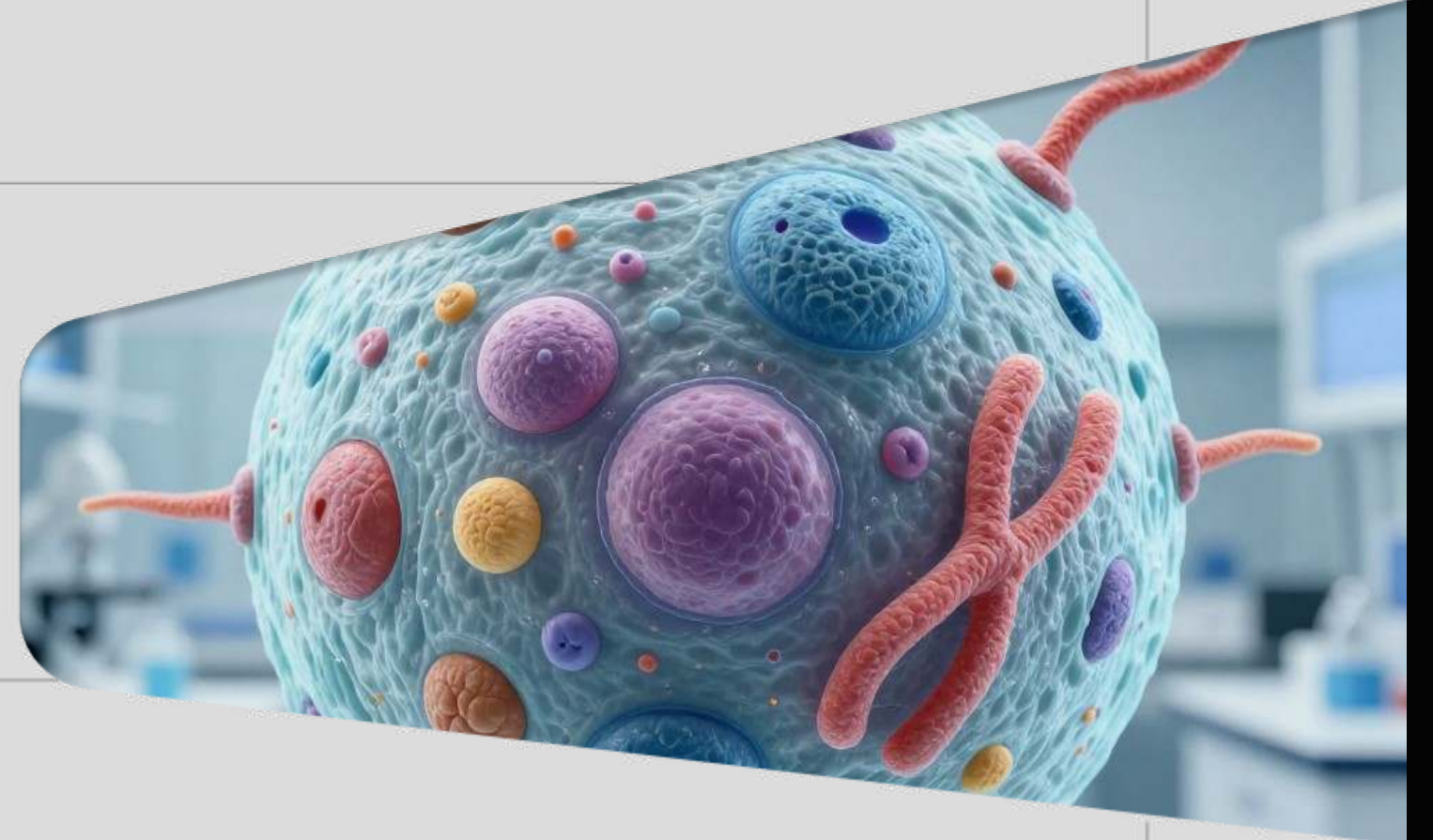


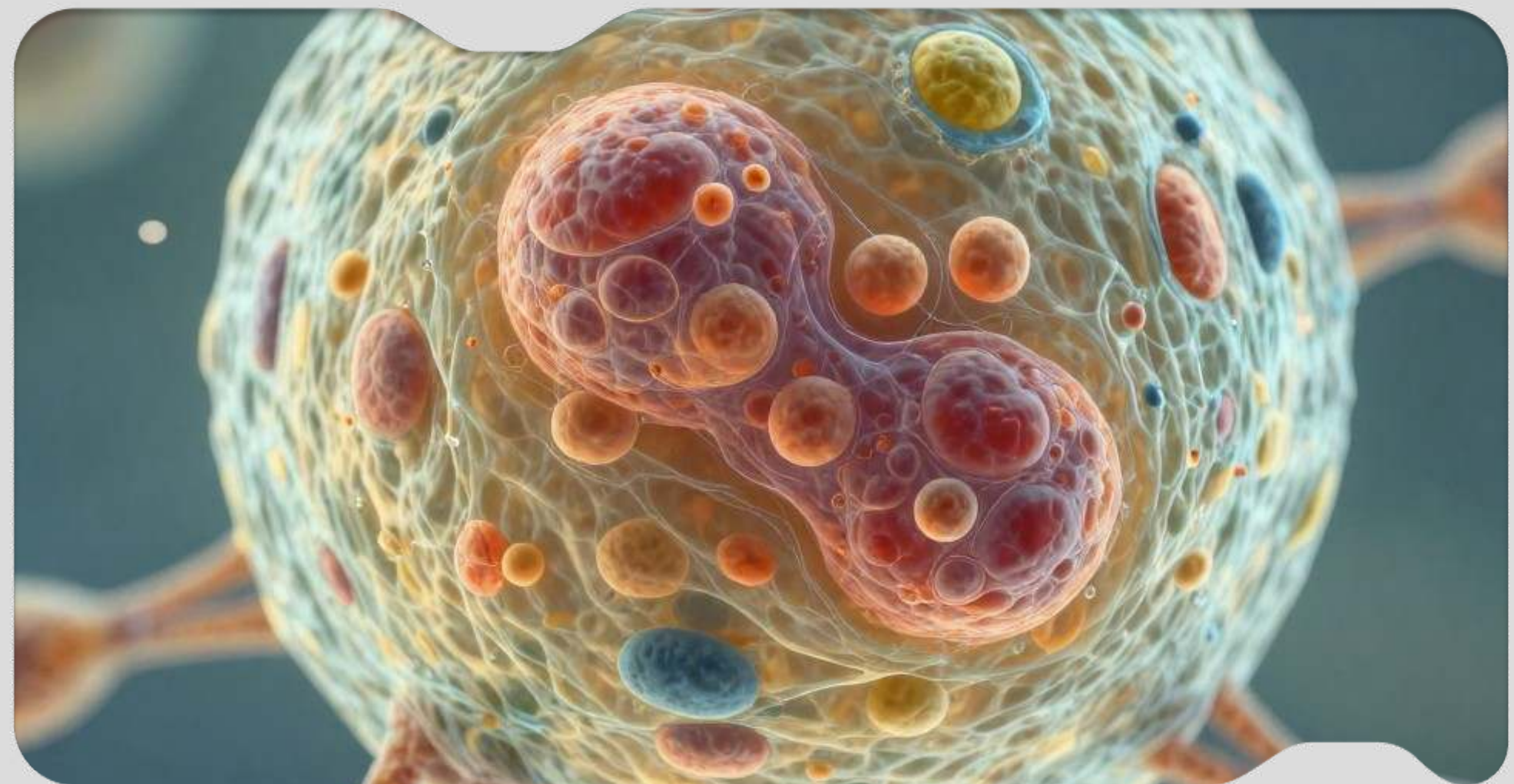
Обзор жизненного цикла клетки: ключевые этапы и значение

