

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР И КОНТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛОВ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 4–5 ЛЕТ

Голубева И. Ю.¹, Тихонравов Д. Л.^{2,3}, Войтенков В. Б.^{4,5,6},
Пашков А. Ю.⁴, Первунина Т. М.³

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

³Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации, Санкт-Петербург, Россия

⁴Федеральное государственное бюджетное учреждение «Детский
научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального
медико-биологического агентства», Санкт-Петербург, Россия

⁵Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им.
Г. А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты
Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

⁶Академия постдипломного образования Федерального
государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-
клинический центр специализированных видов медицинской помощи
и медицинских технологий Федерального медико-биологического
агентства», Москва, Россия

Контактная информация:

Голубева Инна Юрьевна,
ФГБУН «Институт физиологии им.
И. П. Павлова» РАН,
наб. Макарова, д. 6, Санкт-Петербург,
Россия, 199034.
E-mail: GolubevaIU@infran.ru

*Статья поступила в редакцию 26.06.2020
и принята к печати 12.10.2020.*

Резюме

Актуальность. В дошкольном возрасте наблюдаются возрастные изменения принципов обработки информации, поэтому формирование понятий является удобным подходом для сравнительного изучения когнитивных способностей здоровых детей и детей с высоким риском нарушений формирования интеллекта. **Цель.** Провести сравнительное исследование формирования понятий с использованием реальных геометрических фигур и плоскостных контурных изображений в качестве стимулов у 4–5-летних детей. **Материалы и методы.** Применялся оригинальный методический подход, при котором ребенок в условиях одновременного предъявления четырех объектов самостоятельно выявлял определенную закономерность при выборе стимулов. **Результаты.** Скорость формирования понятий «размер» и «форма»/«форма контура» достоверно не различалась у детей 4–5 лет, однако формирование обоих понятий требовало достоверно более длительного обучения при использовании изображений в качестве стимулов в сравнении с фигурами. Обнаружена неоднородность выборки детей 4–5 лет по скорости формирования понятий.

Мы предполагаем качественные различия в обработке информации, связанные с использованием индуктивной и дедуктивной функций рассудка. У детей с длительным обучением происходил синтез отдельных эмпирических представлений за счет индуктивной функции рассудка. Часть участников, вероятно, уже владела данными понятиями, и они могли сразу соотнести подкрепляемые стимулы с этими понятиями с помощью дедуктивной функции рассудка. **Заключение.** Экспериментальный психологический метод с использованием контурных изображений может использоваться в клинической практике с последующим переходом к стимулам на экране монитора компьютера с одновременной записью мозговой активности для изучения динамики психического развития ребенка и выявления задержек и отклонений в когнитивной сфере.

Ключевые слова: дедуктивная функция рассудка, дети дошкольного возраста, индуктивная функция рассудка, клинические методы исследования, эмпирические понятия.

Для цитирования: Голубева И.Ю., Тихонравов Д.Л., Войтенков В.Б. и др. Сравнительное исследование формирования понятий с использованием реальных геометрических фигур и контурных изображений в качестве стимулов у детей в возрасте 4–5 лет. Трансляционная медицина. 2020; 7 (5): 109-118. DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-5-109-118

COMPARATIVE STUDY OF THE FORMATION OF CONCEPTS USING REAL GEOMETRIC FIGURES AND CONTOUR IMAGES AS STIMULI IN CHILDREN AT THE AGE OF 4 TO 5 YEARS

Golubeva I. U.¹, Tikhonravov D. L.^{2,3}, Voitenkov V. B.^{4,5,6},
Pashkov A. Y.⁴, Pervunina T. M.³

¹Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences,
Saint Petersburg, Russia

²Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry,
Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia

³Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

⁴Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases, Saint
Petersburg, Russia

⁵Albrecht Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled,
Saint Petersburg, Russia

⁶Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of
Russia, Moscow, Russia

Corresponding author:

Golubeva Inna U.,
Pavlov Institute of Physiology RAS,
Makarova emb., 6, Saint-Petersburg, Russia,
199034.
E-mail: golubevaiu@infran.ru

Received 26 June 2020; accepted 12 October
2020.

