



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
Факультет фундаментальной медицины

КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ
ПРОГРАММА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

06.03.01 - Фармация

Москва – 2010 г

Программа подготовлена на кафедре биохимии и молекулярной медицины факультета фундаментальной медицины Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова

Авторы-составители: к.б.н., доцент К.А. РУБИНА, к.б.н., доцент Н.И. КАЛИНИНА, к.б.н. В.Ю. СЫСОЕВА

УДК

Программа по клеточной биологии и гистологии для студентов по специальности «фармация» рассмотрена на заседаниях кафедры биохимии и молекулярной медицины и Ученого совета факультета фундаментальной медицины и рекомендована для использования в учебном процессе.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В соответствии с п.4.3. Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, специалисты по направлению подготовки «фармация» должны быть подготовлены к научно-исследовательской деятельности. В частности, специалист-провизор должен решать профессиональные задачи, связанные с проведением самостоятельной научно-исследовательской работы, участием в решении научно-исследовательских и научно-прикладных задач по созданию новых лекарственных средств, разработке новых методов и технологий в области фармации. Изучение медико-биологических и специальных предметов, направленных на формирование этих профессиональных навыков, включая физиологию, биохимию, фармакологию и биотехнологию, требует знаний о структуре и функциях клеток и внутриклеточных структур, а также о взаимодействии клеток друг с другом в пределах отдельных тканей и организма в целом. Поэтому изучение предмета клеточной биологии и гистологии необходимо для специалистов-провизоров.

Предмет «Клеточная биология и гистология» является частью математического, естественнонаучного и медико-биологического учебного цикла. Студенты, изучающие данный предмет должны знать основы биологии в объеме предмета «Биология», входящего в этот учебный цикл. Обучение по программе «Клеточная биология и гистология» способствует формированию общекультурных и профессиональных компетенций ОК-1, ПК-1, -28, - 35, -36, -48 и -49, указанных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования для подготовки специалистов по специальности «фармация».

В Программе предусмотрены следующие методы обучения: лекции (2 часа в неделю), практические семинарские занятия, контроль знаний с помощью вопросов эвристического характера и тестовых заданий. В конце семестра проводится итоговый зачет.

Общая трудоемкость занятий по предмету «Клеточная биология и гистология» составит 36 часов (1 зачетную единицу). Программа состоит из введения и трех основных разделов (лекции по клеточной биологии, гистологии и практические занятия), включающих программный материал.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

По клеточной биологии и гистологии для студентов по специальности «фармация»

1. Введение: предмет клеточной биологии; что изучает современная клеточная биология и цитология; методы цитологического анализа (световая и электронная микроскопия, флуоресцентная микроскопия, иммуноцитохимия, иммуногистохимия, автордиография, культура клеток, компьютерная видеомикроскопия).

2. Клеточная теория:

Основные постулаты теории: сходство строения клеток; закон воспроизведения клеток, тотипотентность клеток многоклеточных организмов; понятие дифференцировки клеток; понятие о клетке как единице строения, функционирования, развития и патологии организмов.

Основные компоненты клетки: ядро - система хранения, воспроизведения и реализации генетической информации; цитоплазма - система основного промежуточного обмена, рибосомы - органеллы синтеза белка, цитоскелет - опорно-двигательная система; вакуолярная система - (ЭПР, АГ, лизосомы, эндосомы); митохондрии - органеллы энергетики клетки; плазматическая мембрана барьерная, рецепторная и транспортная система.

3. Мембранные компоненты клетки.

Общие свойства мембран, их химический состав, роль липидов, белков и гликопротеидов, асимметрия липидов и белков, их латеральная подвижность, связь с элементами цитоскелета.

Плазматическая мембрана – барьерно-транспортная рецепторная система.

Плазматическая мембрана как механический и диффузионный барьер. Проницаемость искусственных билипидных слоев для низкомолекулярных компонентов, трансмембранный перенос через плазматическую мембрану, каналы, белки и переносчики. Межклеточный транспорт низкомолекулярных соединений: щелевые контакты, коннексоны, метаболическая кооперация клеток.

Рецепторы плазматической мембраны и вторичные посредники, аденилатциклазная система, фосфатидил-инозитольная система передачи сигнала с поверхности клетки. Ингибиторы передачи сигнала внутрь клетки.

4. Клеточное ядро- система поддержания, воспроизведения и реализации генетической информации.

Ядро эукариотических клеток: компоненты интерфазных ядер.

