

Эффективность мышления зависит от типа функциональной межполушарной асимметрии и парадигмы обучения в детстве

О.В. Левашов, С.П. Берлов

Обсуждается вопрос об «асимметрии мышления», т.е. о разных «арсеналах мыслительных опций» у людей с разной функциональной межполушарной асимметрией (ФМА). В частности, преобладание вербально-логических опций делает мышление человека «линейным», не способным к решению неформальных трудных задач и генерации новых идей. Однако в современной парадигме образования имеет место «перекос» в сторону именно такого мышления в ущерб образному мышлению. В сочетании с тотальным увлечением компьютерными играми это приводит к проблемам при освоении базовых знаний в естественных науках, особенно в физике. Это «вызов» современному обществу, поскольку такие специалисты не в состоянии обеспечить научно-технический прогресс.

Ключевые слова: ФМА, асимметрия мышления, рабочая память, усвоение знаний, парадигма образования

Введение

Современные данные о функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) свидетельствуют о том, что нейронные структуры левого полушария обеспечивают речь, счет, письмо и операции по обработке символической и знаковой информации. В то же время, структуры правого полушария отвечают за обработку невербальной информации: распознавание зрительных и звуковых образов, лиц, пространства, восприятие мелодий и интонаций голоса. Как при этом взаимодействуют между собой левое и правое полушарие при решении трудных задач мало понятно, поскольку пока не разработаны адекватные методы регистрации активности различных нейронных сетей коры мозга при реальном поведении человека. Пока мы можем рассматривать лишь модели восприятия и управления в сложных системах искусственного интеллекта.

В статье делается попытка описать различия в способах решения разных задач левым и правым полушариями коры головного мозга на основе известных литературных данных. Описаны также задачи, для решения которых необходимо совместное использование ресурсов двух полушарий. В этой связи необходимо признать, что современная парадигма дошкольного и школьного образования не готовит к решению таких задач. В результате многие школьники, вырастая, оказываются «функционально неграмотными», т.е. неспособными понимать суть, например, физических и биологических процессов, решать трудные задачи, не поддающиеся формализации и генерировать новые идеи. Свой вклад в это вносит и тотальное увлечение компьютерными играми, приводящее к недоразвитию рабочей памяти ребенка.

Основные виды мыслительных действий

Опираясь на базовые принципы работы правого и левого полушарий коры мозга, описанные в литературе (Кок, 1967; Балонов, Деглин, 1976; Ротенберг, 1989, 2009), можно сформулировать – что такое «асимметрия мышления», т.е. в чем различие способов обработки информации и «алгоритмов» решения реальных задач у разных индивидуумов с разным характером ФМА.

Счетно-вербально-логическое мышление. Этот тип мышления позволяет выполнять арифметические действия, вычисления по формулам, понимание текстов и поиск словесных ассоциаций, решать простейшие логические задачи типа «Если А больше В, а В больше С, то С меньше А». У правшей это – функция левого полушария (Ротенберг, 1989, 2009). Такой тип мыслительных операций можно назвать последовательным, или «линейным» мышлением. Характерно, что «мощность» линейного мышления ограничена. Так, например, при зрительном узнавании левое полушарие может обрабатывать только часть целого изображения, функцию целостного узнавания сложных предметов и лиц выполняет правое полушарие (Кок, 1967; Ротенберг, 2009).

Визуальное мышление. Это тип мышления характерен для правого полушария. Пример различия между «счетным» решением и «визуальным» решением приводит Рудольф Арнхейм в книге «Визуальное мышление» (Арнхейм, 1973). «Сейчас 13 ч 45 мин. Сколько времени будет через 50 мин?» «Школьное решение» состоит в том, что к 13 ч. 45 мин. нужно прибавить 15 мин, это будет 14 ч. Теперь из 50 вычесть 15 мин, которые мы только что использовали. Остается 35 мин. Теперь к 14 ч прибавляем 35 мин. и ответ будет 14 ч 35 мин. Всего, как минимум, 3 арифметических действия. Визуальное решение занимает всего пару секунд – нужно представить себе циферблат часов и прокрутить стрелки вперед на 50 минут. Результат сразу виден. Визуальное мышлением означает способность «визуализировать» объекты данной задачи в своем «пространстве мышления» и производить «манипуляции» с этими виртуальными объектами, например, выполнять перемещения «объектов», их повороты, изменения масштаба и т.д.

