Психология развития: Процесс передачи генов

Сегодня мы продолжаем рассматривать биологические основы поведения человека. Статья несет множество профессиональных терминов: зигота, гамета, митоз, мейоз, родительская клетка, дочерняя клетка, редукционное деление, кроссинговер, репликация генов, цитозин, гуанин, а тимин, аденин, ДНК, РНК.

Зачатие и начало жизни

Во время зачатия сперматозоид отца проникает и соединяется с яйцеклеткой матери, образуя оплодотворенную яйцеклетку - зиготу. Клетки зиготы быстро размножаются путем деления, образуя таким образом плод.

Организм человека состоит из двух типов клеток, которые различаются между собой, как структурно, так и функционально. Речь идет о гаметах (зародышевые клетки) и соматических клеток организма. Внутри каждого клеточного ядра есть нитевидные объекты, известные как хромосомы, на которых расположены гены. Гены содержат генетический код, который помогает направлять развитие. Гамета — это женская яйцеклетка, соединенная с мужским сперматозоидом. Интересно, что женщина при рождении имеет полный набор яйцеклеток, в то время как мужские сперматозоиды постоянно обновляются в яичках. Все остальные клетки тела являются соматическими (или телесными), из них состоят кости, мышцы, органы пищеварения, дыхательная и нервная системы. Зародышевые клетки и клетки тела содержат разное количество хромосом и делятся по-разному.

Мужские и женские зародышевые клетки заметно различаются по размеру. Яйцеклетка является самой большой клеткой в организме, а сперматозоид, наоборот, самой маленькой. Относительный размер этих клеток можно понять, если учесть, что яйцеклетка примерно в 90 000 раз тяжелее сперматозоида. Однако даже яйцеклетка меньше букв, напечатанных на этой странице.

Одна зародышевая клетка здорового мужчины или здоровой женщины содержит 23 хромосомы. Оплодотворенная яйцеклетка или зигота содержат 46 хромосом, то есть два набора по 23 хромосомы (каждой паре по 1 хромосоме от матери и 1 от отца). Исключение составляют генетические заболевания. Например, при синдроме Дауна у человека имеется 47 хромосом.

Деление клеток происходит путем *митоза*, процесса, при котором каждая из 46 хромосом в ядре родительской клетки удваивается. Два одинаковых набора из 46 образовавшихся хромосом перемещаются в противоположные стороны *родительской клетки*. Затем родительская клетка разделяется между двумя кластерами из 46 идентичных хромосом и становится двумя новыми клетками или *дочерними клетками*. Эти дочерние клетки и все

клетки тела, образующиеся в результате митоза в ходе развития человека, содержат 46 хромосом, идентичных хромосомам зиготы.

Процесс деления зародышевых клеток называется *мейоз*. Мейоз, по сути, представляет собой процесс *редукционного деления* (деление, при котором наследственный материал уменьшается вдвое). В мужских яичках и женских яичниках клетка с 23-мя парами хромосом делится таким образом, что дочерние клетки включают только по одному члену каждой пары хромосом. Таким образом, зрелые сперматозоиды и яйцеклетки содержат по 23 одиночные хромосомы, а не 23 пары хромосом. Когда сперматозоид и яйцеклетка объединяются, зигота содержит 46 хромосом, половина из которых предоставлена каждым родителем.

Поскольку при зачатии может возникнуть любая хромосомная комбинация из сперматозоида и яйцеклетки, количество возможных комбинаций в зиготе огромно. *Сегодня живёт около 3,8 миллиарда человек, но существует около 70 триллионов потенциальных человеческих генотипов.*

Увеличение генетической изменчивости, которое происходит во время мейоза, представляет собой явление, называемое *кроссинговер*. При этом эквивалентные участки каждой хромосомы отрываются и прикрепляются к соседней хромосоме. Таким образом, за счет обмена генами хромосомы меняются, а генетические характеристики, связанные с этими генами, переносятся на разные хромосомы. Процесс кроссинговера расширяет и без того обширный генетический массив возможных комбинаций признаков, имеющих место при размножении, и обеспечивает генетическую уникальность особей.

