

ВЕСТНИК МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА «РЕАВИЗ»

РЕАБИЛИТАЦИЯ, ВРАЧ И ЗДОРОВЬЕ

Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ":
Rehabilitation, Doctor and Health

<http://vestnik.reaviz.ru>
Том XIV, №6 2024



Отработка методики эксперимента по нормотермической перфузии печени при помощи российского аппарата Ex-Stream (Трансбиотех). По Б.И. Яремину, Е.Ю. Аносовой, М.С. Новрузбекову и соавт.



ВЕСТНИК

МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА «РЕАВИЗ»: РЕАБИЛИТАЦИЯ, ВРАЧ И ЗДОРОВЬЕ

Научный журнал

Издаётся с января 2011 года. Выходит шесть раз в год

Сайт журнала <http://vestnik.reaviz.ru>. ISSN 2226-762X (Print), ISSN 2782-1579 (Online)

В соответствии с приказом ВАК РФ от 01.12.2015 журнал «Вестник медицинского института «Реавиз»: Реабилитация, Врач и Здоровье» включён в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук

№ 6. 2024. ТОМ XIV

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Шабалин В.Н., профессор, академик РАН, почётный президент Российской ассоциации геронтологов и гериатров, д-р мед. наук, Москва, Россия

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Лысов Н.А., д-р мед. наук, профессор, почетный ректор Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акын Б.Э., профессор, директор программы трансплантации почки и поджелудочной железы группы клиник Флоренс Найтингейл, вице-председатель европейской ассоциации трансплантации почки (ЕКИТА) - Европейского общества по трансплантации (ESOT), Стамбул, Турция;

Аль Брейзат А.Х., профессор, почётный президент Иорданского общества хирургов, Амман, Иордания;

Аль Мафрахи Халид Карим Раджаб, президент общества хирургов Ирака, президент совета экспертов по хирургии Министерства здравоохранения Ирака, профессор хирургии, Университет Аль-Мустансирия, Багдад, Ирак;

Амансахедов Р.Б., заведующий отделением лучевой диагностики, ведущий научный сотрудник ЦНИИ туберкулёза, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Ахаладзе Д.Г., заведующий отделением торакоабдоминальной хирургии ДГОИ им. Дмитрия Рогачёва, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Ахтямов И.Ф., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, заслуженный врач РТ, заслуженный изобретатель РТ, лауреат Государственной премии по науке и технике РТ, лауреат премии фонда им. академика Г.А. Илизарова, д-р мед. наук, профессор, Казань, Россия;

Барышникова Л.А., заместитель главного врача по медицинской части Самарского областного клинического противотуберкулезного диспансера им. Н.В. Постникова, главный внештатный специалист Министерства здравоохранения Самарской области и Приволжского федерального округа по детской фтизиатрии, д-р мед. наук, Самара, Россия;

Басин Е.М., д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры онкологии и пластической хирургии Академии постдипломного образования Федерального научно-клинического центра ФМБА России, Москва, Россия;

Богородская Е.М., главный внештатный специалист фтизиатр ДЗМ, директор МНПЦ борьбы с туберкулезом Департамента здравоохранения г. Москвы, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Бредер В.В., ведущий научный сотрудник химиотерапевтического отделения № 17 НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, член Московского онкологического общества, член Российского общества клинических онкологов (RUSSCO), член Международной ассоциации по исследованию рака легкого (IASLC), член Американского общества клинических онкологов (ASCO), член Европейской ассоциации по изучению печени (EASL), д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Буланов А.Ю., главный внештатный специалист трансфузиолог Департамента здравоохранения города Москвы, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий и трансфузиологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Буланов С.И., д-р мед. наук, профессор, ректор Московского медицинского университета «Реавиз», директор Академии стоматологии Медицинского университета «Реавиз», Москва, Россия;

Вахаб Мохаммед Абдель, профессор, президент IASGO, руководитель центра гепатопанкреобилиарной хирургии, Университет Мансуры, Мансура, Египет;

EDITOR IN CHIEF

Vladimir N. Shabalin, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honorary President of the Russian Association of Gerontologists and Geriatricians, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia

DEPUTY EDITOR IN CHIEF

Nikolay A. Lysov, Dr. Sci. (Med.), Professor, honorary rector Reaviz Medical University, Samara, Russia

EDITORIAL BOARD

Baris Emin Akin, Professor, Director of kidney and pancreas transplantation program at Istanbul Demiroglu University Florence Nightingale Hospital, Vice President of the European Kidney Transplantation Association (EKITA) - European Transplantation Society (ESOT), Istanbul, Turkey;

Abdel Hadi Al Breizat, Professor, Honorary President of the Jordanian Society of Surgeons, Amman, Jordan;

Kareem Rajab Al Mafrachi Khalid, President of the Society of Iraqi Surgeons, President of the Board of Surgical Experts of the Iraqi Ministry of Health, Professor of Surgery, Al-Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq;

Resulguly B. Amansakhedov, head of the radiology department, Leading Researcher, Central TB research institute, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Dmitriy G. Akhaladze, Head of the Department of Thoracoabdominal Surgery, DGOI n.a. Dmitry Rogachev, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Il'dar F. Akhtyamov, Head of Traumatology, Orthopedics and Extreme Conditions Surgery Chair, Honored Physician of the RT, Honored Inventor of the RT, Laureate of the State Award in Science and Technology of the RT, Laureate of the Academician G.A. Ilizarov Foundation Award, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kazan, Russia;

Lada A. Baryshnikova, Deputy Medical Director of N.V. Postnikov Samara Regional Clinical Antituberculosis Dispensary, Chief specialist of the Ministry of Health of Samara region and Volga Federal District in children phthisiatry, Dr. Sci. (Med.), Samara, Russia;

Evgeniy M. Basin, Dr. Sci. (Med.), Docent, Professor of the Department of Oncology and Plastic Surgery of the Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center of the FMBA of Russia, Moscow, Russia;

Elena M. Bogorodskaya, Dr. Sci. (Med.), chief specialist in phthisiatry of Moscow Healthcare System, director of Children TB Center of Moscow Healthcare Department, Dr. Sci. (Med.), professor, Moscow, Russia;

Valeriy V. Breder, Leading Researcher, Chemotherapy Department No. 17, National Medical Research Center of Oncology n.a. N.N. Blokhin, Member of the Moscow Oncological Society, Member of the Russian Society of Clinical Oncologists (RUSSCO), Member of the International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC), Member of the American Society of Clinical Oncologists (ASCO), Member of the European Association for the Study of the Liver (EASL), Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia;

Andrey Yu. Bulanov, Chief Transfusiology of the Moscow City Health Department, Leading Researcher of the Biotechnology and Transfusiology Department of the Sklifosovsky Emergency Research Institute, Professor of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov" of the Ministry of Health of Russia, Doctor of Medical Sciences, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Sergey I. Bulanov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Rector of the Moscow Medical University "Reaviz", Director of the Academy of Dentistry of the Medical University "Reaviz", Moscow, Russia;

Wahab Mohammed Abdel, Professor, President of IASGO, Head of the Center for Hepatopancreobiliary Surgery, Mansoura University, Mansoura, Egypt;

Восканян С.Э., д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель главного врача по хирургической помощи – руководитель Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, заведующий кафедрой хирургии с курсами онкохирургии, эндоскопии, хирургической патологии, клинической трансплантологии и органного донорства МБУ ИНО ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, главный внештатный специалист по хирургии ФМБА России, Москва, Россия;

Гайворонский И.В., д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

Гейниц А.В., д-р мед. наук, профессор, руководитель Клиники лазерной косметологии ESTCLINIC, вице-президент Европейской лазерной ассоциации, Москва, Россия;

Гелашвили П.А., д-р мед. наук, заведующий кафедрой морфологии и патологии Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия;

Горбунов Н.С., д-р мед. наук, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии КрасГМУ, Красноярск, Россия;

Громов М.С., д-р мед. наук, профессор, генерал-майор медицинской службы, ректор Саратовского медицинского университета «Реавиз», Саратов, Россия;

Джафар Ханнан, д-р мед. наук, профессор, директор Центра клеточной терапии Университета Иордании, Амман, Иордания

Загайнов В.Е., д-р мед. наук, главный специалист по хирургии ПОМЦ, заведующий кафедрой факультетской хирургии и трансплантологии ПИМУ, главный внештатный трансплантолог министерства здравоохранения Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия;

Каабак М.М., д-р мед. наук, профессор курса донорства и трансплантации органов Медицинского университета «Реавиз», Москва, Россия;

Камбаров С.Ю., научный руководитель научного отделения неотложной коронарной хирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Каримова Р.Г., профессор кафедры физиологии и патологической физиологии Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, д-р биол. наук, профессор, Казань, Россия;

Кастальдо К., д-р мед. наук, доцент, Департамент общественного здравоохранения, Школа медицины, Университета Неаполя Федерико II, Неаполь, Италия;

Качковский М.А., д-р мед. наук, профессор, директор НИИ атеросклероза и дислипидемии Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия;

