

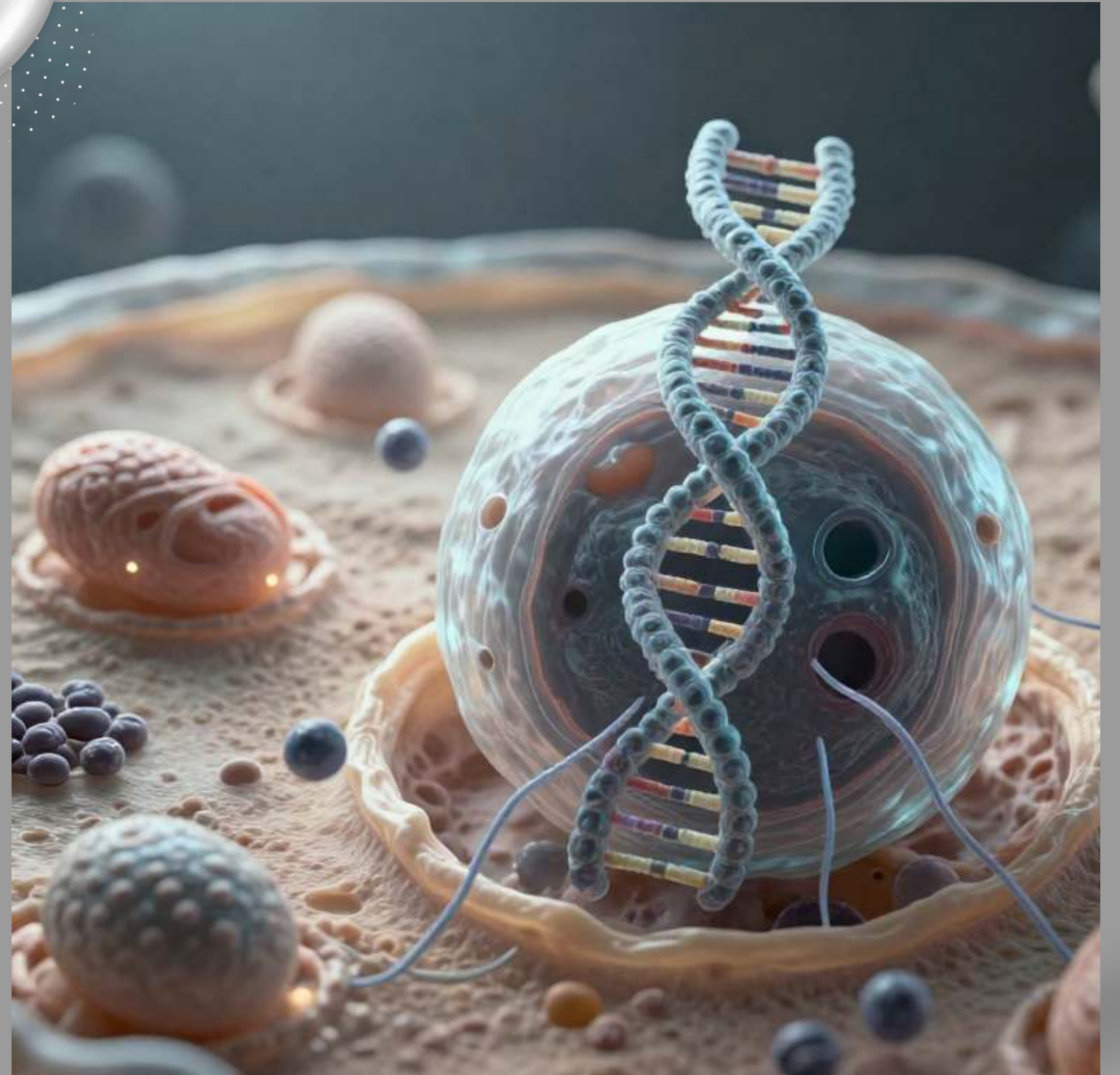
Наследственная информация и её реализация в клетке

Как ДНК превращается в признаки организма?



