

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт иммунологии и физиологии
Уральского отделения Российской академии наук
ФГБУН ИИФ УрО РАН

УТВЕРЖДАЮ

Директор, академик


В.А. Черешнев
«28» сентября 2015


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Лабораторный практикум по биофизике мышц»

Направление подготовки: 30.06.01 Фундаментальная медицина

Направленность (профиль подготовки): биофизика

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Екатеринбург – 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: изучение фундаментальных основ сократимости миокарда и методов ее исследования на уровне одиночных кардиомиоцитов и мышечных полосок.

Задачи дисциплины:

- расширить объем базовых знаний в отношении фундаментальных механизмов сокращения сердечной мышцы;
- ознакомить с принципами и методологическими подходами к измерению и анализу биомеханической активности (сократительный ответ стимулируемого мышечного препарата), биохимической активности ((внутри)клеточные потоки ионов и метаболитов) и электрической активности (мембранный потенциал миоцита) в сердечных клетках;
- обеспечить практическое применение полученных знаний в работе с изолированными препаратами сердечной мышцы

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Лабораторный практикум по биофизике мышц» относится к специальным дисциплинам отрасли науки и научной специальности, включенной в обязательные дисциплины образовательной составляющей ОПОП по специальности 03.01.02 – «Биофизика».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Знать: основные способы, методы и алгоритмы решения проблем, имеющих в области биофизики; принципы разработки новых методов области биофизики

Уметь: выбирать наиболее эффективные методы решения основных типов проблем в области биофизики

Владеть: основными методами и инструментами научно-исследовательской и проектной деятельности в области биофизики

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часов. Время проведения 2 семестр

Таблица 1

Структура дисциплины, виды и объем учебной работы

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ (С)	СР		
1	Биомеханика сердечной мышцы	2	2	4		10	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4	УО
2	Кальциевая регуляция сокращения сердечной мышцы	2	2	4		8	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4	УО
3	Электрическая активность сердечной клетки	2	2	4		8	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4	УО
4	Флюоресцентные маркеры ионной активности в мышечных клетках	2	2	4		8	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4	УО
5	Конфокальная микроскопия: принципы, методы, применение в исследовании живых объектов	2	2	4		8	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4	УО
	итого		10	20		42		

ПРИМЕЧАНИЕ: КР- контрольная работа, Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа аспиранта.

5. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Биомеханика сердечной мышцы	Введение в теорию сократимости миокарда, структурные элементы сократительного аппарата мышц. Активация сократительных белков, кооперативные эффекты. Факторы, влияющие на силогенерацию

		сердечной мышцы. Основные характеристики для оценки биомеханической активности сердечной мышцы. Ознакомление с современными методами и техникой регистрации сократительной активности кардиомиоцита, мышечной полоски.
2	Кальциевая регуляция сокращения сердечной мышцы	Связь возбуждение-сокращение. Кальций-вызванное высвобождение кальция. Участие кальция в активации сократительных белков. Динамика кальция в цитоплазме сердечной клетки. Механизмы выведения кальция из межмиофиламентарной решетки в фазу мышечного расслабления.
3	Электрическая активность сердечной клетки	Теория мембранных потенциалов. Ионная проводимость клетки, полупроницаемые мембраны. Электрическое возбуждение клетки. Методы измерения мембранного потенциала.
4	Флюоресцентные маркеры ионной активности в мышечных клетках	Физические принципы флюоресценции. Спектры возбуждения и эмиссии флюорофоров. Типы флюоресцентных маркеров для мониторинга основных ионов в миоцитах. Фотодеградация, фотовыцветание. Калибровочные процедуры для оценки реальной концентрации ионов.
5	Конфокальная микроскопия: принципы, методы, применение в исследовании живых объектов	Введение в принципы конфокальной микроскопии. Лазерная и мультифотонная микроскопия, применение в биологических исследованиях. Современные системы лазерной сканирующей микроскопии.

