

СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТРАКТОВКА АСИММЕТРИИ МОЗГА

В. А. ГЕОДАКЯН

В кн.: *Системные исследования*. М., Наука, 1986, с. 355–376

Проблема межполушарной асимметрии мозга в настоящее время—одна из самых актуальных. Ею занимаются представители множества дисциплин: нейроморфологи и психологи, нейрофизиологи и лингвисты, электрофизиологи и педагоги, эмбриологи и психиатры, эволюционисты, антропологи, генетики, социологи. И несмотря на то что исследуются разные стороны единого явления, подходы, понятийный аппарат, терминология, стиль стали настолько разными, что возникает ситуация «вавилонской башни». По выражению Эйнштейна, «огромное количество недостаточно увязанных фактов действует подавляюще» [20. С. 137]. Встает задача перехода от отдельных фактов к обобщениям, концепциям, теориям.

Крупный американский физик-теоретик Ф. Д. Дайсон считает, например, что самое главное различие между учеными заключено в их целях. Он делит ученых на **диверсификаторов** и **унификаторов**. Первые исследуют подробности, и их деятельность приводит к усложнению картины мира. Вторые ищут общие принципы, и в результате их деятельности картина мира упрощается. По своим целевым установкам также различаются науки: «б и о л о г и я — естественное владение *диверсификаторов*, так же как физика — *унификаторов*... Рабочее время девяносто девяти процентов биологов расходуется на детальное исследование...» [14].

В настоящей статье сделана «унификаторская» попытка с единых системно-эволюционных позиций ответить на следующие вопросы. Какой принцип лежит в основе латерализации мозга? Как объяснить половые различия по асимметрии мозга? Как можно понять психологический половой диморфизм?

Ответ на первый вопрос дает общий «принцип сопряженных подсистем», предложенный нами в 1972 г. [5]. На второй и третий вопросы отвечает основанная на том же принципе эволюционная теория дифференциации полов, включающая трактовку явления полового диморфизма [3], [8], [9], [10]. Ниже мы покажем, что системный подход позволяет не только ответить на поставленные вопросы, но и сделать ряд конкретных, доступных проверке предсказаний.

Мозг у позвоночных — парный орган. Его разделение на два полушария обусловлено билатеральным планом тела, симметрией сенсорных и моторных функций. Каждая половина тела связана с противоположным полушарием мозга. Смысл этого перекреста остается пока неясным [40]. Все парные органы человека — легкие, почки, яичники, семенники — функционально-симметричны, имеют идентичные функции. Как известно, можно обходиться только одним органом. **Полушария мозга** в этом отношении — исключение. Левое полушарие (у нормальных праворуких) — для смыслового восприятия и воспроизведения речи, тонкого двигательного контроля, арифметического счета, логического, аналитического и абстрактного мышления. Оно обрабатывает информацию последовательным образом. Человек с одним левым полушарием хорошо понимает глаголы, лучше улавливает смысловые связи, способен на ложные высказывания. Выключение этого полушария приводит к депрессии. Правое полушарие — для пространственно-зрительных функций, музыки, интонационных особенностей речи, эмоционально целостного восприятия и синтетического мышления. Оно обрабатывает информацию одномоментно (холистически). Человек, у которого работает одно правое полушарие, почти не понимает глаголов, видит аналогии внешнего вида, все его высказывания должны быть только истинными. Выключение правого полушария приводит к эйфории [15], [18], [40].

Долгое время асимметрию считали привилегией человеческого мозга. Поэтому **существующие трактовки** связывали ее с уникальными особенностями человека: речью, праворукостью, самосознанием, т. е. латерализацию считали вторичным явлением, следствием этих, чисто

человеческих качеств. Но оказалось, что *асимметрия мозга* довольно широко *распространена у позвоночных*. В частности, отмечается общая для птиц, обезьян и человека левополушарная локализация центров контроля внутривидовых коммуникаций [40]. Несмотря на это, продолжают появляться чисто «человеческие» концепции специализации полушарий: вербальное — невербальное, временное — пространственное, аналитическое — синтетическое, последовательное — целостное (восприятие), абстрактное—конкретное и т.д. По мере накопления противоречащих данных, высказывались новые, более сложные гипотезы, которые порой создавали видимость объяснения. Например, одна из них усматривает в латерализации способ удвоения информационной емкости мозга. Другая связывает левое полушарие с определением цели, правое — с ее реализацией. Специализацию полушарий связывали с индуктивным и дедуктивным, числовым и аналоговым способами обработки информации [1], [15], [18]. Поиском принципа латерализации занимаются многие исследователи. А некоторые авторы считают, что такого принципа вообще нет или он будет открыт в далеком будущем.

Обращают на себя внимание тесные **связи** асимметрии мозга с **полом**. Среди детей заикающихся, косоглазых, леворуких, дислектиков, страдающих недержанием мочи и кала на каждую девочку приходится от 4 до 8 мальчиков. Известно, что существует определенная зависимость между этими явлениями и все они тесно связаны с асимметрией мозга. Например, при насильственном переучивали леворуких детей письму правой рукой у них часто появляются невротические явления, умственная отсталость, дефекты речи, заикание, косоглазие, недержание мочи и кала [1], [29], [35].

На половые различия по асимметрии полушарий мозга обратили внимание давно. Еще в прошлом веке Крайтон-Браун [24] высказал гипотезу, что тенденция к асимметрии двух полушарий сильнее у мужчин. Противоположную гипотезу высказали Баффри и Грей [22]. В настоящее время подавляющее большинство авторов поддерживают первую гипотезу.

С открытием половых различий в латерализации мозга появилась надежда понять и объяснить **психологический половой диморфизм**: разные способности и склонности мужчин и женщин, разную профессиональную пригодность и профессиональный преферendum, разную обучаемость и сообразительность. Например, по **в е р б а л ь н ы м** способностям во всех возрастных группах более высокий уровень наблюдается у женщин. **Преимущества женщин** установлены по разным показателям: речи в целом, беглости речи, правописанию, навыкам чтения [23], [29], [32–35], по кратковременной памяти. Отмечается также более высокая степень конформности мышления женщин [17], [35]. Гораздо лучше бывает развито у них обоняние. С другой стороны, пространственно-зрительные способности у мужчин развиты лучше, чем у женщин. По многим тестам только 20–25% женщин превышает среднее значение для мужчин. В школе мальчики значительно лучше девочек понимают геометрические концепции (половые различия по алгебраическим задачам меньше, а по арифметическим — еще меньше [29]). В технических учебных заведениях максимальные трудности студентки испытывают по начертательной геометрии. Мужчины лучше ориентируются в визуальных и тактильных лабиринтах, лучше читают географические карты, определяют направления городов, рек, дорог, легче определяют левое-правое. Они сильно превосходят женщин в игре в шахматы, в музыкальной композиции, изобретательстве и другой творческой деятельности [29], [35]. Мало женщин среди сатириков, юмористов, карикатуристов, комиков и клоунов.

