

УДК 579.22
ББК 28.4
С14

Сазонов, Андрей.

С14 Твоя жизнь до рождения: тайны эволюции человека / Андрей Сазонов. — Москва : Издательство «АСТ», 2020. — 336 с. — (Научпоп для всех).

ISBN 978-5-17-119902-9.

Перед вами честный, правдивый и очень интересный рассказ о начале вашей жизни, от момента зачатия до того этапа, когда зародыш приобретает внешний вид, сходный со взрослым организмом, и способность к обитанию в видоспецифической среде. Оказывается, то, что вы раньше считали началом жизни, было совсем не началом ее, а всего лишь продолжением... И каких бы успехов в развитии вы ни достигли во время этого самого продолжения, вам никогда не превзойти себя маленького, сумевшего развиться из одной малюсенькой клетки в такой грандиозный, суперзамечательный и совершенный во всех отношениях организм.

УДК 579.22
ББК 28.4

ISBN 978-5-17-119902-9.

© Сазонов А.
© ООО «Издательство АСТ»

*«Реформа календаря не сокращает срок
беременности»*

Станислав Ежи Лец

*Эмбриологией называется наука, изучающая
внутриутробное развитие организма.*

Предисловие, или Краткий курс генетики

«Генетики и политики знают наперед, что должно получиться в результате, но всякий раз результаты их удивляют»

Из приписываемого Конфуцию

Рука, качающая колыбель, как известно, правит миром. А вот теми, кто находится в колыбели, да и вообще всеми живыми организмами, управляют программы, заложенные в их генах. Было бы неправильным начинать знакомство с эмбриональным развитием человека в обход генетики. Начинать нужно с азов, так и понятнее будет, и прочитанное запомнится лучше.

Вот вам вопрос — что такое ген?

Попробуйте ответить самостоятельно, без подсказок. Не стесняйтесь, говорите все, что на ум придет, все равно кроме вас этого ответа никто не услышит. Только отвечайте конкретно, емко, не растекаясь мыслью по древу...

Один из вариантов правильного ответа будет таким: ген — это участок молекулы ДНК, в котором закодирован один признак организма.

Каждый ген обеспечивает наличие какого-то отдельного признака. Например — рыжих волос или голубых глаз. С химической точки зрения, один ген отвечает за выработку одного белка. Мы, если кто не в курсе, являемся пред-

ставителями белковой формы жизни и все наши признаки обусловлены теми или иными белками.¹

Сразу же напрашивается другой вопрос — а что такое ДНК? Все знают, что она содержится в слюне, волосах и крови, потому что именно эти субстанции чаще всего используют эксперты в сериалах. А журналисты любят писать страшилки о злодеях, которые вставляют в ДНК кукурузы гены тюленей и жирафов для того, чтобы получить высокоурожайные сорта... А потом у тех, кто ест такую кукурузу, шеи удлиняются и руки в плавники превращаются.

Если серьезно, то дезоксирибонуклеиновая кислота (так расшифровывается аббревиатура ДНК) — это хранитель наследственной информации живых организмов. Молекулы ДНК состоят из повторяющихся блоков, которые называются «нуклеотидами». Сочетания четырех видов нуклеотидов (да — всего четырех!) кодируют всю биологическую информацию об организме. Признаков у организмов много, поэтому число нуклеотидов в молекуле ДНК может достигать до нескольких сотен миллионов. Да и самих молекул тоже много, например у нас с вами их сорок шесть.

Двух полностью схожих молекул ДНК в природе не существует, за исключением ДНК клонированных организмов. На этой уникальной индивидуальности основаны генетическая криминалистика и судебно-медицинская генетика — любого человека можно со стопроцентной точностью идентифицировать по его ДНК.

¹ Информация, изложенная в этой главе, предельно упрощена. Если вам хочется более основательного знакомства с генетикой, то можете прочесть книгу Андрея Шляхова «Генетика для начинающих» (Издательство АСТ, 2019 год, серия «Наука на пальцах»).

Молекулы ДНК обладают способностью к самовоспроизведению. Без этого никак, ведь клетки размножаются делением надвое, и каждая дочерняя клетка непременно должна получить от материнской клетки полную копию наследственной информации. Так что перед делением нужно удвоить число носителей этой информации — молекул ДНК.

В наших клетках молекулы ДНК хранятся в виде хромосом, структур, состоящих из одной молекулы ДНК и молекул других веществ, которые играют вспомогательную роль. Простоты ради можно считать хромосому молекулой ДНК. Число хромосом для каждого биологического вида является строго определенным. У человека их сорок шесть. Эти сорок шесть хромосом разбиты на двадцать три пары. Парные хромосомы имеют примерно равные размеры и кодируют одни и те же признаки. По-научному они называются «гомологичными хромосомами». В каждой паре одна хромосома получена от отца, а другая — от матери, и потому любой организм чем-то похож на отца, а чем-то на мать.

Хромосомы собраны в структуры, называемые «клеточными ядрами». Ядро можно сравнить с чемоданом, в который плотно, одна к другой, уложены хромосомы. У многих одноклеточных организмов нет ядер, их хромосомы находятся в клетке порознь, а не вместе.

