

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Список сокращений | 6 |
| Модуль 1. Клиническая цитология | |
| как метод морфологического анализа | 7 |
| Применение цитологической диагностики | 7 |
| Контрольные вопросы | 10 |
| Модуль 2. Основы общей цитологии | 11 |
| Клеточная теория. клетки в организме человека | 11 |
| Строение клетки | 14 |
| Цитоплазма | 15 |
| Мембрана. | 15 |
| Цитозоль (гиалоплазма) | 16 |
| Ядро | 17 |
| Митохондрии | 22 |
| Эндоплазматическая сеть | 23 |
| Рибосомы. | 23 |
| Комплекс (аппарат) Гольджи | 24 |
| Лизосомы. | 26 |
| Пероксисомы | 27 |
| Цитоскелет. | 27 |
| Деление клетки | 28 |
| Митоз и мейоз | 28 |
| Методы изучения дезоксирибонуклеиновой кислоты | 32 |
| Полимеразная цепная реакция | 33 |
| Гибридизация | 33 |
| Плоидность | 33 |
| Жизненный цикл клетки | 35 |
| Рост и размножение | 35 |
| Дифференцировка | 35 |
| Гибель клетки | 36 |
| Межклеточное вещество. | 37 |
| Жидкости организма | 38 |
| Функции клеток | 38 |
| Приложение. Типы клеток человеческого организма | 39 |
| Контрольные вопросы | 47 |
| Модуль 3. Понятие о тканях. Общие принципы | |
| классификации тканей | 48 |
| Эпителиальная ткань | 48 |
| Покровный эпителий | 49 |
| Железистый эпителий | 54 |
| Соединительная ткань | 55 |
| Мышечная ткань | 66 |

| | |
|--|------------|
| Нервная ткань | 69 |
| Контрольные вопросы | 70 |
| Модуль 4. Общепатологические процессы в цитологии | 71 |
| Воспаление | 71 |
| Формы воспаления. | 73 |
| Регенерация | 76 |
| Морфогенез регенераторного процесса | 76 |
| Метаплазия | 77 |
| Дистрофия. | 77 |
| Дисплазия | 78 |
| Опухоли | 80 |
| Уровни дифференцировки | 81 |
| Гистогенез опухолей. | 82 |
| Классификация опухолей | 83 |
| Контрольные вопросы | 85 |
| Модуль 5. Организация работы цитологической лаборатории | 86 |
| Правила проведения цитологических исследований. | 86 |
| Требования к персоналу | 86 |
| Требования к обеспечению безопасности труда. | 87 |
| Материальные ресурсы | 88 |
| Алгоритм выполнения | |
| цитологического исследования | 89 |
| Преаналитический этап | 89 |
| Контрольные вопросы | 94 |
| Модуль 6. Критерии цитологической диагностики | 95 |
| Интерпретация клеточного состава цитологических препаратов. | 95 |
| Некоторые критерии доброкачественных и злокачественных | |
| поражений. | 101 |
| Нозология | 107 |
| Номенклатура и классификация болезней | 108 |
| Типы цитологических заключений. | 109 |
| Контрольные вопросы | 110 |
| Модуль 7. Цитологическое исследование | |
| при заболеваниях некоторых органов | 111 |
| Женская половая система. | 111 |
| Сведения из общей анатомии. | 111 |
| Виды материала для цитологического исследования. | 142 |
| Маркировка, доставка и обработка материала в цитологической | |
| лаборатории. | 143 |
| Цитологические особенности основных клеточных элементов | |
| молочной железы | 144 |
| Дыхательная система | 148 |
| Сведения из общей анатомии. | 148 |

| | |
|---|-----|
| Получение и обработка материала для цитологического исследования | 151 |
| Пищеварительная система | 155 |
| Сведения из общей анатомии. | 155 |
| Получение и обработка материала для цитологического исследования | 158 |
| Контрольные вопросы | 159 |
| Тестовые задания | 160 |
| Ответы к тестовым заданиям | 166 |
| Список литературы | 167 |
| Предметный указатель | 168 |



КЛИНИЧЕСКАЯ ЦИТОЛОГИЯ КАК МЕТОД МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Цитология — наука о строении и функционировании клеток и их производных. Она изучает отдельные клеточные структуры, их участие в общеклеточных физиологических процессах, пути регуляции этих процессов, воспроизведение клеток и их компонентов, механизмы приспособления клеток к условиям среды, реакции на действие различных факторов, патологические изменения клеток.

