

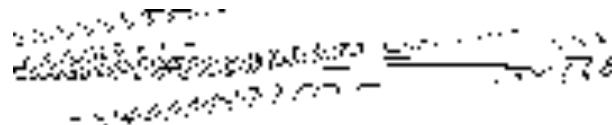
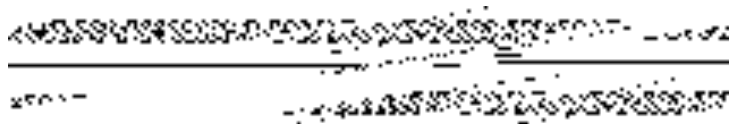
Показатель наследуемости и его особенности

Выполнила: студентка гр.13НП1 Кулагина Ю.

Показатель наследуемости в количественной генетике и генетике поведения

В предыдущем разделе мы продемонстрировали, как из генетической и средовой изменчивости признака складывается его фенотипическая изменчивость. Как было показано на примере, основными компонентами фенотипической дисперсии признака являются генетическая и средовая дисперсии. В количественной генетике долю генетической составляющей в общей фенотипической дисперсии признака принято называть наследуемостью в широком смысле слова, или просто наследуемостью.

Наследуемость обычно обозначают символом h^2 . Наследуемость можно подсчитать, если величину генетической дисперсии разделить на величину общей дисперсии: Таким образом, доля генетической составляющей в фенотипической дисперсии в нашем примере составляет 46%. Это означает, что изменчивость (вариативность) нашего признака в популяции на 46% складывается за счет вариативности генотипов и на 54% - за счет вариативности сред. Показатель наследуемости - это генетическая составляющая дисперсии. Поэтому при символе наследуемости всегда стоит значок квадрата, указывающий на то, что показатель наследуемости есть компонент дисперсии.



Наследуемость является одним из основных показателей, которыми оперирует генетика поведения. Если наследуемость отлична от нуля, это означает, что в основе изменчивости признака лежат не только средовые, но и генетические причины. Когда задается вопрос, лежат ли в основе индивидуальных психологических различий наследственные причины, для ответа необходимо получить данные о влиянии генов на фенотипическую изменчивость. Величина коэффициента наследуемости и позволяет оценить меру влияния генотипа на изменчивость признака. Вся история генетики поведения до некоторого времени представляла собой бесконечные попытки обосновать существование наследственных причин межиндивидуальных различий в поведении. После создания теории наследственности количественных признаков и разработки математического аппарата для анализа генетических и средовых дисперсий практически в каждой работе по генетике поведения человека приводятся данные о наследуемости изучавшейся психологической характеристики. Когда в печати стали появляться сообщения о том, что наследуемость умственных способностей составляет 70-80%, это привлекло внимание не только ученых, но и общества в целом, и оказало в некоторых странах влияние на социальную политику в отношении умственно неполноценных людей. Если коэффициент интеллекта имеет высокую наследуемость, стоит ли тратить силы и средства на специальное обучение индивидов со сниженным интеллектом? И в целом ряде случаев из-за некомпетентного подхода к пониманию наследуемости общество предпринимало ошибочные шаги в решении отдельных социальных проблем.

Негативные социальные последствия психогенетических исследований интеллекта явились в том числе результатом очень распространенного заблуждения, связанного с неверным толкованием понятия "наследуемость". К сожалению, очень часто научное понятие наследуемости смешивается с обыденным пониманием наследуемого как чего-то рокового, не подверженного изменению под влиянием средовых условий. Возможно, это обусловлено самой терминологией, поскольку слово "наследуемость" сходно по звучанию со словом "наследственность". Остановимся более подробно на том, какое же содержание вкладывается в научное понятие наследуемости.