Изучение клеточного цикла
раскрывает основы роста,
развития и здоровья организма.



Клетка — фундамент жизни

Клетка — базовая единица живых организмов, обеспечивающая рост и обновление тканей. Историческое исследование клеточного цикла открыло фундамент молекулярной биологии и медицины, расширив понимание механизмов развития и заболеваний.



Основные этапы клеточного цикла эукариот

Интерфаза



Профаза



Период подготовки клетки к делению, включающий рост (G1), удвоение ДНК (S) и подготовку к митозу (G2).

Конденсация хромосом и формирование митотического веретена, начало распада ядерной оболочки.

▶▶ Метафаза



Анафаза и телофаза



Хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки, обеспечивая подготовку к разделению генетического материала.

Разделение и миграция сестринских хроматид к полюсам, восстановление ядерной оболочки и подготовка к цитокинезу.

Основные процессы интерфазы



Фаза G1 — активный рост клетки и синтез РНК, белков, формирующих основу для удвоения ДНК.



S-фаза характеризуется репликацией ДНК, обеспечивающей достоверное копирование генетической информации.



В G2 происходит синтез белков, необходимых для успешного митоза, и контроль качества репликата ДНК.

G1-фаза и значение фазы G0

.01

В G1 происходит увеличение цитоплазмы и активный обмен веществ, готовящий клетку к делению.

.02

Фаза G0 — состояние покоя, когда клетка временно или навсегда выходит из цикла, как у нейронов.

.03

Продолжительность G1 варьируется по типам клеток: активно делящиеся клетки проводят здесь меньше времени.

.04

Возможность возвращения из G0 в цикл зависит от внешних стимулов и физиологического состояния организма.

Молекулярные процессы S-фазы



Удвоение ДНК — основа наследственности

S-фаза обеспечивает точную репликацию молекул ДНК, что важно для сохранения генетической информации без ошибок. Каждая хромосома преобразуется в две идентичные сестринские хроматиды.



Синтез структурных белков и гистонов

Параллельно с ДНК производится синтез гистонов и других белков, которые помогают формировать стабильные хроматиновые комплексы, обеспечивающие компактность и надежность хромосом.

G2-фаза: подготовка к митозу и контроль качества

.01

Активный синтез белков, включая тубулины, необходимых для формирования митотического веретена.

• .02

Удвоение центриолей в клетках животных для правильной организации деления.

• .03

Механизмы контроля предотвращают переход клетки в митоз при наличии повреждений или незавершённой репликации ДНК.

Митоз: этапы и значение

.01

Профаза — подготовка хромосом и разрушение ядерной оболочки для дальнейшего деления.

.02

Метафаза — выстраивание хромосом по экватору клетки для равномерного распределения в дочерние клетки.

.03

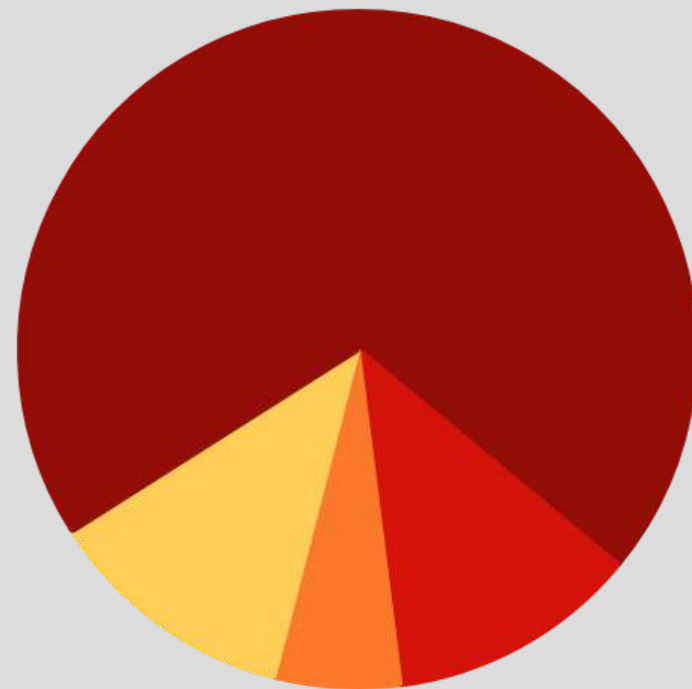
Анафаза — разделение сестринских хроматид и их перемещение к противоположным полюсам клетки.