Интегральное динамическое мышление. Этим термином обозначим способ обработки информации на основе операций, выполняемых совместно правым и левым полушарием, что необходимо при решении неформально поставленных, нечетких задач, при работе с трехмерными сложными объектами, при решении многих физических и математических задач. Продуцирование новых идей и гипотез, а также изобретение новых форм, механизмов и устройств, требует объединения операций визуального мышления и логических оценок. Очевидно, что при решении таких задач последовательно выполняются операции, реализуемые то левым, то правым полушарием.

Возможно, что некоторые талантливые ученые и инженеры обладают еще более сложными алгоритмами мыслительных операций, например, используют непрерывную многомерную логику, звуковые и тактильные образы, визуализацию в *n*-мерном пространстве и т.п. Однако этот вопрос выходит за рамки настоящей статьи.

Типы задач, требующие для решения разные виды мышления

1. Прежде всего, это типичные «школьные» задачи, для решения которых достаточно счетно-вербального мышления. Сюда можно отнести все счетные (арифметические задачи), задачи с подстановкой значений в известные формулы, задачи на составление слов из отдельных букв, а также простые логические задачи.

2. Сложные логические задачи, требующие «визуализации», т.е. образного представления в своем «пространстве мышления». Примеры – известные всем «Задача о трех мудрецах», «Волк, коза и капуста». Сюда же можно отнести задачу о мысленном подсчете количества кубиков при разрезании куба тремя взаимно ортогональными плоскостями (задача Грея Уолтера). Количество таких задач в школе сведено к минимуму.

3. Пространственные задачи, требующие непрерывной визуализации. Например, работа художника в мастерской по мотивам того, что он видел в реальности, или по мотивам классических сюжетов. В обычной школе таких уроков просто нет.

4. Сложные пространственные задачи, требующие участия визуального мышления и своего рода «пространственной логики». Пример – это работа фэшн-дизайнера, конструктора, архитектора, инженерные разработки, изобретательство.

Ниже приведены примеры задач, которые вызывают определенные затруднения у человека с «линейным» мышлением. Эти задачи можно рассматривать как своеобразный тест на интегральное мышление. Ответы приведены в Приложении.

1. Вы создаете свой виртуальный мир, и у вас есть заготовки цветов в виде белых ромашек всего с тремя лепестками. Кроме того, у вас есть три кисти с тремя разными красками. Сколько разных типов цветков может получиться, если для раскраски каждой использовать все эти три цвета?

2. Четыре точки на плоскости нарисованы так, что образуют квадрат. Можно ли так провести прямые линии (начиная с любой точки), не отрывая карандаш от бумаги, чтобы тремя линиями пересечь все эти точки, закончив рисунок в исходной точке.

3. У вас есть 6 спичек. Сложить из них 4 одинаковых треугольника.

4. У вас есть 6 спичек. Можно ли их сложить так, чтобы получилось шесть одинаковых треугольников?

5. Возьмем шахматную доску размером 8x8 полей. Если взять фишку от домино, то одна такая фишка закрывает два поля, поэтому всю шахматную доску можно плотно закрыть этими фишками. А если вырезать из шахматного поля верхнее левое и нижнее правое поле, то можно ли плотно закрыть фишками всю доску?

Реальные задачи и школа

Мозг человека формировался в процессе эволюции. Возникает естественный вопрос – каков тот спектр задач, которые решал первобытный человек для своего выживания и развития, и как этот спектр изменился в наше время. Этот вопрос влечет за собой и следующий – как развивать мозг ребенка в дошкольном возрасте и как эффективно учить детей в школе? Если обратиться к методикам, продвигаемым логопедами, детскими психологами и педагогами в младших классах, то мы увидим методики развития «мелкой моторики», методики натаскивания ребенка на классификацию цветов, простейших геометрических фигур, предметов (типа теста «четвертый лишний»), на запоминание букв и цифр. Развитие логического мышления, речи и письма – вот базовые темы дошкольного и раннего школьного обучения.