Хроматин: альтернативные состояния хроматина (интерфаза и митоз), эухроматин и гетерохроматин; разнообразие структурной организации интерфазных ядер; общая морфология митотических хромосом, виды хромосом, их число, кариотип человека.

Белки хроматина: гистоны и негистоновые белки.

Гистоны: общие свойства, типы гистонов, их связь с ДНК, структурная и функциональная роль гистонов; нуклеосомный уровень компактизации ДНК, структура нуклеосомы, нуклеосомы во время репликации и транскрипции;

Негистоновые белки: легко экстрагируемые и неэкстрагируемые белки ядерного матрикса.

Ядерная оболочка: строение и компоненты, ламины, белки ламины, их свойства и роль, строение комплекса ядерной поры, их число, размеры, участие в импорте и экспорте макромолекул в интерфазном ядре.

Морфология транскрипции: типы РНК, их количество, скорость синтеза и распада.

Синтез информационных РНК: единицы транскрипции, интроны и экзоны, сплайсинг, образование РНП и транспорт через ядерную пору, ядрышковые белки и их роль в синтезе рибосом, судьба компонентов ядрышка во время митоза, периферический хромосомный материал. Ингибиторы репликации и транскрипции.

5. Межклеточные соединения (контакты) и внеклеточный матрикс.

Простой адгезивный контакт: типы белков, участвующих в узнавании и соединении клеток (кадгерины, интегрины, селектины и др.).

Заякоряющие соединения: десмосомы, полудесмосомы, фокальные контакты, адгезивный пояс, их строение, химические компоненты и функции.

Плотный замыкающий контакт: строение, встречаемость, функции.

Компоненты внеклеточного матрикса (гликозаминогликаны, коллаген, эластин, фибронектин, базальная мембрана, ламинин), строение и функция.

6. Вакуолярная система – система синтеза и транспорта макромолекул.

Состав: эндоплазматический ретикулум (гранулярный и гладкий), аппарат Гольджи, лизосомы, секреторные вакуоли, эндосомы.

Синтез цитоплазматических белков в цитозоле и их транспорт в различные органеллы клетки. Общая схема организации вакуолярной системы, ее компартментов и функциональных нагрузок в каждом из них.

1). *Гранулярный эндоплазматический ретикулум.* Морфология, локализация, синтез растворимых и нерастворимых белков. Котрансляционный перенос растворимых белков, сигнальные последовательности синтезируемых пептидов, SRP-частицы, стоп-сигналы, ассиметричность синтезируемых мембранных белков; модификация синтезированных белков, гликозилирование, синтез и встраивание липидов в мембрану ЭПР. Гранулярный ЭПР – источник всех мембран вакуолярной системы включая плазматическую мембрану; механизмы отщепления вакуолей от мембраны ЭПР и принципы их адресования в мембраны аппарата Гольджи.

2). *Гладкий эндоплазматический ретикулум.* Морфология и функции: участие в синтезе секреторируемых гликопротеидов, стероидных гормонов, в синтезе гликогена саркоплазматический ретикулум и его роль в депонировании кальция при мышечном сокращении.

3). *Аппарат Гольджи.* Ультраструктурное строение, локализация, основная роль в клеточной секреции. Биохимические превращения (вторичная модификация) белков: вторичное гликозилирование секреторных белков, их сульфатирование, фосфорилирование лизосомных белков, синтез экскретируемых полисахаридов и гликопротеидов; сортировка белков в транс-Гольджи сети, рецепторы лизосомных и секреторных белков; участие аппарата Гольджи в транспорте лизосом и секреторных вакуолей.

3). *Лизосомы.* Химические особенности, наличие кислых гидролаз, их активация, морфологическая гетерогенность лизосом: первичные лизосомы, вторичные лизосомы,

аутофагосомы. Роль лизосом во внутриклеточном пищеварении. Участие лизосом во внутриклеточном расщеплении биополимеров; лизосомные болезни.

7. Митохондрии: общая ультраструктурная организация, локализация отдельных этапов окислительного фосфорилирования в компонентах митохондрий; форма и число митохондрий, ДНК митохондрий, количество митохондриальных генов, рибосомы и синтез белков, транспорт белков в митохондрии, гипотеза симбиотического происхождения митохондрий, роль митохондрий в апоптозе.

8. Цитоскелет - опорно-двигательная система.

Формы клеточной подвижности: внутриклеточная подвижность органелл, мышечное сокращение, компоненты системы – микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки.