Большинство этих фактов неоспоримы. Споры идут только об их трактовке. Чем можно объяснить психологические различия мужчин и женщин?

Исследования полушарной асимметрии мозга приведу к предположению, что половые различия в вербальной и пространственных способностях могут быть связаны с разным распределением этих функций между полушариями у мужчин и женщин. Представления о половых различиях в работе мозга основаны прежде всего на результатах **клинических и поведенческих** исследований. При повреждениях левого полушария, в результате кровоизлияния или опухоли или при оперативном удалении части височной доли по поводу эпилепсии дефицит вербальных функций у мужчин бывает

гораздо больше, чем у женщин. Аналогичные повреждения правого полушария также приводят к большому дефициту функций невербального характера у мужчин по сравнению с женщинами [34]. Афазия вследствие повреждения левого полушария возникает у мужчин в три раза чаще, чем у женщин, и имеет более тяжелый характер. Поэтому был сделан вывод, что у *женщин языковые и пространственные способности представлены более билатерально, чем у мужчин* [18], [35].

У мужчин значительно чаще, чем у женщин, обнаруживается также преимущество правого уха, левой руки (у праворуких) при тактильном узнавании предметов (дигаптическая стимуляция) [18]. Обнаружен половой диморфизм по соотношению длин левой и правой височных плоскостей [39]. Половые различия отмечаются в анатомических, клинических, дихотических, тахистоскопических, электрофизиологических, психологических исследованиях полушарий. Большинство авторов сходятся на том, что *латерализация полушарий четче выражена у мужчин*. Например, Леви [32] считает, что женский мозг подобен мозгу мужчины-левши, т. е. характеризуется пониженной по сравнению с мужчиной-правшой асимметрией полушарий.

В большом критическом обзоре, посвященном специально половым различиям по асимметрии мозга, Мак-Глон [35] обсуждает два вопроса: а) существуют ли значимые половые различия в асимметрии мозга по вербальным или пространственно-зрительным функциям? и если да, то б) организован ли мозг одного пола более симметрично, чем другого? Мак-Глон приходит к выводу, что *«существует впечатляющее скопление данных, позволяющих предположить, что мужской мозг может быть организован более асимметрично, чем женский, как по вербальным, так и по невербальным функциям. Эти тенденции редко наблюдаются в детстве, но часто существенны для зрелого организма»*.

Виттельсон [41] исследовала способности тактильного узнавания предметов левой и правой рукой у 200 праворуких детей и сделала вывод, что *мальчики уже в 6 лет имеют правополушарную специализацию, а девочки показывают билатеральное представительство до 13 лет*. Это и ряд других исследований позволяют заключить, что **в онтогенезе**, по крайней мере у человека, асимметрия мозга усиливается: она минимальна у новорожденных и становится четче с возрастом. Споры идут в основном о возрасте завершения латерализации функций в мозге. Одни считают, что она завершается в период полового созревания [31], когда утрачивается способность, находясь в соответствующем окружении, овладеть новым языком и говорить на нем без акцента. Другие—что это происходит примерно к 5 годам, а третьи считают, что асимметрия закладывается еще раньше, что по степени асимметрии мозг новорожденного не отличается от мозга взрослого человека [18]. Из самых общих соображений нам представляется более правдоподобной первая точка зрения, так как трудно говорить об асимметрии функций мозга новорожденного, когда еще нет самих функций, а есть только потенции [4].

Для **объяснения половых различий** было высказано несколько гипотез. Вейбер предположила, что они связаны не с полом как таковым, а с различиями в темпах развития мужчин и женщин [38]. Такая трактовка может объяснить, в лучшем случае, половой диморфизм у детей и подростков, но не у взрослых. Лени предположила, что в основе половых различий в латерализации лежат эволюционные факторы. По ее мнению, то, что мужчины занимались охотой и руководили переселениями, привело к лучшему развитию у них пространственно-зрительных способностей, а вербальное превосходство женщин обусловлено тем, что они воспитывали детей, а это требует словесного общения [32]. Высказывалось даже предположение, что различия между мужчинами и женщинами в латерализации мозга «придумали» исследователи с сильно феминистическими или антифеминистическими политическими взглядами, о чем свидетельствуют, в частности, работы Мак-Глон, Спрингер и Дейча [35, 18].

Упомянутые трактовки связывают половой диморфизм по латерализации мозга в основном с чисто человеческими или социальными факторами. Однако все больше и больше накапливается фактов, свидетельствующих о том, что не только латерализация мозга, но и половой диморфизм по нему

широко распространены среди **животных**. Есть данные о большей степени асимметрии мозга у особей мужского пола по сравнению с женским для крыс и китов [40].

Таким образом, рассмотрение известных фактов и существующих их трактовок позволяет делать следующие **выводы**: 1. *Латерализация мозга — особенность не только человека, а свойственна многим позвоночным.* 2. *Половой диморфизм по латерализации также не является сугубо человеческим феноменом, он наблюдается, по крайней мере, еще у крыс, кошек, китов [1].* 3. *Существующие трактовки не обладают достаточной объяснительной и предсказательной способностью.* 4. *Для объяснения явления необходимо искать более общие концепции.*

Очевидно, что латерализация мозга является специализацией полушарий, но совершенно неясно—какой. Эволюционное появление и сохранение асимметрии мозга, безусловно, говорит о том, что она имеет адаптивное значение. Но какое? Что она дает? Какой принцип лежит в ее основе? Почему она сильнее выражена у мужских особей? Чем объяснить психологические особенности мужчин и женщин? На эти вопросы пока нет ответа.

