

МЕТОДИКА / METHODS

Научная статья / Research Article
<https://doi.org/10.11621/LPJ-24-21>
УДК/UDC 159.95

Нейропсихологический анализ структуры теста цветных прогрессивных матриц Равена у детей 6–9 лет

А.А. Корнеев[✉], Е.Ю. Матвеева, Т.В. Ахутина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва,
Российская Федерация

[✉] korneeff@gmail.com

Резюме

Актуальность. Цветные прогрессивные матрицы Равена — одна из распространенных методик для оценки общего когнитивного развития у детей. Однако, как показывают исследования, эта методика неоднородна и отдельные задания, входящие в ее состав, могут быть связаны с оценкой различных когнитивных компонентов.

Цель. Данная работа направлена на исследование соотношения выполнения цветных прогрессивных матриц Равена с тремя оцениваемыми в рамках нейропсихологического обследования группами когнитивных функций — переработкой зрительной и зрительно-пространственной информации, а также управляющими функциями детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста.

Выборка. В исследовании приняло участие 297 детей от 6 до 9 лет (152 мальчика, 145 девочек), из них 98 дошкольников, 87 первоклассников и 112 второклассников. Они не имели диагностированных отклонений в развитии и неврологических нарушений.

Методы. Все дети выполняли компьютеризированную методику «Цветные прогрессивные матрицы Равена» в модификации Т.В. Розановой, а также проходили нейропсихологическое обследование, адаптированное для детей 6–9 лет.

Результаты. Показаны возрастные различия в успешности выполнения матриц Равена, наибольшими они оказались при сопоставлении дошкольников и первоклассников, между первоклассниками и второклассниками различия не столь существенны. Проведенный иерархический регрессионный анализ показал, что три части матриц в разной степени связаны



с отдельными группами функций: первая часть методики в наибольшей степени связана с состоянием функций переработки зрительной информации, вторая — с состоянием переработки зрительно-пространственной информации и управляющих функций, а третья — в большей степени с состоянием управляющих функций.

Выводы. Полученные результаты указывают на неоднородность заданий в тесте Равена и на перспективность более подробного анализа структуры методики, в том числе с привлечением нейропсихологического подхода.

Ключевые слова: дошкольники, младшие школьники, нейропсихологическое обследование, управляющие функции, зрительно-пространственные функции, тест Равена

Для цитирования: Корнеев, А.А., Матвеева, Е.Ю., Ахутина, Т.В. (2024). Нейропсихологический анализ структуры теста цветных прогрессивных матриц Равена у детей 6–9 лет. *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*, 47(2), 201–218. <https://doi.org/10.11621/LPJ-24-21>

Neuropsychological Analysis of the Structure of Ravens's Coloured Progressive Matrices Test in Children 6–9 Years Old

Aleksei A. Korneev , Ekaterina Yu. Matveeva,
Tatyana V. Akhitina

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

 korneeff@gmail.com

Abstract

Background. Raven's Coloured Progressive Matrices (RCPMs) is a widely used instrument as one of psychometric measures of general intelligence in children. However, according to some researchers, the RCPM is heterogeneous and individual tasks may be associated with the assessment of various cognitive components.

Objective. This study is aimed to examine the influence of functions of visual and visuospatial processing, and executive functions on the productivity of RCPMs.

Study Participants. A total of 297 children from 6 to 9 years old participated in the study. Of these, 98 were preschoolers, 87 first graders and 112 second graders. A total of 152 boys and 145 girls participated in the study. All children had no diagnosed developmental and neurological disorders.

Methods. All the children accomplished the computerized version of RCPM in the Rosanova's modification. They also passed a neuropsychological assessment adapted for 6–9-year-old children.

Results. Age differences were shown. They were the greatest when comparing preschoolers and first-grader. The differences between first-graders and second-graders were less prominent. Hierarchical regression analysis showed that three parts of the matrices are related to separate groups of functions to different degrees. The first part of the test is most related to the state of visual information processing functions; the second part refers to the state of visual-spatial information processing and executive functions; and the third part to a greater extent deals with the state of executive functions.

Conclusion. The results indicate the heterogeneity of tasks in RCPM and the promise of a more detailed analysis of the structure of the technique, including the use of a neuropsychological approach.

Keywords: preschoolers, primary schoolchildren, neuropsychological assessment, executive functions, visual-spatial information processing, Raven's test

For citation: Korneev, A.A., Matveeva, E.Yu., Akhutina, T.V. (2024). Neuropsychological Analysis of the Structure of Ravens's Coloured Progressive Matrices Test in Children 6–9 Years Old. *Lomonosov Psychology Journal*, 47(2), 201–218. <https://doi.org/10.11621/LPJ-24-21>

Введение

Прогрессивные матрицы Равена были разработаны в 1930-х гг. как невербальный тест оценки интеллекта (фактора g) (Raven, 2000; Lezak et al., 2004). Позднее был создан более простой вариант теста «Цветные прогрессивные матрицы Равена» для оценки интеллектуального развития детей и пожилых людей (Raven, 1965; 1995). Оба теста были разработаны для измерения «общего интеллекта» — способности выявлять логические отношения между разными элементами и создавать абстрактные организующие правила (Raven, 2000). Со временем тесты Равена стали широко использоваться для оценки общей интеллектуальной способности в клинической, образовательной сферах, предоставляя независимую оценку флюидного интеллекта¹ посредством единого общего балла (Asano et al., 2023; Carvalho et al., 2020; Cipolotti et al., 2020; Kovayazina et al., 2021; Petretto et al., 2021; Smirni, Smirni, 2022). Однако ряд исследователей практически сразу отмечали гетерогенность теста (Müller, 1970; Winkelmann, 1972). Сам

¹ Флюидный интеллект (fluid intelligence), также называемый в русском переводе «подвижным» или «текучим» — тип интеллекта, связанного со способностью к абстрактному мышлению, возможностью совершать индуктивные и дедуктивные заключения.