Клиническое цитологическое исследование — оценка характеристик морфологической структуры клеточных элементов в цитологическом препарате (мазке) с целью выявления доброкачественной или злокачественной опухоли и неопухолевых поражений. Оно основано на микроскопическом анализе особенностей строения клеток, клеточного состава органов, тканей, жидкостей организма человека в норме и при патологических процессах. Отличие цитологического исследования от гистологического заключается в том, что изучаются не срезы тканей, а клетки; диагноз основывается на особенностях изменения ядра, цитоплазмы, ядерно-цитоплазматического соотношения, наличия структур и комплексов из клеток.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИТОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Цитологическая диагностика необходима для:

- скрининга (при профилактическом осмотре);
- установления (уточнения) диагноза при заболевании;
- установления (уточнения) диагноза во время операции;

- контроля в ходе лечения и после лечения;
- динамического наблюдения (с целью раннего выявления рецидивов).

В практической исследовательской работе привлекает простота, быстрота, легкая повторяемость этого метода.

В РФ клиническая цитология — раздел клинической лабораторной диагностики, поскольку традиционно исследование клеточного состава биоматериала (кровь, костный мозг, экссудаты, отделяемое различных органов) входит в комплекс клинических лабораторных анализов. Однако методологически цитологическое исследование ближе к гистологическому, при этом существенно отличаясь от всех других лабораторных методов.

Если ранее клиническая цитология была преимущественно *эксфолиативной*, то есть направленной на исследование биологических жидкостей (экссудаты, промывные воды), выделений (мокрота, моча), мазков из шейки матки, с поверхности опухоли, то в настоящее время более востребована *пункционная цитология* (пункция патологических очагов тонкой иглой под контролем ультразвукового/рентгенологического исследования, а также компьютерной томографии). Значительную долю исследований в современной клинической цитологии составляют исследования мазков с кусочков, полученных при трепанобиопсии, мазков-отпечатков с операционного и биопсийного материала, мазков щеточкой и соскобов при эндоскопических исследованиях.

Одна из основных *задач* цитологического анализа — подтвердить наличие или отсутствие злокачественного новообразования. В процессе дифференциальной диагностики определяют характер патологического процесса, устанавливают воспалительные, реактивные, пролиферативные или предраковые поражения, выявляют доброкачественные опухоли. Роль морфологических исследований при диагностике опухолей неуклонно возрастает, так как детальная морфологическая характеристика новообразования позволяет обоснованно выбрать метод лечения (хирургическое, лучевое, химиотерапевтическое и их комбинации), поскольку опухоли различного строения, происхождения и степени атипии клеток по-разному реагируют на лечение. Цитологический анализ позволяет оценить характер и степень выраженности пролиферации эпителия, диагностировать предраковые состояния (дисплазии) и на этой основе формировать группы «повышенного риска». Цитологическое исследование позволяет осуществлять наблюдение непосредственно за характером клеточных изменений эпителия у лиц группы «повышенного риска», что фактически невозможно с помощью других морфологических методов.

Развитие эндоскопической техники, ультразвуковых методов в немалой степени способствовало широкому внедрению цитологического анализа для ранней диагностики новообразований практически всех тканей организма, в том числе и внутренних органов, ранее недоступных внеоперационному морфологическому анализу (например, для диагностики рака желудка, легкого, мочевого пузыря и других органов при отсутствии клинических, рентгенологических и эндоскопических проявлений еще до появления обнаруживаемых этими методами признаков). Это позволяет опираться в работе на принятые международные морфологические классификации, а также разрабатывать соответствующие отечественные цитологические классификации.

В настоящее время эффективные массовые профилактические осмотры населения, как показывают наш опыт и опыт многих стран, невозможны без проведения цитологического метода, получившего полное признание и широкое распространение. Ранняя и своевременная диагностика опухолей организационно складывается из двух этапов:

- массовое обследование населения (скрининг всей популяции или только групп повышенного риска) для выявления опухолей или признаков, не позволяющих исключить опухоль;
- уточняющая диагностика в отобранных во время скрининга сравнительно небольших группах.