Зачем клетке нужна наследственная информация

Именно она сохраняет инструкции для жизни, передаётся при делении клеток и от родителей потомству, а через работу разных генов обеспечивает рост, развитие и разнообразие признаков организма.



Строение ДНК как основы наследственности

1

Двойная спираль

Молекула ДНК образована двумя антипараллельными цепями, которые закручены в устойчивую двойную спираль. Такая организация делает хранение генетической информации надёжным и удобным для копирования.

2

Комплементарные пары

Азотистые основания соединяются строго по принципу комплементарности: аденин — с тиминном, гуанин — с цитозином. Это правило позволяет точно воспроизводить последовательность ДНК при делении клетки.

3

Носитель информации

Именно порядок нуклеотидов в цепи служит своеобразным текстом, в котором записаны инструкции для синтеза РНК и белков. Поэтому последовательность ДНК определяет наследственные признаки.

4

Упаковка в хромосомы

В клетке ДНК упакована в хромосомы, что защищает её от повреждений и помогает равномерно распределить генетический материал между дочерними клетками во время деления.





Гены, аллели и геном

Что такое ген

Ген — это участок ДНК, в котором содержится информация о синтезе определённого белка или функциональной РНК. Он является единицей наследственности и работы клетки.

Аллельные варианты

Аллели — это разные формы одного и того же гена. Они могут немного отличаться по последовательности нуклеотидов, из-за чего один и тот же признак проявляется по-разному.

Геном организма

Геномом называют полный набор генетической информации организма. В него входят все гены и значительные участки ДНК, необходимые для хранения и передачи наследственной программы.

Наследственное разнообразие

У диплоидных организмов признаки часто определяются сочетанием аллелей, полученных от матери и отца. Именно поэтому потомки одного вида не бывают полностью одинаковыми.

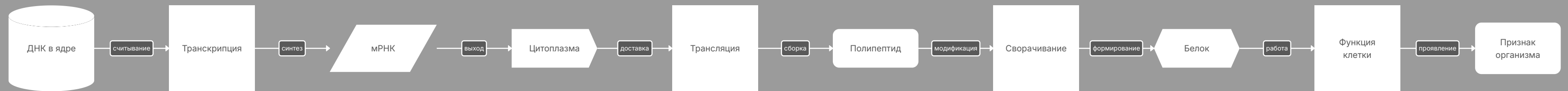
Уровни организации наследственной информации

- Иерархия показывает, как отдельные элементы складываются в единую систему хранения генетической программы клетки.
- Чем выше уровень организации, тем шире объём информации и тем сложнее её согласованная реализация.

От ДНК к признаку через синтез белка

Схема отражает последовательность реализации наследственной информации от гена до фенотипического проявления.

6



Транскрипция: перенос информации с ДНК на РНК

7



Рибосомы, тРНК и генетический код

8

Рибосомы читают кодоны

Рибосома движется по мРНК и считывает её не по одному нуклеотиду, а триплетами. Каждый кодон задаёт включение определённой аминокислоты в растущую белковую цепь.

Роль тРНК

Транспортная РНК доставляет нужную аминокислоту к рибосоме и распознаёт кодон с помощью антикодона. Так обеспечивается точное соответствие между записью в мРНК и составом белка.

Свойства кода

Генетический код триплетен, почти универсален и вырожден: одну аминокислоту могут кодировать несколько разных кодонов. Это делает систему более устойчивой к отдельным изменениям.

Старт и стоп

Кодон АУГ обычно задаёт начало трансляции, а стоп-кодоны завершают синтез полипептида. Благодаря этому рибосома точно определяет границы будущего белка.



Этапы синтеза белка

- Точность процесса определяется согласованием мРНК, тРНК и работы рибосомы, а энергия обеспечивает движение и сборку цепи.
- Элонгация занимает основную часть процесса, но именно инициация и терминация задают его начало и завершение.

Почему разные клетки выполняют разные функции

1

Одинаковая ДНК

Большинство соматических клеток содержит один и тот же набор генетической информации, но этого недостаточно для одинаковой работы. Различия возникают из-за того, какие гены в клетке активны.

