

Л. В. Черенкова, Л. В. Соколова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗРИТЕЛЬНО-СЛУХОВЫХ АССОЦИАЦИЙ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Вопрос о механизмах интеграции стимулов разной модальности является одним из важнейших и пока нерешенных в области когнитивной психофизиологии. Несмотря на то, что влияние зрительной информации на восприятие звуковых, и в особенности речевых сигналов, казалось бы, доказано в целом ряде экспериментов [1–4], остается открытым вопрос о становлении этого процесса в онтогенезе [5, 6].

В период раннего детства выделяют три уровня межсенсорного взаимодействия, которые включаются у ребенка последовательно [5–7]. Сразу после рождения ребенка имеет место первый, наиболее глобальный уровень взаимодействия — амодальная временная синхронизация между звуковыми и зрительными стимулами. Далее формируется более специфическое амодальное взаимодействие, которое учитывает временную микроструктуру, общую для зрительно-звуковых сигналов, и тем самым определяет пространственную и временную композиции объектов. Для третьего уровня характерно модально-специфическое взаимодействие, которое учитывает параметры зрительных и звуковых стимулов. Этот процесс особенно ярко проявляется в период дошкольного детства, когда происходит интенсивное функциональное развитие сенсорных и ассоциативных систем мозга [7–9].

С целью изучения особенностей становления процессов межсенсорной интеграции у детей дошкольного возраста была применена поведенческая парадигма экспериментального формирования зрительно-слуховых ассоциаций при распознавании фонем, апробированная на взрослых здоровых людях [10]. В проведенном исследовании была продемонстрирована возможность экспериментального формирования зрительно-слуховой ассоциации при распознавании фонем на фоне предъявления зрительных изображений. Анализ изменения параметров реакций при изменении условий предъявления зрительных и звуковых стимулов показал, что прочность экспериментально вырабатываемых ассоциаций зависит от зрительной части раздражителя, а при появлении новых сочетаний звуковых и зрительных пар стимулов наблюдается возрастание времени реагирования и значительное увеличение процента ошибочных реакций, что особенно четко демонстрируется в случае ассоциации фонем с жестами руки [10]. Выбор данной экспериментальной парадигмы обусловлен и тем, что ее использование дает дополнительные возможности изучения особенностей восприятия и реакции ребенка на «социально нагруженные» стимулы (фонема, жест), выступающие в качестве важных элементов социально-коммуникативного взаимодействия.

Методика экспериментов

Испытуемые. В эксперименте принимали участие 30 детей в возрасте от четырех до шести с половиной лет (15 девочек и 15 мальчиков), посещающие ДООУ № 20

(г. Санкт-Петербург). Все дети предварительно были протестированы по методике Векслера для дошкольников [11] и имели IQ более 100 баллов. Практически все дети использовали правую руку в качестве ведущей (за исключением одного ребенка) и не имели проблем со слухом.

Родители детей, принимавших участие в данном психофизиологическом исследовании, выразили добровольное согласие на их участие в экспериментах.

Стимулы. В качестве звуковых стимулов были использованы фонемы [а] и [и]. Звуки произносились диктором мужского пола, записывались, нормировались, выравнивались по длительности и амплитуде с помощью программы CoolEdit 2.0. Зрительные стимулы размером 4 × 8 см представляли собой изображения либо геометрических фигур (круг и квадрат), либо жестов кисти руки из азбуки глухонемых, соответствующие буквам «а» и «и». Испытуемому предъявлялись сочетания зрительных и звуковых стимулов. Начало предъявления изображения и звука совпадало во времени, длительность звукового стимула составляла 100 мс, зрительного — 300 мс, интервал между сочетаниями — 2000 мс.

Аппаратура. Для предъявления сигналов использовали ноутбук Samsung R40-1 с размером экрана 15 дюймов. Порядок предъявления сигналов и регистрации параметров реакции ребенка обеспечивался компьютерной программой Presentation, Version 14.4 Build 04.02.10.

Поведенческая парадигма. Ребенок располагался на удобном стуле за столом перед компьютером, расстояние от экрана монитора до глаз испытуемого составляло 50 см, звук подавался через динамики. Ребенку давали речевую инструкцию реагировать на предъявление фонем («а» и «и»), нажимая на соответствующие кнопки клавиатуры пальцами правой или левой руки. В отношении зрительных изображений ребенку не давалось никаких инструкций.

Психофизиологическое обследование каждого ребенка проходило в течение четырех дней. На протяжении эксперимента использовалось сочетание зрительных и звуковых стимулов, объединенных в четыре сценария (по 100 сочетаний в каждом).