Abstract

Background. In preschool age, age-related changes in the principles of information processing are observed. The formation of concepts is a convenient approach for the comparative study of the cognitive abilities of healthy children and children with a high risk of the impairment of the intelligence formation. **Objective.** The goal of the work was to conduct the comparative study of the formation of concepts using real geometric figures and flat contour images as stimuli in 4–5-year-old children. **Design and methods.** The original method was used in which a child independently revealed a certain pattern of choosing stimuli under the conditions of the simultaneous presentation of four objects or images. **Results.** The speed of forming the concepts of the "size" and "shape"/"contour shape" did not significantly differ in the 4-5-year-old children. However, the formation of both the concepts required the longer learning period with using the contour images compared to the the learning

period with using real objects as stimuli. The heterogeneity of the 4–5-year-old children group was related to the difference of the speed of forming concepts. This fact implies the qualitative differences in the processing of information. In the children with long-lasting training, the synthesis of separate empirical representations took place due to the inductive function of abstract thinking. Some children probably have already possessed those concepts and they could quickly relate rewarded concrete stimuli to those concepts using the deductive function of abstract thinking. **Conclusion.** Our experimental psychological method using contour images can be used in clinical practice with the subsequent transition to stimuli on a computer screen with the simultaneous recording of brain activity to study the dynamics of the children mental development, as well as to identify delays and deviations in their cognitive sphere.

Key words: clinical research methods, deductive function of abstract thinking, empirical concepts, inductive function of abstract thinking, preschool children.

For citation: Golubeva IU, Tikhonravov DL, Voitenkov VB, et al. Comparative study of the formation of concepts using real geometric figures and contour images as stimuli in children at the age of 4 to 5 years. Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2020; 7 (5): 109-118. (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-5-109-118

Введение

Идентификация объектов внешнего мира — важнейшее условие познавательного развития ребенка. Предметное восприятие, начиная от склонности детей сосредоточиться на объектах, развивается в онтогенезе и зависит от обучения [1, 2]. Обнаружены возрастные изменения принципов восприятия объектов в сторону глобальной оценки и формирования широких категориальных понятий [3] от конкретного к символическому представлению [4, 5], сдвиг от анализа объектов в сторону реляционной обработки между объектами [6], развитие стратегий обучения от пассивного, непреднамеренного к сознательному и словесно опосредуемому аналитическому познанию [7, 8]. Это приводит к увеличению производительности и повышению исполнительской способности ребенка при выполнении когнитивных задач. Нарушение в развитии этих компонентов можно обнаружить при некоторых заболеваниях. Например, сосредоточение на локальных характеристиках стимула наблюдается при аутизме [9], неспособность к сосредоточению внимания на одном измерении стимула и стратегическому познанию, а также использование стратегии обнаружения многомерного сходства обнаружено у умственно отсталых и у импульсивных детей, а также у взрослых, страдающих депрессией [10].

С возрастом у ребенка происходит увеличение абстрактных понятий, и все более значимым становится получение знаний по аналогичной проекции из знакомых базовых областей [11]. Формирование понятий является удобным методическим подходом как для онтогенетического изучения когнитивных способностей, так и для сравнительного изучения способностей здоровых детей

и детей из групп с высоким риском нарушений формирования когнитивных функций (например, недоношенные, дети с задержкой внутриутробного развития и т. п.).

Целью исследования была разработка методики, позволяющей сравнивать способности ребенка дошкольного возраста формировать или актуализировать эмпирические понятия. В данной работе тестировались дети 4–5 лет, однако в дальнейшем планируется тестирование детей еще более младшего возраста, а также испытуемых с нарушениями в психо-речевой сфере, когда понимание вербальных инструкций затруднено. Основная особенность применяемого подхода состояла в том, что дети самостоятельно, без инструкций, искали решение задачи на формирование (актуализацию) понятий.

В предыдущей работе [12] изучалась возможность применения методики формирования понятий размера и формы у детей дошкольного возраста с использованием реальных геометрических фигур в качестве стимулов для клинических исследований. Однако для параллельной записи биоэлектрической активности головного мозга (электроэнцефалография, вызванные потенциалы и др.) у детей более подходящим вариантом выполнения данной задачи является компьютерное тестирование, в котором стимулами становятся плоскостные изображения. Исходя из этого, в данном исследовании мы поставили задачу провести сравнительное исследование формирования или актуализации отдельных понятий при использовании реальных геометрических фигур и плоскостных контурных изображений в качестве стимулов у 4–5-летних детей.

Материалы и методы

Работа выполнялась в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» с поправками 2013 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава России № 266 от 19.06.2003 г.

Изучение способности формирования эмпирических понятий проводилось у 19 детей (средний возраст — 4 года 6 месяцев: минимальный возраст — 3 года 7 месяцев, максимальный возраст — 6 лет 1 месяц). Использовался разработанный дизайн эксперимента [13], апробированный на макаках-резусах и в исследованиях с участием детей 4–5 лет [12, 14].

Девять детей (средний возраст $4,5 \pm 1,0$, шесть мальчиков и три девочки) выполняли задание с реальными геометрическими фигурами на базе ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства». Эта группа участников проходила плановое реабилитационное лечение в связи с терапией последствий невропатии лицевого нерва. Дети не имели когнитивных нарушений, исследование не мешало основной терапии.