Равен указывал, что различные наборы элементов и заданий могут иметь различные когнитивные характеристики (Raven, 1965).

Применение «Цветных прогрессивных матриц Равена» в клинике локальных поражений мозга показало противоречивые результаты. Так, в части исследований более низкие результаты были обнаружены у пациентов с левополушарными поражениями (Arrigoni, De Renzi, 1964), в других исследованиях с тестом хуже справлялись больные с поражениями в правом полушарии (Costa, 1976; Smirni, 2020). В силу этого достаточно быстро возникло разделение заданий, входящих в методику, на группы, которые действуют и измеряют различные когнитивные компоненты. Так, Коста предположил, что для решения задач первого набора (набор А) требуются в основном зрительно-диагностические функции; второй и третий наборы включают в себя обработку «конфигурации» — пространства (набор Ab) и аналитическое мышление (набор В) (Costa, 1976). В более поздних работах исследователи подтвердили, что три набора «Цветных прогрессивных матриц Равена» действуют разные когнитивные функции и продемонстрировали избирательные нарушения выполнения теста в зависимости от повреждения правого и левого полушарий (Denes et al., 1978; Villardita, 1985; Lezak et al., 2004). Исследования с использованием нейровизуализации выявили, что при решении более простых задач матриц Равена активация наблюдалась больше в передних отделах правого полушария и в теменных областях обоих полушарий, при решении более сложных задач — в лобных долях как правого, так и левого полушарий, а также в теменных, височных и затылочных отделах левого полушария (Prabhakaran et al., 1997; Kroger et al., 2002; Gray, Thompson, 2004; Lee et al., 2006). Таким образом, исследования показывают, что успешность выполнения цветных прогрессивных матриц Равена может быть связана с разными группами функций. В частности, предиктором успешности выполнения теста может быть состояние функций переработки зрительно-пространственной информации (Pueyo et al., 2008) или управляющих функций (Roca et al., 2010; Uka et al., 2019). Однако вопрос о большем или меньшем вкладе тех или иных функций в выполнение теста в целом или каких-то его частей остается открытым.

Применение различных методов факторного анализа к выполнению «Цветных прогрессивных матриц Равена» детьми позволило выделить три фактора, при этом задания из разных наборов попали в разные факторы (Carlson, Jensen 1980, Muniz et al., 2016; Smirni, Smirni, 2022). Самые простые задания вошли в отдельный фактор

«простое завершение узора» (*simple pattern completion*) — отсутствующий элемент, который требуется найти ребенку, имеет одинаковую форму и зрительно-пространственные характеристики с узором. По данным Д. Смирни с коллегами, с этими заданиями дети успешно справляются к 6 годам. Во второй фактор «абстрактное мышление по аналогии», или «завершение непрерывного и дискретного узора» (*closure and abstract reasoning / continuous and discrete pattern completion*), попали задания более сложные, но включающие в себя однородные элементы. В них для обнаружения отсутствующей части требуется анализ структуры основного изображения и обнаружение этих же особенностей в одном из нескольких фрагментов. Самые сложные задания входят в фактор «конкретного и абстрактного мышления» (*concrete and abstract reasoning*), они требуют от ребенка избирательного анализа как отдельных элементов, так и картины целиком. Ребенок должен найти принцип, соответственно которому построена в каждом отдельном случае фигура, и, исходя из этого, подобрать недостающий фрагмент.

В отечественной психологии чаще используется не количественный, а качественный анализ выполнения (Левченко и др., 2005; Мухордова, Шрейбер, 2011). Принято рассматривать большую часть заданий «Цветных прогрессивных матриц Равена» (28 из 36 задач) в качестве оценки сформированности операции дополнения до целого, и только 8 заданий (A11, A12, Ab12, B8-B12) для оценки сформированности мыслительных операций (установление отношений по принципу решения простых и сложных наглядных аналогий) (Мухордова, Шрейбер, 2011). Н. и М. Семаго также предлагают проводить качественный анализ ошибок и выделяют 9 специфических типов ошибок, которые могут свидетельствовать о наличии разных трудностей у детей (Семаго, Семаго, 2005). Однако авторы подчеркивают, что выделение типов ошибок построено на опыте обследования и требует дополнительных проверок.

Таким образом, на сегодняшний день очевидно, что структура теста не однородна и включает в себя оценку разных когнитивных функций, однако в практике и во многих исследованиях продолжает использоваться только общий показатель продуктивности. В нашем исследовании мы, во-первых, пытаемся оценить успешность выполнения «Цветных прогрессивных матриц Равена» как на уровне всего теста в целом, так и на уровне отдельных субтестов у типично развивающихся детей 6–9 лет, а во-вторых, для уточнения специфики

отдельных субтестов матриц анализируем соотношение выполнения теста Равена с данными нейропсихологического обследования.