.04

Телофаза — восстановление ядерных оболочек и завершение процесса деления ядра.

Продолжительность и распределение фаз митоза у корешка лука

■ Профаза ■ Метафаза ■ Анафаза ■ Телофаза ■ Цитокинез

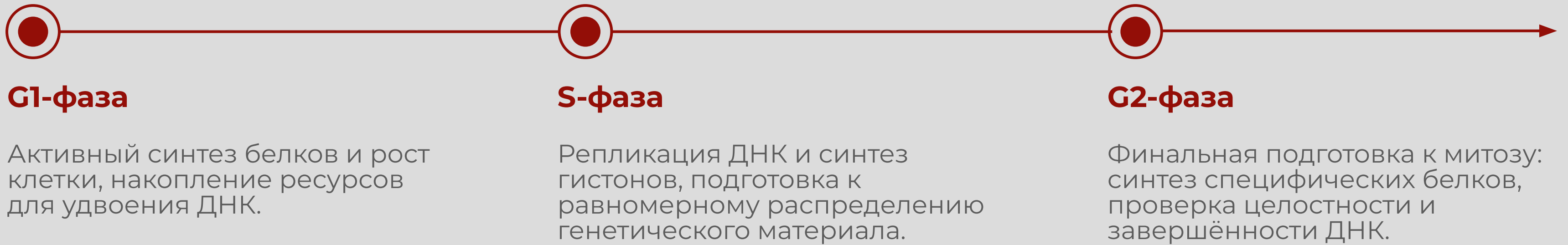


Источник: «Биология клетки», 2019

Продолжительность митоза у клеток *Allium* сера варьируется от одного до двух часов, что отражает динамичность процесса деления.

Большая часть времени митоза занимает подготовка и завершение процесса — профаза и цитокинез — обеспечивая точное деление.

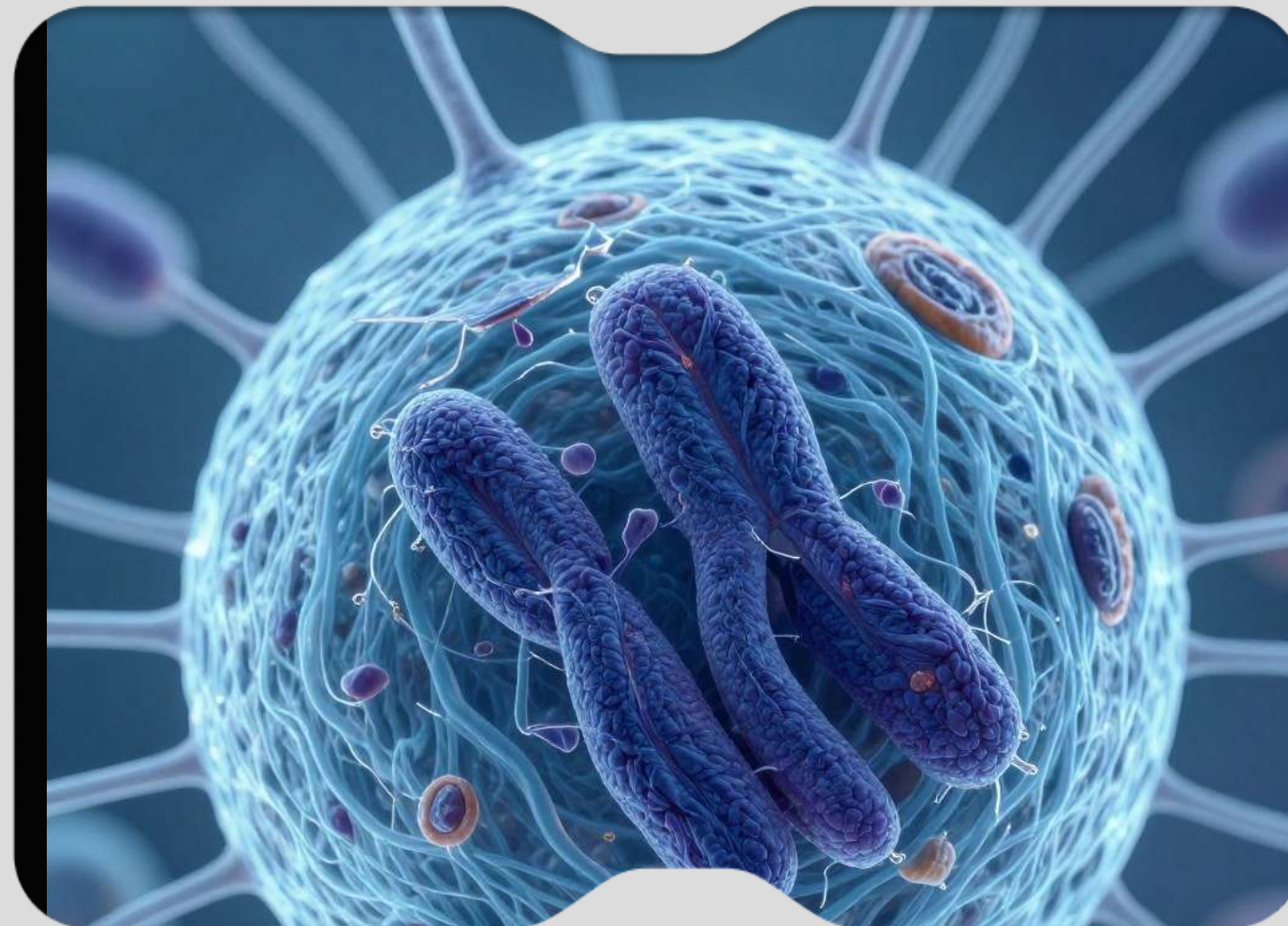
Интерфаза: этапы и процессы



Профаза: стартовые события и структурные изменения



Профаза характеризуется началом уплотнения хроматина в компактные хромосомы, что способствует более точному их распределению при делении. Одновременно ядерная оболочка начинает разрушаться, освобождая хромосомы для последующих процессов.