Десять детей (средний возраст $4,5 \pm 0,5$, пять мальчиков и пять девочек) выполняли задания со стимулами-контурными изображениями. Эти участники посещали среднюю группу детского сада № 81 Санкт-Петербурга и проходили тестирование на базе этого учреждения. Все родители подписали согласие на участие детей в исследовании.

Методика формирования понятий с геометрическими фигурами описана в предыдущей работе

[12]. Модификация методики представляла собой замену реальных геометрических фигур на пластиковые карточки (размеры — 60×80 мм) с контурными изображениями различных объектов, которые отличались по форме контура (гладкие и зубчатые) и размеру (большие — 50×50 мм, средние — 25×25 мм и малые — $12,5 \times 12,5$ мм). Таким образом, было шесть групп контурных изображений: большие гладкие, большие зубчатые, средние гладкие, средние зубчатые, малые гладкие и малые зубчатые (рис. 1а). Алфавит стимулов содержал 20 разных образцов (рис. 1б), каждый из которых включал в себя шесть вышеуказанных групп. Таким образом, всего было 120 изображений. Большое количество изображений препятствовало запоминанию отдельных стимулов. У детей формировали понятия «большого» или «меньшего» изображения, а также «гладкого» или «зубчатого» контуров без отнесения к конкретному изображению и/или месту на экспериментальной панели.

Исследование проводилось в отдельной комнате за столом, в которой находился исследователь и ассистент, хорошо знакомые ребенку (один день был посвящен установлению контакта с детьми в их группе). Перед ребенком располагалась установка, содержащая систему экранов (непрозрачного и прозрачного), открывающих доступ к экспериментальной панели. Панель предназначена для одновременного предъявления четырех стимулов, зафиксированных с помощью горизонтальных направляющих с возможностью свободного передвижения по ним в горизонтальной плоскости (рис. 1в). Под каждым из четырех стимулов было углубление для подкрепления, под одним (правильным) стимулом помещали цветную звездочку или наклейку.

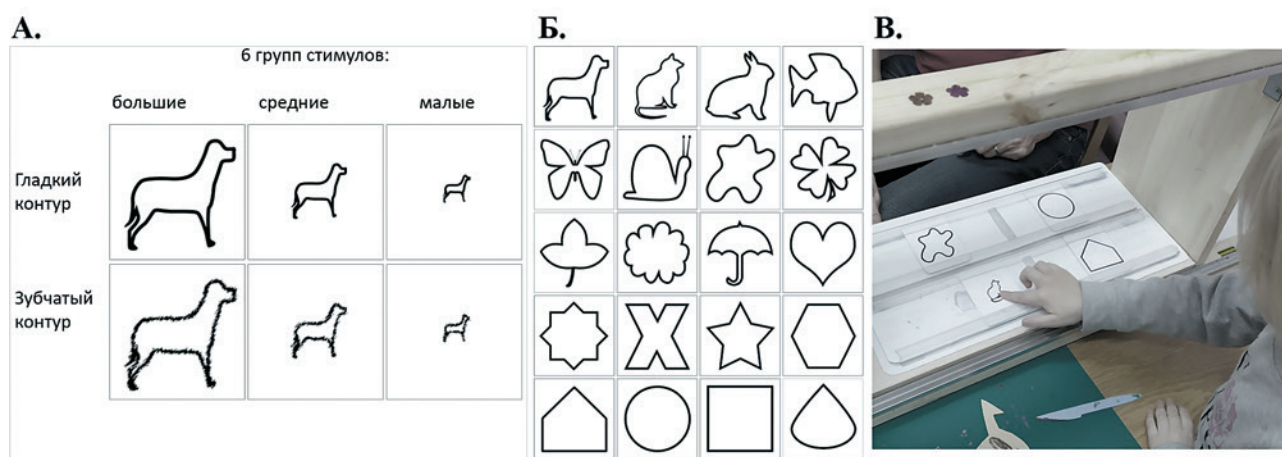


Рис. 1. Стимульный материал:

а — шесть групп стимулов: большие гладкие, большие зубчатые, средние гладкие, средние зубчатые, малые гладкие и малые зубчатые; б — алфавит стимулов-изображений (представлены только большие изображения с гладким контуром); в — экспериментальная панель со стимулами

Испытуемый должен был сдвинуть в сторону только один стимул. Наличие положительного подкрепления указывало ребенку на правильность выбора. Исследование было построено в форме игры, в которой исследователь «прячет клад», а ребенок его ищет. Чтобы успешно выполнить задачу, ребенку нужно самостоятельно, без инструкций, выявить определенную закономерность при выборе фигур. Исследование занимало 20–30 минут, за это время ребенок 21 раз выполнял задание, а в промежутках между заданиями вместе с ассистентом занимался творческой деятельностью (рисование, поделки и т. п.). Любая проба начиналась с опускания непрозрачного экрана, и в течении 5 секунд ребенок видел панель с четырьмя стимулами-изображениями через прозрачный экран. Затем опускается прозрачный экран, и ребенок получал доступ к панели. Расположение четырех стимулов на панели при каждом предъявлении производилось в псевдослучайном порядке. Исследование включало не более 21 пробы за один день и было направлено на выработку одного из двух понятий по трем условиям. Условия охватывали стимулы из шести групп в разных сочетаниях. Например, три условия при формировании понятия «больший размер»: «большое гладкое в сочетании с тремя малыми гладкими», «большое гладкое в сочетании с тремя средними гладкими», «среднее гладкое в сочетании с тремя малыми гладкими»; и три условия при формировании понятия «зубчатый контур»: «малое зубчатое в сочетании с тремя малыми гладкими», «среднее зубчатое в сочетании