Выборка

В исследовании приняли участие 297 детей от 6 до 9 лет: из них 98 дошкольников, средний возраст 6,6 (0,4, здесь и далее в скобках указано стандартное отклонение); 87 первоклассников, средний возраст 7,6 (0,4); 112 второклассников, средний возраст — 8,6 (0,4). Всего в выборку вошли 152 мальчика и 145 девочек. Все дети были учащимися московских школ, без отклонений в развитии и диагностированных неврологических нарушений. Родители всех участников дали информированное согласие на участие в исследовании.

Методы исследования

Дети выполняли методику «Цветные прогрессивные матрицы Равена» (ЦПМР) в модификации Розановой (Розанова, 1978), реализованную на платформе «Практика-МГУ» в рамках батареи компьютеризированного нейропсихологического обследования детей 6–9 лет (Korneev et al., 2018). Данная модификация состоит из 36 таблиц, которые могут быть разделены на три блока — часть А, часть Аb и часть В, по 12 таблиц в каждой, две первые могут считаться тренировочными. В качестве основного параметра успешности выполнения использовалось число правильных ответов в целом по всему тесту и по отдельным частям, причем из анализа исключались тренировочные задания. Максимальный балл по всему тесту составлял 30 баллов, а внутри каждой части — 10 баллов.

Также все дети проходили нейропсихологическое обследование, адаптированное для детей 6–9 лет (Ахутина и др., 2016), по результатам которого были рассчитаны интегральные показатели (индексы) состояния функций программирования и контроля, функций переработки зрительной и зрительно-пространственной информации (о расчете индексов см.: Ахутина и др., 2016, с. 171–186). Индексы построены по принципу штрафных баллов — чем больше значение, тем хуже состояние оцениваемой функции.

При оценке успешности выполнения теста Равена для учета уровня общего развития испытуемых мы использовали разбиение выборки на 3 возрастные группы (дошкольники, первоклассники и второклассники), их сравнение проводилось с помощью дисперсионного анализа. Оценка вклада отдельных когнитивных функций

в выполнение ЦПМР осуществлялась с помощью иерархического регрессионного анализа, и в этом случае, в силу возрастной разнородности выборки, возраст испытуемых использовался в качестве одного из предикторов, влияние которого необходимо учесть, хотя основной интерес в рамках настоящей работы представляет эффект оценок когнитивных функций. Обработка данных проводилась с использованием языка R (вер. 4.2.1) и в статистическом пакете Jamovi (вер. 2.4.8).

Результаты исследования

Описательная статистика выполнения ЦПМР детьми разных возрастных групп представлена в Таблице.

Таблица

Средняя продуктивность выполнения цветных прогрессивных матриц Равена детьми разных возрастных групп (в скобках указаны стандартные отклонения)

Класс	Весь тест	Часть А	Часть Ab	Часть В
Дошкольники	17,4 (4,68)	6,72 (1,34)	6,33 (2,09)	4,35 (2,04)
1-й класс	22,02 (4,33)	7,78 (1,26)	7,85 (1,81)	6,39 (2,23)
2-й класс	22,73 (3,87)	7,53 (1,24)	8,53 (1,42)	6,68 (2,06)

Table

Average scores on Raven's matrices by children of different age groups (standard deviations are marked in parentheses)

Grade	Total	Part A	Part Ab	Part B
Preschoolers	17.4 (4.68)	6.72 (1.34)	6.33 (2.09)	4.35 (2.04)
First graders	22.02 (4.33)	7.78 (1.26)	7.85 (1.81)	6.39 (2.23)
Second graders	22.73 (3.87)	7.53 (1.24)	8.53 (1.42)	6.68 (2.06)

Дисперсионный анализ с факторами «Класс» и «Часть» показал значимое влияние факторов по отдельности. Для фактора «Класс» ($F(2, 294) = 45,796$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,238$) продуктивность выполнения теста увеличивается с возрастом. По результатам попарных сравнений с поправкой Хольма значимые (на уровне $p < 0,001$) различия получены при сравнении дошкольников с учащимися 1-го и 2-го класса, а различия между 1-м и 2-м классом оказались незначимы ($p = 0,089$). Влияние фактора «Часть» также значимо: $F(1,880, 553) = 174,756$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,373$, средняя продуктивность значимо снижается от первой к третьей части теста ($p = 0,002$ при сравнении частей А и Ab).

и $p < 0,001$ при сравнении частей АВ и В). Также значимым оказалось взаимодействие факторов «Класс» Х «Часть» ($F(3,760, 553) = 13,149$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,082$): у дошкольников и первоклассников первые две части различаются минимально, а во втором классе первая часть выполняется заметно хуже второй.

Для оценки вклада трех групп функций — переработки зрительной (далее — ЗФ) и зрительно-пространственной (далее — ЗПФ) информации и функций программирования и контроля произвольного поведения (далее — ПиК) был проведен иерархический регрессионный анализ, позволяющий оценить вклад предикторов в состояние зависимой переменной путем построения и сравнения последовательности вложенных моделей. В каждую следующую модель включается дополнительный предиктор, и по изменению коэффициента детерминации (R^2) можно судить о существенности влияния добавленной переменной на зависимую переменную. При этом учет на предыдущих шагах тех или иных переменных уже учитывает их влияние, в силу чего изменение R^2 дает оценку уникального вклада добавленной переменной, даже если она коррелирует с включенными ранее. В нашем анализе мы прежде всего учитывали (контролировали) влияние возраста испытуемых (в годах), так как в разнородной по возрастному составу выборке это может оказаться существенным; затем мы включали нейропсихологический индекс ЗФ, затем — индекс ЗПФ и, наконец индекс ПиК. Результаты сравнений такой последовательности моделей для общей продуктивности и для продуктивности каждой из трех частей представлены в Таблице 2, а регрессионные коэффициенты последней модели (с полным набором предикторов) — в Таблице 3.

