

*ФИЦ Коми НЦ УрО РАН*

**ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ**  
*Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук*



**Институт физиологии:  
итоги и публикации  
2022 года**

Сыктывкар  
2023

Бойко Е.Р., Харин С.Н., Пшунетлева Е.А. Институт физиологии: итоги и публикации 2022 года. – Сыктывкар: Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра “Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук”, 2023. – 92 с.

Подведены основные итоги научной и научно-организационной деятельности Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра “Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук” за 2022 год. Приведен список опубликованных работ сотрудников Института за 2022 год: статей в научных журналах и сборниках, тезисов докладов и информационно-справочных материалов.

Ответственный редактор – д.б.н., доц. Харин С.Н.

© Бойко Е.Р., Харин С.Н., Пшунетлева Е.А.,  
2023 г.

© Институт физиологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки ФИЦ “Коми научный центр  
Уральского отделения Российской академии наук”,  
2023 г.

Содержание	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	5
ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	8
РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ....	11
Результаты работ по темам плана НИР.....	11
Результаты работ, выполненных по проектам, поддержанным различными фондами.....	53
ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, СОЗДАНИЕ, ПРАВОВАЯ ОХРАНА И РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ.....	57
НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....	58
Взаимодействие с российскими и зарубежными организациями, органами исполнительной власти.....	58
<i>Взаимодействие с научными учреждениями.....</i>	58
<i>Взаимодействие с отраслевой наукой и промышленными предприятиями.....</i>	59
<i>Взаимодействие с учреждениями высшего образования.....</i>	60
<i>Международное научное партнерство и международная деятельность.....</i>	61
<i>Взаимодействие с органами исполнительной власти.....</i>	62
<i>Научные общества и иное.....</i>	65
Сведения о численности сотрудников, профессиональном росте научных кадров, деятельности аспирантуры.....	66
Сведения о наградах и премиях.....	66
Деятельность ученого совета.....	67
Деятельность диссертационного совета.....	68
Совет молодых ученых.....	68
Проведение и участие в работе научных мероприятий, выставок.....	69
Издательская и научно-информационная деятельность.....	71
<i>Популяризация научных знаний.....</i>	72
<i>Упоминания об Институте в средствах массовой информации.....</i>	73
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ПУБЛИКАЦИЙ ЗА 2022 г. ....	76

## ВВЕДЕНИЕ

В 2022 году институт Физиологии Коми НЦ УрО РАН подошел к своему 35–летию с момента создания. Истекший год принес ряд несомненных успехов коллективу сотрудников, среди которых целая серия публикаций в престижных международных журналах первого квартала с высоким импакт - фактором, получение грантов Российского научного фонда, работа по обновлению приборной базы и другие значимые события. В истекшем году были проведены перевыборы Ученого Совета института. В Институте работает Диссертационный Совет, пока единственный в ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, состоялись очередные защиты диссертаций. К 35-летию Института приурочен выпуск сборника «Рационализаторы Института физиологии», подготовленный информационно-издательским отделом. Обновлена галерея докторов наук в актовом зале, готовятся к выпуску стенды об истории Института физиологии.

Важно отметить, что в 2022 г. практическое значение исследований, проводимых в Институте, реализовалось в участии сотрудников Комплексной научной группы при Министерстве физической культуры и спорта Республике Коми в подготовке спортсмена из нашей Республики, завоевавшего призовую медаль на зимней Олимпиаде в Пекине.

В прошедшем году исполнилось 40 лет героической зимовке на Антарктической станции «Восток», в которой принимал участие сотрудник Института член.-корр. РАН Аркадий Леонидович Максимов. В издательстве ФИЦ Коми НЦ УрО РАН вышла его монография ««Восток» на самом дальнем юге. (Хроника одной зимовки)», а Российское телевидение сняло фильм об этом событии.

Прошедший год принес не только успехи, многие из которых были отмечены наградами как Российскими, так и Республики Коми, но и потери – в конце года ушел из жизни после длительной болезни физиолог с мировым именем, работавший в нашем Институте с момента его основания, доктор биологических наук, лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники Головки Владимир Александрович.

В целом прошедший год явился определенным этапом в развитии Института физиологии, позволяющим уверенно смотреть в будущее, двигаться вперед и развивать отечественную науку.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в Институте физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» осуществляется в соответствии с Уставом ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 сентября 2018 г. № 706, Положением об Институте, утвержденным приказом ФИЦ Коми НЦ УрО РАН от 10 октября 2018 г., по следующим направлениям:

- применение интегративного подхода в анализе молекулярных процессов и их регуляции у живых существ на разных этапах эволюции и при адаптации организма человека и животных к меняющимся условиям среды обитания и экстремальным воздействиям. Физиологические механизмы деятельности висцеральных систем. Молекулярные и клеточные основы электрофизиологии и гемодинамики;

- эволюционная, экологическая физиология, системы жизнеобеспечения и защиты человека. Механизмы адаптации человека и животных к условиям Севера. Механизмы острой и долговременной адаптации организма и его систем к предельным физическим нагрузкам, действию низких температур, гипоксии и комплексу экстремальных факторов внешней среды. Хронобиология человека на Севере;

- молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза. Физиология и биохимия микроорганизмов;

- молекулярная и клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий, биоинженерия, протеомика. Кривофизиология крови;

- структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов. Структура и физиологическая активность углеводсодержащих биополимеров;

- фундаментальные основы биотехнологии. Биотехнология получения физиологически активных соединений и биоматериалов.

В 2022 году научные исследования в Институте проводились в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от

31 декабря 2020 г. № 3684-р): область научных знаний «3. Медицинские науки», направление науки «3.1. Физиологические науки».

В 2022 году научные исследования осуществлялись в рамках семи тем и проектов: четыре – согласно государственному заданию, три – гранты Российского научного фонда; еще в двух грантах сотрудники являются ответственными исполнителями.

В настоящее время в Институте существуют пять научных школ: академика Оводова Ю.С., д.б.н. Шмакова Д.Н., д.м.н. Бойко Е.Р., д.м.н. Сведенцова Е.П., чл.-корр. РАН Максимов А.Л.

#### *Администрация Института:*

Директор института – Бойко Евгений Рафаилович, д.м.н., профессор.

Заместитель директора по научной работе – Харин Сергей Николаевич, д.б.н., доцент.

Ученый секретарь – Пшунетлева Елена Альбертовна, к.х.н.

#### *Научные подразделения:*

Отдел экологической и медицинской физиологии (заведующий отделом – д.м.н., проф. Бойко Евгений Рафаилович, научный руководитель), г. Сыктывкар:

- группа функциональных резервов организма (чл.-корр. РАН, д.м.н. Максимов А.Л.);
- группа метаболизма человека (к.б.н. Потолицына Н.Н.);
- группа социальной физиологии (к.б.н. Логинова Т.П.);
- группа физиологии кардиореспираторной системы (д.б.н. Варламова Н.Г.);
- группа биохимии клетки (к.б.н. Вахнина Н.А.).

Отдел молекулярной иммунологии и биотехнологии (заведующий отделом – д.б.н., доц. Попов С.В., научный руководитель), г. Сыктывкар:

- лаборатория гликологии (заведующая лабораторией – к.х.н. Патова О.А.);
- группа физиологического скрининга (д.х.н. Головченко В.В.);
- группа биоматериалов (к.х.н. Патова О.А.);
- группа биотехнологии (д.б.н. Гюнтер Е.А.);

- группа функциональных продуктов питания (д.б.н. Попов С.В.);
- группа интегративной физиологии (д.б.н. Прошева В.И.).

Лаборатория физиологии сердца (заведующая лабораторией – к.б.н. Вайкшнорайте М.А., и.о. заведующего лабораторией к.б.н. Цветкова А.С., научный руководитель – д.б.н., доц. Азаров Я.Э.), г. Сыктывкар;

Лаборатория криофизиологии крови (заведующая лабораторией – д.б.н., доц. Полежаева Т.В., научный руководитель), г. Киров;

Лаборатория физиологии микроорганизмов (заведующий лабораторией – д.м.н., проф. Бывалов А.А., научный руководитель), г. Киров.

### *Сведения о приобретенном оборудовании*

В 2022 году было приобретено оборудование на сумму 13184387,35 руб. из средств гранта в форме субсидии из федерального бюджета на реализацию мероприятий, направленных на обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, в рамках федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Науки и университеты»:

- ротационный испаритель Hei-Vap Automatic Evaporation plus (Германия), 1.265.242,78 руб., Отдел молекулярной иммунологии и биотехнологии;

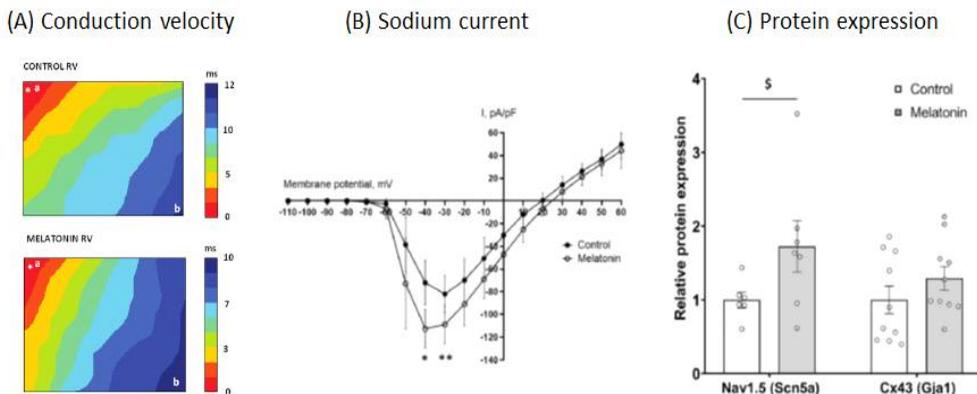
- ультразвуковая спирометрическая система Ganshorn SpiroScout (Германия), 550.000 руб., Отдел экологической и медицинской физиологии;

- комплекс оборудования для проведения флуоресцентного кальциевого имиджинга (Япония, Китай, Россия), 11.369.144,57 руб.; Лаборатория физиологии сердца.

Общий объём гранта составил в соответствии с соглашением от 14.02.2022 г. № 075-15-2022-024 (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН) 135,8 млн. руб.

## ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При пероральном введении мелатонина крысам в течение семи дней усиливается экспрессия белков натриевых каналов, повышается натриевый ток и ускоряется проведение возбуждения в миокарде. (**ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Дуркина А.В., к.м.н. Берникова О.Г., к.б.н. Гонотков М.А., Михалева Н.Я., д.б.н. Азаров Я.Э.**)



*Рисунок 1.* Влияние мелатонина на электрофизиологические свойства миокарда крыс. А) Эпикардиальные карты активации правого желудочка: мелатонин ускоряет проведение возбуждения. В) Вольтамперная характеристика тока  $I_{Na}$  в кардиомиоцитах: мелатонин усиливает натриевый ток. С) Western blotting анализ: мелатонин увеличивает экспрессию белков натриевых каналов (Nav1.5).

*Сведения об опубликовании:*

*Durkina A.V., Bernikova O.G., Gonotkov M.A., Mikhaleva N.J., Sedova K.A., Malykhina I.A., Kuzmin V.S., Velegzhaninov I.O., Azarov J.E. Melatonin treatment improves ventricular conduction via upregulation of Nav1.5 channel proteins and sodium current in the normal rat heart // J. Pineal Res. 2022, 73 (1): e12798. doi: 10.1111/jpi.12798 (WoS Q1)*

Метаболический показатель резистентности к инсулину (METS-IR) у подростков, проживающих на европейском Севере России выявляет высокую корреляцию с уровнем 25(OH)D ( $r=-0,40; p<0,001$ ),

и проявляет выраженную зависимость значений от степени недостаточности витамина D. Увеличение значений METS-IR у подростков не сопряжено с серьезными метаболическими нарушениями. METS-IR является комплексным индексом, который легко рассчитывается из обычных клинических параметров, таких как глюкоза, триглицериды, холестерин липопротеинов высокой плотности и индекс массы тела, и может широко использоваться для мониторинга ранних или потенциально скрытых метаболических нарушений у лиц с дефицитом 25(OH)D. (ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, д.б.н. Канева А.М., к.б.н. Потолицына Н.Н. д.м.н. Бойко Е.Р.)

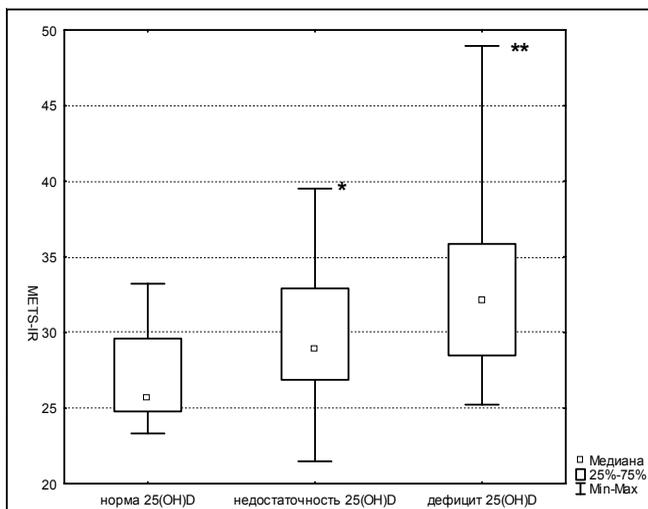


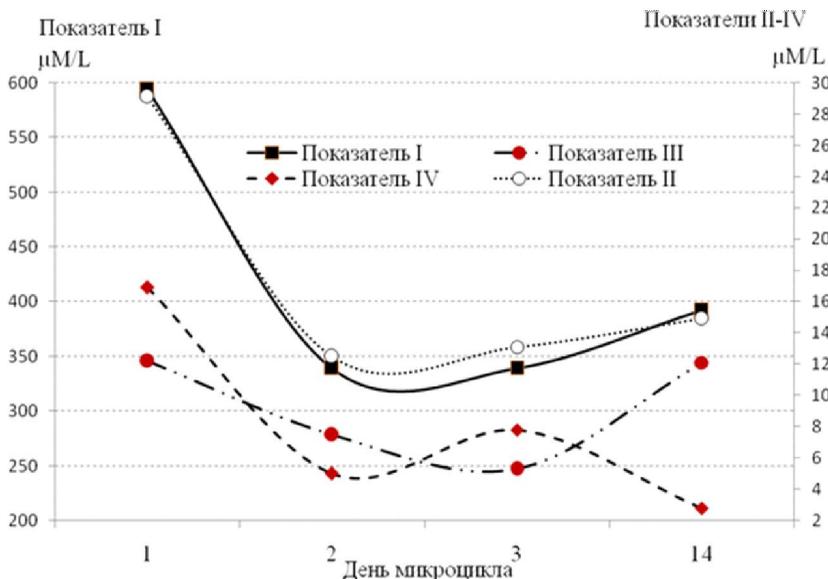
Рисунок 2. Влияние степени гиповитаминоза D на значения METS-IR у подростков (\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  по сравнению с группой с нормальным уровнем 25(OH)D).

Сведения об опубликовании:

Kanewa A.M., Potolitsyna N.N., Wojko E.R. Association of serum 25-hydroxyvitamin D with metabolic disturbances in adolescents // Am. J. Hum. Biol. 2022, 34 (12): e23802. doi: 10.1002/ajhb.23802 (WOS Q1)

Показатели свободнорадикального процесса являются перспективными маркерами оценки функционального состояния и выносливости высококвалифицированных спортсменов зимних

циклических видов спорта в динамике микроцикла при интенсивных физических нагрузках. (ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, к.б.н. Паришуква О.И., к.б.н. Вахнина Н.А., д.м.н. Бойко Е.Р.)



*Рисунок 3.* Динамика показателей процесса свободнорадикального окисления в крови серебряного призера олимпийских игр во время микроцикла «олимпийская неделя» при подготовке к XXIV Зимним Олимпийским играм (2022, Пекин).

*Сведения об опубликовании:*

*Паришуква О.И., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Особенности метаболического обеспечения физической работоспособности у высококвалифицированных лыжников-гонщиков разной спортивной квалификации при физической нагрузке максимальной мощности // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. – С. 147-153.*

С помощью ультразвукового метода установлено, что время систолического кровотока в корне легочной артерии у лыжников-гонщиков высокой квалификации в зимнее время (в декабре) больше

чем летом (в июле):  $371 \pm 27$  против  $345 \pm 27$  мс соответственно ( $p < 0,05$ ). Таким образом, у элитных лыжников-гонщиков имеет место функциональная адаптация правых отделов сердца к холоду. (**ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, д.м.н. Дерновой Б.Ф., д.б.н. Прошева В.И.**)

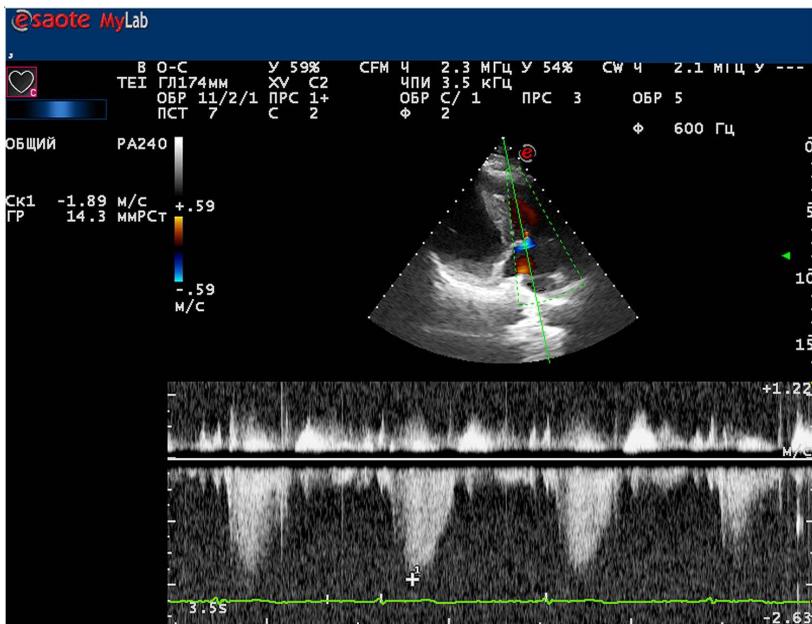


Рисунок 4. Двумерное и непрерывно-волновое доплеровское исследование сердца у элитного лыжника-гонщика

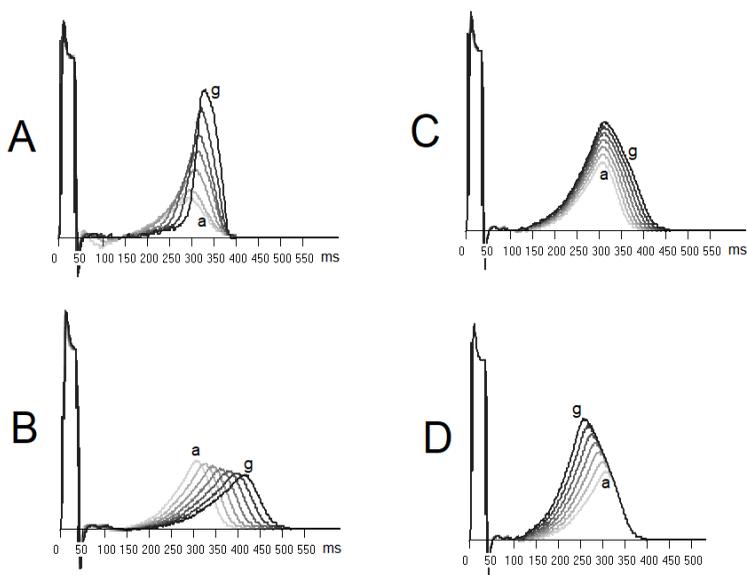
Сведения об опубликовании:

*Dernovoj B., Prosheva V. Seasonal variation of right heart function in elite skiers-racers: an echocardiographic study // Eur. J. Appl. Physiol. 2022, 122 (5): 1261–1268. doi: 10.1007/s00421-022-04907-5 (WOS Q2)*

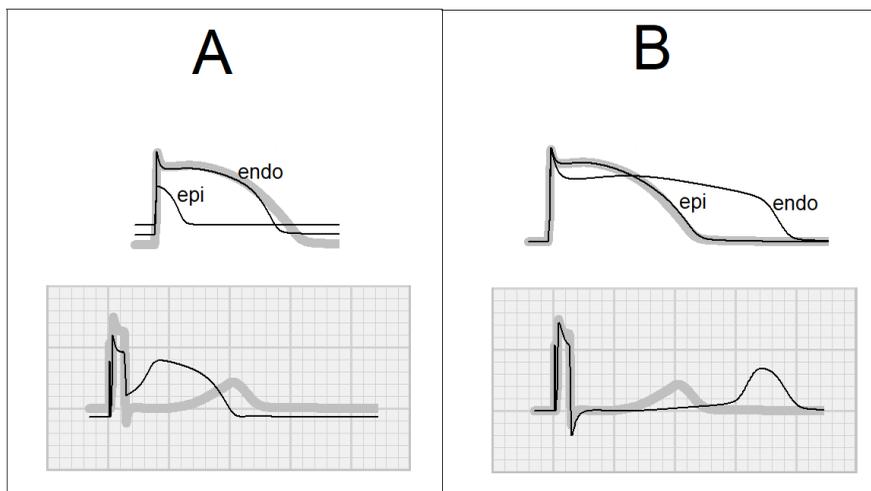
## РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ Результаты работ по темам плана НИР

**Тема: «Механизм формирования электрической неоднородности на разных уровнях организации сердца» (Рег. № НИОКТР 122040100036-3, 2022–2026 гг., научный руководитель – д.б.н. Азаров Я.Э.).**

В рамках моделирования изучен индивидуальный и комбинированный вклад трех факторов, влияющих на симметрию Т-волны – длительности потенциалов действия (ДПД), дисперсии реполяризации (ДР) и крутизны потенциалов действия (ПД) желудочковых кардиомиоцитов. Моделирование показало, что Т-волна становится более симметричной в результате укорочения ДПД, увеличения ДР или увеличения крутизны ПД; соответственно, определение причины появления Т-волн с измененной симметрией требует анализа всех этих факторов.



*Рисунок 5.* Моделирование индивидуального вклада электрофизиологических параметров в симметрию Т-волны. А- влияние крутизны потенциалов действия желудочковых кардиомиоцитов (а – наиболее пологие ПД , g – наиболее «крутые» ПД). В - влияние длительности потенциалов действия (а – наиболее короткие ПД , g – наиболее длинные ПД). С - влияние увеличения дисперсии реполяризации за счет удлинения наиболее длинных ПД. Д - влияние увеличения дисперсии реполяризации за счет укорочения наиболее коротких ПД.



*Рисунок 6.* Моделирование комбинированного вклада электрофизиологических параметров в симметрию Т-волны. А - сценарий ишемии: существенное укорочение эпикардиальных ПД, сопровождаемое увеличением их крутизны, а также увеличением ДР; все эти факторы способствуют увеличению амплитуды Т-волны и уменьшению коэффициента симметрии, определяемого как отношение восходящей части Т-волны к нисходящей. В - сценарий LQT3: ДПД и ДР были значительно увеличены из-за существенного удлинения эндокардиальных ПД, крутизна эндокардиальных ПД также увеличивалась.

Удлинение ПД связано с более асимметричными Т-волнами, как это было показано в модели (рис. 5). В то же время, увеличенная ДР и более крутая форма ПД имеют противоположный эффект (рис. 6). В результате, эффект увеличения ДР и крутизны ПД превысил эффект удлинения ПД, что выразилось в более высокой и симметричной Т-волне, характерной для LQT3. *(Д.б.н. Артеева Н.А., Комаров И.А.)*

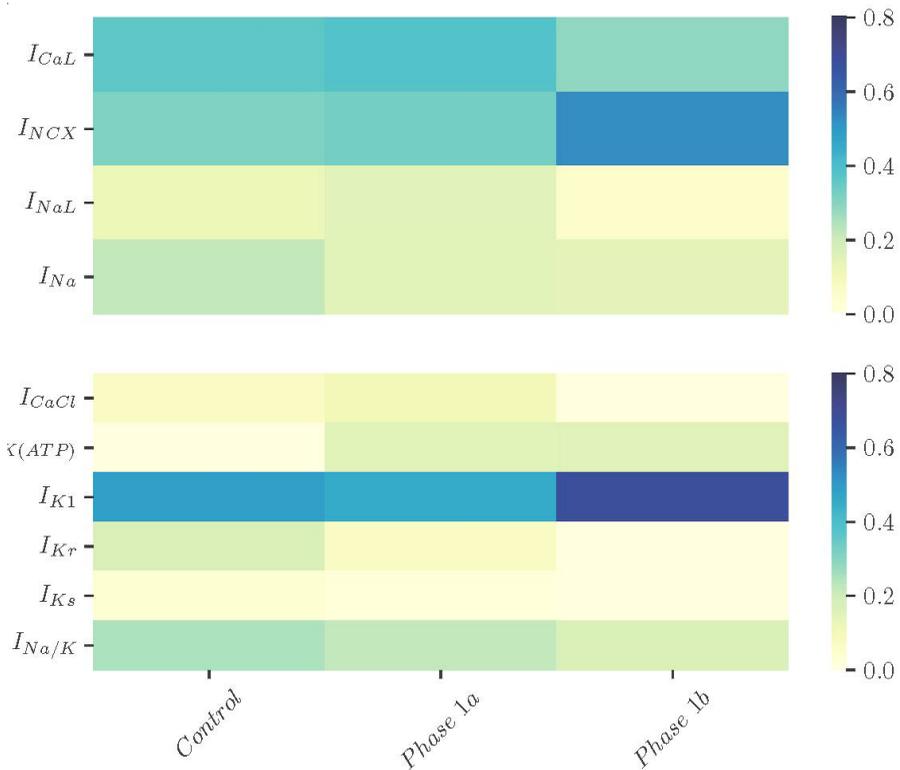
Разработана биофизически детализированная бидоменная вычислительная модель желудочков свиньи. Смоделированы эпизоды ишемии, соответствующие возникновению ранних (5 мин.) и поздних (30 мин.) аритмий после окклюзии левой нисходящей коронарной артерии, получены их электрокардиографические отображения. Установлены ассоциации между электрокардиографическими отображениями и процессами на тканевом и клеточном уровнях.

