

Генетика пола и признаки, сцепленные с полом

Как половые хромосомы влияют
на наследование признаков.



Зачем знать генетику пола в 9 классе

У человека 46 хромосом, и именно половые хромосомы помогают понять, почему одни наследственные признаки чаще проявляются у мальчиков, а другие — у девочек. На их примере удобно изучать наследование, носительство и роль мутаций в болезни и родословной.



Половые хромосомы человека

Разный размер

X-хромосома крупнее Y-хромосомы и содержит значительно больше генов. Поэтому она влияет не только на половую принадлежность, но и на работу многих органов и тканей организма.

Много генов на X

На X-хромосоме известно около 800–1000 генов. Большая их часть не связана только с полом, а участвует в самых разных процессах жизнедеятельности человека.

Небольшая Y-хромосома

Y-хромосома содержит лишь несколько десятков генов. Среди них есть гены, необходимые для мужского развития и формирования сперматозоидов.

Не только пол

Половые хромосомы определяют пол организма, но и особенности наследования некоторых признаков. Именно поэтому их изучают отдельно от аутосом.

Основа различий

Разное количество генов в X- и Y-хромосомах объясняет, почему сцепленные с полом признаки наследуются не так, как большинство обычных признаков.

Как определяется биологический пол

Яйцеклетка и X

Каждая яйцеклетка несёт только одну X-хромосому. Это постоянная часть наследственного набора со стороны матери и основа для будущей комбинации хромосом у ребёнка.

Два варианта сперматозоида

Сперматозоид может нести либо X-, либо Y-хромосому. Именно от него зависит, какая половая комбинация образуется при оплодотворении.

Комбинация XX

Если яйцеклетка соединяется со сперматозоидом с X-хромосомой, образуется набор XX. В таком случае развивается женский организм.

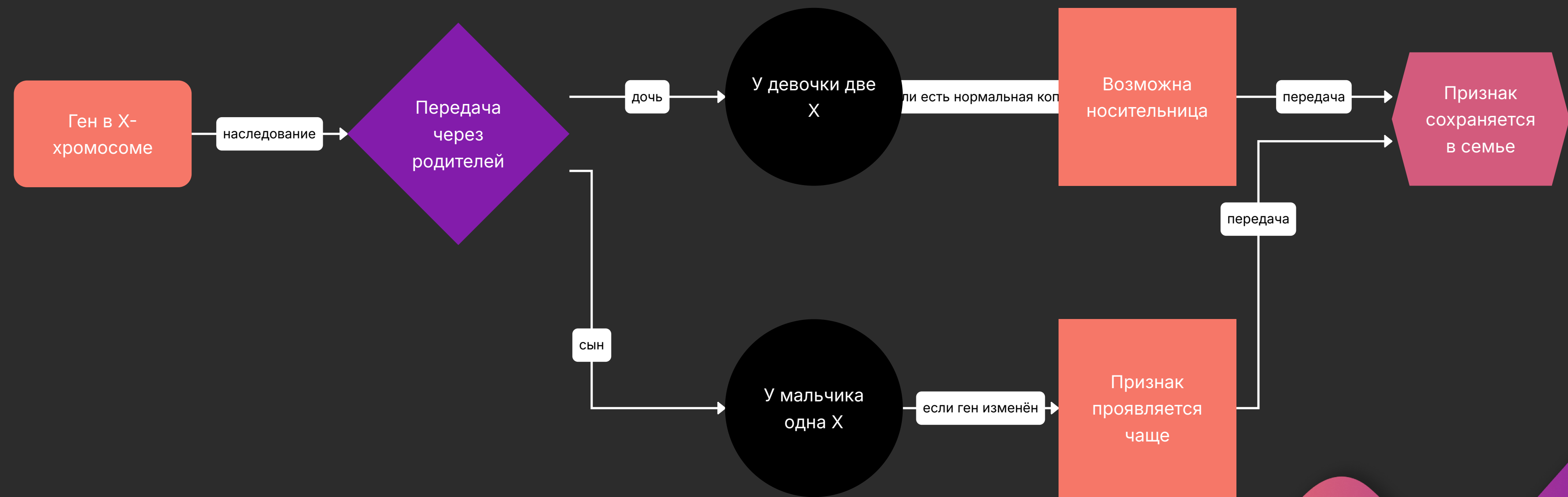
Комбинация XY

Если к яйцеклетке присоединяется сперматозоид с Y-хромосомой, образуется набор XY. В таком случае развивается мужской организм.