Однако эти задачи не позволяют в должной степени развить мозг будущего биолога, геолога, инженера, летчика, художника, ученого. Мы знаем известных и даже великих деятелей, не овладевших в полной мере чтением и письмом. Это Леонардо да Винчи, Альберт Эйнштейн, Томас Эдисон, Сергей Эйзенштейн, наконец, Билл Гейтс... Все эти люди – дислексики, т.е. лица, не способные читать так, как читают большинство взрослых людей. Все они внесли колоссальный вклад в науку, технику и искусство. Между тем в школе дислексики обычно носят ярлык детей с отставанием в развитии.

В реальной жизни человечество сталкивается с множеством трудных задач, решение которых необходимо для технического и научного прогресса. Для решения этих задач совершенно недостаточно линейного левополушарного мышления, нужны дополнительные интеллектуальные ресурсы, прежде всего образное мышление, генерация и визуализация новых идей, что обеспечивает правое полушарие.

По недавним оценкам в мире имеется более 80% «функционально неграмотных» людей, т.е. лиц, не способных решать те задачи, которые не имеют прямого счетного или логического решения, а требуют предварительного анализа, включения визуального мышления, выработки гипотез, поиска алгоритма эффективного решения. Но в школе этому не учат.

Вот что пишет по этому поводу известный психолог и психиатр Вадим Ротенберг: «В 2003 году у нас по школам собирали статистику интеллектуальных умений подростков. Достаточными навыками чтения обладали всего 36% школьников. Из них только 25% учащихся были способны выполнять задания средней сложности, например, обобщать информацию, расположенную в разных частях текста, соотносить текст со своим жизненным опытом, понимать информацию, заданную в неявном виде. Высокий уровень грамотности чтения, т.е. способность понимать сложные тексты, критически оценивать представленную информацию, формулировать гипотезы и выводы, показали только 2% российских учащихся» (Ротенберг, 2009).

В то же время, уже с первых дней жизни, ребенок самостоятельно учится решать массу реальных задач, требующих развития его сенсорных способностей, крупной моторики и мышления. К этим задачам можно отнести: умение оценить пространственную удаленность, высоту, манипулировать с предметами, передвигаться и ориентироваться в сложном пространстве, правильно реагировать на приближение опасных предметов в пространстве, узнавать лица знакомых людей, распознавать предметы, мелодию, характерные звуки, визуализировать в памяти то, что ранее было запомнено и т.д. и т.п.

Все эти задачи можно объединить в один класс: это трехмерные неформализованные задачи с непрерывными переменными, которые еще и протекают во времени. О сложности таких задач говорит тот факт, что до сих не создано автономного робота, способного перемещаться и функционировать в сложной среде, принимая адекватные решения в возникающих ситуациях.

Во взрослой жизни человек постоянно сталкивается с несложными задачами, которые могут не иметь четкого алгоритма решения, но которые нужно решать, чтобы выполнить ту или иную работу. Вот примеры простых жизненно важных задач – выложить прямую дорожку из камней или кирпичей, равномерно покрасить стену, сколотить табуретку, чтобы не шаталась, скроить и сшить платье, управлять авто в сложном транспортном потоке ... и т.д.

Все эти задачи не требуют знания высшей математики, физики и экономики. Для их решения требуются перцептивные умения, перечисленные выше, а также развитый «продуктивный мозг», т.е. «интегральное мышление». Однако решению таких задач в начальной школе не учат, то есть, в школе, по существу, не занимаются проблемой РАЗВИТИЯ МОЗГА ребенка.

В то же время в программу добавляют предметы так называемого «академического» толка с включением таких мало полезных для обычного человека предметов, как молекулярная и атомная физика, логарифмы и тригонометрия...

Важно осознавать, что научно-технический прогресс обеспечивается сравнительно небольшим кругом интеллектуалов с интегральным мышлением, способных решать практически любые задачи, которые ставит им жизнь. Примеры таких задач можно найти в так называемом «задачнике П.Л. Капицы» (Капица, 1966).

Вот как формулируется одна из задач этого сборника: «С какой скоростью должен бежать человек по воде?» Решение подобных задач в школе (может быть факультативно) позволило бы выявить нестандартно мыслящих учеников, способных принимать вызовы и настроенных на решение трудных задач.