с тремя средними гладкими», «большое зубчатое в сочетании с тремя большими гладкими».

Задание считалось выполненным после однократного достижения или превышения 70 % уровня реализации по каждому условию задания на формирование понятия. Исследования проводились ежедневно, в один день вырабатывалось одно понятие. Анализировали количество предъявлений, необходимое для достижения 70 % критерия по каждому условию.

Понятие считалось сформированным, когда критерий был достигнут для всех трех условий одного понятия в один опытный день.

При анализе данных использовали статистический пакет программ Graph Pad InStat. и StatSoft Statistica 10.0. Для выборок, прошедших тест нормальности, применяли однофакторный и двухфакторный критерии ANOVA. Для выборок, не прошедших тест нормальности, использовали Kruskal-Wallis Test.

Результаты

Исследование показало, что все дети успешно сформировали понятия размера и формы/формы контура как со стимулами реальными геометрическими фигурами, так и со стимулами-изображениями и имели высокую мотивацию при выполнении заданий.

На рисунке 2а представлены данные по количеству предъявлений, необходимых для достижения или превышения 70 % уровня реализации каж-

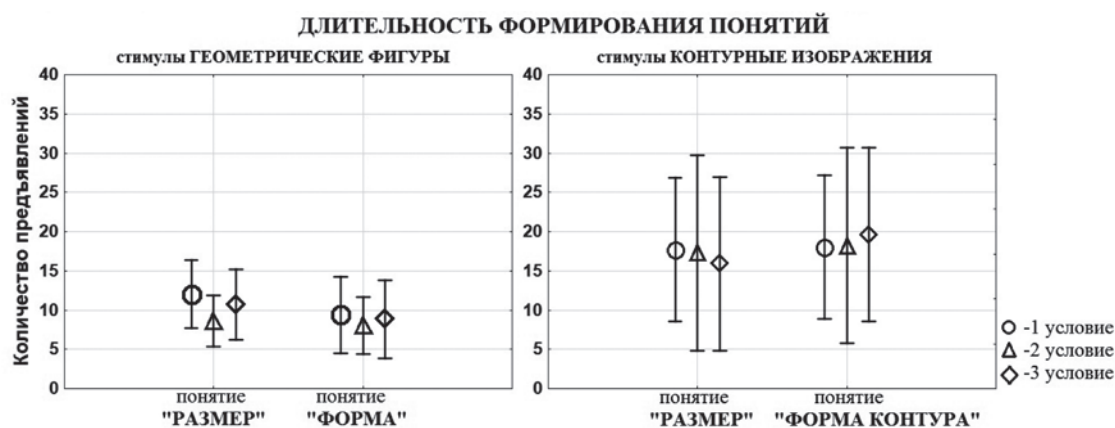


Рис. 2. Сравнительный анализ количества предъявлений (среднее арифметическое $\pm$ 95 %-ный доверительный интервал), необходимых для достижения 70 % уровня правильных ответов при выполнении каждой задачи на формирование понятий у детей 4–5 лет с использованием реальных геометрических фигур (а) и контурных изображений (б) в качестве стимулов.

По оси абсцисс: три условия задачи формирования понятия «размер» (большая/меньшая геометрическая фигура; большее/меньшее изображение); три условия задачи формирования понятия «форма/форма контура» (объемная/плоская фигура; гладкий/зубчатый контур изображения). По оси ординат: количество предъявлений

дого условия задачи при формировании понятия «размер» и понятия «форма» при использовании реальных геометрических фигур в качестве стимулов. Статистический анализ не выявил достоверных различий в скорости достижения критерия обученности при формировании этих двух понятий по трем условиям [однофакторный критерий ANOVA: $F(3, 14) = 0,44$; $p = 0,73$].

На рисунке 2б представлены данные по количеству предъявлений, необходимых для достижения или превышения 70 % уровня реализации каждого условия задачи при формировании понятия «размер» и понятия «форма контура» при использовании контурных изображений в качестве стимулов. Статистический анализ также не выявил достоверных различий в скорости достижения критерия успешности при формировании этих двух понятий [однофакторный критерий ANOVA: $F(3, 16) = 0,16$; $p = 0,92$].