Как наследуется признак, сцепленный с X-хромосомой

Схема показывает путь признака от гена в X-хромосоме до его проявления в семье.



Что означает сцепление с полом

1. Ген в половой хромосоме

Сцепленным с полом называют признак, если его ген находится в X- или Y-хромосоме. Такое расположение сразу делает наследование особенным и отличным от обычного.

2. Чаще изучают X-сцепление

В школьной биологии чаще рассматривают X-сцепленные признаки, потому что X-хромосома содержит много генов. Среди них встречаются и полезные, и изменённые варианты.

3. Не как у аутосом

Аутосомные признаки наследуются через обычные хромосомы и обычно не зависят от пола так заметно. Для сцепленных признаков важны именно половые хромосомы.

4. Разный эффект у полов

Один и тот же изменённый ген может проявляться по-разному у мальчиков и девочек. Причина в том, сколько копий этого гена у них есть.

Почему X-сцепленные признаки чаще проявляются у мальчиков



Схематическое сравнение по учебному примеру

Диаграмма показывает не точную статистику, а типичное соотношение: при одинаковой мутации мальчики чаще оказываются с проявлением признака.

У мальчиков риск выше, потому что у них одна X-хромосома; у девочек чаще сохраняется носительство без симптомов.

Примеры X-сцепленных признаков и болезней



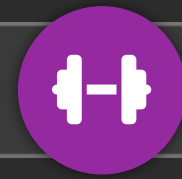
Дальтонизм

Нарушение цветоощущения чаще связано с трудностями различения красного и зелёного цветов. При этом человек может хорошо видеть форму предметов, но путать оттенки.



Гемофилия

Это наследственное нарушение свёртывания крови. Даже небольшая травма может вызывать длительное кровотечение, поэтому заболеванию уделяют особое внимание в медицине.



Дюшенна

Мышечная дистрофия Дюшенна приводит к постепенной слабости мышц и обычно проявляется в детском возрасте. Она заметно ограничивает двигательную активность ребёнка.



Общий смысл

Все эти примеры показывают, что изменение одного гена может нарушить работу целой системы организма. Поэтому мутации в X-хромосоме особенно важны для изучения.

Сравнение Х-сцепленного и Y-сцепленного наследования

Признак	Х-сцепленное	Y-сцепленное
Где ген	Х-хромосома	Y-хромосома
Кому передаётся	Обоим полам	Только сыновьям

Школьная генетика

Сравнение помогает увидеть, как по-разному ведут себя признаки, связанные с половыми хромосомами.

Х-сцепленные признаки встречаются у обоих полов, но чаще проявляются у мальчиков. Y-сцепленные передаются только по мужской линии.

Мать-носительница и риск для детей

Сын и риск унаследовать ген

Если мать является носительницей изменённого гена в X-хромосоме, каждый её сын получает X-хромосому только от матери. Поэтому для сына шанс унаследовать изменённый ген составляет 50%. Именно так в семье может появиться больной мальчик, даже если отец здоров.