Чувствительность показателя наследуемости к частотам генотипов в популяции

Итак, мы выяснили, что наследуемость, вернее, показатель, или коэффициент наследуемости, является генетической компонентой фенотипической дисперсии в популяции. Поскольку популяция не является стабильным образованием, в ней могут происходить процессы, приводящие к изменению состава генотипов. Посмотрим, скажется ли это на показателе наследуемости. Обратимся опять к описанной выше популяционной модели, в которой количественная изменчивость складывается из вариативности признака у обладателей шести генотипов. Предположим, что по каким-либо причинам из популяции исчез аллель А. Если такое произойдет, то наша популяция будет представлена всего тремя генотипами - ВВ, ВС и СС. Соответственно изменятся и количественные величины дисперсий - общепопуляционной, генетической и средовой. А поскольку наследуемость представляет собой отношение генетической дисперсии к общей дисперсии признака, такие изменения в составе генотипов неминуемо отразятся и на показателе наследуемости. Отсюда следует, что наследуемость не является атрибутом признака как такового, а зависит от состава генотипов той популяции, на которой проведено исследование. В другой популяции с другим составом генотипов наследуемость того же самого признака может оказаться иной. Наследуемость может измениться и в том случае, когда один и тот же признак будет изучаться на той же территории, но спустя какой-то срок, поскольку за определенный период состав генотипов в популяции может измениться вследствие миграции или других причин.

Если допустить, что в нашей гипотетической популяции исчезнет не один аллель, а сразу два, например, А и С, то популяция будет представлена только одним генотипом - гомозиготами ВВ, а это означает, что вся дисперсия окажется только средовой, и коэффициент наследуемости будет равен нулю, поскольку никакой генетической дисперсии в популяции не будет. Пример такой крайней ситуации особенно отчетливо показывает, что показатель наследуемости есть популяционная характеристика, чувствительная к изменению частот различных генотипов в популяции



Чувствительность показателя наследуемости к изменениям среды

Мы уже видели, что показатель наследуемости зависит от состава генотипов. Если в популяции меняются частоты генотипов, это приводит и к изменению показателя наследуемости. Но в популяции могут происходить и другие процессы, связанные со сменой средовых условий. Изменения в среде также могут отражаться на изменчивости. Например, при смене времен года хорошо заметны изменения в цвете кожи человека. Зимой люди с бледной и смуглой кожей отчетливо различаются. Летом под действием солнца кожа темнеет и различия между людьми по цвету кожи становятся менее заметными, следовательно, изменчивость уменьшается. Рассмотрим, может ли изменение среды отразиться на показателе наследуемости. Для удобства воспользуемся уже описанной моделью нормы реакции на примере закона силы (рис. 4.7 и 4.9).

Предположим, что популяция представлена двумя генотипами (G1 и G2). Каждый генотип характеризуется своей нормой реакции, т.е. специфическим характером реагирования на изменение окружающих условий. В нашем случае это время сенсомоторной реакции (ВСМР) на звуки разной интенсивности. На рисунке 4.9а изображены графики нормы реакции каждого генотипа. На оси ординат отложены значения фенотипа - в нашем примере это величины ВСМР, а в принципе это может быть любая количественная величина, поддающаяся измерению. На оси абсцисс отложены количественные значения параметров среды. В качестве средового параметра у нас выступает интенсивность звука, но теоретически это может быть любая характеристика среды (температура, концентрация какого-либо вещества в субстрате и иные поддающиеся контролю величины). Мы видим, что генотип G1 более чувствителен к среде, чем генотип G2. Графики норм реакции обоих генотипов пересекаются. Теперь рассмотрим, какие фенотипы будут представлены в популяции в различных диапазонах сред. На графике эти диапазоны обозначены тремя отрезками (среда 1, среда 2 и среда 3). Спроецируем эти отрезки на сами графики, и затем из точек пересечения проведем перпендикуляры на ось ординат, чтобы получить крайние значения фенотипов для генотипов G1 и G2 в каждом средовом диапазоне. На рисунке 4.9 б, в, г мы изобразили, какие фенотипы мы встретим в популяции в указанных диапазонах среды: на графиках представлены частотные распределения по каждому генотипу и по всей популяции в целом в средовых диапазонах 1, 2 и 3. Мы видим, что в диапазоне 2 (рис. 4.9 в) средние величины признака для обоих генотипов совпадают. Это означает, что здесь отсутствует дисперсия, возникающая за счет различий в средних значениях признака соответствующих генотипов, а мы знаем, что это и есть генетическая дисперсия. Значит, в нашем случае вся дисперсия представлена только средовой составляющей. Единственное отличие заключается в большей чувствительности генотипа G1 к среде. В результате распределение по популяции в целом будет выглядеть так, как показано на рисунке. Здесь одна мода, и практически нет генетической дисперсии (напомним, что генетическая дисперсия существует только тогда, когда имеются различия в средних значениях признака у особей с разными генотипами, а в нашем примере средние совпадают).