Формируется митотическое веретено, состоящее из микротрубочек, которые обеспечивают движение хромосом. Центриоли расходятся по клетке к противоположным полюсам, выступая в роли организационных центров веретена деления.

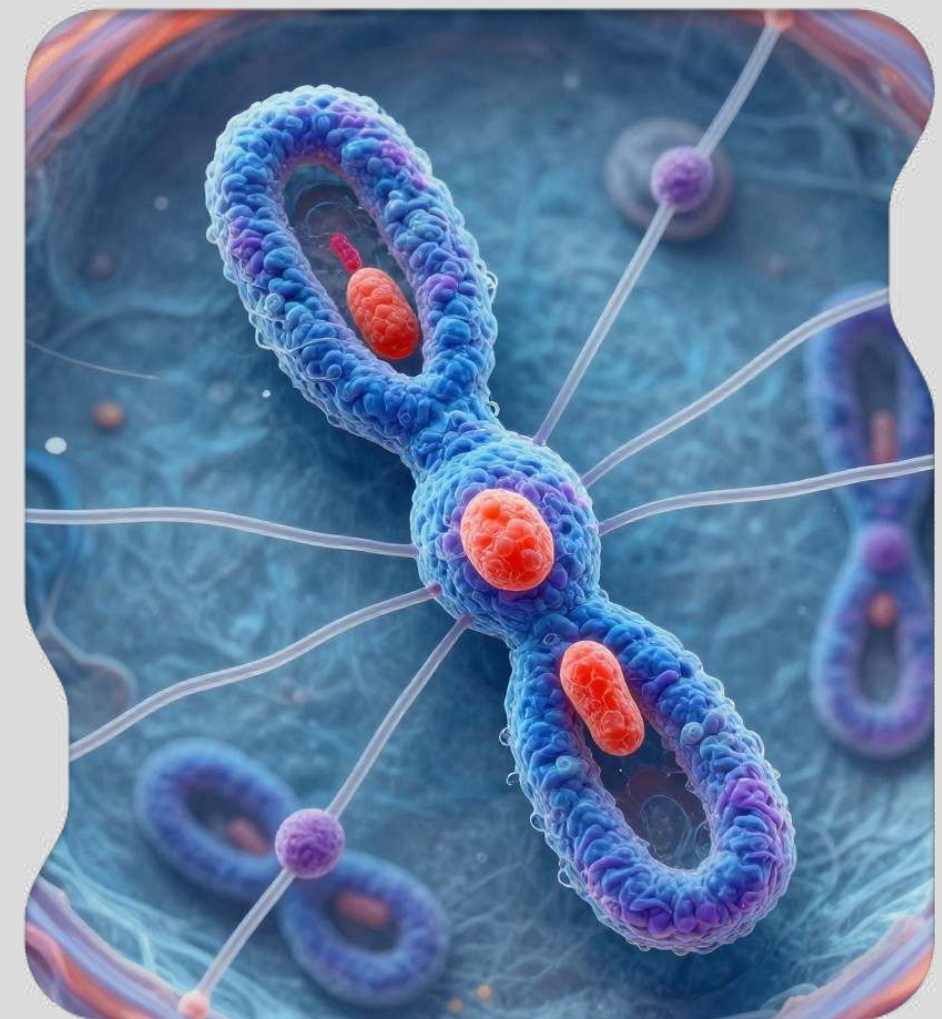
Метафаза: организация и закрепление хромосом

.01

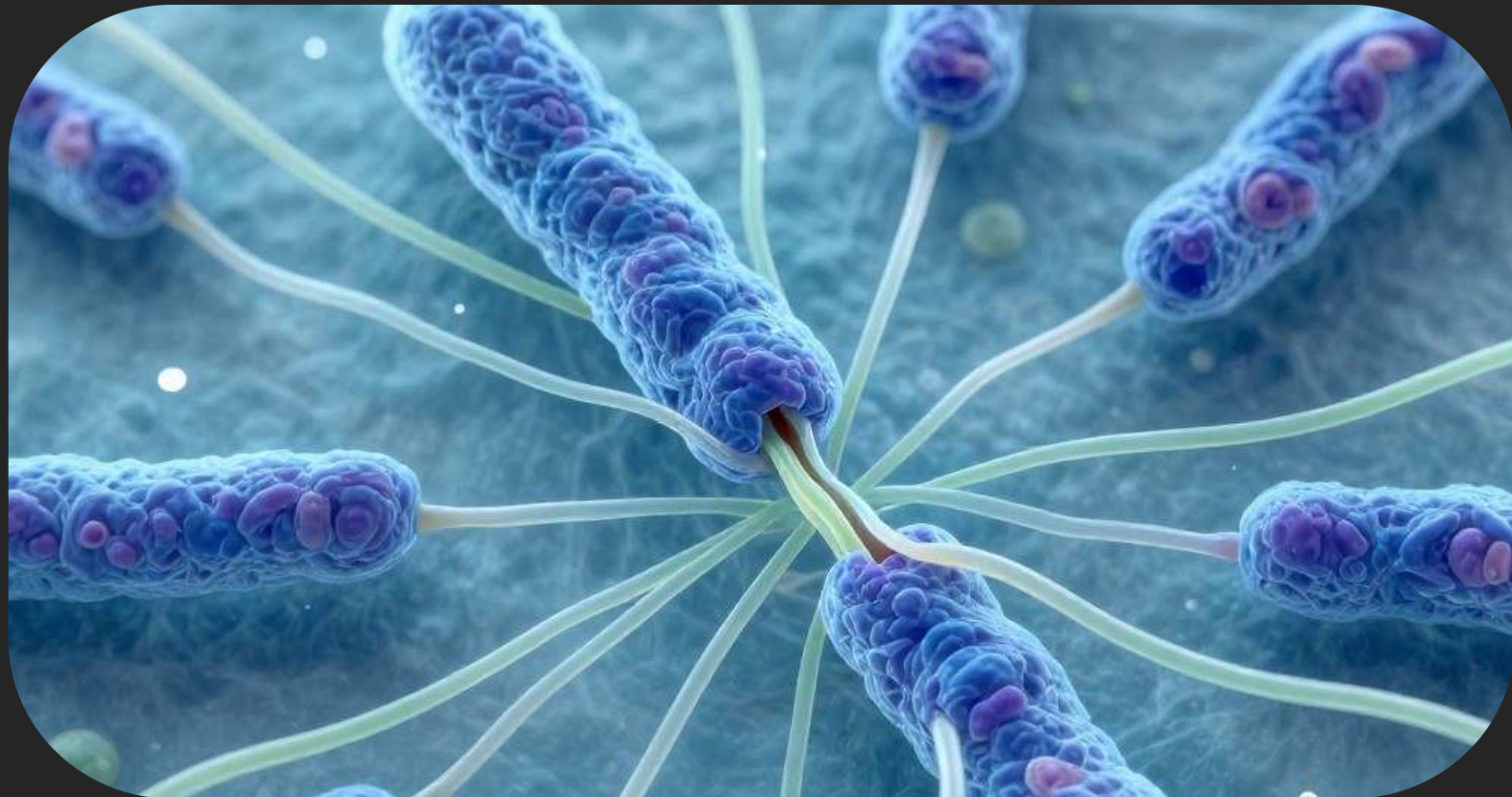
Хромосомы располагаются по экватору клетки, формируя метафазную пластинку. Это ключевой момент организации, обеспечивающий правильное расположение наследственного материала.