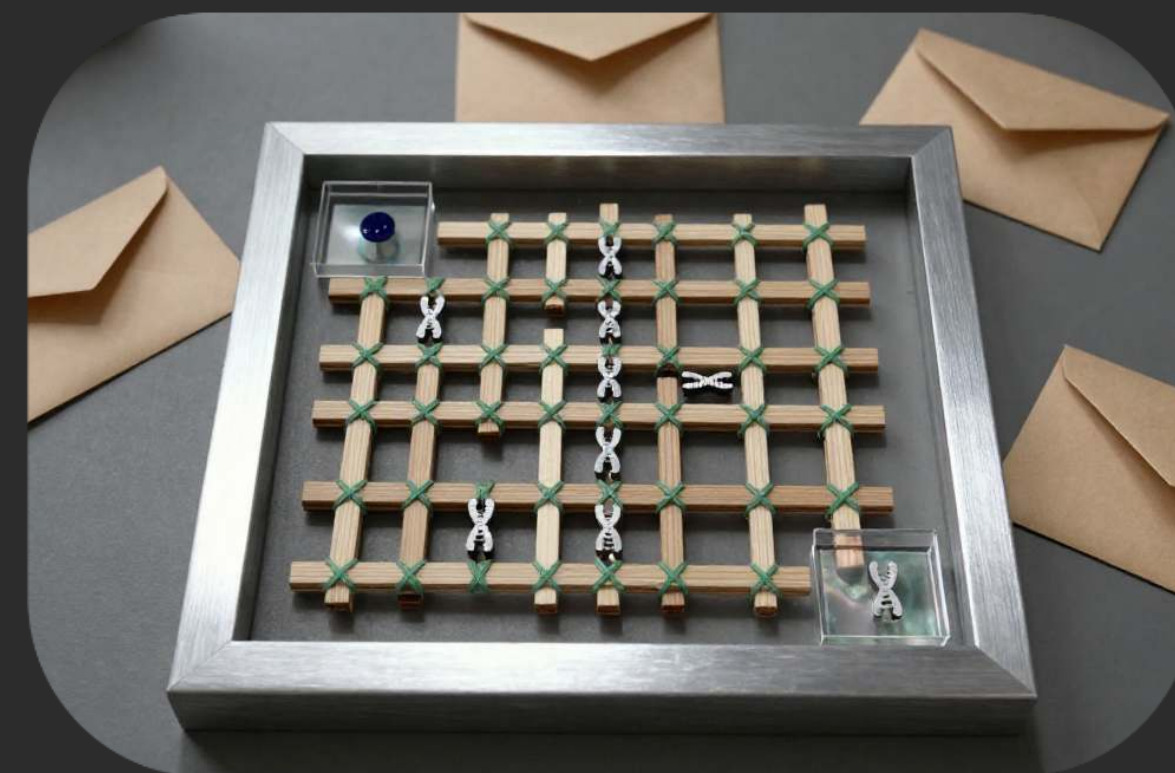
Дочь и возможность носительства

Дочь получает по одной X-хромосоме от каждого родителя. Если отец здоров, а мать — носительница, у дочери тоже есть 50% вероятность стать носительницей. При этом внешне она может быть совершенно здоровой и не подозревать о своём генетическом статусе.



Почему важна схема семьи

По родословной или решётке Пеннета легко увидеть, какие дети могут унаследовать изменённый ген. Такой анализ помогает семье заранее понимать возможные варианты и обсуждать их с врачом-генетиком без лишних догадок.



У женщин две X-хромосомы, поэтому здоровая копия нередко скрывает действие изменённой. Так появляется носительство без заметных симптомов.