Как видно из Таблицы 2, при оценке влияния нейропсихологических показателей на выполнение всего теста в целом, на фоне достаточно сильного влияния возраста ($R^2 = 0,214$), одинаково заметно на результат теста влияют показатели ЗФ и ЗПФ (прирост $R^2 = 0,073$ и $0,072$ соответственно), и небольшой, хотя и значимый вклад получен для ПиК (прирост $R^2 = 0,013$), то есть на выполнение ЦПМР в целом из нейропсихологических показателей более существенное влияние оказывают функции переработки информации.

Если же рассматривать отдельные части методики, то картина становится более разнообразной. В первой части А влияние возраста относительно слабое, хотя и существенное ($R^2 = 0,068$), при этом сопоставимый с этим влиянием прирост R^2 ($0,070$) дает добавление в модель индекса ЗФ, несколько более слабое, но значимое — добавле-

ние показателя ЗПФ (изменение $R^2 = 0,045$), вклад ПиК оказывается минимальным и незначимым (изменение $R^2 = 0,005$). Во второй части Ab растет вклад возраста ($R^2 = 0,212$), учет ЗФ увеличивает этот показатель достаточно заметно (изменение $R^2 = 0,070$), растет вклад ЗПФ (изменение $R^2 = 0,059$), а вклад ПиК подрастает несильно (изменение $R^2 = 0,01$), но становится значимым. Наконец, в третьей части В возрастной фактор оказывается также заметным ($R^2 = 0,178$), вклад ЗФ слабеет (изменение $R^2 = 0,034$), ЗПФ влияют примерно так же, как во второй части (изменение $R^2 = 0,056$), а влияние функций ПиК (изменение $R^2 = 0,026$) усиливается и становится уверенно значимым.

Обсуждение результатов

Что касается общей эффективности выполнения ЦПМР, в отношении продуктивности выполнения всей методики в целом нами обнаружен ожидаемый эффект возраста, дети младшего школьного возраста выполняли тест успешнее, чем дошкольники. Сходные различия между детьми старшего дошкольного и младшего школьного возраста были получены на португальской (Fernandes et al., 2016) и бразильской (Malloy-Diniz et al., 2008) выборках. Этот результат может быть связан с тем, что в возрасте 6–7 лет, при поступлении в школу, происходит резкий скачок в состоянии когнитивных функций, связанный как с созреванием мозговых структур, обеспечивающих развитие управляющих функций в этом возрастном диапазоне (Семенова и др., 2007), так и с переходом в ситуацию школьного обучения, предъявляющую более высокие требования и являющуюся внешним фактором когнитивного развития.

При этом между учащимися первого и второго класса значимых различий не получено. Схожие результаты получены и в других исследованиях детей младшего школьного возраста (Kazem et al., 2009). В исследовании Дж. Пинд и соавторов (Pind et al., 2003) также обнаружился резкий рост продуктивности выполнения ЦПМР от возраста 6,5–7 лет к 7,5–8 годам и последующее замедление возрастной динамики. Таким образом, данный результат выглядит достаточно устойчивым и может указывать на замедление развития функций, задействованных в выполнении методики. Используемый в ней набор заданий оказывается недостаточно чувствительным, чтобы уловить различия между первоклассниками и второклассниками, при хорошем различении дошкольников и первоклассников. Этот результат может быть связан с освоением уже в первом классе навыков, которые позволяют успешно решать задачи, подобные предлагаемым в ЦПМР,

однако более подробный анализ влияния школьного обучения может быть темой отдельного исследования.

При анализе трех частей методики общее снижение точности от первой (наиболее простой) к третьей (наиболее сложной) части неравномерно в трех возрастных группах. От первой ко второй части теста в группе дошкольников происходит снижение продуктивности, в первом классе точность в двух частях практически не отличается, а в третьем — точность ответов даже немного растет. Следует отметить, что в первой части есть две таблицы, которые дети всех трех возрастных групп решают очень плохо: А11 и А12. Доля правильных ответов в А11 составила 0,07, 0,17 и 0,20 в группах дошкольников, первоклассников и второклассников соответственно, а в А12 — 0,11, 0,23 и 0,18 соответственно. Эти две таблицы, очевидно, обладают более высокой сложностью. Д. Смирни (Smirni, 2020) относит их к заданиям, требующим высокого уровня абстрактного мышления. Можно полагать, что эта способность у первоклассников и второклассников различается не слишком сильно, за счет чего общая успешность выполнения части А у них оказывается мало различающейся. Вторая часть (Ab), включающая в себя только одну таблицу такого уровня сложности, второклассниками выполняется лучше, чем первоклассниками.