Психологический уровень проявлений асимметрии мозга тесно связан не только с полушарной дифференциацией, но также и с другой важной дифференциацией мозга: **подкорково-корковой** (кортикальной). Значит, интересующий нас круг вопросов относится к двум системам: **популяции и мозга**, которые в результате трех дифференциации — **половой, полушарной и кортикальной** — разделены на сопряженные подсистемы: женский—мужской пол, правое—левое полушарие, подкорка—кора. Между системами есть нечто общее: обе они относятся к живым, адаптивным, следящим системам, эволюционирующим в изменчивой среде, обе дифференцированы на сопряженные подсистемы. Случайно это или в основе их структуры лежит общий принцип?

В 1965 г. нами была предложена **новая концепция**, рассматривающая *дифференциацию полов как выгодную для популяции форму информационного контакта со средой, как специализацию по двум главным, альтернативным аспектам эволюции: сохранения и изменения* [3]. В 1972 г. было показано, что в основе концепции лежит более общий **«принцип сопряженных подсистем»** [5]. *«Любая адаптивная, следящая система, эволюционирующая в изменчивой среде, дифференцируясь на две сопряженные подсистемы, специализированные по консервативным и оперативным аспектам эволюции, повышает свою устойчивость в целом»*. Принцип сопряженных подсистем имеет настолько общий характер, что прослеживается в структурах весьма далеких друг от друга систем: технических, биологических, социальных. Во всех случаях одна из подсистем *консервативная* (фактор экстенсивности), более универсальная и инерционная, максимально адаптированная к среде, более совершенная и устойчивая; а вторая — *оперативная* (фактор интенсивности), более специализированная (см. табл. 1).

Была высказана также гипотеза, что этот принцип лежит в основе *любой* дифференциации живых систем [7]. В процессе филогенеза конфликт между консервативными и оперативными тенденциями возникал перед эволюционирующими системами неоднократно и каждый раз приводил к дифференциации на сопряженные подсистемы. С мозгом это происходило, по крайней мере, дважды: дифференциация полушарная и кортикальная. А это значит, что в основе всех трех интересующих нас дифференциаций—половой, полушарной и кортикальной—лежит один и тот же принцип. При этом подкорка и правое полушарие представляют консервативные подсистемы, а кора и левое полушарие— оперативные [5], [11]. Такая трактовка означает, что по координате времени (генетический поток информации от поколения к поколению) эволюционирующая система разделена на *«арьергард»* (правое полушарие, подкорка) и *«авангард»* (левое полушарие, кора), а по координате «система—среда» (экологический поток) — на *«стабильное ядро»* (правое полушарие, подкорка) и *«лабильную оболочку»* (левое полушарие, кора). Стало быть, можно предположить, что правая кора «ближе» к подкорке, чем левая, а левая подкорка «ближе» к коре, чем правая; более широкую внутри и межпопуляционную дисперсию по левым полушариям; повышенную пластичность правого полушария в онтогенезе и левого полушария в филогенезе. Такие представления могут объяснить некоторые непонятные факты.

Наложение этих двух дифференциаций усложняет картину и затрудняет понимание, но не затеняет полностью основную закономерность. Рассматривая в таком плане дифференциации мозга, можно предложить список дихотомий, характеризующих половую, полушарную и кортикальную дифференциации. В табл. 1 они расположены в порядке убывания общности: первые применимы ко всем эволюционирующим системам (техническим, социальным, живым, в том числе и мозгу), далее — только к живым, а в конце — только к двум дифференциациям мозга. Хотя эти характеристики довольно разные, представляется, что между ними есть нечто общее. В дальнейшем можно будет исключить близкие или зависимые пары, оставив минимум независимых, пока же сохраним некоторую избыточность.

Таблица 1. Некоторые дихотомии, характерные для консервативных и оперативных подсистем, половой дифференциации, полушарной и кортикальной дифференциации мозга.

Характеристика	Подсистемы		Применимость к системам		
	Консервативная	Оперативная			
Термодинамически более Фактор Играет роль обобщенного По координате времени По координате система - среда	Равновесная Экстенсивности “Заряда” Старая (“арьергард”) Внутренняя (“ядро”)	Неравновесная Интенсивности “Потенциала” Новая (“авангард”) Внешняя (“оболочка”)	В с е м	Ж и в ы м	М о з г а
По главным потокам информации Дисперсия внутри- и межпопуляционная Реализует Более Более Норма реакции Пластичность в онтогенезе Пластичность в филогенезе Характер аномалий Воспринимает частоты колебаний среды Мутации, аномалии, рак, инсульт	Генетическая Меньше Отбор и закрепление Совершенная Универсальная Шире Большее Меньше “Атавистический” Малые Реже	Экологическая Большее Поиск и пробы Прогрессивная Специализированная Уже Меньше Большее “Футуристический” Большее Чаше			
Более Плотность (упаковка) Работа (управление) Распределение центров Скорость процессов Роль в процессе онтогенеза (с возрастом)	Биологическая Большее Непроизвольная Диффузное Большее Уменьшается	Социальная Меньше Произвольная Контрастное Меньше Растет			

Все вопросы, относящиеся к половым различиям латерализации и психологии, по сути дела, требуют объяснения одного явления — **полового диморфизма**, поэтому можно сформулировать их в более общем виде. Что такое вообще половой диморфизм? В чем его эволюционный смысл? О чем он свидетельствует? Связан ли с другими явлениями? Как? Ответы на эти вопросы дает наша концепция полового диморфизма, являющаяся существенной частью теории дифференциации полов, основа которой — принцип сопряженных подсистем. Суть этой теории в следующем.

Более широкая **норма реакции*** женского пола [6], [25], повышая его онтогенетическую пластичность, позволяет покинуть зоны отбора (элиминации и дискомфорта) в экологической нише и

* Норма реакции (или модификационная изменчивость) — это возможный спектр фенотипов, которые могут реализоваться из одного генотипа под влиянием разных условий среды.

сосредоточиться в зоне комфорта вокруг популяционной нормы. Это сужает фенотипическую дисперсию и снижает смертность женского пола, в результате чего лучше сохраняется генотипическое распределение, передаваемое им следующему поколению. Наоборот, узкая норма реакции мужского пола делает его менее пластичным в онтогенезе. Значит, *фенотипическая дисперсия признаков у мужского пола должна быть шире, чем у женского*. Это подвергает мужской пол большей элиминации в результате естественного отбора.