В тренировочной части эксперимента (первые два дня) для формирования у детей зрительно-слуховых ассоциаций использовали сценарии № 1 и 2, которые предъявлялись в разной последовательности каждый день. В сценарии № 1 сочетали предъявление звука «а» с изображением круга и предъявление звука «и» с изображением квадрата (сочетания «фигура–звук»); в сценарии № 2 сочетали предъявление звука «а» с изображением жеста «а» и предъявление звука «и» с изображением жеста «и» (сочетания «жест–звук»). Все сочетания предъявляли в равных количествах и в случайном порядке.

Для тестирования качества формирования у ребенка зрительно-слуховых ассоциаций в третий день эксперимента использовали сценарии № 3 и 4 (тест 1), содержащие измененные по отношению к первым двум сценариям сочетания. В сценарии № 3 использовали те же сочетания «фигура–звук» (согласованные попытки), но в качестве измененных сочетаний в 20% случаев предъявляли звук «а» на фоне изображения квадрата или звук «и» на фоне предъявления изображения круга (несогласованные попытки). В сценарии № 4 использовали описанные выше сочетания «жест–звук» (согласованные попытки), но в качестве измененных сочетаний в 20% случаев предъявляли звук «а» на фоне жеста «и», а звук «и» на фоне жеста «а» (несогласованные попытки). В четвертый день эксперимента проводилось тестирование степени различения ребенком входящих в используемые ранее сценарии мономодальных пар стимулов

(тест 2) — сценарии № 5, 6 и 7. В сценарии № 5 для различения предъявлялись звуки «а» и «и» («звук–звук»). При этом экран монитора в течение всего времени предъявления стимулов был равномерно освещен. В сценарии № 6 для различения предъявляли изображения круга и квадрата («фигура–фигура»), а в сценарии № 7 — изображение жеста «а» и изображение жеста «и» («жест–жест»). Протоколы всех сценариев включали по 60 предъявлений каждого стимула в случайном порядке.

Во время выполнения всех задач эксперимента регистрировали время реакции (от начала предъявления стимула до нажатия на кнопку клавиатуры). При обработке результатов определяли: 1) среднее значение времени реакции на согласованные и несогласованные предъявления стимулов, а также на отдельные предъявления звука и зрительного изображения, 2) количество ошибочных ответов в процентном отношении от общего числа соответствующих стимулов. Статистическая достоверность результатов эксперимента проверялась методом дисперсионного анализа при помощи программы SPSS 11.5.

Результаты экспериментов

Предварительный анализ результатов исследования показал, что дети разных возрастных групп несколько отличаются по стратегии поведения при введении в протокол сценариев эксперимента измененных сочетаний стимулов (тест 1). В связи с этим был проведен факторный анализ для определения наиболее значимого фактора, который можно было взять за основу при разделении детей на группы. В качестве таковых были взяты: «возраст», «тест 1», «тест 2». Было выявлено, что наиболее значимыми факторами являются «тест 1» ($F/1,28/ = 196,3; p < 0,001$) и «возраст» ($F/1,28/ = 85,4; p < 0,01$); взаимодействие этих факторов было также достоверно ($F/2,28/ = 154,3; p < 0,01$). В соответствии с результатами факторного анализа все дети были разделены на три группы: группа I — дети 4–5 лет (5 детей), группа II — дети 4,5–6 лет (20 детей), группа III — дети 5,5–6,5 лет (5 детей).

В тренировочной части эксперимента детей вначале обучали соотносить предлагаемые фонемы с определенными кнопками клавиатуры, а затем предъявляли данные фонемы в сопровождении либо геометрических фигур, либо изображений жестов. Критерием формирования зрительно-слуховой ассоциации являлось снижение числа ошибок и уменьшение величины времени реакции по мере тренировки в течение трех последовательных дней (рис. 1, а, б). Следует отметить, что процесс обучения проходил неравномерно в разных группах. Быстрее обучались дети группы II (4,5–6 лет). Достоверное снижение числа ошибок ($t = 3,4, p < 0,01$) и величины времени реакции ($t = 4,1, p < 0,001$) у них наблюдалось уже во второй день эксперимента (рис. 1, а, II; б, II). У детей группы I (4–5 лет) и группы III (5,5–6,5 лет) достоверное снижение числа ошибок ($t = 2,98, p < 0,05$ и $t = 2,73, p < 0,05$ соответственно) удалось выявить только к третьему дню эксперимента. При этом время реакции достоверно снижалось только при различении фонем на фоне фигур ($t = 2,67, p < 0,05$ и $t = 2,59, p < 0,05$ соответственно). При использовании в качестве зрительных стимулов изображений жестов достоверного снижения времени реакции в течение трех дней выявлено не было (рис. 1, а, I, III; б, I, III). У детей группы II также было отмечено большее число ошибок и значения времени реакции при различении фонем, предъявляемых на фоне изображений жестов, по сравнению с использованием изображений фигур, однако эти различия не были достоверны (рис. 1, а, б, II).