2

Разные белки — разные функции

Нейроны, мышечные, эпителиальные и кровяные клетки синтезируют разные белки. Именно поэтому они различаются по строению, свойствам и выполняемым задачам в организме.

3

Влияние регуляции

На активность генов воздействуют регуляторные белки, сигналы из внешней среды и состояние хроматина. Эти механизмы включают или выключают нужные участки ДНК в определённый момент.

4

Клеточная специализация

Избирательная работа генов лежит в основе дифференцировки клеток, образования тканей и органов. Поэтому один и тот же геном может давать множество вариантов клеточной судьбы.



Основные типы РНК и их функции

Тип РНК	Функция
мРНК	Перенос информации
тРНК	Доставка аминокислот
рРНК	Основа рибосом
снРНК	Сплайсинг
регРНК	Регуляция генов

- Клетка использует несколько типов РНК: одни переносят информацию, другие участвуют в сборке белка, третьи регулируют работу генов и обработку первичной РНК.
- РНК выполняют не только роль посредника между ДНК и белком, но и функции, без которых невозможны точная обработка и тонкая регуляция экспрессии генов.

Как клетка включает и выключает гены



ДНК как текст с регуляторными метками

Участок ДНК может быть доступен для считывания или, наоборот, скрыт в плотной упаковке хроматина. Именно поэтому один и тот же ген в разных клетках может работать по-разному, хотя последовательность ДНК остаётся неизменной.



Белки-переключатели на ДНК

Транскрипционные факторы связываются с промоторами и энхансерами, помогая или мешая запуску транскрипции. Они действуют как молекулярные «переключатели», задавая клетке, какой белок нужен сейчас, в каком количестве и в какой момент развития.



Химические метки, меняющие доступность генов

Метилирование ДНК и модификации гистонов влияют на то, насколько плотно упакован хроматин. Эти изменения могут ослаблять или усиливать работу генов, поэтому клетка получает дополнительный уровень контроля над синтезом белков.

Уровни контроля реализации наследственной информации

- Контроль распределён по всей цепочке реализации гена: от доступности ДНК до изменения уже готового белка. Наиболее гибкие точки — транскрипция и стабильность мРНК.
- Чем раньше включается регуляция, тем сильнее эффект на конечный признак. Особенно важны этапы транскрипции и обработки РНК, где клетка может быстро менять ответ.



Мутации как источник наследственной изменчивости

Что меняется в ДНК

Мутация — это устойчивое изменение последовательности ДНК. Оно может затронуть один нуклеотид, небольшой участок гена или даже крупный фрагмент хромосомы, меняя свойства наследственного материала.

Типы мутаций

К основным вариантам относят замены, вставки, делеции, дупликации и перестройки хромосом. Разные типы по-разному влияют на работу генов: одни почти незаметны, другие резко нарушают синтез белка.

Не всегда вредно

Мутации бывают нейтральными, вредными и полезными. Именно полезные варианты создают материал для эволюции, а нейтральные могут сохраняться в популяции без заметного влияния на организм.

Связь с болезнями

Если мутация нарушает важный белок или регуляцию гена, она может приводить к наследственным заболеваниям. Некоторые изменения ДНК также повышают риск опухолевого роста и других патологий.

Источник разнообразия

Наследственная изменчивость появляется не только из-за комбинации уже имеющихся аллелей, но и за счёт новых мутаций. Благодаря этому в популяциях постоянно возникают новые признаки и сочетания признаков.

Примеры наследственных заболеваний, связанных с мутациями

- Разные генетические нарушения затрагивают разные звенья клеточной работы: транспорт веществ, форму клеток или обмен аминокислот.
- Даже изменение одного гена может нарушить работу целых систем организма, если затронут ключевой белок или фермент.

Заболевание	Ген/белок	Основной эффект
Муковисцидоз	CFTR	Нарушение транспорта ионов
Серповидноклеточная анемия	HBB	Изменение формы эритроцитов
Фенилкетонурия	Фенилаланингидроксилаза	Накопление фенилаланина

От гена к признаку через белок

16

Последовательность показывает, как изменение ДНК влияет на РНК, белок и итоговый признак клетки



Эпигенетика и влияние среды на активность генов

Без изменения текста ДНК

Эпигенетические механизмы не переписывают последовательность нуклеотидов, но меняют то, какие гены будут активны. Поэтому наследственная программа может работать по-разному в одинаковых по генотипу клетках.