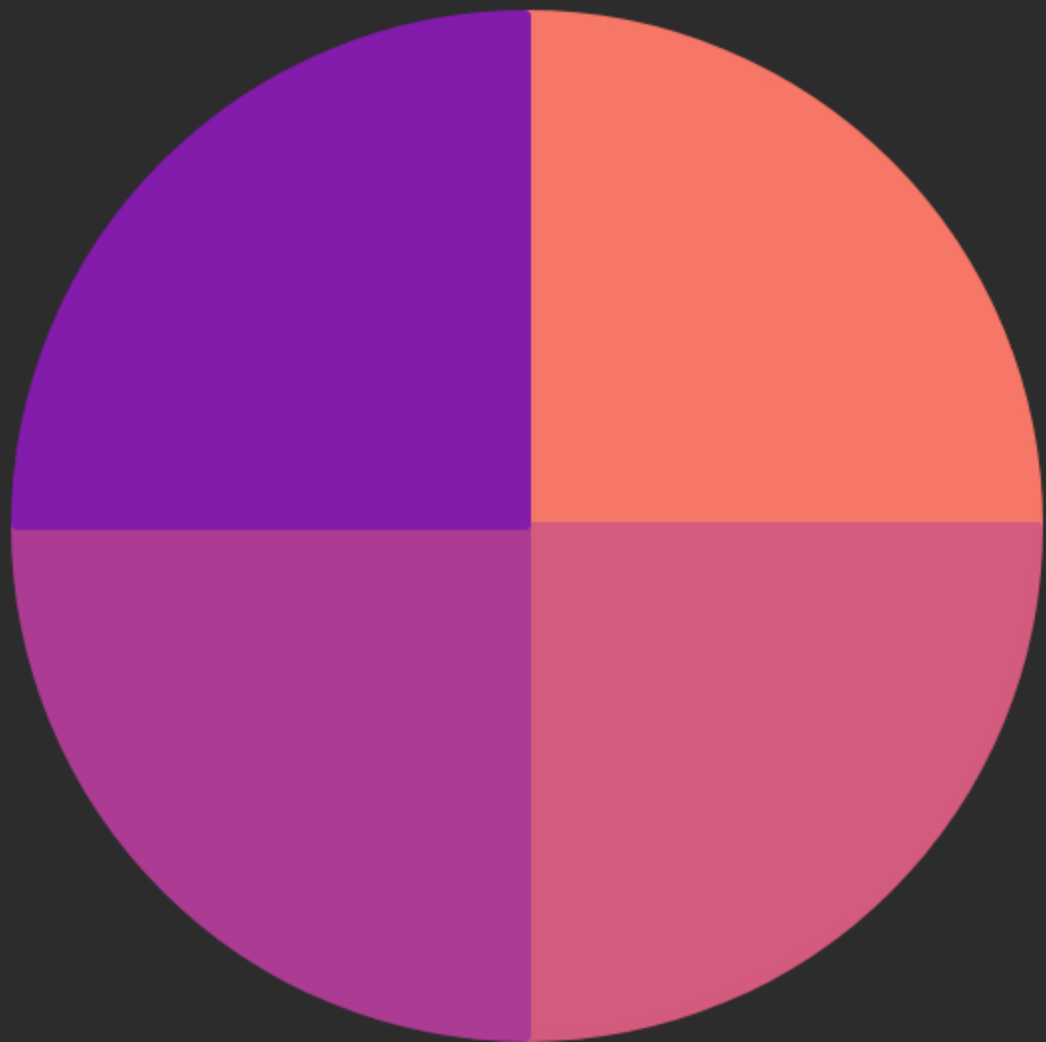
2

копии X-хромосомы могут компенсировать изменённый ген

Школьный курс генетики человека; инактивация X-хромосомы описана в учебной биологии.

Типичная схема наследования при X-сцепленном признаке

Бо́льшой сын Здоровый сын Дочь-носительница
Здоровая дочь



Учебная схема наследования X-сцепленного признака при скрещивании носительницы и здорового мужчины.

Схема отражает классический случай, когда изменённый ген находится в X-хромосоме матери, а отец не имеет мутации.

Риск распределяется поровну между четырьмя исходами: у сыновей болезнь проявляется чаще, у дочерей чаще сохраняется носительство.

Y-сцепленное наследование

1.

Только мужская линия

Гены Y-хромосомы передаются строго по мужской линии: от отца к сыну. Поэтому такой признак не встречается у дочерей и сохраняется только в семьях, где рождаются мальчики.

2.

Очень редкий тип

Y-сцепленных признаков известно мало, потому что Y-хромосома содержит значительно меньше генов, чем X-хромосома. В школьной биологии её рассматривают как редкий, но наглядный пример наследования.

3.

Связь с развитием пола

На Y-хромосоме находятся гены, участвующие в мужском развитии организма и образовании сперматозоидов. Поэтому она важна не только для наследования, но и для формирования мужских признаков.