Оценка роли различных групп функций в выполнении ЦПМР. Иерархический регрессионный анализ показал, что, при контроле тривиального влияния возраста, выполнение методики в целом более существенно зависит от состояния функций переработки зрительной и зрительно-пространственной информации, а дополнительный вклад функций ПиК оказывается более слабым, хотя и статистически значимым. При этом следует учитывать, что оценки самих функций достаточно заметно коррелируют между собой (например, корреляция между показателями ЗФ и УФ составляет 0,425 при $p < 0,001$), что осложняет дифференцированную оценку вклада функций.

Если оценивать влияние функций на выполнение отдельных частей теста, то результаты оказываются разнородными. В первой части, которая связывается с гностическими функциями, нами получено существенное влияние ЗФ, более слабое, но значимое — ЗПФ и минимальное — ПиК. Во второй части, включающей в себя больше задач на анализ и понимание пространственных соотношений, роль показателя ЗПФ растет, значимым, хотя и слабым, оказывается и влияние ПиК. В третьей части, требующей более высокоуровневой переработки и анализа, снижается вклад ЗФ и более существенную роль

играют ЗПФ и ПиК. Эти результаты подтверждают неоднородность отдельных частей ЦПМР с точки зрения задействованных при их решении функций, что следует учитывать при интерпретации результатов этой методики и ее использовании для дифференциальной диагностики различных когнитивных компонентов. При использовании показателя общей точности выполнения методики психолог может не различать относительную слабость той или другой группы функций у испытуемого. Также по общему результату с трудом можно судить о состоянии управляющих функций (которые, конечно, необходимы для успешного выполнения части заданий), их роль «зашумляется» функциями переработки зрительной и зрительно-пространственной информации. Для более адекватной оценки управляющих функций следует обращать внимание на результаты третьей и, отчасти, второй частей методики. И наоборот, для оценки функций переработки зрительной информации более информативными могут оказаться результаты первой части методики (возможно, за исключением наиболее сложных таблиц А11 и А12).

Обсуждение и подробный анализ структуры матриц Равена — это важное и перспективное направление исследования. Есть работы, в которых эта структура анализируется с использованием достаточно мощных статистических методов (Muniz et al., 2016 и др.), но важно учитывать и содержательные особенности отдельных задач методики, позволяющие лучше понять и описать получаемые с помощью статистических процедур результаты. Нейропсихологический подход может стать одним из способов такого содержательного осмыслиения, и в нашей работе мы предложили первые шаги в этом направлении, проанализировав вклад нейропсихологических оценок трех групп функций в выполнение ЦПМР. В дальнейшем возможен более подробный анализ, который позволил бы использовать эту методику более дифференцированно с точки зрения диагностики состояния различных групп функций у детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Выводы

В исследовании предложены нормативные показатели выполнения цветных прогрессивных матриц Равена у детей 6–8 лет на уровне всего теста в целом и отдельных его частей. Показаны возрастные различия — наиболее отчетливые — между дошкольниками и первоклассниками и более слабые — между первоклассниками и второклассниками.

Анализ соотношения результатов ЦПМР и нейропсихологических показателей выявил, что выполнение первой части в наибольшей степени связано с состоянием функций переработки зрительной информации, второй — с состоянием переработки зрительно-пространственной информации и функций программирования и контроля, а третьей — в большей степени зависит от состояния функций программирования и контроля (помимо функций переработки информации, необходимых для выполнения всех заданий). Полученные результаты указывают на возможные пути подробного анализа структуры заданий ЦПМР, в том числе с использованием нейропсихологического подхода.

Список литературы

- Ахутина, Т.В., Корнеев, А.А., Матвеева Е.Ю. (2016). Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет. Под ред. Т.В. Ахутиной. Москва: В. Секачев.
- Мухордова, О.Е., Шрейбер, Т.В. (2011). Прогрессивные матрицы Равена: методические рекомендации. Ижевск: Удмуртский университет.
- Левченко, И.Ю., Забрамная, С.Д., Добровольская, Т.А. (2005). Психолого-педагогическая диагностика: Учеб. пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. 2-е изд. Москва: Академия.
- Семаго, Н.Я., Семаго, М.М. (2005). Теория и практика оценки психического развития ребенка. Дошкольный и младший школьный возраст. Санкт-Петербург: Речь.
- Семенова, О.А., Кошельков, Д.А., Мачинская, Р.И. (2007). Возрастные изменения произвольной регуляции деятельности в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте. *Культурно-историческая психология*, 3(4), 39–49.
- Розанова, Т.В. (1978). Развитие памяти и мышления глухих детей. Москва: Педагогика.
- Asano, D., Takeda, M., Nobusako, S., Morioka, S. (2023). Error analysis of Raven's Coloured Progressive Matrices in children and adolescents with cerebral palsy. *Journal of Intellectual Disability Research*, 67(7), 655–667.
- Arrigoni, G., De Renzi, E. (1964). Constructional apraxia and hemispheric locus of lesion. *Cortex*, 1(2), 170–197.
- Carlson, J.S., Jensen, C.M. (1980). The factorial structure of the Raven Coloured Progressive Matrices test: A reanalysis. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 1111–1116.
- Carvalho, I.P., Costa, A., Silva, S., Moreira, B., Almeida, A., Moreira-Rosário, A., Calhau, C. (2020). Children's performance on Raven's Coloured progressive matrices in Portugal: The Flynn effect. *Intelligence*, 82, 101485.