Константинов Д.Ю., д-р мед. наук, доцент, директор института клинической медицины Самарского государственного медицинского университета, заведующий кафедрой инфекционных болезней с курсом эпидемиологии, Самара, Россия;

Лерут Ян Поль, профессор, почетный директор отделения абдоминальной трансплантации Католического университета Лёвена [UCL], вице-президент Международного общества гелатохирургов [ISLS], экс-президент RBSS - BTS - ELIAC-ET - ESOT - ILTS - iDLTGT, исполнительный член UEMS-European Board Transplantation Surgery [EBTS], Лёвен, Бельгия;

Литвина Е.А., д-р мед. наук, профессор, куратор травматологического центра первого уровня ГКБ им. М.П. Кончаловского, врач-травматолог высшей категории, профессор ФГБОУ ДПО РМАНПО Министерства здравоохранения РФ, член российской секции международной ассоциации АО TRAUMA, входит в преподавательский состав АО TRAUMA RUSSIA, член Ассоциации травматологов и ортопедов России, Москва, Россия;

Медведева Б.М., главный научный сотрудник отдела диагностики опухолей рентгенодиагностического отделения, врач-рентгенолог, НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Менделеева Л.П., заместитель генерального директора НМИЦ гематологии по научной и образовательной работе, заведующая отделением высокодозной терапии парапротеинемических гемобластозов, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Мякова Н.В., заведующая отделением онкогематологии ДГОИ им. Дмитрия Рогачева, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Новрузбеков М.С., д-р мед. наук, профессор, руководитель научного отделения трансплантации печени НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

Попова Л.Л., профессор кафедры инфекционных болезней с эпидемиологией Самарского государственного медицинского университета, д-р мед. наук, Самара, Россия;

Прохоренко И.О., ректор Медицинского университета «Реавиз», д-р мед. наук, доцент, Самара, Россия;

Ржевская О.Н., д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения трансплантации почки и поджелудочной железы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

Рудуш В.Э., д-р мед. наук, хирург высшей категории, заведующий отделением сосудистой и пластической хирургии 2-й городской клинической больницы им. В.В. Баныкина, Тольятти, Россия;

Русских А.Н., д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии Красноярского государственного медицинского университета, Красноярск, Россия;

Sergey E. Voskanyan, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Chief for Surgical Care – Head of the Center for Surgery and Transplantation of Burnazyan Federal Medical Biological Center, Head of the Department of Surgery with courses in oncology, endoscopy, surgical pathology, clinical transplantation and organ donation, Burnazyan Federal Medical Biological Center, Chief Surgeon of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia;

Ivan V. Gayvoronky, Dr. Sci. (Med.), Professor, department normal anatomy Military Medical Academy C.M. Kirov, St. Petersburg, Russia;

Aleksandr V. Geinits, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Laser Cosmetology Clinic ESTCLINIC, Vice President of the European Laser Association, Moscow, Russia;

Pavel A. Gelashvili, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Chair of Morphology and Pathology, Reaviz Medical University, Samara, Russia;

Nikolay S. Gorbunov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, KrAsSMU, Krasnoyarsk, Russia;

Mikhail S. Gromov, Dr. Sci. (Med.), Professor, major-general medical service, rector of Saratov Medical University Reaviz, Saratov, Russia;

Jafar Hannan, Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of the Center for Cell Therapy, University of Jordan, Amman, Jordan

Vladimir E. Zagaynov, Dr. Sci. (Med.), Chief Surgeon of the Volga District Medical Center, Head of the Department of Faculty Surgery and Transplantation of PIMU, Chief Surgeon of the Ministry of Health of the Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Russia;

Mikhail M. Kaabak, Dr. Sci. (Med.), professor of Organ Donation and Transplantation Course, Medical University "Reaviz", Moscow, Russia;

Sergey Yu. Kambarov, Scientific Supervisor of the Scientific Department of Emergency Coronary Surgery of the Sklifosovsky Emergency Research Institute, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Rufiya G. Karimova, Professor of the Department of Physiology and Pathological Physiology, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Kazan, Russia;

Clotilde Castaldo, Dr. Sci. (Med.), Docent, Department of Public Health, School of Medicine, University of Naples Federico II, Naples, Italy;

Mikhail A. Kachkovsky, Director of Research Institute of Atherosclerosis and Dyslipidemia, Reaviz Medical University, Dr. Sci. (Med.), Professor, Samara, Russia

Dmitry Yu. Konstantinov, Dr. Sci. (Med.), Docent, Director of the Institute of Clinical Medicine of Samara State Medical University, Head of the Department of Infectious Diseases with an Epidemiology Course, Samara, Russia;

Jan Paul Lerut, Professor, Honorary Director, Abdominal Transplantation Department, Catholic University of Leuven [UCL], Vice President, International Society of Hepatosurgeons [ISLS], Ex-President, RBSS - BTS - ELIAC-ET - ESOT - ILTS - iDLTGT, Executive, Leuven, Belgium;

Elena A. Litvina, Dr. Sci. (Med.), Professor, curator of the first level trauma center at M.P. Konchalovsky City Clinical Hospital, traumatologist of the highest category, professor at the Russian Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. Member of the Russian section of the international association AO TRAUMA. Member of the faculty of TRAUMA RUSSIA. Member of the Association of Traumatologists and Orthopaedists of Russia. One of the Russian and international leaders in the field of polytrauma and pelvic injuries, Moscow, Russia;

Bella M. Medvedeva, Chief Researcher, Department of Tumor Diagnostics, X-ray Diagnostics Department, Radiologist, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Larisa P. Mendeleeva, Deputy General Director of the National Medical Research Center for Hematology for Research and Education, Head of the Department of High-Dose Therapy of Paraproteinemic Hemoblastoses, Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia;

Natal'ya V. Myakova, Head of the Department of Oncohematology, DGOI them. Dmitry Rogacheva, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Murad S. Novruzbekov, Dr. Sci. (Med.), professor, head of the scientific department of liver transplantation, Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia;

Larisa L. Popova, Professor, Chair of Infectious Diseases with Epidemiology, Samara State Medical University, Dr. Sci. (Med.), Samara, Russia;

Inga O. Prokhorenko, Rector of Reaviz Medical University, Dr. Sci. (Med.), Docent, Samara, Russia;

Olga N. Rzhevskaya, Dr. Sci. (Med.), leading researcher at the Department of Kidney and Pancreatic Transplantation, Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia;

Valeriy E. Rudush, Dr. Sci. (Med.), Surgeon of the highest category, Head of the Department of Vascular and Plastic Surgery of the 2nd City Clinical Hospital. V.V. Banykina, Togliatti, Russia;

Andrey N. Russkikh, Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy of the Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia;

Соболева Л.А., д-р мед. наук, профессор и заведующая кафедрой стоматологии Университета «Реавиз», Санкт-Петербург, Россия;

Суздальцев А.А., профессор кафедры инфекционных болезней с эпидемиологией Самарского государственного медицинского университета, Отличник здравоохранения РФ, заслуженный работник здравоохранения Самарской области, почётный выпускник СамГМУ, д-р мед. наук, Самара, Россия;

Супильников А.А., канд. мед. наук, доцент, первый проректор по научной деятельности Московского медицинского университета «Реавиз», Москва, Россия;

Тиунова Н.В., д-р мед. наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии Приволжского исследовательского медицинского университета, Нижний Новгород, Россия;

Филиппов Г.А., канд. мед. наук, старший медицинский директор, клинические разработки и трансплантационная наука, Алексон, Бостон США;

Хамидова Л.Т., заведующая научным отделением лучевой диагностики НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Хотимский И.А., врач-анестезиолог, Ascension SE Wisconsin Hospital, Милуоки, США;

Цзян Гохуа, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и прикладной медицины Хэйлунцзянского университета китайской медицины и фитотерапии, Харбин, Китай;

Шабанов А.К., д-р мед. наук, профессор, заместитель главного врача по анестезиологии и реаниматологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

Шатохин В.Д., д-р мед. наук, профессор, врач-травматолог-ортопед Самарской областной клинической больницы им. В.Д. Середавина, Самара, Россия;

Шумаков Д.В., руководитель отдела хирургии сердца и сосудов Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского, член-корреспондент РАН, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Юшков Ю.Я., управляющий лабораторией консервации органов отделения абдоминальной трансплантации медицинского центра Университета Хакенсака, Нью Джерси, США

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Яремин Б.И., канд. мед. наук, проректор по научной и клинической работе, заведующий кафедрой хирургических болезней Московского медицинского университета «Реавиз», врач-хирург, научный сотрудник центра трансплантации печени НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ, Москва, Россия

ЗАВЕДУЮЩАЯ РЕДАКЦИЕЙ

Самсонова Е.А., руководитель редакционно-издательского отдела Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия

НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ

Аносова Е.Ю., младший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инновационных решений в медицине, врач, кафедра трансплантологии и искусственных органов РНИМУ им. Н.И. Пирогова, член АНРИ, член WAME, Москва, Россия

Павлова О.Н., д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии Самарского государственного медицинского университета, профессор кафедры морфологии и патологии Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия

МЕДИЦИНСКИЙ ПЕРЕВОДЧИК

Эпин Д., Лондонский университет королевы Марии

МЕДИЦИНСКИЕ ИЛЛЮСТРАТОРЫ

Кожевникова М.С.