О том, что включение в школьную практику трудных задач полезно, говорит пример, приведенный в книге В. Ротенберга и С. Бондаренко (1989, с. 35). Проводили трехэтапное исследование трех групп испытуемых. Первая группа на первом этапе получала очень трудные задачи, никому из них не удалось решить ни одной задачи. Испытуемые второй группы, напротив, получали очень легкие задачи, которые все смогли решить. Испытуемые третьей группы получали разные задачи – и легкие и трудные, и, в среднем, решали каждую вторую задачу. На втором этапе эксперимента всем группам дали задачи, которые вообще не имели решения. На последнем, третьем этапе (экзаменационном) всем испытуемым предлагали задачи средней трудности, вполне посильные для решения. Результаты оказались шокирующими – только ученики третьей группы справились с задачами вполне успешно. Остальные же, пережив на втором этапе тяжелый опыт полного фиаско (а первая группа – опыт повторного фиаско), фактически сдались и решали экзаменационные задачи одинаково плохо.

Можно сделать вывод, что оптимальный способ научить решать любые задачи – давать задачи разной сложности, в том числе и очень трудные, чтобы постепенно вселить в ученика уверенность и стойкость к «вызовам», настроить его мозг на преодоление трудностей и стимулировать его все время возвращаться к основам теории, чтобы адекватно построить алгоритм решения.

Компьютерные технологии и мозг

В последние десятилетия наблюдается внешне мало заметное, но, по сути, кардинальное изменение нашего «информационного пространства» – его чрезмерное визуальное наполнение в ущерб вербальному и знаковому наполнению, что можно характеризовать как своеобразное «визуальное загрязнение» среды (Левашов, 2008, 2009). Современный горожанин, в массе своей, работает, глядя на монитор, а в свободное время часто смотрит либо на экран телевизора, либо на экран смартфона, планшета или другого гаджета.

Приходится констатировать, что сегодня во всем мире кардинально изменилось соотношение между вербальной и невербальной информацией, приходящей в мозг. Это увеличивает нагрузку на правое полушарие мозга. Как известно между полушариями существуют сложные отношения, причем одними из основных являются взаимно тормозные (реципрокные) отношения (Кок, 1967; Балонов и Деглин, 1976; Ротенберг, 1989, 2009). Перегрузка правого, образного, полушария у детей должна негативно сказываться на развитии речи, умении читать, счетного и логического мышления, что мы сейчас и можем наблюдать по росту числа дислексиков и дисграфиков. Парадоксально, что на самом деле правое полушарие не получает дополнительного развития при участии в компьютерных играх. Может улучшиться только зрительно-моторная реакция на эпизоды в этих играх, но не визуальное мышление. Пока что число игр, способных целенаправленно развивать способности правого полушария, если и ненулевое, то очень минимальное.

При этом возникает новая проблема, связанная с повсеместным использованием компьютеров и компьютерных игр. Она заключается в том, что человек теряет способность наблюдать непрерывные физические процессы, анализировать, выдвигать гипотезы, делать «мысленные эксперименты» – ведь при работе с компьютером и в компьютерных играх, как правило, все ответы можно найти в поисковых системах и

«скачать». В результате у ребенка утрачивается способность к восприятию и пониманию сложных непрерывных процессов, часто встречающихся при изучении физики и биологии.

Вот лишь один реальный пример. Студенты второго курса на лабораторной по физике знакомятся с понятием фотоэффекта. На вопрос преподавателя «В каких единицах измеряется сила света?» отвечают: «В вольтах!» Почему? Потому что они привыкли смотреть на экран монитора и искать там ответы на все вопросы. В данном примере они видят только одну переменную – отклонение стрелки вольтметра, которое возникает после того, как свет попадает на фотоэлемент. Остальные непрерывные процессы – свет, как поток фотонов, возникающий электрический ток, и т.п. – присутствуют в неявном виде, скрыты от их сознания, поэтому неверный ответ дается студентами без тени сомнений.

Еще одна опасность компьютерных игр – недоразвитие оперативной памяти. В последнее время в специальной литературе ее чаще обозначают термином «рабочая память» (working memory) (Клинберг, 2010).

