраса была на 2,4 раза, а у Хиндогны – на 3,5 раза выше.

Проведена органолептическая оценка винных образцов, хранящихся в различных условиях (табл. 4).

Органолептический анализ проводился по 20-балльной шкале с учетом внешнего вида (0–4 балла), запаха (0–6 баллов), вкуса (0–8 баллов) и общего осмотра (0–2 балла), в оценке образцов приняли участие 11 человек. Стало известно, что образец вина Мадраса, хранящийся в подвале, получил оценку на 0,54 балла выше, чем образец Хиндогны. Однако при хранении в комнатных условиях образец Хиндогны был оценен на 0,30 балла выше образца Мадраса. В целом образцы, хранящиеся в подвальных условиях, получили оценку на 0,13–0,97 балла выше, чем образцы, хранящиеся в комнатных условиях.

В образцах розового вина, хранившихся в подвальных условиях в течение 1 года, были проанализированы фенольные и цветные соединения, интенсивность цвета, оттенок, желтизна и другие показатели. При этом наблюдалось уменьшение количества фенольных соединений и антоцианов. Уменьшение количества фенольных соединений связано с их конденсацией, полимеризацией и осаждением. Хотя в первые месяцы интенсивность цвета снижалась, позже наблюдалась склонность к увеличению. Особенно это заметно в образце вина Хиндогны. В образцах вин Мадраса и Хиндогны оттенок вина и желтизна колебались, но в конечном итоге стали более высокими. Это можно объяснить образованием продуктов желто-коричневого цвета в результате конденсации и полимеризации фенольных соединений.

Таблица 5

Влияние различных операций на органический кислотный состав образцов розового вина

Количество кислот по операциям, г / дм ³	Кислоты					
	Винная	Яблочная	Янтарная	Лимонная	Уксусная	Молочная
Сусло	2,31	1,36	0,036	0,18	0,13	0,26
Молодой виноматериал	1,74	1,73	0,11	0,19	0,13	0,49
Виноматериал после хранения	1,73	2,01	0,42	0,34	0,4	0,43
Виноматериал после яблочно-молочнокислого брожения	1,51	0,22	0,34	0,34	0,23	1,41

Таблица 6

Влияние различных операций на количество катионов в образцах розового вина

Количество катионов по операциям, мг/дм ³	Катионы				
	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
Сусло	13,21	1042	38,12	40,15	65,8
Молодой виноматериал	0	1003	60,11	77,41	58,4
Виноматериал после хранения	0	970	60,15	79,89	45,9
Виноматериал после яблочно-молочнокислого брожения	3,28	966	60,56	88,6	53,4

Отмечалась тенденция к увеличению массовой концентрации альдегидов в образцах как вина Мадраса, так и вина Хиндогны. Это указывает на возможность протекания в винных образцах процессов окисления к концу хранения [8].

В процессе получения вина из сока и в последующих процессах возникали изменения по количеству и качеству органических кислот (табл. 5).

Выяснилось, что количество винной и яблочной кислот уменьшилось, а количество янтарной, лимонной, уксусной и молочной кислот увеличилось. Особенно это было заметно после яблочно-молочнокислого брожения. В результате свежесть и первоначальная кислотность вина ухудшились. Считаем важным учитывать этот показатель, его можно считать характерным для розового вина.

В процессе производства вина также наблюдались изменения в количестве катионов (табл. 6).

По стадиям получения вина отмечались уменьшение количества калия и кальция и повышение количества натрия и магния. Анализируя количество ионов аммония, мы видим другую картину. Таким образом, как при получении молодого виноматериала, так и после хранения количество ионов аммония снизилось до нуля. Однако после яблочно-молочнокислого брожения было обнаружено определенное количество молочной кислоты – около 25% от его содержания в соке. Предполагается, что процесс автолиза, происходивший у некоторых дрожжей после яблочно-молочно-

кислого брожения, вызвал обогащение среды азотом.

Выводы

1. За 1 год хранения в подвале уровень рН винного образца Мадраса немного увеличился, количество титруемых кислот в первые месяцы выросло, а затем уменьшилось. В течение нескольких месяцев произошли небольшое снижение количества спирта и увеличение количества летучих кислот. По сравнению с подвальными условиями хранения при хранении в комнатных условиях наблюдалось небольшое увеличение количества летучих кислот.