Кроме того, мужской и женский пол принципиально отличаются друг от друга по **сечению канала** передачи генетической информации потомству: оно намного больше у мужских особей, чем у женских (теоретически каждый самец может оплодотворить всех самок популяции, а самка может оплодотвориться, как правило, только одним самцом). Такая «избыточность» мужских особей приводит к их репродуктивной дискриминации механизмом полового отбора. В результате этих различий в панмиктной или полигамной популяции репродуктивный успех у самцов распределяется неравномерно: одним удается оставить многочисленное потомство, а другим — вообще не удается. А у самок он распределяется более равномерно: потомство оставляют почти все, но ограниченное число [8], [25]. Следовательно, генетическая информация, переданная женским полом следующему поколению, более *репрезентативна*, лучше отражает распределение генотипов в предшествующих поколениях, а информация, переданная мужским полом, более *селективна*, лучше отражает требования среды. Это означает, что женский пол выполняет функции постоянной, консервативной или филогенетической «памяти» популяции, а мужской пол — временной, оперативной или онтогенетической. Если допустить наличие барьеров между мужским и женским полом, препятствующих полному смешению генетической информации в каждом поколении или препятствующих одинаковому проявлению этой информации в мужском и женском онтогенезе (об этом говорит существование полового диморфизма), то можно прийти к выводу, что *эволюционные преобразования должны затрагивать в первую очередь мужской пол*. Отсюда, учитывая известную необратимость эволюционных процессов (закон Долло), можно рассматривать мужской пол как эволюционный «авангард» популяции, осуществляющий *поиск и пробы* [изменения]. Миссия же женского пола — *сохранение, отбор и закрепление*. Это придает женскому полу черты *совершенства*, которые, однако, оплачиваются неизбежной инерционностью и некоторым отставанием. Тогда как «новаторство» и «прогрессивность» мужского пола сочетаются с несовершенством. Следовательно, явление полового диморфизма приобретает смысл эволюционной «дистанции» на филогенетическом пути изменения признака, что дает возможность рассматривать половой диморфизм по признаку как «компас», показывающий направление эволюции этого признака. Вектор полового диморфизма направлен от популяционной нормы женского пола по данному признаку к норме мужского пола. Это значит — *если по какому-либо признаку существует популяционный половой диморфизм, то в филогенезе этот признак меняется, как правило, от женской формы к мужской* [3], [9], [10], [13], [25–27]. В этом суть предложенного нами «**филогенетического правила полового диморфизма**», которое связывает явление полового диморфизма по признаку с филогенетической динамикой этого признака. Стало быть, признаки, чаще появляющиеся и/или четче выраженные у женского пола, должны иметь «*атавистическую*» направленность, а чаще появляющиеся у мужского пола — «*футуристическую*». Это относится не только к области нормы, но и патологии. Врожденные дефекты развития, имеющие «атавистическую» природу, чаще должны быть у женского пола, а аномалии развития, имеющие «футуристическую» природу, чаще должны быть у мужского пола. Например, поскольку в процессе филогенеза имела место олигомеризация множественных органов: почек (метанефридиев), ребер и других, то аномалии числа этих органов меньше нормы чаще должны быть у мальчиков, и наоборот, сверхнормативное их число — у девочек. Данные медицинской статистики это действительно подтверждают. Д е в о ч к и гораздо чаще мальчиков рождаются и с другими врожденными аномалиями развития, имеющими «атавистическую» природу, такими, как: анэнцефалия, врожденный вывих бедра, незаращенные овальное отверстие межпредсердной

перегородки и боталлова протока. В то время как мальчики чаще рождаются с дефектами, имеющими характер *поиска*, стенозы, коарктации, транспозиции магистральных сосудов [13].

В процессе эволюции признака и полового диморфизма можно выделить три фазы. Первая — когда стабильный до того признак, по которому не было полового диморфизма, начинает изменяться. Поскольку эволюция затрагивает в первую очередь мужской пол, то некоторое время женский пол будет оставаться неизменным, а мужской меняться. Сначала увеличивается фенотипическая дисперсия мужского пола по признаку. Потом по этому признаку возникает половой диморфизм, и он растет. Это поляризационная фаза появления и увеличения полового диморфизма. Вторая фаза — стационарная. Достигнув своего оптимального значения, половой диморфизм остается постоянным, т. е. признак изменяется с одинаковой скоростью как у мужского пола, так и у женского. Третья фаза — релаксационная: признак у мужского пола достигает нового стабильного значения, а у женского продолжает меняться (подтягиваться). Половой диморфизм постепенно уменьшается и исчезает. На этой стадии фенотипическая дисперсия признака больше у женского пола. Достигается новое, эволюционно-стабильное состояние признака [9, 27].

Совместное применение филогенетического правила полового диморфизма и биогенетического закона Геккеля (онтогенез — краткое повторение филогенеза) позволяет вскрыть еще одну, ранее неизвестную закономерность: связь полового диморфизма по признаку с онтогенетической динамикой этого признака — **«онтогенетическое правило полового диморфизма»**. *Если по какому-либо признаку существует популяционный половой диморфизм, то в онтогенезе этот признак будет меняться, как правило, от женской формы к мужской*. Иными словами, женские формы признаков с возрастом, как правило, должны ослабевать, а мужские — усиливаться [12], [27]. Например, существует половой диморфизм по горбинке носа: она чаще встречается и сильнее бывает выражена у мужского пола. Значит, женская форма признака — вогнутая спинка носа, мужская — выпуклая. В онтогенезе спинка носа должна меняться от вогнутой к выпуклой. Как известно, это так и есть.

Итак, резюмируем кратко ответы нашей теории на поставленные вопросы о половом диморфизме. Половой диморфизм — это *«дистанция»* между мужским и женским полом на пути эволюции признака. Мужской пол — эволюционный *«авангард»*, женский пол — *«арьергард»*.