- Cipolotti, L., Molenberghs, P., Dominguez, J., Smith, N., Smirni, D., Xu, T., Shallice, T., Chan, E. (2020). Fluency and rule breaking behaviour in the frontal cortex. *Neuropsychologia*, (137), 107308. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107308>
- Costa, L.D. (1976). Inter-set variability on the Raven coloured progressive matrices as an indicator of specific ability deficit in brain-lesioned patients. *Cortex*, 12(1), 31–40.
- Denes, F., Semenza, C., Stoppa, E., Gradenigo, G. (1978). Selective improvement by unilateral brain-damaged patients on raven coloured progressive matrices. *Neuropsychologia*, 16(6), 749–752.
- Fernandes, T., Leite, I., Kolinsky, R. (2016). Into the looking glass: Literacy acquisition and mirror invariance in preschool and first-grade children. *Child Development*, 87(6), 2008–2025. <https://doi.org/10.1111/cdev.12550>
- Gray, J.R., Thompson, P.M. (2004). Neurobiology of intelligence: science and ethics. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(6), 471–482. <https://doi.org/10.1038/nrn1405>
- Kazem, A.M., Alzubiadi, A.S., Alkharusi, H.A., Yousif, Y.H., Alsarmi, A.M., Al-Bulushi, S.S., Aljamali, F.A., Al-Mashhdany, S., Al-Busaidi, O.B., Al-Fori, S.M., Al-Bahrani, W.A., Alshammary, B.M. (2009). A Normative Study of the Raven Coloured Progressive Matrices Test for Omani Children Aged 5–11 Years. *Jurnal Pendidikan Malaysia (Malaysian Journal of Education)*, 34(1), 37–51.
- Korneev, A., Akhutina, T., Gusev, A., Kremlev, A., Matveeva, E. (2018). Computerized Neuropsychological Assessment in 6–9 Years-old Children. *KnE Life Sciences*, 4(8), 495–506. <https://doi.org/10.18502/cls.v4i8.3307>
- Kovtyazina, M., Oschepkova, E., Airapetyan, Z., Ivanova, M., Dedyukina, M., Gavrilova, M. (2021). Executive Functions' Impact on Vocabulary and Verbal Fluency among Mono- and Bilingual Preschool-Aged Children. *Psychology in Russia: State of the Art*, 14(4), 65–77. <https://doi.org/10.11621/pir.2021.0405>
- Kroger, J.K., Sabb, F.W., Fales, C.L., Bookheimer, S.Y., Cohen, M.S., Holyoak, K. J. (2002). Recruitment of anterior dorsolateral prefrontal cortex in human reasoning: a parametric study of relational complexity. *Cerebral cortex*, 12(5), 477–485. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.5.477>
- Lee, K.H., Choi, Y.Y., Gray, J.R., Cho, S.H., Chae, J.H., Lee, S., Kim, K. (2006). Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*, 29(2), 578–586.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Loring, D.W., Fischer, J.S. (2004). Neuropsychological assessment. Oxford: Oxford University Press.
- Malloy-Diniz, L.F., Cardoso-Martins, C., Nassif, E.P., Levy, A.M., Leite, W.B., Fuentes, D. (2008). Planning abilities of children aged 4 years and 9 months to 8 1/2 years: Effects of age, fluid intelligence and school type on performance in the Tower of London test. *Dementia & Neuropsychologia*, 2(1), 26–30. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN20100006>
- Müller, R. (1970). Eine kritische empirische Untersuchung des "Draw-a-man-test" und der "Coloured Progressive Matrices". *Diagnostica*, (16), 138–147.
- Muniz, M., Gomes, C.M.A., Pasian, S.R. (2016). Factor structure of Raven's coloured progressive matrices. *Psico-USF*, (21), 259–272.

- Petretto, D.R., Grassi, P., Masala, C., Nicotra, E.F. (2021). Pattern of errors in Raven's Colored Progressive Matrices and their use in the clinical assessment of intelligence. In: 2021 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), 1–6.
- Pind, J., Gunnarsdóttir, E.K., Jóhannesson, H.S. (2003). Raven's Standard Progressive Matrices: New school age norms and a study of the test's validity. *Personality and Individual Differences*, 34(3), 375–386. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00058-2](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00058-2)
- Prabhakaran, V., Smith, J.A., Desmond, J.E., Glover, G.H., Gabrieli, J.D. (1997). Neural substrates of fluid reasoning: an fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test. *Cognitive psychology*, 33(1), 43–63. <https://doi.org/10.1006/cogp.1997.0659>
- Pueyo, R., Junque, C., Vendrell, P., Narberhaus, A., Segarra, D. (2008). Raven's Coloured Progressive Matrices as a measure of cognitive functioning in Cerebral Palsy. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52(5), 437–445. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01045.x>
- Raven, J.C. (2000). The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive psychology*, 41(1), 1–48. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0735>
- Raven, J.C. (1965). Guide to Using the Colored Progressive Matrices, Sets A, Ab, B. London: H.K. Lewis.
- Raven, J.C. (1995). Coloured Progressive Matrices Sets A, Ab, B; Manual Sections 1 & 2. Oxford: Oxford Psychologists Press.
- Roca, M., Parr, A., Thompson, R., Woolgar, A., Torralva, T., Antoun, N., Duncan, J. (2010). Executive function and fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Brain*, 133(1), 234–247. <https://doi.org/10.1093/brain/awp269>
- Smirni, D. (2020). The Raven's Coloured Progressive Matrices in Healthy Children: A Qualitative Approach. *Brain Sciences*, 10(11), 11. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110877>
- Smirni, P., Smirni, D. (2022). Current and Potential Cognitive Development in Healthy Children: A New Approach to Raven Coloured Progressive Matrices. *Children*, 9(4), 446. URL: <https://www.mdpi.com/2227-9067/9/4/446> (access date: 12.03.2024). <https://doi.org/10.3390/children9040446>
- Uka, F., Gunzenhauser, C., Larsen, R.A., von Suchodoletz, A. (2019). Exploring a bidirectional model of executive functions and fluid intelligence across early development. *Intelligence*, (75), 111–121.
- Villardita, C. (1985). Raven's colored progressive matrices and intellectual impairment in patients with focal brain damage. *Cortex*, 21(4), 627–635.
- Winkelmann, W. (1972). Normen für den Mann-Zeichen-Test von Ziler und die Coloured Progressive Matrices von Raven für 5-7 jährige Kinder. *Psychologische Beiträge*, (14), 80–94.