Возникновение ранних аритмий может быть детерминировано локальными структурными аномалиями, обусловленными существенной разницей в экспрессиях  $I_{Ca(Cl)}$ ,  $I_{NaL}$ ,  $I_{K(ATP)}$  и взаимодействиями последних как в зоне ядра ишемии, так и в пограничной области, в то время как в возникновении поздних аритмий решающую роль может иметь дисперсия длительностей потенциалов действия и эффективных рефрактерных периодов между слоями миокарда в ишемической области (табл. 1 и на рис. 7).

*Таблица 1*

Дисперсии потенциала покоя ( $AP_{rest}$ ), длительностей ПД (APD), эффективных рефрактерных периодов (ERP) внутри ядра зоны ишемии (ICZ), пограничной зоны (BZ) и разница между ними (Diff) в фазы 1a (синий цвет) и 1b (красный цвет). Индуцируемость желудочковых аритмий обеспечивается увеличением локальных длительностей ПД и дисперсией эффективных рефрактерных периодов, на которые влияет доступность натриевых каналов, которая в свою очередь зависит от внеклеточной концентрации калия.

	$\sigma AP_{rest}$ , mV		$\sigma APD$ , ms		$\sigma ERP$ , ms	
ICZ	7	14	62	93	40	86
BZ	4	60	33	63	37	74
Diff	13	85	111	157	93	130



*Рисунок 7.* На рисунке отображён нормализованный заряд входящих и выходящих токов при нормальных условиях и в условиях возникновения ранних (фаза 1a) и поздних (фаза 1b) аритмий. В случае фазы 1a плотность  $I_{Ca(Cl)}$  увеличена и его распределение в ишемизированном регионе гомогенно; заряд  $I_{NaL}$  увеличен, но имеет региональную зависимость; плотность  $I_{K(ATP)}$  также регионально зависима. Аритмогенный субстрат формируется за счёт повышенной степени неоднородности в зоне ишемии. В миокарде, состояние которого соответствует фазе 1b, региональных градиентов плотностей тока не было замечено.

На ранее разработанной биофизически-детализированной модели потенциала действия желудочковых кардиомиоцитов свиньи показана роль фармакологического агента-активатора  $I_{K(ATP)}$  и агента-блокатора  $I_{NaL}$ . Показано, что Агент-активатор  $I_{K(ATP)}$  оказывает более сильное влияние на длительность ПД, а активность выбранных фармакологических агентов зависит от частоты стимуляции.

Была проверена гипотеза о том, что существуют такие изменения в ЭКГ-отображении, которые по отдельности могут характеризовать отличия, ассоциирующиеся с возникновением ранних и поздних аритмий. Для проверки этой гипотезы посредством фармакологических агентов были модифицированы свойства пограничной области ишемизированного миокарда.

Таблица 2

Отображение электрофизиологических характеристик ядра зоны ишемии (ICZ), пограничной зоны (BZ) и разницы между ними (Diff) в условиях фазы 1a (a) и фазы 1b (b) соответственно. Дисперсии этих величин вдоль данного слоя миокарда невелики, однако разница дисперсий между слоями миокарда оказывается существенной. Оба фармакологических агента, в целом, приводят к снижению дисперсии этих величин. Однако, активатор  $I_{K(ATP)}$  не предотвращает возникновения аритмического эпизода, ассоциированного с фазой 1b.

Зелёный цвет соответствует блокатору  $I_{NaL}$ , фиолетовый - активатору  $I_{K(ATP)}$ . Стрелки «вверх» и «вниз» показывают направление воздействия относительно контрольного значения величины.

	$\sigma AP_{rest}$ , mV		$\sigma APD$ , ms		$\sigma ERP$ , ms	
ICZ	5 ↓	6 ↓	15 ↓	30 ↓	22 ↓	26 ↓
BZ	6 ↑	6 ↑	17 ↓	48 ↑	22 ↓	28 ↓
Diff	7 ↓	9 ↓	28 ↓	68 ↓	69 ↓	75 ↓

(a) Phase 1a.

	$\sigma AP_{rest}$ , mV		$\sigma APD$ , ms		$\sigma ERP$ , ms	
ICZ	13 ↓	17 ↑	46 ↓	52 ↓	20 ↓	100 ↑
BZ	13 ↓	12 ↓	52 ↓	30 ↓	40 ↓	120 ↑
Diff	17 ↓	22 ↓	137 ↓	130 ↓	80 ↓	140 ↑

(b) Phase 1b.

На основе предыдущих результатов, полученных на популяции желудочковых кардиомиоцитов свиньи, в качестве фармакологических агентов были выбраны агент-активатор  $I_{K(ATP)}$  и агент-блокатор  $I_{NaL}$ . На основе ЭКГ-отображений (рис. 8) и организации электрофизиологических свойств в ишемической зоне (табл. 1) показано, что детерминантой ранних аритмий может быть пролонгация QT; в случае поздних аритмий более весомое значение может иметь элевация/депрессия ST; вариации рефрактерности и длительности

потенциалов действия имеют критическое значение в инициации аритмий, особенно поздних. (Комаров И.А.)

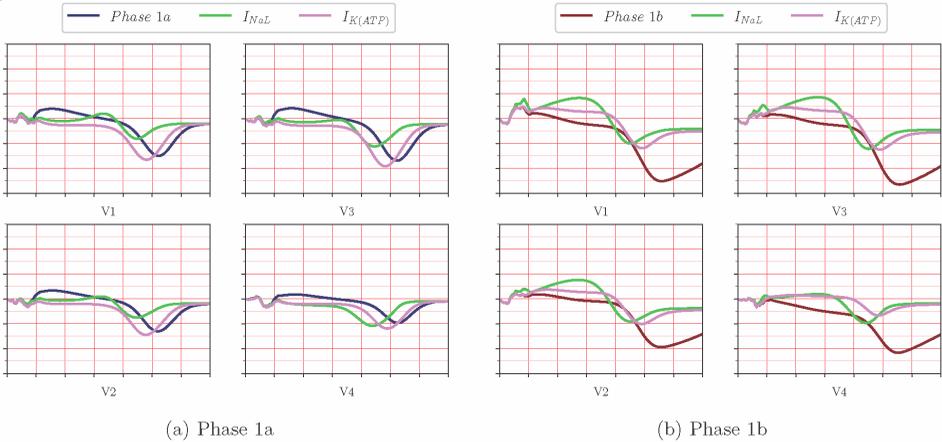
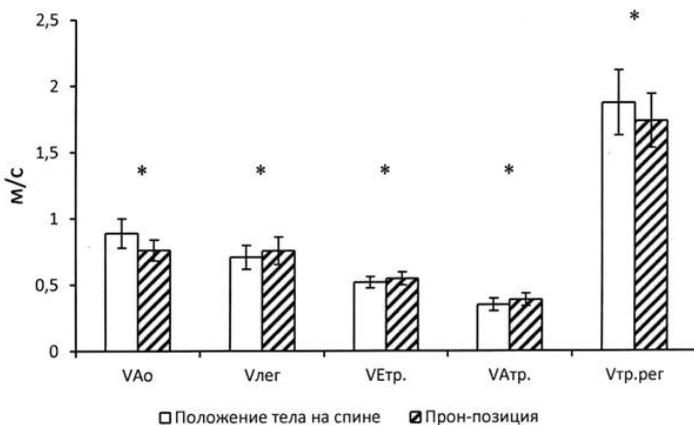


Рисунок 8. На каждой панели изображено четыре ЭКГ, где различия, связанные с фазами 1a и 1b, наиболее выражены. При контрольных условиях наблюдаются увеличенный QT, элевация/депрессия ST, уширение, углубление, инверсия T-волны. (a) и (b) представляет ответ миокарда на введение блокатора  $I_{NaL}$  и активатора  $I_{K(ATP)}$  во время фазы 1a и фазы 1b соответственно. Действие обоих агентов приводит к укорочению QT и восстановлению ST.

Изучена внутрисердечная гемодинамика у здоровых мужчин в положении лежа на спине и в прон-позиции. В эхокардиографическое исследование были включены 14 практически здоровых мужчин, средний возраст 38 лет. Установлено, что скорость систолического потока крови в аорту, выбрасываемой ЛЖ через аортальный клапан (VAo), уменьшилась с  $0,88 \pm 0,11$  м/с в положении лежа на спине до  $0,76 \pm 0,08$  м/с в прон-позиции ( $p < 0,05$ ) (рис. 9).

Снижение VAo, по-видимому, обусловлено, с одной стороны, депонированием части крови в сосудах легких, а с другой стороны — снижением насосной функции ЛЖ в условиях измененной конфигурации сердца в положении лежа на животе. В положении прон-позиции скорость кровотока через трикуспидальный клапан в период раннего диастолического наполнения ПЖ ( $V_{Eтр.}$ ) возрастает с  $0,41 \pm 0,05$  до  $0,54 \pm 0,05$  м/с ( $p < 0,05$ ). Скорость систолического потока крови в предсердную систолу через трикуспидальное отверстие ( $V_{Aтр.}$ ) также увеличивается с  $0,35 \pm 0,05$  до  $0,39 \pm 0,05$  м/с.

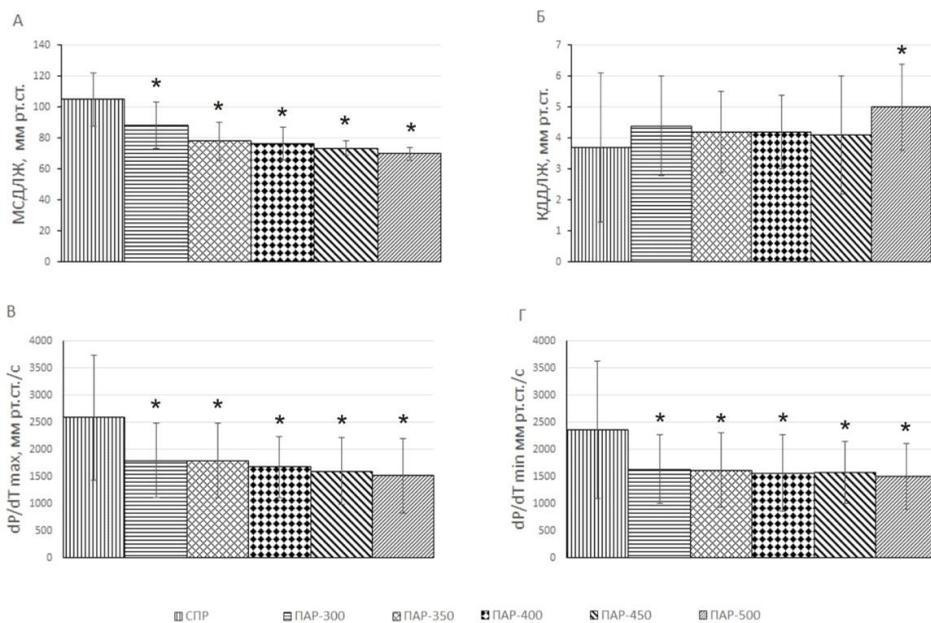


*Рисунок 9.* Гемодинамические показатели сердца в положении тела на спине и в прон-позиции (в м/с). VAo – скорость систолического потока выбрасываемой крови в аорту левым желудочком через аортальный клапан; Vлег – скорость систолического кровотока в легочной артерии; VЕтр. – скорость кровотока через трикуспидальный клапан в период раннего диастолического наполнения правого желудочка; VАтр. – скорость систолического потока крови в предсердную систолу через трикуспидальное отверстие; V тр.рег – скорость реверсивного кровотока на интактном трикуспидальном клапане. Достоверность различий параметров кардиогемодинамики в прон-позиции. \* $p < 0,05$  – по сравнению с показателями в положении тела на спине.

Предполагается, что это может быть обусловлено увеличением венозного возврата к сердцу. Увеличение скорости систолического кровотока в легочной артерии с  $0,71 \pm 0,08$  до  $0,75 \pm 0,10$  м/с ( $p < 0,05$ ), уменьшение реверсивного кровотока (VТр.рег.) с  $1,86 \pm 0,25$  до  $1,73 \pm 0,05$  м/с и снижение градиента давления реверсивного кровотока на интактном трикуспидальном клапане (Ртр.рег.) с  $14,15 \pm 3,67$  до  $12,12 \pm 2,87$  мм рт.ст. ( $p < 0,05$ ) могут указывать на уменьшение постнагрузки на миокард ПЖ. (Д.б.н. Шмаков Д.Н., д.м.н. Нужный В.П., к.б.н. Киблер Н.А.)

В опытах на анестезированных золетил-ксилазиновым наркозом крысах показано, что увеличение частоты сердечных сокращений от 300 до 500 уд/мин приводит к постепенному падению максимального

систолического давления и повышению диастолического и конечного диастолического давлений в левом желудочке сердца (рис. 10).

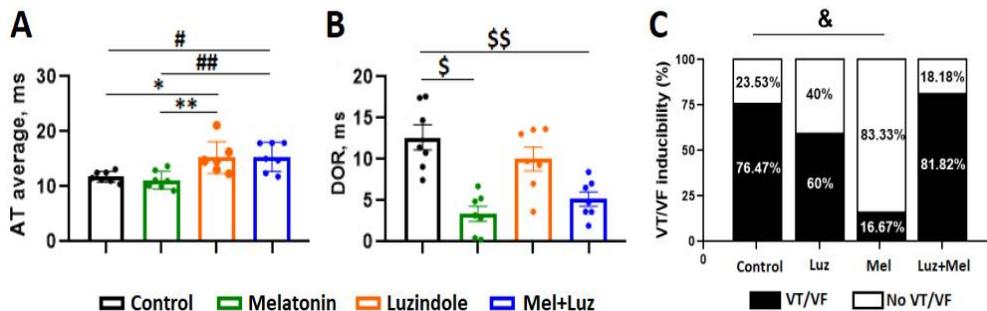


**Рисунок 10.** Гемодинамические показатели сердца крыс линии Вистар при увеличении ЧСС. А – максимальное систолическое давление в левом желудочке сердца (МСДЛЖ); Б – конечно-диастолическое давление в левом желудочке (КДДЛЖ); С – максимальная скорость прироста давления в левом желудочке ( $dP/dt_{max}$ ); Д – максимальная скорость падения давления в левом желудочке ( $dP/dt_{min}$ ). СПР – синусно-предсердный ритм ( $237 \pm 34$  уд/мин). ПАР - предсердный искусственный ритм с частотами 300, ..., 500 уд/мин, соответственно. \* $p < 0,05$  – по отношению к синусно-предсердному ритму.

Происходит снижение максимальной скорости прироста давления (извольномический индекс сократимости) и максимальной скорости падения давления (извольномический индекс расслабления. Снижение показателей сократимости и расслабления миокарда, систолического давления в желудочке и увеличение на этом фоне конечного диастолического давления при высокой ЧСС в течение продолжительного времени вероятно может инициировать развитие

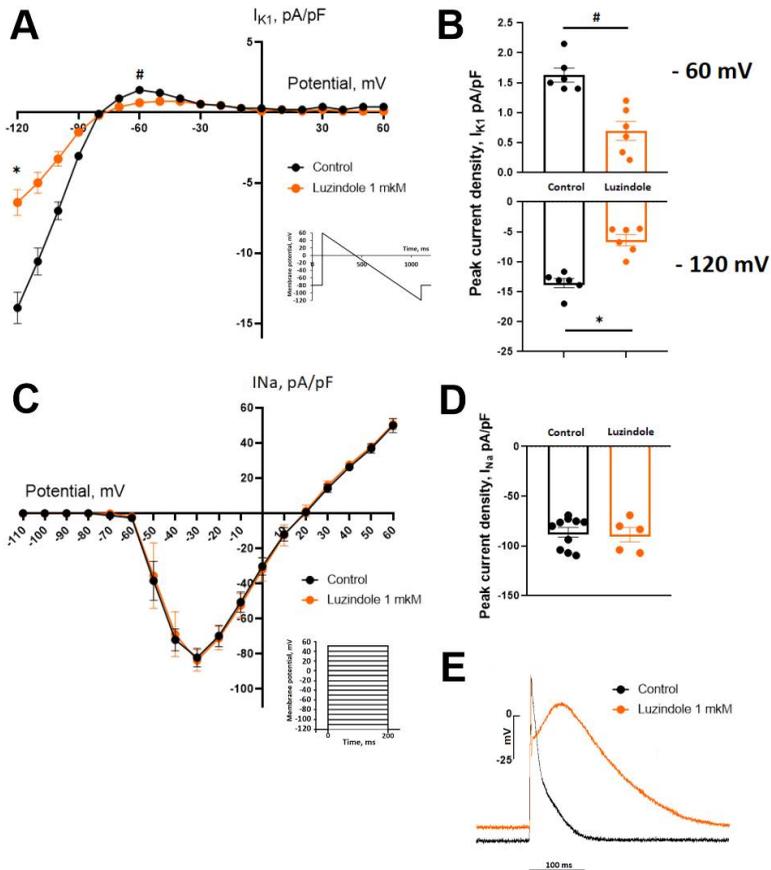
сердечной недостаточности. Данные моделирования согласуются с эпидемиологическими и клиническими исследованиями о ключевой роли высокой ЧСС в развитии заболеваний сердца. (К.б.н. Киблер Н.А., д.м.н. Нужный В.П., д.б.н. Шмаков Д.Н.)

Показано, что блокатор мелатониновых рецепторов - лузиндол не влияет на дисперсию реполяризации, но увеличивает продолжительность активации и отменяет антиаритмический эффект мелатонина (рис. 11).



*Рисунок 11.* Электрофизиологические параметры в левом желудочке при инфузии плацебо (контроль), мелатонина, лузиндола и комбинации мелатонин/лузиндол перед реперфузией. Гистограммы отображают среднее время активации (AT) при реперфузии (панель А, \*  $p = 0,017$ , \*\*  $p = 0,005$ , #  $p = 0,013$  и ##  $p = 0,004$ ) и дисперсию реполяризации при реперфузии (панель В, \$  $p < 0,0001$ , \$\$  $p = 0,0006$ ). Данные представлены как среднее  $\pm$  SEM, оценивали при помощи однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. На панели С показано процентное соотношение желудочковых тахикардий в разных группах (&  $p = 0,0015$ ), оценивали при помощи хи-теста.

Лузиндол достоверно снижает амплитуду IK1 с  $1,63 \pm 0,12$  до  $0,69 \pm 0,16$  пА/пФ ( $p = 0,0002$ ) и с  $-13,94 \pm 1,11$  пА/пФ до  $-6,41 \pm 0,92$  ( $p < 0,0001$ ) пА/пФ при  $-60$  и  $-120$  мВ соответственно. Добавление мелатонина к раствору, содержащему лузиндол, частично устраняет эффект лузиндола. Лузиндол снижает RMP с  $73 \pm 2$  мВ до  $-63 \pm 2$  мВ ( $p = 0,008$ ) и вызывает увеличение APD100 со  $136 \pm 18$  мс до  $288 \pm 32$  мс ( $p = 0,008$ ). Добавление мелатонина к раствору, содержащему лузиндол, частично восстанавливает RMP и APD100. Применение мелатонина и лузиндола не влияет на ток  $I_{Na}$  в кардиомиоцитах крыс (рис. 12).

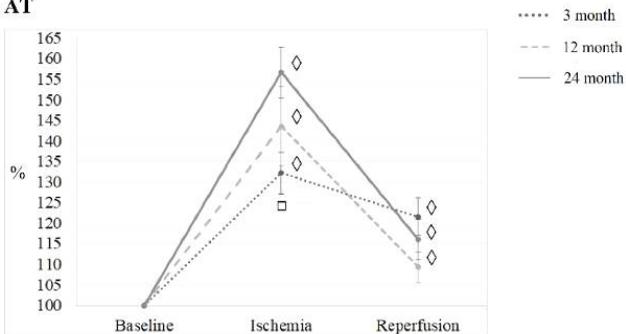
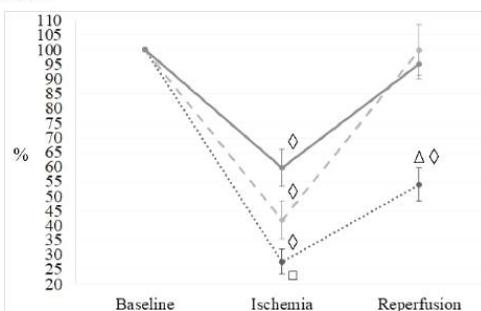
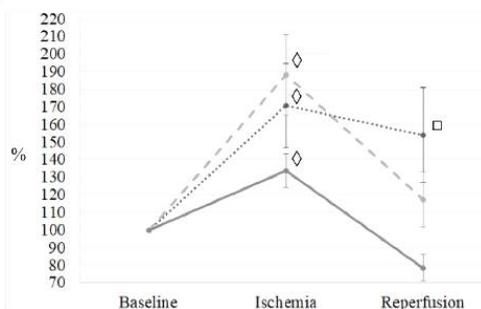


**Рисунок 12.** Пэтч-клемп исследования ионных токов  $I_{K1}$  (панели А и В) и  $I_{Na}$  (панели С и D) в контрольных кардиомиоцитах, с применением лузиндола, мелатонина и комбинации мелатонин/лузиндол. Панель А и В. Лузиндол вызывал снижение тока  $I_{K1}$  (\*  $p < 0,0001$  по сравнению с контролем при -60 мВ; \*\*  $p = 0,0002$  по сравнению с контролем при -120 мВ). Комбинация мелатонин/лузиндол также снижала ток  $I_{K1}$  (#  $p = 0,0002$  по сравнению с контролем при -60 мВ, ##  $p = 0,0003$  по сравнению с контролем при -120 мВ) в кардиомиоцитах крыс. Панель С и D. Отсутствует влияние лузиндола и мелатонина на ток  $I_{Na}$ . Влияние лузиндола на потенциал действия в режиме фиксации тока (панель Е). Лузиндол снижал RMP с  $-73 \pm 2$  мВ до  $-63 \pm 2$  мВ ( $p = 0,008$ ) и вызывал увеличение APD100 со  $136 \pm 18$  мс до  $288 \pm 32$  мс ( $p = 0,008$ ). Тест Манна-Уитни. (К.б.н. Гонотков М.А., Дуркина А.В., к.м.н. Берникова О.Г., д.б.н. Азаров Я.Э.)

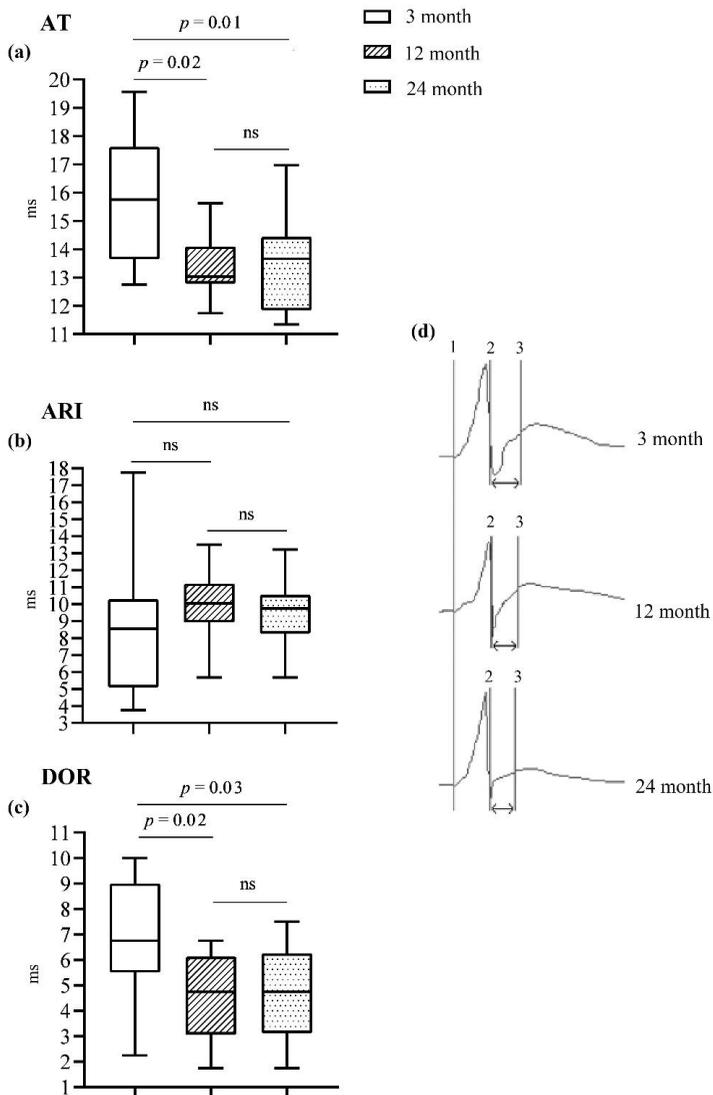
Таким образом, однократное введение мелатонина оказывает антиаритмическое действие, опосредованное ускорением проведения возбуждения активации. Блокада рецепторов MT1/MT2 лузиндолом не влияла на INa, но приводила к подавлению IK1 и деполяризации RMP. Эти эффекты могут снижать доступность натриевых каналов и лежать в основе наблюдаемого лузиндол-зависимого замедления скорости проведения. Полученные данные подтверждают значение рецептор-зависимого сигнального пути мелатонина в реализации антиаритмических эффектов мелатонина. *(Дуркина А.В., к.м.н. Берникова О.Г., к.б.н. Гонотков М.А., д.б.н. Азаров Я.Э.)*

У 24-месячных крыс были выявлены более короткие исходные эпикардиальные АТ (время активации) и АRI (интервалы активация-реполяризации) ( $p < 0,05$ ), более выраженная степень задержки активации и меньшее укорочение АRI при ишемии ( $p < 0,05$ ) и более полное восстановление АRI при реперфузии ( $p < 0.001$ ; по сравнению с 3-месячными животными) (рис. 13).