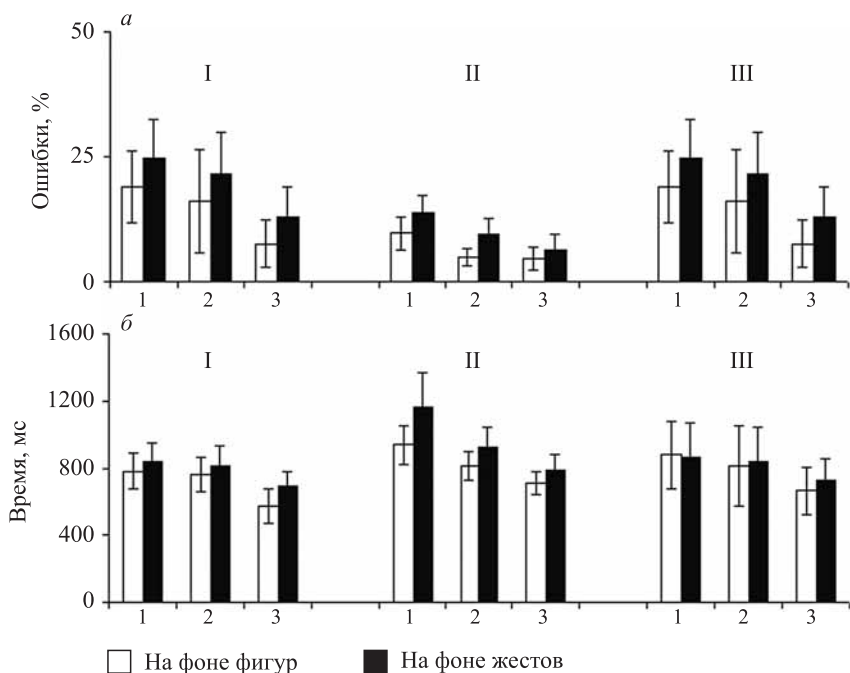


Рис. 1. Параметры формирования зрительно-слуховой ассоциации у детей дошкольного возраста:

a — динамика изменения числа ошибок в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет; *б* — динамика изменения средних значений времени реакции в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет. По горизонтали — номер экспериментального дня. Вертикальные линии — значение доверительного интервала при $p < 0,01$ (то же для рис. 2–4).

В тестовой части эксперимента проверялись а) прочность формирования у детей зрительно-слуховой ассоциации с помощью введения новых сочетаний зрительных и звуковых стимулов (тест 1) и б) степень различения ребенком входящих в используемые ранее сценарии моноmodalных пар стимулов для определения уровня обратной эффективности при сформированной ассоциации (тест 2).

В тесте 1, наряду со знакомым уже сочетанием звуков и зрительных стимулов, (согласованные попытки) в 20% случаев предъявляли противоположное сочетание звуков и изображений (несогласованные попытки). Критерием сформированности зрительно-слуховой ассоциации считается увеличение числа ошибок и значения времени реакции в условиях предъявления несогласованных сочетаний. Как видно из рис. 2, введение несогласованных сочетаний приводило к достоверному увеличению числа ошибок у всех детей ($t = 5,16, p < 0,01$; $t = 7,93, p < 0,001$; $t = 6,98, p < 0,001$ для групп I, II и III соответственно). Средние значения времени реакции достоверно возрастали у детей группы I ($t = 3,12, p < 0,05$) и группы II ($t = 4,17, p < 0,001$) (рис. 2, б, I, II). У детей группы III также наблюдалось увеличение времени реакции при введении несогласованных сочетаний стимулов, но оно не было достоверным (рис. 2, б, III). Необходимо также отметить, что у детей всех групп не отмечается достоверных различий по числу ошибок и величине времени реакции при различении звуков на фоне предъявления фигур и жестов (см. рис. 2).