Общая характеристика белковых полимеров цитоскелета.

Промежуточные филаменты: морфология, состав, способ организации, белки в их составе, функции, поведение в митозе.

Микрофиламенты: характеристика актинов как основного компонента, его полимеризация, ингибиторы полимеризации, актин-связывающие белки, участие в образовании ламеллоподий, стресс-фибриллы, фокальные контакты.

Миозин: классы миозиновых молекул, их свойства, взаимодействие с актином. Механизм движения с помощью акто-миозинового комплекса, сокращение фибрилл поперечно-полосатых мышц.

Микротрубочки: строение и свойства, тубулины, ингибиторы полимеризации, самосборка, полярность сборки, динамическая нестабильность, полярность расположения в клетке, каркасная роль, участие в движении: моторные белки кинезины и динеины и их участие в движении компонентов вакуолярной системы.

Полимеризация тубулинов в живой клетке: центры организации микротрубочек. Клеточный центр, центросома, строение центриолей, химия центриолей, центриольный цикл, удвоение центриолей.

Цитостатики.

9. Митоз.

Митотический аппарат: кинетохоры хромосом, веретено деления, клеточные центры; структура кинетохоров, профаза, прометафаза, анафаза А и В, телофаза и цитокинез.

10. Регуляция клеточного цикла.

Циклин и Cdk-киназа циклины разных периодов клеточного цикла, факторы роста, контрольные точки регуляции клеточного цикла, ингибиторы CDK-циклиновых комплексов, p53.

11. Клеточная смерть: некроз, запрограммированная клеточная смерть: апоптоз.

Ткани внутренней среды.

Общая характеристика тканей внутренней среды, разновидности, особенности строения, функций и происхождения. Ткани внутренней среды - обновляющаяся клеточная система - как модель для изучения фундаментальных проблем клеточной дифференцировки. Стволовые клетки. Современные представления об эмбриональных и тканеспецифичных стволовых клетках.

12. Кровь. Кроветворение. История изучения и современные представления о гемопоэзе.

Кровь, форменные элементы крови, разнообразие, строение, функция.

Структура кроветворных дифферонов. Методы клеточной маркировки и клонирования в исследовании механизмов гемопоэза. Представления о свойствах и методы исследования популяции стволовых кроветворных клеток. Характеристика различных клеток предшественников. Значение кроветворного микроокружения в поддержании гемопоэза.

Проблемы регуляции дифференцировок при гемопоэзе.

Основные известные факторы дифференцировки: факторы общего характера, гуморальные и короткодистантные. Представление о механизмах действия ростовых факторов. Трансплантация костного мозга. Практические и теоретические проблемы.

13. Клетки, ткани и органы иммунной системы. Распределение лимфоидной ткани в организме. Различные типы морфологической организации лимфоидной ткани. Миграция и рециркуляция лимфоцитов. Центральные органы иммунитета: селезенка. Костный мозг, тимус. Периферические органы иммунитета: лимфатические узлы, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистыми покровами.

Т-система иммунитета. Определение Т-системы. Общая характеристика Т-клеток. Тимус как центральный орган иммунитета. Этапы внутритимусной дифференцировки лимфоцитов. Реорганизация генов Т-клеточного рецептора в процессе дифференцировки тимоцитов. Положительная и отрицательная селекция клеток в тимусе. Т-клетки периферии. Распределение Т-клеток по лимфоидным органам. Наивные CD4+ и CD8+ Т-клетки периферии. Цитокины, продуцируемые различными субпопуляциями Т-клеток.

В-система иммунитета. Определение В-системы. Этапы дифференцировки В-лимфоцитов в костном мозге. Участие стромы костного мозга в дифференцировке В-клеток. Реорганизация генов тяжелых и легких цепей иммуноглобулинов в процессе дифференцировки В-клеток. Селекция В-клеток в костном мозге. В-клетки периферии. CD5+ В-клетки.

14. Фибробласты, тучные и жировые клетки. Строение, функции, происхождение. Система мононуклеарных фагоцитов. Гистогенез соединительной ткани на моделях экспериментальной регенерации (воспаление, кожная рана) с сочетаниями с методами клеточной маркировки. Проблема происхождения фибробластов соединительной ткани. Мезенхимальные стволовые клетки.

15. Эпителий. Общая характеристика эпителиальных тканей. Особенности ультраструктуры, химии и физиологии эпителиальной клетки. Классификации эпителиев.