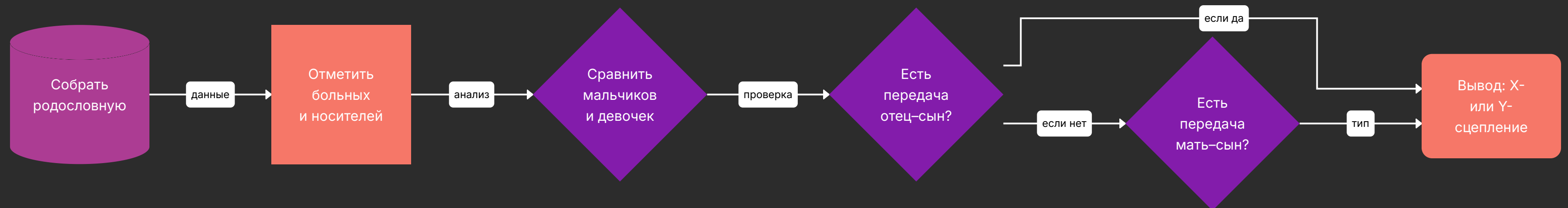
4.

Удобно для родословных

Если признак передаётся от отца ко всем сыновьям и не затрагивает дочерей, это сильный признак Y-сцепленного наследования. Такая схема легко заметна в родословной.

Пошаговый анализ родословной при сцеплении с полом

Схема показывает, как по семейным данным определить тип наследования признака.



Ген, мутация и изменение признака

Что хранит ген

Ген несёт информацию о строении белка или о времени его работы. Эта инструкция нужна клетке, чтобы правильно выполнять свою функцию и поддерживать работу ткани или органа.

Что делает мутация

Если в гене возникает мутация, последовательность ДНК меняется. Из-за этого белок может стать другим по строению, работать слабее или вовсе не образовываться.

Как возникает болезнь

Когда белок перестаёт выполнять свою задачу, нарушается работа клетки. Если таких клеток много, сбой затрагивает ткань, орган и проявляется как наследственное заболевание.

Почему это важно при сцеплении с полом

Если изменённый ген находится в X- или Y-хромосоме, наследование идёт по особым правилам. Поэтому одни и те же мутации могут по-разному проявляться у мальчиков и девочек.

Значение темы для медицины

Генетик разбирает семейную историю

На приёме врач-генетик изучает родословную и отмечает, у кого признак проявлялся раньше. По этой схеме он оценивает, может ли наследование быть сцепленным с полом, и объясняет семье возможные риски.



Когда нужен точный расчёт риска

Если в семье уже были случаи гемофилии, дальтонизма или мышечной дистрофии Дюшенна, важно понять вероятность рождения ребёнка с таким же нарушением. Это помогает заранее обсудить наблюдение и обследование.