ИЗДАТЕЛЬ

Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «Реавиз»

АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ И РЕДАКЦИИ

443001, г. Самара, ул. Чапаевская, 227. Тел./факс: (846) 333-54-51
Сайт: <http://vestnik.reaviz.ru>
Электронная почта: vestnik@reaviz.ru
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-45784 от 13 июля 2011 г.

Условие распространения материалов: по свободной лицензии Creative Commons с указанием авторства, некоммерческой, с сохранением условий - CC BY-NC-SA.

Журнал зарегистрирован в базе данных Crossref

© Медицинский университет «Реавиз», 2024
© Коллектив авторов, 2024

Larisa A. Soboleva, Dr. Sci. (Med.), Professor and Head of the Department of Dentistry, Reaviz University, St. Petersburg, Russia;

Aleksey A. Suzdaltsev, Professor of the Department of Infectious Diseases with Epidemiology of Samara State Medical University, Honorary Public Health Worker of Samara region, Honorary Graduate of Samara State Medical University, Dr. Sci. (Med.), Samara, Russia;

Aleksey A. Supilnikov, Cand. Sci. (Med.), Docent, vice-rector for scientific work, Moscow Medical University "Reaviz", Moscow, Russia;

Natal'ya V. Tiunova, Dr. Sci. (Med.), Docent, Department of Therapeutic Dentistry, Institute of Dentistry, Volga Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia;

Filippov G.A., Cand. Sci. (Med.), Senior Medical Director, Clinical Development and Transplantational Science, Alexion, Boston, USA;

Layla" T. Khamidova, Head of the Scientific Department of Radiation Diagnostics, Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Il'ya A. Khotimsky, Dr. Sci. (Med.) Anesthesiologist Ascension SE Wisconsin Hospital, Milwaukee, USA;

Jiang Guohua, Dr. Sci. (Med.), professor Head of the Department of Anatomy and Preclinical Medicine at the Heilongjiang University of Chinese Medicine and Pharmacology, Harbin, China;

Aslan K. Shabanov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Chief on anesthesiology and resuscitation, Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia;

Vladimir D. Shatokhin, Dr. Sci. (Med.), professor, orthopedic traumatologist of Samara Regional Clinical Hospital. V.D. Seredavin. Author of 40 publications. Samara, Russia;

Dmitriy V. Shumakov, Head of the Department of Cardiac and Vascular Surgery, Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia;

Yuriy Ya. Yushkov, Organ Conservation Laboratory Manager, Abdominal Transplant Unit, University of Hackensack Medical Center, New Jersey, USA

EXECUTIVE SECRETARY OF THE EDITORIAL BOARD

Boris I. Yaremin, Cand. Sci. (Med.), Vice-Rector for Scientific and Clinical Work, Head of the Department of Surgical Diseases of the Moscow Medical University Reaviz, Surgeon, Research Fellow of the Liver Transplantation Center of the Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia

HEAD OF EDITORIAL OFFICE

Ekaterina A. Samsonova, Head of the Editorial and Publishing Department of the Medical University "Reaviz", Samara, Russia

SCIENTIFIC EDITORS

Ekaterina Yu. Anosova, Junior Researcher, Research Center for Innovative Solutions in Medicine, doctor, Chair of Transplantology and Artificial Organs, Pirogov Russian National Research Medical University, Associations of Scientific Editors and Publishers member, WAME member, Moscow, Russia

Ol'ga N. Pavlova, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Chair of Physiology of Samara State Medical University, Professor of the Department of Morphology and Pathology of the Reaviz Medical University, Head of the Department of Biomedicine Transport Safety of Samara State Transport University, Samara, Russia

MEDICAL TRANSLATOR

Dar'ya Epin, Queen Mary University of London

MEDICAL ILLUSTRATOR

Mariya S. Kozhevnikova

PUBLISHER

Private institution educational organization of higher education "Reaviz Medical University"

PUBLISHER AND EDITORIAL ADDRESS

443001, Samara, 227 Chapayevskaya street. Tel./Fax: (846) 333-54-51
Website <http://vestnik.reaviz.ru>
E-mail: vestnik@reaviz.ru
Certificate of registration ПИ № ФС 77-45784 on July 13th, 2011

Distribution: under a free Creative Commons license with attribution, non-profit, subject to conditions - CC BY-NC-SA.

The journal is registered in the Crossref

© Medical University "Reaviz", 2024
© Team of Authors, 2024

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS
МОРФОЛОГИЯ, ПАТОЛОГИЯ		MORPHOLOGY, PATHOLOGY
<p>Гаркуша Т.А., Алябьев Ф.В., Вдовик Т.А. Клиническое наблюдение моноклонального фибриллярного гломерулонефрита</p> <p>Кислов М.А., Крупин К.Н., Супильников А.А., Мишурина Е.А., Лысова А.Н. Обзор современных методов силиконовой и эпоксидной пластикации головного мозга</p> <p>Аль Меселмани М.А. Состояние окислительных процессов в образцах тестикулярной ткани после ионизирующего излучения</p>	<p>6</p> <p>11</p> <p>17</p>	<p>Garkusha T.A., Alyab'ev F.V., Vdovik T.A. Clinical observation of monoclonal fibrillary glomerulonephritis</p> <p>Kislov M.A., Krupin K.N., Supil'nikov A.A., Mishurinskaya E.A., Lysova A.N. Review of modern silicone and epoxy plastination methods for the brain</p> <p>Al Meselmani M.A. The state of oxidative processes in testicular tissue samples after ionizing radiation</p>
ФИЗИОЛОГИЯ		PHYSIOLOGY
<p>Талан М.С., Докучаева И.С., Мухамедьяров М.А. Физиологические и биохимические аспекты применения личинок мухи «чёрная львинка» в качестве источника биологически активных и питательных веществ</p> <p>Катаев Д.А., Циркин В.И., Кишкина В.В., Трухин А.Н., Трухина С.И. Динамика интервала rrrn кардиоинтервалограммы в зависимости от специализации тренировочного процесса, этапа годового цикла подготовки и других факторов. (обзор литературы)</p>	<p>24</p> <p>30</p>	<p>Talan M.S., Dokuchaeva I.S., Mukhamed'yarov M.A. Physiological and biochemical aspects of using black lion fly larvae as a source of biologically active and nutrient substances</p> <p>Kataev D.A., Tsirkin V.I., Kishkina V.V., Trukhin A.N., Trukhina S.I. Dynamics of the rrrn interval of the cardiointervalogram depending on the specialization of the training process, stage of the annual preparation cycle and other factors (review)</p>
КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА		CLINICAL MEDICINE
<p>Владимирова Е.С., Черноусов Ф.А., Иванов П.А., Бадыгов С.А., Попова И.Е. Особенности минно-взрывных поражений, оказание специализированной помощи и реабилитации пострадавших, находившихся в зоне террористических действий</p> <p>Камушадзе Г.К. Исследование долгосрочных результатов при резекции мениска</p> <p>Белоконев В.И., Пушкин С.Ю., Ядаев К.П., Серов А.А. Современные тенденции лечения осложнений у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки (обзор зарубежной литературы)</p> <p>Титов К.С., Сорокина М.В., Якушева Т.А., Неретин Е.Ю., Маркин А.А., Лебедев С.С., Греков Д.Н. Факторы неблагоприятного прогноза при меланоме кожи I стадии</p> <p>Дамиров М.М., Юрченко О.Б., Титова Г.П., Боровкова Н.В., Иерусалимский А.П. Современные подходы к диагностике гиперплазии эндометрия</p> <p>Гафурова Р.М., Махмудова Э.Р., Хабчабов Р.Г., Абдуллаев А.А., Исламова У.А., Анатова А.А., Джанбулатов М.А. Использование магнитного корректора осанки в терапии соматоформной вегетативной дисфункции у пациентов с хроническими заболеваниями позвоночника</p> <p>Корымасов Е.А., Иванов С.А., Анорьев Н.И., Яковлев Р.Р. Новый алгоритм хирургического лечения инфицированного панкреонекроза</p>	<p>47</p> <p>59</p> <p>67</p> <p>73</p> <p>78</p> <p>87</p> <p>95</p>	<p>Vladimirova E.S., Chernousov F.A., Ivanov P.A., Badygov S.A., Popova I.E. The specifics of mine and explosive damage, the provision of specialized assistance and rehabilitation of victims who were in the zone of terrorist operations</p> <p>Kamushadze G.K. Research on long-term outcomes of meniscectomy</p> <p>Belokonev V.I., Pushkin S.Yu., Yadav K.P., Serov A.A. Current trends in the treatment of complications in patients with gastric and duodenal ulcer disease (review of foreign literature)</p> <p>Titov K.S., Sorokina M.V., Yakusheva T.A., Neretin E.Yu., Markin A.A., Lebedev S.S., Grekov D.N. Factors of unfavorable prognosis in stage I skin melanoma</p> <p>Damirov M.M., Yurchenko O.B., Titova G.P., Borovkova N.V., Ierusalimskiy A.P. Modern approaches to the diagnosis of endometrial hyperplasia</p> <p>Gafurova R.M., Makhmudova E.R., Khabchabov R.G., Abdullaev A.A., Islamova U.A., Anatova A.A., Dzhanbulatov M.A. Using a magnetic posture corrector in therapy of somatoform autonomic dysfunction in patients with chronic spinal diseases</p> <p>Korymasov E.A., Ivanov S.A., Anor'ev N.I., Yakovlev R.R. A new algorithm for surgical treatment of infected pancreatic necrosis</p>