Взаимоотношение эпителия и соединительной ткани.

Покровный эпителий. Связь структуры и функции покровных эпителиев. Ороговение покровных эпителиев. Типы кератинов и кератинизации. Понятие о пролиферативных единицах покровного эпителия. Физиологическая и репаративная регенерация покровного эпителия, способы ее регуляции. Развитие покровного эпителия.

Строение и функции кожи млекопитающих и ее производных. Иннервация и кровоснабжение кожи.

Эпителии слизистых оболочек, общая характеристика и функции. Строение, функции, обновление и регенерация эпителия кишечника.

Эпителий паренхимы внутренних органов. Респираторный эпителий. Строение и функции эпителиев выделительной системы. Железистый эпителий. Общая характеристика, классификация желез.

16. Мышечная ткань. Морфология мышечных тканей и их гистогенез. Общая характеристика и классификация мышечных тканей.

Поперечно-полосатые мышечные ткани, построенные из симпластических волокон. Ультраструктура поперечно-полосатого мышечного волокна позвоночных. Основные белки мышечного сокращения, плазмалемма. Иннервация мышечного волокна. Регенерация поперечно-полосатой мускулатуры.

Кардиомиоциты позвоночных, ультраструктура. Развитие сердца и кардиомиогенез, регенерация кардиомиоцитов

Проводящая система сердца позвоночных, пейс-мейкерные клетки, клетки волокон Пуркинье.

Гладко-мышечная ткань. Ультраструктура клеток гладко-мышечных тканей.

Развитие гладко-мышечных тканей в эмбриогенезе. Регенерация гладко-мышечных тканей. Регуляция мышечного сокращения. Механизмы запуска мышечного сокращения. Понятие электромеханического сопряжения в мышечных клетках, деполяризация мембраны, генерация потенциала действия, Са-зависимое взаимодействие сократительных белков.

17. Нервная ткань. Проблемы возникновения нервных клеток в ходе эволюции: основные типы нервных систем у позвоночных. Классы клеток, характерные для центральной нервной системы позвоночных животных. Формирование клеток нейрального ряда, начиная с момента индукции нервной пластики в эмбриогенезе, значение клеточных взаимодействий и компонентов межклеточного матрикса, поддерживающих эти процессы. Развитие всех морфологических типов клеток мозга в ходе онтогенеза, их классификация, особенности цитологической структуры и характерные иммуноцитохимические маркеры. Рост аксонов. Формирование межнейронных связей и развитие синапсов. Клеточные взаимодействия нейронов, астроцитов, олигодендроцитов и микроглии. Клеточно-молекулярные основы регенеративных процессов в периферической и центральной нервной системе позвоночных. Нейральные стволовые клетки.

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН ЛЕКЦИЙ ПО КЛЕТОЧНОЙ БИОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ (2 часа в неделю)

Лекция 1. Введение в курс клеточной биологии и гистологии. Принципы структурно-функциональной организации живого (прокариоты, эукариоты). Клеточная теория.

Лекция 2. Методы цитологического и гистологического анализа.

Лекция 3. Организация клетки. Плазматическая мембрана. Поверхностные рецепторы, внутриклеточная сигнализация.

Лекция 4. Клеточное ядро. Контроль экспрессии генов.

Лекция 5. Организация цитоскелета. Подвижность клеток.

Лекция 6. Межклеточная адгезия, клеточные соединения и внеклеточный матрикс.

Лекция 7. Вакуолярная система. Гладкий и гранулярный эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, лизосомы.

Лекция 8. Митохондрии: структура, функции, физиологическое значение.

Лекция 9. Клеточный цикл. Митоз. Симметричное и ассиметричное деление. Апоптоз.

Лекция 10. Кровь. Костный мозг. Иммунная система. Стволовые клетки. Ниша стволовой клетки. Гемопоз.

Лекция 11. Эпителий. Морфологическая классификация. Строение и функции эпителия, обновление эпителия. Кожа. Эпителий тонкой кишки. Железистый эпителий.

Лекция 12. Рыхлая соединительная ткань. Жировая ткань. Скелетные соединительные ткани. Строение и функции соединительной ткани, ее обновление.

Лекция 13. Мышечная ткань.

Лекция 14. Нервная ткань.