.02

Центромеры хромосом присоединяются к микротрубочкам митотического веретена с каждой стороны. Такая фиксация гарантирует равномерное распределение генов между дочерними клетками на следующем этапе.

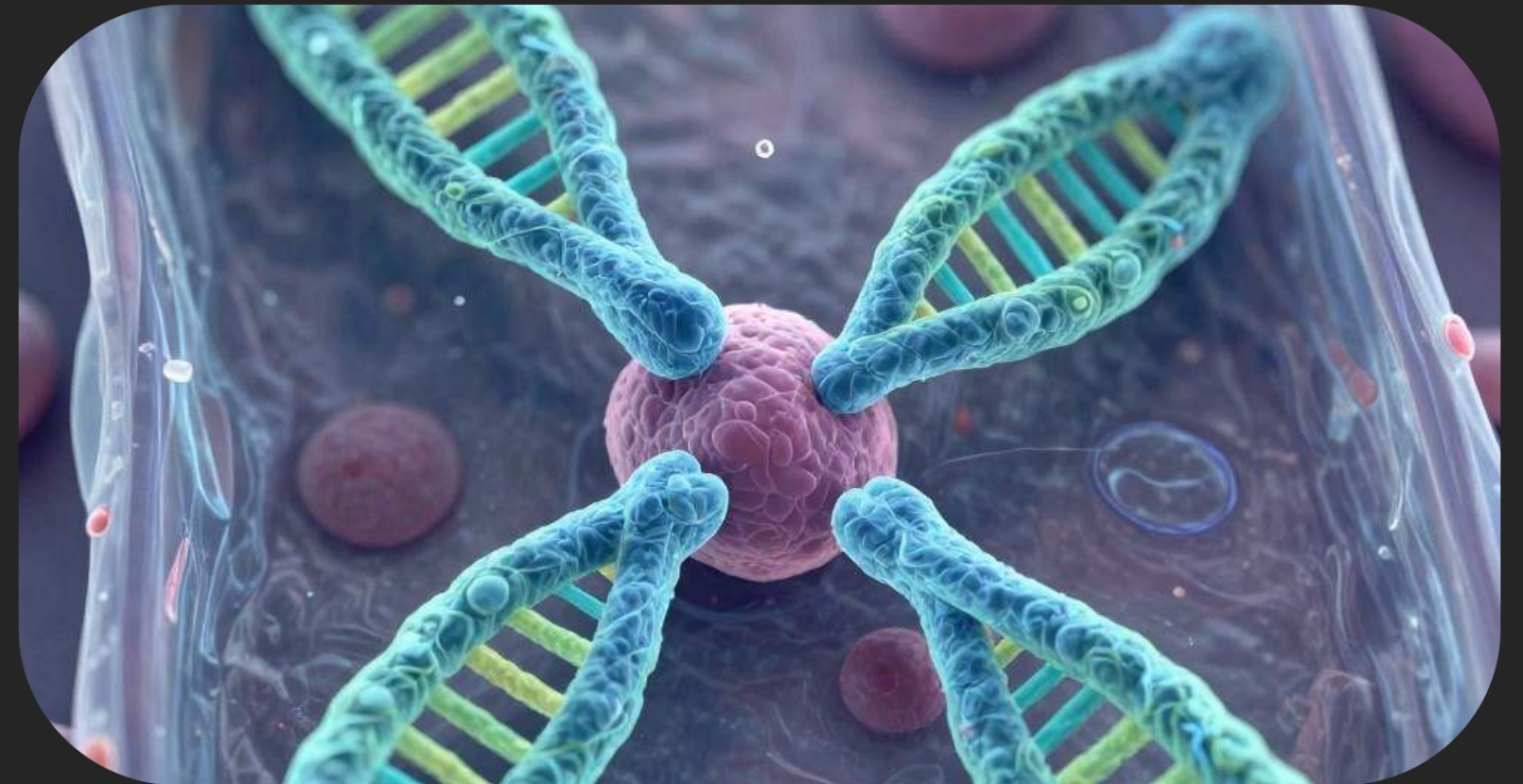


Анафаза: разделение генетического материала



Расщепление сестринских хроматид

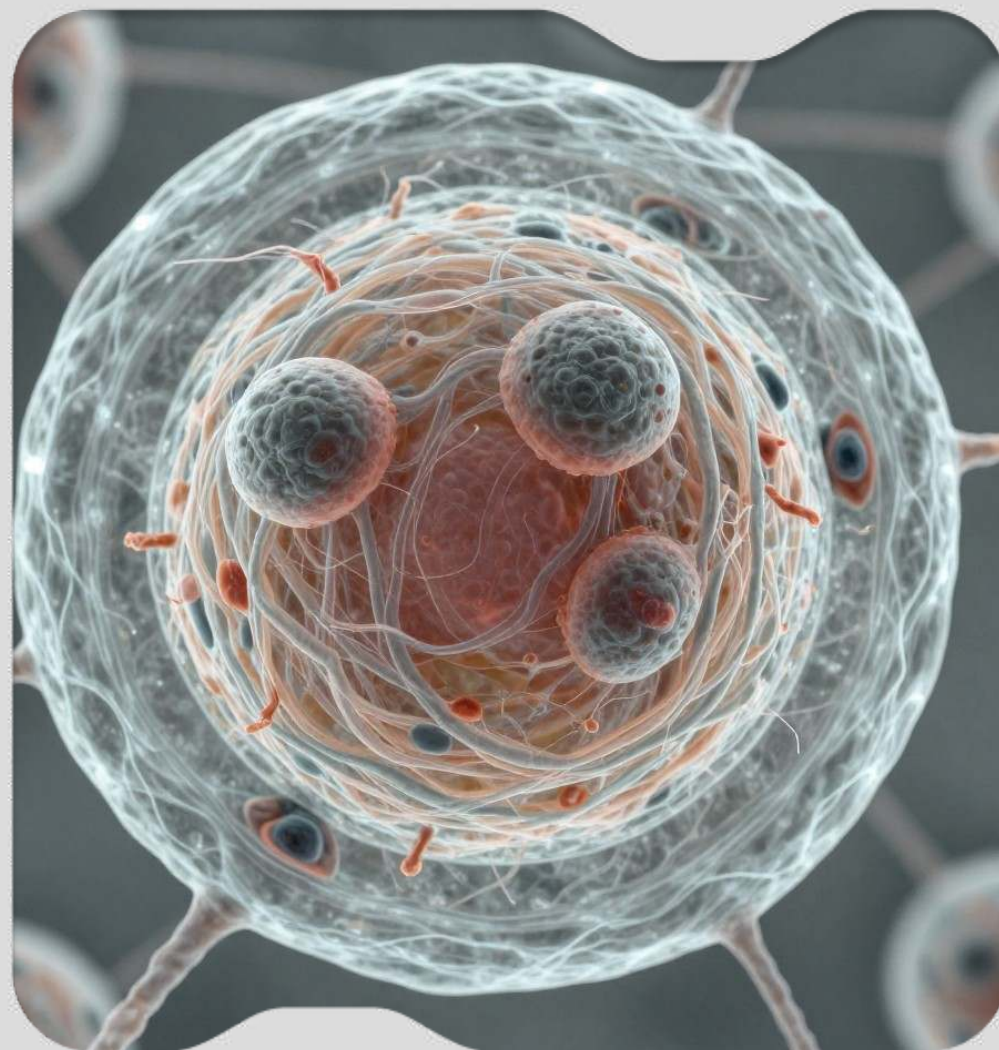
В анафазе происходит отделение сестринских хроматид друг от друга. Этот процесс обусловлен укорочением микротрубочек веретена, что способствует их перемещению к противоположным полюсам клетки.



Обеспечение идентичности генетического набора

Благодаря точному разделению хроматид каждая дочерняя клетка получает полный и идентичный генетический материал. Это критично для поддержания стабильности организма и правильного функционирования клеток.

Телофаза: завершение деления ядра



Деконденсация хромосом и восстановление ядра

В этот период хромосомы теряют плотную структуру и переходят в состояние хроматина. Одновременно восстанавливаются ядерные оболочки вокруг будущих ядер, формируются ядрышки, что сигнализирует о завершении митотического деления.