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ		CLINICAL CASE
Ямщиков О.Н., Емельянов С.А., Марченко А.П., Добычин Р.А. Клинический случай оказания экстренной медицинской помощи пациентке с политравмой	102	Yamshchikov O.N., Emel'yanov S.A., Marchenko A.P., Dobychin R.A. A clinical case of emergency medical care for a patient with polytrauma
Прохоров А.А., Новиков С.В., Карчебный Н.Н., Миронов А.Н., Панин М.А., Петросян А.С., Дубров В.Э. Хирургическое лечение пациентов с оскольчатыми переломами лопатки (серия клинических наблюдений)	109	Prokhorov A.A., Novikov S.V., Karchebnyy N.N., Mironov A.N., Panin M.A., Petrosyan A.S., Dubrov V.E. Surgical treatment of a patient with a comminuted fracture of the scapula (clinical observations)
Оганян Р.Б., Роганова И.В., Любушкина А.В., Давлекамова Г.Р., Константинов Д.Ю., Никоноров В.А. Особенности тяжёлого течения тропической малярии с вторичными заболеваниями, вызванными <i>Klebsiella pneumoniae</i> (клинический случай)	117	Oganyan R.B., Roganova I.V., Lyubushkina A.V., Davlekamova G.R., Konstantinov D.Yu., Nikonorov V.A. Features of severe course of tropical malaria with secondary diseases caused by <i>Klebsiella pneumoniae</i> (clinical case)
Черняев Д.В., Галимов Е.В., Козин В.А., Зуков Р.А., Семёнов Э.В. Лучевая терапия рецидива рабдомиосаркомы околоушной слюнной железы после хирургического удаления (клинический случай)	124	Chernyaev D.V., Galimov E.V., Kozin V.A., Zukov R.A., Semenov E.V. Radiation therapy for recurrence of rhabdomyosarcoma of the parotid salivary gland after surgical removal (clinical case)
Хорак К.И., Рустамов Р.Ш., Коган П.Г., Парфеев Д.Г., Авдеев А.И., Морозов А.М. Клинический случай многооскольчатого перелома, сочетающего перелом головки и диафиза плечевой кости	131	Khorak K.I., Rustamov R.Sh., Kogan P.G., Parfeev D.G., Avdeev A.I., Morozov A.M. A clinical case of multifocal fracture combining fracture of the head and diaphysis of the humerus
Ахматханова Л.Х.-Б., Шевченко Е.В., Гуцалюк А.Г., Буренчев Д.В., Рамазанов Г.Р. Нейросаркоидоз. Сложности диагностики	138	Akhmatkhanova L.Kh.-B., Shevchenko E.V., Gutsalyuk A.G., Burenchev D.V., Ramazanov G.R. Neurosarcoidosis. Difficulties of diagnosis
Баулина О.А., Баулин А.А., Баулин В.А., Аверьянова Л.А. Миграция инородных тел через органы мочевыделительной системы (клинические случаи)	145	Baulina O.A., Baulin A.A., Baulin V.A., Aver'yanova L.A. Migration of foreign bodies through the urinary system (clinical cases)
МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ		MEDICAL IMAGING
Лукин М.В., Филин Я.А., Звездин А.В., Береговский Д.А., Ефимцев А.Ю., Труфанов Г.Е. Динамическая контрастная магнитно-резонансная перфузия головного мозга у детей с краниосиностозами	151	Lukin M.V., Filin Ya.A., Zvezdin A.V., Beregovskiy D.A., Efimtsev A.Yu., Trufanov G.E. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance perfusion of the brain in children with craniosynostosis
ДОНОРСТВО И ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ		ORGAN AND TISSUE DONATION AND TRANSPLANTATION
Яремин Б.И., Аносова Е.Ю., Казымов Б.И., Алекберов К.Ф., Новрузбеков М.С., Зуйкова В.А., Гюльмагомедова Ф.Р. Моделирование ишемически-реперфузионного повреждения печени и почек в эксперименте: отработка методики	159	Yaremin B.I., Anosova E.Yu., Kazymov B.I., Alekberov K.F., Novruzbekov M.S., Zuykova V.A., Gyul'magomedova F.R. Modeling of ischemic-reperfusion injury of the liver and kidneys in the experiment: working out the methodology
ВОПРОСЫ СТОМАТОЛОГИИ		DENTAL HEALTH
Панахов Н.А., Джафаров Р.М. Результаты адгезии микроорганизмов к поверхности модифицированного протеза-обтуратора	171	Panahov N.A., Jafarov R.M. The results of the adhesion of microorganisms to the surface of the modified prosthetic obturator
МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ		MEDICAL EDUCATION
Гаранин А.А., Рубаненко А.О., Трусов Ю.А. Мультимедийное образовательное пособие «Аускультация лёгких»	176	Garanin A.A., Rubanenko A.O., Trusov Yu.A. Multimedia educational manual "Auscultation of the lungs"
ЮБИЛЕИ		ANNIVERSARIES
50 лет Сергею Эдуардовичу Восканяну	181	50 years of Sergey Eduardovich Voskanyan
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	182	RULES FOR AUTHORS



СОСТОЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБРАЗЦАХ ТЕСТИКУЛЯРНОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

М.А. Аль Меселмани

Полесский государственный университет, ул. Днепровской флотилии, д. 23, г. Пинск, 225710, Республика Беларусь

Резюме. Цель исследования: изучение окислительных процессов в тестикулярных тканях после γ -облучения. *Материал и методы.* С помощью полярографического метода исследована скорость поглощения кислорода на эндогенных и экзогенных субстратах ($V_{энд}$, $V_{як}$, $V_{глю}$, $V_{днф}$) и при специфических ингибиторах тканевого дыхания амитала и малоната натрия ($V_{ам}$, $V_{мал}$) в тестикулярных тканях в разные сроки (3-и, 10-е, 40-е сутки) после тотального однократного γ -облучения (1,0 Гр). *Результаты.* Установлено, что на ранних сроках (72 часа) после облучения следующие показатели уменьшились: $V_{энд}$ - на 14,7 % ($p < 0,05$); $V_{як}$ - на 18,6 % ($p < 0,05$) и $V_{глю}$ - на 10,9 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. Спустя 10 суток, напротив, наблюдалось увеличение: ($V_{энд}$) на 108,2 % ($p < 0,05$), в присутствии экзогенных субстратов сукцината и глутамата, повышались ($V_{як}$) на 45,1 % ($p < 0,05$) и ($V_{глю}$) на 112 % ($p < 0,05$), $SD_{днф}$ снижались на 12,8 % ($p < 0,05$), а при ингибиторах, малонатрезистентное дыхание (МРД) повышалось на 9,4 % ($p < 0,05$). На 40-е сутки ($V_{энд}$, $V_{як}$, $V_{глю}$) возрастали соответственно на 120,7 % ($p < 0,05$), 124,8 % ($p < 0,05$) и 97,1 % ($p < 0,05$), снизились $SD_{днф}$ на 11,5 % ($p < 0,001$), амиталрезистентное дыхание (АРД) на 30,6 % ($p < 0,05$) и МРД на 11,7 % ($p < 0,05$).

Заключение. Усиление поглощения кислорода сопровождалось достоверным снижением $SD_{днф}$ в обеих подопытных группах (10-е и 40-е сутки), что предполагало угрозу разобщения процессов окисления и фосфорилирования. А снижение МРД свидетельствует также об уменьшении вклада жирных кислот (ЖК) в энергообеспечении тестикулярной ткани.

Ключевые слова: семенники, митохондрии, окисление, малые дозы γ -излучения, сперматозоид, крыса.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Для цитирования: Аль Меселмани М.А. Состояние окислительных процессов в образцах тестикулярной ткани после ионизирующего излучения. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(6):17-23. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.6.MORPH.3>

THE STATE OF OXIDATIVE PROCESSES IN TESTICULAR TISSUE SAMPLES AFTER IONIZING RADIATION

Mohanad Ali Al Meselmani

Polesky State University, 23, Dneprovskoy Flotiliya st., Pinsk, 225710, Republic of Belarus

Abstract. *Aim.* To study of oxidative processes in testicular tissues after gamma irradiation. *Material and methods.* Using the polarographic method, the rate of oxygen absorption on endogenous and exogenous substrates (V_{end} , V_{suc} , V_{glu} , V_{dnf}) and with specific inhibitors of tissue respiration of amytal and sodium malonate (V_{am} , V_{mal}) in testicular tissues at different times (3, 10, 40 days) after total single gamma irradiation (1.0 Gr).