Поскольку понятие считалось сформированным только после достижения 70 % критерия для всех трех условий, мы суммировали показатели по условиям для понятия «размер» и для понятия «форма/форма контура».

Чтобы проверить, связана ли длительность обучения детей с типом задания или с типом стимулов, мы использовали двухфакторный дисперсионный анализ с учетом двух факторов: фактор ПОНЯТИЯ (понятие «размер» VS понятие «форма»/«форма контура») и фактор СТИМУЛЫ (реальные геометрические фигуры VS контурные изображения) (рис. 3). Оказалось, что эффекта для фактора ПОНЯТИЯ не наблюдалось [$F(1, 36) = 0,26$; $p = 0,61$, двухфакторный критерий ANOVA],

но был выявлен основной эффект для фактора СТИМУЛЫ ($F(1, 36) = 4,32$, $p < 0,05$, двухфакторный критерий ANOVA). Взаимодействия между этими двумя факторами не наблюдалось [$F(1, 36) = 0,002$; $p = 0,97$, двухфакторный критерий ANOVA]. Таким образом, было выявлено, что формирование обоих понятий требовало более длительного обучения при использовании контурных изображений в качестве стимулов в сравнении с использованием реальных геометрических фигур.

Как видно из рисунка 2б, у детей 4–5 лет наблюдался значительный разброс значений по каждому условию при формировании понятия «размер» изображения и понятия «форма контура» изображения. Для рассмотрения причины неоднородности выборки был проведен индивидуальный анализ показателей каждого ребенка из группы детей, выполняющих задания со стимулами-изображениями. Оказалось, что детям было достаточно достигнуть критерия 70 % правильных ответов при выполнении одного условия, чтобы сразу успешно выполнить и остальные два условия при формировании понятия. При этом детей можно было разделить на три группы. Дети 1 группы (три человека) достигали критерия обученности по каждому условию как первого, так и второго понятий в течении первой 21 пробы, т. е. в первый день обучения. Дети 2 группы (пять человек) достигали критерия обученности по каждому условию одного из двух понятий в первый день исследования, тогда как другое понятие требовало двух и более сеансов. Детям 3 группы (два человека) требовалось два или более сеансов для формирования как первого, так и второго понятия. Сравни-

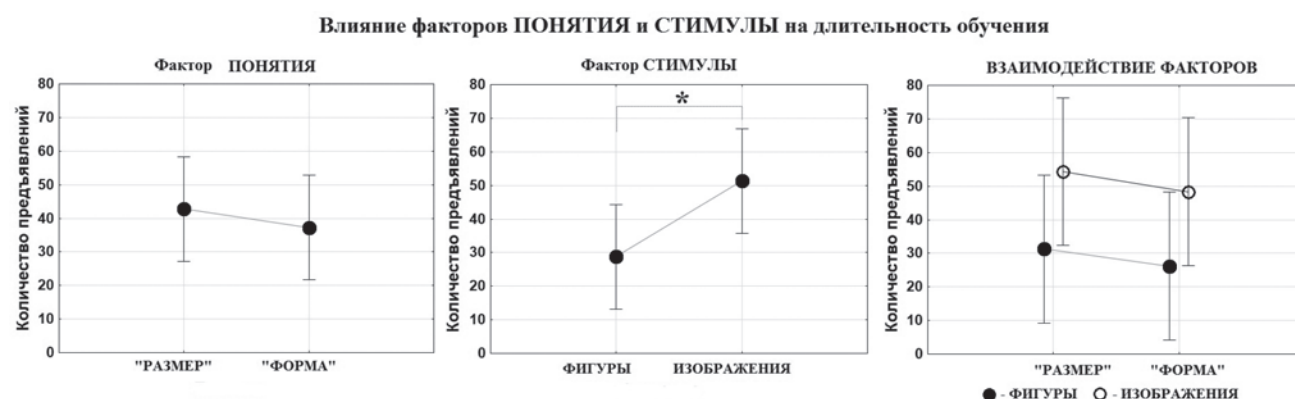


Рис. 3. Влияние типа задания (понятие «размер» и понятие «форма») и типа стимулов (реальные фигуры и контурные изображения) на длительность обучения у детей.

Остальные обозначения как на рис. 2. Группы данных прошли тест на нормальность. Двухфакторный критерий ANOVA: основной эффект для фактора ПОНЯТИЯ $F(1, 36) = 0,26$; $p = 0,61$, основной эффект для фактора СТИМУЛЫ $F(1, 36) = 4,32$; $p < 0,05$, основной эффект взаимодействия факторов $F(1, 36) = 0,002$; $p = 0,97$. Достоверные различия обозначены как * $p < 0,05$

тельный анализ среднего количества предъявлений, необходимых для достижения 70 % критерия одного условия (анализировались все шесть условий обоих понятий), показал, что данный показатель достоверно различался у детей трех групп [Kruskal-Wallis Test: $p < 0,0001$; $H(2, n = 50) = 23,431$]. Оказалось, что у детей 3 группы наблюдалось достоверно более длительное обучение при формировании понятий в сравнении с детьми 1 группы и 2 группы (Dunn's Multiple Comparisons Test: $p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). Дети 1 и 2 группы достоверно не различались ($p = 0,073$) по этому показателю (рис. 4).