2. Даже если в образцах вин общее количество фенольных соединений было одинаковым, то при хранении его в течение 12 месяцев в подвальных условиях было замечено снижение до 25%, а при хранении в комнатных условиях этот показатель составил 29%. За несколько месяцев количество антоцианов уменьшилось, исключая цианидин-3-гликозид, однако даже если в течение первых 6 месяцев было замечено повышение мальвидин-3-гликозида, то в последние месяцы наблюдалось его снижение.

3. В образце вина Мадраса в течение первых 6 месяцев по сравнению с контрольным образцом наблюдалось увеличение количества мономерных антоцианов, но позже произошло снижение их количества. В образце вина Хиндогны при тех же условиях в первые 3 месяца наблюдалось снижение количества мономерных антоцианов,

в течение 6 месяцев оно почти не менялось, через 9 месяцев наблюдалось небольшое увеличение, а через 12 месяцев – снижение. Несмотря на колебания, по сравнению с контрольным образцом в итоге видно снижение количества антоцианов. В винном образце Мадраса в течение 12 месяцев наблюдалось снижение количества мономерных антоцианов на 7%, а у винного образца Хиндогны – на 5,3%.

4. Во время органолептического анализа образец вина Мадраса, хранящийся в подвальных условиях, хоть и получил оценку на 0,54 балла выше, чем образец вина Хиндогны, однако образец вина Хиндогны при хранении в комнатных условиях был оценен на 0,30 балла выше, чем образец вина Мадраса. В целом стало известно, что образцы, хранящиеся в подвальных условиях, были оценены на 0,13–0,97 балла выше, чем образцы, хранящиеся при комнатных условиях.

Список литературы

1. Государственная программа по развитию виноградарства в Азербайджанской Республике в 2012–2020 годах: утверждено Распоряжением Президента Азербайджанской Республики от 15 декабря 2011 года. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.e-qanun.az/framework/22694> (дата обращения: 21.08.2021).
2. Fataliyev H.K., Heydarov E.E. Modern technology of table wines. Baku, Ecoprint, 2017. 336 p.
3. Bayram M. The Effect of Different Maceration Conditions on Phenolic Compounds of Öküzgözü Wines. *Academic Food*. 2018. Vol. 16. № 3. P. 271–281.
4. Валуйко Г.Г. Технология виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2011. 624 с.
5. Budak N.H. The effect of mash fermentation on some chemical properties and antioxidant activity in pink and red wines produced from Öküzgözü grapes. *Food*. 2012. Vol. 37. № 1. P. 17–23.
6. Агеева Н.М., Бирюкова С.А., Лисовец У.А. Особенности багонажа в технологии красных столовых вин // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. Т. 8. № 3 (26). С. 99–104.
7. Глоба И.И. Оптические методы и приборы контроля качества промышленных и продовольственных товаров: Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2012. 250 с.
8. Fataliyev H.K., İmanova K.F., Heydarov E.E., İsmayilov M.T. et.al. A study of the fragrances in the pink juice and wines from grapes madras. *Sylwan Journal*. Warszawa Poland. 2020. P. 62–68.

УДК 536.42:621.922

МЕТОДЫ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Шматов А.А.*Белорусский национальный технический университет, Минск, e-mail: shmatovalexander@gmail.com*

Настоящая статья посвящена обзору методов обработки, повышающих работоспособность инструментов и изделий либо путем нанесения защитных покрытий, либо путем изменения дислокационной и фазовой структуры, химического состава, напряженного и энергетического состояния поверхностного слоя и улучшения микрогеометрии (шероховатости) поверхности, либо путем изменения структурно-фазового состояния во всем объеме изделий. В работе предложена новая классификация известных способов упрочняющей обработки стальных, твердосплавных и алмазных металлообрабатывающих инструментов в зависимости от видов внешних воздействий на инструментальный материал, которые делятся на механические, физические, химические, физико-химические, термофизические, термохимические, термомеханические, термические и термоциклические методы. Анализ показал, что наиболее простыми, технологичными и эффективными являются термохимические методы поверхностного упрочнения и термоциклические методы объемного упрочнения металлообрабатывающих инструментов. Из них следует выделить следующие методы обработки: 1) высокотемпературный термохимический способ получения сверхтвердых карбидных покрытий, чтобы повысить сопротивление абразивному и диффузионному изнашиванию инструментов; 2) низкотемпературный термогидрохимический способ получения твердосмазочных покрытий, чтобы повысить сопротивление адгезионному и адгезионно-усталостному изнашиванию инструментов; 3) способ упрочняющей термоциклической обработки, чтобы улучшить износостойкие, прочностные и пластичные свойства целиком в объеме инструментов.