На первом этапе к цитологическому исследованию как к скрининг-тесту предъявляют особые требования, прежде всего метод должен обладать высокой чувствительностью (то есть позволять обнаружить с высокой частотой опухолевые клетки у больных со злокачественными новообразованиями и давать низкий процент ложноотрицательных результатов) при однократном исследовании материала. Так, цитологическое исследование мазков из шейки матки — высокоэффективный скрининг-тест по раку этой локализации, поскольку позволяет приблизительно в 10 раз чаще выявлять опухоли по сравнению с визуальным обследованием; при этом значительно увеличивается относительная частота диагностики рака на ранних и доклинических стадиях процесса.

Для уточняющей диагностики в отобранных во время скрининга сравнительно небольших группах важна высокая специфичность методов цитологического анализа (то есть отсутствие ложноположительных диагнозов).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое цитология и клиническое цитологическое исследование?
2. Для чего используют клиническое цитологическое исследование?
3. Назовите основные методы получения материала для цитологического исследования.
4. Какие требования предъявляют к цитологическому исследованию при профилактических осмотрах и для уточняющей диагностики?



МОДУЛЬ 2

ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЦИТОЛОГИИ

Цитология — наука о клетке. Без преувеличения можно утверждать, что успехи в изучении многих важных задач биологии и медицины во многом зависят от уровня развития цитологии. Такие практически важные проблемы, как злокачественный рост, лучевые повреждения и многие другие, не могут разрабатываться без углубленного цитологического анализа.

Клетка — элементарная структурная и функциональная единица всех живых организмов. Клетка обладает способностью приспосабливаться к условиям среды, видоизменяться и реагировать на различные факторы раздражения. Клетки существуют как самостоятельные клетки-организмы (бактерии, простейшие) или входят в состав тканей многоклеточных организмов.

КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ. КЛЕТКИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

В 1839 г. М. Шлейден и Т. Шванн независимо друг от друга сформулировали клеточную теорию, постулирующую, что клетки представляют собой элементарные единицы, из которых построены все растения и все животные. Эта теория получила развитие в трудах Рудольфа Вирхова (1858), который представил значение патологии клетки в патогенезе заболеваний, развил теорию «клеточного государства».

Основное положение клеточной теории — «*Omnis cellula e cellula*» (каждая клетка из клетки). Из этого следует:

- клетка является наименьшей единицей живого, все живые организмы состоят из одной или более клеток, представляющих собой основные единицы для поглощения, превращения, депонирования и использования вещества и энергии, в которых хранится, перерабатывается и реализуется биологическая информация;

- клетки разных организмов сходны по своему строению;
- клетка может возникнуть только из другой клетки (размножение клеток происходит путем деления исходной клетки);
- многоклеточные организмы представляют собой сложные ансамбли клеток и их производных, объединенные в целостные системы тканей и органов, подчиненные и связанные между собой межклеточными, гуморальными и нервными формами регуляции.

В связи с развитием и достижениями молекулярной биологии и генетики значительно изменились представления об организме человека и животных. Изучение организма на молекулярно-генетическом уровне идет постоянно, результаты этих исследований внедряются в медицинскую практику. В цитологической диагностике также эффективно применяют иммуноцитохимические, цитогенетические методы, проточную цитометрию.

Итак, организм человека состоит из клеток, окруженных межклеточным веществом, жидкостями, веществами, которые они производят (слизь, коллоид, секреты желез и прочие). Клетки объединяются в ткани, из различных тканей формируются органы и системы (костная, мышечная и др.).

Эпителиальные клетки, соединяясь одна с другой, образуют кожный покров или стенки различных органов тела. Нервные клетки (вытянутые с удлинёнными окончаниями до 1 м) представляют собой «электрические провода» для передачи нервных импульсов. Благодаря клеткам человек двигается, питается, дышит, впитывает различную информацию и обменивается ею с другими организмами, выводит ненужные продукты обмена веществ, решает многие задачи, которые возникают в сознании человека и независимо от его сознания. Клетки крови служат «живыми транспортными средствами, защитниками и чистильщиками», циркулирующими в кровотоке, токе лимфы, других жидкостях, полостях.

Размеры клеток колеблются от 0,01 (нейроны) до 0,2 мм (яйцеклетки — самые крупные клетки человеческого организма). Клетки составляют около 2/3 массы тела человека, остальной вес приходится на аморфное и волокнистое межклеточное вещество и жидкости. Если клетки человеческого организма (а их около 220 млрд, высотой около 0,07 мм) расположить в один ряд, они вытянутся на 15 000 км!

