

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт имени
А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной и
воспитательной работе МГЭИ
им. А. Д. Сахарова БГУ



И. Э. Бученков

2021 г.

Регистрационный № УД- 940-21 /уч.

СТВОЛОВАЯ КЛЕТКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-80 02 01 Медико-биологическое дело

2021 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования (ОСВО) 1-80 02 01-2019 от 14.05.2019 и учебного плана специальности 1-80 02 01 Медико-биологическое дело № 108-18/уч. от 31.08.2018

СОСТАВИТЕЛИ:

М. М. Зафранская, заведующий кафедрой иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» БГУ, доктор медицинских наук, доцент;

Д. Б. Нижегородова, доцент кафедры иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» БГУ, кандидат биологических наук, доцент;

М. Ю. Юркевич, доцент кафедры иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» БГУ, кандидат биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № 10 от 17.05.2021);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № 10 от 24.06.2021)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Открытие стволовых клеток признано величайшим событием XX столетия и третьим по значимости событием в биологии после расшифровки двойной спирали ДНК и программы «Геном человека». Стволовые клетки являются недифференцированными клетками, имеющиеся у многих видов многоклеточных организмов, основная функция которых заключается в восстановлении и регенерации организм человека с момента его рождения. Способность любых стволовых клеток давать разные клеточные типы делает их весьма удобной системой для изучения молекулярно-генетических и иммунобиологических событий, обуславливающих дифференцировку клеток и регуляцию метаболических процессов в организме.

Клеточная терапия стволовыми клетками представляет собой новое направление медицинской науки, относящееся к высоким медицинским технологиям, которое способно перевернуть традиционные представления о возможностях лечения многих заболеваний. Благодаря своей способности дифференцироваться в любую ткань, иммуномодулирующим свойствам и репарации стволовые клетки могут применяться для лечения широкого спектра социально-значимых болезней. С помощью стволовых клеток разрабатываются эффективные технологии лечения многих наследственных заболеваний, которые не удалось решить методами молекулярной генетики, включая средства генной терапии. Тем не менее, остается ряд нерешенных проблем, среди которых соблюдение правовых и этических норм, лицензирование клеточных технологий, риск малигнизации, а также регулирование дифференцировки клеток. Поэтому всестороннее изучение стволовых клеток является одной из актуальных и перспективных областей современной медицины.

Специалист, занимающийся получением и изучением стволовых клеток, должен иметь представление и обладать разработанным умением оперировать информацией, получаемой разными методами. Именно в этой позиции проявляется необходимость отдельной дисциплины «Стволовая клетка», преподаваемой на I ступени высшего образования для специальности Медико-биологическое дело.

Цель учебной дисциплины «Стволовая клетка»: получение студентами знаний о классификации, особенностях строения, функционировании и метаболизме стволовых клеток, основных источниках и способах получения стволовых клеток, возможностях применения в тканевой инженерии и клеточной терапии.

Задачи учебной дисциплины:

1) изучить основные типы стволовых клеток, структурно-функциональные свойства, дифференцированный потенциал и молекулярно-генетические аспекты регуляции;

- 2) сформировать у студентов представление о современных методах выделения, культивирования и идентификации стволовых клеток, клонирования;
- 3) ознакомить студентов с основными достижениями использования стволовых клеток в регенеративной медицине;
- 4) развить у студентов понимание фундаментальных биологических процессов, реализуемых в клеточных технологиях с использованием стволовых клеток.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин (компонент учреждения образования), модуль «Биотехнология». Дисциплина «Стволовая клетка» связана с такими учебными дисциплинами, как «Иммунология» и «Гематология» модуля «Медицина-1», «Цитология» и «Генетика» модуля «Биология клетки».

Освоение учебной дисциплины «Стволовая клетка» должно обеспечить формирование следующих универсальных и углублённых профессиональных компетенций (СК-2): быть способным применять современные знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования.

В результате усвоения этой дисциплины обучаемый должен

знать:

- основы биологии стволовых клеток, их классификацию и индивидуальные особенности;
- современные методы выделения и культивирования стволовых клеток;
- основные направления развития регенеративной медицины и подходы, применяемые в клеточной и тканевой инженерии;
- принципы клеточной терапии стволовыми клетками, позволяющие ее применение в регенеративной медицине.

