

## ФОРМИРОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ В ОНТОГЕНЕЗЕ У ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ

Поляков В.М.,  
Рычкова Л.В.,  
Прохорова Ж.В.,  
Вотинева А.С.,  
Черевикова И.А.

ФГБНУ «Научный центр проблем  
здоровья семьи и репродукции  
человека» (664003, г. Иркутск,  
ул. Тимирязева, 16, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
Черевикова Ирина  
Александровна,  
e-mail: gothic.craze@mail.ru

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Движения влияют на развитие ребенка на протяжении всей его жизни. С их помощью реализуются потребности в игре, общении, обучении. Индивидуальные различия в формировании движений связаны со многими факторами, в том числе и с влиянием среды. Однако до конца не изучено, как среда и популяционное окружение ребенка влияют на разнообразные характеристики двигательной функции.

**Цель.** Выявить различия в развитии кинетического компонента произвольных движений у детей в зависимости от среды обитания и популяционного окружения.

**Материалы и методы.** В рамках комплексного скринингового нейropsychологического исследования обследовано 2253 ребенка 4–10 лет, из них 1362 проживало в городах и 891 в сельской местности Восточной Сибири. Для изучения кинетического аспекта движений применялись хорошо адаптированные методики: пробы на реципрокную координацию движений и динамический праксис. Результаты выполнения проб оценивались по пятибалльной шкале.

**Результаты.** В работе впервые были проанализированы особенности развития кинетической организации движения в популяции городских и сельских детей в процессе онтогенеза. В 4 года, когда кинетическая организация произвольных движений еще полностью не сформирована, заметных различий между городскими и сельскими детьми не отмечалось. Но после 5 лет городская популяция приобретает постоянное преимущество в развитии кинетических составляющих произвольных движений. Начало школьного обучения не оказывало существенного влияния на характер динамики этого процесса, то есть существует гетерохрония в развитии произвольной кинетической составляющей двигательной функции на уровне популяции.

**Заключение.** Можно предположить разную степень созревания префронтальных двигательных систем мозга и интенсивность развития передних отделов мозолистого тела в процессе онтогенеза в разных популяциях детей. При этом городская среда стимулирует преимущественное развитие кинетического фактора в структуре произвольного движения по сравнению с другими аспектами двигательной функции.

**Ключевые слова:** праксис, кинетический фактор, городские и сельские дети, среда, популяции

Статья поступила: 22.05.2025  
Статья принята: 20.02.2026  
Статья опубликована: 25.03.2026

**Для цитирования:** Поляков В.М., Рычкова Л.В., Прохорова Ж.В., Вотинева А.С., Черевикова И.А. Формирование кинетической организации движений в онтогенезе у городских и сельских детей. *Acta biomedica scientifica*. 2026; 11(1): 175-187. doi: 10.29413/ABS.2026-11.1.16

## FORMATION OF KINETIC ORGANIZATION OF MOVEMENTS IN ONTOGENESIS IN URBAN AND RURAL CHILDREN

**Polyakov V.M.,  
Rychkova L.V.,  
Prokhorova Zh.V.,  
Votineva A.S.,  
Cherevikova I.A.**

Scientific Centre for Family Health  
and Human Reproduction Problems  
(Timiryazev str., 16, Irkutsk 664003,  
Russian Federation)

Corresponding author:  
**Irina A. Cherevikova,**  
e-mail: gothic.craze@mail.ru

### RESUME

**Introduction.** Movements influence child development throughout of life. Through movement, needs for play, communication, and learning are realized. Individual differences in movement formation are associated with many factors, including environmental influence. However, how the environment and population setting of a child affect various characteristics of motor function has not been fully studied.

**The aim.** To identify differences in the development of the kinetic component of voluntary movements in children depending on their habitat and population environment.

**Materials and methods.** As part of a comprehensive screening neuropsychological study, 2253 children aged 4–10 years were examined, of whom 1362 lived in cities and 891 in rural areas of Eastern Siberia. Well-adapted methods were used to study the kinetic aspect of movements: tests for reciprocal coordination of movements and dynamic praxis. Test performance results were evaluated using a five-point scale.

**Results.** This study was the first to analyze the developmental features of kinetic organization of movement in populations of urban and rural children during ontogenesis. At age 4, when kinetic organization of voluntary movements is not yet fully formed, no notable differences between urban and rural children were observed. However, after age 5, the urban population acquired a consistent advantage in developing kinetic components of voluntary movements. The onset of school education did not significantly influence the dynamics of this process, indicating heterochrony in the development of the voluntary kinetic component of motor function at the population level.