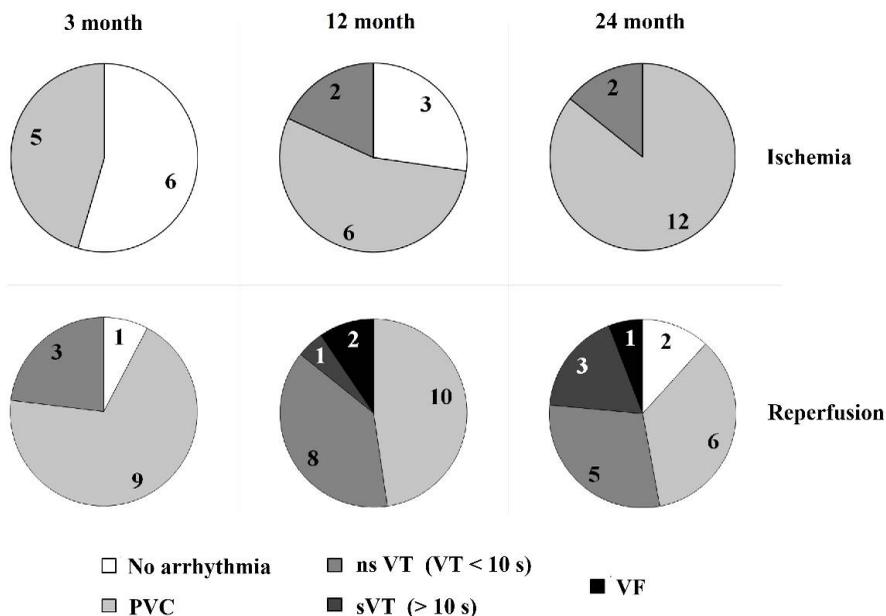
При реперфузии абсолютные значения АТ и DOR (дисперсии реполяризации) были ниже у животных старого и среднего возраста по сравнению с молодыми крысами ( $p < 0,05$ ); однако абсолютные значения длительности АRI между группами не различались (рис. 14). Частота жизнеугрожающих аритмий была одинаковой во всех возрастных группах, при этом тяжесть аритмий была больше у старых животных (рис. 15).

**(a) AT****(b) ARI****(c) DOR**

**Рисунок 13.** Динамика основных электрофизиологических показателей в условиях ишемии и реперфузии у 3-, 12- и 24-месячных крыс. Данные представлены в виде процентных изменений по отношению к исходным значениям (100%). % –  $p < 0,05$  по сравнению с исходными значениями. “ –  $p < 0.001$  по сравнению с 12 и 24 м. % –  $p = 0.04$  по сравнению с 24-месячными крысами.



*Рисунок 14.* Электрофизиологические характеристики миокарда 3-, 12- и 24-месячных крыс при реперфузии. а) время активации (AT); (б) интервалы активации-реполяризации (ARI); в) дисперсия реполяризации (DOR); (г) Репрезентативные эпикардальные электрограммы зоны ишемии при реперфузии; вертикальные маркеры (слева направо) обозначают моменты начала QRS, AT и RT.



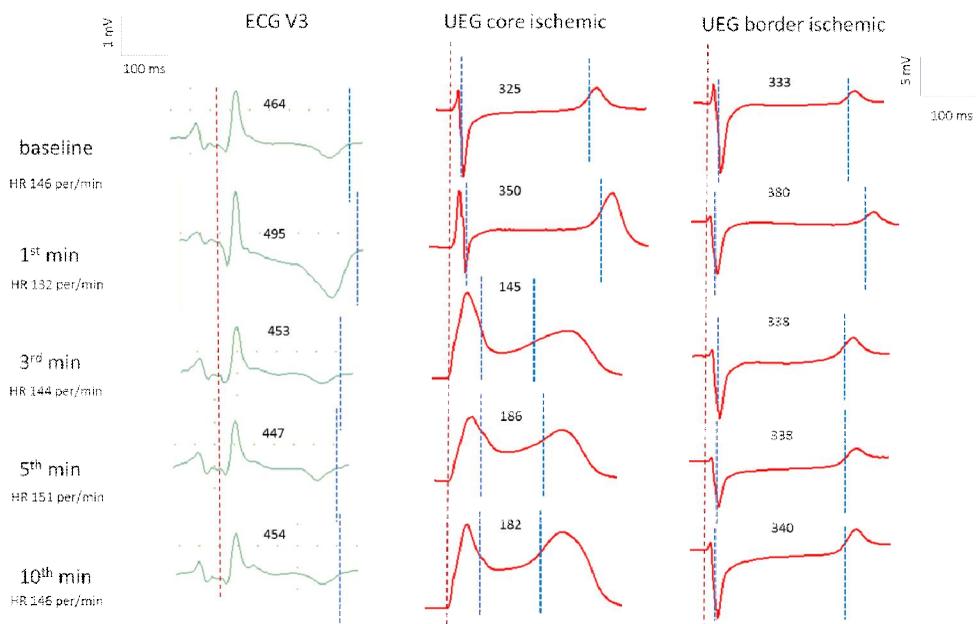
*Рисунок 15.* Встречаемость различных типов аритмий у 3-, 12- и 24-месячных крыс при ишемии и реперфузии. PVC– преждевременные сокращения желудочков; nsVT– неустойчивая желудочковая тахикардия; sVT – устойчивая желудочковая тахикардия; VF – фибрилляция желудочков.

Таким образом, выявлены возрастные различия в чувствительности миокарда к ишемии/реперфузии. Старые животные были более восприимчивы к неблагоприятным изменениям в отношении распространения активации и более устойчивы в отношении характеристик реполяризации по сравнению с молодыми и взрослыми животными. (К.м.н. Берникова О.Г., Дуркина А.В., Миннебаева Е.В., д.б.н. Азаров Я.Э.)

В начальный период ишемии у 11 из 18 свиней наблюдалось удлинение ARIC > 10 мс максимумом на 1 и/или 2,5 мин коронарной окклюзии (8 и 6 случаев, соответственно). Максимальный ARIC, зарегистрированный во всех эпикардальных хотведениях был связан с развитием ФЖ (ОШ 1,024, 95% ДИ 1,003-1,046,  $p = 0,025$ ) и

максимальным QTc (В 0,562, 95% ДИ 0,346-0,775,  $p < 0,001$ ) в логистическом и линейном регрессионном анализе соответственно. Возникновение ФЖ в ранней фазе ишемии (1А) была связана с максимальным QTc на 2,5 мин окклюзии при анализе ROC кривой (AUC 0,867,  $p = 0,028$ ) с оптимальным порогом 456 мс (чувствительность 1,00, специфичность 0,778). Свиньи, имеющие максимальный интервал QTc на 2,5 мин больше и меньше 456 мс, значительно различались по частоте ФЖ фазы 1А в анализе выживаемости Каплана-Майера (лог-ранг  $p = 0,007$ ). В условиях экспериментальной коронарной окклюзии транзиторное удлинение реполяризации в начальный период острой ишемии выражалась в удлинении максимального интервала QTc на поверхностной ЭКГ и являлась проаритмическим фактором, не зависящим от DOR и задержки АТ. Чаще всего, такое удлинение реполяризации обнаруживалось в пограничной зоне ишемии за пределами области с наиболее выраженными электрофизиологическими изменениями.

В условиях экспериментальной коронарной окклюзии транзиторное удлинение реполяризации в начальный период острой ишемии выражалась в удлинении максимального интервала QTc на поверхностной ЭКГ и являлась проаритмическим фактором, не зависящим от DOR и задержки АТ. Чаще всего, такое удлинение реполяризации обнаруживалось в пограничной зоне ишемии за пределами области с наиболее выраженными электрофизиологическими изменениями (рис. 16). *(К.м.н. Берникова О.Г., к.б.н. Цветкова А.С., к.б.н. Гонотков М.А., к.м.н. Овечкин А.О., д.б.н. Азаров Я.Э.)*



*Рисунок 16.* Репрезентативные электрокардиограммы (отведение ЭКГ V3) и эпикардиальные униполярные электрограммы (UEG), зарегистрированные в центральной и пограничной зонах ишемии у одной и той же свиньи в один и тот же момент времени. Вертикальные пунктирные линии указывают границы интервала QT на ЭКГ и границы ARI на UEG. В каждом UEG левая и правая пунктирные линии обозначают AT и RT соответственно. Индивидуальные значения интервалов ARI и QT представлены над кривыми. См. удлинение интервала QT на 1-й мин, связанное с удлинением ARI в пограничной зоне.

Изучалась частота встречаемости фибрилляции желудочков (ФЖ) при моделировании острой ишемии / реперфузии левого желудочка с помощью перевязки передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии. ФЖ развивалась у всех животных в первые минуты реперфузии миокарда. Частота ФЖ в изучаемых группах составила: 29% в контрольной группе, 44% в первой группе животных с СД и 7% во второй группе с СД. Разница в частоте встречаемости ФЖ между первой и второй группами животных с СД достигла статистической значимости ( $p=0.018$ ). Общие показатели электрофизиологического

ремоделирования миокарда желудочков в обеих группах животных с СД были однотипны (табл. 3), увеличивалось среднее время активации (ATmed) и окончания реполяризации (RTmed) миокарда обоих желудочков.

*Таблица 3*

Электрофизиологические показатели времени активации и окончания реполяризации в изучаемых группах.

Группа/показатель	ATLVmed, ms	RTLVMed, ms	ATRVmed, ms	RTRVmed, ms
Контрольная (n=24)	10.8 (9.6-12.5)	20.6 (17.6-23.7)	11.3 (9.8-12.6)	20.8 (17.9-25.1)
СД 1 группа (n=18)	13.2 (10.7-14.4)	30.6 (21.9-36.2)	14.7* (13.1-15.7)	31.6 (21.1-36.4)
СД 2 группа (n=14)	12.2 (11.6-13.6)	43.4 (19.4-46.6)	10.7** (10.0-11.4)	30.4 (19.3-42.5)
P (критерий Крускала-Уоллисса)	0.029	0.033	0.011 *p=0.016 **p=0.6	0.03

**Примечание:** \*,\*\* - сравнение с контролем первой и второй групп с СД, соответственно (критерий Манна-Уитни).

Среднее время активации правого желудочка во второй группе животных с СД не отличалось от контроля, кроме того, формировалась инверсия межжелудочкового градиента АТ по отношению к группе с меньшей длительностью СД (рис. 17).

При оценке скорости проведения по правому и левому желудочку было выявлено уменьшение максимальной (CVmax) и минимальной скорости (CVmin) проведения в обеих группах животных с СД, как в левом так и в правом желудочке (табл. 4).

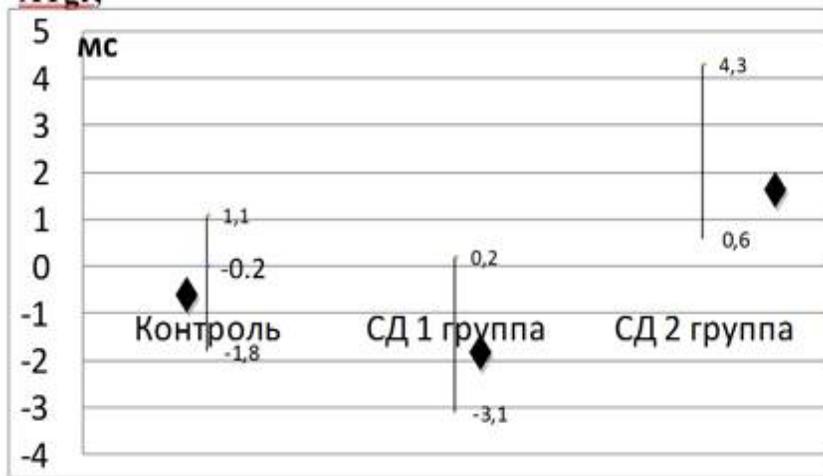
**ATgr,**

Рисунок 17. Межжелудочковый градиент времени активации (АТ, мс) в группах изучаемых животных.

Таблица 4

Скорость проведения импульса по правому и левому желудочкам в изучаемых группах.

Группа/ скорость, м/сек	CVLVmax	CVLVmin	CVRVmax	CVRVmin
Контрольная	0.56 (0.5-0.63)	0.38 (0.31-0.46)	0.66 <sup>†</sup> (0.57-0.7)	0.5 <sup>†</sup> (0.4-0.55)
СД 1 группа	0.35 (0.3-0.38)	0.28 (0.21-0.31)	0.50 <sup>†</sup> (0.33-0.53)	0.34 <sup>†</sup> (0.3-0.45)
СД 2 группа	0.38 (0.36-0.44)	0.30 (0.28-0.34)	0.45 (0.42-0.53)	0.34 (0.3-0.39)
Р	*0.001 **0.001	*0.03 **0.006	*0.01 **0.01	*0.01 **0.01

**Примечание:** \*,\*\* сравнение первой и второй группы СД с контролем, соответственно (one-way ANOVA). <sup>†</sup>  $p < 0,05$  при сравнении аналогичным показателем левого желудочка (межжелудочковая разница).

Однако, необходимо отметить, что межжелудочковый градиент максимальной и минимальной скорости проведения, имевший место в

контроле и в первой группе животных с СД (меньший стаж), исчезал в группе животных с более длительным диабетом (табл.2). Что может быть вероятной причиной более редкой встречаемости реперфузионной ФЖ в этой группе животных.

При исследовании натриевого тока ( $I_{Na}$ ) изолированных кардиомиоцитов методом patch-clamp, выявлено значимое снижение этого тока в кардиомиоцитах левого желудочка, у животных с более длительным СД (2 группа) (табл. 5).

Таблица 5

Показатели пика натриевого тока ( $I_{Na\ peak}$ ) в правом и левом желудочках в изучаемых группах.

Группа/показатель	$I_{Na\ peak\ LV}$ , pA/pF	$I_{Na\ peak\ RV}$ , pA/pF	P
Контрольная	-82.5 (-111.3; -69.0)	-94.4 (-108.3; 77.5)	нз
СД 1 группа	-86.0 (-107.2; -73.8)	-94.4 (-100.8; -77.5)	нз
СД 2 группа	-51.8* (-56.1; -39.1)	-69.6 (-73/1; -61.7)	нз
P (критерий Крускала-Уолисса)	0.001	0.08	

**Примечание:** \* -  $p < 0,05$  при сравнении с контролем

Значимое снижение  $I_{Na}$ , определяющего возбудимость миокарда у животных с более длительным экспериментальным СД, может быть ещё одним объяснением низкой встречаемости реперфузионной ФЖ в этой группе.

Таким образом, в группе животных с экспериментальным сахарным диабетом наблюдается разная встречаемость реперфузионной фибрилляции желудочков. В группе животных со стажем даибета до 37 дней она выше, чем группе со стажем более 54 дней (44% и 7%, соответственно). Причиной такого различия в частоте фибрилляции желудочков может быть отсутствие градиента в скорости проведения между желудочками и значительное подавление натриевого тока в левом желудочке у животных с более длительным течением экспериментального сахарного диабета. (К.м.н. Овечкин А.О., к.б.н.

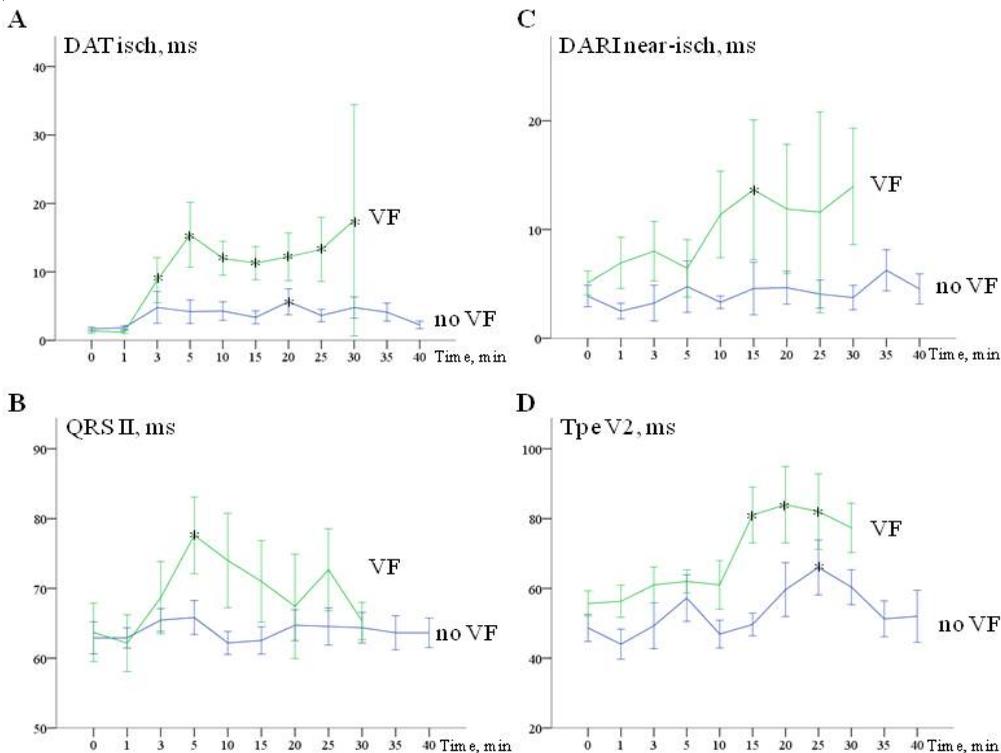
**Гонотков М.А., Седякина Е.Н., Дуркина А.В., к.б.н. Цветкова А.С., к.м.н. Берникова О.Г., д.б.н. Азаров Я.Э.)**

Для оценки связи локальных трансмуральных электрофизиологических изменений со стандартными ЭКГ-маркерами, предсказывающими возникновение фибрилляции желудочков (ФЖ) при экспериментальной острой ишемии миокарда у свиней трансмуральную дисперсию реполяризации (*DRT*) рассчитывали как

$$DRT = (RT_n - RT_{n+1})/Dx,$$

где *Dx* – расстояние между соседними (*n* и *n+1*) электродами. Аналогично рассчитывали трансмуральную дисперсию активации (*DAT*) и интервалы активации-реполяризации (*DARI*). Показано, что у животных с ФЖ отмечается локальный прирост *DAT* в зоне ишемии (верхушка левого желудочка) по сравнению с животными без ФЖ ( $11,2 \pm 11,0$  против  $4,9 \pm 6,8$  мс соответственно,  $p=0,002$ ) (рис. 18).

Изменения *DAT* в этой области во время 40-минутной окклюзии имел два пика на 5-й и 25-30-й минутах ишемии, что соответствовало ранней (1А) и задержанной (1В) фазам фибрилляции желудочков. Аналогичная динамика изменений характерна для длительности комплекса QRS во II отведении ЭКГ (рис, В). Отмечена корреляция длительности комплекса QRS II и *DAT* в зоне ишемии ( $p=0,0001$ ). Логистический регрессионный анализ показал, что локальное увеличение *DAT* [ОШ 1,077 (95% ДИ 1,021-1,136),  $p = 0,006$ ] и длительность комплекса QRS II [ОШ 1,045 (95% ДИ 1,011-1,031),  $p = 0,009$ ] являются предикторами возникновения ФЖ. Наряду с локальными изменениями активации у животных с ФЖ выявлен локальный прирост *DARI* в околоишемической зоне (основание межжелудочковой перегородки) по сравнению со свиньями без ФЖ ( $13,6 \pm 14,9$  против  $5,5 \pm 7,5$  мс соответственно,  $p=0,001$ ) (рис, С). Профиль *DARI* показывает один отсроченный пик на 15-25-й минуте ишемии, что связано с задержанной (1В) фазой фибрилляции желудочков. Аналогичная динамика изменений характерна для длительности *Тре* в отведении V2 стандартной ЭКГ (рис, D). Обнаружена корреляция продолжительности *Тре* V2 и *DARI* в зоне ишемии ( $p=0,001$ ). Логистический регрессионный анализ показал, что локальное усиление *DARI* [ОШ 1,071 (95% ДИ 1,023–1,121),  $p = 0,004$ ] и продолжительность *Тре* V2 [ОШ 1,025 (95% ДИ 1,006–1,046),  $p = 0,011$ ] также являются предикторами возникновения ФЖ.

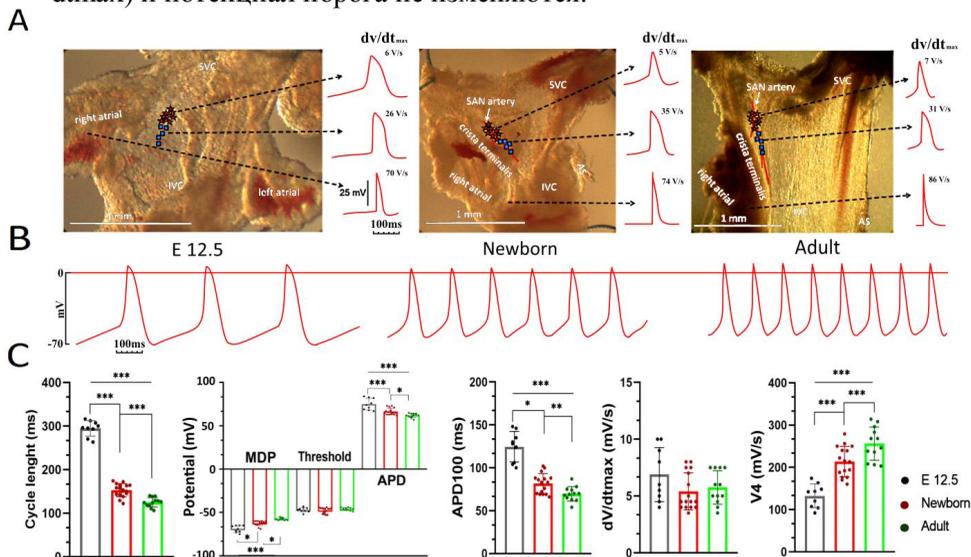


**Рисунок 18.** Изменения локальных трансмуральных свойств миокарда свиньи во время окклюзии передней нисходящей ветви левой коронарной артерии. VF – животные с фибрилляцией желудочков; no VF – животные без фибрилляции желудочков.

В многофакторном логистическом регрессионном анализе обнаружена независимая прогностическая роль DAT в области ишемии и DARI в околоишемической зоне [ОШ 1,085 (95% ДИ 1,026–1,148),  $p = 0,004$  и ОШ 1,074 (95% ДИ 1,023–1,148), 1,127),  $p=0,004$  соответственно], также как и длительностей комплексов QRS II и Trp V2 [ОШ 1,039 (95% ДИ 1,003–1,076),  $p=0,031$  и ОШ 1,021 (95% ДИ 1,001–1,042),  $p=0,045$  соответственно]. (К.б.н. Цветкова А.С., к.м.н. Берникова О.Г., к.м.н. Овечкин А.О., д.б.н. Азаров Я.Э.)

В результате микроэлектродного картирования установлено месторасположение клеток истинного водителя ритма синусно-предсердного узла (СП узла) сердца мышей на разных стадиях

онтогенеза (рис. 19). Установлено, что по мере развития эмбрионального сердца происходит укорочение длительности цикла потенциала действия (ПД) и длительности реполяризации, снижается максимальный диастолический потенциал, однако значение первой производной ( $dv/dt_{max}$ ) и потенциал порога не изменяются.



**Рисунок 19.** А. Фотографии препаратов изолированного синусно-предсердного узла эмбрионов (E12,5), новорожденных (1–2 дня) и взрослых мышей (9–10 недель). Красные звезды – клетки истинного водителя ритма, синие квадраты – скрытый водитель ритма. SVC-верхняя полая вена; IVC- нижняя полая вена; AS – межпредсердная перегородка; В. Типичные записи трансмембранных потенциалов действия у эмбрионов, новорожденных и взрослых особей мыши; С. Гистограммы, описывающие изменения в электрофизиологических параметрах потенциалов действия клеток истинного водителя ритма в онтогенезе.

С помощью специфических ингибиторов (ивабрадин, рианодин) оценен вклад механизмов «мембранных часов» и «кальциевых часов» в генерацию ПД клеток истинного водителя ритма СП узла на разных стадиях онтогенеза. Установлено, что ингибирующий эффект ивабрадина (3 мкМ) на генерацию ПД ослабевает по мере взросления мыши. У эмбрионов рианодин (3 мкМ) вызывал аритмии (рис. 20, А),

тогда как у новорожденных животных отмечалось замедление частоты генерации ПД на 32%. Нарушение в генерации ПД у этой группы вызывалось дополнительным добавлением в солевой раствор ивабрадина (рис. 20, В). У взрослых животных экспозиция рианодина (3 мкМ) привела к нарушению нормальной генерации ПД и замене её на колебания малой амплитуды (рис. 20, С).