6. Перечень лекций, семинарских, практических занятий, лабораторных и самостоятельных работ

Таблица 3

Перечень занятий и формы контроля

№ п/п	Наименование раздела	Вид занятия	Тема занятия (самостоятельной работы)	Форма текущего и промежуточного контроля
1	Биомеханика сердечной мышцы	Л (С)	Молекулярно-клеточные детерминанты связи «длина-сила» в миокарде теплокровных	УО
2	Кальциевая регуляция сокращения сердечной мышцы	Л (С)	Взаимосвязь между потоками ионов кальция и сократимостью сердечной мышцы	УО
3	Электрическая активность сердечной клетки	Л (С)	Мембранный потенциал сердечной клетки	УО
4	Флюоресцентные маркеры ионной активности в мышечных клетках	Л (С)	Флюорофоров, применяющиеся для регистрации кинетики несвязанного цитозольного кальция в кардиомиоцитах	УО
5	Конфокальная	Л (С)	Применение систем лазерной	УО

	микроскопия: принципы, методы, применение в исследовании живых объектов		сканирующей микроскопии в изучении быстрых динамических процессов в живой клетке	
Итоговый контроль				зачет

ПРИМЕЧАНИЕ: Виды занятий: Л – лекции, С – семинары, П – практические занятия, ЛЗ – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

Формы текущего контроля: УО – устный опрос (собеседование), Р – реферат, П – проект, Д – доклад, КЛ – конспект лекции, ГД – групповая дискуссия, ОСР – оценка сопоставимости результатов, РИ – результат исследования (контроль качества и статистическая обработка) и др.

7. Информационные ресурсы

Таблица 4

Карта обеспечения учебно-методической литературой

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	Антонов В.Ф. Физика и биофизика / В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 236 с. (ЦНБ)	1
2	Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с. (ЦНБ)	1
3	Мархасин В.С., Изаков В.Я., Шумаков В.И. Физиологические основы нарушения сократительной функции миокарда. СПб., «Наука», 1994. – 243 с. (ЦНБ)	1
4	Основы физики и биофизики / под ред. А. И. Журавлева. – М.: Мир, 2005. – 383 с. (ЦНБ)	1
Дополнительная литература		
1	Physiology of the Heart. 5 th edition, edited by Arnold M. Katz, 2011, 576 p.	электронный ресурс
2	Cardiac Mechano-Electric Coupling and Arrhythmias. 2 nd edition, edited by Peter Kohl, Frederick Sachs and Michael R. Franz, 2011, 608 p.	электронный ресурс
3	Gordon A.M., Homsher E., Regnier M. Regulation of Contraction in Striated Muscle. Physiological Reviews, 80(2):853-924, 2000	электронный ресурс
4	de Tombe P.P., Mateja R.D., Tachampa K., Ait Mou Y., Farman G.P., Irving T.C. Myofilament length dependent activation. J Mol Cell Cardiol, 48:851–8, 2010	электронный ресурс
5	Takahashi A., Camacho P., Lechleiter J.D., Herman B. Measurement of Intracellular Calcium. Physiological Reviews, 79(4):1089-1125, 1999	электронный ресурс

6	Bers D.M. Calcium fluxes involved in control of cardiac myocyte contraction. Circ Res, 87(4):275–281, 2000	электронный ресурс
7	ter Keurs H.E.D.J. The interaction of Ca ²⁺ with sarcomeric proteins: role in function and dysfunction of the heart. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 302(1):H38–H50, 2012	электронный ресурс
8	Laser Scanning Confocal Microscopy. Edited by Nathan S. Claxton, Thomas J. Fellers, and Michael W. Davidson, 2005, 37 p	электронный ресурс

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5

Перечень печатных, технических и электронных средств обучения

№ п/п	Наименование	Вид	Форма доступа
1	Мультимедийные презентации лекций, семинаров	электронный	Лаборатория биологической подвижности, online-доступ
	Web-ресурсы: Научная электронная библиотека eLibrary (http://www.elibrary.ru) Ресурс научных статей Pubmed (http://www.ncbi.nlm.nih.gov)	электронный	online-доступ

8. Материально-техническое обеспечение

Таблица 6

Обеспеченность помещениями для аудиторных занятий и мультимедийного оборудования

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)
-------	-------------------------	---	--

1	Теория и методы изучения механической, биохимической и электрической активности в сердечной мышце	ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН Актальный зал (к. 115), Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер) ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН Лаборатория биологической подвижности (к. 119), Muscle Research System экспериментальная установка для одновременной регистрации механической активности мышцы и кинетики ионов кальция в ее клетках Экспериментальная установка для одновременной регистрации механической активности мышцы и мембранного электрического потенциала в ее клетках ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН Оборудование общего доступа (к. 111), Carl Zeiss LSM 710 система лазерной конфокальной микроскопии Sutter Instruments MP-265/M Пьезо-контроллер и позиционер для задания контролируемого точного растяжения изолированного кардиомиоцита	Собственность ИИФ
---	---	---	-------------------