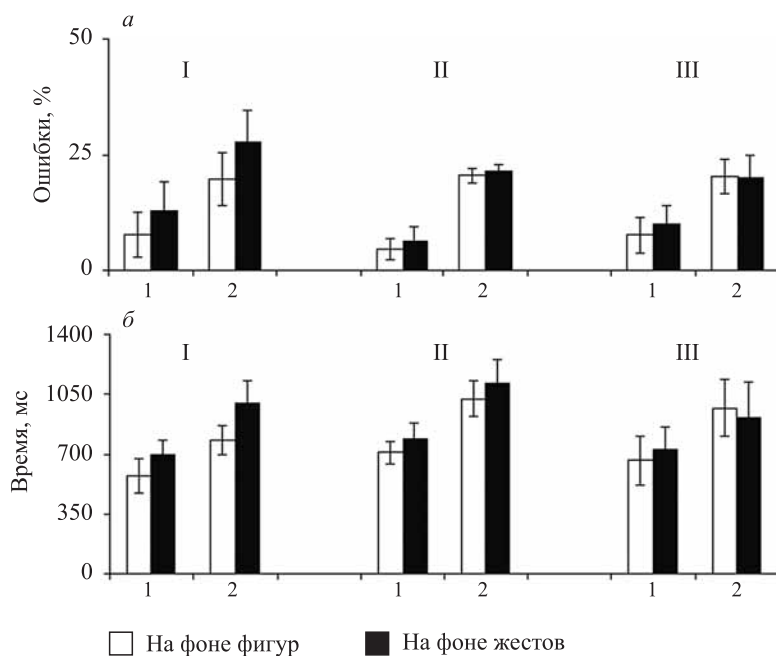


Рис. 2. Изменение параметров зрительно-слуховой ассоциации у детей дошкольного возраста при введении новых зрительно-звуковых сочетаний:

a — динамика изменения числа ошибок в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет; *b* — динамика изменения средних значений времени реакции в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет. По горизонтали: 1 — последний день обучения; 2 — тест 1.

Анализ характера ошибочных реакций выявил различия между группами детей при выполнении данного теста. С одной стороны, у всех детей отмечали достоверное увеличение числа ошибок именно при введении новых сочетаний звуков и изображений (несогласованные попытки) ($t=9,87, p<0,001$; $t=4,68, p<0,01$; $t=4,57, p<0,01$ для детей групп I, II и III соответственно) по сравнению с уже знакомыми им стимулами (согласованные попытки) — это наблюдалось при распознавании фонем как на фоне фигур, так и на фоне изображений жестов (рис. 3, *a*). С другой стороны, дети группы II практически все ошибки (80–100%) совершали именно при предъявлении несогласованных сочетаний, а при предъявлении стимулов в прежнем сочетании (согласованные попытки) число ошибок достоверно не отличалось от такового в последний день обучения (рис. 2, *a*, II, 1 и рис. 3, *a*, II, 1). Дети группы I и группы III в согласованных попытках тестовой серии ошибались чаще, чем в период обучения, и соотношение числа ошибок в согласованных и несогласованных попытках у них было иное, чем у детей группы II. На рис. 3, *a*, II показано, что в случае использования сочетаний «фигура-звук» число ошибок в несогласованных попытках у детей группы II достоверно больше, чем у детей группы I и группы III ($t=3,67, p<0,05$ и $t=3,58, p<0,05$ соответственно). При использовании сочетаний «жест-звук» эта тенденция также наблюдается, но отмечаемые различия были недостоверны.

Анализ средних значений времени реакции выявил, что достоверных различий по этому параметру в согласованных и несогласованных попытках не отмечается ни