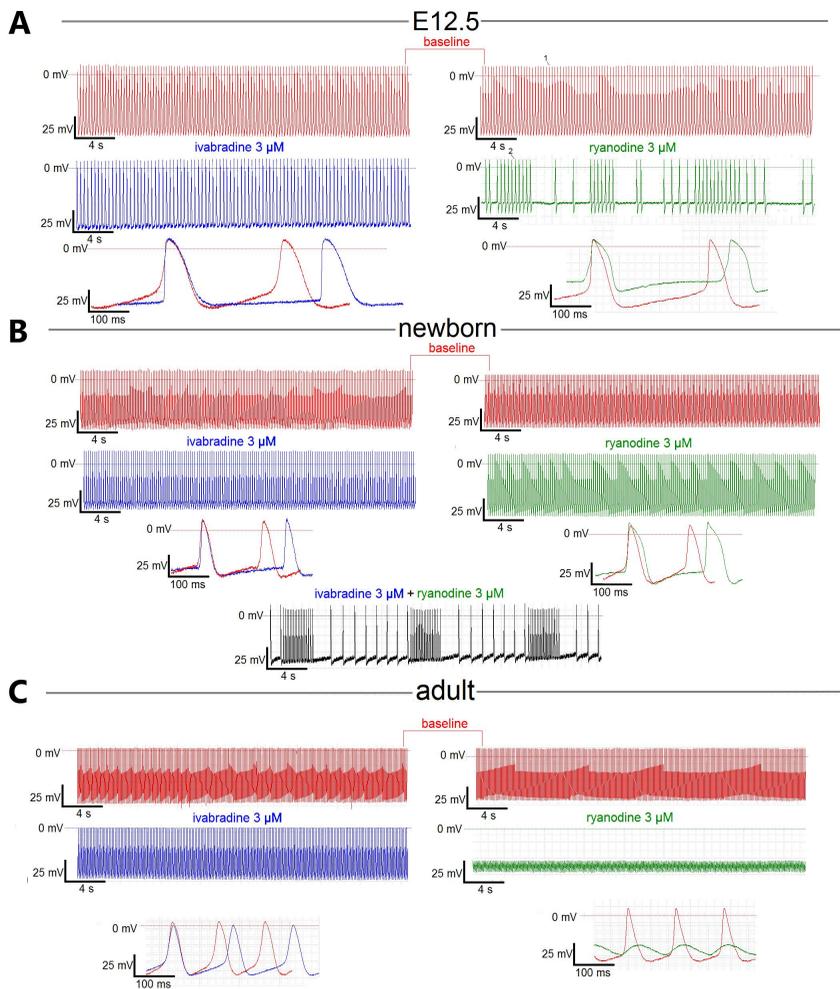


Рисунок 20. Эффекты ивабрадина и рианодина на генерацию потенциалов действия пейсмекерных клеток эмбрионов (А, В) и новорожденных (С) мышей.

Таким образом, роль механизма «мембранных часов» в генерации ПД клеток истинного водителя ритма снижается по мере развития, тогда как механизм «кальциевых часов» критически важен на всех этапах онтогенеза. (К.б.н. Гонотков М.А., Фурман А.А., к.б.н. Лебедева Е.А.)

На основе фармакологического анализа и изменения конфигурации потенциалов действия был оценен вклад быстрого  $\text{Na}^+$ -тока ( $I_{\text{Na}}$ ) в генерацию электрической активности у клеток правого предсердия 10-дневного куриного эмбриона (НН36), рис. 21. Для этого была проведена серия экспериментов с лидокаином (50–500 мкМ) – специфическим блокатором  $\text{Nav}1.5$  каналов. Установлено, что лидокаин дозозависимо замедлял частоту спонтанных сокращений потенциала действия за счет удлинения длительности фазы медленной диастолической деполяризации (фаза 4). Добавление блокатора 50 мкМ приводило к замедлению генерации потенциала действия на 15%, а дальнейшее повышение концентрации до 100 мкМ – на 40%. Это сопровождалось замедлением скорости фазы быстрой деполяризации ( $dV/dt_{\text{max}}$ ) на треть. Лидокаин 500 мкМ вызывал прекращение спонтанной активности за счет блокирование фазы 0. Это позволяет заключить, что у пейсмекерных клеток в эмбриональном сердце быстрый  $\text{Na}^+$ -ток ( $I_{\text{Na}}$ ) играет существенную роль в формировании фазы медленной диастолической деполяризации (фаза 4), а также в фазы быстрой деполяризации (фаза 0). (К.б.н. Лебедева Е.А.)

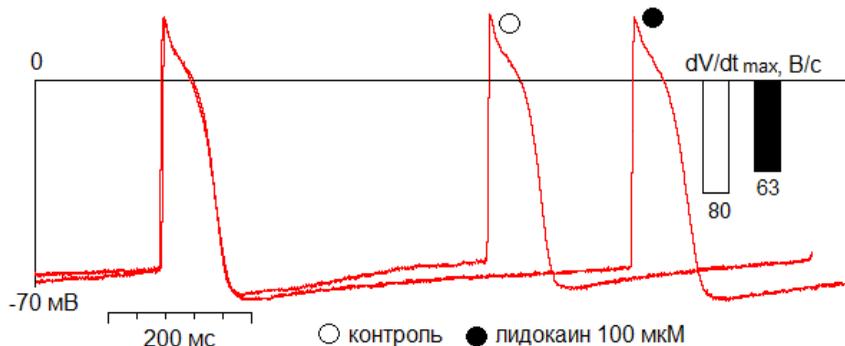


Рисунок 21. Изменение конфигурации потенциалов действия при добавлении лидокаина (100 мкМ) у клеток правого предсердия куриного эмбриона (НН36).

**Тема: «Восприятие текстуры пищи, содержащей гидроколлоиды, у людей с различным типом пищевого поведения» (Рег. № НИОКТР 122040100038-7, 2022–2026 гг., научный руководитель – д.б.н. Попов С.В.).**

*Выполненные этапы:*

1. Разработка состава и физико-химическая характеристика модельных пищевых продуктов, включающих гидроколлоиды.
2. Выявление лиц с экстернальным типом пищевого поведения и их психофизиологическая характеристика.
3. Изучение особенностей жевания, сенсорного восприятия и гедонической оценки модельных пищевых продуктов людьми с экстернальным типом пищевого поведения.

*Основные результаты, полученные в ходе выполнения проекта.*

*1. Разработка состава и физико-химическая характеристика модельных пищевых продуктов, включающих гидроколлоиды.*

Получен и охарактеризован ряд модельных пищевых гелей (МПГ) на основе агара, каррагинана, альгината и пектинов.

Модельные пищевые гели МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6 получены с помощью нагревания до 90°C и охлаждения до комнатной температуры 2, 4 и 6% раствора агара в персиковом соке с добавлением сахара 50 г/л. С помощью текстурного анализа установлено, что твердость МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6 составляет 1,1±0,0, 3,1±0,2 и 5,1±0,4 Н, соответственно; модуль Юнга – 397±38, 741±195 и 1590±287 кПа, соответственно. Пережевываемость и липкость увеличиваются с увеличением концентрации агара, использованной для получения МПГ.

Для исследования особенностей пережевывания МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6 проведена поверхностная электромиография (ЭМГ) жевательных мышц при жевании образцов до состояния удобного для глотания. В экспериментах участвовали 46 человек, обоюго пола (54% женщин) в возрасте 31,5 ± 7,6 лет. Установлено, что длительность жевания, количество жевательных движений, а также частота жевания увеличиваются при повышении твердости МПГ-А, вызванного увеличением концентрации агара. Длительность пережевывания, количество жевательных движений и частота жевания МПГ-А2 составляют 14±8 сек, 19±11 раз и 1,3±0,3 раз в сек, соответственно. Длительность пережевывания, количество жевательных движений и

частота жевания МПГ-А4 на 41, 47 и 8% выше по сравнению с МПГ-А2. Длительность пережевывания, количество жевательных движений и частота жевания МПГ-А6 на 71, 79 и 15% выше по сравнению с МПГ-А2. Обнаружено, что увеличение времени пероральной обработки, количества жевательных движений и частоты жевания сопровождается увеличением активности жевательной (*M. masseter*) и височной (*M. temporalis*) мышц. Общая активность жевательных мышц составляет  $0,48 \pm 0,31$ ,  $0,80 \pm 0,48$  и  $1,08 \pm 0,65$  мВ\*с при пережевывании МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6, соответственно.

Гедонические и вкусовые качества МПГ на основе агара оценивали по 9-ти бальной гедонической шкале и с помощью категориальной шкалы «то, что надо» (“*just about right*”, *JAR*) с привлечением 56 добровольцев обоего пола (54% женщин) в возрасте  $31,9 \pm 7,8$  лет. Общая гедоническая оценка и оценка консистенции снижаются с увеличением твердости геля, вызванного увеличением концентрации агара. Общая гедоническая оценка МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6 составляет  $5,4 \pm 1,8$ ,  $4,6 \pm 1,8$  и  $4,0 \pm 1,9$  балла, соответственно. Консистенция МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6 оценивается на  $5,2 \pm 1,7$ ,  $4,8 \pm 1,9$  и  $3,8 \pm 1,7$  балла, соответственно. Обнаружено, что количество людей, которые отмечают сладость, легкость глотания и упругость МПГ как оптимальные, уменьшается с увеличением твердости геля. При этом твердость МПГ-А4 оценивают как подходящую в самый раз, чаще, чем твердость МПГ-А2 и МПГ-А6 (23 vs. 15 и 13% людей, соответственно).

Модельные пищевые гели МПГ-А, МПГ-А-ПК0,1, МПГ-А-ПК0,4 и МПГ-А-ПК-1,6 получены с помощью нагревания до  $90^\circ\text{C}$  и охлаждения до комнатной температуры 1,5% водного раствора агара и 0, 0,1, 0,4 и 1,6% водного раствора пектина кипрея с добавлением сахара 50 г/л. С помощью текстурного анализа установлено, что твердость, эластичность, когезивность, пережевываемость и липкость образца снижается, а упругость увеличивается с увеличением концентрации пектина кипрея в МПГ-А. Установлено, что pH и водоудерживающая способность гелей снижается с увеличением концентрации пектина кипрея. С помощью реологического анализа установлено, что температура желирования МПГ-А, МПГ-А-ПК0,1, МПГ-А-ПК0,4 и МПГ-А-ПК-1,6 составляет  $39,8 \pm 1,2$ ,  $40,6 \pm 1,6$ ,  $40,1 \pm 0,9$  и  $41,0 \pm 0,8^\circ\text{C}$ , соответственно. Обнаружено, что в условиях искусственного пережаривания высвобождение пектина кипрея из

агарового геля происходит преимущественно в ротовой полости, искусственной среде тонкой и толстой кишки, тогда как в искусственной среде желудка оно минимально.

С помощью поверхностной ЭМГ (16 чел., 50% женщин,  $30,9 \pm 7,8$  лет) установлено, что длительность пережевывания, количество жевательных движений и общая активность жевательных мышц уменьшаются при снижении твердости МПГ-А, вызванного добавлением пектина кипрея. Длительность пережевывания, количество жевательных движений и общая активность жевательных мышц при пережевывании МПГ-А-ПК0,4 составляют  $12,6 \pm 8,7$  сек,  $18,7 \pm 12$  раз и  $0,59 \pm 0,29$  мВ\*с, соответственно. Длительность пережевывания, количество жевательных движений и общая активность жевательных мышц ниже на 26, 29 и 32% при пережевывании МПГ-А-ПК1,6, чем МПГ-А-ПК0,4.

Установлено, что включение 1,6% пектина кипрея снижает гедоническую оценку МПГ добровольцами. Средняя оценка консистенции и вкуса МДГ-А0,4 составляет  $5,3 \pm 1,3$  и  $5,3 \pm 1,4$  балла, соответственно, по 9-ти бальной гедонической шкале, тогда как средняя оценка консистенции и вкуса МДГ-А1,6 составляет  $5,3 \pm 2,1$  и  $4,4 \pm 2,1$  балла, соответственно.

Модельные пищевые гели МПГ-К3П3, МПГ-К3П5, МПГ-К5П3 и МПГ-К5П5 получены экструзионной трехмерной печатью с помощью пищевых чернил содержащих 3 и 5% растворы каррагинана (К), а также 3 и 5% цитрусового пектина (П) в персиковом соке. С помощью текстурного анализа установлено, что твердость и эластичность гелей увеличиваются, а когезивность снижается с увеличением концентрации каррагинана. Увеличение концентрации пектина приводит к увеличению в 1,7 и 1,9 раза эластичности гелей, содержащих 3 и 5% каррагинан, соответственно.

С помощью поверхностной ЭМГ (14 чел., 50% женщин,  $30,7 \pm 6,3$  лет) установлено, что усиление твердости и эластичности, вызванное повышением концентрации каррагинана в МПГ, увеличивает длительность пережевывания, количество жевательных движений и общую активность жевательных мышц на 37, 50 и 45%, соответственно. Увеличение упругости гелей, вызванное увеличением концентрации пектина, не оказывает влияния на пережевывание МПГ.

Согласно гедонической оценке по 9-ти бальной шкале (18 чел., 50% женщин,  $30,9 \pm 7,5$  лет) наиболее приятный вкус имеют МПГ-К3П3

и МПГ-К3П5 ( $6,2 \pm 1,7$  и  $6,4 \pm 1,4$  балла), тогда как МПГ-К5П3 получил наименьшую оценку вкуса ( $5,2 \pm 1,7$  балла). Оценка таких текстурных качеств, как твердость и пережевываемость не отличалась среди МПГ на основе каррагинана и цитрусового пектина, тогда как легкость глотания наиболее высоко оценена у МПГ-К3П3 и МПГ-К3П5 и, в наименьшей степени, у МПГ-К5П3.

Таким образом, с помощью изменения концентрации и соотношения гидроколлоидов получен набор модельных пищевых продуктов с различной текстурой, вкусовыми и гедоническими качествами. *(Д.б.н. Попов С.В., к.х.н. Витязев Ф.В., к.б.н. Храмова Д.С., Падерин Н.М., Смирнов В.В., Чистякова Е.А., Бакутова Л.А., Пташкин Д.О.)*

Получен набор кремообразных МПГ на основе коммерческого яблочного пектина и пектина, выделенного из листьев бадана толстолистного (BC), в концентрации 1,0, 1,5 и 2,0% с добавлением сухого обезжиренного молока в качестве источника белка (2, 4 и 8%). Варьируя соотношение содержания пектинов к содержанию сухого молока от 1: 0,125 до 1:1 в конечной композиции, получены образцы пектин-белковых МПГ с рН от 3,7 до 6,4. С помощью реологического анализа показано, что полученные МПГ ведут себя как вязкоупругие тела (гелевые материалы), коэффициент механических потерь образцов ниже 1,0 и варьирует в диапазоне 0,1-0,3. Реологические характеристики МПГ варьируют в широком диапазоне, от низких значений, сравнимых с характеристиками питьевого йогурта ( $G' 124$  Па), до значений, превышающих минимальные в десять раз. Установлено, что значения реологических характеристик МПГ увеличиваются с повышением содержания пектина.

Текстурный анализ выявил, что пектин-белковые МПГ с более высоким содержанием пектина имеют более высокую твердость и адгезивность. При использовании молока с рН 6,2, увеличение концентрации яблочного пектина с 1 до 2 % приводит к увеличению твердости МПГ в 1,1-1,5 раза, тогда как увеличение концентрации пектина бадана с 1 до 2 % приводит к увеличению твердости МПГ в 1,2-3,5 раза. При использовании молока с исходным рН 5,3 увеличение концентрации яблочного пектина или пектина бадана с 1 до 2 % приводит к увеличению твердости МПГ в 1,7-5,3 раза. При увеличении концентрации белка с 2 до 8 % твердость пектин-белковых МПГ с

исходным рН молока 6,2 как на основе 2%-го яблочного пектина, так и на основе пектина бадана снижается в 1,5 (с  $0,149 \pm 0,005$  до  $0,103 \pm 0,004$  Н) и 2 (с  $0,219 \pm 0,006$  до  $0,105 \pm 0,002$  Н) раза, соответственно. При увеличении концентрации белка с 2 до 8 % твердость пектин-белковых МПГ с исходным рН молока 5,3 на основе 2%-го яблочного пектина снижается в 2,7 раз с  $0,128 \pm 0,015$  до  $0,045 \pm 0,001$  Н, тогда как твердость МПГ на основе пектина бадана увеличивается в 1,4 раза с  $0,273 \pm 0,013$  до  $0,379 \pm 0,016$  Н. *(К.х.н. Патова О.А., д.х.н. Головченко В.В., Челпанова Т.И., Фельцингер Л.С., Косолапова Н.В., Хлопин В.А.)*

Гетерогенные МПГ в виде гидроколлоидных частиц получены из альгината натрия (1,0%), кросс-связанного с помощью молочнокислого кальция (1,0%), клеток каллусных культур смолевки обыкновенной и ряски малой (0,17, 0,33, 0,50 г/мл) и экстракта виноградных косточек (1,3 мг/мл) в качестве антиоксиданта. Прочность, адгезивность и эластичность гидрогеля на основе альгината натрия составляет  $1,29 \pm 0,09$  Н,  $0,019 \pm 0,006$  Н и  $2,71 \pm 0,18$  мм, соответственно. Включение растительных клеток в состав гидрогеля приводит к снижению прочности и адгезивность гелей в 1,6-2,3 и 1,1-1,2 раза, соответственно, по сравнению с гелями на основе одного альгината натрия, что может быть связано с разрушением структуры геля. При этом эластичность гидрогелей не изменяется при добавлении растительных клеток. Более прочные гидрогели (прочность  $0,81 \pm 0,10$  Н) образуются при включении в их состав каллусных клеток ряски, что, вероятно, связано с меньшим размером клеток каллуса ряски, чем клеток смолевки ( $66,9 \pm 7,6$  и  $111,6 \pm 14,4$  мкм, соответственно). Установлено, что все гидрогели не набухают в искусственной гастральной среде (SGF, рН 1,25, 2 ч). Включение каллусных клеток уменьшает набухание альгинатного геля в среде тонкой кишки (SIF, рН 7,0, 4 ч) и толстой кишки (SCF, рН 6,8 + пектиназа, 18 ч) в 1.9-2.9 раза по сравнению с набуханием геля на основе одного альгината натрия. Изменение концентрации клеток каллуса в составе МПГ не оказывает существенного влияния на набухание гидрогелей. Гетерогенные МПГ медленно высвобождают антиоксидант в SGF (24-36 %) и SIF (35-49 %) и более быстро в SCF (65-74 %). Увеличение высвобождения антиоксиданта в SCF связано с уменьшением прочности гелей и увеличением их степени набухания. После инкубации в SCF прочность гелей, содержащих клетки каллуса смолевки,

снижается в большей степени, чем гелей, содержащих клетки каллуса ряски.

Таким образом, установлено, что включение клеток каллусных культур изменяет текстурные и физико-химические свойства гидрогелей на основе альгината натрия. *(Д.б.н. Гюнтер Е.А., Попейко О.В.)*

Гетерогенные МПГ в виде гидроколлоидных частиц получены из яблочного пектина (3,0%), кросс-связанного с помощью хлорида кальция (0,34М), и суспензии микроорганизмов. Суспензию микроорганизмов ( $8,6 \pm 0,6 \times 10^{15}$  КОЕ/мл) получали выращиванием лиофильно высушенных молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Propionibacterium freudenreichii ssp. shermanii*, содержащихся в коммерческом пробиотическом препарате («Эвиталия», НПФ «Пробиотика», Россия). Установлено, что включение клеток микроорганизмов в пектиновые частицы увеличивает их прочность в 12,7 раза ( $0,128 \pm 0,028$  и  $1,635 \pm 0,172$  Н, соответственно). Показано, что в условиях искусственной гастроэнтеральной среды бактерии высвобождаются преимущественно в среде толстой кишки при разрушении пектиновых частиц. *(Михайлова Е.А.)*

*2. Выявление лиц с экстернальным типом пищевого поведения и их психофизиологическая характеристика.*

С помощью Голландского опросника пищевого поведения установлен тип пищевого поведения у 1919 учеников старших классов и студентов ВУЗов из Сыктывкара, Кирова, Екатеринбурга и Тюмени, средний возраст  $19,5 \pm 4,8$  лет, 76% девушки. Показано, что среднее значение показателей по шкале экстернального пищевого поведения составляет  $2,97 \pm 0,55$  балла, при этом количество людей с показателями выше 3,0 и 2,7 баллов для мужчин и женщин, соответственно составляет 43,4%. Установлено, что экстернальное пищевое поведение более выражено у лиц с пищевой зависимостью (Йельская шкала пищевой зависимости), лиц с симптомами депрессии (шкала Бека), а также лиц с социальным джетлагом (Мюнхенский опросник хронотипа) и низким качеством сна (Питтсбургский опросник качества сна).

С помощью онлайн-опроса (262 чел., возраст 12-59 лет, 75% женщины) выявлено влияние экстернального типа пищевого поведения на психоэмоциональное состояние. Обнаружена положительная корреляционная связь экстернального пищевого поведения с реактивной и личностной тревожностью по шкале Спилбергера-Ханина ( $R = 0,14$  и

0,15), негативной эмоциональностью по шкале позитивного аффекта и негативного аффекта PANAS ( $R = 0,13$ ), напряжением, агрессией и усталостью по профилю состояний и настроения POMS-A ( $R = 0,13-0,15$ ). Согласно данным опросника осознанности и внимательности (MAAS), пятифакторного опросника осознанности (FFMQ) и шкалы оценки когнитивной и эмоциональной осознанности (CAMS-R), лица с экстермальным типом пищевого поведения характеризуются пониженным уровнем внимательности и осознанности ( $R = 0,14-0,35$ ).

Установлено, что при экстермальном типе пищевого поведения изменяется формирование чувства насыщения во время тестового обеда. На основании данных Голландского опросника пищевого поведения сформировано две группы участников. Контрольную группу составили 32 человека ( $33,1 \pm 8,9$  лет; 5 мужчин и 27 женщин), имеющих среднее значение по шкале экстернального пищевого поведения  $2,4 \pm 0,4$  балла. В группу с экстермальным типом пищевого поведения включены 32 человека ( $30,5 \pm 7,3$  лет; 15 мужчин и 17 женщин) со средним значением по шкале экстернального пищевого поведения  $3,6 \pm 0,2$  балла. Участникам предлагался тестовый обед, состоящий из основного блюда (фрукты, пицца) и десерта (йогурт), съедаемых по желанию до насыщения. Обнаружено, что употребление основного блюда не отличается между группами ( $336 \pm 192$  и  $442 \pm 238$  ккал,  $p = 0,053$ , соответственно). Однако участники с экстермальным пищевым поведением съедают в 1,4 раза больше десерта, чем участники из контрольной группы ( $142 \pm 99$  и  $204 \pm 120$  ккал,  $p = 0,027$ , соответственно). *(Д.б.н. Борисенков М.Ф., д.б.н. Попов С.В., Смирнов В.В., Цэрнэ Т.А., Никитина И.Р.)*

*3. Изучение особенностей жевания, сенсорного восприятия и гедонической оценки модельных пищевых продуктов людьми с экстермальным типом пищевого поведения.*

На основании данных Голландского опросника пищевого поведения, полученных от 56 человек, сформировано две группы неподготовленных испытуемых для дегустации МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6, отличающихся текстурными свойствами. Контрольную группу составили 19 человек ( $34,0 \pm 8,1$  лет; 10 мужчин и 9 женщин), входящих в тертиль с наименьшими значениями и имеющих среднее значение по шкале экстернального пищевого поведения  $2,0 \pm 0,4$  балла. В экспериментальную группу («экстернальный тип») включены 19 человек ( $30,3 \pm 8,4$  лет; 10 мужчин и 9 женщин), входящих в тертиль с

наибольшими значениями и средним значением по шкале экстернального пищевого поведения  $3,8 \pm 0,4$  балла. Установлено, что при дегустации МПГ-А2 и МПГ-А4 параметры жевания не отличаются между двумя группами.

При дегустации МПГ-А6 длительность жевания и количество жевательных движений не отличаются между двумя группами. Однако общая активность жевательных мышц на 35% ниже в группе «экстернального типа», по сравнению с контрольной группой ( $0,854 \pm 0,350$  и  $1,304 \pm 0,770$  мВ\*с, соответственно).