**Conclusion.** Different degrees of maturation of prefrontal motor brain systems and varying intensity of development of anterior corpus callosum regions during ontogenesis in different child populations can be assumed. Urban environments stimulate preferential development of the kinetic factor in the structure of voluntary movement compared to other aspects of motor function.

**Key words:** praxis, kinetic factor, urban and rural children, environment, populations

Received: 22.05.2025  
Accepted: 20.02.2026  
Published: 25.03.2026

**For citation:** Polyakov V.M., Rychkova L.V., Prokhorova Zh.V., Votineva A.S., Cherevikova I.A. Formation of kinetic organization of movements in ontogenesis in urban and rural children. *Acta biomedica scientifica*. 2026; 11(1): 175-187. doi: 10.29413/ABS.2026-11.1.16

## ВВЕДЕНИЕ

Способность к движению сопровождает человека на протяжении всей жизни, начиная с внутриутробного периода. С помощью движений удовлетворяются основные потребности человека. Эти движения лежат в основе становления когнитивной деятельности [1, 2]. Двигательная система, согласно современным представлениям, может рассматриваться в виде иерархии контрольных уровней. Высший уровень представлен ассоциацией зон неокортекса и базальных ганглиев. Он связан с установкой цели движения и поиском способов оптимального ее достижения. Средний уровень состоит из двигательной коры и мозжечка и реализует последовательность мышечных сокращений в пространстве и времени, необходимых для достижения цели. Третий уровень представлен стволom и спинным мозгом, которые активируют мотонейронные и интернейронные пулы, генерирующие движения, направленные на достижения цели [3]. Нейропсихологический подход, основанный на этих моделях у детей, различает «стратегические процессы» (планирование и регуляция), связанные с дорсолатеральной лобной областью; процессы зрительно-моторной интеграции, обеспечиваемые заднетеменной областью; процессы сукцессивной организации, связанные с дополнительной моторной областью и базальными ганглиями; поструральный контроль и тонус, обеспечиваемые мозжечком [4]. В премоторных зонах сигналы о действиях превращаются в сигналы, уточняющие последовательность выполнения этих действий, посредством мозолистого тела они координируют движения двух рук [5].

Индивидуальное развитие детей формируется под влиянием разноуровневых факторов, одним из которых является фактор социальной среды, в том числе популяционное окружение [6-8]. Реализация и развитие моторной активности у ребенка зависит как от наследственного фактора, так и от особенностей организации мозга и влияния среды [9]. Окружающая среда и двигательное развитие особенно тесно взаимосвязаны в детстве, однако работ, посвященных сравнительному анализу развития движений в городе и сельской местности, относительно немного [10, 11]. Так, изучение связи факторов окружающей среды с двигательной компетенцией у детей-дошкольников в возрасте 3–7 лет, проживающих в городских и сельских условиях Финляндии, показало, что у детей из сельской местности уровень развития крупной моторики, измеряемой с помощью методики TGMD-3 (Test of Gross Motor Development), выше, чем у городских детей [12]. Более того, именно крупная моторика рассматривается некоторыми авторами как важный фактор в прогнозировании когнитивного и эмоционального развития сельских детей [2, 13]. В исследованиях также отмечается, что высокая плотность населения в условиях городской застройки связана с меньшей двигательной активностью и более низкой моторной координацией в городской популяции детей по сравнению с сельскими сверстниками [12, 14]. Исследования

в области нейровизуализации выявили связь между воздействием городской или сельской среды в детском и подростковом возрасте, а также изменениями в функциях и структуре мозга. Было обнаружено, что городская среда в раннем возрасте положительно влияет как на общий объем серого вещества, так и на объем серого вещества дорсолатеральной префронтальной коры, височного полюса; и отрицательно коррелирует с объемом серого вещества медиальной префронтальной коры (поля Бродмана 8 и 11). Кроме того, процесс онтогенеза в городской среде ассоциировался с повышенной активностью передней поясной коры (рАСС) у городских жителей, которая, по-видимому, меняет свою активность и объем серого вещества в зависимости от стресса, вызванного городской средой [15, 16]. Выявлялась также положительная связь между объемом серого вещества в различных префронтальных кластерах и площадью открытых зеленых пространств [17-19]. Необходимо отметить, что большинство указанных структур мозга имеет непосредственное отношение к регуляции и контролю двигательных актов.