Рабочая память (РП) – это промежуточная память, удерживающая входную информацию в течение нескольких секунд и позволяющая манипулировать с поступившими сигналами с помощью соответствующих «мозговых опций». Иными словами, именно в пространстве рабочей памяти и НАЧИНАЕТСЯ ПРОЦЕСС МЫШЛЕНИЯ! Вот цитата Т. Клинберга (Клинберг, 2010): «В настоящее время объем рабочей памяти – самый точный индикатор интеллекта... Об этом свидетельствуют ...практические исследования когнитивных возможностей человека» (Клинберг, 2010, с. 50).

Ребенок, играя в компьютерные игры, как уже было сказано выше, всю нужную информацию на 90% получает прямо на экране, ему не нужно что-то решать в уме, манипулировать в уме, визуализировать в своей памяти, воображать, строить гипотезы. В результате у детей плохо развивается рабочая память.

Процесс усвоения новых знаний

Начав говорить о мышлении, мы не можем обойти вопрос о том, как образуется «база знаний» в процессе обучения. Исходя из общих сведений о процессе мышления и данных о работе мозга, можно выдвинуть предварительную (рабочую) гипотезу о процессе приобретения новых знаний на базе старых.

Если говорить совсем коротко, то в долговременной памяти строится некоторая «многоэтажная» конструкция из **фреймов**. Каждый **фрейм** – это законченная **формула**, объясняющая тот или иной факт, плюс некий абстрактный **визуальный образ**.

Поясним эту конструкцию на примерах. Так, фрейм представления об «электрическом напряжении» может выглядеть как формула $I \times R$ плюс образ направленного «течения» электронов в «горку» (это «образ» сопротивления R). Чем круче горка, тем больше сопротивление и больше разность потенциалов на концах сопротивления.

Естественно предположить, что каждый фрейм устроен иерархически. Например, в фрейм «напряжение» встроен фрейм «электрический ток», имеющий образ «поток электронов». В свою очередь в фрейме «электрический ток» может оказаться встроенным фрейм «электрон».

Можно предположить, что при нормальном процессе усвоения знаний все фреймы в долговременной памяти представлены в виде отдельных нейронных сетей, которые образуют сложную иерархическую структуру, и что между отдельными фреймами образуются ассоциативные связи. Например, фрейм «электрический ток»

может иметь ассоциативную связь с фреймом «горный поток», а фрейм «напряжение» – с фреймом «напряжение мышц» и т.п. Построение таких ассоциаций позволяет закрепить новый фрейм в этой иерархической структуре знаний, а также помогает понять, вспомнить самому или объяснить другому человеку любое понятие, пользуясь уже известными ему знаниями и образными ассоциациями.

Чем меньше таких ассоциаций и чем «проще» каждый фрейм, тем труднее его хранить и отыскивать в памяти, т.е. использовать при попытках усвоить новый сложный факт, процесс или явление. В самом простом случае фреймы могут иметь вид словесных определений или математических формул, у них может отсутствовать явный визуальный образ и ассоциативные связи между разными фреймами. Это происходит при использовании левополушарного «линейного» мышления без поддержки образного правополушарного.

Если же одновременно включаются механизмы «понимания» левого и правого полушария, то фреймы приобретают черты, описанные выше – они имеют хорошо проработанную иерархию, свои визуальные образы (своего рода «ярлыки»), и богатую структуру ассоциативных связей.

Согласно нашей гипотезе, в процессе обучения новый факт через рабочую память сопоставляется с разными «ярлыками», затем в рабочую память «отправляется» один или цепочка фреймов для сопоставления. После сопоставления либо образуется новый фрейм, обозначающий новый факт, либо новый фрейм вставляется в уже имеющуюся структуру знаний по «ассоциативной схеме». Таким образом, общая база знаний расширяется.

Решающую роль при усвоении знаний в этой схеме играют долговременная и рабочая память. Особая роль рабочей памяти в этом процессе состоит в том, что именно в этом пространстве происходит обработка нового фрагмента знания (например, при знакомстве с новым физическим законом) и привязка его к ранее сформированной структуре знаний. Рабочая память – это своего рода сборочная мастерская для формирования фреймов. А долговременную память можно сравнить с некоторым складом, куда закладывается новый фрейм.