В человеческом организме более 200 типов клеток; каждый из них приспособлен к выполнению определенных, присущих ему функций, в связи с чем клетки разных видов существенно различаются по форме, структурным и функциональным особенностям. Форма их может быть

шарообразная, овальная, яйцевидная, цилиндрическая, ветвящаяся и извилистая, в виде подковы, звезды, шестигранника (рис. 2.1).

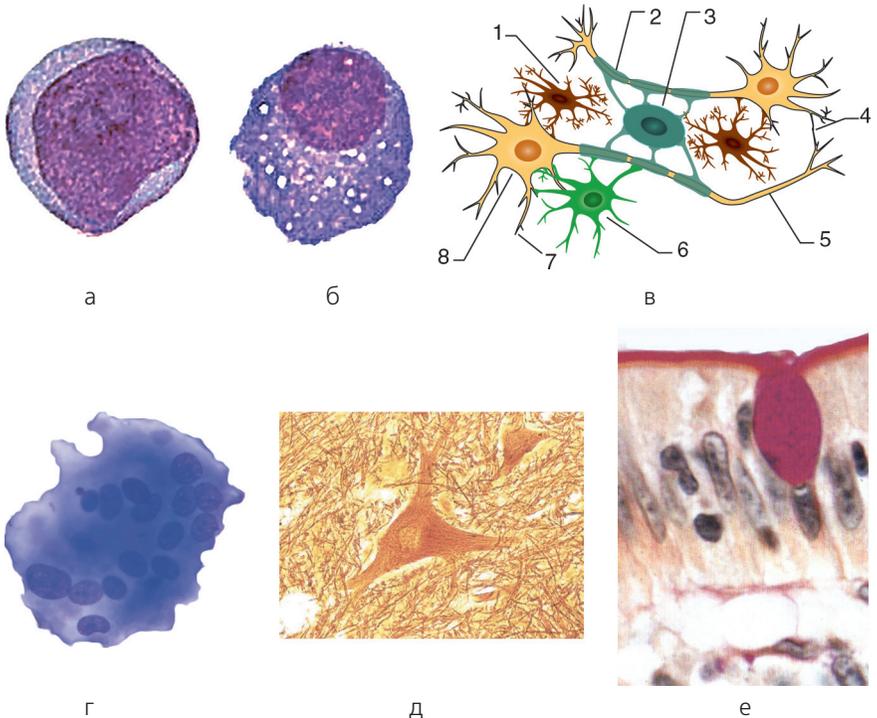


Рис. 2.1. Клетки разного размера и формы: а, б – округлые; в – в виде звезды с отростками (1 – микроглия, 2 – миелиновая оболочка, 3 – олигодендроцит, 4 – синапс, 5 – аксон, 6 – астроцит, 7 – дендрит, 8 – нейрон); г – полигональная с множеством ядер; д – клетки треугольной формы; е – бокаловидная клетка

В среднем около 80% объема клетки составляет вода, 15% — белки, 3% — липиды, 1% — углеводы, 1% — нуклеиновые кислоты и минералы. Продолжительность жизни клеток различна (нейронов и мышечных тканей — 100 сут и более, клеток печени — 480 сут, эритроцитов — 120 сут, клеток эпителия кишечника — 5 сут). Интересный факт — скорость замещения клеток кишечника приблизительно 1 млн в минуту, каждые 4 дня появляется «новый» орган, за год человек «изнашивает» 90 кишечника!

Для выживания клеток человека необходимо высокоспецифическое микроокружение: относительно узкие пределы колебания концентрации минералов, воды, питательных веществ и других составляющих,

для чего в организме постоянно и незаметно работают энергетические и биохимические механизмы, позволяющие поддерживать на сравнительно постоянном уровне содержание различных веществ в окружающей клеток.

Вместе с тем клетки всех типов характеризуются сходством общей организации и строения важнейших компонентов.

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Клетка живых организмов имеет довольно сложную организацию, каждый ее компонент выполняет определенную функцию. Каждая клетка состоит из ядра и цитоплазмы, отделенных друг от друга и окружающей среды оболочками — мембранами (рис. 2.2).