уметь:

- выделять стволовые клетки из различных тканей и органов;
- определять жизнеспособность, количество, морфологию, фенотип, пролиферативный и дифференцировочный потенциал стволовых клеток;
- анализировать результаты культуральных, иммунологических и молекулярно-диагностических исследований и интерпретировать их;
- пользоваться учебной и научной литературой для получения новых знаний и их анализа.

владеть:

- методологией ферментативной и магнитной сепарации клеток, культуральных и молекулярно-генетических исследований, микроскопии, иммунофенотипирования с использованием проточной цитометрии;
- нормативно-правовые основы в поле регламентации исследований стволовых клеток различных типов;
- правилами техники безопасности при работе с клеточными культурами.

Дисциплина изучается в 7 семестре (очная форма получения высшего образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Стволовая клетка» отведено 108 ч, из них 48 ч аудиторных: лекции – 24 ч, лабораторные занятия – 12 ч, практические занятия – 12 ч.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации – экзамен в 7-ом семестре для дневной формы получения высшего образования.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основные свойства и классификация стволовых клеток

История открытия стволовых клеток. Понятие о стволовой клетке, классификация, биологические свойства, источники получения. Функциональное деление стволовых клеток. Ассиметричное и стохастическое деление. Самообновление и потентность. Идентификация стволовых клеток. Ниши (компарменты) стволовых клеток.

Направления современных фундаментальных исследований, перспективы применения в медицине. Вклад Нобелевских лауреатов и ведущих международных исследователей. Этические проблемы применения стволовых клеток.

1.1 Введение в надлежащую лабораторную практику (GLP) и освоение навыков лабораторной работы в стерильных условиях

Международные и локальные документы, регламентирующие получение и использование стволовых клеток для исследования и в практической медицине.

Структура клеточной лаборатории. Характеристика оборудования культурального блока. Общие принципы и требования для культивирования клеток и работы в культуральном блоке. Посуда, питательные среды, растворы и реагенты. Принципы организации и виды банков биологического материала. Регистры доноров.

Тема 2. Эмбриональные стволовые клетки (ЭСК)

Типы ЭСК и клеточные линии. Тотипотентность и плюрипотентность ЭСК, основные факторы их регуляции. Поверхностные маркеры, транскрипционные факторы, хоуминг и теломеразная активность ЭСК. Сравнительная характеристика свойств ЭСК мыши и человека.

Методы дифференцировки ЭСК *in vitro*: эмбрионидные тельца, сокультивирование и использование матрикса или фидерного слоя. Механизмы нарушения хромосомного состава ЭСК. Эмбриональные гибридные клетки: эффективный способ репрограммирования генома дифференцированных клеток. ЭСК как клеточная модель патогенеза болезни. Области использования ЭСК: терапевтическое клонирование, изучение эмбриогенеза, трансгенез, получение химерных животных, клеточная терапия. Проблемы получения ЭСК человека.

2.1 Принципы пробоподготовки биологического материала. Культуральные среды, ростовые факторы и биологически активные добавки для культивирования стволовых клеток

Технологии выделения и культивирования стволовых клеток. Понятия «пассаж», «первичная культура», «конфлюэнтность», «контактное торможение». Методы выделения клеток: механическая дезагрегация, ферментативная обработка, иммуномагнитная сепарация, использование проточного сортера. Культуральные питательные среды и их компоненты.

Сывороточные и бессывороточные среды. Монослойные клеточные культуры. Культивирование клеток на микроносителях. Требования, предъявляемые к микроносителям для культивирования клеток. Типы используемых природных и синтетических носителей: хитин, полиакрил, полипептиды и другие. Культивирование в виде тканей или кусочков (эксплантов). Суспензионные культуры. Клеточные сфероиды. Трехмерные статические культуры. Культивирование клеток в биореакторах. Условия культивирования клеток. Стерильность при работе с клеточными культурами. Принципы, преимущества и методы криоконсервации. Криоконсервация тканей-источников стволовых клеток. Криоконсервация клеток. Используемые криопротекторы (ДМСО и другие).