Химические метки хроматина

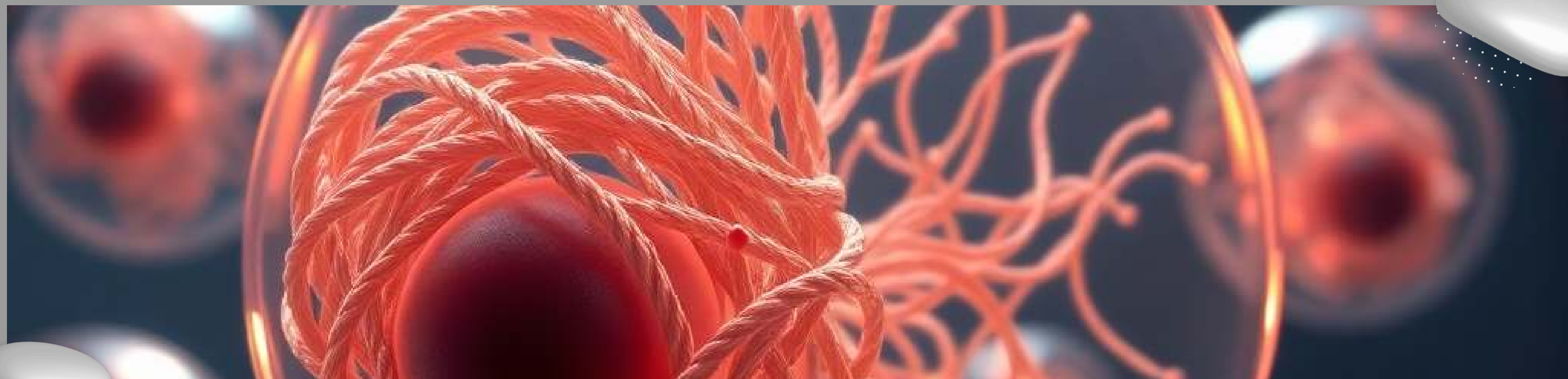
Метилирование ДНК и модификации гистонов влияют на плотность упаковки хроматина. Если участок становится менее доступным, транскрипция ослабевает; если более открытым — активность гена возрастает.

Роль условий жизни

Питание, стресс, токсины и возраст способны менять эпигенетический статус клеток. Эти влияния не всегда постоянны, но они помогают объяснить, почему среда заметно отражается на здоровье.

Память клеток

Некоторые эпигенетические изменения сохраняются при делении клеток, поэтому клеточная «память» может передаваться дочерним клеткам. Это важно для развития организма, адаптации тканей и поддержания функций органов.



Генотип и фенотип: связь и различия

18

- Один и тот же генотип может давать разные проявления признаков в зависимости от условий развития, образа жизни и внешней среды.
- Фенотип нельзя объяснить только наследственностью: он формируется как результат взаимодействия генов и среды на всех этапах жизни.

Современные методы изучения наследственной информации



ПЦР

Метод позволяет быстро многократно копировать нужный участок ДНК. Это особенно важно, когда исходного материала мало, а анализ должен быть точным и чувствительным.



Секвенирование

Секвенирование определяет порядок нуклеотидов в ДНК или РНК. Оно помогает находить мутации, сравнивать геномы и уточнять причины наследственных заболеваний.



CRISPR-Cas

Эта система позволяет целенаправленно изменять участки генома. Её используют в исследованиях, биотехнологии и перспективных подходах к коррекции генетических нарушений.



Практическое применение

Геномные технологии нужны в медицине, селекции и научных исследованиях. Они помогают не только обнаруживать изменения ДНК, но и понимать, как они влияют на признаки организма.

Наследственная информация становится признаком через работу клетки

ДНК хранит программу, РНК переносит и регулирует её, а белки воплощают результат в признаках клетки и организма. От точности этой системы зависят развитие, разнообразие и здоровье.