Смысл полового диморфизма в том, чтобы проверить эволюционные *«новости»* на мужском поле, прежде чем передать их женскому, т. е. за новую экологическую информацию *платить* мужскими, а не женскими особями. Это выгодно вдвойне: не уменьшается количество потомства и увеличиваются качественные сдвиги. Половой диморфизм позволяет пробовать разные решения эволюционных задач без риска закрепления неудачных решений. Он говорит о том, что признак эволюционирует, показывает направление эволюции этого признака, говорит, как должен меняться этот признак с возрастом (в обоих случаях — от женской формы к мужской). Половой диморфизм системно связан со всеми эволюционными явлениями [12], [27]: филогенезом, онтогенезом, мутированием, доминированием, гетерозисом, реципрокным эффектом, латерализацией. Таким образом, из нашей теории следует:

1. Существование полового диморфизма по асимметрии мозга говорит о том, что *асимметрия — признак не стабильный, а эволюционирующий*.
2. Большая степень асимметрии мозга у мужских особей говорит о том, что *эволюция идет от симметричного мозга к асимметричному*.
3. Согласно онтогенетическому правилу полового диморфизма *в онтогенезе асимметрия мозга должна нарастать* (по крайней мере до достижения дефинитивного возраста).

Мозг является эволюционно молодым органом, можно сказать, самым *«последним приобретением»*. Поэтому связанные с полом закономерности должны проявляться на нем особенно выпукло и четко. Кроме того, сравнивая половой диморфизм по морфологическим, физиологическим и поведенческим признакам, можно ожидать, что в этом ряду он будет расти, т. е. *максимальные различия между полами должны наблюдаться по психологическим признакам*.

Теперь посмотрим, как можно понять половой диморфизм по вербальным, пространственно-зрительным и другим психологическим способностям. Рассматривая популяцию как систему, эволюционирующую в изменчивой среде, можно выделить два основных типа связей ее элементов: внутренние (эндосвязи)—между элементами системы, которые реализуют больше генетический поток информации (от поколения к поколению) и внешние (экзосвязи)—между элементами системы и среды, осуществляющие больше экологический поток информации (от среды) [4]. Дифференциация полов, будучи специализацией по генетическому и экологическому потокам информации, является одновременно и специализацией и по эндо- и экзосвязям: женский пол специализирован по внутрипопуляционным связям, мужской пол—по средовым. Язык, вербальные способности—главный инструмент внутрипопуляционных, коммуникационных функций между членами популяции, поэтому лучше развит у женщин. С другой стороны, пространственно-зрительные способности, больше связанные со средой внешними связями (защита, охота), лучше развиты у мужского пола.

Как было сказано выше, более широкая норма реакции женского пола приводит к тому, что женские особи покидают зону дискомфорта и элиминации и попадают в зону комфорта за счет модификационной перестройки фенотипа в процессе онтогенеза, онтогенетической пластичности (адаптивности), а это не что иное, как восприимчивость к воспитанию и обучению. Для мужских особей из-за их узкой нормы реакции такой модификационный путь выживания закрыт: они хуже поддаются воспитанию и обучению. Поэтому в зонах дискомфорта и элиминации остаются в основном мужские особи, которые могут покинуть эти зоны только за счет поиска и нахождения новых решений, т. е. за счет сообразительности и находчивости. Само пребывание в зоне дискомфорта стимулирует поисковое поведение.

Следовательно, в процессе эволюции в зонах дискомфорта и элиминации шел отбор в разных направлениях, у женского пола—на «воспитуемость», «адаптивность», «обучаемость», а у мужского пола—на «сообразительность», «находчивость», «изобретательность» в самом широком понимании этих слов. Например, имеющие одинаковый генотип мужские и женские особи, оказавшись в зоне температурного дискомфорта, ведут себя по-разному: женские особи адаптируются к холоду физиологически—наращивая слой подкожного жира, а мужские особи—поведенчески: или изобретут шубу (огонь, пещеру), или погибнут. Стало быть, разной нормы реакции вполне достаточно, чтобы возник психологический половой диморфизм: женский пол специализировался по более высокой обучаемости в достижении большего совершенства в адаптации к существующим условиям среды. Проявляется это, в частности, в повышенной конформности женского пола [17]. А психологические особенности мужчин можно трактовать как проявление находчивости в поиске новых путей, как новаторство первопроходцев, ориентированное на б у д у щ е е. Поэтому мужчины предпочитают и лучше решают задачи, которые встречаются *впервые* (максимальные требования к новаторству и минимальные к совершенству решения), а ж е н щ и н ы предпочитают и успешнее решают задачи, решаемые *не впервые*, но которые надо решить *в совершенстве* (минимальные требования к новаторству и максимальные к совершенству решения) [10], [11].

Такая трактовка хорошо объясняет многие известные факты. Например, в области музыки среди композиторов всегда численно доминировали мужчины, тогда как среди исполнителей начиная с середины XVIII в. до сегодняшнего дня число женщин примерно равно числу мужчин. Такая картина легко укладывается в предложенную схему: ведь в творчестве композитора основное — новаторство а в исполнительском искусстве, видимо, главным образом совершенство.

Другой наглядной демонстрацией такого характера психологического полового диморфизма могут служить особенности почерка у мужчин и женщин, по которым психологи и криминалисты определяют пол. Среди отличительных черт женских почерков приводятся такие, как: правильный, единообразный, точный, красивый, стандартный, симметричный и другие, а мужских—неправильный, неравномерный, размашистый, некрасивый, ошибочный, индивидуально-оригинальный, буквы *t* и *i* без черточек и точек и т. д., т. е. женские почерки более совершенны,

ближе к стандартам обучения—прописям, чем мужские [16], [42]. В другом специальном исследовании одинаковое количество информации (один и тот же объем дозированного обучения) повысило *IQ* мальчиков на 1.5 единицы, а девочек—на 4.5). В историческом (эволюционном) плане овладения любым умением, любым делом, будь то способность говорить, умение вязать, водить автомобиль, судно, самолет, можно выделить две фазы: начальная фаза **поиска** нахождения нового решения, освоения и фаза **закрепления**, совершенствования. В первой фазе, когда задача еще новая (внешняя), преимущества имеют мужские особи. Во второй фазе, когда задача уже не новая (внутренняя), преимущества на стороне женского пола.