Установлено, что испыталители контрольной группы в целом оценивают МПГ-А6 ниже, чем МПГ-А2, МПГ-А4, тогда как общая оценка МПГ-А2, МПГ-А4 и МПГ-А6 испыталителями «экстернального типа» не отличается. При этом, испыталители обеих групп одинаково оценивают консистенцию дегустируемых МПГ – консистенция более твердого МПГ-А6 оценивается ниже, чем МПГ-А2 и МПГ-А4. В частности, испыталители контрольной группы в среднем оценивают консистенцию МПГ-А6 на 1,5 балла ниже, чем консистенцию МПГ-А2. Испыталители с экстернальным типом пищевого поведения в среднем оценивают консистенцию МПГ-А6 на 1,3 балла ниже, чем консистенцию МПГ-А2. Для выяснения причины снижения оценки МПГ-А6 проведен анализ существующих недостатков с помощью категориальной шкалы *JAR* и пенальти-анализа. Установлено, что основной причиной, по которой испыталители контрольной группы снижают оценку консистенции МПГ-А6, является недостаток ощущения упругости, из-за которого 68% лиц в этой группе снижают оценку консистенции на 2,2 балла. Испыталители «экстернального типа» снижают оценку консистенции МПГ-А6 из-за недостатка легкости глотания и чрезмерного ощущения твердости. Семьдесят девять процентов лиц с экстернальным типом пищевого поведения снижают оценку консистенции на 2,4 балла из-за недостатка легкости глотания. Пятьдесят восемь процентов лиц с экстернальным типом пищевого поведения снижают оценку консистенции на 2,7 балла из-за твердости МПГ-А6. Таким образом, впервые выявлены отличия в восприятии текстуры людьми с экстернальным типом пищевого поведения. *(Д.б.н. Попов С.В., к.б.н. Храмова Д.С., Смирнов В.В.)*

**Тема: «Физиолого-биохимические механизмы устойчивости организма человека и животных к факторам Севера и физическим нагрузкам, способы ее повышения и прогностической оценки» (Рег. № НИОКТР 122040100039-4, 2022–2026 гг., научный руководитель – д.м.н. Бойко Е.Р.).**

Проведена оценка взаимосвязи амплитуды зубца Т ЭКГ и потребления кислорода (ПК) в велоэргометрическом тесте (ВЭрТ) «до отказа» у лыжников-гонщиков, имеющих звание мастера спорта (мужчины, n=16), членов сборной команды Республики Коми. Изучены амплитуда зубца Т ЭКГ и ПК в покое в положении лежа и сидя и на пике нагрузки в подготовительный период тренировочного цикла. В результате оценки показателей в тесте «до отказа» у лыжников-гонщиков выявлена динамика амплитуды зубца Т ЭКГ, зависящая от позиционных изменений положения тела и мощности физической нагрузки. Установлена обратная взаимосвязь между ПК и амплитудой зубца Т в покое лежа и сидя, которая меняет свой знак на этапе максимальной нагрузки на велоэргометре (ВЭМ). Динамика амплитуды зубца Т ЭКГ и ПК элитных спортсменов требует дальнейшего уточнения на всех этапах нагрузочного теста. *(Д.б.н. Варламова Н.Г., Кудинова А.К., д.м.н. Бойко Е.Р.)*

У высококвалифицированных лыжников-гонщиков, имеющих звание мастера спорта и кандидата в мастера спорта (мужчины, n=52)? проведен анализ связи вариабельности сердечного ритма (ВСР) и максимального потребления кислорода (МПК). Для выявления особенностей ВСР у лиц с разным уровнем максимального потребления кислорода добровольцы были разделены на две группы: с МПК до 4400 мл/мин (n=27) и свыше 4400 мл/мин (n=25). У спортсменов с разным уровнем МПК выявлены значимые различия по ряду показателей ВСР: абсолютным значениям LF и VLF-волн, относительному значению HF-волн, индексам LF/HF и IC. Корреляционный анализ показал существенную отрицательную связь абсолютных значений МПК с MxDMn, MxRMn, LF/HF, IC, мощностью LF и LF%, VLF-волн, при этом отмечена положительная связь - с HF%. Относительное значение МПК/кг имеет значимые отрицательные связи с MxRMn, TP, LF, VLF, LF/HF, IC и положительную – с HF%. Таким образом, у лыжников-гонщиков показана существенная связь МПК с ВСР. У спортсменов с высоким МПК выявлен более экономный режим регуляции ритма сердца, чем у лиц с низким МПК *(к.б.н. Марков А.Л.)*

У лыжников-гонщиков, имеющих спортивную квалификацию от 1-го разряда до мастеров спорта международного класса (30 мужчин и 13 женщин, 16-34 года), проведено определение соматометрических, физиометрических и физиологических показателей в покое и некоторых кардиореспираторных показателей с расчетом индекса Хильдебрандта при стандартных физических нагрузках (50 и 100 Вт) на велоэргометрической системе Oхуson Pro (Германия). Установлено, что по большинству соматометрических, физиометрических и физиологических показателей и параметрам физической работоспособности (МПК и PWC-170) женщины уступают мужчинам. С повышением физической нагрузки у лыжников возрастают частота сердечных сокращения (ЧСС), частота дыхания и значения ИХ. При ВЭРТ женщины демонстрируют более высокую физиологическую стоимость (пульсовую, респираторную) стандартных физических нагрузок. Значения ИХ как в покое ( $4,13 \pm 0,11$  и  $2,92 \pm 0,07$ ,  $p < 0,001$ ), так и при нагрузке 100 Вт ( $5,06 \pm 0,12$  и  $4,58 \pm 0,09$ ,  $p < 0,05$ ) у женщин также статистически значимо выше, чем у мужчин. *(Д.м.н. Солонин Ю.Г., к.б.н. Логинова Т.П., к.б.н. Гарнов И.О., к.б.н. Марков А.Л., д.м.н. Бойко Е.Р.)*

При сравнении показателей в динамике максимальной ВЭМ нагрузки у спортсменок скоростно-силовой направленности (баскетбол,  $n=7$ ;  $19,7 \pm 2,3$  года) и спортсменок, тренирующихся на выносливость (лыжи,  $n=8$ ;  $19,5 \pm 2,5$  года) были выявлены статистически значимо более высокие значения средней максимальной скорости окисления жиров (MFO) у лыжниц-гонщиц по сравнению с баскетболистками -  $0,73$  и  $0,55$  г·мин<sup>-1</sup> соответственно.  $Fat_{max}$  (интенсивность, при которой наблюдается MFO) также была выше у лыжниц –  $120$  и  $80$  Вт соответственно. Таким образом, подтверждается предположение, что у женщин, тренирующихся на выносливость, активизируются механизмы, увеличивающие энергообеспечение мышечной деятельности за счет активации жирового метаболизма. *(К.б.н. Логинова Т.П.)*

Спортсменки зимних видов спорта по сравнению с баскетболистками до ВЭРТ «до отказа» характеризовались более совершенной регуляцией координации движений, обусловленной, по-видимому, спортивной специализацией. После выполнения теста, где представительницы циклических видов спорта отличались от баскетболисток более высоким уровнем показателей физической

работоспособности, статистически значимых изменений в координационных способностях у лыжниц-гонщиц и биатлонисток не выявлено, у баскетболисток снижение времени выполнения пробы носило характер тенденции. Результаты исследования способствуют расширению знаний об уровне координации движений у спортсменок, с различными спортивными локомоторными навыками, уровнем физической работоспособности и могут найти применение в тренировочном процессе параспорта, технических видов спорта и реабилитации. *(К.б.н. Гарнов И.О.)*

Спортсмены с высоким, но разным уровнем спортивной квалификации являются удобной моделью для изучения молекулярных механизмов адаптации к физическим нагрузкам максимальной интенсивности. Спортсмены высшей квалификации характеризуются дополнительными адаптивными механизмы метаболической регуляции в условиях субмаксимальной и максимальной мощности, что проявляется в независимости показателей лактата сыворотки от уровня МПК. В данной группе спортсменов выявлен NO-зависимый механизм регуляции уровня лактата во время аэробных упражнений, включая работу на анаэробном пороге. *(К.б.н. Паришуква О.И., к.б.н. Потолицына Н.Н., д.б.н. Варламова Н.Г.)*

У лыжников-гонщиков (20-26 лет, n=11), по сравнению с офисными работниками (20-26 лет, n=10), в течение всего года наблюдался более высокий уровень витамина D. Выявленные у лыжников-гонщиков флуктуации уровня витамина D, оксида азота, кальция и фосфора имели сезонный характер. Наибольшее число корреляций между исследованными метаболитами у лыжников-гонщиков было выявлено в начале (май-июнь) и конце (март) годового тренировочного сезона. Обнаруженный у них в марте значительный дисбаланс уровня витамина D и метаболитов оксида азота может негативно отразиться на успешности выступления на важных соревнованиях. *(К.б.н. Потолицына Н.Н., к.б.н. Паришуква О.И., Каликова Л.Б.)*

С целью выявления метаболических нарушений при дефиците 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) и определения информативных показателей для раннего выявления этих метаболических нарушений в зимний период были исследованы подростки обоего пола (n=90; 13-15 лет). Большинство исследуемых подростков имели низкий уровень 25(OH)D. Дефицит (<12 нг/мл) и недостаточность (12-20 нг/мл) 25(OH)D выявлялись у 34,4% и 55,6% подростков соответственно.

Среди метаболических нарушений у подростков преобладала гипохолестеринемия липопротеинов высокой плотности, тогда как гиперхолестеринемия, гипертриглицеридемия и гипергликемия встречались редко. Выявлены корреляции 25(OH)D с метаболическим показателем резистентности к инсулину (METS-IR,  $r=-0,40$ ;  $p<0,001$ ), уровнем холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП,  $r=0,31$ ;  $p=0,003$ ), атерогенным индексом плазмы (AIP,  $r=-0,30$ ;  $p=0,004$ ) и индексом массы тела (ИМТ,  $r=-0,23$ ,  $p=0,032$ ). Связи содержания 25(OH)D с другими уровнями липидов и глюкозы не было обнаружено. Таким образом, дефицит 25(OH)D у обследованных подростков еще не приводил к серьезным метаболическим нарушениям. Из всех анализируемых показателей, METS-IR показал наиболее высокую корреляцию с уровнем 25(OH)D. METS-IR можно рассматривать как перспективный маркер ранних метаболических нарушений у подростков с дефицитом 25(OH)D. *(Д.б.н. Канева А.М., к.б.н. Потолицына Н.Н., д.м.н. Бойко Е.Р.)*

У лыжников-гонщиков – членов сборной команды Республики Коми и России (юноши,  $n=36$ ) и студентов (юноши,  $n=13$ ) проведен анализ профиля жирных кислот (ЖК) в общих липидах плазмы крови и изучение уровня потребления разных классов ЖК с помощью авторского on-line сервиса «Жирные кислоты в продуктах». Анализ жирового компонента рациона спортсменов и студентов выявил схожую картину, выражающуюся в повышенном потреблении насыщенных жиров и  $n-6$  полиненасыщенных ЖК (ПНЖК) относительно рекомендуемых норм. У студентов потребление эссенциальных  $n-3$  эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) кислот было значимо ниже, по сравнению с лыжниками и рекомендуемой нормой. Неоптимальный жировой рацион сопровождался дисбалансом профиля ЖК в крови, как у спортсменов, так и в контрольной группе. У лыжников-гонщиков, по сравнению со студентами, значимо более низкий уровень насыщенных миристиновой и пальмитиновой кислот, находящийся в пределах референсных значений. Доля эссенциальной  $n-3$  линоленовой кислоты в плазме крови у лыжников-гонщиков ниже, чем у студентов и ниже нормы в 2.2 раза при адекватном потреблении ее с пищей. Уровень ЭПК в крови также снижен в обеих группах, причем у студентов почти в 3 раза выраженнее, чем у лыжников. Таким образом, потребление  $n-3$  ПНЖК спортсменами в соответствии с рекомендуемыми нормами не покрывает их расход на энергообеспечение и физиологические

функции, задействованные при интенсивных физических нагрузках, и снижает аэробную работоспособность организма. Результаты проведенного исследования могут быть применены в оптимизации рациона питания и повышения функциональных резервов и физических качеств спортсменов и учащихся. *(К.б.н. Людина А.Ю., Бушманова Е.А.)*

Выполнена работа по определению влияния курса фитоскипидарных ванн на функциональное состояние офицеров силовых ведомств. Фитоскипидарная эмульсия, применяемая в данном исследовании, является модифицированным вариантом скипидарной эмульсии, рецептура которой была разработана в Институте химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Для оценки влияния курса ванн (10 процедур) дважды проводили комплексное физиологическое исследование: первое до начала курса, второе – после окончания курса фитоскипидарных ванн. Установлено, что после 10-й процедуры фитоскипидарных ванн у обследованных мужчин наблюдали тенденцию к снижению САД на 10 мм.рт.ст., ДАД на 8 мм.рт.ст. Сравнение показателей ВЭрТ выявило тенденцию к экономизации деятельности кардиореспираторной системы и изменение реакции со стороны сердечно-сосудистой системы с гипертонической на нормотоническую. Таким образом, курсовой прием фитоскипидарных ванн оказывает положительное влияние на деятельность кардиореспираторной системы. *(К.б.н. Гарнов И.О., Булатов С.И., акад. Кучин А.В., д.м.н. Бойко Е.Р.)*

С помощью ультразвукового метода установлено, что время систолического кровотока в корне легочной артерии у лыжников-гонщиков (n=16) высокой квалификации в зимнее время (в декабре) больше, чем летом (в июле):  $371 \pm 27$  против  $345 \pm 27$  мс соответственно ( $p < 0,05$ ). Таким образом, у элитных лыжников-гонщиков имеет место функциональная адаптация правых отделов сердца к холоду. *(Д.б.н. Прошева В.И., д.м.н. Дерновой Б.Ф.)*

С целью выявления влияния фактора холода на изменение выносливости и адаптационных способностей гомойотермных животных (крысы) в условиях водно-иммерсионной гипотермии был проведен плавательный тест «до отказа».

Установлено, что однократное нормированное (4 мин) плавание животных (n=8) в термонейтральной среде ( $34 \pm 2^\circ\text{C}$ ) и плавание в холодной среде ( $10 \pm 2^\circ\text{C}$ , n=8) значимой разницы в распределении клеточного состава крови, за исключением увеличения вариабельности

диаметра эритроцитов при отсутствии асимметричности кривой Прайс-Джонса не выявило. Однако однократная нормированная водно-иммерсионная гипотермия сопровождалась активацией лейкоцитарного звена крови: повышением количества моноцитов ( $p < 0,05$ ) и теней Гумпрехта ( $p < 0,001$ ). Плавание крыс в холодной воде также способствовало значимому увеличению концентрации кальция, фосфора ( $p < 0,05$ ) и снижению уровня натрия ( $p < 0,01$ ). Статистически значимых отличий по уровню калия, магния, ТБК-активных продуктов (ТБК-АП) и карбонильных производных белка (КПБ) между данными группами животных не выявлено. Следует отметить, что в модели водно-иммерсионной гипотермии установлено снижение уровня оксида азота (NOx), главным образом за счет нитратов (NO<sub>3</sub>), тогда как выполнение животными плавательного теста в термонеutralной среде сопровождалось повышением уровня NOx, но за счет нитритов.

Плавательный ступенчатый тренинг животных (5 дней в неделю, 8 недель,  $n=8$ ) в термонеutralной среде с последующим тестом «до отказа» с грузом 4% от массы тела способствовал (по сравнению с нетренированными животными,  $n=8$ ) снижению количества ретикулоцитов ( $p < 0,05$ ). Правосторонний сдвиг кривой Прайс-Джонса формировался за счет большего количества эритроцитов с диаметром 6,0-6,3 мкм. В лейкоцитарном составе крови наблюдали снижение количества эозинофилов ( $p < 0,05$ ). Установлено, что в результате ступенчатой 8 недельной нагрузки в плазме крови крыс произошло увеличение содержания фосфора ( $p < 0,01$ ), уменьшение уровня кальция ( $p < 0,01$ ), снижение содержания ТБК-АП ( $p < 0,001$ ), КПБ ( $p < 0,001$ ), уровня NOx и NO<sub>3</sub> ( $p < 0,05$ ), что, в целом, можно рассматривать как начальное проявление возможного механизма формирования устойчивости организма гомеотермного животного к влиянию водно-иммерсионной среды охлаждения и физической нагрузки в плавательном тесте «до отказа».

Изучение влияния физической выносливости нетренированных крыс (линия Wistar, возраст - 8 недель, вес 250–300 г) на биохимические показатели показало, что плавание до истощения с использованием груза 4% от массы тела является наиболее информативным для изучения уровня физической выносливости, по сравнению с другим исследованным грузом. Установлено, что уровень индивидуальной физической выносливости экспериментальных животных значительно влияет на показатели анаэробного порога (АТ). Показано, что АТ у невыносливых крыс (НК) составил 3% от массы тела, а у выносливых

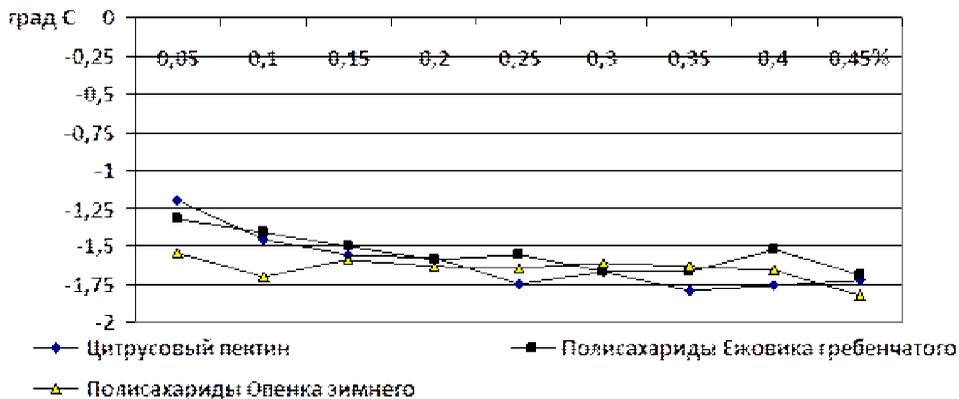
(ВК) - 5%. У ВК, по сравнению с НК, наблюдалось смещение АТ в правую сторону на лактатной кривой, причем у ВК на уровне АТ был достоверно ниже уровень лактата, кортизола и оксида азота. В конце истощающей нагрузки у НК обнаружен достоверно выше уровень лактата, глюкозы и кортизола, а у ВК – достоверно выше уровень мочевины и оксида азота. (К.б.н. Вахнина Н.А., к.б.н. Алисултанова Н.Ж., к.б.н. Монгалёв Н.П., к.б.н., Потолицына Н.Н., к.б.н. Паршукова О.И., к.б.н. Шадрин В.Д., к.м.н. Черных А.А., к.б.н. Иванкова Ж.Е., Каликова Л.Б., Третьякова А.М., Дурягина А.П., Тюкавкина В.Н., Таллина В.А.)

**Тема: «Биофизические механизмы криозащиты биообъектов и взаимодействия специфических бактериофагов с рецепторами клеток иерсиний» (Рег. № НИОКТР 122040100037-0, 2022–2026 гг., научный руководитель – д.б.н. Полежаева Т.В.).**

Криповреждения клеток непосредственно или опосредовано связаны с образованием и ростом кристаллов льда в замораживаемой клеточной среде. Функционирующие биологические системы содержат различные фракции воды: основная – мембранно-связанная, внутренняя – межмолекулярная, межбислойная и свободная. Каждая фракция выполняет свою роль, переходит в кристаллическое состояние при определенной степени снижения температуры, поэтому и процесс образования льда идет по-разному – одни фракции образуют крупные гексагональные кристаллы льда, другие аморфные структуры. Модификация условий замораживания и отогрева способна обеспечить сохранность биологического материала.

Определены величины температур кристаллизации и скоростей замораживания в системах криопротектор-полисахарид, криопротектор-полисахарид-биообъект. Показано (рис. 22), что с увеличением концентрации природного полисахарида в сперме быков в присутствии глицерина (4,5%) температура начала кристаллизации воды смещается в область более отрицательных температур. В частности, коммерческий цитрусовый пектин (Sigma Aldrich) или полисахариды базидиальных грибов из Опенка зимнего (*Flammulina velutipes*) или Ежовика гребенчатого (*Hericium erinaceus*) способствуют понижению температуры замерзания спермы с глицерином. Смещение температуры кристаллизации воды в клетках в диапазон более низких температур на начальных этапах охлаждения способствует

постепенному «вымораживанию» внутриклеточной воды с образованием мелкоячеистой менее травматичной структуры льда.



*Рисунок 22. Влияние природных полисахаридов на величину температуры начала кристаллизации воды в сперме быков с глицерином (4,5%)*

Установлено, что присутствие природного полисахарида (0,2%) в составе криоконсерванта для замораживания тромбоцитных концентратов (протектор ДМАЦ) или спермы (протектор глицерин) не оказывает значимого эффекта на скорость охлаждения биообъекта.

Использование природного полисахарида в качестве компонента хладоограждающего раствора для клеточной среды при ее замораживании позволит эффективно выполнить процедуру дегидратации биообъекта перед охлаждением и «отодвинуть» этап начала льдообразования в системе криопротектор-полисахарид-клетка в зону более отрицательных температур, что в целом будет способствовать более эффективной сохранности биообъекта. *(Сергушкина М.И., к.б.н. Худяков А.Н., к.бн. Зайцева О.О., д.б.н. Полежаева Т.В., к.б.н. Соломина О.Н.)*

*Определение значимости поверхностных антигенов иерсиний в рецепции специфических иерсиниозных бактериофагов с использованием сконструированных штаммов-нокаутов.*

Отработаны методические подходы к количественной оценке взаимодействия антигенов иерсиний со специфическими бактериофагами.

Белок Ail, иммобилизованный на поверхности полистироловых микросфер (но не в растворе), способен связывать частицы бактериофагов Покровской и псевдотуберкулёзного диагностического. Аутотранспортёр YarpF в водорастворимой форме взаимодействовал с обоими фагами, а связанный с полистироловыми микросферами — только с фагом Покровской.

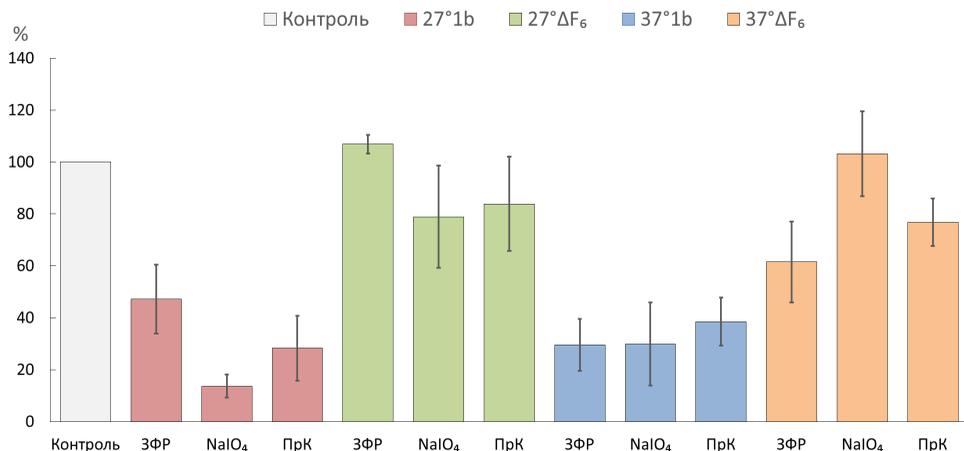
Таблица 6

Количество частиц фага, способных к бляшкообразованию, после коинкубации с антигенами *Y. pestis*, находящимися на микросферах или в растворе (%;  $M \pm m$ )

Антиген	На микросферах		В растворе	
	фаг Покровской	фаг псевдо-туберкулёзный	фаг Покровской	фаг псевдо-туберкулёзный
Ail	81.6±17.0*	72.9±19.0*	110.8±9.4	83.1±21.6
YarpM	87.6±19.4	88.4±24.3	104.3±22.1	78.2±8.5*
YarpF	82.0±12.5*	90.7±23.2	49.9±16.8*	76.2±11.7*
YarpL	96.1±47.1	88.4±26.4	82.3±13.7	99.8±14.1
Psa	100.2±12.4	104.2±17.3	97.1±30.0	75.7±26.8
F1	86.5±20.2	103.6±26.3	—	—
Ymt	103.5±15.3	88.5±31.0	—	—

**Примечание.** “—” — не определяли. \* $p < 0.01$  по сравнению с соответствующим контролем. За 100% прини-мали среднее значение концентрации фага после взаимодействия с БСА, иммобилизованным на микросферах (контроль) или в растворе (контроль).

С использованием сконструированного штамма-нокаута по порину OmpF впервые установлена высокая значимость этого белка в рецепции бактериофага псевдотуберкулёзного диагностического клетками *Y. pseudotuberculosis*, выращенными при температуре 37° С и, в большей мере, 27° С. Обработка клеток нокаута периодатом натрия и протеиназой К приводит к повышению адгезии фага к бактериям культуры, выращенной при 27° С, и, напротив, ослаблению адгезии к клеткам, выращенным при 37° С. (Д.м.н. проф. Бывалов А.А., к.б.н. Конышев И.В., к.б.н. Дудина Л.Г., Белозеров В.С.)



*Рисунок 23.* Влияние обработки выращенных при 27 и 37 °С клеток дикого штамма *Y. pseudotuberculosis* (1b) и его мутанта, не продуцирующего OmpF (ДФ<sub>6</sub>), периодатом натрия (NaIO<sub>4</sub>) и протеиназой К (ПрК) на адсорбцию бактериофага псевдотуберкулезного диагностического. ЗФР – клетки в забуференном физиологическом растворе, контроль – фаг без клеток. По оси ординат – количество фага, остающегося в растворе после коинкубации с микробными клетками (%).

### **Результаты работ, выполненных по проектам, поддержанным различными фондами**

***Тема: «Молекулярный инструментарий для изучения гликан-связывающих белков растений» (грант РНФ № 20-64-47036, 2020–2023 гг., руководитель – к.х.н. Патова О.А.).***

Получен набор гомогенных полисахаридов и их фрагментов со значительной долей участков апиогалактуронана; галактана, арабинана, арабиногалактана; на основе фруктанового остова, отличающихся молярной массой и степенью разветвленности углеводных цепей, дана их структурно-химическая характеристика. Расширен набор гомогенных полисахаридов и их фрагментов со значительной долей участков галактуронана и рамногалактуронана I с различной относительной молярной массой и степенью разветвленности главной

и боковых углеводных цепей. Проведен анализ транскриптомных профилей различных зон растущего корня кукурузы для выявления генов гликан-связывающих белков, существенно изменяющих экспрессию на разных стадиях роста растяжением; выбраны индивидуальные белки и/или белковые фракции для последующей характеристики с использованием гликоэкреев. Нарботаны различные белковые фракции из растительных тканей для использования при отработке методов идентификации белков, связавшихся с гликоэкреем, и аффинной хроматографии с различными гликоконъюгатами. (К.х.н. Патова О.А., д.х.н. Головченко В.В., д.б.н. Горшкова Т.А., к.х.н. Витязев Ф.В., Фельцингер Л.С., Хлопин В.А., Косолапова Н.В.)