Results. It was found that, in the testicular tissues of rats at different times (3rd, 10th, 40th day) after total single gamma irradiation (1.0 Gy). In the early period (72 hours) after irradiation, (V_{end}) decreased by 14.7 % ($p < 0,05$), (V_{suc}) by 18.6 % ($p < 0,05$) and (V_{glu}) by 10.9 % ($p < 0,05$) compared with the control. After 10 days, on the contrary, there was an increase in (V_{end}) by 108.2 % ($p < 0,05$), in the presence of exogenous succinate and glutamate substrates, increased (V_{suc}) by 45.1 % ($p < 0,05$) and (V_{glu}) by 112 % ($p < 0,05$), SD_{dnf} decreased by 12.8 % ($p < 0,05$), and with inhibitors, low-resistance respiration (MRD) increased by 9.4 % ($p < 0,05$). On day 40 (V_{end} , V_{suc} , V_{glu}) increased by 120.7 % ($p < 0,05$), 124.8 % ($p < 0,05$) and 97.1 % ($p < 0,05$), respectively, SD_{dnf} decreased by 11.5 % ($p < 0,001$), amytal resistant respiration (ARD) by 30.6 % ($p < 0,05$) and MRD by 11.7 % ($p < 0,05$). *Conclusion.* Increased oxygen uptake was accompanied by a significant decrease in SD_{dnf} in both experimental groups (10th and 40th days), which suggested the threat of disconnection of oxidation and phosphorylation processes. A decrease in MPD also indicates a decrease in the contribution of fatty acids (FA) to the energy supply of testicular tissue.

Key words: testis, mitochondria, oxidation, low-dose γ -radiation, sperm, rat.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Cite as: Al Meselmani M.A. The state of oxidative processes in testicular tissue samples after ionizing radiation. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(6):17-23. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.6.MORPH.3>



Введение

Радиация является одним из наиболее опасных факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека. В последнее время радиационный риск повышается из-за широкого применения в самых разных областях человеческой деятельности, особенно в медицине, технике и промышленности. Поэтому проблема нежелательных влияний радиации на организм человека и, особенно, на его репродуктивную систему, всё ещё остаётся актуальной для биологии и медицины. Важно подчеркнуть, что в литературных данных имеются отдельные сведения об отрицательных воздействиях различных доз радиации, внешнего и внутреннего типа облучения на морфологическое и функциональное состояние мужской репродуктивной системы [1, 2, 3]. Мамина и др. показали структурно-функциональное повреждение семенников при условии повышенного радиационного фона, в том числе однократного внешнего облучения [4, 5].

Литературные данные подтверждают, что вредные эффекты наблюдаются при применении радиации в диагностических и лечебных целях разных заболеваний. Так, было отмечено снижение активности клеток мужской репродуктивной системы, вырабатывающихся мужским половым гормоном – тестостероном, а также изменение концентрации мужских половых гормонов, поэтому для проведения диагностики и лечения разных заболеваний необходимо обратить внимание на то, чтобы дозировки облучения были с минимальным воздействием на здоровые органы обследуемых [6, 7, 8].

Одним из важных негативных воздействий ионизирующего излучения является создание окислительного стресса, который вызывает крупномасштабное разрушение или повреждение различных биомолекул.

Учитывается, что семенники имеют первостепенное значение для размножения и эволюции вида, а также выполняют две основные функции: выработка половых клеток (сперматозоидов) и синтез/секреция гормонов (в первую очередь тестостерона). Поэтому они являются тканями с высокой потребностью энергии, выполняющими энергозатратные процессы [9].

Однако применение кислорода во многих важных метаболических процессах живыми системами обошлось в эволюционную цену, поскольку метаболизм кислорода может привести к образованию активных форм кислорода (АФК). В научных работах показано, что увеличение выработки АФК, как из-за внутренних, так и из-за внешних факторов, может вызвать окислительный стресс, влекущий изменения в структуре и функции фосфолипидов и белков. В ядре АФК атакуют ДНК, вызывая её фрагментацию и активацию апоптоза, тем самым изменяя экспрессию генов и белков. Накопленные данные также

свидетельствуют о том, что эндогенно продуцируемые АФК могут выступать в качестве вторичных посредников в регуляции клеточных сигнальных путей и в передаче сигналов, которые отвечают за регулирование самообновления и пролиферации сперматогоний [10, 11, 12].

Ранее Аль Меселмани М.А. показал, что на эндогенных и экзогенных субстратах окислительные процессы воздействуют с поступлением разных количеств цезия ^{137}CS [2].

Целью настоящего исследования является изучение воздействия эндогенных и экзогенных субстратов в кусочках ткани мужской репродуктивной системы в условиях внешнего радиационного облучения.

Методы и материалы

В исследовании были использованы беспородные белые крысы-самцы линии Wistar массой 220-240 г ($n = 36$). Крыс разделили на четыре группы, из которых одна группа – контрольная, а три остальные – подопытные. Количество крыс контрольной группы (9) облучению не подвергались. Крыс подопытных групп облучали дозой 1,0 Гр (мощности 0,92 Гр/мин) с помощью γ -установки «ИГУР-1» (Москва).

Для проведения анализа крыс трёх подгрупп выводили из эксперимента по истечении с момента облучения 3-х (группа 3сут), 10-ти (группа 10сут) и 40 (группа 40сут) суток соответственно.

Выделение семенников крыс проводили в среде Хенкса при $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$. Ткань измельчали, фильтровали, полученную суспензию центрифугировали в течение 5 мин при 1000 об/мин. Для расчёта количества клеток использовали камеру Горяева. Измерение содержания белка в пробах проводили биуретовым методом. После пермеабиллизации клеточных мембран 0,005-процентным раствором дигитонина, для облегчения свободного поступления глутамата в клетки, для оценки параметров поглощения кислорода использовали полярографическую ячейку с закрытым платиновым электродом Кларка [13].

Значения регистрировали в нмоль O_2 /мин на 1 мг белка исследуемой ткани или нмоль O_2 за 1 мин на 10^7 клеток. Чувствительность метода позволяет определять концентрацию кислорода до 1 нМ/л. Измерения проводили в трёх повторах на каждую экспериментальную крысу.

Скорость дыхания ткани семенников оценивали на эндогенных субстратах ($V_{\text{энд}}$), а также и при добавлении в полярографическую ячейку 10 мМ глутамата натрия ($V_{\text{глу}}$). Рассчитывали коэффициент стимулирующего действия (СД) глутаминовой кислоты: $\text{СД}_{\text{глу}} = V_{\text{глу}}/V_{\text{энд}}$.

Также определяли скорость потребления кислорода на экзогенных субстратах (10 ммоль сукцината,

$V_{\text{як}}$: 100 мкмоль 2,4-динитрофенола, $V_{\text{днф}}$). Рассчитывали величины стимулирующего действия янтарной кислоты ($\text{СД}_{\text{як}} = V_{\text{як}}/V_{\text{энд}}$; $\text{СД}_{\text{глу}} = V_{\text{глу}}/V_{\text{энд}}$) и 2,4-динитрофенола ($\text{СД}_{\text{днф}} = V_{\text{днф}}/V_{\text{глу}}$) [2, 14].

Используя метод ингибиторного анализа, путём добавления в инкубационную среду (2,5 ммоль амиталя натрия, $V_{\text{ам}}$ и 10 ммоль малоната натрия, $V_{\text{мал}}$), рассчитывали показатели амиталрезистентного дыхания - АРД = $V_{\text{ам}}/V_{\text{энд}}$ и малонатрезистентного дыхания - МРД = $V_{\text{мал}}/V_{\text{ам}}$ [2, 14]. Показатели АРД и МРД характеризовали интенсивность окисления флавопротеидзависимых субстратов, позволяя оценить энергетический вклад жирных кислот (ЖК) [15].

Статистическую обработку результатов выполнили с помощью программы «Statistica» 6.0 и Microsoft Excel 2021. Данные проверяли на нор-

мальность распределения с использованием критерия хи-квадрата Пирсона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В ходе серии исследований установлено, что кусочки ткани мужской репродуктивной системы животных характеризуются высоким уровнем потребления кислорода (табл. 1, рис. 1).

Полученные данные о высоком потреблении кислорода в препаратах мужской репродуктивной системы подтверждаются литературными данными, о чём свидетельствуют уникальные характеристики метаболизма и биоэнергетики клеток семенников для поддержки своих функций, выработки сперматозоидов и секреции мужских гормонов [9].