Вязание изобрели в Италии в XIII в. мужчины. Несколько веков это было сугубо мужским делом, а в настоящее время оно стало чисто женским занятием. Женщины довели его до такого совершенства, что мужчины уже не могут сравниться с ними. Так было во всем. Все профессии, виды спорта, игры, хобби сначала осваивали мужчины, потом женщины. Даже социальные пороки (пьянство, курение, наркомания, азартные игры, преступность) были присущи вначале мужчинам, потом включались женщины.

Если по оси абсцисс отложить хронологический номер повторного решения любой задачи, которое включает как поиск решения, так и обучение, как нахождение решения, так и его совершенствование, а по оси ординат отложить совершенство решения, скажем его скорость или качество, то кривые для мужчин и женщин будут иметь характер, представленный на рис. 1. На этом графике заштрихованы две фазы овладения решением задачи: фаза **поиска**, где преимущество имеет мужской пол, и фаза **совершенства** с преимуществом женского пола. Обратим внимание, что большинство вербальных тестов относятся ко второй фазе, т. е. учитывают совершенство выполнения. Это беглость речи, скорость чтения, правописание. В то время как пространственно-зрительные тесты, наоборот, чаще требуют поиска. Это мысленные манипуляции с геометрическими формами—повороты, составление из частей целого, складывание объемной фигуры из плоской развертки и т.д.

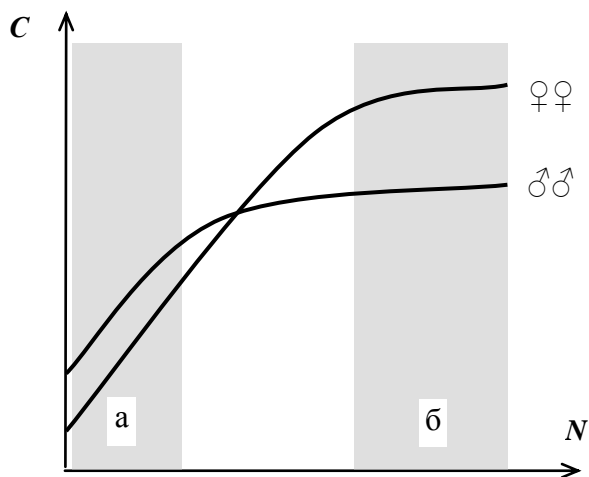


Рис. 1. . Характер кривых обучения мужского (♂♂) и женского (♀♀) пола при многократном решении задач.
 N - хронологический номер повторного решения задачи;
 C -совершенство или качество решения
 а – фаза поиска; б – фаза совершенства.

Интересно было бы сравнить результаты мужского и женского пола по вербальным тестам, основанным на поиске, и пространственно-зрительным тестам, построенным на обучении. Здесь все должно быть наоборот: преимущество женщин по пространственным, а мужчин—по вербальным тестам. Подтверждением сказанному можно считать способность нахождения

словесных ассоциаций, которая действительно лучше у мужского пола, или решение кроссвордов, где также требуется вербальный поиск.

В опытах австралийского ученого Ландауэра [30] испытуемый держал палец на центральной кнопке и при подаче сигнала должен был нажать на одну из 8 кнопок, расположенных вокруг нее. Измерялись два отрезка времени: между подачей сигнала и снятием пальца с центральной кнопки и между снятием пальца и нажатием нужной кнопки. В такой постановке опыта выполнение первой части задания не требует никакого поиска, палец нужно снимать максимально быстро при любом сигнале. Это можно делать не думая, автоматически, рефлекторно. Выполнение второй части задания требует уже поиска: необходимо нажать каждый раз определенную кнопку. Был обнаружен совершенно четкий половой диморфизм: женщины лучше (быстрее) выполняли первую часть задания мужчины—вторую. Становится понятно, в частности, почему с работой на конвейере легче справляются женщины. Мужчины не успевают, допускают больше ошибок, не выдерживают долго ритма и чаще подвергаются нервно-психическим расстройствам.

Что же касается **зрительно-пространственных** способностей, то здесь можно сказать больше. Как известно, у далеких филогенетических предшественников человека глаза были расположены латерально (вспомним «боковые» глаза у эмбриона человека), их зрительные поля не перекрывались, и каждый глаз был связан только с противоположным полушарием мозга—контралатерально. В процессе эволюции у некоторых позвоночных, в том числе и у предков человека, в связи с переходом на стереоскопическое зрение глаза переместились на фронтальную сторону. Это привело к перекрытию левого и правого зрительных полей и к появлению новых ипсилатеральных связей: левый глаз—левое полушарие, правый глаз—правое.

Табл. 2. Количество неперекрестных и перекрестных волокон в зрительном нерве у ряда млекопитающих (Блинков, Глезер, 1964).

Вид животного	Отношение количества неперекрестных к числу перекрестных волокон	Автор
Овца	1 : 9	Нихтерлейн, Голдби, 1944
Лошадь	1 : 8	Декслер, 1897
Собака	1 : 4,5	Рогальский, Римашевский, 1945
Опоссум	1 : 4	Бодиан, 1937
Морская свинка	1 : 3	Гесс, 1958
Кошка	1 : 3	Чанг, Ченг, 1961
Хорёк	1 : 3	Джефферсон, 1940
Макак	1 : 1,5	Кларк, 1942
Человек	1 : 2	Кахал, 1899
	1 : 2	Рогальский, 1946
	1 : 1,5	Санта, 1942
	1 : 1	Кларк, 1943

В табл. 2 приведены соотношения между количеством ипси- и контраволокон в зрительном нерве у ряда млекопитающих. Из таблицы видно, как по мере перехода от животных с латерально направленными зрительными осями к животным с фронтальной ориентацией зрительных осей растет доля ипсиволокон [2]. Возникновение ипсилатеральных связей обеспечивает попадание зрительной информации от обоих глаз в одно полушарие для сопоставления и получения стереоскопической картины—восприятия глубины. Конечно, есть много монокулярных подсказок для определения

глубины: близкие объекты закрывают дальние, линейная и воздушная перспектива, параллакс движения и т. д. Но было показано, что самое важное требование для осуществления стереоскопического зрения—это различия в образах на сетчатке двух глаз [21]. Стало быть, *ипсилатеральные связи появились филогенетически позже контралатеральных*. Такой вывод справедлив, видимо, не только для зрительных проводящих путей, но и для всех: моторных, сомато-сенсорных, слуховых. Следовательно, применив наше «*филогенетическое правило полового диморфизма*», можем предсказать эволюционно более продвинутые иписвязи у мужского пола по сравнению с женским. А поскольку зрительно-пространственные способности, объемное изображение тесно связаны со стереоскопией и иписвязями, то становится понятным почему у мужчин они развиты лучше. Этим, кстати, объясняются упомянутые выше, связанные с полом различия в понимании геометрии и начертательной геометрии—предметов, требующих объемного видения.