Тема 3. Фетальные стволовые клетки (ФСК)

Типы ФСК. Основные источники ФСК: амниотическая жидкость, плодные оболочки (амниотическая и хорионическая мембрана, децидуальная оболочка), ворсинки хориона, хорионическая пластинка, Вартонов студень. Сравнительная характеристика биологических свойств ФСК и постнатальных стволовых клеток. Фето-материнский микрохимеризм. Использование ФСК в терапии рака.

Тема 4. Гемопозитические стволовые клетки (ГСК)

Характеристика и свойства ГСК, дифференцировка, самообновление, роль в сохранении гомеостаза кроветворной системы. Сигнальные пути клеточной регуляции и механизмы дифференцировки гемопозитических стволовых клеток. Ниши ГСК. Молекулярные механизмы старения.

Источники получения, методы выделения, фенотипические маркеры. Способы мобилизации ГСК. Ключевые регуляторы ГСК и методы манипулирования *in vitro* и *in vivo*. Роль прогениторных гемопозитических клеток (hematopoietic stem and progenitor cells (HSPCs)) в формировании микроокружения стволовых клеток.

Аллогенная трансплантация ГСК. Принципы подбора донора для аллогенной трансплантации ГСК. Трансплантация ГСК при заболеваниях системы крови. Эффективность и основные проблемы проведения аутологичной и аллогенной трансплантации ГСК. Осложнения трансплантации ГСК. Острая и хроническая реакции «трансплантат против хозяина».

4.1 Методы выделения и идентификации ГСК: иммуномагнитная сепарация и проточная цитофлуориметрия

Методы сепарации ГСК, лабораторная оценка эффективности мобилизации и сбора ГСК согласно протоколам Министерства здравоохранения РБ. Возможности иммуномагнитной сепарации ГСК: принцип метода, технология постановки, регистрация и интерпретация результатов. Метод проточной цитофлуориметрии для идентификации и сепарации ГСК.

Тема 5. Стволовые клетки пуповины и их регенеративный потенциал

Стволовые клетки пуповинной крови: мезенхимальные стромальные клетки (МСК), эндотелиальные клетки-предшественники (ЭПК), неограниченные соматические стволовые клетки ((USSC), многолинейные клетки-предшественники, нейрональные клетки-предшественники. Фенотипическая и функциональная характеристика. Применение стволовых клеток пуповины. Банк стволовых клеток пуповинной крови и его основные задачи.

Тема 6. Мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки

Фенотип, источники получения, пластичность ММСК. Секреторная активность и иммунорегуляторный потенциал ММСК. Критерии идентификации ММСК. Способы культивирования ММСК. Регуляция дифференцировки ММСК в экто-, эндо- и мезодермальном направлениях. ММСК костного мозга. Стромально-васкулярная фракция жировой ткани как источник ММСК. Перспективы клинического использования ММСК и их продуктов.

6.1 Методы выделения ММСК из костного мозга и жировой ткани. Культивирование и субкультивирование стволовых клеток. Оценка жизнеспособности и концентрации стволовых клеток

Подходы к выделению ММСК из костного мозга и жировой ткани: механический и ферментативный методы, использование градиентов плотности. Способы субкультивирования ММСК. Типы используемых клеточных красителей для оценки жизнеспособности ММСК. Пробоподготовка клеточных культур к криоконсервации. Оборудование для криоконсервации и условия криохранения.

6.2 Морфо-функциональная характеристика ММСК. Контроль качества, оценка безопасности и эффективности ММСК

Мониторинг культур ММСК. Оценка качества клеточных культур: жизнеспособность, количество клеток, морфологические особенности, биологическая чистота. Иммуноцитохимическая характеристика стволовых клеток. Субкультивирование клеточных культур. Контроль качества, оценка безопасности и эффективности стволовых клеток. Технология мечения стволовых клеток (использование трансгенных животных, окраска флуоресцентными красителями, трансфекция репортерными генами). Оценка миграционной способности клеток. Доклиническая оценка препаратов для клеточной терапии. Выбор лабораторных животных и использование альтернативных биологических моделей.

Тема 7. Постнатальные тканеспецифичные прогениторные клетки

Классификация тканеспецифичных прогениторных клеток. Особенности выделения, сортировки, экспансии и хранения тканеспецифичных прогениторных клеток. Основные маркеры, пути

миграции, хоуминг и трансдифференцировка тканеспецифичных прогениторных клеток.