**Тема: «Структура и свойства физиологически активных пектиновых полисахаридов как инструмент к созданию новых биоматериалов медицинского назначения» (грант РФФ № 21-73-20005, 2021–2024 гг., руководитель – д.б.н. Попов С.В.).**

Получены мягкие, слабо текучие (инъектируемые) ионотропные гелевые материалы на основе натриевых солей различных низкометилэтерифицированных (степень метилэтерификации 0,3-27%) пектиновых полисахаридов бадана толстолистного *Bergenia crassifolia*, сабельника болотного *Comarum palustre*, рдеста плавающего *Potamogeton natans*, пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare*, каллуса раувольфии змеиной *Rauwolfia serpentina* с использованием солей кальция, железа (III), цинка, магния. Для получения материалов с определенными реологическими свойствами использовали 1–4% растворы пектинов и 0,01–0,3М растворы солей. Изучены реологические свойства исходных растворов пектиновых полисахаридов и их натриевых солей: определены характеристическая вязкость, кажущаяся вязкость, охарактеризованы кривые течения и вязкости. Для характеристики вязкоупругих свойств полученных гелевых материалов проведены тесты при 20 и 37°C в режиме осцилляции с амплитудной и частотной развертками.

Установлена гелевая природа полученных слабо текучих и мягких материалов через значения коэффициента механических потерь (0,1-0,35), определена прочность структуры через значения упругого модуля (накопления) ( $G'$  11-350 Па), установлен диапазон предела текучести (напряжение 4-13 Па,  $G' = G''$  9-34 Па). Выявлены составы гидрогелей с высокой водоудерживающей способностью (99-100%). Дана

структурно-морфологическая характеристика полученных гелевых материалов (работа на ИО).

Продолжено изучение структуры пектиновых полисахаридов методами ЯМР и хромато-масс-спектрометрии (работа на ИО). (Д.б.н. Попов С.В., д.х.н. Головченко В.В., к.х.н. Патова О.А., Падерин Н.М., Чистякова Е.А., Фельцингер Л.С., Хлопин В.А., Пташкин Д.С.)

**Тема: «Аритмогенная роль пограничной зоны миокарда при ишемии и реперфузии сердца: *in vivo*, *in vitro*, *in silico*» (грант РФ № 21-14-00226, 2021–2023 гг., руководитель – д.б.н. Кацнельсон Л.Б., ИИФ УрО РАН, ответственный исполнитель – д.б.н. Азаров Я.Э.).**

В 2022 году продолжалась работа, направленная на изучении роли пограничной ишемической зоны в аритмогенезе. В экспериментах на крысах установлено, что формирование пограничной ишемической зоны зависит от уровня калия в плазме крови. Когда концентрация калия превышает пороговое значения в 4.7 mM, пограничная зона не формируется и возникает резкая граница между нормальной и ишемизированной зоной. Было также показано, что снижение концентрации калия во внеклеточной среде снижает ионные токи через Kir каналы (токи IK(ATP) и IK1) и ограничивает влияние гипоксии на трансмембранные потенциалы, прежде всего на длительность потенциалов действия. В экспериментах с коронарной окклюзией на свиньях установлено, что в начальный период ишемии происходит транзиторное удлинение потенциалов действия, которое связано с увеличением продолжительности интервала QTc на электрокардиограмме и с развитием фибрилляции желудочков в первые минуты ишемии. В экспериментах на кардиомиоцитах свиньи было продемонстрировано, что двухфазные изменения длительности потенциалов действия, наблюдаемые *in vivo*, можно воспроизвести в изолированных клетках с помощью активации АТФ-зависимого калиевого тока (IK(ATP)). Данное наблюдение показывает возможную роль этого тока не только в изменении длительности потенциала действия, но и в возникновении ранних аритмий.

**Тема: «Антиаритмический потенциал мелатонина при старении» (грант РФФ № 21-15-00309, 2022–2023 гг., руководитель гранта – к.м.н. Берникова О.Г.).**

При старении снижается естественная выработка мелатонина, нарушается функциональная активность МТ1/МТ2 рецепторов. Что приводит к снижению эффектов экзогенного мелатонина, реализуемых через МТ1/МТ2 рецепторы. Острое введение мелатонина у старых животных не имеет антиаритмического действия, не ускоряет проведение возбуждения в поврежденном миокарде и не способствует восстановлению реполяризации в период реперфузии. Действие мелатонина на длительность потенциала действия, обнаруженное *in vitro*, не связано с МТ1/МТ2 –рецептор зависимым сигнальным путем.

**Тема: «Эмульсии Пикеринга, стабилизированные анизотропными металлоксид/полисахаридными нанокристаллами: формирование коллоидных систем и их биомедицинские приложения» (грант РФФ № 19-73-10091, 2019–2022 гг., руководитель – к.х.н. Михайлов В.И., Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ответственный исполнитель – к.б.н. Алисултанова Н.Ж.).**

Исследование было направлено на оценку возможного защитного действия ионол-содержащей эмульсии Пикеринга, стабилизированной гибридными наночастицами НКЦ-магнетит (далее – эмульсия), на гематологические и биохимические параметры крови и печени крыс при  $CCl_4$ -индуцированном повреждении печени. Установлено, что применение ионол-содержащей эмульсии на фоне острого токсического поражения печени  $CCl_4$  сопровождалось повышением количества лейкоцитов, снижением количества эритроцитов при повышении их диаметра, правосторонним сдвигом кривой Прайс-Джонса в интервале 6,0-6,3 мкм, частичной нормализацией уровня печеночных ферментов (АЛАТ, АСАТ). Положительное влияние эмульсии на организм крыс проявилось в её антиоксидантном и эндотелиальном эффектах, связанных с низким уровнем ТБК-активных продуктов и высоким уровнем  $NO_2$ , который, по-видимому, использовался как  $NO$  предшественник для осуществления вазодилатации.

В 2022 г. проект РФФ №19-73-10091 «Эмульсии Пикеринга, стабилизированные анизотропными металлоксид/полисахаридными

нанокристаллами: формирование коллоидных систем и их биомедицинские приложения» получил дополнительную поддержку на 2022-2024 г.г. (руководитель – к.х.н. Михайлов В.И.).

## **ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЕ, ПРАВОВАЯ ОХРАНА И РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

Зарегистрированы следующие объекты интеллектуальной собственности:

Витязев В.А., Полле А.Я. Устройство моделирования и визуализации локальной растяжимости миокарда. Патент на изобретение № 2779228. Заявка: 2021129522, 11.10.2021. Опубликовано: 05.09.2022, Бюл. № 25. Изобретение относится к медицине и физиологии, а именно к исследовательским приборам, и может быть использовано для изучения общих и локальных характеристик растяжимости ткани миокарда.

Гарнов И.О., Нутрихин А.В., Логинова Т.П., Бойко Е.Р. Способ повышения физических качеств лыжников-гонщиков. Патент на изобретение № 2778204. Заявка: 2021134133, 23.11.2021. Опубликовано: 15.08.2022, Бюл. № 23. Изобретение относится к спортивной медицине и может быть использовано при подготовке лыжников-гонщиков. Способ обеспечивает повышение функциональных возможностей организма спортсменов, физических качеств лыжников-гонщиков, силовой выносливости и скорости движения на лыжероллерах и лыжах за счет разработанного тренировочного режима.

Людина А.Ю., Бушманова Е.А., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г. Оценка энерготрат и вклада макронутриентов в физическую работоспособность в тесте «до отказа» на системе Oхусон Pro. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614375. Заявка: 2022613491, 14.03.2022. Опубликовано: 21.03.2022, Бюл. № 4. Программа предназначена для формирования наглядного персонального протокола энергообмена человека с детализацией показателей энерготрат на основе расчетных и реальных тренировочных зон ЧСС и максимального потребления кислорода, фиксируемых эргоспирометрической системой «OхусонPro» методом непрямой калориметрии. В ходе работы программы формируется заключение о фактических / расчетных суточных энерготратах,

базальном метаболизме и вклада макронутриентов в энергообеспечение аэробной зоны физической нагрузки “до отказа”.

Комплексное обследование спортсменов-лыжников – членов сборных команд Республики Коми по лыжным гонкам используется в ГАУ РК «ЦСПС» и в ГБУ РК «СШОР» для определения функционального состояния спортсменов в процессе годового цикла для коррекции тренировочного процесса, о чем получены акты внедрения от:

- 1) ГАУ РК «ЦСПС» от 27.06.2022 № 05-01/152
- 2) ГБУ РК «СШОР» 27.06.2022 № 01-09/390).

## **НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

### **Взаимодействие с российскими и зарубежными организациями, органами исполнительной власти**

#### *Взаимодействие с научными учреждениями*

В 2022 году с целью интеграции потенциала научных и образовательных учреждений в сфере медицины и АПК и координации совместной деятельности в соответствии с задачами и приоритетами государственной научно-технической политики и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и в соответствии с уставными целями Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН присоединился к Соглашению о создании консорциума «Здоровьесбережение, питание, демография».

Действуют договора и соглашения о научном сотрудничестве со следующими учреждениями и организациями:

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна», г. Москва. Соглашение о научном сотрудничестве в области спортивной медицины.

- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» МЗ РФ, г. Москва. Соглашение о научном сотрудничестве для развития инноваций в сфере науки, здравоохранения и смежных областях, совершенствование научно-технического развития в сфере фундаментальной медицины.

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской академии наук. Договор о сотрудничестве в области исследования сердечных фибрилляций при ишемии/реперфузии левого желудочка сердца.

- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Киров. Договор о творческом сотрудничестве на тему «Разработка новых улучшенных сортов ржи для пищевой промышленности и оценка их физиологического действия, продовольственная безопасность».

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН». Договор о научном сотрудничестве.

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук. Договор о научно-техническом сотрудничестве;

- ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России. В рамках договора о научном сотрудничестве проводится совместная научная работа по изучению механизмов аритмогенеза при изменении уровня адипонектинов в крови;

- ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар. Договор о совместной научно-исследовательской деятельности.

- ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ. Д.б.н. Шмаков Д.Н., д.б.н. Попов С.В., д.б.н. Харин С.Н. являются экспертами научно-технической сферы, зарегистрированными в федеральном реестре экспертов (июнь 2012 г., свидетельства Минобрнауки РФ).

#### *Взаимодействие с отраслевой наукой и промышленными предприятиями*

- Военный институт физической культуры, соглашение о научном партнерстве;

- Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, договор о научном сотрудничестве;

- ООО «Радуга звуков» (Московская обл., г. Фрязино), договор о научном и научно-техническом сотрудничестве в области физиологии

рецепторных систем, аудиологии, сурдологии, развития технических средств акустической функции.

К.б.н. Потолицына Н.Н. работала в составе Комплексной арктической экспедиции Главного военного командования Военно-морского флота Российской Федерации (Чукотский автономный округ, август - сентябрь 2022 г.).



*Рисунок 24. К.б.н. Потолицына Н.Н. в Комплексной арктической экспедиции Главного военного командования Военно-морского флота Российской Федерации (Чукотский автономный округ, август - сентябрь 2022 г.).*

*Взаимодействие с учреждениями высшего образования*

- ФГБОУ ВО СГМУ (г. Архангельск) Минздрава России.
- ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет».
- ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина».

В 2021-2022 учебном году 19 научных сотрудников вели преподавательскую деятельность в Медицинском институте ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской

Федерации, Государственном профессиональном образовательном учреждении «Сыктывкарский медицинский колледж им. И.П. Морозова», государственном профессиональном образовательном учреждении «Сыктывкарский гуманитарно-педагогический колледж имени И.А. Куратова».

Головченко В.В. являлась председателем Государственной экзаменационной комиссии по программе аспирантуры 04.06.01 – химические науки, профиль – биорганическая химия в ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (г. Киров). Заведуют кафедрами в Медицинском институте ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина» Бойко Е.Р. (кафедра биохимии и физиологии), Овечкин А.О. (кафедра терапии).

Продолжает свою работу созданная в 2020 г. базовая кафедра Института в Медицинском институте ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина» (кафедра биохимии и физиологии, заведующий – д.м.н. Бойко Е.Р.). Лаборатория физиологии микроорганизмов является базовой лабораторией ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (зав. лабораторией – д.м.н. Бывалов А.А.).

#### *Международное научное партнерство и международная деятельность*

В 2022 году заключено соглашение о научно-практического сотрудничестве между Институтом горной физиологии и медицины Национальной академии наук Кыргызской Республики и Институтом физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Соглашение заключено для установления и развития сотрудничества сторон исходя из дорожной карты научной и научно-технической деятельности в области физиологии.

Вне рамок соглашений продолжаются совместные проекты с кафедрой клинической техники факультета биомедицинской инженерии Чешского технического университета в Праге (Кладно, Чешская Республика), Институтом физиологии Национального университета Куйо (г. Куйо, Мендоза, Аргентина) и Институтом исследования сердца Словацкой академии наук (г. Братислава, Словакия), посвященные изучению влияния мелатонина на электрофизиологические свойства миокарда при ишемии/реперфузии (д.б.н. Харин С.Н., д.б.н. Азаров Я.Э., к.м.н. Берникова О.Г., к.б.н. Цветкова А.С.), с Лундским

университетом (г. Лунд, Швеция), посвященный изучению механизма формирования электрокардиографической J-волны в условиях острого коронарного синдрома (д.б.н. Азаров Я.Э., к.м.н. Берникова О.Г., к.б.н. Цветкова А.С., к.м.н. Овечкин А.О.).

Институт включен в число членов Глобальной сети исследования старения (Global Ageing Research Network, GARN).

Ученые Института участвуют в деятельности международных организаций и состоят в международных обществах:

- редакционная коллегия международного журнала «Frontiers in Network Physiology» Electronic ISSN 2674-0109 (д.б.н. Борисенков М.Ф.);

- совет Международного общества «International Network for Circumpolar Health Research» (д.м.н. Бойко Е.Р.);

- Королевское физиологическое общества (The Royal Physiological Society), Европейская рабочая группа по исследованию клеток сердца (EWG CCE) (д.б.н. Головкин В.А.);

- Европейское общество кардиологов (The European Society of Cardiology) (д.б.н. Головкин В.А., к.б.н. Лебедева Е.А.);

- Европейское общество по сравнительной физиологии и биохимии (д.б.н. Прошева В.И.);

- Международное общество по электрокардиологии (International Society of Electrocardiology) (д.б.н. Прошева В.И., д.б.н. Шмаков Д.Н., д.б.н. Азаров Я.Э., к.б.н. Артеева Н.В., к.м.н. Берникова О.Г., к.б.н. Варламова Н.Г., к.б.н. Киблер Н.А., к.б.н. Цветкова А.С., д.б.н. Харин С.Н.);

- Международное общество по биоэлектромагнетизму (International Society of Bioelectromagnetism) (д.б.н. Шмаков Д.Н.);

- Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (International Academy of Ecology and Life Protection Sciences) (д.м.н. Солонин Ю.Г. является действительным членом (академиком));

- Европейское общество сердечного ритма (European Heart Rhythm Association (EHRA) (к.м.н. Берникова О.Г.).

#### *Взаимодействие с органами исполнительной власти*

- Научно-экспертный совет Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации, секция по морской медицине (д.м.н. Бойко Е.Р.);

- Научно-консультативный совет при Главе Республики Коми (д.м.н. Бойко Е.Р.);
- Эксперт Госсовета Республики Коми (д.м.н. Бойко Е.Р.)
- Научно-технический совет при Правительстве Кировской области (д.м.н. Бывалов А.А.);
- Общественный совет при Министерстве труда, занятости и социальной защиты Республики Коми (д.м.н. Солонин Ю.Г.); труда, занятости и социальной защиты
  - Комиссия по присуждению премий Правительства Республики Коми в области научных исследований при Министерстве экономического развития и промышленности Республики Коми (д.м.н. Бойко Е.Р.);
  - Комиссия по присуждению премий Правительства Республики Коми за достижения в области внедрения инноваций при Министерстве экономического развития и промышленности Республики Коми (д.м.н. Бойко Е.Р.);
  - рабочая группа по созданию и развитию Арктического медицинского кластера в г. Воркута (д.м.н. Бойко Е.Р.);
  - рабочая группа по развитию биотехнологий при Министерстве экономического развития и промышленности Республики Коми (д.б.н. Гюнтер Е.А.);
  - Федеральное агентство по делам молодежи «Росмолодежь», Всероссийские конкурсы молодежных проектов, федеральный эксперт (к.б.н. Гарнов И.О.);
  - Конкурсная комиссия грантов мэра г. Москва при Правительстве г. Москвы для социально ориентированных некоммерческих организаций (к.б.н. Гарнов И.О.).

Необходимо также отметить, что для правильной организации деятельности Института важным является взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти. Подобное взаимодействие осуществляется посредством направления запросов в различные ведомства, такие как Минобрнауки, Минтруда, Минфин, МВД России, ВАК при Минобрнауки России, Фонд социального страхования Российской Федерации, Росстат.

В 2022 году было направлено восемь запросов, касающихся деятельности Института. В их числе в Росстат был направлен запрос о заполнении формы федерального статистического наблюдения № 3П-наука. В ответе на данный запрос помимо соответствующих

разъяснений содержались слова благодарности в адрес Института за внимание к деятельности Росстата и признательность за профессионализм при использовании статистического инструментария. А также сообщалось о том, что Указания для заполнения формы № ЗП-наука требуют доработки, и в дальнейшем в них будут внесены соответствующие изменения.

Очевидно, что такая форма взаимодействия с органами исполнительной власти является высокоэффективной и позволяет не только организовать работу Института на основе правильного применения норм федерального законодательства, но и дает возможность опосредованно вносить предложения по его совершенствованию.

17 мая 2022 г. – директор Института физиологии, д.м.н., проф. Бойко Е.Р. принял участие в работе первого (установочного) заседания Рабочей группы по вопросам совершенствования правового регулирования организации медицинской помощи в северных, арктических отдаленных и труднодоступных районах Российской Федерации при Комитете Государственной Думы по охране здоровья.

Были подготовлены информационные материалы и презентация Главе Республики Коми В.В. Уйба для проведения лекции/экскурсии для школьников и студентов колледжей (участников Всероссийского конкурса «Большая перемена») на тему «Здоровьесбережение в условиях Севера: достижения и планы ученых Республики Коми».

Ведутся работы Комплексной научной группы Института физиологии с Министерством спорта РК по медико-биологическому сопровождению сборных команд Республики Коми по лыжным гонкам (приказ ГАУ РК «ЦСПСК» № 01-06 28 от 06.03.2017).

В соответствии с обращением заместителя Председателя Правительства Республики Коми А.А. Просужих от 9 августа 2022 г. №03-1-20/17022 д.м.н., профессор Е.Р. Бойко включён в состав секции по морской медицине Научно-экспертного совета Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации для представления интересов Республики Коми в сфере морского здравоохранения.

Борисенков М.Ф. является исполнителем гранта руководства Тюменской области «Внедрение антропоцентрического освещения в домах и на рабочих местах жителей Арктики и субарктики для улучшения здоровья, сна и работоспособности (LightArctic)» 20.11.2020 № 928rp.

К.б.н. Гарнов И.О. являлся экспертом конкурсов: «Гранты Мэра Москвы» 2022 г. (заочно); «Молодежь-Будущему» г. Ухта, 28 – 29 октября 2022 г. очное участие; по предоставлению грантов в форме субсидий из бюджета Удмуртской Республики, Республики Башкортостан, социально ориентированных некоммерческих организаций; грантовых конкурсов: «Молоды душой», БФ «Почет».

*Научные общества и иное*

- Научный Совет РАН по изучению Арктики и Антарктики (чл.-корр. РАН Максимов А.Л.);
- Комитет РАН по Программе ООН по окружающей среде (д.м.н. Бойко Е.Р.);
- Комитет РАН по экологии человека (чл.-корр. РАН Максимов А.Л.);
- Эксперты РАН по оценке выполнения тем научных работ научных организаций, находящихся под научно-методическим руководством УрО РАН (д.м.н. Бойко Е.Р., д.б.н. Прошева В.И.);
- Коми отделение Всероссийского физиологического общества им. И.П. Павлова при РАН (председатель отделения и член Центрального Совета общества – д.м.н. Солонин Ю.Г.);
- Коми республиканское отделение Геронтологического общества (возглавляет д.б.н. Борисенков М.Ф.);
- Коми отделение Российского научного общества иммунологов (возглавляет д.б.н. Попов С.В.);
- Коми отделение Российского общества биотехнологов им. Ю.А. Овчинникова (возглавляет д.б.н. Гюнтер Е.А.);
- редакционная коллегия журнала «Вестник Северного (Арктического) федерального университета» (д.м.н. Бойко Е.Р.);
- редакционная коллегия журнала «Хрономедицинский журнал», ISSN печатной версии: 2712-7494 (д.б.н. Борисенков М.Ф.);
- редакционная коллегия журнала «Известия Коми НЦ УрО РАН», серия «Экспериментальная биология и экология» (д.б.н. Борисенков М.Ф., д.б.н. Попов С.В.);
- редакционный совет журнала «Известия Коми НЦ УрО РАН», серия «Экспериментальная биология и экология» (д.м.н. Бойко Е.Р. д.б.н. Шмаков Д.Н.);
- специализированный совет Д 208.004.01. по защите докторских диссертаций при ФГБОУ ВО СГМУ (г. Архангельск) Минздрава России (д.м.н. Бойко Е.Р.).

- редакционная коллегия журнала «Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология. Геология. Химия. Экология» (д.м.н. Солонин Ю.Г.)

### **Сведения о численности сотрудников, профессиональном росте научных кадров, деятельности аспирантуры**

На 31.12.2022 г. штатная численность работников составляла 100 единиц, научных сотрудников – 50,2 единицы. Списочная численность штатных работников Института составляла 100 человек, из них 57 научных работников, 18 докторов наук, 31 кандидат наук, 14 молодых ученых и специалистов до 39 лет.

В аспирантуре обучалось тринадцать человек. С предоставлением диссертации завершили обучение Сергушкина М.И., Цэрнэ Т.А. На очную форму обучения в аспирантуру по специальности 1.1.5. – физиология человека и животных приняты Байрхаев А.Б., Лебедев В.С., Меринская Е.С.

По итогам открытого публичного конкурса Центра госзадания и госучета Минобрнауки России по программам высшего образования (аспирантура) на 2022 г. Институту выделено одно место по специальности 1.1.5. – физиология человека и животных.

Ученая степень доктора биологических наук по специальности 1.1.5. – физиология человека и животных присуждена Варламовой Н.Г. (диссертационная работа «Годовые циклы кардиореспираторной функции у человека на европейском Севере»; научный консультант – д.м.н., профессор Бойко Е.Р.).

В 2022 году проводилась аттестация научных сотрудников Института (очередная и внеочередная). Проведены конкурсы на замещение должностей научных работников с размещением материалов на Портале вакансий «ученые-исследователи.рф».

### **Сведения о государственных и ведомственных наградах и премиях**

За многолетнюю плодотворную научную деятельность, трудовые заслуги и в связи с юбилеями награждены:

Полежаева Т.В. Почетной грамотой Минобрнауки Росси,  
Бывалов А.А., Гюнтер Е.А. Почетной грамотой РАН,  
Потолицына Н.Н., Логинова Т.П., Прошева В.И. Знаком Республики Коми «Почетный деятель науки Республики Коми»,

Никитина И.Р. Знаком отличия Республики Коми «Трудовая доблесть»,

Есева Т.В., Шадрина В.Д. Знаком отличия Республики Коми «За безупречную службу Республике Коми»,

Паршукова О.И., Людина А.Ю., Черных А.А., Марков А.Л., Гарнов И.О. Благодарностью Главы Республики Коми.

Варламова Н.Г. – победитель республиканского этапа Всероссийского конкурса «За служение спорту (за вклад и развитие физической культуры и спорта)» в категории – «Деятели науки сферы физической культуры и спорта» (Приказ Министерства физической культуры и спорта Республики Коми от 20.10.2022 г. № 01-12/364).

Солонину Ю.Г. выражена благодарность за вклад и участие в реализации мероприятий Года науки и технологий 2021 года (Москва, Оргкомитет) и благодарность Министерства образования, науки и молодежной политики Республики Коми за представление опыта работы на XII Всероссийском форуме «Здоровьесберегающее образование: опыт, проблемы, перспективы развития» (12.01.2022 г.), вручена памятная фотография с благодарностью за многолетнюю поддержку Регионального музея астрономии и космонавтики при школе № 4 г. Сыктывкара (12.04.2022 г.).

Гарнов И.О. награжден благодарственным письмом Правительства г. Москвы, Благодарственным письмом учредителей грантового конкурса БФ «Почет», Благодарственным письмом от автономной некоммерческой организации «Россия – страна возможностей».

### **Деятельность Ученого совета**

В 2022 году избран новый состав ученого совета. Проведено 12 заседаний Ученого совета, на которых рассмотрены следующие ключевые вопросы организации научной деятельности Института:

- прием в аспирантуру (тема работы, научное руководство),
- аттестация аспирантов и соискателей,
- представление к награждению в 2023 году,
- годовые отчеты подразделений и отчет Института за 2022 год, планы на 2023 год,
- представление диссертационных работ к защите (Куцева Е.В.), научных докладов (Полугрудов А.С., Коробицына Е.В., Сергушкина М.И.),

- текущие вопросы научной и научно-организационной деятельности.