Применив наше «*онтогенетическое правило полового диморфизма*», можем предсказать усиление зрительных (и других) иписвязей и *улучшение пространственно-визуальных способностей с возрастом*.

Применив то же правило к обонятельному рецептору человека, можно прийти к другому выводу. Как было показано, у людей с возрастом происходит атрофия обонятельных волокон и их количество в обонятельном нерве неуклонно уменьшается [36]. В табл. 3 приведена возрастная динамика атрофии обонятельного нерва у людей. Следовательно, можно предсказать существование полового диморфизма по числу обонятельных волокон: у женщин их должно быть больше, чем у мужчин. Или же степень атрофии, ее скорость должны быть больше у мужчин по сравнению с женщинами. А это значит, что *в филогенезе человека обоняние в отличие от зрения ухудшается* (утрачивается).

Табл. 3. Возрастная динамика атрофии волокон обонятельного нерва у человека (Блинков, Глезер, 1964; Smith, 1942).

Возраст (годы)	Количество атрофированных волокон
0-15	8
16-30	20
31-45	33
46-60	57
61-75	68
76-91	73

Как уже говорилось, половой диморфизм может быть по морфологическим, физиологическим или поведенческим (психологическим) признакам. В любом случае предложенные нами правила можно использовать как инструмент для исследования: если известен половой диморфизм, то можно предсказать филогенез и онтогенез признака, или, наоборот, зная последние, можно предсказать наличие и направление полового диморфизма.

Например, соотношение правой **височной плоскости** к левой почти всегда меньше единицы, т. е. длина левой плоскости больше, чем правой. Однако большинство из тех экземпляров мозга, на которых отмечено обратное соотношение, принадлежало женщинам [18], [39]. На основании «*филогенетического правила полового диморфизма*» мы можем сказать, что эволюционно это соотношение уменьшается. А на основании «*онтогенетического правила*» можем предсказать его уменьшение с возрастом. И действительно, у младенцев оно составляет 0.61, а у взрослых— 0.55 [39].

Другой пример. Известно, что относительная величина мозолистого тела в процессе онтогенеза сильно увеличивается [18], [37]. Следовательно, согласно «онтогенетическому правилу» должен существовать половой диморфизм по величине мозолистого тела: у *мужчин оно должно быть больше, чем у женщин*. А это значит, что в *филогенезе оно увеличивается*.

Половой диморфизм по степени асимметрии мозга, как и по любому другому количественному признаку, имеет свой оптимум, который поддерживается генетическим механизмом отрицательной обратной связи.

Если по количественному признаку в популяции нет полового диморфизма, то кривые распределения этого признака для мужского, для женского пола и общие для популяции (без учета пола) совпадают. В этих распределениях с двух сторон нормы (в медицинском смысле) простираются две зоны патологии (плюс и минус отклонения от нормы). При наличии полового диморфизма кривые распределения признака у мужского и женского пола, оставаясь внутри общей кривой, раздвигаются на величину полового диморфизма (рис. 2). Поэтому одна «общепопуляционная» зона патологии обогащается мужскими особями, противоположная—женскими. Эти рассуждения дают возможность в принципе предсказать существование двух диаметрально противоположных **типов патологии** и даже дать перечень некоторых особенностей этих типов. Применительно к асимметрии мозга, например, можно предсказать существование двух типов психических болезней. Один из них должен до 2–4 раз чаще встречаться у женщин, сопровождаться недостаточной асимметрией полушарий, малыми размерами мозолистого тела и большими—передней комиссуры, высоким индексом височной доли. Противоположный тип психической болезни чаще должен встречаться у мужчин, ему должны сопутствовать: чрезмерная асимметрия мозга, большие размеры мозолистого тела и малые—передней комиссуры, низкие значения индекса височной доли.

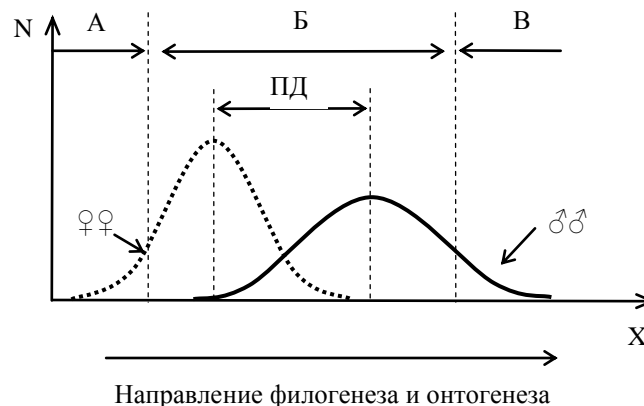


Рис. 2. . Кривые распределения количественного признака X – степени асимметрии для женского (. . .) и мужского (----) пола в популяции. А – область патологии от недостаточной асимметрии мозга; Б – область нормы; В – область патологии от чрезмерной асимметрии мозга; ПД – половой диморфизм по асимметрии. По оси абсцисс – значение признака X, по оси ординат – вероятности (частоты) особей с данным значением признака X.

Таким образом, вкладывая определенный эволюционный смысл в половой диморфизм, вскрывая и устанавливая новые связи, теория дает возможность извлекать дополнительную ценную информацию о процессах филогенеза и онтогенеза. Она проливает свет на отмечаемые многими авторами загадочные явления асимметрии мозга и психологии, связанные с полом, позволяет предсказывать новые явления и тем самым способствует дальнейшим исследованиям.