Ключевые слова: упрочняющая обработка, металлообрабатывающие инструменты

STRENGTHENING TREATMENT METHODS FOR METALWORKING TOOLS

Shmatov A.A.*Belarusian National Technical University, Minsk, e-mail: shmatovalexander@gmail.com*

This article is devoted to a review of treatment methods that increase the performance of tools and parts either by deposition a protective coatings or by changing the dislocation and phase structure, chemical composition, stress and energy state of the surface layer and improving microgeometry. (roughness) of the surface, or by changing the structural-phase state in the entire volume of the items. A new classification of known strengthening treatment methods of steel, carbide and diamond metalworking tools, depending on the types of external influences on the tool material is proposed in the paper; there are mechanical, physical, chemical, physicochemical, thermophysical, thermochemical, thermomechanical, thermal and thermocyclic methods in the classification. The analysis showed that thermochemical methods for surface strengthening and thermocyclic methods for volumetric strengthening of metalworking tools are the most simple, technological and effective its. Among them, the following processing methods should be highlighted: 1) a high-temperature thermo-chemical method for obtaining superhard carbide coatings to increase the resistance against abrasive and diffusion wear of the tools; 2) a low-temperature thermochemical method for obtaining solid lubricating coatings to increase the resistance against adhesive and adhesive-fatigue wear of the tools; 3) a method of strengthening thermocyclic treatment to improve the wear-resistant, strength and plastic properties as a whole in the volume of tools.

Keywords: strengthening treatment, metalworking tools

Согласно данным различных классификаций и обзоров в области упрочняющей обработки инструментов и изделий [1–3], существуют многочисленные методы повышения их работоспособности, что достигается либо путем нанесения защитных покрытий, либо путем изменения химического состава, дислокационной и фазовой структуры, напряженного и энергетического состояния поверхностного слоя, микрогеометрии (шероховатости) поверхности, либо путем изменения структурно-фазового состояния во всем объеме изделий [4]. В настоящей работе проведена систематизация методов упрочняющей обработки стальных, твердосплавных и алмазных инструментов (рисунок), условно разделенных на группы

в зависимости от видов внешних воздействий на инструментальный материал.

Механические методы [1, 2, 5], предназначенные для формирования полезных напряжений сжатия в поверхностной зоне изделия, включают: методы «холодной» поверхностной пластической деформации (ППД) путем ударно-вибрационной и ударно-барабанной обработки, дробеструйной и пневмодинамической обработки, фрикционно-упрочняющей обработки, нагартовки, накатки роликами, алмазного выглаживания, волочения, чеканки, хонингования, методом местного глубокого пластического деформирования (МГПД) и др. Механические методы также применяют для уменьшения адгезионного взаимодействия изделия

в зоне трения путем улучшения качества поверхности виброполированием, алмазным выглаживанием и механическим нанесением (натираем щеткой, трением, в барабане и др.) на поверхность изделия пластичных цветных сплавов и твердых слоистых материалов методом финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО); нанесением на поверхность твердых смазок на основе сульфидов, графита и других антифрикционных соединений с микро- и нанокристаллической структурой. Основным недостатком механических методов является ограниченное применение такой обработки для металлообрабатывающих инструментов.