References

- Akhutina, T.V., Korneev, A.A., Matveeva, E.Yu. (2016). Methods of 6–9 years old children neuropsychological investigation. Moscow: V. Sekachev. (In Russ.).

Arrigoni, G., De Renzi, E. (1964). Constructional apraxia and hemispheric locus of lesion. *Cortex*, 1(2), 170–197.

Asano, D., Takeda, M., Nobusako, S., Morioka, S. (2023). Error analysis of Raven's Coloured Progressive Matrices in children and adolescents with cerebral palsy. *Journal of Intellectual Disability Research*, 67(7), 655–667.

Carlson, J.S., Jensen, C.M. (1980). The factorial structure of the Raven Coloured Progressive Matrices test: A reanalysis. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 1111–1116.

Carvalho, I.P., Costa, A., Silva, S., Moreira, B., Almeida, A., Moreira-Rosário, A., Calhau, C. (2020). Children's performance on Raven's Coloured progressive matrices in Portugal: The Flynn effect. *Intelligence*, (82), 101485.

Cipolotti, L., Molenberghs, P., Dominguez, J., Smith, N., Smirni, D., Xu, T., Shallice, T., Chan, E. (2020). Fluency and rule breaking behaviour in the frontal cortex. *Neuropsychologia*, (137), Article 107308. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107308>

Costa, L.D. (1976). Inter-set variability on the Raven coloured progressive matrices as an indicator of specific ability deficit in brain-lesioned patients. *Cortex*, 12(1), 31–40.

Denes, F., Semenza, C., Stoppa, E., Gradenigo, G. (1978). Selective improvement by unilateral brain-damaged patients on Raven coloured progressive matrices. *Neuropsychologia*, 16(6), 749–752.

Fernandes, T., Leite, I., Kolinsky, R. (2016). Into the looking glass: Literacy acquisition and mirror invariance in preschool and first-grade children. *Child Development*, 87(6), 2008–2025. <https://doi.org/10.1111/cdev.12550>

Gray, J.R., Thompson, P.M. (2004). Neurobiology of intelligence: science and ethics. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(6), 471–482. <https://doi.org/10.1038/nrn1405>

Kazem, A.M., Alzubiadi, A.S., Alkharusi, H.A., Yousif, Y.H., Alsarmi, A.M., Al-Bulushi, S.S., Aljamali, F.A., Al-Mashhdany, S., Al-Busaidi, O.B., Al-Fori, S.M., Al-Bahrani, W.A., Alshammary, B.M. (2009). A Normative Study of the Raven Coloured Progressive Matrices Test for Omani Children Aged 5–11 Years. *Jurnal Pendidikan Malaysia (Malaysian Journal of Education)*, 34(1), 37–51.

Korneev, A., Akhutina, T., Gusev, A., Kremlev, A., Matveeva, E. (2018). Computerized Neuropsychological Assessment in 6–9 Years-old Children. *KnE Life Sciences*, 4(8), 495–506. <https://doi.org/10.18502/kl.v4i8.3307>

Kovtyazina, M., Oschepkova, E., Airapetyan, Z., Ivanova, M., Dedyukina, M., Gavrilova, M. (2021). Executive Functions' Impact on Vocabulary and Verbal Fluency among Mono- and Bilingual Preschool-Aged Children. *Psychology in Russia: State of the Art*, 14(4), 65–77. <https://doi.org/10.11621/pir.2021.0405>

Kroger, J.K., Sabb, F.W., Fales, C.L., Bookheimer, S.Y., Cohen, M.S., Holyoak, K.J. (2002). Recruitment of anterior dorsolateral prefrontal cortex in human reasoning: a parametric study of relational complexity. *Cerebral cortex*, 12(5), 477–485. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.5.477>

Lee, K.H., Choi, Y.Y., Gray, J.R., Cho, S.H., Chae, J.H., Lee, S., Kim, K. (2006). Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*, 29(2), 578–586.