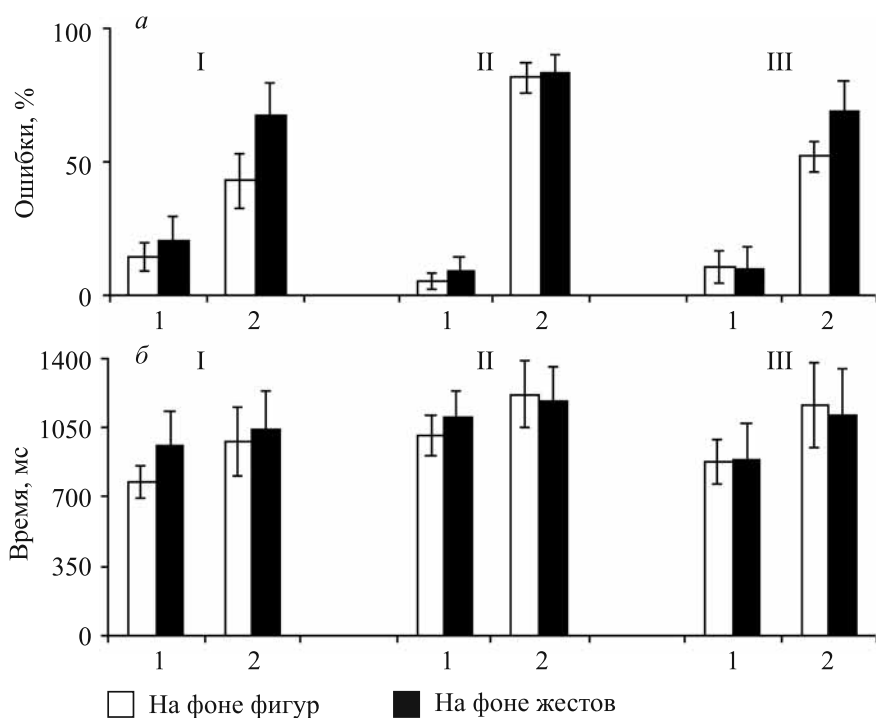


Рис. 3. Изменение параметров реакций у детей дошкольного возраста при введении согласованных и несогласованных зрительно-звуковых сочетаний:

a — динамика изменения числа ошибок в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет; *b* — динамика изменения средних значений времени реакции в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет. По горизонтали: 1 — согласованные попытки; 2 — несогласованные попытки.

у одной из групп детей (рис. 3, *b*). Однако, как видно из рисунка, время реакции в согласованных попытках несколько меньше, особенно у детей группы I и группы III. Возрастает при этом и вариабельность величин времени реакции.

В тесте 2 проверяли способность ребенка к различению мономодальных стимулов, используемых при формировании зрительно-слуховой ассоциации. Вначале проверяли различение фонем «а» и «и», при этом зрительное изображение отсутствовало. Далее предъявляли лишь визуальные изображения — сначала фигур, а затем жестов при отсутствии звукового сопровождения. Детей просили нажимать на кнопки клавиатуры так, как они делали это при одновременном сочетании зрительных и слуховых стимулов. Из рис. 4, *a* видно, что все дети легко различали мономодальные раздражители, хотя и совершали достоверно больше ошибок при различении изображений жестов, предъявляемых без звукового сопровождения ($t=2,94, p < 0,05$; $t=3,59, p < 0,01$; $t=6,98, p < 0,001$ для детей групп I, II и III соответственно).

Критерием проявления обратной эффективности в процессе межсенсорной интеграции считается увеличение времени реакции на мономодальные стимулы по сравнению с бимодальными [6]. Анализ латентных периодов реакций на предъявление би- и мономодальных стимулов показывает, что у детей группы I и группы II этот критерий соблюдается: при одиночном предъявлении стимулов отмечаются достоверно

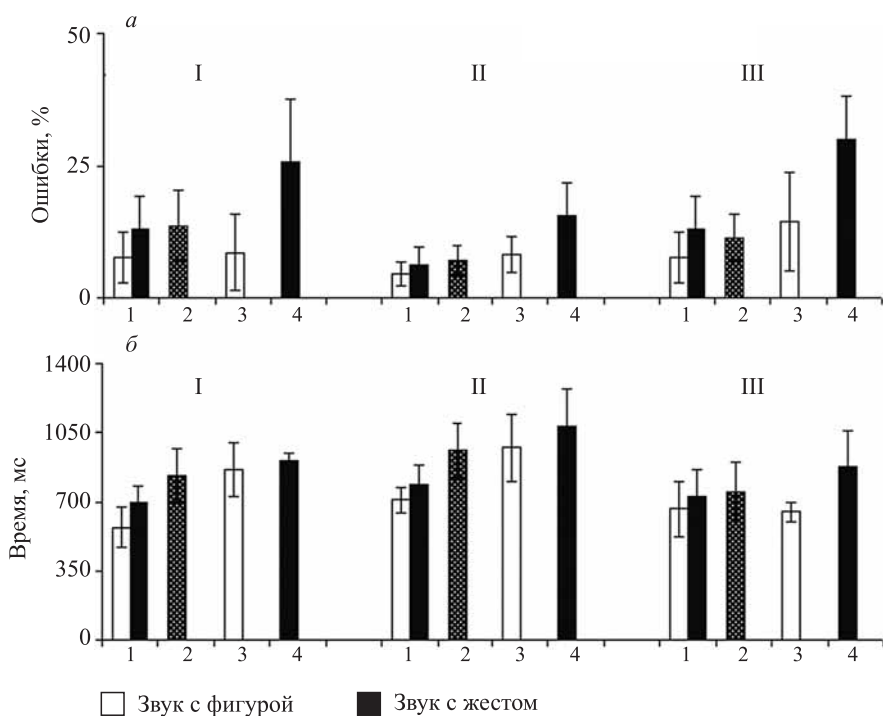


Рис. 4. Изменение параметров реакции при предъявлении детям дошкольного возраста отдельных компонентов зрительно-слуховой ассоциации:

а — динамика изменения числа ошибок в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет; *б* — динамика изменения средних значений времени реакции в группах детей четырех (I), пяти (II) и шести (III) лет. По горизонтали: 1 — звук + зрительный стимул; 2 — звук; 3 — фигуры; 4 — жесты.

большие значения латентных периодов (на звуки — $t=3,59, p<0,01$ и $t=6,98, p<0,001$; на фигуры — $t=3,59, p<0,01$ и $t=6,98, p<0,001$; на жесты — $t=3,59, p<0,01$ и $t=6,98, p<0,001$ соответственно) по сравнению со зрительно-звуковым комплексом (рис. 4, б, I, II). У детей группы III достоверность различий этих величин не наблюдается. Более того, время реакции на предъявленные отдельно звуки и фигуры меньше, чем при использовании сочетания этих раздражителей (рис. 4, б, III).

Обсуждение результатов исследования

Анализ динамики изменения параметров реакций на фонемы, сопровождаемые предъявлением зрительных изображений, показал, что в течение трех дней наблюдается достоверное уменьшение числа ошибок и среднего значения времени реакции, что говорит о процессе постепенного формирования у всех детей, начиная с четырех лет, зрительно-слуховой ассоциации, несмотря на инструкцию о различении фонем. Аналогичная картина наблюдается и у взрослых испытуемых [10].

Сравнение использования разных зрительных изображений выявило, что быстрее происходит формирование ассоциации фонемы с изображением фигур, нежели с изображением жестов. Этот факт свидетельствует о том, что для детей данных возрастных

групп задача различения фонем на фоне изображений жестов представляет большую сложность по сравнению с их различением на фоне изображения простых геометрических фигур.

Данные литературы говорят о том, что одной из основных характеристик формирования мультисенсорной ассоциации является уменьшение времени реакции на сочетанный стимул по сравнению с применением отдельных компонентов ассоциации (явление обратной эффективности) [2, 4, 6, 14]. Однако в исследовании А. А. Александрова и соавторов, которые впервые предложили использованную в настоящей работе поведенческую парадигму для изучения экспериментального формирования зрительно-слуховых ассоциаций при распознавании фонем [10], показано, что у взрослых людей это условие не соблюдается: время реакции на бимодальный зрительно-слуховой сигнал превышает таковое на предъявление звукового компонента. Авторы предполагают, что это связано с особенностями применяемой поведенческой парадигмы: использование двух двигательных реакций, предъявление фонем в качестве звуковых стимулов и изображений фигур и жестов в качестве зрительных стимулов усложняет задачу и требует большего внимания от испытуемого.

Вместе с тем фактор возраста накладывает отпечаток на процесс формирования зрительно-слуховых ассоциаций. В нашем исследовании, посвященном изучению особенностей становления интегративных функций мозга в дошкольном возрасте, показано, что у 4–5-летних детей (группы I и II) основное условие формирования мультисенсорной ассоциации соблюдается полностью, т. е. время реакции на отдельные компоненты сочетанного сигнала превышает таковое на интегрированные стимулы. Для детей 6-летнего возраста (группа III) уже отмечается тенденция к реакции по «взрослому» типу — увеличению времени реакции на бимодальный стимул по сравнению с мономодальным, однако этот показатель находится на еще недостоверном уровне. Выявленная нами особенность «детской» реакции свидетельствует о том, что, по всей видимости, на данном возрастном этапе имеет место «чистая» ассоциация информации от зрительных и звуковых стимулов без ее взаимодействия с вербальной информацией, содержащейся в устной инструкции, как это наблюдается у взрослых испытуемых. Последнее нашло подтверждение в данных, полученных при введении новых сочетаний зрительных и звуковых стимулов.