Хромосомы и гены

По всей длине хромосомы в определенном порядке расположены тысячи сегментов, называемых генами, которые являются основными единицами наследственной передачи и определяют белок и ферментативные реакции, активируемые в процессе развития. За последние несколько десятилетий были достигнуты большие успехи в понимании структуры и процессов, связанных с генетической передачей.

Ген состоит из *дезоксирибонуклеиновой кислоты* или *ДНК*. ДНК – это матрица, управляющая работой *рибонуклеиновой кислоты* (далее РНК). *РНК* служит посредником в переносе исходящих из ДНК направлений от ядра клетки к ее цитоплазме, которая составляет остальную часть клетки, где происходят необходимые процессы. *Окружающая среда каждой клетки, активирует определенные гены в хромосомах этой клетки, чтобы послать свой код. Именно это сообщение от ДНК к РНК определяет, чем в конечном итоге станет эта клетка, например, кожей, костью, нервом, мышцей и так далее.* Эти действия приводят к синтезу белков из аминокислот в цитоплазме. Таким образом, передаются инструкции о том, как должен развиваться новообразованный организм. ДНК в каждом гене содержит инструкции для определенного типа белковой

цепи. Установлено, что гены разных типов направляют структурное развитие и регулируют клеточные, химические и метаболические процессы. Некоторые из этих белковых цепочек контролируют процессы в организме, некоторые являются структурными и формируют новые ткани, а другие регулируют функционирование и включение и выключение структурных генов. Когда хотя бы один из генов имеет дефект, у ребенка могут возникать выраженные отклонения в развитии.

Двойная спираль

Знаменитая модель двойной спирали структуры и функции ДНК, предложенная Джеймсом Уотсоном и Фрэнсисом Криком (1953), помогает объяснить, как гены *реплицируются* (удваиваются) во время клеточного деления. Уотсон и Крик предположили, что молекула ДНК, являющаяся ядром каждой хромосомы, подобна винтовой лестнице, или двойной спирали, или витку, причем боковые полосы состоят из молекул фосфата и сахара (дезоксирибоза), а ступени состоят из пар четырех химических основ. Генетическая информация кодируется посредством упорядочивания и расположения этих химических ступеней в разных местах хромосомы. Только основания, которые совместимы друг с другом, образуют пары для создания ступеней (таким образом, *цитозин* и *гуанин* спарены, а *тимин* и *аденин* расположены рядом), но эти пары могут следовать друг за другом в любом порядке. Один ген в среднем включает более тысячи ступеней спиральной лестницы ДНК. Именно порядок этих шагов придает каждому гену его особый характер. *Это создает своего рода алфавит жизни.*

Мы описали процесс клеточного деления, но что происходит с нашими молекулами ДНК, пока клетки размножаются? Уотсон и Крик предполагают, что во время клеточного деления эта лестница ДНК сначала дублирует себя, отделяясь в середине структуры — основания от своих пар (цитозин от гуанина, а тимин от аденина). Представьте, что лестницу разрезают пополам. Затем каждая половина молекулы ДНК служит каркасом для эволюции копии недостающей половины из материалов окружающей клетки и построения совместимой половины, идентичной той, от которой она только что отделилась. Таким образом, в результате распаковки и реконструкции генов каждая клетка тела несет тот же генетический код или паттерн, что и исходная.

В следующий раз мы продолжим рассматривать процесс передачи генов.

Оригинальная статья: E. Mavis Hetherington, Ross D. Parke. Child Psychology. A contemporary viewpoint. Fourth edition, 1993

Автор перевода: Золотухина Мария Сергеевна

Редакторы: Симонов Вячеслав Михайлович, Шипилина Елена Ивановна

Источник изображения: freepik.com

Ключевые слова: детская психология, научная психология, развитие новорожденного, зигота, гамета, митоз, мейоз, родительская клетка, дочерняя клетка, редукционное деление, кроссинговер, репликация генов, цитозин, гуанин, а тимин, аденин, ДНК, РНК.