Обсуждение

Проведенное исследование показало, что все дети формировали понятия с использованием контурных изображений в качестве стимулов также успешно, как и с использованием реальных геометрических фигур. Как и в предыдущей работе с реальными геометрическими фигурами [12], в данном исследовании показано отсутствие значимых различий между длительностью формирования

понятий «размер» и «форма контура» изображения, что может свидетельствовать о том, что эти понятия не различаются по сложности для детей в возрасте 4–5 лет. В то же время формирование понятий с контурными изображениями было более длительным в сравнении с выполнением аналогичных задач с реальными фигурами, что свидетельствует о том, что данный вид деятельности сложнее. Однако все испытуемые смогли достигнуть установленного критерия и завершить задание, что подразумевает возможность использования методики формирования понятий с применением изображений в качестве стимулов для последующего перехода к виртуальному тестированию с параллельной записью биоэлектрической активности головного мозга в клинических условиях.

Известно, что для решения задач на понимание отношений между предметами необходим процесс сравнения [6]. Обнаружено, что формирование понятий в данной работе осуществлялось быстрее в сравнении со скоростью выявления значимого признака в условиях дифференцирования двух стимулов [15]. Мы предполагаем, что в условиях

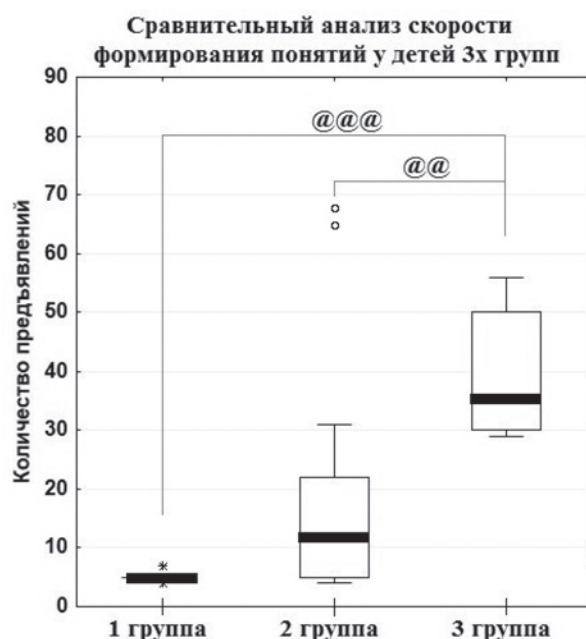


Рис. 4. Сравнительный анализ количества предъявлений для достижения 70 %-го критерия за одно условие заданий на формирование понятий у детей трех групп.

Обозначения: боксы — межквартильный диапазон (50 % значений в диапазоне от 25 до 75-го процентиля), черные линии — медианы (анализируются все шесть условий понятий «размер» и «форма контура» изображений). Усы — максимальные и минимальные значения, исключая выбросы. Выбросы обозначены кружками, которые по меньшей мере в 1,5 раза превышают межквартильный диапазон. Экстремумы обозначены звездочками, которые имеют как минимум трехкратный межквартильный интервал. Группы данных не прошли тест на нормальность. Kruskal-Wallis Test: $p < 0,0001$; $H(2, n = 50) = 23,431$. Статистически достоверные различия, полученные в ходе Dunn's Multiple Comparisons Test, обозначены как @@@ $p < 0,001$ и @@ $p < 0,01$)

одновременного предъявления четырех стимулов, несмотря на увеличение вероятности ошибки, легче выявить общность отношений между объектами. Кроме этого, использование поискового поведения поддерживает высокую мотивацию к выполнению заданий, а прикосновение к стимулу (сдвигание стимула открывает доступ к подкреплению) способствует концентрации внимания на его особенностях.

Обращает на себя внимание, что детям было достаточно успешно выполнить одно условие задачи, чтобы по аналогии понять и остальные два условия при формировании каждого понятия. Так, например, при формировании понятия «меньшее» средний стимул является положительным в сочетании со стимулами из группы больших и отрицательным в сочетании со стимулами из группы малых. Таким образом, ребенок не просто выделяет определенный признак изображений, а объединяет эти признаки в новое понятие, что позволяет ему в дальнейшем связывать новые объекты с этим понятием. Считается, что первоначально дети делают выводы, основанные на сходстве целых объектов, и постепенно приобретают способность делать выводы, основываясь на реляционных ролях, которыми связаны эти объекты. При этом аналогичное сравнение является основной движущей силой когнитивного развития детей, так как приводит к формированию новых реляционных абстракций [11, 16, 17].