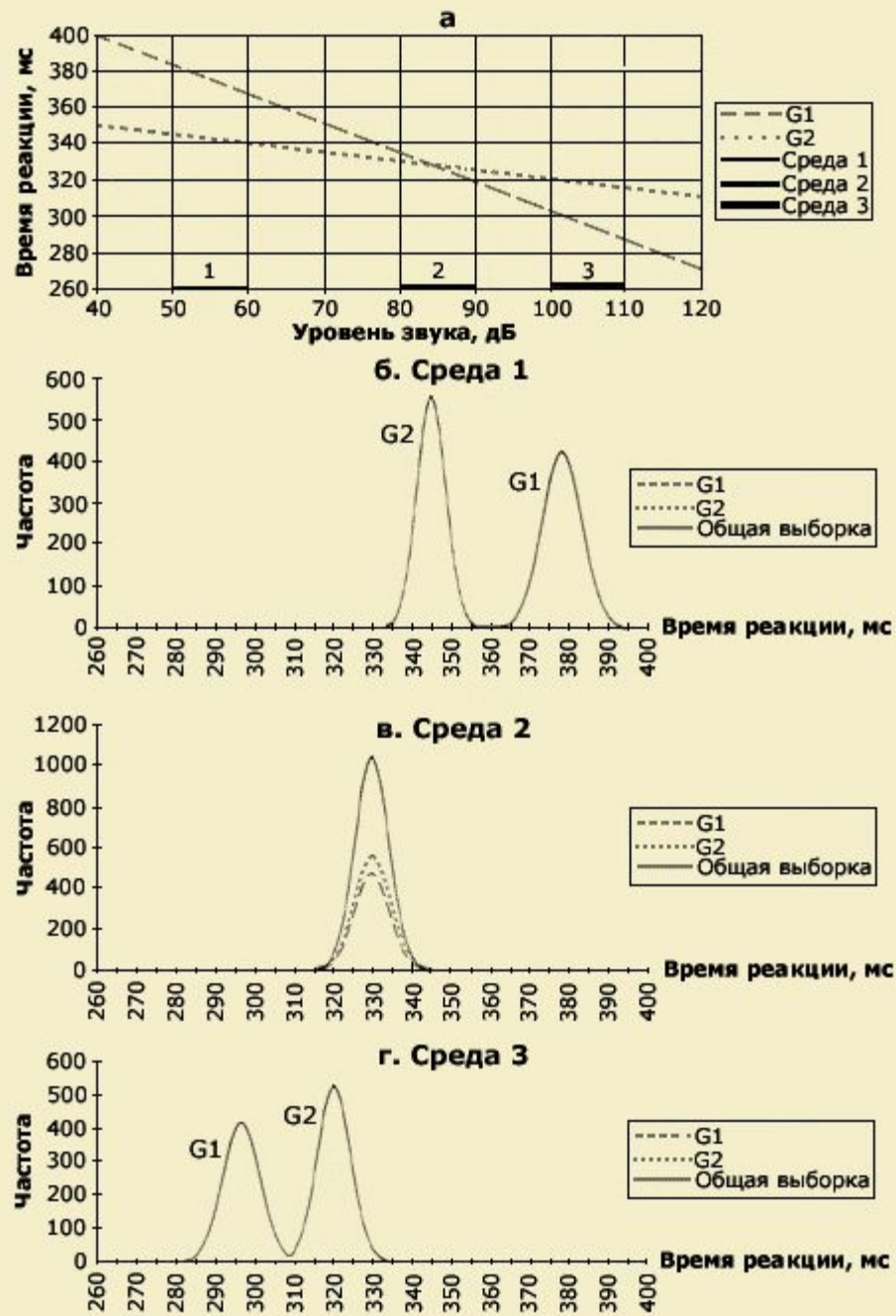


Рис. 4.9
 Генетическая и средовая дисперсия в разных диапазонах сред

Таким образом, несмотря на то, что реальные генотипы существуют, мы не обнаруживаем генетической дисперсии.

Теперь обратимся к средовым диапазонам 1 и 3 (см. рис. 4.9 б, г). В этих зонах существуют отчетливые фенотипические различия между генотипами. В первом диапазоне среды фенотипические значения признака для G1 будут всегда выше, чем для G2, тогда как в третьем диапазоне, наоборот, значения признака у G1 будут всегда ниже. В результате общепопуляционное распределение в средовых диапазонах 1 и 3 будет иметь две отчетливые моды и значительная часть дисперсии будет обусловлена генетической составляющей, поскольку средние по каждому из двух генотипов заметно отличаются.