Во многих поведенческих и электрофизиологических исследованиях с использованием моделей межсенсорных взаимодействий показано, что более четко проявление конкуренции моторных программ наблюдается при применении тех поведенческих парадигм, где имеет место изменение сочетаний компонентов комплексного ассоциативного сигнала [1–4, 6]. Как показало настоящее исследование, равно как и исследование, проведенное на взрослых [10], увеличение числа ошибок и времени реакций отмечается при введении в сценарий эксперимента несогласованных попыток. Однако в отличие от взрослых у детей дошкольного возраста большая часть ошибок приходится именно на новые сочетания сигналов, и их число значительно превышает таковое у взрослых [10]. Вместе с тем даже применительно к дошкольному возрасту есть свои отличительные особенности для разных возрастных групп. Так, у детей 5-летнего возраста практически все ошибки совершаются при предъявлении компонентов в новом сочетании. Это, по-видимому, связано с тем, что роль устной инструкции в регуляции поведения ребенка еще достаточно мала, и непосредственная зрительно-звуковая интеграция опирается на более сильные зрительные компоненты ассоциируемого сигнала.

ла. У 4-летних детей процесс выделения обобщенного признака еще не так выражен, что связано с недостаточным уровнем развития теменных ассоциативных областей коры в этом возрасте [9, 12, 13]. Это отражается в специфике их реагирования: в ситуации выбора дети опираются то на зрительные, то на звуковые компоненты сложного сигнала, что приводит к ошибкам как в согласованных, так и несогласованных попытках. У 6-летних детей роль устной инструкции в регуляции поведения ребенка возрастает: дети стараются следовать информации, хранящейся в памяти, однако внешняя информация еще в значительной степени влияет на процесс принятия решения. Это приводит к тому, что 6-летние дети, так же как и 4-летние, ориентируются то на зрительные, то на звуковые признаки стимулов, однако они уже способны удерживать свое внимание на задании с помощью устного повторения данной им инструкции. Результатом этой компенсирующей тактики является уменьшение ошибок в несогласованных попытках, однако их уровень еще выше, чем у взрослых [10].

Сопоставление данных, полученных на детях и взрослых, позволяет предположить, что, по-видимому, даваемая в ходе выполнения задания устная речевая инструкция, концентрирующая внимание испытуемого на процессе различения именно звуковых стимулов, способствует тому, что введенные дополнительно зрительные стимулы становятся конкурентными по отношению к выполняемой моторной программе. В целом это может объяснять увеличение времени реакции на комплексный зрительно-звуковой сигнал. Несмотря на то, что в ходе обучения время реакции на зрительно-звуковые стимулы несколько снижается, различия все же остаются. Отсюда следует, что у взрослых конкуренция между вербальной информацией, содержащейся в инструкции, и внешней интегрируемой информацией приводит к замедлению процесса принятия решения, а стало быть, к задержке инициации движения. Применительно же к детям выбранного нами возрастного диапазона можно констатировать, что регулирующая роль устной инструкции еще недостаточна велика, и внимание детей-дошкольников концентрируется, прежде всего, на процессе восприятия и анализа текущей внешней информации. Отмеченный в ряде работ низкий уровень эндогенного внимания у 4–5-летних детей обусловлен возрастными особенностями процессов функционального формирования фронтальных областей коры мозга и межполушарной асимметрии [8, 9, 12, 13]. Вместе с тем у детей 6-летнего возраста (группа III) уже появляется тенденция к поддержанию действия согласно соответствующей устной инструкции. Несмотря на то, что данный показатель еще находится на недостоверном уровне, дети при выполнении задания начинают часто вслух повторять его. Это свидетельство тому, что устная инструкция уже не игнорируется ими, как прежде.

Необходимо также отметить, что в отличие от взрослых испытуемых [10], у детей всех исследованных возрастных групп не было отмечено достоверных различий параметров реакций при использовании в качестве фоновых изображений геометрических фигур и жестов. У взрослых испытуемых при появлении рассогласованных пар стимулов, содержащих изображения жестов, различия выражены сильнее и являются достоверными. Различия при появлении рассогласованных пар стимулов для сочетания «геометрическая фигура–звук», выражены слабее и не достигают уровня значимости. Возможным объяснением наблюдаемому эффекту, как полагают авторы [10], могут служить данные, показывающие, что при наблюдении за изменением жестов отмечается обширная активация популяций нейронов, участвующих в так называемой социальной перцепции. Прежде всего, речь идет об обширной зоне в районе верхней

височной борозды (STS), нейроны которой активируются в ответ на движения рук, рта и статичные изображения жестов [15]. Авторы полагают, что вовлечение обширной популяции нейронов, участвующих в организации зрительно-речевого взаимодействия и реагирующих на жесты, облегчает формирование ассоциации зрительного изображения жеста с речевым стимулом. Изображения геометрических фигур не являются адекватными стимулами для этой системы нейронов, что сказывается на выработке зрительно-слуховой ассоциации. Отсутствие такого эффекта в нашем эксперименте может свидетельствовать о незрелости этой системы у детей дошкольного возраста.