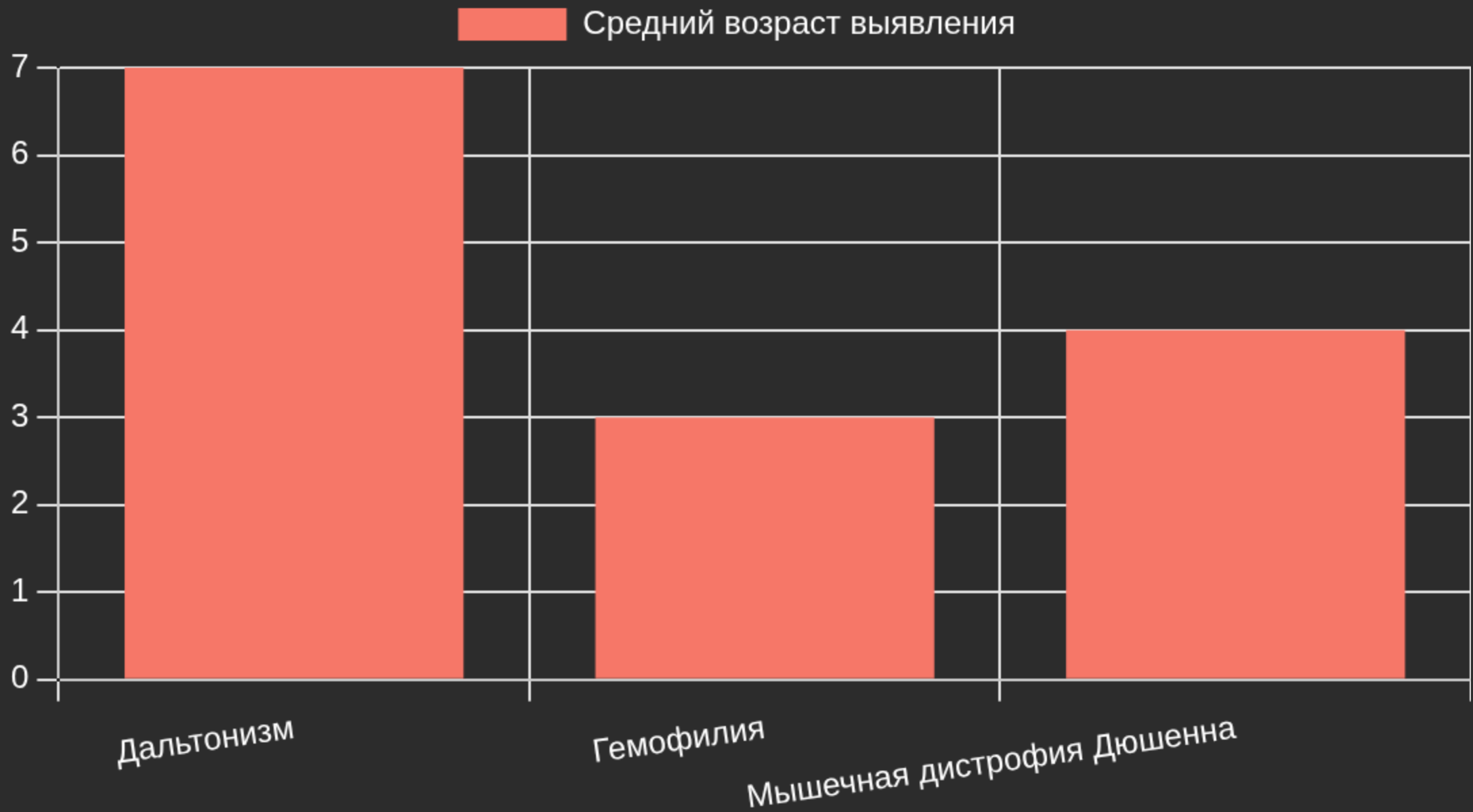


Носительство без симптомов

Иногда женщина сама чувствует себя здоровой, но является носителем изменённого гена в X-хромосоме. Для медицины это особенно важно, потому что признак может неожиданно проявиться у сыновей.



Распространённые X-сцепленные нарушения



Учебные и клинические справочные сведения; значения возраста выявления приведены ориентировочно для сравнения.

Эти нарушения отличаются не только механизмом наследования, но и временем, когда их обычно замечают в жизни ребёнка.

Все три примера показывают, что X-сцепленные признаки могут проявляться рано, но по-разному: через зрение, кровоточивость или мышечную слабость.

Основные термины темы

Термин	Значение
Половые хромосомы	X и Y
X-сцепленный признак	Ген в X
Носительница	Без симптомов
Мутация	Изменение ДНК

Краткие определения помогают быстрее распознавать тип наследования в родословных и верно использовать научные термины.

Термины связаны между собой: мутация в половой хромосоме может приводить к сцепленному с полом признаку и к носительству без проявления.

Практическое значение знаний о сцеплении с полом



Генетическое консультирование

Помогает семье понять, как наследуется признак, и заранее оценить вероятность рождения ребёнка с наследственным заболеванием. Это особенно важно при планировании обследования и наблюдения.



Чтение родословных

Позволяет по схеме семьи определить, связан ли признак с X- или Y-хромосомой. Такой анализ учит видеть закономерности, а не отдельные случаи.



Почему болеют чаще мальчики

Объясняет, почему некоторые X-сцепленные нарушения чаще проявляются у мальчиков. У них одна X-хромосома, поэтому изменённый ген не может быть скрыт второй копией.



Профилактика и наблюдение

Даёт возможность вовремя заметить риск наследственных болезней и выбрать нужные обследования. Это соединяет школьную генетику с реальной медицинской помощью в семье.

Итоги: как наследуются признаки, сцепленные с полом

Биологический пол человека определяется сочетанием XX или XY, а X- и Y-хромосомы наследуют свои признаки по разным правилам. Эти закономерности помогают понимать родословные и оценивать семейный риск.