На этом примере мы продемонстрировали чувствительность показателя наследуемости к изменению среды. Действительно, в средовом диапазоне 2 генетическая дисперсия не обнаруживается, хотя оба генотипа остаются представленными в популяции, тогда как при тех же генотипах в диапазонах 1 и 3 генетическая дисперсия отчетливо выявляется.



Поскольку показатель наследуемости определяется отношением генетической дисперсии к фенотипической, из этого следует, что в рассмотренных диапазонах среды значения показателя наследуемости будут отличаться. Если в диапазонах 1 и 3 величина h^2 будет приближаться к единице, то в диапазоне 2, наоборот, будет стремиться к нулю. Отсюда следует еще одно важное положение количественной генетики. Мы уже подчеркивали, что количественное значение показателя наследуемости не является атрибутом признака как такового, а относится лишь к признаку в конкретной популяции с определенным составом генотипов. К этому следует добавить, что не только состав генотипов, но и конкретные средовые условия, воздействию которых подвергаются индивиды, определяют количественные величины генетической и средовой дисперсии, а, следовательно, и показателя наследуемости - при помещении популяции в другой диапазон сред мы можем получить совершенно иной коэффициент наследуемости.



Важность правильной интерпретации показателя наследуемости

Поскольку генетическая дисперсия чувствительна к изменениям среды, нужно быть очень осторожными в интерпретации результатов, получаемых в генетике количественных признаков. Если в какой-то популяции мы обнаруживаем высокую генетическую дисперсию признака, т.е. высокую наследуемость, это еще не означает, что менять среду для воздействия на признак не имеет смысла. Действительно, непосвященный человек может рассуждать так: поскольку все различия между индивидами в этой популяции обусловлены различиями в генотипах, а не в условиях среды, мы вряд ли сможем улучшить этот признак, воздействуя на среду. Но такое суждение может быть ошибочным. Достаточно вспомнить только что рассмотренный нами пример, когда переход из одних средовых условий в другие значительно изменяет характеристики популяционной изменчивости и может свести на нет всю генетическую дисперсию. Из сказанного следует: если у нас имеются данные о малой чувствительности признака к среде в каком-то узком средовом диапазоне, это еще не означает, что и в других средовых условиях признак будет нечувствителен к среде. Так же и генотипы, сильно различающиеся по своим проявлениям в одной среде, могут совсем не отличаться в другой.

Таким образом, высокая наследуемость ни в коей мере не означает невозможность изменения признака при изменении среды. Этот важный момент особенно часто не понимается, и то, что записано в генах, многие воспринимают как некий рок, фатальную предопределенность. На самом деле это не так: по величине генетической дисперсии и соответственно по величине показателя наследуемости невозможно предсказать последствия изменений среды. Коэффициент наследуемости говорит лишь о том, какая доля генетической изменчивости существует в данной популяции в настоящее время и в существующих условиях среды.



Кроме того, необходимо понимать, что показатель наследуемости есть характеристика популяции, а не конкретного индивида и его конкретного фенотипа. Если в каком-то исследовании была получена, например, оценка наследуемости интеллекта, равная 0,6 (60%), мы не должны думать, что у каждого человека интеллект на 60% зависит от генов, а на 40% - от среды. Это довольно распространенное заблуждение. Такой показатель наследуемости лишь означает, что в исследованной популяции в данное время 60% изменчивости по интеллекту возникает за счет разнообразия генотипов и только 40% объясняется разнообразием сред, в которых находятся отдельные индивиды. К фенотипу же отдельного индивида эти показатели не имеют никакого отношения. Методы количественной генетики не позволяют оценить соотношение генетических и средовых факторов в формировании фенотипа конкретного индивида. Как считает один из наиболее известных исследователей в области генетики поведения Роберт Пломин, лучше всего думать, что как наследственность, так и среда одинаково важны для формирования индивидуальности, т.е. можно сказать, что в человеке все на 100% от генов и на 100% от воспитания.



Выводы

- ▶ Доля генетической составляющей в фенотипической дисперсии признака называется наследуемостью.
- ▶ Наследуемость не является атрибутом признака как такового, а зависит от состава генотипов в популяции и от конкретных средовых условий.
- ▶ Высокая наследуемость не означает невозможности изменения признака при изменении среды.
- ▶ Наследуемость есть характеристика популяции, а не конкретного индивида и его конкретного фенотипа.



Спасибо за внимание!