Влияние микроокружения на свойства тканеспецифических стволовых клеток. Нейральный стволовые клетки (НСК). Локализация НСК в структурах головного мозга и их основные маркеры (нестин, виментин, глиальный фибриллярный кислый белок и другие). Особенности культивирования НСК в виде тонких срезов или кусочков (эксплантов), в монослойной культуре, в виде многоклеточных агрегатов (нейросфер). Сателлитные клетки мышечных волокон: локализация, роль в постнатальном мышечном росте, молекулярные маркеры. Гипотезы образования миосателлитов. Стволовые клетки сердца. Эндотелиальные прогениторные клетки: источники получения и маркеры.

Тема 8. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки

Современные подходы к репрограммированию стволовых клеток. Секвенирование и редактирование генома – технологии, лежащие в основе клеточного репрограммирования.

Методы генетической модификации клеток. Трансформация. Векторы внутриклеточной доставки генов. Системы редактирования геномов TALEN и CRISPR/Cas.

Клеточные линии, наиболее эффективно подвергающиеся репрограммированию (фибробласты, эндотелиоциты, кератиноциты и другие). Химические соединения, повышающие эффективность репрограммирования клеток. Транскрипционные факторы, участвующие в репрограммировании клеток. Методы получения индуцированных плюрипотентных стволовых клеток без генетической модификации генома клеток. Линии индуцированных плюрипотентных стволовых клеток, полученные в результате репрограммирования соматических клеток пациентов с различными патологиями.

8.1 Свойства и перспективы применения эмбриональных, фетальных, и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток

Свойства и различия эмбриональных, фетальных и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток. Аспекты использования эмбриональных, фетальных и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток в биомедицинских исследованиях. Проблема эффективности и безопасности применения эмбриональных, фетальных и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток в заместительной клеточной терапии.

Тема 9. Стволовые клетки и канцерогенез

Современные аспекты концепции раковых стволовых клеток Cancer Stem Cells. Стволовые клетки опухолей. Молекулярные механизмы, регулирующие деление и дифференцировку опухолевых стволовых клеток. Молекулярные механизмы устойчивости опухолевых клеток к химиотерапии.

Тема 10. Стволовые клетки и регенеративная медицина

Регенеративная медицина: определение понятия, основные достижения использования эндогенных стволовых клеток и клеточной терапии в гепатологии, эндокринологии, регенерации кожи, костно-хрящевого аппарата, нервной, сердечно-сосудистой систем. Молекулярные механизмы регуляции дифференцировки, миграции и пролиферации клеток, молекулы-регуляторы и молекулярные мишени для стимуляции эндогенного регенераторного потенциала организма. Роль микроокружения стромальных клеток в регенеративной медицине

Молекулярная характеристика, ангиогенные свойства и перспективы использования стволовых клеток для терапии сердечно-сосудистых и других социально-значимых болезней. Функциональная инженерия хрящевой ткани с использованием региональных/стволовых клеток взрослого организма (Adult stem cells). Нейральные стволовые клетки.

10.1 Направленная дифференцировка стволовых клеток и применение в регенеративной медицине

Дифферон: его состав и характеристика. Дифференцировка, как стойкое структурно-функциональное изменение ранее однородных клеток, приобретение ими структурных особенностей для выполнения специфических функций. Молекулярно-генетические основы дифференцировки. Индукторы и ингибиторы дифференцировки. Роль направленной дифференцировки в клеточной терапии стволовыми клетками.

Тема 11. Трансплантация органов, тканей, клеток

Принципы клеточной терапии на основе иммунокомпетентных клеток, мезенхимальных стромальных клеток. Органы-мишени, способы доставки и мониторинг. Тканно-инженерные конструкции. 3D-принтинг. Искусственные органы и ткани.

Генномодифицированные клетки, CRISPR/Cas9, CAR и технологии модификации клеток на основе использования вирус-ассоциированных векторных систем. Их преимущества и недостатки.

Внеклеточные микровезикулы, биологическая характеристика.

11.1 Молекулярные аспекты стволовых клеток, механизмы генетической и внутриклеточной их регуляции, вопросы репрограммирования и восстановления потенции соматических клеток

Молекулярные аспекты внеклеточного матрикса ниш и искусственных каркасов, имеющих отношение к исследованиям стволовых клеток. Регуляция соматических стволовых клеток Notch сигналингом. Механизмы регуляции генов в эмбрионах человека и плюрипотентных стволовых клетках: транскрипционное и эпигеномное ремоделирование.