Таблица 7

**Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Учебно- методическое обеспечение
1	Биомеханика сердечной мышцы	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	1. Physiology of the Heart. 5th edition, edited by Arnold M. Katz, 2011, 576 p. 2. Cardiac Mechano-Electric Coupling and Arrhythmias. 2nd edition, edited by Peter Kohl, Frederick Sachs and Michael R. Franz, 2011, 608 p. 3. Gordon A.M., Homsher E., Regnier M. Regulation of Contraction in Striated

			Muscle. Physiological Reviews, 80(2):853-924, 2000
2	Кальциевая регуляция сокращения сердечной мышцы	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	1. Physiology of the Heart. 5 th edition, edited by Arnold M. Katz, 2011, 576 p. 2. Cardiac Mechano-Electric Coupling and Arrhythmias. 2 nd edition, edited by Peter Kohl, Frederick Sachs and Michael R. Franz, 2011, 608 p. 3. Gordon A.M., Homsher E., Regnier M. Regulation of Contraction in Striated Muscle. Physiological Reviews, 80(2):853-924, 2000
3	Электрическая активность сердечной клетки	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины.	1. Physiology of the Heart. 5 th edition, edited by Arnold M. Katz, 2011, 576 p. 2. Cardiac Mechano-Electric Coupling and Arrhythmias. 2 nd edition, edited by Peter Kohl, Frederick Sachs and Michael R. Franz, 2011, 608 p.
4	Флюоресцентные маркеры ионной активности в мышечных клетках	Анализ электронных источников на сайтах производителей флюоресцентных маркеров и соответствующей регистрирующей аппаратуры.	Takahashi A., Camacho P., Lechleiter J.D., Herman B. Measurement of Intracellular Calcium. Physiological Reviews, 79(4):1089-1125, 1999
5	Конфокальная микроскопия: принципы, методы, применение в исследовании живых объектов	Анализ реферативных журналов и электронных источников, в том числе опубликованных производителями конфокальных микроскопов, с учетом содержания раздела дисциплины.	Laser Scanning Confocal Microscopy. Edited by Nathan S. Claxton, Thomas J. Fellers, and Michael W. Davidson, 2005, 37 p

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные средства:

- для текущего контроля – собеседование
- для промежуточной аттестации – собеседование

По итогам обучения проводится зачет

Таблица 8

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

№ п/п	Наименование раздела	Оценочные средства	Компетенции
1	Биомеханика сердечной мышцы	Собеседование	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4
2	Кальциевая регуляция сокращения сердечной мышцы	Собеседование	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4
3	Электрическая активность сердечной клетки	Собеседование	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4
4	Флюоресцентные маркеры ионной активности в мышечных клетках	Собеседование	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4
5	Конфокальная микроскопия: принципы, методы, применение в исследовании живых объектов	Собеседование	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4

Примерные вопросы:

1. Структура миокардиальной ткани.
2. Строение сердечной клетки.
3. Сократительные и регуляторные белки: миозин, актин, тропонин, тропомиозин.
4. Закон Франка-Старлинга для целого сердца.
5. Потенциал покоя и действия в сердечной клетке.
6. Электрическое возбуждение сердечной клетки.

7. Ионный транспорт, электрогенный транспорт, АТФ-зависимый транспорт.
8. Ионные каналы и обменные механизмы саркоплазматической мембраны.
9. Саркоплазматический ретикулум, рианодиновые каналы, кальций-вызванное высвобождение кальция.
10. Типы кооперативной активации сократительных белков.
11. Факторы, влияющие на кооперативную активацию актин-миозинового взаимодействия.
12. Мышечное расслабление: механизмы выведения кальция из межмиофиламентарного пространства.
13. Флюорофоры, механизм функционирования.
14. Спектры поглощения и эмиссии.
15. Нерациометрические и рациометрические флюорофоры.
16. Лазерная конфокальная микроскопия, преимущества по сравнению с микроскопией в проходящем свете.
17. Мультифотонное возбуждение флюорофоров, связь между длиной волны и глубиной проникновения возбуждающего излучения. Фототоксичность, фотодеградация.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 30.06.01 Фундаментальная медицина

Автор, к.б.н.



О.Н.Лукин

Программа заслушана и утверждена на заседании Ученого совета ИИФ УрО РАН «25» сентября 2015 г., протокол №7

Ученый секретарь Ученого совета

ИИФ УрО РАН

К.ф.-м.н.



Р.М. Кобелева