Таким образом, в результате проведенного нами исследования особенностей формирования зрительно-слуховых ассоциаций у детей дошкольного возраста были выявлены две возрастные «переломные» точки, маркирующие этапы изменения характера становления этого процесса — 4 и 6 лет. При переходе от 4-летнего к 5-летнему возрасту увеличивается способность детей к выделению основного разделительного признака ассоциации, тогда как при переходе от 5-летнего к 6-летнему возрасту увеличивается уровень эндогенного внимания, и в связи с этим усиливается роль устной инструкции, регулирующей выполнение задачи.

Выводы

1. При выработке инструментальной реакции различения звуковых стимулов, предъявляемых на фоне зрительных изображений, у детей дошкольного возраста, как и у взрослых, непроизвольно формируется зрительно-слуховая ассоциация независимо от типа используемых зрительных стимулов.

2. Ведущим компонентом сформированной ассоциации у детей 4–6-летнего возраста является зрительная информация.

3. Роль устной инструкции начинает сказываться на параметрах выполнения задачи межсенсорной интеграции только в возрасте шести лет.

Литература

1. *Bushara R. O., Grafman J., Hallett M.* Neural Correlates of auditory visual stimulus onset asynchrony detection // *J. Neurosci.* 2001. Vol. 21, N 1. P. 300–304.
2. *Calvert G. A., Thesen Th.* Multisensory integration: methodological approaches and emerging principles in the human brain // *J. Physiology.* 2004. Vol. 98, N 1. P. 191–205.
3. *Diederich A., Colonius H.* Bimodal and trimodal multisensory enhancement: effects of stimulus onset and intensity on reaction time // *Perception and Psychophysics.* 2004. Vol. 8, N 66. P. 1388–1404.
4. *Ohara S., Lenz F., Zhou Y.-D.* Sequential neural processes of tactile-visual crossmodal working memory // *Neuroscience.* 2006. Vol. 139, N 2. P. 299–309.
5. *Lewkowicz D.J.* The development of intersensory temporal perception: an epigenetic systems // *Psychol. Bull.* 2000. N 126. P. 281–308.
6. *Development of multisensory spatial integration and perception in humans / Neil P.A., Chee-Ruiter Ch., Scheier Ch., Lewkowicz D.J., Shimojo Sh.* // *Developmental Science.* 2006. Vol. 9, N 5. P. 454–464.
7. *Schweinle A., Wilcox T.* Intermodal perception and physical reasoning in young infants // *Infant Behavior and Development.* 2004. Vol. 27, N 1. P. 246–265.
8. *Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А.* Формирование механизмов мозгового обеспечения когнитивных процессов в дошкольном возрасте // *Психофизиология матери и ребенка: нервная система.* Вып. 33 / под ред. А. С. Батуева. СПб., 1999. С. 124–146.

9. *Мачинская Р. И.* Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания: аналитический обзор // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2003. Т. 53, № 2. С. 133–145.

10. *Александров А. А., Дмитриева Е. С., Станкевич Л. Н.* Экспериментальное формирование зрительно-слуховых ассоциаций при распознавании фонем // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2009. Т. 95, № 8. С. 850–856.

11. *Ильина М. Н.* Психологическая оценка интеллекта у детей. СПб.: Изд-во «Питер», 2009. 366 с.

12. *Пространственная организация корковой электрической активности на разных стадиях зрительной установки у детей дошкольного и младшего школьного возраста / Костандов Э. А., Фарбер Д. А., Черемушкин Е. А., Мачинская Р. И., Петренко Н. Е., Ашкинази М. Л.* // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2007. Т. 57, № 6. С. 689–706.

13. *Тамбиев А. Э., Медведев С. Д., Литвиненко О. В.* Динамика развития основных свойств внимания в детском возрасте // Вопросы психологии. 2003. № 3. С. 118–122.

14. *Nickerson R. S.* Intersensory facilitation of reaction time: energy summation or preparation enhancement // Psychological Review. 1973. Vol. 80, N 3. P. 489–509.

15. *Raij T., Uutela K., Hari R.* Audiovisual integration of letters in the human brain // Neuron. 2001. Vol. 28, N 2. P. 617–625.

Статья поступила в редакцию 10 октября 2011 г.