Функциональная роль Sox2 транскрипционного фактора в дифференцировке стволовых клеток.

Метаболическое репрограммирование эпигенетики стволовых клеток. Клеточное репрограммирование в фундаментальной и прикладной биомедицине. Потенциал репрограммирования на основе слияния для генерации диплоидных аутологичных плюрипотентных клеток. Сверхэкспрессия эмбриональных факторов транскрипции и восстановление состояния плюрипотентности соматических клеток.

Тема 12. Получение и применение клеточных продуктов

Получение клеточных продуктов в лабораторных и промышленных условиях. Биореакторы: принципы работы, виды.

Биологическая характеристика клеточных продуктов. Требования контроля качества.

Клиническое применение и биологическая активность биомедицинских клеточных продуктов на основе мезенхимальных стволовых клеток и иммунокомпетентных клеток. Надлежащая практика тканевых и клеточных технологий GTP (Good Tissue Practice).

Государственное регулирование медицинского оборота клеточных продуктов.

12.1 Эпигенетическая регуляция экспрессии генов, метилирование ДНК. Теломеры, теломераза и стволовые клетки в механизмах патологии

Уровни эпигенетической регуляции. Метилирование ДНК, модификации гистонов и ремоделирование хроматина как основные способы передачи эпигенетической информации. Клеточный метаболизм и эпигенетическая регуляция: взаимодействие между хроматином и метаболизмом в регуляции тканевых стволовых клеток во время старения. Перспективы для регенерации, омоложения и лечения возрастного снижения функции стволовых клеток.

Роль теломер и теломеразы в старении стволовых клеток. Синдромы теломер: синдром Хойераала-Хрейдассона, врожденный дискератоз, фиброз легких, апластическая анемия и фиброз печени.

Вовлечение теломеразной обратной транскриптазы (TERT) в микроокружение опухоли: ангиогенез, воспаление, стволовость раковых клеток, эпителиально-мезенхимальная трансформация. Хромосомная нестабильность, мутации теломер и канцерогенез. Механизмы поддержания теломер и метастатический рак молочной железы. Моделирование заболеваний теломер в индуцированных плюрипотентных стволовых клетках iPS.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(для дневной формы получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	
		24	12		12			
1	Основные свойства и классификация стволовых клеток	2						
1.1	Введение в надлежащую лабораторную практику (GLP) и освоение навыков лабораторной работы в стерильных условиях.		2					
2	Эмбриональные стволовые клетки	2						
2.1	Принципы пробоподготовки биологического материала. Культуральные среды, ростовые факторы и биологически активные добавки для культивирования стволовых клеток.		2					
3	Фетальные стволовые клетки	2						
4	Гемопозитические стволовые клетки	2						
4.1	Методы выделения и идентификации гемопозитических стволовых клеток: иммуномагнитная сепарация и проточная цитофлуориметрия				4			
5	Стволовые клетки пуповины и их регенеративный потенциал	2						
6	Мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки	2						
6.1	Методы выделения стволовых клеток из костного мозга и жировой ткани. Культивирование и субкультивирование стволовых клеток.				4			

	Оценка жизнеспособности и концентрации стволовых клеток.							
6.2	Морфо-функциональная характеристика мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток. Контроль качества, оценка безопасности и эффективности мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток				4			
7	Постнатальные тканеспецифичные прогениторные клетки	2						
8	Индукцированные плюрипотентные стволовые клетки	2						
8.1	Свойства и перспективы применения эмбриональных, фетальных и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток		2					
9	Стволовые клетки и канцерогенез	2						
10	Стволовые клетки и регенеративная медицина	2						
10.1	Направленная дифференцировка стволовых клеток и применение в регенеративной медицине.		2					
11	Трансплантация органов, тканей, клеток	2						
11.1	Молекулярные аспекты стволовых клеток, механизмы генетической и внутриклеточной регуляции, вопросы репрограммирования и восстановления потенции соматических клеток.		2					
12	Получение и применение клеточных продуктов	2						
12.1	Эпигенетическая регуляция экспрессии генов, метилирование ДНК. Теломеры, теломераза и стволовые клетки в механизмах патологических процессов.		2					
	ИТОГО	24	12		12			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы к изучению учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Примерный перечень лабораторных занятий