Произвольные движения рассматриваются как сложная система, в состав которой входят кинетический, кинестетический, пространственный и регуляторный факторы [20]. Кинетическая (динамическая) организация движений или кинетический (эфферентный) праксис входит в состав функций 3-го блока мозга, связанного с программированием, регуляцией и контролем деятельности [21].

Очевидно, что способность к реализации произвольных движений формируется по мере взросления и зависит от окружающей среды. Согласно имеющимся в литературе данным, в 4-летнем возрасте выполнение проб на кинетический (динамический) праксис вызывало большие затруднения и было недоступно для большинства детей. В 5–6 лет происходит дальнейшее формирование кинетического праксиса: практически всем детям становятся доступными реципрокные и серийные движения, но их выполнение еще сопровождалось значительными трудностями и требовало дополнительного внимания. С началом школьного обучения, в 7–8 лет, продолжали расширяться возможности кинетической составляющей движений, улучшилась автоматизация действий. Уверенное выполнение проб на кинетический праксис, по данным разных авторов, становится доступным примерно половине обследуемых школьников [22]. По мнению Н.Н. Полонской, качественные изменения в кинетической организации движений связаны с переходом от 2-го к 3-му классу, и к окончанию начальной школы подавляющее большинство детей – около 75 % – начинают выполнять пробы на кинетический праксис безошибочно [23]. Приведенные выше данные о динамике формирования кинетического фактора, являющегося одним из звеньев двигательной системы, относятся исключительно к городской популяции детей. Работ, посвященных анализу его развития в процессе онтогенеза в сельской популяции, нам не встречалось. Однако можно предположить, что, согласно современным представлениям, сельская

среда может вносить свои коррективы в становление этого компонента движений в сельской популяции детей, что согласуется с концепцией о неравномерности развития высших психических функций в норме [24].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить различия в развитии кинетического компонента произвольных движений у детей в зависимости от среды обитания и популяционного окружения.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В выборку вошло 2253 ребенка в возрасте от 4 до 10 лет (при расчете репрезентативной статистической выборки в 1599 человек). В городах и сельской местности было обследовано 1198 дошкольников и 1055 учащихся начальных классов. В городскую выборку вошло 1362 человека, а в сельскую – 891 (табл.1).

### Критерии соответствия

**Критериями включения** ребенка в каждую из групп наблюдения стали возраст от 4 до 10 лет и получение информированного согласия родителей или законного представителя ребенка на участие в проводимом исследовании.

**Критериями исключения** из исследования являлись: возраст младше 4 и старше 10 лет, отказ родителей или законного представителя от участия в исследовании, острые заболевания и/или прием лекарственных препаратов на момент обследования.

Для изучения сравнительной динамики развития кинетической организации произвольных двигательных актов в городской и сельской популяции детей использовались пробы на реципрокную координацию движений (Test of Reciprocal Coordination) и динамический праксис (3 positions test), которые были направлены на исследование механизмов серийной организации движений, возможности усвоения двигательной программы по наглядному образцу, способности к автоматизации двигательных актов и межполушарного взаимодействия [21].

Применялась стандартная процедура исследования. На выполнение каждой пробы давалось не более

трех попыток. Результаты оценивались по пятибалльной системе, где 4 балла означало невозможность выполнения задания; 3 – грубые ошибки (стойкие персеверации, расширение структуры, дезавтоматизация движений, трудность усвоения программы) с частичной коррекцией; 2 – постоянные ошибки (единичные персеверации, трудность автоматизации двигательного навыка, сбой программы) с полной коррекцией; 1 – единичные ошибки с самокоррекцией и хорошим усвоением программы; 0 – безошибочное выполнение [25]. При этом учитывались следующие основные ошибки: персеверации (единичные или стойкие), трудности автоматизации двигательных актов и усвоения программы, изменение структуры заданных движений, нарушение принципа реципрокности. Рассмотрение результатов выполнения пробы городскими и сельскими детьми включало в себя описание уровня успешности выполнения задания, характер ошибок, типичных для той или иной популяции, а также особенности выполнения пробы в разных популяциях в зависимости от пола.