Таблица 1. Показатели поглощения кислорода в семенниках крыс после γ -облучения в дозе 1,0 Гр на 3-и, 10-е и 40-е сутки эксперимента
Table 1. Oxygen uptake indicators in rat testes after γ -irradiation at a dose of 1.0 Gy on days 3, 10, and 40 of the experiment

Параметр	Скорость поглощения кислорода						
	Контрольная группа	Группа 3 сут, n = 9	%	Группа 10сут, (n = 9)	%	Группа 40сут, (n = 9)	%
$V_{\text{энд}}$	3,19 ± 0,02	2,72 ± 0,07*	85,3	6,64 ± 0,12*	208,2	7,04 ± 2,76*	220,7
$V_{\text{як}}$	5,32 ± 0,31	4,33 ± 0,26*	81,4	7,72 ± 0,24*	145,1	11,96 ± 6,68*	224,8
$V_{\text{глу}}$	4,79 ± 0,29	4,27 ± 0,38	89,1	10,17 ± 0,28*	212,3	9,44 ± 2,24*	197,1
$V_{\text{днф}}$	6,31 ± 0,16	5,01 ± 0,44*	79,4	11,81 ± 0,38*	187,2	12,43 ± 2,59*	150,6
$\text{СД}_{\text{як}}$	1,66 ± 0,10	1,59 ± 0,16	95,8	1,23 ± 0,03*	74,1	1,47 ± 0,37*	88,5
$\text{СД}_{\text{глу}}$	1,46 ± 0,09	1,39 ± 0,07	95,2	1,53 ± 0,08	104,8	1,21 ± 0,05***	82,9
$\text{СД}_{\text{днф}}$	1,33 ± 0,08	1,29 ± 0,06	97,0	1,16 ± 0,01*	87,2	1,09 ± 0,04***	98,5

Примечание: достоверность различий по отношению к контрольной группе: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

Из данных, приведённых в таблице 1, видно, что ткань мужской репродуктивной системы крыс отличалась высоким уровнем потребления кислорода и повышенной чувствительностью к воздействию γ -излучения в дозе 1.0 Гр.

По прошествии 3-х суток (группа 3сут) с момента облучения в дозе 1,0 Гр (мощность дозы 0,92 Гр/мин) отмечалось достоверное снижение интенсивности потребления кислорода препаратами ткани мужской репродуктивной системы животных на эндогенных субстратах ($V_{\text{энд}}$) с $3,19 \pm 0,02$ нмоль O_2 /мин/мг в контроле до $2,72 \pm 0,07$ (-14,7 %) ($p < 0,05$), в то время как на 10-е сутки, напротив, наблюдалось увеличение скорости дыхания до $6,64 \pm 0,12$ нмоль O_2 /мин/мг (108,2 %) ($p < 0,05$). На 3-и сутки также наблюдалось достоверное снижение скорости поглощения кислорода в присутствии субстрата сукцината ($V_{\text{як}}$) с $5,32 \pm 0,31$ в контроле до $4,33 \pm 0,26$ нмоль O_2 /мин/мг, т.е. на 18,6 % ($p < 0,05$), которая на 10-е сутки превышала исходное значение на 45,1 % ($p < 0,05$), достигнув величины $7,72 \pm 0,24$ нмоль O_2 /мин/мг. Примерно такая же динамика скорости окисления прослеживалась в присутствии другого экзогенного субстрата - глутамата. Так, отмечалось снижение скорости потребления кислорода при использовании глутамата с $4,79 \pm 0,29$ в контроле до $4,27 \pm 0,38$ нмоль O_2 /мин/мг

белка, т.е. на 10,9 % ($p < 0,05$), к 3-м суткам наблюдения. А по истечении 10-х суток наблюдения скорость поглощения кислорода в присутствии глутамата составила $10,17 \pm 0,28$ (112 %) ($p < 0,05$) (табл. 1, рис. 1).

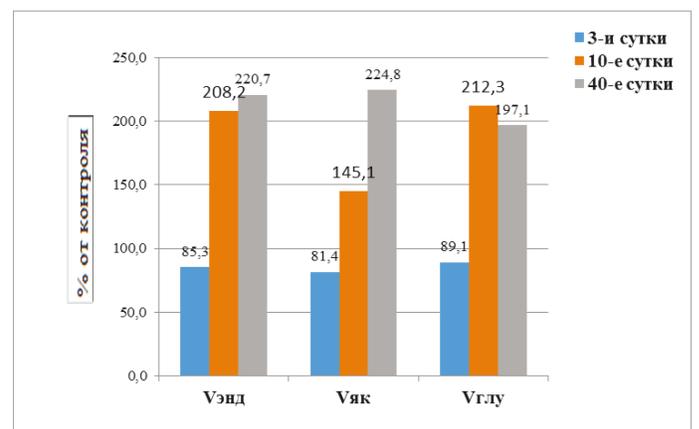


Рисунок 1. Показатели поглощения кислорода в ткани семенников в % по отношению к контролю после однократного γ -облучения (1,0 Гр). Примечание: достоверность различий по отношению к контрольной группе: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Figure 1. Oxygen uptake indicators in testicular tissue as a percentage relative to the control after a single γ -irradiation (1.0 Gy). Note: Statistical significance compared to the control group: * - $p < 0.05$; ** - $p < 0.01$; *** - $p < 0.001$

В процессе оценки показателей стимулирующего действия сукцината ($СД_{як}$) и глутамата ($СД_{глу}$) было отмечено уменьшение $СД_{як}$ по прошествии 10-х суток после облучения. Так, уменьшение $СД_{як}$ на этот момент составило $1,23 \pm 0,03$ по сравнению с контрольным $1,66 \pm 0,10$ (-25,9 %) ($p < 0,05$). Не было обнаружено достоверных изменений показателя $СД_{глу}$ (табл. 1, рис. 2).

Следует отметить, что, с одной стороны, снижение $СД_{як}$ является свидетельством повышения содержания сукцината в митохондриях, но, с другой стороны, демонстрирует уменьшение доли участия сукцината в транспорте энергии к митохондриям ткани семенников [9, 15].

Таблица 2. Показатели поглощения кислорода при использовании амитала натрия и малоната натрия в семенниках крыс после γ -облучения в дозе 1,0 Гр на 3-и, 10-е и 40-е сутки эксперимента

Table 2. Oxygen uptake indicators with the use of sodium amytal and sodium malonate in rat testes after γ -irradiation at a dose of 1.0 Gy on days 3, 10, and 40 of the experiment

Параметр	Скорость поглощения кислорода			
	Контрольная группа	Группа 3 сут, n = 9	Группа 10сут, (n = 9)	Группа 40сут, (n = 9)
Вэнд	$3,34 \pm 0,43$	$2,73 \pm 0,19$	$7,21 \pm 0,11^{**}$	$6,86 \pm 0,02^*$
Вам	$2,53 \pm 0,34$	$1,94 \pm 0,03$	$6,37 \pm 0,04^*$	$4,52 \pm 0,16^*$
Вмал	$2,15 \pm 0,31$	$1,15 \pm 0,12^*$	$5,84 \pm 0,23^*$	$3,15 \pm 0,22^*$
АРД	$0,77 \pm 0,02$	$0,70 \pm 0,03$	$0,88 \pm 0,02^*$	$0,68 \pm 0,02^*$
МРД	$0,85 \pm 0,02$	$0,60 \pm 0,04^*$	$0,93 \pm 0,02^*$	$0,59 \pm 0,07^*$

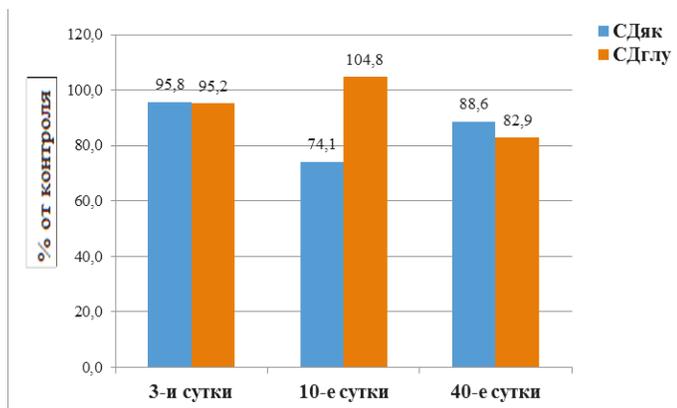


Рисунок 2. Величины стимулирующего действия янтарной кислоты и глутамата, а в ткани семенников в % по отношению к контролю после однократного γ -облучения (1,0 Гр)

Figure 2. The magnitude of the stimulatory effect of succinic acid and glutamate in testicular tissue as a percentage relative to the control after a single γ -irradiation (1.0 Gy)

Для описанной метаболической ситуации (рис. 4) нет оснований говорить об активации на 3-и сутки после облучения системы β -окисления жирных кислот, поскольку коэффициент малонатрезистентного дыхания (МРД) в подопытной группе животных к этому моменту достоверно снижался до $0,60 \pm 0,04$ по сравнению с $0,85 \pm 0,02$ в контроле.