№ п/п	Наименование тем
1	Методы выделения стволовых клеток из костного мозга и жировой ткани. Культивирование и субкультивирование стволовых клеток. Оценка жизнеспособности и концентрации стволовых клеток
2	Методы выделения и идентификации ГСК: иммуномагнитная сепарация и проточная цитофлуориметрия
3	Морфо-функциональная характеристика мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток. Контроль качества, оценка безопасности и эффективности мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток

Примерный перечень практических занятий

№ п/п	Наименование тем
1	Введение в надлежащую лабораторную практику (GLP) и освоение навыков лабораторной работы в стерильных условиях
2	Принципы пробоподготовки биологического материала. Культуральные среды, ростовые факторы и биологически активные добавки для культивирования стволовых клеток
3	Свойства и перспективы применения эмбриональных, фетальных, и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток
4	Направленная дифференцировка стволовых клеток и применение в регенеративной медицине
5	Молекулярные аспекты стволовых клеток, механизмы генетической и внутриклеточной их регуляции, вопросы репрограммирования и восстановления потенции соматических клеток

6	Эпигенетическая регуляция экспрессии генов, метилирование ДНК. Теломеры, теломераза и стволовые клетки в механизмах патологии
---	---

Рекомендуемая литература

Основная

1. Хаитов, Р. М. Иммунология. Атлас / Р. М. Хаитов, Ф. Ю. Гариб. – М.:ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с.
2. Новиков, Д. К. Клиническая иммунология и аллергология: учебник / Д. К. Новиков, П. Д. Новиков, Н. Д. Титова. – Минск: Вышэйш. шк., 2019. – 495 с.
3. Хаитов, Р. М. Иммунология: учебник / Р. М. Хаитов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 496 с.
4. Ляликов, С. А. Клиническая иммунология и аллергология: учеб. пособие / С. А. Ляликов, Н. М. Тихон. – Минск: Вышэйш. шк., 2015. – 366 с.
5. Регенеративная биология и медицина - Том. Книга II. Клеточные технологии в терапии болезней нервной системы. Под ред.: В.Н.Ярыгина, В.П. Пузырева, К.Н. Ярыгина и В.В. Семченко. - Место издания: Екатеринбург – Москва –Омск –Томск–Ханты-Мансийск: Омская областная типография, 2015. –360 с.
6. Регенеративная биология и медицина - Том. Книга III. Клеточные технологии в клинической медицине. Под ред.: Пузырев В.П., Дыгай А.М., Лебедев И.Н, Семечко В.В. - Место издания: Москва - Омск - Томск - Ханты-Мансийск. Изд-во: Омская областная типография - 2017. - 774 с.
7. Ястребов А.П., Гребнев Д.Ю., Маклакова И.Ю. Стволовые клетки, их свойства, источники получения и роль в регенеративной медицине. – Екатеринбург 2016. - 282с.
8. Попов Б.В. Регенеративный потенциал мезенхимных стволовых клеток. Санкт-Петербург: Медкнига «ЭЛБИ», 2015 - 281 с.

Дополнительная

1. Биология стволовых клеток и клеточные технологии : учебник : для студентов медицинских вузов : в 2 т. / Пальцев Михаил Александрович и др. ; под ред. М. А. Пальцева Т. 1. – М.: Медицина, Шико, 2009. - 271 с.
2. Регенеративная биология и медицина - Том. Книга 1. Генные технологии и клонирование / Под общей редакцией В.П. Пузырева, К.Н. Ярыгина, В.Н. Ярыгина. - Омск, Изд-во: Омская областная типография, 2012. - 296 с.
3. Мезенб Н.И. Стволовые клетки : учеб.-метод. пособие / Н. И. Мезен,