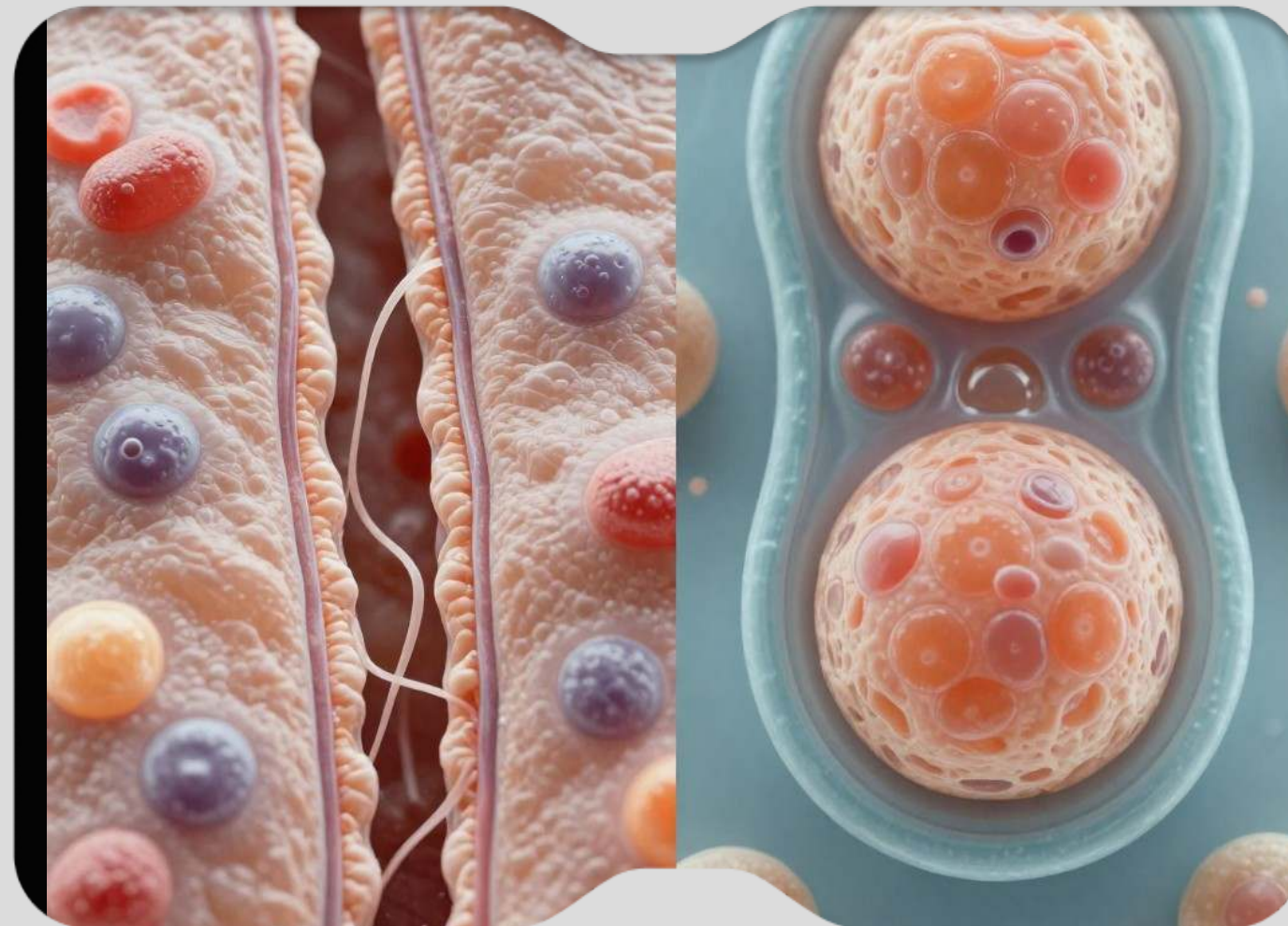
Подготовка к цитокинезу

Подготовка клетки к разделению цитоплазмы включает генерацию структур, обеспечивающих последующий цитокинез и образование двух полноценных дочерних клеток с полноценным ядром.

Цитокинез: механизмы и итог деления клетки



Цитокинез представляет собой физическое разделение цитоплазмы между дочерними клетками, завершая процесс деления. У животных клеток формируется перетяжка, которая постепенно сжимается, отделяя клетки.



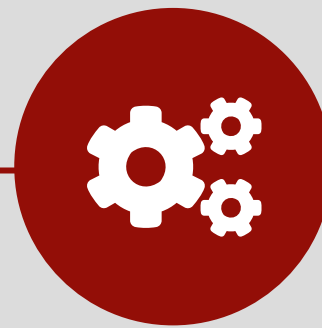
В растительных клетках образуется новая клеточная пластинка, которая впоследствии превращается в клеточную стенку. Итогом является образование двух генетически идентичных дочерних клеток.

Ключевые механизмы регуляции митотического цикла



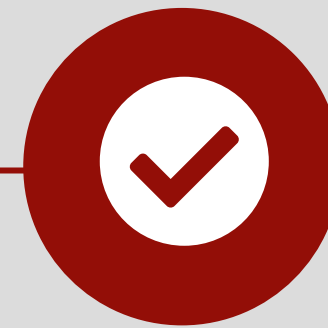
Циклины

Белки, уровни которых циклически изменяются в течение клеточного цикла, активируя соответствующие процессы перехода между фазами.



Циклин-зависимые киназы (CDK)

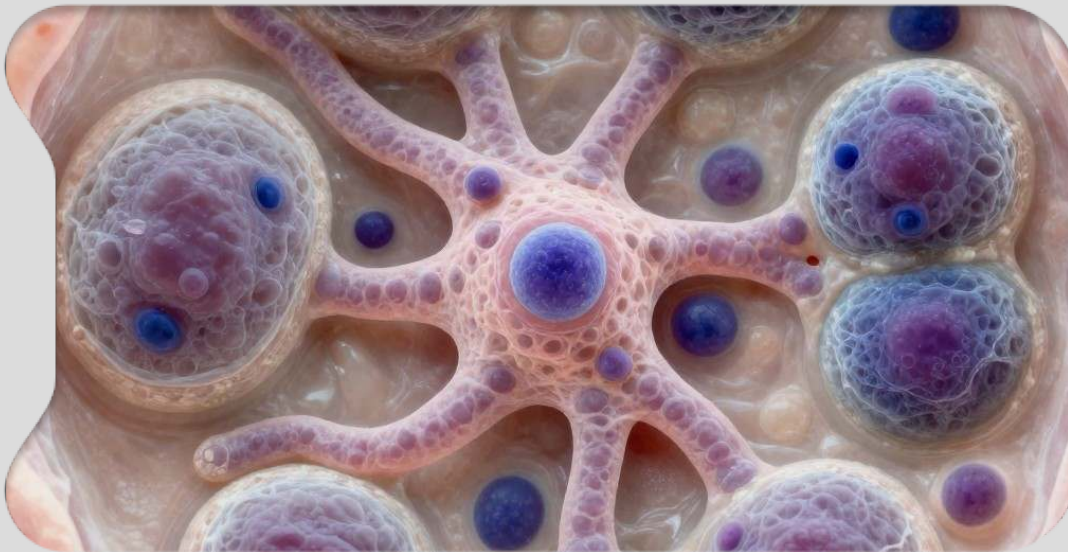
Ферменты, которые взаимодействуют с циклами, катализируя фосфорилирование мишеней и контролируя прогресс клеточного цикла.