### **Деятельность диссертационного совета**

Проведены четыре заседания диссертационного совета. Защищены диссертации:

1) Дерновым Б.Ф. «Функционирование сердечно-сосудистой системы в условиях изменения гемодинамической нагрузки у человека на Европейском Севере России» на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 1.5.5. – физиология человека и животных (научные консультанты – д.б.н. Прошева В.И., д.м.н. Нужный В.П.);

2) Куцевой Е.В. «Особенности питания, образа жизни, психологических свойств и состояния механизмов регуляции физиологических функций у лиц юношеского возраста с различными стилями пищевого поведения» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5. – физиология человека и животных (научный руководитель д.б.н. Филатова О.В.).

В 2022 году получены подтверждения ВАК о присуждении:

- ученой степени доктора биологических наук Варламовой Н.Г.,
- ученой степени кандидата биологических наук Бойкову В.Л.,
- ученой степени доктора медицинских наук Дерновому Б.Ф.

Отправлен отчет о работе диссертационного совета Д 004.038.01 ФИЦ Коми НЦ УрО РАН за 2021 год в ВАК при Минобрнауки России.

### **Деятельность Совета молодых ученых**

Численность Совета молодых ученых в Институте составляет 24 человека до 35 лет включительно, из которых 3 кандидата наук, 10 аспирантов.

Молодые ученые показали высокую публикационную активность, в частности, аспирант Дуркина А.В. выступила первым автором статьи в Journal of Pineal Research, импакт-фактор которого составляет 12,081.

В течение 2022 года молодые ученые активно участвовали в организации молодежной научной конференции «Молодежь и наука на Севере – 2022», на всероссийских и международных конференциях с устными и стендовыми докладами (Третьякова А.М., Сергушкина М.И., Дуркина А.В., Груббэ М.Е., Кудинова А.К., Бушманова Е.А.).

В грантах РНФ в качестве исполнителей работали Третьякова А.М., Седакина (Першина) Е.Н., Дуркина А.В., Груббэ М.Е.

Груббэ М.Е. стала победителем в конкурсе XIII Республиканского научно-практического Форума «Инновационные технологии – основа развития национальной экономики» программы «УМНИК» с проектом «Разработка системы профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе нейросетей».

Кудинова А.К. провела два мастер-класса для учащихся средней школы 29 июня 2022 г. и 23 мая 2022 г. на тему: «Способ определения физической работоспособности в велоэргометрическом тесте на эргоспирометрической системе Oxycon Pro (“Erich Jaeger”, Germany).

Тюкавкина В.Н. приняла активное участие в подготовке и проведении лично-командного Первенства ФИЦ Коми НЦ УрО РАН по лыжным гонкам «Академическая лыжня –2022», IV Всероссийской Академиаде РАН по волейболу в г. Казань.

### **Проведение и участие в работе научных мероприятий, выставок**

ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН 21–25 марта 2022 г. организована и проведена конференция “Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике” в рамках IV Всероссийской (XIX) молодежной школы-конференции «Молодежь и наука на Севере”. Работали секции по физиологии сердечно-сосудистой системы, экспериментальным аспектам физиологии. Общее количество участников – 50 человек.

В 2022 г. сотрудники Института участвовали в научных форумах с пленарными, устными и стендовыми докладами:

- III Объединенный научный форум физиологов, биохимиков и молекулярных биологов. VII Съезд биохимиков России, X Российский симпозиум «Белки и пептиды», VII Съезд физиологов СНГ, 3–7 октября, 2022 г. г. Сочи. (Горшкова Т.А., пленарный доклад);

- курсы повышения квалификации по программам дополнительного профессионального образования «Совершенствование тренировочного процесса при подготовке спортивного резерва в биатлоне» (Россия, г. Сочи, 12–19 апреля 2022 г.) (Бойко Е.Р. – приглашённый лектор, темы: «Особенности питания спортсменов высокого класса в зимних циклических видах спорта», «Роль микронутриентов в рационе питания спортсменов»).

- STAFF/MALT symposium 2022, 14–17 September, Prague, Czech Republic (Берникова О.Г., Комаров И.А., устные доклады);

- II Международная научно-практическая конференция «Человек и горы», 6–10 сентября 2022 г., г. Бишкек, Кыргызская Республика (Бойко Е.Р., Максимов А.Л., устные доклады);

- Международная научная онлайн конференция «Физиологические и структурные механизмы адаптации в экстремальных условиях», 26–27 мая 2022 г., г. Бишкек, Кыргызская Республика (Логонова Т.П., Гарнов И.О., Черных А.А., устные доклады);

- XII Международный конгресс «Кардиология на перекрестке наук», 25–27 мая 2022 г., г. Тюмень (Прошева В.И., заочное участие);

- Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием, 7–9 декабря 2022 г., г. Санкт-Петербург (Артеева Н.А., устный доклад);

- XII Всероссийская научная конференция с международным участием «Химия и технология растительных веществ», 29 ноября–02 декабря 2022 г., г. Киров (Хлопин В.А., стендовый доклад);

- Первая Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Россия в десятилетия ООН наук об океане», 24–28 октября 2022 г., г. Москва (Бойко Е.Р., устный доклад);

- IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар (Груббэ М.Е., Дуркина А.В., Лебедева Е.А., Миннебаева Е.В., Сергушкина М.И., Третьякова А.М., устные доклады);

- VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи (Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Гарнов И.О., Логонова Т.П., Людина А.Ю., Марков А.Л., Паршукова О.И., Потолицына Н.Н., Есева Т.В., Кудинова А.К., тезисы докладов);

- Конференция по сбережению здоровья человека в Арктике, 1–3 июня 2022 г., г. Архангельск (Бойко Е.Р., устный доклад);

- III Межрегиональный Слёт «Новаторы Севера», 16 декабря 2021 г., г. Сыктывкар (Гарнов И.О., устный доклад).

Институт физиологии участвовал в выставке «Достояние Севера – 2022» в составе общей экспозиции ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

## Издательская и научно-информационная деятельность

В 2022 г. подготовлен электронный макет сборника «Институт физиологии: итоги и публикации 2021 года», подготовлен макет и отпечатан тираж автореферата доктора наук. Выполнены макеты агитационных материалов для выборов директора ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Оказывается помощь сотрудникам в подготовке рисунков к научным статьям, изготавливаются визитки сотрудников, бланки и журналы по охране труда, пропусков, выдачи ключей и т.п., поздравительные адреса. Обновлена фотогалерея докторов наук Института физиологии в актовом зале. Закончена работа по сбору материала для буклета «Рационализаторы и изобретатели Института физиологии».

Подготовлены презентации для выступлений на Итоговом ученом совете, на Общем собрании УрО РАН, для представления на Совете у Главы Республики Коми.

Регулярно обновляется информация на сайте Института (<http://physiol.komisc.ru>), еженедельно представляются текущие сведения о деятельности Института, информация о Диссовете, аспирантуре, публикациях, научных форумах, разработках. За 2022 г. сайт посетили 2650 человек, (всего 15800 просмотров, что в среднем составило 1300 просмотров ежемесячно). Ведется регулярное администрирование группы Института в социальных сетях (ВКонтакте, рис. 24). Создан и ведется канал Института Telegram.

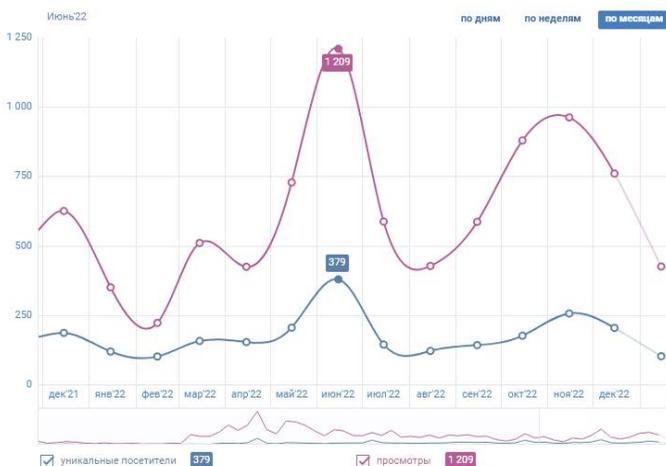


Рисунок 24. Количество посетителей и просмотров информации в группе Института в VK за 2022 год.

### *Популяризация научных знаний*

С мая 2022 г. по декабрь 2022 г. на базе Института вела работу Малая академия. За текущий период были проведены экскурсионные занятия и мастер-классы со школьниками 9-11 классов из Регионального центра Республики Коми «Академии юных талантов», «Лицея одаренных детей», Лицея № 1 (Эжва), Средней Выльгортской школы № 1. Кроме того, на экскурсию в Институт физиологии приходили студенты физкультурного и социально-педагогического отделений Сыктывкарского гуманитарно-педагогического колледжа, студенты Сыктывкарского медицинского колледжа по специальности «Сестринское дело», «Медико-профилактическое дело». Проводились лекционные и практические занятия в области физиологии человека, спортивной физиологии, биохимии и биотехнологии (Киблер Н.А., Патова О.А., Витязев Ф.В., Смирнов В.В., Гарнов И.О.). В целом, занятия в Малой академии в текущем академическом году посетило около 230 человек.

Д.м.н. Солонин Ю.Г. провел лекцию «Человек в космическом полете» для трех отдельных классов Эжвинской школы № 30 (11.04.2022 г.), лекцию «Космический туризм» в Региональном музее астрономии и космонавтики при МАОУ СОШ № 4 г. Сыктывкара (12.04.2022 г.), открытую лекцию «Гигиена и физиология космонавтов» для студентов Медицинского института СГУ (14.04.2022 г.), лекцию «Человек в космическом полете» в Республиканском Тентюковском доме-интернате для престарелых и инвалидов (22.04.2022 г.) и в Сыктывкарском евангелическо-лютеранском приходе Святого Иоанна Крестителя (Лесозавод, г. Сыктывкар, 08.05.2022 г.), открытую лекцию по космической медицине для студентов второго курса Медицинского института СГУ им. Питирима Сорокина (05.05.2022 г.), лекцию «Физиология космонавтов» для молодых ученых Института физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (26.05.2022 г.), лекцию по космической медицине 50 старшеклассникам из Луганской области Украины (13.07.2022 г.), открытую лекцию «Человек в космическом полете» для 55 лицейстов СГУ в Музее истории просвещения Коми Края (при Музейном комплексе СГУ им. Питирима Сорокина) (10.10.2022 г.). В рамках мероприятия «Фестиваль науки наука 0+» провел лекцию «Поговорим о здоровье» для студентов Института социальных технологий (18.11.2022 г.) и лекцию «Человек в космическом полёте» для студентов Института естественных наук (18.11.2022 г.). Лекция Ю.Г. Солонина «Человек в космическом полете» апробирована и

одобрена лигой лекторов Республики Коми (24.11.2022). Подготовленная видеолекция с таким же названием направлена в Российское общество «Знание».

Д.б.н. Борисенков М.Ф. выступил перед участниками профильной смены «Практическая медицина» с вводной лекцией о целях и задачах когнитивных исследований, проводимых школьниками в Академии Юных Талантов под его руководством (28.06.2022 г.). Д.м.н. Бойко Е.Р. встретился с студентами Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина в рамках работы выставки «Рождённая в воде» (особенности и история освоения Серёговского месторождения соли) в Национальном музее (09.11.2022 г.)

*Упоминания об Институте в  
средствах массовой информации:*

1. Ученые Коми проверят способность хвои ускорять реабилитацию после ковида. 11.01.2022 г. [https://www.bnkomi.ru/data/news/138897/?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop/](https://www.bnkomi.ru/data/news/138897/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop/)
2. Ученые из Коми представили средство для борьбы с последствиями коронавируса. Вести \_Коми (Коми Гор) выпуск от 10.01.2022 г. [https://www.youtube.com/watch?v=JpqBDUIhJ\\_0&t=27s](https://www.youtube.com/watch?v=JpqBDUIhJ_0&t=27s)
3. Ученые из Коми ищут народное средство для ускорения реабилитации от ковида 11.01.2022 г. <https://komi.istochnik.online/news/uchenye-iz-komi-ischut-narodnoe-sredstvo-dlya-uskoreniya-reabilitatsii-ot-kovida>
4. Ученые Коми проверят способность хвои ускорять реабилитацию после ковида. 11.01.2022 г. <https://news.myseldon.com/ru/news/index/265170816>
5. [https://yandex.ru/news/story/Uchenye\\_Komi\\_proveryat\\_sposobnost\\_khvoi\\_uskoryat\\_reabilitaciyu\\_posle\\_kovida-08ee2ae5f9be31653218b2c03937c346?lang=ru&from=js&wan=1](https://yandex.ru/news/story/Uchenye_Komi_proveryat_sposobnost_khvoi_uskoryat_reabilitaciyu_posle_kovida-08ee2ae5f9be31653218b2c03937c346?lang=ru&from=js&wan=1)
6. <https://siktivkar.bezformata.com/listnews/komi-proveryat-sposobnost-hvoi/101363754/>
7. Ученые Коми исследуют новые методы реабилитации ковидных пациентов 15.01.2022 <https://komiinform.ru/news/228064>
8. Ученые Коми рассказали, какие витамины помогут справиться с последствиями ковида. 15.01.2022 <https://zen.yandex.ru/>

media/komiinform/uchenye-komi-rasskazali-kakie-vitaminy-pomogut-spravitsia-s-posledstviiami-kovida-61e2b6287c6b9661e3ff28d9

9. Технологии ученых из Коми помогут улучшить здоровье и увеличить продолжительность жизни человека на Севере. 11.02.2022 г., <https://komiinform.ru/news/229504/>

10. Репортаж о презентации книги «Восток» на самом дальнем юге» в программе ГТРК «Коми Гор» «Вести Коми», 09.03.2022 г.

11. Время ожирения. Ученые уточнили психический механизм пищевой зависимости. 21.04.2022г. <https://ria.ru/20220421/vyatgu-1784483967.html>

12. Экскурсия и мастер-класс в Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН (Малая академия, Киблер Н.А.). 27.05.2022 г. <https://sgpk.rkomi.ru/news/article.php?newsid=5345>

13. «Добраться к нам было невозможно»: 40 лет назад на антарктической станции «Восток» в разгар зимовки произошёл пожар». 16.05.2022 г. <https://russian.rt.com/russia/article/1002593-pozhar-stanciya-vostok-antarktida>

14. «Высокая научная результативность позволила Институту физиологии КНЦ обновить оборудование». Репортаж в выпуске «Время новостей» на телеканале «Юрган» 24.05.2022 г. <https://www.yorgan.pf/video/397853/>

15. «Фактор холода в Арктике не основной»: врач-физиолог – о жизни на Севере, исследовании гипоксии и фундаментальной науке». 31.05.2022 г. <https://russian.rt.com/russia/article/1008694-fiziolog-issledovaniya-izobreteniya-intervyu>

16. «Наука и спорт: комплексный подход». 01.06.2022 г. <https://sport.rkomi.ru/nauka-i-sport-kompleksnyu-podhod>

17. Ученые Коми выявили связь между пищевой зависимостью у детей и началом занятий в школе. 01.06.2022 г. <https://komiinform.ru/news/234780>

18. «О вопросах питания и лишнего веса у жителей Республики Коми». Репортаж «Время новостей» (телевизионный канал «ЮРГАН»). 14.06.2022 г.

19. «В Институте физиологии Коми раскрыли секрет блестящих побед российского лыжника Александра Большунова». Репортаж в программе «Вести Коми» ГТРК Коми Гор. 10 июня 2022 г. [https://vk.com/club150480537?z=video-79002029\\_456249125%2F5c2e87768f5c48cf0c%2Fpl\\_wall\\_-150480537](https://vk.com/club150480537?z=video-79002029_456249125%2F5c2e87768f5c48cf0c%2Fpl_wall_-150480537)

20. В Институте физиологии Коми раскрыли секрет побед лыжника Александра Большунова. 12.06.2022 г. <https://komiinform.ru/news/235279/>
21. В Коми научном центре «раскрыли» секрет побед лыжника Большунова. 13.06.2022 г. <https://www.bnkomi.ru/data/news/145165/>
22. Участие аспирантки лаборатории физиологии сердца Груббэ М. в проекте «Поговорим о науке», который выполняется в 2022 году молодыми учёными УрО РАН при поддержке Министерства образования и молодёжной политики Свердловской области (грантовый конкурс для физических лиц на реализацию проектов по работе с молодежью). Общая тема для видеороликов участников «Сердце». 01.08.2022 г. [https://vk.com/wall-206728012\\_147](https://vk.com/wall-206728012_147)
23. Репортаж в программе «Вести Коми» телеканала Юрган посвящен прошедшему в Отделе экологической и медицинской физиологии Института физиологии обследованию лыжниц-гонщиц. 16.11.2022 г. <https://www.yorgan.pf/video/435585/>
24. Выжить на полюсе холода. 40 лет ЧП на станции “Восток” в Антарктиде. (Максимов А.Л.) 18.11.2022 г. <https://rutube.ru/video/19ed5383d0a40d9af22892ab0c985252/>
25. «В Коми официально стартовал лыжный сезон». Репортаж в программе «Детали недели» в рубрике НАУКА И СПОРТ телеканала Юрган. 22.11.2022 г. <https://www.yorgan.pf/video/436009/>
26. В Коми научном центре обновление аспирантуры (Бушманова Е.). Репортаж в программе «Вести Коми», ЮРГАН. 05.12.2022 г. <https://www.yorgan.pf/video/438401/>

***Библиографический указатель  
публикаций за 2022 год***

## Монографии

**Максимов А.Л.** «Восток» на самом дальнем юге (хронология зимовки). – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2022. – 256 с. ISBN 978-5-89606-616-3

**Бойко Е.Р., Солонин Ю.Г., Максимов А.Л.** Исследования по международному научному спутниковому эксперименту «Марс-500» в Северных регионах России // В книге: Вклад академической науки в развитие космической отрасли. Научные сессии Общего собрания членов РАН и Общих собраний отделений РАН. Апрель 2021 г. / Под ред. академика РАН А.М. Сергеева, академика РАН В.Г. Бондура, члена-корреспондента РАН А.А. Макоско. – М.: Российская академия наук, 2022. – 454 с. ISBN 978-5-907366-70-1

### *Статьи в зарубежных журналах, включенные в базу данных Web of Science, Scopus*

Aglyamova A., Petrova N., Gorshkov O., Kozlova L., **Gorshkova T.** Growing maize root: lectins involved in consecutive stages of cell development // *Plants*. 2022, 11 (14): 1799. DOI: 10.3390/plants11141799 (WoS, Q1, 4.658; Scopus)

**Arteyeva N.V., Azarov J.E.** Scenarios for increasing, decreasing and stability of Tpe/QT ratio (simulation study) // *International Journal of Biomedicine*. 2022, 12 (4): 535–538. DOI: 10.21103/Article12(4)\_OA2 (WoS; Scopus)

Baenas I., Etxandi M., Munguía L., Granero R., Mestre-Bach G., Sánchez I., Ortega E., Andreu A., Moize V.L., Fernández-Real J.-M., ... **Borisenkov M.F., Popov S.V., ... et al.** Impact of COVID-19 lockdown in eating disorders: a multicentre collaborative international study // *Nutrients*. 2022, 14 (1): 100. DOI: 10.3390/nu14010100 (WoS, Q1, 6.706; Scopus)

**Bernikova O.G., Tsvetkova A.S., Ovechkin A.O., Demidova M.M., Azarov J.E., Platonov P.G.** ECG markers of acute melatonin treatment in a porcine model of acute myocardial ischemia // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022, 23 (19): 11800. DOI: 10.3390/ijms231911800 (WoS, Q1, 6.028; Scopus)

**Borisenkov M.F., Popov S.V., Smirnov V.V., Dorogina O.I., Pecherikina A.A., Symanyuk E.E.** Later school start time is associated with better academic performance, sleep-wake rhythm characteristics, and eating

behavior // *Chronobiology International*. 2022, 39 (11): 1444–1453. DOI: 10.1080/07420528.2022.2117050 (WoS, Q2, 3.749; Scopus)

**Borisenkov M.F., Popov S.V., Smirnov V.V.,** Gubin D.G., Petrov I.M., Vasilkova T.N., Solovieva S.V., Martinson E.A., Pecherkina A.A., Dorogina O.I., Symaniuk E.E. Association between food addiction and time perspective during COVID-19 isolation // *Eating and Weight Disorders – Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*. 2022, 27: 1585–1591. DOI: 10.1007/s40519-021-01259-5 (WoS, Q2, 3.008; Scopus)

**Borisenkov M.F., Popov S.V., Smirnov V.V.,** Gubin D.G., Petrov I.M., Vasilkova T.N., Solovieva S.V., Martinson E.A., Pecherkina A.A., Dorogina O.I., Symaniuk E.E. Associations among sleep-wake rhythm characteristics, time perspective and psycho-emotional state during COVID-19 isolation // *Biological Rhythm Research*. 2022, 53 (11): 1770–1781. DOI: 10.1080/09291016.2022.2041289 (WoS, Q3, 1.362; Scopus)

**Borisenkov M.F., Tserne T.A., Bakutova L.A.,** Gubin D.G. Actimetry-derived 24 h rest–activity rhythm indices applied to predict MCTQ and PSQI // *Applied Sciences*. 2022, 12 (14): 6888. DOI: 10.3390/app12146888 (WoS, Q2, 2.838; Scopus)

**Borisenkov M.F., Tserne T.A., Bakutova L.A.,** Gubin D.G. Food addiction and emotional eating are associated with intradaily rest–activity rhythm variability // *Eating and Weight Disorders – Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*. 2022, 27 (8): 3309–3316. DOI: 10.1007/s40519-022-01461-z (WoS, Q2, 3.008; Scopus)

**Byvalov A., Konyshov I., Ananchenko B., Belozherov V.** Force spectroscopy of interactions between *Yersinia pseudotuberculosis* and *Yersinia pestis* cells and monoclonal antibodies using optical tweezers // *European Biophysics Journal*. 2022, 51 (3): 257–264. DOI: 10.1007/s00249-022-01592-2 (WoS, Q3, 2.095; Scopus)

Danilenko K.V., Stefani O., Voronin K.A., Mezhakova M.S., Petrov I.M., **Borisenkov M.F.,** Markov A.A., Gubin D.G. Wearable light-and-motion dataloggers for sleep/wake research: A review // *Applied Sciences*. 2022, 12 (22): 11794. DOI: 10.3390/app122211794 (WoS, Q2, 2.838; Scopus)

**Dernovoj B., Nuzhny V., Prosheva V.** Seasonal variation of right heart function in elite skiers-racers: an echocardiographic study // *European Journal of Applied Physiology*. 2022, 122: 1261–1268. DOI: 10.1007/s00421-022-04907-5 (WoS, Q2, 3.346; Scopus)

**Durkina A.V., Bernikova O.G., Gonotkov M.A., Mikhaleva N.J.,** Sedova K.A., Malykhina I.A., Kuzmin V.S., Velegzhaninov I.O., Azarov

J.E. Melatonin treatment improves ventricular conduction via upregulation of Nav1.5 channel proteins and sodium current in the normal rat heart // *Journal of Pineal Research*. 2022, 73 (1): e12798. DOI: 10.1111/jpi.12798 (WoS, Q1, 12.081; Scopus)

**Golovchenko V., Popov S., Smirnov V., Khlopin V., Vityazev F., Naranmandakh S., Dmitrenok A.S., Shashkov A.S.** Polysaccharides of *Salsola passerina*: extraction, structural characterization and antioxidant activity // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022, 23 (21): 13175. DOI: 10.3390/ijms232113175 (WoS, Q1, 6.028; Scopus)

**Golovchenko V.V., Khlopin V.A., Patova O.A., Feltsinger L.S., Bilan M.I., Dmitrenok A.S., Shashkov A.S.** Pectin from leaves of birch (*Betula pendula* Roth.): results of NMR experiments and hypothesis of the RG-I structure // *Carbohydrate Polymers*. 2022, 284: 119186. DOI: 10.1016/j.carbpol.2022.119186 (WoS, Q1, 10.723; Scopus)

**Günter E.A., Martynov V.V., Ananchenko B.A., Martinson A.E., Litvinets S.G.** The gel strength and swelling in the gastrointestinal environment of pectin/̑-carrageenan gel particles based on pectins with different degrees of methylesterification // *Materials Today Communications*. 2022, 33: 104986. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2022.104986 (WoS, Q3, 3.662; Scopus)

**Günter E.A., Popeyko O.V.** Delivery system for grape seed extract based on biodegradable pectin-Zn-alginate gel particles // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2022, 219: 1021–1033. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2022.08.040 (WoS, Q1, 8.025; Scopus)

**Günter E.A., Popeyko O.V., Belozarov V.S., Martinson E.A., Litvinets S.G.** Composite callus culture pectin/alginate hydrogel matrices stable in the gastrointestinal environment: physicochemical properties, morphology and swelling behavior // *Journal of Polymer Research*. 2022, 29: 206. DOI: 10.1007/s10965-022-03042-1 (WoS, Q2, 3.061; Scopus)

**Kaneva A.M., Potolitsyna N.N., Bojko E.R.** Association of serum 25-hydroxyvitamin D with metabolic disturbances in adolescents // *American Journal of Human Biology*. 2022, 34 (12): e23802. DOI: 10.1002/ajhb.23802 (WoS, Q1, 2.947; Scopus)