При использовании контурных изображений в качестве стимулов был выявлен значительный разброс количества предъявлений, необходимых для формирования понятий, что позволило разделить выборку детей на три группы. Статистический анализ скорости формирования понятий у детей разных групп подтвердил неоднородность выборки. Мы предполагаем качественные различия процесса выполнения заданий у разных групп детей. Согласно И. Канту [18] существуют 3 составляющие интеллекта: рассудок (его индуктивная функция), способность суждения (дедуктивная функция рассудка) и разум. В процессе выполнения когнитивной задачи процесс принятия решений может быть осуществлен с помощью этих трех высших специфических когнитивных функций.

Вероятно, у детей 3 группы, отличавшихся длительным формированием обоих понятий, в процессе выполнения заданий происходил синтез отдельных эмпирических представлений (наглядных образов). Таким образом, на основе длительного метода «проб и ошибок» осуществлялось формирование эмпирических понятий за счет индуктивной функции рассудка. Дети 1 группы, вероятно, уже

владели понятиями «размера» и «формы контура», и у них происходила только их актуализация. Сравнив четыре одновременно предъявленных стимула, они могли быстро соотнести подкрепляемые объекты с этим понятием с помощью дедуктивной функции рассудка. Большинство детей (2 группа) формировали одно понятие и актуализировали другое. По данным литературы, увеличение абстрактных обобщений у ребенка дошкольного возраста приводит к тому, что обучение по аналогичной проекции из знакомых базовых областей становится все более значимым, при этом сформированные понятия усиливают более отдаленные сравнения посредством прогрессивного выравнивания [11, 17]. Это согласуется с полученными в настоящем исследовании результатами, что у 4–5-летних детей при формировании понятий «размер» и «форма контура» дедуктивная функция рассудка, которая в меньшей степени предполагает присутствие метода «проб и ошибок», начинает преобладать над индуктивной функцией, перед которой всегда имеет место длительный метод «проб и ошибок». Таким образом, с возрастом дети все больше используют уже имеющиеся у них понятия (актуализируют их, извлекая из памяти), а не формируют новые понятия.

Заключение

1. Дети 4–5 лет способны сформировать понятия «размер» и «форма/форма контура» с использованием реальных геометрических фигур и контурных изображений. Формирование понятий с использованием стимулов-изображений было достоверно более длительным в сравнении с использованием реальных фигур в качестве стимулов.

2. Выборка детей 4–5 лет, выполняющих формирование понятий с использованием контурных изображений в качестве стимулов, оказалась неоднородной: одни дети были способны сразу сформировать понятие, другим требовалось длительное обучение. Предполагается качественно разный подход к выполнению данной когнитивной задачи.

3. Разработанный экспериментальный дизайн эксперимента с одновременным предъявлением четырех стимулов-изображений без инструкций со стороны исследователя и использованием поискового поведения, ведущего к самостоятельному нахождению решения, может быть положен в основу психологического метода для изучения динамики психического развития ребенка и выявления задержек и отклонений в когнитивной сфере у детей дошкольного возраста, а также детей с проблемами в психо-речевой сфере.

Благодарности / Acknowledgments

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-015-00269 и в рамках государственных заданий № 0134-2019-0005 (ИФ РАН) и № 075-00776-19-02 (ИЭФБ РАН).

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare that there are no conflicts of interest.