Физические методы [6–8] включают: способы акустического, ультразвукового и магнитного воздействия с участием химической активной среды (ПАВ) и без нее, способ упрочнения энергией взрыва и импульсным током, электроэрозионное упрочнение и радиоактивное облучение. С их помощью можно увеличить плотность дефектов структуры и повысить уровень напряжений сжатия в поверхностной зоне, а в некоторых случаях и в объеме изделия. Для повышения антифрикционных и антикоррозионных свойств изделий используют «холодный» метод электромагнитного плакирования покрытия из нержавеющей и цветных сплавов за счет ударного электромагнитного соударения плакирующего слоя с подложкой. Физические методы пока носят опытно-исследовательский характер применения для инструментов.

Химические методы обработки [1, 8, 9] отличаются разнообразием; к ним относят: химическое (в водных средах) оксидирование, ингибирование, фосфатирование, никелирование, кобальтирование, др., а также осаждение композиционных химических покрытий (КХП) на базе никеля с дисперсными износостойкими и антифрикционными частицами графита, дисульфида молибдена, оксида циркония, алмаза и тугоплавких соединений; химическую обработку в жидких органических составах из полимерсодержащих поверхностно-активных веществ (ПАВ): в составах политетрафторэтилена («тефлона»), перфторполиэфира карбоновой кислоты («эпилама»), политетрафторэтилена (ПТФЭ); химическую обработку в нагретой жидкой среде на базе ПАВ, органических масел со слоистыми добавками в виде ультрадисперсных и наноразмерных частиц графита, алмаза, дисульфида молибдена, нитрида бора, др.; гидрохимический синтез тонких пленок из сульфидов и других соединений путем обработки поверхности в водных

сульфидообразующих и других химических растворах; обработку в кипящих водных растворах на основе водорастворимых органических веществ или тугоплавких соединений (ацетамида, оксида молибдена, др.). Химические методы отличаются простотой и высокой производительностью. Однако их эффективность в повышении работоспособности большинства инструментов невысокая.

Физико(электро)-химические методы [1, 9, 10] объединяют такие способы поверхностной обработки, как электрохимическое тонирование и электролитическое осаждение из водных растворов или суспензий металлических покрытий (Cr, Ni, др.), а также композиционных электрохимических покрытий (КЭП) с микро- и ультрадисперсными частицами оксидов, карбидов, сульфидов, алмаза и других тугоплавких соединений для повышения износостойкости покрытий; электроискровое натирание; электрохимическое и электроимпульсное полирование для снижения адгезионного взаимодействия поверхностей. Физико-химические методы эффективны для ограниченного числа инструментов, а при длительной обработке этими методами проявляется «краевой» эффект ускоренного нарастания покрытий на углах.

Термо(электро)физические методы [9–11], предназначенные для поверхностной обработки изделий, включают следующие способы: электрофоретическое осаждение порошковых композиционных покрытий с металлической или полимерной матрицей, армированной дисперсными частицами карбидов хрома, вольфрама, др. с последующим припеканием покрытия к подложке при температурах 1160–1300 °С; метод PVD (физическое осаждение из паровой фазы) для нанесения сверхтвердых и антифрикционных покрытий, в том числе наноструктурированных; плазменное, лазерное, электродуговое, детонационное, газопламенное напыление на рабочую поверхность порошковых металлических и керамических материалов разогретой струей, а также напыление жидкого металла и при взрыве проволоки; осаждение металлических и керамических покрытий в тлеющем разряде и путем электронно-лучевого или электронно-искрового испарения, магнетронным, катодным и вакуумно-плазменным распылением; а также разные виды поверхностной закалки: плазменная, магнитная, лазерная и токами высокой частоты. Термофизические методы эффективно повышают эксплуатационную стойкость различных инструментов, однако эти методы малопродуктивны и требуют применения дорогостоящего, в том числе вакуумного оборудования.