Статистический анализ данных исследования проводили с использованием программ пакета SPSS 23.0 (IBM). Использовались методы параметрической и непараметрической статистики: критерий  $\lambda$  Колмогорова – Смирнова и критерий  $\chi^2$  Пирсона для двух эмпирических распределений, различия в процентных или относительных величинах оценивали с помощью  $F^*$  критерия Фишера с угловым преобразованием. Исследование одобрено локальным комитетом по биоэтической этике при ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (протокол № 2 от 18.02.2020 г.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Кинетическая организация движений у дошкольников

Проба на реципрокную координацию движений становится принципиально доступной детям, начиная с 4-летнего возраста [22]. Межполушарное взаимодействие в это время еще только начинает формироваться, и выполнение пробы требует от ребенка значительных усилий и в большинстве случаев сопровождается постоянной помощью взрослого. Поэтому

**ТАБЛИЦА 1**  
**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫБОРКИ**

Показатель	Городские дети (n = 1362)		Сельские дети (n = 891)		Вся выборка (n = 2253)	
	n	%	n	%	n	%
<b>Пол</b>						
Мальчики	653	48	392	44	1045	46
Девочки	709	52	499	56	1208	54
<b>Возрастные группы</b>						
Дошкольный возраст (4–6 лет)	750	55,1	448	50,3	1198	53,2
Школьный возраст (7–10 лет)	612	44,9	443	49,7	1055	46,8

**TABLE 1**  
**GENERAL CHARACTERISTICS OF THE SAMPLE**

не случайно около половины (43,6 %) всех детей в возрасте четырех лет не смогли справиться с заданием, то есть принцип реципрокной координации рук оказался для них недоступным. Это проявлялось в том, что после нескольких неудачных попыток дети либо отказывались от дальнейшей работы, либо не могли, несмотря на все старания, воспроизвести реципрокные движения, заменяя их симметричными или поочередными разделенными во времени движениями. В городской выборке, не справившихся с заданием детей, было 41,8 %, а в сельской выборке – 44,3 %. Еще 19,6 % городским и 20,7 % сельским детям реципрокная координация рук была в принципе доступна, но выполнение пробы происходило на фоне грубых ошибок, которые могли лишь частично корректироваться с внешней помощью. Тем более удивительно, что в каждой из исследуемых популяций находились дети, которые выполняли реципрокные перекрестные движения достаточно уверенно, без ошибок или с единичными самостоятельно исправляемыми ошибками. В городской выборке их оказалось 15,2 %, а в сельской – 11,5 %. Полностью без ошибок выполнить все задания удалось лишь единицам обследованных: 6,8 % в городе и 3 % – в селе. Сравнительный анализ выполнения пробы на реципрокную координацию движений городскими и сельскими детьми показал отсутствие значимых различий между ними в этом возрасте. Не было заметных отличий и в выполнении реципрокной пробы в этом возрасте между мальчиками и девочками (табл. 2).

Проба на динамический праксис выполнялась в целом несколько лучше, чем на реципрокную координацию движений. Во всяком случае, число детей, которым проба на динамический праксис была недоступна, составили 13,6 % и 11,8 % в городе и селе. Вместе с детьми, которые допускали при выполнении задания постоянные грубые и только частично компенсируемые ошибки, они составили меньше половины из каждой

выборки – 30,2 % (город) и 44,3 % (село). В сельской выборке отмечалось больше всего детей в группе, допускавшей грубые, частично компенсируемые ошибки при выполнении программы серийных движений (32,5 %), а в городской выборке большинство детей выполняли пробу на фоне постоянных, но самостоятельно компенсируемых ошибок (30,5 %). Реализация пробы на динамический праксис требовала от большинства и городских, и сельских четырехлетних детей заметных усилий и внешнего сопровождения в процессе реализации заданной программы движений. Трудности распространялись на все параметры выполнения пробы, характеризующие состояние серийной организации движений. И тем не менее, как и в случае с реципрокной координацией, выделялись группы, безошибочно справлявшиеся с заданием – 11,3 % городских и 10,6 % сельских детей.

Таким образом, процессы кинетической организации двигательных актов и межполушарного взаимодействия в популяциях четырехлетних детей еще только начинают формироваться, причем чуть медленнее это происходит, вероятно, в сельской популяции. Имеющиеся расхождения по результатам выполнения проб на сформированность кинетической организации движений между популяциями не находят статистического подтверждения (табл. 2, 3).

Выполнение пробы на реципрокную координацию движений заметно улучшалось у всех пятилетних детей, а намечающиеся различия между выборками становились заметнее, достигая уровня статистической достоверности (табл. 2, 4). Различие в выполнении задания отражалось не только на количественных показателях, но и на характере выполнения пробы. Кроме того, появляются и более заметные различия в выполнении пробы между мальчиками и девочками.