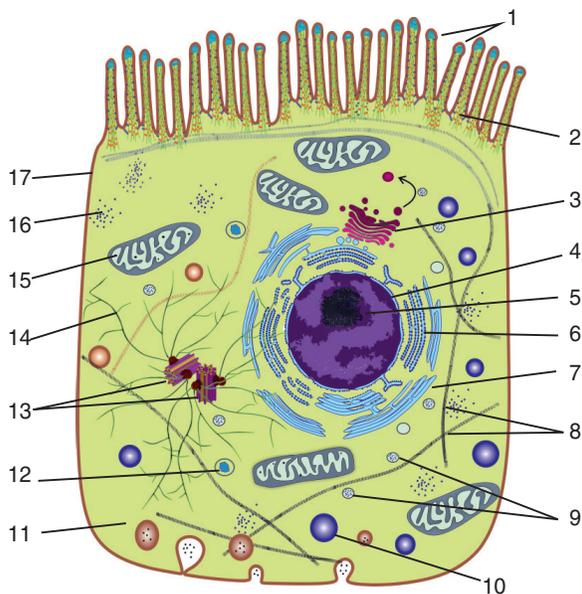


Рис. 2.2. Строение клетки: 1, 2 — апикальная поверхность клетки; 3 — аппарат Гольджи; 4 — мембрана ядра; 5 — ядрышко; 6 — шероховатая (гранулярная) эндоплазматическая сеть (эндоплазматический ретикулум); 7 — гладкая (агранулярная) эндоплазматическая сеть (эндоплазматический ретикулум); 8, 9 — цитоскелет (филаменты); 10 — лизосома; 11 — гиалоплазма (цитозоль); 12 — секреторная гранула; 13 — клеточный центр; 14 — цитоскелет (филаменты); 15 — митохондрии; 16 — цитоскелет (микротрубочки); 17 — латеральная поверхность клетки

ЦИТОПЛАЗМА

Цитоплазма — сложная коллоидная система, в которой осуществляются процессы обмена веществ и поддерживается постоянство внутренней среды (гомеостаз). Она способна изменять свое физико-химическое состояние, причем разные ее участки могут находиться либо в жидком, либо в плотном состоянии со всеми переходами между ними. Цитоплазма состоит из цитозоля, органелл (мини-органов), сложной сети филаментов и трубочек (цитоскелет), включений. Цитоплазма отделена от внешней среды клеточной мембраной (плазмолеммой).

МЕМБРАНА

Мембрана (клеточная оболочка, плазмолемма) образует поверхность клетки; это хорошо укрепленная «стена», через которую осуществляется обмен веществ с окружающей средой и соседними клетками. Благодаря избирательной проницаемости она поддерживает постоянство внутренней среды; с помощью рецепторов защищает клетку и сигнализирует «управляющим органам» (головному мозгу, эндокринной системе) о происходящих неполадках.

Итак, мембрана выполняет следующие *функции*:

- защитная, барьерная;
- транспорт веществ в цитоплазму и из нее;
- взаимодействие с сигнальными молекулами;
- распознавание данной клеткой других клеток и межклеточного вещества;
- движение клеток.

Клеточная мембрана состоит из двойного липидного слоя, с которым связаны молекулы белков. Наружная поверхность мембраны покрыта слоем гликокаликса, образованным углеводными ветвящимися цепочками, соединенными с липидами и белками. Одни белки мембраны служат рецепторами, другие — ферментами, третьи — переносчиками различных веществ, обеспечивая пути для транспорта и регулируя движение потоков различных материалов в клетку и из нее (рис. 2.3). Часть мембранных белков (интегральные белки) проходит через всю толщу мембраны, другие белки (периферические, или внешние) лежат во внутреннем или наружном слое мембраны. В плазматической мембране есть многочисленные отверстия — поры, через которые внутрь клетки могут проникать ионы и молекулы.