МЕТОДЫ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ	ОБЪЕМНЫЕ МЕТОДЫ	Термические методы обычные	Объемная закалка ступенчатая, прерывистая, струйная, с непрерывным охлаждением в одной среде и последующий отпуск, закалка с самоотпуском; криогенная обработка, др.
		Термические методы	Объемная многократная закалка с и без промежуточного отпуска, маятниковая, низко-, средне- и высокотемпературная ТЦО с закалкой на последнем цикле и затем отпуск, др.
	ПОВЕРХНОСТНЫЕ МЕТОДЫ	Термомеханические методы	Объемная высоко- и низкотемпературная термомеханическая обработка (ТМО), патентирование, получение инструментов методом порошковой металлургии, др.
		Термохимические методы	Горячее механическое и взрывное плакирование, нанесение покрытий горячим изостатическим прессованием и электромагнитной обработкой высоконагретых изделий, др. <i>При совместном термическом и химическом воздействии:</i> ХТО в твердой, жидкой, газовой, паровой фазе, вакууме; нанесение покрытий шликерным, CVD методами, разложением металлоорганики, наплавкой с помощью ТВЧ, лазера, газового пламени, электродуги, пучка ионов; смачивание жидкой смазкой СОТС кромки инструмента в процессе его работы, др. <i>При раздельном термическом и химическом воздействии:</i> ТГХО инструмента, включающая обработку в кипящих водных средах на основе ПАВ и дисперсных металлосодержащих компонентов (оксидов металлов, их кислот и солей), и термообработку; окунание нагретого инструмента в эпилам с WO ₃ ; погружение инструмента в расплавы металлов и жидкие среды с тугоплавкими соединениями с последующим нагревом, др.
		Термофизические методы	Осаждение PVD покрытий, путем электронно-лучевого и электронно-искрового испарения, магнетронным и катодным распылением, плазменным, лазерным, электродуговым и детонационным напылением; местная плазменная, магнитная, лазерная закалка и с помощью ТВЧ, др.
		Физико-химические методы	Электроимпульсное, электрохимическое полирование, тонирование и осаждение покрытий, электроискровое натирание, др.
		Химические методы	Химическое полирование, оксидирование и осаждение покрытий, обработка в эпиламах, в кипящих растворах ацетамида, MoO ₃ , гидрoхимический синтез антифрикционных пленок, др.
		Физические методы	Акустическая, магнитная, ультразвуковая, электроэрозионная, электроимпульсная и детонационная обработка, радиоактивное облучение, электромагнитное плакирование, др.
		Механические методы	Ударно-вибрационная, ударно-барабанная, пневмодинамическая и дробеструйная обработка, накатка, алмазное выглаживание, чеканка, виброполирование, нанесение твердых смазок, ФАБО (натирание пластичными материалами), др.

Классификация методов упрочняющей обработки металлообрабатывающих инструментов

Термохимические методы [1, 8, 12] условно можно разделить на две группы способов поверхностного упрочнения инструментов, которые отличаются порядком проведения термического и химического воздействия. *Первая группа методов*, проводимых при совместном термическом и химическом воздействии на изделие, включает: химико-термическую обработку (ХТО) для диффузионного оксидирования, фосфатирования, сульфидирования, азотирования, цианирования, борирования, хромирования, др. в твердой, жидкой, газовой, паровой фазе и в вакууме с облучением ионами; обработку в атмосфере пара; осаждение сверхтвердых и антифрикционных покрытий, в том числе наноструктурированных методом CVD (химического осаждения из паровой фазы); нанесение покрытий путем пиролитического разложения летучих металлоорганических веществ (карбониллов, др.) или восстановления галогенидов металлов водородом; нанесение износостойких покрытий наплавкой низкотемпературного припоя, содержащего сверхтвердые частицы, а также высокотемпературной наплавкой специального наплавочного материала на основе легирующих сплавов с высокотвердыми включениями карбидов, боридов, др. при нагреве ТВЧ, газовым пламенем, электрической дугой, лазерным лучом и пучком ионов; упрочнение инструмента, когда в процессе резания рабочая кромка смачивается специальными жидкими составами на основе углерода, азота, серы и других элементов или смазочно-охлаждающей технологической средой (СОТС), в результате чего во время ужесточения режимов резания происходит диффузионное насыщение поверхности резца указанными элементами эмульсии; шликерный метод получения покрытий, когда на поверхность изделия подается шликер из порошков Cr, Ni, B, Si, C, др. и затем он оплавляется в вакууме или в инертном газе. *Вторая группа методов*, проводимых при раздельном химическом и термическом воздействии на изделие включает: осаждение большинства химических покрытий (Fe-P, Ni, Ni-P, Co-P, Ni-B, Co-B, др.), а также композиционных химических покрытий с добавкой сверхтвердых дисперсных частиц и последующую термообработку при 200–500 °С, предназначенную для достижения различных задач: снятия внутренних напряжений и усиления прочности сцепления покрытий, повышения их твердости и других свойств; получение покрытий горячим окунанием изделия в расплавы эвтектических сплавов на базе Zr-Ni, Zr-Ni-Y, Co-Cr-Y с добавкой ZrO₂ и последующим отжигом при 1030–1100 °С; осаждение на поверхности оксидов и других соединений