Контрольные точки

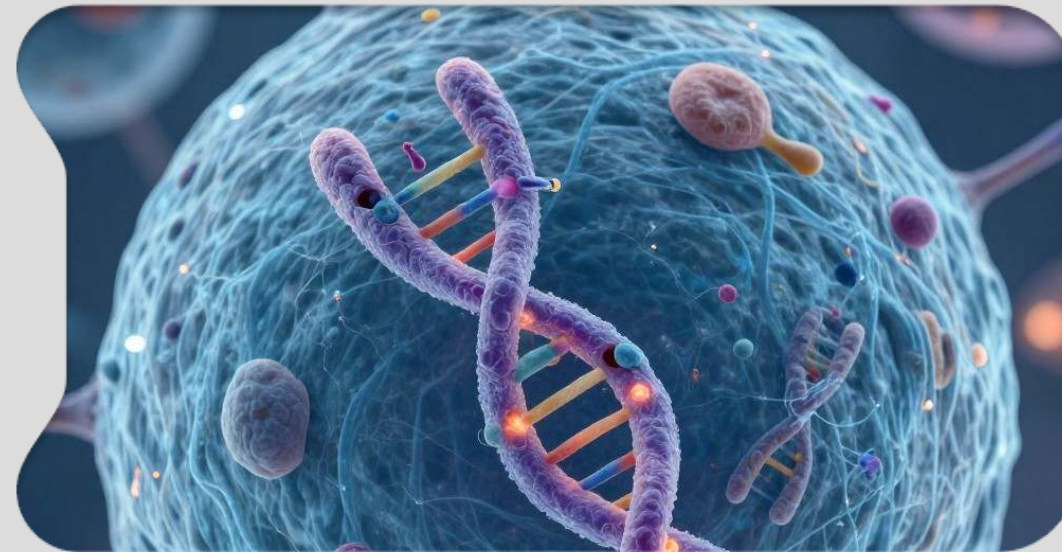
Механизмы проверки правильности ключевых процессов, таких как репликация ДНК и разделение хромосом, предотвращают ошибки и обеспечивают стабильность генома.

Последствия нарушений митотического цикла



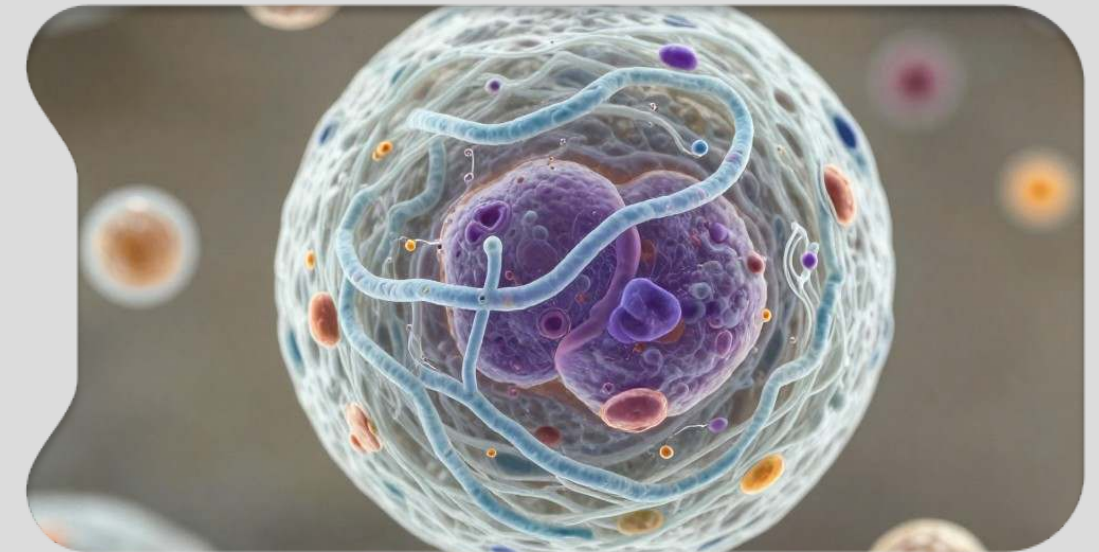
Опухолевый рост и неконтролируемое деление

Мутации в генах-супрессорах опухолей, таких как p53, могут привести к бесконтрольному делению клеток. Это основной механизм развития злокачественных опухолей и рака.



Генетические аномалии и наследственные заболевания

Ошибки в репликации ДНК во время митоза приводят к генетическим сбоям. Такие сбои часто становятся причиной врождённых заболеваний и нарушений развития.



Активация апоптоза при критических повреждениях

Если повреждения ДНК слишком значительны, клетка запускает запрограммированную смерть (апоптоз), предотвращая распространение дефектного материала и поддерживая здоровье организма.

Сравнение жизненного цикла эукариот и прокариот

.01

Прокариоты осуществляют деление посредством бинарного деления без митоза, обеспечивая быстрое размножение и короткий жизненный цикл.

.02

Эукариоты обладают более сложным клеточным циклом с интерфазой и митозом, что обеспечивает точное разделение генетического материала.

.03

Например, бактерия *Escherichia coli* делится примерно за 20 минут, тогда как клетка человеческой кожи совершает полный цикл около 24 часов.

Практические применения знаний о митозе

.01

Использование цитостатиков в онкологии основано на подавлении митотического цикла раковых клеток для прекращения их роста.

.02

Разработка генетических тестов позволяет выявлять мутации, влияющие на нормальное деление клеток и приводящие к наследственным заболеваниям.

.03

Изучение процессов регенерации тканей помогает создавать методы ускорения заживления и восстановления повреждённых органов.

.04

Биотехнологии, включая выращивание клеточных культур и терапию стволовыми клетками, напрямую зависят от контроля и понимания митотического цикла.

Значение митотического цикла в науке и медицине

Митотический цикл — фундаментальный процесс, обеспечивающий стабильность и обновление клеток. Его изучение лежит в основе диагностики, терапии современных заболеваний и развития биотехнологий будущего.