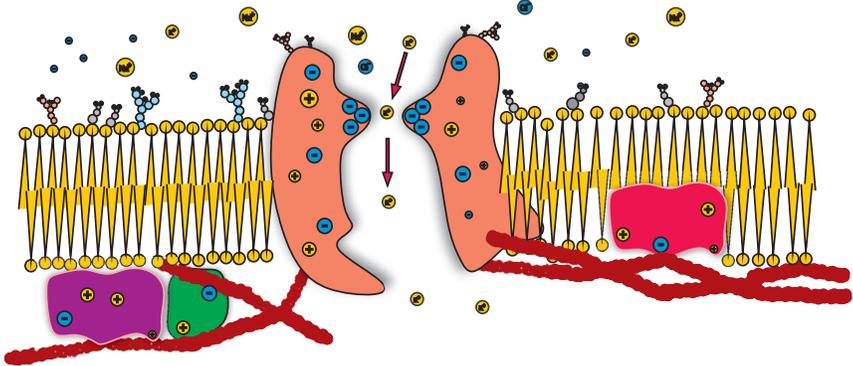


Рис. 2.3. Строение клеточной мембраны: схема

Поступление ионов и молекул в клетку — активный процесс, требующий затрат энергии. Транспорт веществ носит избирательный характер, клеточная мембрана проницаема для одних веществ и непроницаема для других. Химические соединения и твердые частицы могут также проникать в клетку путем пино- и фагоцитоза: мембрана клеток образует выпячивания, края выпячиваний смыкаются, захватывая межклеточную жидкость (пиноцитоз) или твердые частицы (фагоцитоз).

Связи между соседними клетками осуществляются посредством многочисленных складок и выростов. На свободных поверхностях некоторых клеток формируются специфические структуры, например щеточная кайма (в клетках кишечника), которая способствует активному всасыванию различных веществ, реснички (в клетках бронхиального дерева, маточных труб), подталкивающие и передвигающие таким образом различные вещества и отдельные клетки.

ЦИТОЗОЛЬ (ГИАЛОПЛАЗМА)

Основное вещество цитоплазмы (матрикс, внутренняя среда) называют **цитозолем** (гиалоплазмой). Гиалоплазма имеет вид однородного стекловидного вещества, содержащего воду, белки, липиды, нуклеиновые кислоты, продукты их обмена, ферменты (биокатализаторы), неорганические вещества.

Органеллы (мини-органы) — субклеточные единицы, ограниченные мембранами; постоянные компоненты цитоплазмы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности клетки. Детально их можно рассмотреть только при электронной микроскопии. В современной

литературе к органеллам относят ядро, клеточный центр, митохондрии, рибосомы, комплекс Гольджи, эндоплазматическую сеть (ЭПС), лизосомы, пероксисомы.

ЯДРО

Ядро — важнейший компонент клетки, содержащий ее генетический аппарат, регулирующий жизнедеятельность и репродукцию клеток.

Функции ядра:

- хранение генетической информации — в молекулах дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), находящихся в хромосомах;
- реализация генетической информации (контроль разнообразных процессов в клетке);
- воспроизведение и передача генетической информации (при делении клетки).

Обычно в клетке имеется только одно ядро, но встречаются двух- и многоядерные клетки, которые образуются вследствие деления клеток, не сопровождающегося делением цитоплазмы, или слияния нескольких одноядерных клеток (симпласты). Располагается ядро ближе к центру клетки или на одном из полюсов (эксцентрически). Ядро в большинстве клеток округлое, иногда эллипсоидное, оно может быть оттеснено к периферии и иметь форму линзы (секретирующие клетки, где цитоплазма заполнена секретом); в некоторых клетках оно неправильной многолопастной формы (моноциты, нейтрофильные лейкоциты).

Размеры ядра зависят от типа клеток. В клетках млекопитающих размер большинства ядер равен 4–6 мкм. Соотношения объемов ядра и цитоплазмы — относительно постоянная величина для каждого типа клеток.

В ядре выделяют двойную ядерную мембрану, хроматин, хромоцентры (кариосомы), ядерный сок (кариоплазму, нуклеоплазму) и ядрышки.

ЯДЕРНАЯ МЕМБРАНА

Ядерная мембрана (оболочка, кариолема) на светооптическом уровне не всегда хорошо просматривается; под электронным микроскопом видно, что она состоит из двух мембран (наружной и внутренней). Наружная составляет единое целое с мембранами шероховатой ЭПС, на ее поверхности имеются рибосомы. Ядерная оболочка в клетках животных содержит множество пор, через которые в ядро

из цитоплазмы поступают синтезированные белки, в обратном направлении переносятся молекулы рибонуклеиновой кислоты (РНК).

В ядре клетки располагается генетический аппарат, регулирующий ее функции. Информация о том, как клетка должна функционировать, сосредоточена в генах, гены в свою очередь располагаются в «винтовой лестнице» — цепочке ДНК, упакованной особым образом (рис. 2.4).