Одна пара хромосом определяет пол организма. Половых хромосом две — X и Y. Они получили обозначение по сходству с соответствующими буквами алфавита. Сочетание X с Y дает мужской пол, а сочетание X с X — женский. Поскольку в мужском хромосомном наборе содержатся две разные половые хромосомы (XY), а в женском — две

одинаковые (XX), сперматозоиды могут иметь разные половые хромосомы — X или Y, а яйцеклетки — только X-хромосому. Таким образом, за пол ребенка «отвечает» отец, от которого яйцеклетка матери может получить разные половые хромосомы.¹

Одни и те же гены, то есть гены, отвечающие за развитие одного признака, могут подавлять друг друга. Можно сказать, что гены обладают определенной силой, правда генетики вместо слова «сила» употребляют слово «экспрессия». На самом же деле речь идет не о каких-то сражениях между парными генами, а о том, какой из них (в случае, если они разные) выбирается в качестве матрицы для синтеза белка. Выбранный ген «работает», то есть — определяет признак, потому-то и говорят о подавлении одного гена другим. На самом деле гены тут ни при чем, выбор делают молекулы белков и ферментов, считывающие информацию с молекул ДНК. И пусть вас не удивляет участие в этом процессе ферментов, которые обычно выступают в роли ускорителей химических реакций и веществ, участвующих в переваривании пищи. Ферменты также умеют собирать молекулы ДНК из кирпичиков-нуклеотидов, умеют опознавать нужные участки молекул, умеют вырезать фрагменты из молекул и много еще чего они умеют.

Того гена, который остался в стороне, вроде бы и не существует, он никак себя не проявляет, но он присутствует в хромосоме и имеет шанс проявить свое действие в буду-

¹ Половых хромосом может быть и больше одной пары. Так, например, утконос имеет пять пар половых хромосом. Мужской пол у утконоса задается комбинацией XYXYXYXYXY, а женский XXXXXXXXXXXX.

щих поколениях. Вот как это происходит. Ребенок наследует от каждого из родителей по одному гену, кодирующему тот или иной признак. Каким именно будет данный конкретный признак у ребенка (например — карие отцовские или голубые материнские глаза), зависит от того, какой ген в паре окажется сильнее и подавит своего «напарника». Ген карих глаз подавляет ген голубых глаз. Если у отца глаза карие, а у матери — голубые, то у ребенка будут карие глаза. Но при этом в его генетическом наборе будет присутствовать ген голубых глаз, полученный от матери. И если у этого ребенка впоследствии будет кареглазая партнерша, дочь голубоглазого отца и кареглазой матери (или наоборот, это не важно), то у них, кареглазых родителей, будет вероятность рождения голубоглазого ребенка в том случае, если в паре сойдутся два гена голубых глаз. Такие «парадоксы» происходят нередко. Кстати, по-научному, «сильный» признак (а также определяющий его ген) называются «доминантным», а «слабый» — «рецессивным».

Внутриутробное развитие организма представляет собой длинную череду состязаний между парными генами. При закладке каждого признака решается вопрос «с какого из генов считывать информацию для синтеза белка?». Выбор гена из пары определяется свойствами гена, а не индивидуальными особенностями организма — сильный ген всегда и везде подавляет своего слабого напарника.

В хромосомах постоянно происходят мутации. Так называются изменения генетического кода, приводящие к изменению наследственной информации. Например, выпадет из молекулы ДНК один нуклеотид или же, наоборот, — вставится дополнительный. А может выпасть или встаться целый блок, состоящий из множества нуклеотидов.

Длиннющие молекулы ДНК постоянно рвутся, и в клетке существуют механизмы восстановления их целостности, «сшивания» фрагментов. Во время этого сшивания могут происходить ошибки. А еще бывает и так, что отдельный участок молекулы ДНК вдруг скопируется, и эта копия вставится в молекулу где-то рядом... Короче говоря, вариантов мутаций множество, а следствие всегда одно — изменение генетической информации. Кекс-фекс-пекс-мутатор — и ген голубых глаз превращается в ген ярко-голубых глаз. В результате мутаций появляются новые признаки, которых у предков не было.

Как по-вашему, может ли мутация остаться незамеченной, то есть — не проявиться в признаке?

Разумеется, может. В том случае, если изменившийся ген будет подавлен своим напарником. Мутация может сделать ген более сильным, то есть — более предпочтительным для считывания информации, но может и ослабить или же вообще никак не отражается на силе гена