3. Б. Квачева, Л. М. Сычик. – 2-е изд., доп. – Минск : БГМУ, 2014. – 62 с.
4. Ткачук В.А. Стволовые клетки и регенеративная медицина. Макс Пресс, М. 2014. – 218 с.
5. Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 05.01.2010 №6 «Об утверждении некоторых клинических протоколов трансплантации органов и тканей человека».
6. Положение о порядке государственной регистрации биомедицинских клеточных продуктов, утвержденное Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 28.11.2014 № 1120.
7. Инструкция по применению «Методы контроля контаминации микроорганизмами культур мезенхимальных стволовых клеток костного мозга и пуповинной крови», утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь от 25.11.2010 № 167-1208 / Квачева З.В., Вотяков В.И., Игнатъев Г.М. и соавт.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений магистрантов по учебной дисциплине «Стволовая клетка» используется следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- анализ научной периодики;
- устный опрос;
- защита рефератов;
- тестирование.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме устного опроса на практических занятиях с выставлением текущих оценок по десятибалльной шкале. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы при изучении учебной дисциплины, могут использоваться следующие методические рекомендации:

- работа студентов состоит в проработке обзорного лекционного материала, в изучении по учебникам программного материала и рекомендованных преподавателем литературных источников;
- работа преподавателя состоит:
 - в обучении студентов способам самостоятельной учебной работы и развитию у них соответствующих умений и навыков;

- в выделении отдельных тем программы или их частей для самостоятельного изучения студентами по учебникам и учебным пособиям без изложения их на лекции или проведения практических занятий;
- в разработке программы контроля самостоятельной работы студента;
 - самостоятельная работа студента протекает в форме делового взаимодействия. Студент получает непосредственные указания, рекомендации преподавателя об организации и содержании самостоятельной деятельности, а преподаватель выполняет функцию управления через учёт, контроль и коррекцию ошибочных действий;
 - с первой недели семестра студент получают от преподавателя учебные задания на самостоятельную проработку отдельных тем или их частей, с последующим контролем их выполнения;

К основным формам самостоятельной работы студентов по изучению учебной дисциплины можно отнести:

- опрос;
- выполнение тестовых заданий;
- краткие письменные работы;
- опрос перед началом лабораторных занятий.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

Модуль «Биотехнология». Стволовая клетка

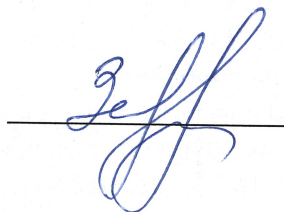
на 2022 /2023 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1.	Внести перечень тем контрольных работ для самостоятельного выполнения. 1.Международные и локальные документы, регламентирующие получение и использование стволовых клеток для исследования и в практической медицине. 2.Планирование, организация, требования к проведению доклинических исследований. 3. Структура клеточной лаборатории. Характеристика оборудования культурального блока клеточной лаборатории. Внутри- и межлабораторный контроль качества. 4.Методы выделения клеток: механическая дезагрегация, ферментативное выделение, иммуномагнитная сепарация, клеточные сортеры. 5.Способы и условия культивирования стволовых клеток. Адгезивные и суспензионные клеточные культуры. 6.Состав культуральных питательных сред. Сывороточные и бессывороточные среды. Культуральные добавки. 7.Устройство клеточных биореакторов и особенности культивирования в них стволовых клеток. 8.Принципы, преимущества и способы криоконсервации стволовых клеток. Криопротекторы. 9.Характеристика, свойства и маркеры эмбриональных стволовых клеток. 10.Основные проблемы получения и культивирования эмбриональных стволовых клеток. Типы дифференцировки эмбриональных стволовых клеток <i>in vitro</i>. 11.Основные отличия эмбриональных стволовых клеток человека и мыши. 12.Фетальные гемопоэтические, мезенхимальные, нервральные, перинатальные стволовые клетки: общая характеристика, маркеры, область применения. 13.Технологии перепрограммирования соматических клеток в плюрипотентные стволовые клетки. 14.Краткая характеристика генов участвующих в репрограммировании. 15.Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки: определение, технологии получения; причины, вызвавшие развитие этих технологий. 16.Индукторы, стимуляторы, условия культивирования и специфические маркеры адипогенной, остеогенной и хондрогенной дифференцировки сультипотентных мезенхимальных стволовых клеток. 17.Молекулярные основы эпигенетики. Уровни и виды эпигенетической регуляции и модификации. Эпигенетический контроль экспрессии генов в стволовых клетках. 18.Клонирование млекопитающих - цели, методология и	Развитие способностей студентов к углубленному анализу учебной и научной литературы, законодательств; умения систематизировать, обобщать научный и практический материал по изучаемой дисциплине.