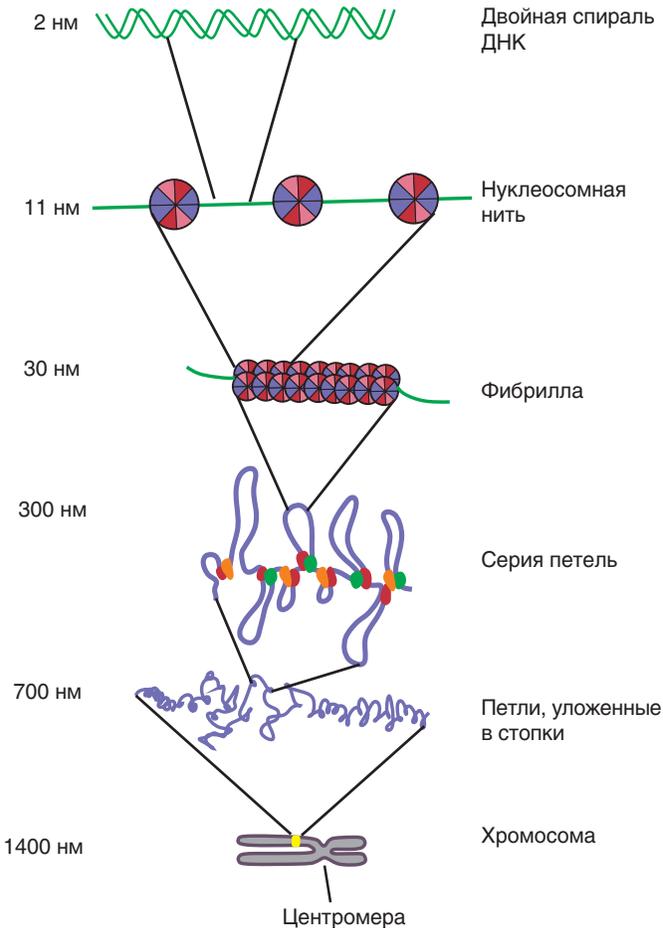


Рис. 2.4. Молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (сверху), скрученные в хромосому (снизу)

Молекулы нуклеиновых кислот — ДНК и РНК — самые крупные из природных полимеров. Они состоят из неветвящихся длинных

цепей. Цепь представляет собой повторяющиеся единицы остатков сахаров (в ДНК — 2-дезоксид-Д-рибоза, в РНК — Д-рибоза) и фосфорной кислоты, от которых в виде ступенек винтовой лестницы выступают азотистые основания. Азотистых оснований в молекуле нуклеиновой кислоты всего четыре (в ДНК аденин, тимин, цитозин, гуанин, в РНК вместо тимина — урацил), причем они соединяются в цепи таким образом, что аденин одной цепи всегда соединяется с тимином (в ДНК) или урацилом (в РНК) другой, а цитозин одной — с гуанином другой. Таким образом, цепи удерживаются относительно друг друга благодаря связям между комплементарными азотистыми основаниями аденин—тимин и гуанин—цитозин, то есть цепи не идентичны, а комплементарны друг другу. В свою очередь спирали ДНК закручены в крошечные «комочки», расположенные в ядре определенным образом. Если всю ДНК одной клетки человека вытянуть в линию, она составит около 1,74 м; если расправить нити ДНК, содержащиеся почти в каждой клетке и представляющие собой «микрофильмы», обладающие генетической информацией о каждом индивидууме, и соединить их концы, то получится расстояние от Земли до Солнца (150 млн км). Эти «комочки» имеют участки, которые способны «работать», то есть с них может считываться информация о последовательности расположения аминокислот в будущих белках. Для каждой из приблизительно 20 аминокислот, из которых должны строиться белки, существуют трехбуквенные кодовые «слова» (триплеты) из четырех азотистых оснований (аденин—тимин, цитозин—гуанин). В нити ДНК в каждой клетке есть другие участки, в которых ДНК «скомкана», «скручена», и информация с этих участков считываться не может (см. ниже о хроматине).

Участки ДНК, несущие определенную информацию о том, какой белок необходимо строить, называются генами, каждый из которых имеет данные об определенном белке и таким образом о конкретном признаке (от строения тех или иных клеток до внешних признаков тела — цвет кожи, глаз, волос, форма носа, тембр голоса и пр.). За редким исключением каждая клетка организма человека содержит абсолютно одинаковый набор генов (около 30 000). Большое разнообразие клеток связано с тем, что в различных их типах имеется различная комбинация экспрессируемых (проявляющих свои свойства) генов.