золь-гель методом и методом термолитиза, которое осуществляют путем многократного погружения изделия в оксидосодержащие, металлоорганические или иные жидкие среды с соединениями металлов и неметаллов и последующего кратковременного нагрева в окислительной среде; нанесение композиционного покрытия путем многократного погружения предварительно нагретого (до 80–560 °С) инструмента из быстрорежущей стали в жидкой среде «эпилама» (перфторполиэфира карбоновой кислоты) с добавкой оксида вольфрама; нанесение твердосмазочных покрытий на инструменты из разных материалов путем термогидрохимической обработки (ТГХО), включающей сначала кипячение в водных средах из металлосодержащих (оксидов ванадия, молибдена, титана, хрома, их кислот и солей) и неметаллосодержащих компонентов (сульфанола) со свойствами ПАВ, затем нагрев в печи или соляной ванне в пределах 150–1030 °С, либо нагрев во время эксплуатации режущих инструментов.

В целом термохимические методы обработки технологически наиболее привлекательны. Они являются самыми распространенными среди методов поверхностного упрочнения благодаря простоте, большой производительности и использованию стандартного оборудования. Из высокотемпературных термохимических методов обработки следует выделить способ ХТО для получения сверхтвердых комплексных карбидных покрытий, чтобы повысить сопротивление абразивному, окислительному и диффузионному изнашиванию инструментов из сталей и твердых сплавов. А среди низкотемпературных термохимических методов обработки лучше всего показал себя способ ТГХО для создания твердосмазочных покрытий, которые увеличивают сопротивление адгезионному и адгезионно-усталостному изнашиванию стальных, твердосплавных и алмазных инструментов [8].

Термомеханические методы обработки [1, 13, 14] оказывают упрочняющее воздействие на поверхностную зону или весь объем изделий. *Первая группа* поверхностных методов упрочнения включает: механическое (прокаткой, экструзией) и взрывное высокотемпературное плакирование хромоникелевых, алюминиевых и других сплавов; нанесение металлических и металлокерамических покрытий горячим изостатическим прессованием при высоких давлениях от 10 до 830 МПа и температурах до 1100–1800 °С, а также электромагнитной обработкой высоконагретых изделий; многослойное механическое нанесение (кистью, окунанием, распылением) на инструмент твердой смазки в виде раствора, содержаще-

го ПАВ (алкиловый фенолполигликоловый спирт), трехокись хрома, моноалюминиевый фосфат и дисульфид молибдена с последующим 1–3-часовым нагревом при 180–250 °С. *Вторая группа* объемных методов упрочнения включает: патентирование, высокотемпературную термомеханическую обработку (ВТМО) и низкотемпературную термомеханическую обработку (НТМО) заготовок из сталей и сплавов, получение инструментов или их заготовок методом порошковой металлургии путем высокотемпературного изостатического прессования порошков инструментальных сталей, твердых сплавов и сверхтвердых материалов. Недостатком термомеханических методов обработки является применение дорогостоящего оборудования. Причем процессы поверхностного термомеханического упрочнения инструментов в основном малопроизводительны, а сами покрытия не всегда имеют качественную поверхность и требуют доводки. Процессы объемного термомеханического упрочнения получили распространение в порошковой металлургии для изготовления высокопрочных инструментов, поверхность которых пока еще имеет недостаточную твердость и износостойкость.