Зачет

**ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КЛЕТОЧНОЙ
БИОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ**

№	ТЕМА ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ	ТЕМА ОБСУЖДЕНИЯ
1	<p>Основы микроскопии. Клеточное ядро. Клеточный цикл. Митоз.</p>	<p>Методы цитологического и гистологического анализа (световая и электронная микроскопия, флуоресцентная микроскопия, иммуноцитохимия и иммуногистохимия, автордиография, культура клеток, компьютерная видеомикроскопия).</p> <p>Митотический аппарат: кинетохоры хромосом, веретено деления, клеточные центры; структура кинетохоров, профаза, прометафаза, анафаза А и В, телофаза и цитокинез.</p> <p>Регуляция клеточного цикла. Циклин и Cdk-киназа циклины разных периодов клеточного цикла, факторы роста, контрольные точки регуляции клеточного цикла, ингибиторы CDK-циклиновых комплексов, р53.</p>
2	<p>Органеллы цитоплазмы. Цитоскелет. Клеточные контакты. Межклеточный матрикс.</p>	<p>Вакуолярная система – система синтеза и транспорта макромолекул. Состав: эндоплазматический ретикулум (гранулярный и гладкий), аппарат Гольджи, лизосомы, секреторные вакуоли, эндосомы.</p> <p>Цитоскелет - опорно-двигательная система.</p> <p>Формы клеточной подвижности: внутриклеточная подвижность органелл, мышечное сокращение, компоненты системы – микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки.</p> <p>Межклеточные соединения (контакты) и внеклеточный матрикс.</p> <p>Простой адгезивный контакт: типы белков, участвующих в узнавании и соединении клеток.</p> <p>Заякоряющие соединения: десмосомы, полудесмосомы, фокальные контакты, адгезивный поясок, их строение, химические компоненты и функции. Плотный замыкающий контакт: строение, встречаемость, функции.</p> <p>Компоненты внеклеточного матрикса (гликозаминогликаны, коллаген, эластин, фибронектин, базальная мембрана, ламинин), строение и функция.</p>
4	<p>Эпителий. Типы эпителия, строение и функция эпителия.</p>	<p>Общая характеристика эпителиальных тканей. Особенности ультраструктуры, химии и физиологии эпителиальной клетки. Классификации эпителиев.</p>
5	<p>Мышечная ткань. Нервная ткань.</p>	<p>Морфология мышечных тканей и их гистогенез. Общая характеристика и классификация мышечных тканей.</p> <p>Ультраструктура поперечно-полосатого мышечного волокна и гладкомышечной ткани. Ультраструктура кардиомиоцитов. Кардиомиогенез.</p> <p>Характеристика морфологических типов клеток мозга, их классификация, особенности цитологической структуры и характерные иммуноцитохимические маркеры.</p> <p>Рост аксонов. Формирование межнейронных связей и развитие</p>

		синапсов.
6	Зачет	

ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ

В результате изучения курса клеточной биологии и гистологии студент по специальности «фармация» должен **знать**:

- предмет, цель, задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности провизора:
- основы клеточной теории, особенности строения клеток различных клеток, химический состав и функции органелл клетки;
- строение биологических мембран, механизмы транспорта веществ через мембраны и восприятия клеткой внешних сигналов;
- виды межклеточных взаимодействий (межклеточные контакты, дистантные взаимодействия);
- строение и функции цитоскелета клеток;
- принципы и этапы регуляции экспрессии генов в клетках человека;
- основы генной терапии для лечения наследственных заболеваний;
- механизмы клеточного деления и регуляции клеточного цикла;
- особенности строения и функций тканей человека;
- регуляцию поддержания клеточного состава тканей;
- механизмы регенерации тканей после повреждения;
- основы клеточной терапии для стимуляции восстановления тканей;
- задачи провизора при создании новых препаратов для генной и клеточной терапии.

В результате изучения клеточной биологии и гистологии студент по специальности «фармация» должен **уметь**:

- использовать знания о строении и функциях органелл для понимания физиологических и патологических процессов, протекающих в клетке, а значит и понимания механизма действия лекарств;
- использовать в будущей практической деятельности знания о регуляции экспрессии генов;
- объяснить закономерности поддержания клеточного состава тканей и пользоваться этими знаниями для вмешательства в процесс восстановления тканей после повреждения;
- анализировать изменения структуры тканей для оценки влияния лекарственных препаратов;
- работать с микроскопом и анализировать цитологические и гистологические препараты;
- самостоятельно работать с литературой по клеточной биологии и гистологии, гистологическими и цитологическими атласами, а также с учебной, учебно-методической и справочной литературой по медико-биологическим предметам.