Вместе с тем, спустя десять суток после облучения крыс в дозе 1,0 Гр показатель, характеризую-

Анализ влияния специфических ингибиторов тканевого дыхания амитала натрия ($V_{ам}$) и малоната натрия ($V_{мал}$) на окислительные процессы в семенниках крыс представлен в таблице 2. Так, через 3-е суток после облучения скорости поглощения кислорода при $V_{ам}$ и $V_{мал}$ соответственно уменьшались с $2,53 \pm 0,34$ и $2,15 \pm 0,31$ нмоль O_2 /мин/мг белка в контроле до $1,94 \pm 0,03$ и $1,15 \pm 0,12$ нмоль O_2 /мин/мг белка в опыте. Однако через 10 суток $V_{ам}$ и $V_{мал}$ достоверно возрастали до $6,37 \pm 0,04$ и $5,84 \pm 0,23$ нмоль O_2 /мин/мг белка, т.е. на 151 % ($p < 0,05$) и 171 % ($p < 0,05$) соответственно (табл. 2, рис. 3).

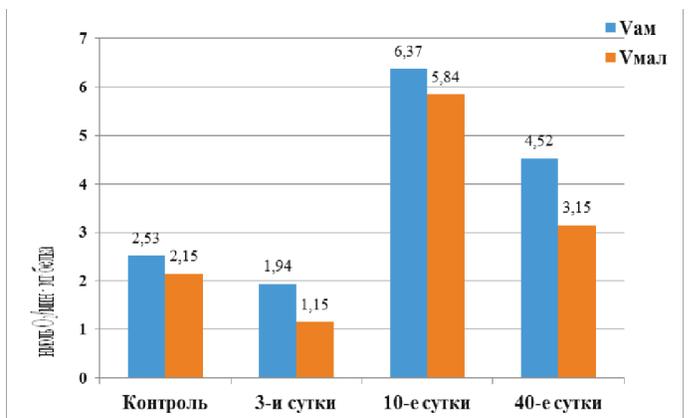


Рисунок 3. Показатели поглощения кислорода в ткани семенников при влиянии ингибиторов после однократного γ -облучения (1,0 Гр)

Figure 3. Oxygen uptake indicators in testicular tissue under the influence of inhibitors after a single γ -irradiation (1.0 Gy)

щий МРД, демонстрировал тенденцию к росту до $0,93 \pm 0,02$ против $0,85 \pm 0,02$ в контроле (табл. 2, рис. 4). Последнее может быть истолковано в пользу увеличения чувствительности дыхательной цепи к действию высокоспецифического ингибитора СДГ малоната натрия.

Опыты, выполненные с добавлением разбавителя процессов окислительного фосфорилирования, подтвердили разнонаправленную динамику

изменения функциональной активности потребления кислорода в образцах семенников крыс на 3-и и 10-е сутки. В частности, $V_{\text{днф}}$ у крыс на 3-и сутки достоверно снижалась на 20,6 % ($p < 0,05$), а на 10-е – достоверно возросла на 87,2 % ($p < 0,05$) (табл. 1, рис. 5). Исходя из величины расчётного коэффициента $\text{СД}_{\text{днф}}$ после облучения в дозе 1,0 Гр на протяжении 3-х суток наблюдения не происходило разобщения дыхания и фосфоримирования в митохондриях семенников (табл. 1). Снижение $\text{СД}_{\text{днф}}$ с $1,33 \pm 0,08$ в контроле до $1,16 \pm 0,01$ ($p < 0,05$) в подопытной группе животных на 10-е сутки свидетельствовала о возможной лабилизации системы окислительного фосфорилирования митохондрий семенников.

В ходе опытов на 40-е сутки наблюдалось сохранение статистически значимо усиленного потребления кислорода в ткани семенников на эндогенных субстратах и возврат показателей скорости окисле-

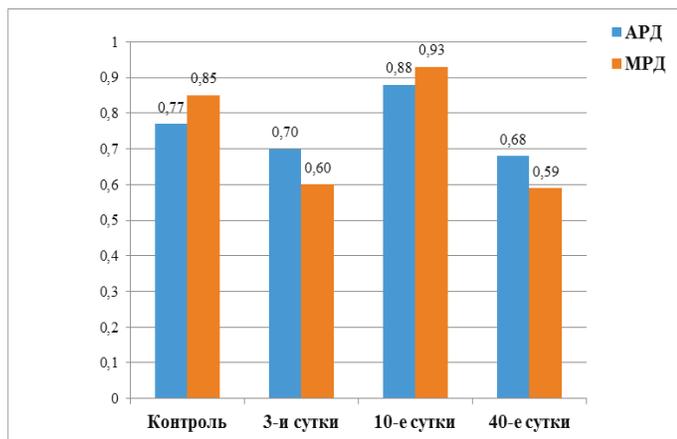


Рисунок 4. Показатели амиталрезистентного и малонатрезистентного дыхания в ткани семенников крыс после однократного γ -облучения (1,0 Гр)

Figure 4. Amytal-resistant and malonate-resistant respiration indicators in rat testicular tissue after a single γ -irradiation (1.0 Gy)

Данные о результатах ингибиторного анализа, выполненного через 40 суток после облучения животных, приведённые в таблице 2, с одной стороны, позволили обнаружить достоверное увеличение интенсивности процессов тканевого дыхания в семенниках после однократного γ -облучения (увеличение $V_{\text{ам}}$ и $V_{\text{мал}}$), что подтвердило феномен стимулирующего влияния радиации на работу митохондрий. С другой стороны, было отмечено снижение резервов жирных кислот в изученных препаратах, что проявлялось в достоверном уменьшении коэффициентов АРД и МРД соответственно с $0,77 \pm 0,02$ и $0,85 \pm 0,02$ в контроле до $0,68 \pm 0,02$ и $0,59 \pm 0,07$ в подопытной группе ($p < 0,05$) (рис. 4).

В соответствии с полученными данными, спустя 40 суток после облучения, происходило снижение показателя $\text{СД}_{\text{днф}}$ с $1,33 \pm 0,08$ (контроль) до

ния экзогенных субстратов (сукцината и глутамата) к исходным значениям. В частности, усиление поглощения кислорода в присутствии сукцината на 40-е сутки наблюдения составило $11,96 \pm 6,68$ нмоль $\text{O}_2/\text{мин}/\text{мг}$ белка против $5,32 \pm 0,31$ нмоль $\text{O}_2/\text{мин}/\text{мг}$ белка в контроле. В присутствии экзогенного субстрата глутамата скорость потребления кислорода возрастала с $4,79 \pm 0,29$ нмоль $\text{O}_2/\text{мин}/\text{мг}$ белка в контроле до $9,44 \pm 2,24$ нмоль $\text{O}_2/\text{мин}/\text{мг}$ белка (на 152 %) ($p < 0,05$) в подопытной группе. Эндогенное дыхание составило $7,04 \pm 2,76$ против $3,19 \pm 0,02$ нмоль $\text{O}_2/\text{мин}/\text{мг}$ белка в контроле (табл. 1, рис. 1). При оценке коэффициентов $\text{СД}_{\text{як}}$ и $\text{СД}_{\text{глу}}$ отмечено их достоверное снижение. Так, величина $\text{СД}_{\text{глу}}$ на 40-е сутки составляла $1,21 \pm 0,05$ ($p < 0,001$) против $1,46 \pm 0,09$ в контроле, а величина $\text{СД}_{\text{як}}$ составляла $1,47 \pm 0,37$ ($p < 0,05$) против $1,66 \pm 0,10$ в контроле (табл. 1, рис. 2).

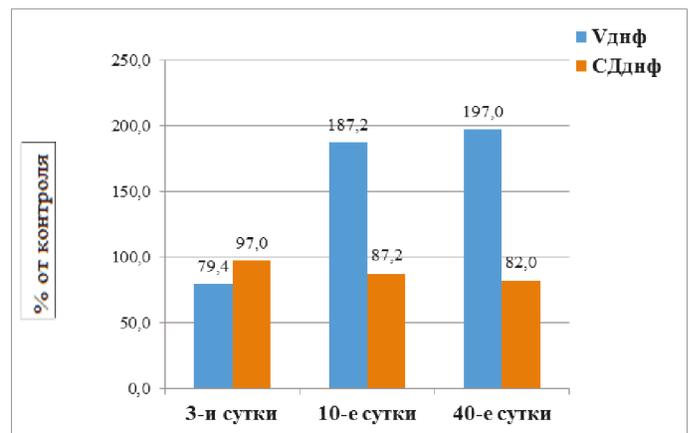


Рисунок 5. Влияние 2,4-ДНФ на поглощение кислорода в семенниках крыс в % по отношению к контролю после однократного γ -облучения (1,0 Гр)

Figure 5. The effect of 2,4-DNP on oxygen uptake in rat testes as a percentage relative to the control after a single γ -irradiation (1.0 Gy)

$1,09 \pm 0,02$ (на 11,5 %) ($p < 0,001$), что всё ещё позволяло констатировать присутствие разобщения в системе окисления и фосфорилирования (рис. 5).

Однако через 10 суток коэффициент $\text{СД}_{\text{як}}$ уменьшался на 25,9 % ($p < 0,05$) и, забегая вперёд, оставался достоверно сниженным вплоть до завершения эксперимента, т.е. до 40-х суток наблюдения. Интересно отметить, что $\text{СД}_{\text{глу}}$ после облучения животных в дозе 1,0 Гр практически не изменялся ни через 3, ни через 10 суток наблюдения (рис. 2).