Список литературы / References

1. Haun DBM, Call J, Janzen G, et al. Evolutionary psychology of spatial representations in the hominidae. *Curr Biol*. 2006; 16 (17): 1736–1740.
2. Xu F, Cote M, Baker A. Labeling guides object individuation in 12-month-old infants. *Psychol Sci*. 2005; 16 (5): 372–377.
3. Dukette D, Stiles J. Children's analysis of hierarchical patterns: evidence from a similarity judgment task. *J Exp Child Psychol*. 1996; 63 (1): 103–140.
4. Piazhе Zh. Child's speech and thinking. M.: Pedagogika-Press, 1999. 528 p. In Russian [Пиаже Ж. Речь и мышление ребенка. М.: Педагогика-Пресс, 1999. 528 с.].
5. Perlmutter M, Ricks M. Recall in preschool children. *J Exp Child Psychol*. 1979; 27 (3): 423–436.
6. Gentner D, Namy LL. Comparison in the development of categories. *Cognitive Development*. 1999; 14 (4): 487–513.
7. Vygotskij LS. Selected psychological studies. Thinking and speech. Problems of the psychological development of the child. M.: Izdatel'stvo Akademii pedagogicheskikh nauk RSFSR, 1956. 520 p. In Russian [Выготский Л.С. Избранные психологические исследования. Мышление и речь. Проблемы психологического развития ребенка. М.: Издательство Академии педагогических наук РСФСР, 1956. 520 с.].
8. Ashby FG, O'Brien JB. Category learning and multiple memory systems. *Trends Cogn Sci*. 2005; 9 (2): 83–89.
9. Brosnan MJ, Scott FJ, Fox S, et al. Gestalt processing in autism: failure to process perceptual relationships and the implications for contextual understanding. *J Child Psychol Psychiatry*. 2004; 45 (3): 459–469.
10. Smith JD, Tracy JI, Murray MJ. Depression and category learning. *J Exp Psychol Gen*. 1993; 122 (3): 331–346.
11. Gentner D, Hoyos C. Analogy and abstraction. *Top Cogn Sci*. 2017; 9 (3): 672–693.
12. Tikhonravov DL, Voitenkov VB, Golubeva IU, et al. Use of the method for the formation of the concepts of size and shape in preschool children for clinical research. *Pediatr=Pediatrician*. 2019; 10 (6): 45–52. In Russian [Тихонравов Д.Л., Войтенков В.Б., Голубева И.Ю. и др. Применение методики формирования понятий размера и формы у детей дошкольного возраста в клинических исследованиях. *Педиатр*. 2019; 10 (6):45–52].
13. Tikhonravov DL. Can primates form the empirical ideas of the elementary reason that is the highest cognitive function according to Immanuel Kant? The Sixth International conference on cognitive science. 2014: 97–99.

14. Tikhonravov DL, Dubrovskaya NM, Zhuravin IA. The notions of size and shape in old world monkeys: a comparative analysis of the formation process. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2018; 54 (3): 205–211. In Russian [Тихонравов Д.Л., Дубровская Н.М., Журавин И.А. Сравнительный анализ процесса формирования понятий размера и формы у низших обезьян (*Macaca mulatta*). *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2018; 54 (3): 205–211].

15. Golubeva IU, Kuznetsova TG, Shuvaev VT, et al. Identification of significant information by 4–9-year-old children. *Prilozhenie mezhdunarodnogo nauchnogo zhurnala «Vestnik psihofiziologii»=Application of the international scientific journal “Bulletin of Psychophysiology”*. 2018; 2:15–18. In Russian [Голубева И.Ю., Кузнецова Т.Г., Шувяев В.Т. и др. Выявление значимой информации детьми 4–9 лет. Приложение международного научного журнала «Вестник психофизиологии». 2018; 2: 15–18].

16. Richland LE, Morrison RG, Holyoak KJ. Children's development of analogical reasoning: insights from scene analogy problems. *J Exp Child Psychol*. 2006; 94 (3): 249–273.

17. Doumas LAA, Hummel JE, Sandhofer CM. A theory of the discovery and predication of relational concepts. *Psychol Rev*. 2008; 115 (1): 1–43.

18. Kant I. Critique of pure reason. M.: Misl', 1994. 591 p. In Russian [Кант И. Критика чистого разума. М.: Мысль, 1994. 591 с.].

Информация об авторах:

Голубева Инна Юрьевна, к.б.н., научный сотрудник лаборатории физиологии высшей нервной деятельности, ФГБУН «Институт физиологии им. И. П. Павлова» РАН;

Тихонравов Дмитрий Леонидович, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории сравнительной физиологии и патологии центральной нервной системы ИЭФБ РАН; доцент кафедры физиологии лечебного факультета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Войтенков Владислав Борисович, к.м.н., заведующий отделением функциональных методов диагностики ФГБУ ДНКЦИБ ФМБА России; ассистент кафедры физической и реабилитационной медицины ФГБУ ФНЦРИ им. Г. А. Альбрехта Минтруда России; доцент кафедры нервных болезней Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России;

Пашков Артём Юрьевич, врач-невролог отделения реабилитации ФГБУ ДНКЦИБ ФМБА России;

Первунина Татьяна Михайловна, д.м.н., директор Института перинатологии и педиатрии ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Golubeva Inna U., PhD, Researcher, Laboratory of physiology of the Higher Nervous Activity, Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences;

Tikhonravov Dmitrii L., PhD, Senior Researcher, Laboratory of Comparative Physiology and Pathology of the Central Nervous System, Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences; Assistant Professor, Department of Physiology, Medical Faculty, Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Centre;

Voitenkov Vladislav B., MD, PhD, Head of the Department of Functional Diagnostic Methods, Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases; assistant, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Albrecht Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled; Assistant Professor, Department of Nervous Diseases, Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia;

Pashkov Artem Y., Neurologist, Rehabilitation Department, Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases;

Pervunina Tatiana M., MD, PhD, Director of the Institute of Perinatology and Pediatrics, Almazov National Medical Research Centre.