Хроматин (от греч. *chroma* — цвет) — особым образом расположенная нить из комплекса ДНК и белка, пребывающих в таком состоянии в периоде между делениями клетки. Различают два вида хроматина — эухроматин и гетерохроматин. Эухроматин

соответствует сегментам хромосом, которые открыты для считывания. Эти сегменты не окрашиваются и не видны в световой микроскоп. Гетерохроматин соответствует плотно скрученным сегментам хромосом (недоступным для считывания), интенсивно окрашивается основными красителями. Хроматин, точнее содержащаяся в нем ДНК, окрашивается также весьма характерным образом при использовании реакции Фельгена.

ХРОМОСОМЫ

Хроматин в результате конденсации и сжатия во время клеточного деления превращается в хромосомы. Каждая хромосома содержит тысячи генов. Число, размер и форма хромосом характерны для каждого вида. Изучение хромосом позволило установить, что во всех соматических клетках любого организма число хромосом одинаково, а половые клетки всегда содержат вдвое меньше хромосом, чем соматические клетки данного вида.

В каждой соматической клетке человека 46 хромосом (в половой — 23), представляющих собой несколько удлиненных молекул ДНК. Вдоль каждой хромосомы располагаются гены, ответственные за наследственность, передачу генных признаков от родителей к детям.

Хромосомы состоят из двух частей, соединенных в центре (центросома). Хромосомы содержат разнообразные белки, связанные с определенными последовательностями ДНК (гистоны — белки небольшого размера, прочно связанные с ДНК, негистоновые белки — разные типы регуляторных белков, а также ферменты, участвующие в биосинтезе).

ХРОМОЦЕНТРЫ

Хромоцентры (кариосомы) — частицы вещества, аналогичные хроматину, расположенные между его нитями, гетерохроматиновые участки хромосомы, под микроскопом при окрашивании ядерными красителями имеют вид глыбок. Число хромоцентров изменяется в зависимости от количества хромосом в ядре, а также от стадии клеточного цикла. Набор хромоцентров отражает количество неактивных в синтезе РНК участков хромосом и соответственно особенности функционирования ядер разных типов клеток.

Первичная структура РНК — порядок чередования нуклеотидов. Различают транспортную РНК (тРНК), матричную РНК (мРНК)

и рибосомальную РНК (рРНК). Все типы РНК имеют одну полипептидную цепь. Отдельные участки цепей РНК образуют спирализованные петли — «шпильки» между комплементарными азотистыми основаниями аденин—урацил, гуанин—цитозин.

ЯДЕРНЫЙ СОК

Ядерный сок — жидкий компонент ядра, в котором располагаются хроматин и ядрышко.

ЯДРЫШКО

Ядрышко — составная часть ядра клетки, представляющая собой оптически плотное, сильно преломляющее свет тельце; зона синтеза и накопления рибосомальных РНК, которые затем транспортируются в цитоплазму. Ядрышко не имеет мембраны, оно окружено слоем конденсированного хроматина (гетерохроматина). Тип ядрышка зависит от типа клетки и ее метаболического состояния: более крупные и плотные ядрышки характерны для клеток, отличающихся высокой активностью, а именно для интенсивно делящихся эмбриональных клеток и для клеток, осуществляющих синтез белка. В клетках реактивно измененных тканей значительно увеличивается количество и размер ядрышек.

Форма, размеры ядра, характер распределения хроматина в нем имеют большое значение при определении на основании микроскопического исследования (цитологического и гистологического) принадлежности клетки к тому или иному виду или к той или иной стадии развития, при диагностике различных реактивных состояний. Структура хроматина — очень важный показатель нормального или патологического состояния клетки. Особенно сильно меняется характер ядра при предопухолевых состояниях и злокачественных новообразованиях.

КЛЕТОЧНЫЙ ЦЕНТР

Клеточный центр играет важную роль в клеточном делении. Он образован двумя центриолями (хромофильными тельцами), расположенными во взаимно перпендикулярных плоскостях, каждая центриоль состоит из девяти триплетов микротрубочек, расположенных в строгом геометрическом порядке. От центриолей начинается образование веретена деления, благодаря которому хромосомы в четком порядке расходятся по полюсам делящейся клетки.