Обсуждение

Как известно, процесс поглощения кислорода в митохондриях сперматозоидов разъясняет метаболическую картину и функциональное состояние мужской репродуктивной системы. Так, уменьшение или повышение потребления кислорода в тестику-

лярных тканях приводит к нарушению энергетического баланса мужской половой системы и, соответственно, к изменению морфофункциональной характеристики семенников.

Окислительный стресс играет важную роль в развитии и прогрессировании метаболизма сперматозоидов. Митохондрии являются наиболее важными источниками активных форм кислорода в сперматозоидах [10, 11, 15]. Нарушения метаболизма субстратов в мужской репродуктивной системе вызывают адаптацию и дисфункцию митохондрий, проявляющихся в несоответствии между окислением жирных кислот в митохондриях и активностью цепи переноса электронов (ЭТЦ), что способствует выработке АФК в компонентах ЭТЦ. Кроме того, другие источники митохондриальных АФК, полученные как продукты метаболических путей, таких как β -окисление жирных кислот, также могут продуцировать значительное количество АФК с вовлечением их в метаболизм сперматозоида [12, 14, 15]. Повышенная выработка АФК сперматозоидами может вызывать различные эффекты, включая сбой программирования метаболизма энергетических субстратов в мужской репродуктивной системе, модуляцию метаболического воспаления, окислительно-восстановительную модификацию ионных каналов и транспортёров, а также апоптоз сперма-

тозоидов, что, в конечном итоге, приводит к структурным и функциональным изменениям семенников [3, 12]. Основываясь на вышеуказанных механистических взглядах, в настоящем обзоре обобщено современное понимание механизмов, лежащих в основе метаболизма сперматозоидов с акцентом на роль окислительного стресса [10, 11, 12].

Заключение

Окислительные процессы в сперматозоидах чувствительны к внешнему γ -облучению при дозе 1,0 Гр. Воздействие однократного γ -облучения на показатели поглощения кислорода выражается в ингибирующем влиянии на 3-и сутки, которое сменяется стимулирующим действием на 10-е и 40-е сутки.

Выявлен эффект снижения потребления кислорода при окислении сукцината и глутамат натрия, а также в присутствии малоновой кислоты и 2,4-динитрофенола через 3-е суток после облучения крыс.

На 10-е сутки потребление кислорода увеличилось сперматозоидами в 2 раза в результате окисления эндогенных субстратов, сукцината натрия, глутамата натрия с сохранением этого эффекта в присутствии ингибиторов дыхания и 2,4-динитрофенола на протяжении 40-суточного наблюдения.

Литература [References]

- 1 Аль Меселмани М.А., Шабанов, П.Д. Морфофункциональное состояние семенников в условиях радиационного воздействия. *Экологический Вестник*. 2014;27 (1):45-50. Al meselmany, M.A, Shabanov, P.D. Morfofunkcional'noe sostojanie semennikov v uslovijah radiacionnogo vozdejstvija [Morphofunctional condition of testis in conditions of radiation exposure]. *Ecological Bulletin*.2014; 27 (1): 45-50. (In Russ).
- 2 Аль Меселмани М.А. Показатели поглощения кислорода в тканях семенников под воздействием инкорпорации ^{137}CS . *Прикладные информационные аспекты медицины: научно-практический журнал*. 2023;26 (2): 92-100. Al Meselmani M.A. Pokazateli pogloshheniya kisloroda v tkanjah semennikov pod vozdejstviem inkorporacii ^{137}cs [Indicators of oxygen absorption in testicular tissues under the influence of incorporation ^{137}cs]. *Applied Information Aspects of Medicine*. 2023;26(2):92-100. (In Russ). <https://doi.org/10.18499/2070-9277-2023-26-2-92-100>
- 3 Lixin Qi, Jiaxuan Li, Wei Le, Jinfu Zhang. Low-dose ionizing irradiation triggers apoptosis of undifferentiated spermatogonia in vivo and in vitro. *Transl Androl Urol*. 2019;8(6): 591-600. <https://doi.org/10.21037/tau.2019.10.16>
- 4 Мамина В.П. Радиопротекторный эффект эраконда на сперматогенез при воздействии однократного внешнего острого γ -облучения. *Радиационная биология*. 2022;67(5):18-23. Mamina V.P. Radioprotekornyj jeffekt jerakonda na spermatogenez pri vozdejstvii odnokratnogo vneshnego ostrogo γ -obluchenija [Radioprotective Effect of the Eracond on Spermatogenesis Under the Influence of a Single External Acute γ -Irradiation]. *Radiation biology*. 2022;67(5):18-23. (In Russ). <https://doi.org/10.33266/1024-6177-2022-67-5-18-23>
- 5 Shin E, Lee S, Kang H, Kim J, Kim K, Youn H, Jin YW, Seo S and Youn B (2020) Organ-Specific Effects of Low Dose Radiation Exposure: A Comprehensive Review. *Front. Genet*. 11:566244. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.566244>
- 6 Mortezaee K., Motallebzadeh E., Milajerdi A., Farhood B., Najafi M., Sahebkar A. The Effect of Prostate Cancer Radiotherapy on Testosterone Level: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anticancer Agents Med Chem*. 2020;20(6):636-642. <https://doi.org/10.2174/1871520620666200128112558>
- 7 Hoa Thi Kim Nguyen, Michael A Terao, Daniel M Green, Ching-Hon Pui, Hiroto Inaba. Testicular involvement of acute lymphoblastic leukemia in children and adolescents: Diagnosis, biology, and management. *Cancer*. 2021;1;127(17):3067-3081. <https://doi.org/10.1002/cncr.33609>
- 8 Delessard M, Saulnier J, Rives A, Dumont L, Rondonino C, Rives N. Exposure to Chemotherapy During Childhood or Adulthood and Consequences on Spermatogenesis and Male Fertility. *Int J Mol Sci*. 2020 ;21(4):1454. <https://doi.org/10.3390/ijms21041454>
- 9 Ricardo Silva, David F. Carrageta, Marco G. Alves, Pedro F. Oliveira. Testicular Glycogen Metabolism: An Overlooked Source of Energy for Spermatogenesis?. *BioChem*. 2022;2(3):198-214. <https://doi.org/10.3390/biochem2030014>
- 10 Baskaran S., Finelli R., Agarwal A., Henkel R. Reactive oxygen species in male reproduction: A boon or a bane? *Andrologia*. 2020;53(1):e13577. <https://doi.org/10.1111/and.13577>
- 11 Lizbeth J-R, Fahiel C,Alma L, Miguel B, M M O, Socorro R-M. Physiological role of reactive oxygen species in testis and epididymal spermatozoa. *Andrologia*. 2022;54(4):e14367. <https://doi.org/10.1111/and.14367>
- 12 Barati E., Nikzad H., Karimian M. Oxidative stress and male infertility: Current knowledge of pathophysiology and role of antioxidant therapy in disease management. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2020;77(1):93-113. <https://doi.org/10.1007/s00018-019-03253-8>
- 13 Франк Г.М., Кондрашова М.Н., Ананенко А.А. Руководство по изучению биологического окисления полярографическим методом. 1973;106-119. Frank G.M., Kondrashova M.N., Ananenko A.A. Rukovodstvo po izucheniyu biologicheskogo okisleniya polyarograficheskim me-todom. 1973;106-119. (In Russ).

- 14 Грицук, Н.А, Конопля, Е.Ф, Грицук, А.И. Влияние инкорпорации ^{137}Cs на показатели митохондриального окисления миокарда и динамику электрокардиографических параметров у крыс. *Весті Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Сeryя медыцынскіх навук.* 2008;2:105-110. Gritsuk, N.A, Konoplya, E.F, Gritsuk, A.I. Vliyanie inkorporatsii ^{137}Cs na pokazateli mitokhondrial'nogo okisleniya miokarda i dinamiku elektrokardiograficheskikh parametrov u kryss. *Vestsi Natsyyanal'nay Akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk.* 2008;2:105-110. (In Russ).
- 15 Casey L Quinlan, Irina V Perevoshchikova, Martin Hey-Mogensen, Adam L Orr, Martin D Brand. Sites of reactive oxygen species generation by mitochondria oxidizing different substrates. *Redox Biol.* 2013;1(1):304-12. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2013.04.005>

Авторская справка**Аль Меселмани Моханад Али**

Канд. биол. наук, доцент кафедры биохимии и биоинформатики, Полесский государственный университет.

ORCID 0009-0000-0188-9006; Author ID: 1200106;

al-meselmani.m@polessu.by

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования, сбор и обработка материала, написание текста.

Author's reference**Mohanad Ali Al Meselmani**

Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor of the Department of Biochemistry and Bioinformatics, Polesky State University.

ORCID 0009-0000-0188-9006; Author ID: 1200106;

al-meselmani.m@polessu.by

Author's contribution: development of the concept and design of the study, collection and processing of material, writing the text.