**Khramova D.S., Popov S.V.** A secret of salivary secretions: multimodal effect of saliva in sensory perception of food // *European Journal of Oral Sciences*. 2022, 130 (2): e12846. DOI: 10.1111/eos.12846 (WoS, Q2, 2.160; Scopus)

Martakov I.S., Vaseneva I.N., Torlopov M.A., Legki P.V., **Paderin N.M., Patov S.A., Mikhaylov V.I., Sitnikov P.A.** Biocompatible nanoparticle

heteroaggregates as stabilizers of pickering emulsions for vitamin D3 efficient delivery // *ACS Applied Bio Materials*. 2022. 5(9): 4342–4353. DOI: 10.1021/acsabm.2c00520 (WoS; Scopus)

**Mikhailova E.A.**, Shubakov A.A. Encapsulation of probiotic lactic acid bacteria in pectic gel particles // *International Journal of Biomedicine*. 2022, 12 (3): 450–453. DOI: 10.21103/Article12(3)\_OA19 (WoS; Scopus)

**Parshukova O.I., Varlamova N.G., Potolitsyna N.N., Lyudinina A.Y., Bojko E.R.** Features of metabolic support of physical performance in highly trained cross-country skiers of different qualifications during physical activity at maximum load // *Cells*. 2022, 11 (1): 39. DOI: 10.3390/cells11010039 (WoS, Q2, 7.666; Scopus)

**Patova O.A., Feltsinger L.S., Khramova D.S., Chelpanova T.I., Golovchenko V.V.** Effect of in vitro gastric digestion conditions on physicochemical properties of raw apple fruit cell wall polysaccharides // *Food Hydrocolloids*. 2022, 129: 107661. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.107661 (WoS, Q1, 11.504; Scopus)

**Popov S., Paderin N., Khramova D., Kvashninova E., Melekhin A., Vityazev F.** Characterization and biocompatibility properties in vitro of gel beads based on the pectin and k-carrageenan // *Marine Drugs*. 2022, 20 (2): 94. DOI: 10.3390/md20020094 (WoS, Q1, 6.085; Scopus)

**Popov S., Paderin N., Khramova D., Kvashninova E., Patova O., Vityazev F.** Swelling, protein adsorption, and biocompatibility in vitro of gel beads prepared from pectin of hogweed *Heracleum sosnywskyi* Manden in comparison with gel beads from apple pectin // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022, 23 (6): 3388. DOI: 10.3390/ijms23063388 (WoS, Q1, 6.028; Scopus)

**Popov S., Smirnov V., Paderin N., Khramova D., Chistiakova E., Vityazev F., Golovchenko V.V.** Enrichment of agar gel with antioxidant pectin from fireweed: mechanical and rheological properties, simulated digestibility, and oral processing // *Gels*. 2022, 8 (11): 708. DOI: 10.3390/gels8110708 (WoS, Q1, 4.432; Scopus)

Sedova K.A., Demidova M.M., **Azarov J.E.**, Hejda J., Carlson J., **Bernikova O.G., Artyeva N.**, Erlinge D., Platonov P.G. Terminal T-wave inversion predicts reperfusion tachyarrhythmias in STEMI // *Journal of Electrocardiology*. 2022, 71: 28–31. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2021.12.008 (WoS, Q3, 1.380; Scopus)

**Sergushkina M.I., Khudyakov A.N., Zaitseva O.O., Polezhaeva T.V., Solomina O.N., Vetoshkin K.A., Butolina M.A.** The use of pectins as

part of a cryoprotective solution for long-term storage of human platelet concentrates // *CryoLetters*. 2022, 43 (6): 316–321. DOI: 10.54680/fr22610110312 (WoS, Q3, 0.892; Scopus)

**Sergushkina M.I., Zaitseva O.O., Khudyakov A.N., Polezhaeva T.V., Solomina O.N.** Apple pectin as a new component for cryopreservation of nucleated cells // *Biopreservation and Biobanking*. 2022, 20 (1): 84–89. DOI: 10.1089/bio.2021.0004 (WoS, Q3, 2.256; Scopus)

Sorkina O., **Zaitseva O., Khudyakov A.** The effect of long-term alcohol intoxication on the morphological structures and enzymatic activity of rat salivary glands // *Alcohol*. 2022, 99: 23–33. DOI: 10.1016/j.alcohol.2021.11.006 (WoS, Q2, 2.558; Scopus)

Sorkina O.A., Yakovleva L.M. **Polezhaeva T.V., Zaitseva O.O., Khudyakov A.N., Solomina O.N., Sergushkina M.I.** Morphofunctional state of the salivary glands of Wistar rats under prolonged exposure to alcohol // *Comparative Clinical Pathology*. 2022, 31 (3): 497–507. DOI: 10.1007/s00580-022-03348-y (Scopus)

Tavleeva M.M., Belykh E.S., Rybak A.V., Rasova E.E., **Chernykh A.A.**, Ismailov Z.B., Velegzhaninov I.O. Effects of antioxidant gene overexpression on stress resistance and malignization in vitro and in vivo: A review // *Antioxidants*. 2022, 11: 2316. DOI: 10.3390/antiox11122316 (WoS, Q1, 7.671; Scopus)

Torlopov M.A., Vaseneva I.N., Mikhaylov V.I., Martakov I.S., Legki P.V., **Paderin N.M.**, Sitnikov P.A. Surface, rheology, digestive stability and toxicity of olive oil emulsions stabilized by chitin nanocrystals for vitamin D3 delivery // *Carbohydrate Polymers*. 2022, 284: 119162. DOI: 10.1016/j.carbpol.2022.119162 (WoS, Q1, 10.723; Scopus)

**Vaykshnorayte M.A., Vityazev V.A., Azarov J.E.** Seasonal changes of electrophysiological heterogeneities in the rainbow trout ventricular myocardium // *Current Research in Physiology*. 2022, 5: 93–98. DOI: 10.1016/j.crphys.2022.02.001 (Scopus)

**Zaitseva O.O., Sergushkina M.I., Khudyakov A.N., Polezhaeva T.V., Solomina O.N.** Seaweed sulfated polysaccharides and their medicinal properties // *Algal Research*. 2022, 68: 102885. DOI: 10.1016/j.algal.2022.102885 (WoS, Q1, 5.276; Scopus)

*Материалы и тезисы докладов в журналах, включенные  
в базу данных Web of Science, Scopus*

**Gonotkov M., Lebedeva E., Ryvkin A.** Mama and papa of the early spontaneous electrical activity of the embryo sinoatrial node // *FASEB*. 2022, 36 (S1). DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R6341 (WoS; Scopus)

**Tsvetkova A., Ovechkin A., Azarov J., Bernikova O.** Border zone repolarization duration as a predictor of early ischemic ventricular fibrillation // *FASEB*. 2022, 36 (S1). DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R6365 (WoS; Scopus)

*Статьи в отечественных журналах, включенные в базу  
данных Web of Science, Scopus*

**Kibler N., Nuzhny V., Shmakov D.** Changes in heart rate during the electrical stimulation of the atrium in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at low temperature // *Biological communications*. 2022, 67 (2): 113–119. DOI: 10.21638/spbu03.2022.204 (Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ; ВАК)

**Nuzhny V.P., Kibler N.A., Kharin S.N., Shmakov D.N.** Effect of sex on structural and morphological parameters of rat heart under conditions of combined exposure to hypokinesia and cold // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2022, 172 (6): 775–778. DOI: 10.1007/s10517-022-05476-5 (WoS, Q4, 0.737; Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ; ВАК)

**Борисенков М.Ф., Попов С.В., Смирнов В.В., Бакутова Л.А.,** Власова А.В., Самохина Е.О., Коньшко Н.А., Мерденова Л.А., Такоева Е.А., Нартикоева М.И., Печеркина А.А., Дорогина О.И., Сыманюк Э.Э. Временная перспектива, сон и самочувствие пожилых людей во время пандемии COVID-19 // *Успехи геронтологии*. 2022, 35 (5): 697–703. DOI: 10.34922/AE.2022.35.5.005 (Scopus; RSCI; РИНЦ; ВАК)

**Бывалов А.А., Дудина Л.Г., Иванов С.А., Копылов П.Х., Светоч Т.Э., Коньшев И.В.,** Морозова Н.А., Анисимов А.П., Дентовская С.В. Поверхностные антигены *Yersinia pestis* в рецепции специфических бактериофагов // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2022, 174 (8): 207–211. DOI: 10.47056/0365-9615-2022-174-8-207-211 / Byvalov A.A., Dudina L.G., Ivanov S.A., Kopylov P.Kh., Svetoch T. E., Konyshev I. V., Morozova N. A., Anisimov A.P., Dentovskaya S.V. *Yersinia pestis* surface antigens in reception of specific bacteriophages //

*Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2022, 174 (2): 241–245. DOI: 10.1007/s10517-023-05681-w (WoS, Q4, 0.737; Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ; ВАК)

**Канева А.М., Бойко Е.Р.** Сравнительный анализ информативности маркеров ожирения – индекса массы тела (ИМТ) и индекса накопления липидов (LAP, Lipid Accumulation Product) в оценке риска развития проатерогенных нарушений в липидном профиле крови // *Анализ риска здоровью*. 2022, 3: 160–167. DOI: 10.21668/health.risk/2022.3.15 (Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ, ВАК)

**Конышев И.В.,** Иванов С.А., Копылов П.Х., Анисимов А.П., Дентовская С.В., **Бывалов А.А.** Роль антигенов *Yersinia pestis* в адгезии к макрофагам J774 // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2022, 58 (4): 352–359 / Konyshev I.V., Ivanov S.A., Kopylov P.H., Anisimov A.P., Dentovskaya S.V., Byvalov A.A. The role of *Yersinia pestis* antigens in adhesion to J774 macrophages: optical trapping study // *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2022, 58 (4): 394–400. DOI: 10.1134/S0003683822040081 (WoS, Q4, 1.065; Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ; ВАК)

**Люднина А.Ю.** Сравнительный анализ профиля жирных кислот в рационе питания и плазме крови спортсменов и студентов // *Физиология человека*. 2022, 48 (5): 82–89. DOI: 10.31857/S0131164622040051 / Lyudinina A. Yu. Comparative analysis of the fatty acid profile in the diet and blood of athletes and students // *Human Physiology*. 2022, 48 (5): 563–568. DOI: 10.1134/S0362119722040053 (Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ, ВАК)

**Люднина А.Ю.,** Бушманова Е.А., Есева Т.В., **Бойко Е.Р.** Соответствие энергопотребления энерготратам у лыжников-гонщиков в общеподготовительный период // *Вопросы питания*. 2022, 91 (1): 109–116. DOI: 10.33029/0042-8833-2022-91-1-109-116 (Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ, ВАК)

**Марков А.Л.** Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков с разным уровнем максимального потребления кислорода // *Экология человека*. 2022, 29 (10): 741–748. DOI: 10.17816/humeco109505 (Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ, ВАК)

Никифорова А.В., **Головченко В.В.,** Микшина П.В., **Пагова О.А.,** Горшкова Т.А., Бовин Н.В., Шилова Н.В. Растительный полисахаридный эррей для изучения углевод-связывающих белков // *Биохимия*. 2022, 87 (7): 918–932. DOI: 10.31857/S0320972522070077 / Nikiforova A.V., **Golovchenko V.V.,** Mikshina P.V., **Patova O.A.,**

Gorshkova T.A., Bovin N.V., Shilova N.V. Plant polysaccharide array for studying carbohydrate-binding proteins // *Biochemistry (Moscow)*. 2022, 87: 890–902. DOI: 10.1134/S0006297922090036 (WoS, Q4, 2.824; Scopus; RSCI; Ядро РИНЦ; ВАК)

**Паршукова О.И., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р.** Функциональная роль метаболитов оксида азота у высококвалифицированных лыжников-гонщиков с гипертонической реакцией на физическую нагрузку // *Человек. Спорт. Медицина*. 2022, 22 (2): 55–60. DOI: 10.14529/hsm220206 (WoS; Scopus; Ядро РИНЦ; ВАК)

### *Статьи в журналах, входящих в базу данных РИНЦ, ВАК*

**Бойко Е.Р., Паршукова О.И., Потолицына Н.Н.** Эндотелиальный ответ при кратковременной острой экспериментально индуцированной нормобарической гипоксии у человека в покое // *Известия Национальной академии наук Кыргызской республики*. 2022, S6: 13–16. (РИНЦ)

**Максимов А.Л.,** Борисенко Н.С. Особенности структуры показателей газообмена у высококвалифицированных спортсменов-лыжников в первые дни адаптации в среднегорье // *Известия Национальной академии наук Кыргызской республики*. 2022, № S6: 105–110. (РИНЦ)

**Монгалев Н.П., Рубцова Л.Ю., Вахнина Н.А., Шадрина В.Д., Чупахин О.Н., Бойко Е.Р.** Влияние сукцинатсодержащего препарата на клеточный состав крови крыс в покое, при свободном плавании и плавании с грузом в тесте “до отказа” // *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2022, 1: 135–146. DOI: 10.34014/2227-1848-2022-1-135-146 (РИНЦ; ВАК)

**Патурова И.Г., Полежаева Т.В., Зайцева О.О., Соломина О.Н., А.Н. Худяков, Сергушкина М.И., Циркин В.И., Дмитриева С.Л.** Влияние агониста бета3-адренорецепторов мирабегрона на активность нейтрофилов венозной крови небеременных женщин // *Журнал медико-биологических исследований*. 2022, 10 (3): 241–251. DOI: 10.37482/2687-1491-Z112 (РИНЦ; ВАК)

**Солонин Ю.Г.** Влияние длительности и сменности работ на здоровье работающих. Обзор литературы // *Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология. Геология. Химия. Экология*. 2022, № 3 (23): 17–30. DOI: 10.34130/2306-6229-2022-3-17 (РИНЦ)

**Солонин Ю.Г.** Влияние длительности работ на безопасность и здоровье работающих: Обзор литературы // *Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ)*. 2022, 27 (3): 14–19.

**Солонин Ю. Г.** Индекс Хильдебрандта у лыжников и тхэквондистов в покое и при стандартных велоэргометрических нагрузках // *Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка*. 2022, 1 (1): 8 с. (РИНЦ)

**Солонин Ю. Г.** Индекс Хильдебрандта у лыжников разного пола в покое и при стандартных физических нагрузках // *Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология. Геология. Химия. Экология*. 2022, № 1 (21): 70–77. DOI: 10.34130/2233-1277-2021-4-70 (РИНЦ)

**Солонин Ю.Г., Гарнов И.О., Логинова Т.П., Марков А.Л.** Сравнение физической и аэробной работоспособности у биатлонистов и лыжников-гонщиков // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология*. 2022, № 1 (65): 39–49. DOI: 10.26456/vtbio238 (РИНЦ; ВАК)

Шубаков А.А., Михайлова Е.А., Володина С.О., Мартынов В.В., Шергина Н.Н., Володин В.В. Карбоксиметилцеллюлазная активность аскомицетного гриба *Trichoderma viride* // *Бутлеровские сообщения*. 2022, 70 (5): 107–113. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-70-5-107 (РИНЦ)

Шубаков А.А., Михайлова Е.А., Мартынов В.В. Биоконверсия целлюлозосодержащего сырья. Ферментативный гидролиз целлюлозы (обзор литературы) // *Известия Коми научного центра УрО РАН*. 2022, № 4 (56): 27–38. DOI: 10.19110/1994-5655-2022-4-27-38 (РИНЦ; ВАК)

### *Статьи в тематических сборниках*

**Бушманова Е.А., Есева Т.В., Людинина А.Ю.** Относительный энергодефицит в спорте: проблемы и пути решения // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 36–39.

**Гарнов И.О., Логинова Т.П., Бойко Е.Р.** Артериальное давление у лыжников-гонщиков различных спортивных квалификаций в максимальном велоэргометрическом тесте // VI Всероссийская

научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 49–52.

**Есева Т.В.** Потребление углеводов в спорте – основные моменты // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 105–110.

**Кудинова А.К., Варламова Н.Г., Бойко Е.Р.** Функция внешнего дыхания, физическая работоспособность и электрокардиограмма у лыжников-гонщиков в начале подготовительного периода // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 127–130.

**Логинова Т.П., Бойко Е.Р.** Определение тренировочных зон спортсменов // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 130–133.

**Людина А.Ю., Бушманова Е.А., Бойко Е.Р.** Исследование энергообеспечения аэробной работоспособности организма высококвалифицированных лыжников-гонщиков // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 133–137.

**Марков А.Л.** Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков спортивной сборной команды Республики Коми // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 138–141.

**Паршукова О.И., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р.** Особенности метаболического обеспечения физической работоспособности у высококвалифицированных лыжников-гонщиков разной спортивной квалификации при физической нагрузке максимальной мощности // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков

высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 147–153.

**Потолицына Н.Н.**, Нутрихин А.В., Филиппов А.Д., **Бойко Е.Р.** Витаминный статус лыжников-гонщиков в различных гендерных и возрастных группах // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации», 19–23 сентября 2022 г., г. Сочи / Под ред. А.В. Гурского. – Смоленск: СГУС, 2022. С. 153–157.

### *Патенты*

**Витязев В.А.**, Полле А.Я. Устройство моделирования и визуализации локальной растяжимости миокарда. Патент на изобретение № 2779228. Заявка: 2021129522, 11.10.2021. Опубликовано: 05.09.2022, Бюл. № 25.

**Гарнов И.О.**, Нутрихин А.В., **Логинова Т.П.**, **Бойко Е.Р.** Способ повышения физических качеств лыжников-гонщиков. Патент на изобретение № 2778204. Заявка: 2021134133, 23.11.2021. Опубликовано: 15.08.2022, Бюл. № 23.

**Людицина А.Ю.**, **Бушманова Е.А.**, **Бойко Е.Р.**, **Варламова Н.Г.** Оценка энерготрат и вклада макронутриентов в физическую работоспособность в тесте «до отказа» на системе Oхусон Pro. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614375. Заявка: 2022613491, 14.03.2022. Опубликовано: 21.03.2022, Бюл. № 4.

### *Тезисы докладов*

**Grubbe M.E.**, Poselyaninov A.S., Khomenko P.V. Volume of ischemic myocardial damage in lad occlusion in pigs // Young Scientists Initiative: Collection of conference materials, Syktyvkar, May 12, 2022. – Syktyvkar: FRC “Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 2022. – P. 156–158.

Khomenko P.V., Poselyaninov A.S., **Grubbe M.E.** Tpeak–tend interval as a vf marker in ischemia // Young Scientists Initiative: Collection of conference materials, Syktyvkar, May 12, 2022. – Syktyvkar: FRC “Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 2022. – P. 118–120.

**Konyshev I.V.**, Novikova O.D., Portnyagina O.Yu., **Byvalov A.A.** Immunochemical activity of OmpF and OmpC porins from *Yersinia pseudotuberculosis* evaluated by optical trapping // Proceedings of International Symposium «Yersinia 14», 26–28 September, 2022, Saint-Peterburg, Russia). – Саратов: Амирит, 2022. – С 42. <https://yersinia2022.ru/en>

Poselyaninov A.S., Khomenko P.V., **Grubbe M.E.** J-wave incidence in a porcine model of acute ischemia // Young Scientists Initiative: Collection of conference materials, Syktyvkar, May 12, 2022. – Syktyvkar: FRC “Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, 2022. – P. 115–117.

**Артеева Н.В.**, **Кудинова А.К.**, **Варламова Н.Г.**, **Азаров Я.Э.** Векторные характеристики реполяризации желудочков у лыжников при максимальной физической нагрузке // Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием, 7–9 декабря 2022 г., г. Санкт-Петербург. Тезисы докладов – СПб.: Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН, 2022. – С. 23. (08.12.2022 г.) <https://www.infran.ru>

**Бушманова Е.А.**, **Людицина А.Ю.** Особенности энергозатрат у высококвалифицированных лыжников-гонщиков // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 230–231. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Груббэ М.Е.**, **Курсанов А.Г.** Методика видеорегистрации механических свойств пограничной зоны миокарда при ишемии и реперфузии сердца // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 232–233. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Груббэ М.Е.** Применение нейронных сетей в клинической кардиологии // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 312. <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Дерновой Б.Ф.**, **Прошева В.И.**, **Бочаров М.И.** Кардиогемодинамика при циклической и хронической нагрузке на миокард у человека при адаптации к холоду // Сборник тезисов. XII

Международный конгресс «Кардиология на перекрестке наук», 25–27 мая 2022 г., г. Тюмень. – С. 104–106. <https://cardio-congress.ru/>

**Дуркина А.В., Берникова О.Г., Гонотков М.А., Михалева Н.Я., Седова К.А., Малыгина И.А., Кузьмин В.С., Вележанинов И.О., Азаров Я.Э.** Лечение мелатонином улучшает проведение миокарда путем повышения регуляции натриевого тока в сердце крыс // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 234. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Комаров И.А., Азаров Я.Э.** Фармакологический ответ в аритмогенном миокарде: оценка желудочкового потенциала действия свиньи *in silico* // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 236–238. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Кудинова А.К.** Динамика амплитуды зубца Т ЭКГ в тесте «до отказа» у лыжников-гонщиков в подготовительный период // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 241–243. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Людицина А.Ю., Паршукова О.И., Есева Т.В., Бушманова Е.А., Бойко Е.Р.** Фундаментальные исследования энергообеспечения аэробной работоспособности организма высококвалифицированных лыжников-гонщиков // Межвузовская научно-практическая конференция памяти Олимпийского чемпиона Н.В. Пузанова «Актуальные вопросы в педагогических, медико-биологических и психологических аспектах физической культуры и спорта», 07 апреля 2022 г., г. Санкт-Петербург. – СПб.: ВМедА, 2022. С. 135–139. (07.04.2022). [https://lms.vmeda.org/events\\_nauch/list/5](https://lms.vmeda.org/events_nauch/list/5)

**Миннебаева Е.В., Дуркина А.В., Берникова О.Г., Азаров Я.Э.** Электрофизиологические особенности миокарда крыс разного возраста в модели ишемии-реперфузии // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере

– 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 245–246. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Михайлова Е.А., Шубаков А.А.** Инкапсуляция пробиотиков в пектиновые гелевые частицы // XII Всероссийская научная конференция с международным участием и школа молодых ученых «Химия и технология растительных веществ», 29 ноября – 02 декабря 2022 г., г. Киров. – С. 132.

**Сергушкина М.И., Зайцева О.О., Худяков А.Н., Соломина О.Н.** Особенности кристаллизации льда в сперме в присутствии природных полисахаридов // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 256–258. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

Скрыпник Ю.Ю., **Паршукова О.И.** Влияние приема сукцинатсодержащего препарата на содержание оксида азота в плазме крови крыс // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 259–260. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Третьякова А.М., Вахнина Н.А.** Влияние температуры щелочного раствора на выделение общего гликогена и его фракций из печени мышей // IV Всероссийская (XIX) молодежная научная школа-конференция «Молодежь и наука на Севере – 2022», 21–25 марта 2022 г., г. Сыктывкар: Материалы докладов. В 2-х томах. Т. 1. – Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УРО РАН, 2022. – С. 261–262. (23.03.2022 г.) <https://ysn.komisc.ru/#home>

**Хлопин В.А., Головченко В.В.** Полисахариды листьев березы *Betula pendula* Roth.: влияние температуры воздуха и количества дневного света // Сборник тезисов XII Всероссийской научной конференции с международным участием «Химия и технология растительных веществ», 29 ноября – 02 декабря 2022 г., г. Киров. – С. 227. (30.11.2022 г.) [https://chemi.komisc.ru/ru/page/menu.conf.СТПС\\_XII/](https://chemi.komisc.ru/ru/page/menu.conf.СТПС_XII/)

Шубаков А.А., Щемелинина Т.Н., Мартынов В.В., **Михайлова Е.А.** Утилизация коры и кородревесных отходов // XII Всероссийская научная конференция с международным участием и школа молодых

ученых «Химия и технология растительных веществ», 29 ноября – 02 декабря 2022 г., г. Киров. – С. 257.

***Публикации, не вошедшие в список публикаций  
за 2021 год***

**Bernikova O.G., Durkina A.V., Sedova K.A., Azarov J.E.** Determinants of reperfusion arrhythmias: action potential duration versus dispersion of repolarization // *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2021; 72 (5): 691–697. DOI: 10.26402/jpp.2021.5.04 (WoS, Q3, 2.589; Scopus)

**Горшкова Т.А.**, Петрова Н.В. Лектины растений: разнообразие, особенности и возможные функции // III Объединенный научный форум физиологов, биохимиков и молекулярных биологов. VII Съезд биохимиков России, X Российский симпозиум «Белки и пептиды», VII Съезд физиологов СНГ. Сочи – Дагомыс, Россия, 3–8 октября, 2021 г. Научные труды. Т. 2. – М.: Изд-во «Перо», 2021. – С. 196–197. (07.10.2022 г.) <http://www.physiology-cis.org/Page292.html>

*Евгений Рафаилович Бойко  
Сергей Николаевич Харин  
Елена Альбертовна Пиунетлева*

ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ:  
ИТОГИ И ПУБЛИКАЦИИ  
2022 ГОДА

*Рекомендовано к изданию  
Ученым советом  
Института физиологии  
Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки ФИЦ “Коми научный  
центр Уральского отделения Российской академии наук”*

Оригинал-макет, печать - Соколова М.В.

Компьютерный набор. Формат 60x90 1\16. Бумага IQ allround  
Усл.печ.л. 5,35. Заказ № 153. Тираж 50

---

Информационно-издательский отдел  
Института физиологии  
Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки ФИЦ “Коми научный центр”  
Уральского отделения Российской академии наук  
167982, ГСП 2, Республика Коми, г.Сыктывкар,  
ул. Первомайская, 50