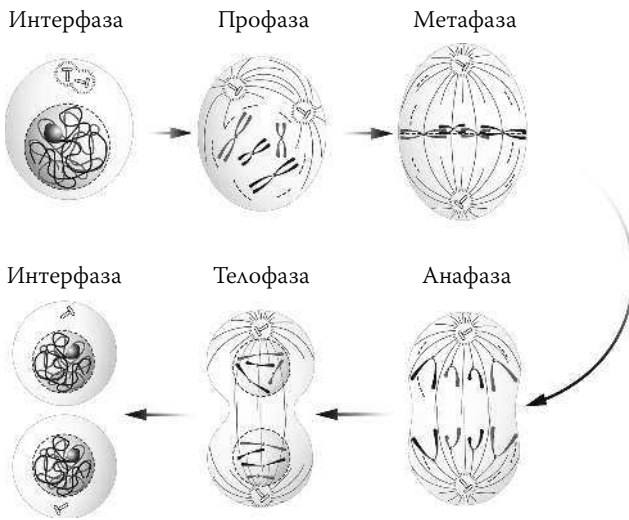
А теперь давайте посмотрим, как делятся клетки нашего организма. Мы с вами постоянно будем говорить о делении клеток, потому что эмбриональное развитие — это деление, деление и еще раз деление. Надо же представлять, хотя бы в общих чертах, как происходит этот процесс.

Самым распространенным способом воспроизводства клеток, имеющих ядро (а именно таковы, за малым исключением, наши клетки)¹, является не прямое деление, которое по-научному называется «митозом». Это слово происходит от греческого «митос», означающего «нить». Такое

¹ Примером безъядерных человеческих клеток могут служить эритроциты (красные кровяные тельца).

название процессу дал его первооткрыватель немецкий биолог Вальтер Флемминг, потому что хромосомы под световым микроскопом выглядят как тонкие нити.

Смысл митоза заключается в одинаковом распределении хромосом между дочерними клетками. Это обеспечивает их генетическую идентичность и позволяет сохранять преемственность в бесконечном ряду клеточных поколений. Проще говоря, каждая дочерняя клетка должна получить от материнской полную генетическую информацию.

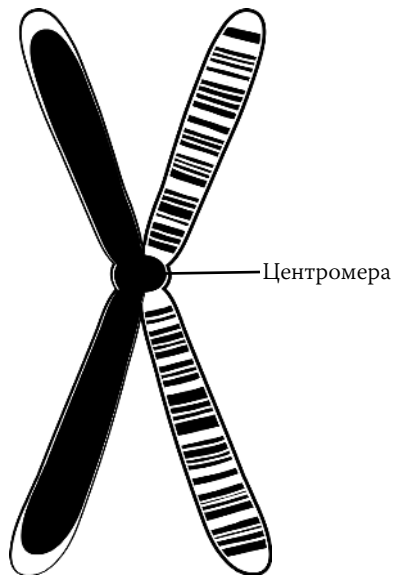


Митоз

Промежуток между двумя делениями клетки называется «интерфазой» (см. рисунок). Смысл интерфазы состоит в подготовке к предстоящему делению — клетка удваивает число хромосом и увеличивает свою массу. В интерфазе хромосомы находятся в клеточном ядре в виде тонких нитей и в обычный, то есть — световой, микроскоп неразличимы, можно увидеть только само ядро.

Когда подготовка заканчивается, настает время деления — время митоза.

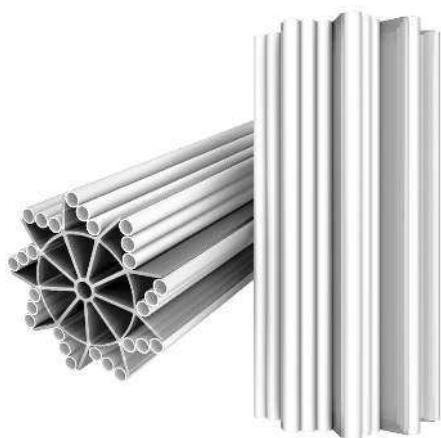
Первая фаза митоза называется «профазой». Профаза — наиболее продолжительная фаза деления. Начинается она с того, что хромосомные нити утолщаются и сворачиваются в спираль. Теперь их можно увидеть в микроскоп. Во время интерфазы число хромосом удвоилось. В профазе одинаковые (или как принято говорить — сестринские) хромосомы соединяются друг с другом посредством перемычек, которые по-научному называются «центромерами». Такие сдвоенные хромосомы с перемычкой посередине похожи на букву «X».



Хромосома

Оболочка, ограничивающая ядро, в профазе разрушается, и сдвоенные хромосомы рассредоточиваются по всей клетке. Осталось совсем немного — поровну их поделить.

В клетке есть парные клеточные органы, называемые центриолями. Центриоли представляют собой цилиндрические образования, состоящие из пучков микроскопических трубочек. В интерфазе центриоли располагаются в центре клетки, потому-то у них и название такое. Центриоли делят хромосомы между дочерними клетками. В конце профазы центриоли расходятся из центра клетки в противоположные стороны, образуя два полюса. На этом профазы заканчивается, и наступает вторая фаза митоза, которая называется «метафазой».



Центриоли

Разошедшиеся к полюсам центриоли протягивают микротрубочки к хромосомам. К каждой паре хромосом тянутся микротрубочки от обеих центриолей. Если центриоли расположены у полюсов, то хромосомы выстраиваются возле условного экватора клетки, образуя нечто вроде пластины, которую называют «экваториальной» или «метафазной пластинкой». Система «центриоли — хромосомы»