Понятно, что чем меньше объем рабочей памяти, тем труднее происходит «построение» структуры знаний у конкретного индивида. Предлагаемая здесь схема позволяет понять, почему один ученик (теперь всемирно известный ученый) с несовершенной системой «чтения текста» (дислексик), несший на себе ярлык «отстающего», но имеющий мощную систему ассоциаций и образов, а также хорошую рабочую память, постепенно обогнал сверстников в глубине знаний и, в конце концов, сформулировал «общую теорию относительности». Возможно также, что у него оказался более мощный потенциал «мотивации усвоения», иными словами желание и способность ставить правильные вопросы и понимать новые сложные явления и процессы, опираясь на свою быстро растущую базу знаний.

Обратный пример. Школьный отличник, достигший успехов в скорости чтения, выучивший таблицу умножения и хорошо запоминающий простые формулы в математике, в конечном счёте, оказывается неспособным усвоить более сложные закономерности, например, понять процесс фотоэффекта, законы атомной физики и квантовой механики. У такого ученика, если он к тому же увлекался компьютерными играми, не развилась в нужной степени рабочая память, а система ассоциаций осталась неэффективной, поскольку формировалась она, в основном на базе вербально-логико-числовых механизмов левого полушария, которое у него упорно и планомерно развивали педагоги, не уделяя внимания развитию правого.

Заключение

Полученные в последние годы новые знания об асимметрии мозга и об асимметрии мышления позволяют поставить вопрос о пересмотре парадигмы современного дошкольного и школьного образования и о жестком контроле использования детьми компьютерных игр в дошкольном и младшем школьном возрасте. Иначе, в обозримом будущем можно получить поколение людей с «линейным» левополушарным мышлением и с недостаточной рабочей памятью, неспособных ставить и решать новые научные и технические задачи.

Литература:

1. Арнхейм, Р. Визуальное мышление / Р. Арнхейм // Зрительные образы. Феноменология и эксперимент: Часть II. – Душанбе, 1973. – С. 8-98.
2. Баллонов, Л.Я. Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий / Л.Я. Баллонов, В.Л. Деглин. – Л.: Наука, 1976. – 218 с.
3. Капица, П.Л. Физические задачи / П.Л. Капица. – М.: Знание, 1966. – 16 с.
4. Клингберг, Т. Перегруженный мозг / Т. Клингберг. – М.: Ломоносов, 2010. – 207 с.
5. Кок, Е.П. Зрительные агнозии / Е.П. Кок. – Л.: Медицина, 1967. – 223 с.
6. Левашов, О.В. Визуальное загрязнение среды и проблема дислексии / О.В. Левашов // Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии и нейропластичности. – М.: НЦН РАМН, 2008. – С. 327-330.
7. Левашов, О.В. Асимметрия информационного пространства человека и проблема дислексии / О.В. Левашов // Асимметрия. – 2009. – Т. 3. – № 2. – С. 45-49.
8. Ротенберг, В.С. Межполушарная асимметрия, ее функция и онтогенез / В.С. Ротенберг // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. – М.: Научный мир, 2009. – С. 164-184.
9. Ротенберг, В.С. Мозг, обучение, здоровье / В.С. Ротенберг, С.М. Бондаренко. – М.: Просвещение, 1989. – 239 с.

Ответы к задачам

1. Разных цветков получится всего два, если лепестки расположены симметрично, и шесть, если асимметрично.
2. Нужно выйти за пределы квадрата, продолжив первый отрезок, и построить прямоугольный треугольник.
3. Для решения нужно перейти от плоскости к объему, то есть расположить 6 спичек «пирамидкой».
4. Для решения этой задачи нужно сложить два треугольника и наложить один треугольник на другой в форме шестиконечной звезды. На получившейся фигуре будет шесть треугольников.
5. Шахматное поле состоит из черных и белых полей. Если вырезаны антисимметричные поля (два черных или два белых), то число черных и белых полей станет разным. Это означает, что найдутся такие крайние поля, где останется по одной незакрытой клетке. Поэтому в этом случае все поля фишками от домино закрыть в принципе нельзя.

Поступила в редакцию: 03.05.2016 г.

Сведения о авторах

О.В. Левашов – кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник Лаборатории возрастной физиологии мозга, Отдел исследования мозга, Научный центр неврологии, Москва.

С.П. Берлов – старший преподаватель кафедры физики, Институт Базового Образования в составе НИТУ МИСИС (Национальный Исследовательский Технологический Университет «МИСиС», Москва).