По словам одного из великих теоретиков естествознания—Д. В. Гиббса, «одной из основных задач теоретического исследования в любой области знания является установление такой точки зрения, с

которой объект исследования проявляется с максимальной простотой» [19]. Хотелось бы надеяться, что в какой-то мере это нам удалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бианки В. Л. Асимметрия мозга животных. Л.: Наука, 1985. 295 с.
2. Блинков С. М., Глезер И. И. Мозг человека в цифрах и таблицах. Л.: Медицина, 1964. 471 с.
3. Геодакян В. А. Роль полов в передаче и преобразовании генетической информации // Пробл. передачи информ. 1965. 1, № 1. С. 105-112.
4. Геодакян В. А. Организация систем—живых и неживых // Системные исследования: Ежегодник, 1970. М.: Наука, 1970. С. 49—62.
5. Геодакян В. А. О структуре эволюционирующих систем // Пробл. кибернетики. М., 1972. Вып. 25. С. 81—91.
6. Геодакян В. А. Дифференциальная смертность и норма реакции мужского и женского пола // Журн. общ. биологии. 1974. 35, № 3. С. 376—385.
7. Геодакян В. А. Концепция информации и живые системы // Журн. общ. биологии. 1975. 36, № 3, С. 336—347.
8. Геодакян В. А. Эволюционная логика дифференциации полов // Математические методы в биологии. Киев: Наук. думка, 1977, С. 84—106.
9. Геодакян В. А. Половой диморфизм и «отцовский эффект» // Журн. общ. биологии. 1981. 42, № 5. С. 657—668.
10. Геодакян В. А. Дальнейшее развитие генетико-экологической теории дифференциации полов // Математические методы в биологии. Киев: Наук. думка, 1983. С. 46—61.
11. Геодакян В. А. Генетико-экологическая трактовка латерализации мозга и половых различий // Теория, методология и практика системных исследований (Тез. докл. Всесоюз. конф., Секция 9). М., 1984. С. 21—24.
12. Геодакян В. Л. Системный подход и закономерности в биологии // Системные исследования: Методол. пробл.: Ежегодник, 1984. М.: Наука, 1984. С. 329—338.
13. Геодакян В. А., Шерман А. Л. Связь врожденных аномалий развития с полом // Журн. общ. биологии. 1971. 32, №4. С. 417-424.
14. Дайсон Ф. Д. Будущее воли и будущее судьбы // Природа. 1982. № 8. С. 60—70.
15. Иванов В. В. Чет и нечет: Асимметрия мозга и знаковых систем. М.: Сов. радио, 1978. 185 с.
16. Кирсанов З. Я., Рогозин А. Н. Распознавание пола и возраста исполнителя рукописи по почерку // Правовая кибернетика. М.: Наука, 1973. С. 161—176.
17. Кон И. С. Социология личности. М.: Политиздат, 1967. 383 с.
18. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. М.: Мир, 1983. 256 с.
19. Франкфурт У. Я., Френк А. М. Джозайя Виллард Гиббс. М.: Наука, 1964. 280 с.
20. Эйнштейн А. Физика и реальность. М.: Наука, 1965. 359 с.
21. Bishop P.O. Neural mechanisms for binocular depth discrimination // Advances Physiol. Sci. Sensory Funct. 1981. Vol. 16. P. 441-449.
22. Buffery A., Gray J. Sex differences in the development of spatial and linguistic skills // Gender differences, their ontogeny and significance/Ed. C. Ounsted, D. Taylor. Edinburgh, 1972. P. 123—158.
23. Coltheart M., Hull E., Slater D. Sex differences in imagery and reading // Nature. 1975. Vol. 253. P. 438-440.
24. Crichton-Browne J. On the weight of the brain and its component parts in the insane // Brain. 1980. Vol. 2. P. 42-67.
25. *Geodakian V. A. Natural selection and sex differentiation // Natural selection / Ed. V. J .A. Novak et al. Praha: Academia, 1975. P. 65-77.*
26. *Geodakian V. A. Sexual dimorphism and the evolution of duration of ontogenesis and its stages // Evolution and environment / Ed. V. J .A. Novak, J. Mlikovsky. Praha: Academia, 1982. P. 229-237.*
27. *Geodakian V. A. Sexual dimorphism // Evolution and morphogenesis / Ed. J. Mlikovsky, V. J. A. Novak.*

- Praha: Academia, 1985. P. 467-477.
28. *Harper E. B., Howing W. K., Dubanovsky L.* Young children's yielding to false adult judgment // *Child. Develop.* 1965. Vol. 36. P. 175-183.
 29. *Harris L. J.* Sex differences in spatial ability // *Asymmetry of the function of the brain* / Ed. M. Kempbel. Cambridge; L., 1978. P. 405-522.
 30. *Landauer A.* Rate of motor reaction in men and women // *Percept. and Mot. Skills.* 1981. Vol. 52. P. 90-97.
 31. *Lenneberg E. H.* *Biological foundations of language.* N. Y., 1967
 32. *Levy J.* Lateral differences in the human brain in cognition and behavioural control // *Cerebral correlates of conscious experience* / Ed. P. Buser, A. Rougeul-Buser. N.Y., 1978.
 33. *Maccoby E., Jacklin C.* *The psychology of sex differences.* Stanford, 1974.
 34. *McGlone J.* Sex difference in functional brain asymmetry // *Cortex.* 1978. Vol. 14. P. 122-128.
 35. *McGlone J.* Sex differences in the human brain asymmetry: A critical survey // *Behav. and Brain Sci.* 1980. Vol. 3, N 2. P. 215-263.
 36. *Smith C. G.* Age incidence of atrophy of olfactory nerves in man // *J. Comp. Neurol.* 1942. Vol. 77, N 3. P. 589-596.
 37. *Trevarthen C.* *Cerebral embryology and the split brain // Hemispheric disconnection and cerebral function* / Ed. M. Kinsbourne, W. L. Smith. Springfield, 1974.
 38. *Waber D.* Sex differences in cognition: A function of maturation rate? // *Science.* 1976. Vol. 192. P. 572-573.
 39. *Wada J. A., Clark R., Hamm A.* Cerebral hemisphere asymmetry in humans // *Arch. Neurol.* 1975. Vol. 32. P. 239-246.
 40. *Walker S. F.* Lateralization of functions in the vertebrate brain // *Brit. J. Psychol.* 1980. Vol. 71. P. 329-367.
 41. *Witelson S. F.* Sex and the single hemisphere // *Science.* 1976. Vol. 193. N 4251. P. 425-427.
 42. *Young P. T.* Sex differences in handwriting // *Appl. Psychol.* 1931. Vol. 15, N 5. P. 71-78.