этические проблемы. 19.Раковая стволовая клетка: происхождение, свойства, поверхностные маркеры, метод выделения. 20.Теломера и теломераза – определение, открытие. Строение и структура теломер. Значение активности теломеразы в стволовых клетках.	
--	--

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры иммунологии (протокол № 11 от 2.06. 2022 г.)

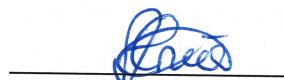
Заведующий кафедрой иммунологии
д.м.н., доцент



М.М. Зафранская

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
экологической медицины



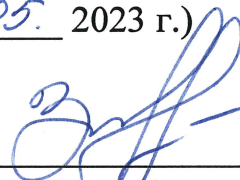
А.Г. Сыса

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
«СТВОЛОВАЯ КЛЕТКА»
на 2023/2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Вести изменение в тематику лабораторной работы №3 «Морфофункциональная характеристика мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток. Контроль качества, оценка безопасности и эффективности мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток. Отработка навыков заполнения паспорта клеточных культур»	Обучение студентов современным навыкам работы с клеточными культурами

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры иммунологии (протокол № 10 от 10.05. 2023 г.)

Заведующий кафедрой иммунологии
д.м.н., профессор


(подпись)

М.М. Зафранская

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
экологической медицины

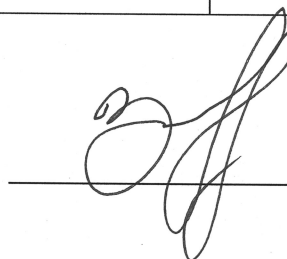

(подпись)

А.Г. Сыса

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ
ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Модуль «Медицина-1». Гематология	Иммунологии	Материал достаточен	Протокол № 10 от 24.06.2021 г.
2. Модуль «Медицина-1». Иммунология	Иммунологии	Материал достаточен	Протокол № 10 от 24.06.2021 г.

Заведующий кафедрой иммунологии
д. м. н., доцент



М.М. Зафранская

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

Стволовая клетка
на 2024/2025 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
	В список дополнительной литературы добавить: 1. Апчел, В. Я. Стволовые клетки: биолого-физиологические закономерности развития, функции и механизмы : монография / В. Я. Апчел, А. В. Москалёв, Е. А. Никитина. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. — 212 с. — ISBN 978-5-8064-3240-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/355415 (дата обращения: 20.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2. Волотовский, И. Д. Мезенхимальные стволовые клетки. Достижения и перспективы : монография / И. Д. Волотовский. — Минск : Белорусская наука, 2023. — 200 с. — ISBN 978-985-08-3012-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/345635 (дата обращения: 20.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 3. Мяделец, О. Д. Цитофизиология стволовых клеток : учебное пособие / О. Д. Мяделец. — Витебск : ВГМУ, 2023. — 236 с. — ISBN 978-985-580-161-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/380294 (дата обращения: 20.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Внесение дополнительных источников литературы в образовательный процесс необходимо для более полного освоения учебного материала по данной дисциплине

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры иммунологии (протокол № 10 от 20.06.2024 г.)

Заведующий кафедрой

М.М.Зафранская

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

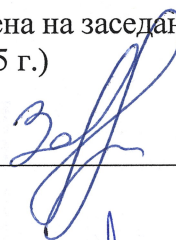
А.Г. Сыса

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
СТВОЛОВАЯ КЛЕТКА
 на **2025/2026** учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	В список основной литературы добавить: 1. Стволовая клетка: лабораторный практикум/ Д.Б. Нижегородова {и др.} – Минск: ИВЦ Минфина, 2024. – 64 с. 2. Стволовая клетка: учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / сост. М. М. Зафранская, Д. Б. Нижегородова, М. П. Потапнев, Т. В. Савицкая, М. Ю. Юркевич, М. В. Лобай, А. В. Величко. – Электрон. дан. (186 Мб). – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2023. – Электрон. носитель.	Внесение дополнительных источников литературы в образовательный процесс необходимо для более полного освоения учебного материала по данной дисциплине
2	В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания и практические умения по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в производственной, социальнокультурной и общественной жизни страны.	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры иммунологии (протокол № 11 от 16.06.2025 г.)

Заведующий кафедрой



М.М.Зафранская

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета



В.В.Шевердов