Термические методы [1, 14, 15], предназначенные для объемного упрочнения стальных инструментов, включают: упрочняющие способы термической обработки путем проведения струйной, ступенчатой, изотермической, прерывистой закалки или при непрерывном охлаждении в одной среде с последующим отпуском, а также закалки с самоотпуском; криогенную обработку путем обработки холодом закаленных инструментов; а также способы термоциклического упрочнения путем проведения маятниковой, низко-, средне- и высокотемпературной термоциклической обработки с закалочным охлаждением на последнем цикле или путем многократной закалки, многократной закалки с промежуточным отпуском, которые завершаются обязательным проведением отпуска после закалочного охлаждения. Все термические методы объемного упрочнения высокопроизводительны, просты и осуществляют на традиционном оборудовании. Причем наиболее эффективной является технология упрочняющей термоциклической обработки, формирующей мелкоизмельченную структуру во всем объеме упрочненной инструментальной стали, что обеспечивает инструментам целый комплекс высоких эксплуатационных (износостойких, прочностных, пластичных) свойств [8, 15].

Заключение

Среди большого числа известных технологий упрочняющей обработки наиболее

простыми, производительными и эффективными являются термохимические методы поверхностного упрочнения и термоциклические методы объемного упрочнения металлообрабатывающих инструментов. Из них технологически более привлекательны следующие методы: 1) высокотемпературная термохимическая обработка для получения сверхтвердых карбидных покрытий, чтобы повысить сопротивление абразивному и диффузионному изнашиванию инструментов из сталей и твердых сплавов; 2) низкотемпературная термогидрохимическая обработка для получения твердосмазочных покрытий, чтобы повысить сопротивление адгезионному и адгезионно-усталостному изнашиванию стальных, твердосплавных и алмазных инструментов; 3) упрочняющая термоциклическая обработка, чтобы улучшить износостойкие, прочностные и пластичные свойства во всем объеме стальных инструментов. Использование на практике указанных технологий упрочняющей обработки позволит решить важнейшую проблему повышения работоспособности металлообрабатывающих инструментов.

Список литературы

1. Полевой С.Н., Евдокимов В.Д. Упрочнение металлов. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.
2. Москвитин Г.В. Методы упрочнения поверхностей деталей машин. М.: Красанд, 2008. 400 с.
3. Махутов Н.А. Научные основы повышения малоциклового прочностного. М.: Наука, 2006. 623 с.
4. Шматов А.А., Смиловенко О.О. Низкотемпературное поверхностное упрочнение алмазного инструмента // Вестник Белорус. нац. тех. ун-та. Сер. Машиностроение. 2009. № 1. С. 27–32.
5. Гончаров В.С. Методы упрочнения конструкционных материалов. Функциональные покрытия. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017. 205 с.
6. Бараз В.Р., Филиппов М.А. Физические основы упрочнения и разрушения материалов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. 192 с.
7. Шелег В.К., Жигалов А.Н., Богдан Д.Д. Исследование влияния аэродинамического звукового упрочнения на износ металлорежущих твердосплавных пластин с покрытием // Наука и техника. Сер. Машиностроение. 2020. Т. 19. № 4. С. 271–279.
8. Шматов А.А. Научные и технологические основы термохимических и термоциклических методов упрочняющей обработки металлообрабатывающих инструментов: дис. ... докт. техн. наук: 05.16.01 и 05.02.07. Минск, 2020. 344 с.
9. Лобанов М.Л., Кардонина Н.И., Россина Н.Г., Юровских А.С. Защитные покрытия. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 200 с.
10. Никифоров В.И. Электрохимические и электрофизические технологии в машиностроении. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2013. 302 с.
11. Жидков И.С., Кухаренко А.И., Чолах С.О. Электрофизические методы обработки материалов. Екатеринбург: Изд-во Урал. федерал. ун-та, 2019. 195 с.
12. Ельцов В.В. Восстановление и упрочнение деталей машин. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015. 335 с.
13. Багитцев А.А., Бодягин С.С., Егоров А.С. Упрочнение инструмента термомеханической обработкой при штамповке // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 72.
14. Козловский А.Э., Колобов М.Ю. Термическая обработка углеродистых сталей. Иваново: Изд-во Иван. гос. хим.-технол. ун-та, 2017. 144 с.
15. Лыгденов Б.Д., Хараев Ю.П., Грешилов А.Д., Гурьев А.М. Термоциклирование. Структура и свойства. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. 251 с.