- Levchenko, I.Yu., Zabramnaya, S.D., Dobrovolskaya, T.A. (2005). Psychological and pedagogical diagnostics: textbook for students of higher pedagogical educational institutions, 2nd ed. Moscow: Academy. (In Russ.).
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Loring, D.W., Fischer, J.S. (2004). Neuropsychological Assessment. Oxford: Oxford University Press.
- Malloy-Diniz, L.F., Cardoso-Martins, C., Nassif, E.P., Levy, A.M., Leite, W.B., Fuentes, D. (2008). Planning abilities of children aged 4 years and 9 months to 8 1/2 years: Effects of age, fluid intelligence and school type on performance in the Tower of London test. *Dementia & Neuropsychologia*, 2(1), 26–30. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN20100006>
- Mukhordova, O.E., Shreiber, T.V. (2011). Raven's progressive matrices: methodical recommendations. Izhevsk: Udmurt University. (In Russ.).
- Müller, R (1970). Eine kritische empirische Untersuchung des "Draw-a-man-test" und der "Coloured Progressive Matrices". *Diagnostica*, (16), 138–147.
- Muniz, M., Gomes, C.M.A., Pasian, S.R. (2016). Factor structure of Raven's coloured progressive matrices. *Psico-USF*, (21), 259–272.
- Petretto, D.R., Grassi, P., Masala, C., Nicotra, E.F. (2021). Pattern of errors in Raven's Colored Progressive Matrices and their use in the clinical assessment of intelligence. In: *2021 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)*, 1–6.
- Pind, J., Gunnarsdóttir, E K., Jóhannesson, H.S. (2003). Raven's Standard Progressive Matrices: New school age norms and a study of the test's validity. *Personality and Individual Differences*, 34(3), 375–386. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00058-2](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00058-2)
- Prabhakaran, V., Smith, J.A., Desmond, J.E., Glover, G.H., Gabrieli, J.D. (1997). Neural substrates of fluid reasoning: an fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test. *Cognitive psychology*, 33(1), 43–63. <https://doi.org/10.1006/cogp.1997.0659>
- Pueyo, R., Junque, C., Vendrell, P., Narberhaus, A., Segarra, D. (2008). Raven's Coloured Progressive Matrices as a measure of cognitive functioning in Cerebral Palsy. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52(5), 437–445. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01045.x>
- Raven, J.C. (2000). The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41(1), 1–48. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0735>
- Raven, J.C. (1965). Guide to Using the Colored Progressive Matrices, Sets A. Ab, B. London: H.K. Lewis.
- Raven, J.C. (1995). Coloured Progressive Matrices Sets A, Ab, B; Manual Sections 1 & 2. Oxford: Oxford Psychologists Press.
- Roca, M., Parr, A., Thompson, R., Woolgar, A., Torralva, T., Antoun, N., Duncan, J. (2010). Executive function and fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Brain*, 133(1), 234–247. <https://doi.org/10.1093/brain/awp269>
- Rozanova, T.V. (1978). Development of memory and thinking of deaf children. Moscow: Pedagogy. (In Russ.).

Semago, N.Ya., Semago, M.M. (2005). Theory and practice of assessing the mental development of the child. Preschool and younger school age. St. Petersburg: Rech. (In Russ.).

Semenova, O.A., Koshelcov, D.A., Machinskaya, R.I. (2007). Age Specific Changes of Activity Self Regulation in Preschool Age and Early School Age Children. *Kul'turno-Istoricheskaya Psichologiya (Cultural-Historical Psychology)*, 3(4), 39–49. (In Russ.).

Smirni, D. (2020). The Raven's Coloured Progressive Matrices in Healthy Children: A Qualitative Approach. *Brain Sciences*, 10(11), 11. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110877>

Smirni, P., Smirni, D. (2022). Current and Potential Cognitive Development in Healthy Children: A New Approach to Raven Coloured Progressive Matrices. *Children*, 9(4), 446. URL: <https://www.mdpi.com/2227-9067/9/4/446> (access date: 12.03.2024). <https://doi.org/10.3390/children9040446>

Uka, F., Gunzenhauser, C., Larsen, R.A., von Suchodoletz, A. (2019). Exploring a bidirectional model of executive functions and fluid intelligence across early development. *Intelligence*, (75), 111–121.

Villardita, C. (1985). Raven's colored progressive matrices and intellectual impairment in patients with focal brain damage. *Cortex*, 21(4), 627–635.

Winkelmann, W. (1972). Normen für den Mann-Zeichen-Test von Ziler und die Coloured Progressive Matrices von Raven für 5-7 jährige Kinder. *Psychologische Beiträge*, (14), 80–94.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей Андреевич Корнеев, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейропсихологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация, korneeff@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6389-8215>

Екатерина Юрьевна Матвеева, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейропсихологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация, obukhova1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6334-4420>

Татьяна Васильевна Ахутина, доктор психологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории нейропсихологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация, akhutina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8503-2495>

ABOUT THE AUTHORS

Aleksei A. Korneev, Cand. Sci. (Psychology), Senior Researcher at the Laboratory of Neuropsychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, korneeff@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6389-8215>

Ekaterina Yu. Matveeva, Cand. Sci. (Psychology), Senior Researcher at the Laboratory of Neuropsychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, obukhova1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6334-4420>

Tatiana V. Akhutina, Dr. Sci. (Psychology), Leading Researcher at the Laboratory of Neuropsychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, akhutina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8503-2495>

Поступила: 26.10.2023; получена после доработки: 14.02.2024; принята в печать: 01.04.2024.

Received: 26.10.2023; revised: 14.02.2024; accepted: 01.04.2024.