Программа по клеточной биологии и гистологии должна помочь студентам по специальности «фармация»:

- развивать клеточно-биологический подход к решению различных общих, а также частных вопросов фармации:
- развивать биологическое мышление, вооружающее специалиста методологическими установками при решении жизненных ситуаций;
- глубже понять закономерности жизнедеятельности организма человека;
- обобщать и осмысливать данные различных медицинских, фармацевтических наук и общебиологических позиций для того, чтобы в дальнейшем решать медицинские проблемы;
- улучшить профессиональную подготовку провизора на современном этапе развития общества.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО КЛЕТОЧНОЙ БИОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ФАРМАЦИЯ»

1. Основные постулаты клеточной теории. Понятие стволовой клетки. Свойство тотипотентности.
2. Основные компоненты клетки: ядро, цитоплазма, цитоскелет, вакуолярная система клетки, митохондрии, плазматическая мембрана.
3. Плазматическая мембрана – строение и основные функции. Рецепторы плазматической мембраны и вторичные посредники. Ингибиторы передачи сигнала внутрь клетки.
4. Основные типы клеточных контактов. Строение и функция.
5. Внеклеточный матрикс. Основные типы матрикса, строение и функция.
6. Хроматин, уровни компактизации. Эухроматин и гетерохроматин. Белки хроматина.
7. Ядерная оболочка, основные компоненты. Строение и функция ядерной мембраны. Ядерные поры. Транспорт макромолекул.
8. Транскрипция РНК. Типы РНК. Ядрышко.
9. Вакуолярная система: эндоплазматический ретикулум (гранулярный и гладкий), аппарат Гольджи, лизосомы, секреторные вакуоли, эндосомы.
10. Митохондрии: структура и функция. ДНК митохондрий, рибосомы и синтез белков митохондрий, роль митохондрий в апоптозе.
11. Формы клеточной подвижности: внутриклеточная подвижность органелл, мышечное сокращение.
12. Компоненты цитоскелета – микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки. Строение и функция. Цитостатики.
13. Митоз. Стадии митоза. Митотический аппарат: кинетохоры хромосом, веретено деления, клеточные центры.
14. Регуляция клеточного цикла. Циклин и Cdk-киназа циклины, факторы роста, контрольные точки регуляции клеточного цикла.
15. Клеточная смерть: некроз, апоптоз.
16. Стволовые и дифференцированные клетки. Современные представления об эмбриональных и тканеспецифичных стволовых клетках.
17. Кровь, форменные элементы крови, разнообразие, строение, функция. Гемопоз.
18. Клетки, ткани и органы иммунной системы, Т-система иммунитета. В-система иммунитета. Участие стромы костного мозга в дифференцировке иммунных клеток.
19. Фибробласты, тучные и жировые клетки, их функции и происхождение. Мезенхимальные стволовые клетки.
20. Эпителий. Общая характеристика эпителиальных тканей. Особенности ультраструктуры и физиологии эпителиальной клетки. Классификации эпителиев.
21. Мышечная ткань. Морфология мышечных тканей и их гистогенез. Общая характеристика и классификация мышечных тканей. Регуляция мышечного сокращения.
22. Нервная ткань. Основные типы нервных клеток, особенности цитологической структуры и характерные иммуноцитохимические маркеры. Рост аксонов. Формирование межнейронных связей и развитие синапсов. Нейральные стволовые клетки.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рефф М., Робертс К, Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки.- М., 1994.
2. Гистология. Под ред. В.Г. Елисеева, Ю.И. Афанасьева. – М. Медицина, 1983.
3. Хэм А., Кормак Д. Гистология (в 5 томах). – М. Мир, 1982
4. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М. ИКЦ «Академкнига», 2004.
5. Ченцов Ю.С. Цитология с элементами целлюлярной патологии. – М. Медицинское информационное агентство, 2010.

Дополнительная

1. Кирпичникова Е.С., Левинсон Л.Б. Практикум по общей гистологии. – М. Высшая школа, 1962.
2. Кузнецов С.Л., Мушкамбаров Н.Н., Горячкина В.Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. – М. Медицинское информационное агентство, 2002.
3. Микроскопическая техника: Руководство. Под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л.Перова. – М. Медицина, 1996.
4. Шубникова Е.А. Лекции по гистологии. – М. Издательство Московского Университета, 1974.
5. Юшканцева С.А., Быков В.Л. Гистология, цитология и эмбриология. Краткий атлас. – СПб. Издательство «П-2», 2006.