По сравнению с четырехлетними детьми произошло заметное сокращение числа детей, которым была

ТАБЛИЦА 2

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОБЫ НА РЕЦИПРОКНУЮ КООРДИНАЦИЮ ДВИЖЕНИЙ ГОРОДСКИМИ И СЕЛЬСКИМИ ДЕТЬМИ В РАЗНОМ ВОЗРАСТЕ (ЧЕЛ.)**

TABLE 2

**RESULTS OF THE TEST FOR RECIPROCAL COORDINATION OF MOVEMENTS PERFORMED BY URBAN AND RURAL CHILDREN AT DIFFERENT AGES (NUMBER OF INDIVIDUALS)**

Возрастная группа	Популяции	4 б.*	3 б.	2 б.	1 б.	0 б.	Достоверность различий
4 года	Город (n = 132)	55	26	31	11	9	$\chi^2 = 1,66$ $p > 0,05$
	Село (n = 93)	42	20	20	8	3	
5 лет	Город (n = 219)	28	30	70	43	48	$\chi^2 = 4,29$ $p > 0,05$
	Село (n = 139)	24	27	40	23	25	
6 лет	Город (n = 399)	23	35	76	116	149	$\chi^2 = 13,89$ <b><math>p \leq 0,01</math></b>
	Село (n = 216)	27	28	43	47	71	
1–2 класс	Город (n = 378)	7	17	47	119	188	$\chi^2 = 10,79$ <b><math>p \leq 0,05</math></b>
	Село (n = 231)	10	17	42	62	100	
3–4 класс	Город (n = 234)	0	0	21	50	163	$\chi^2 = 13,28$ <b><math>p \leq 0,01</math></b>
	Село (n = 212)	0	5	21	67	119	

**Примечания:** «\*» – 4 б. (балла) – недоступность выполнения; 3 б. (балла) – грубые ошибки с частичной коррекцией; 2 б. (балла) – постоянные ошибки с полной коррекцией; 1 б. (балл) – единичные ошибки с самокоррекцией; 0 б. (баллов) – безошибочное выполнение с плавными реципрокными движениями; p – уровень значимости различий между группами исследования по критерию  $\chi^2$  Пирсона; здесь и далее в таблицах 3–8 жирным выделены статистически значимые показатели.

недоступна проба на реципрокную координацию движений. Наиболее впечатляющим этот эффект был в городской популяции, где число таких детей снизилось в 3,2 раза. В сельской популяции такое снижение оказалось не столь выраженным, хотя и достаточно отчетливым (табл. 5).

Несмотря на это, оставались дети, которым реципрокная проба была недоступна: 17,2 % в сельской и 12,9 % – в городской выборках. Чаще всего реципрокная координация была недоступна сельским мальчикам – 21,7 %, против 15 % у их городских сверстников. У девочек результаты заметно не различались: не смогли выполнить задание 10,9 % городских и 12,7 % сельских девочек. Безошибочное выполнение реципрокной координации чаще отмечалось у городских детей

(21,8 %). При этом принцип реципрокности в пятилетнем возрасте был лучше сформирован у девочек. Безошибочно выполнили задание 29,4 % городских и 27,8 % сельских девочек, тогда как мальчиков, безошибочно справившихся с реципрокной координацией движений, оказалось заметно меньше – 14 % городских и только 8,2 % сельских. В пятилетнем возрасте начинают формироваться и качественные различия в реализации реципрокной пробы городскими и сельскими детьми. Они проявлялись в более неуверенном выполнении задания, неустойчивости реципрокной координации и относительно низком уровне развития произвольной регуляции движений сельскими детьми по сравнению с городскими. Так, начиная спонтанно правильно воспроизводить реципрокные движения

**ТАБЛИЦА 3**  
**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОБЫ НА ДИНАМИЧЕСКИЙ ПРАКСИС ГОРОДСКИМИ И СЕЛЬСКИМИ ДЕТЬМИ В РАЗНОМ ВОЗРАСТЕ (ЧЕЛ.)**

**TABLE 3**  
**RESULTS OF THE DYNAMIC PRAXIS TEST PERFORMED BY URBAN AND RURAL CHILDREN AT DIFFERENT AGES (NUMBER OF INDIVIDUALS)**

Возрастная группа	Популяции	4 б.*	3 б.	2 б.	1 б.	0 б.	Достоверность различий
4 года	Город (n = 132)	18	35	40	24	15	$\chi^2 = 0,94$ $p > 0,05$
	Село (n = 93)	11	30	27	15	10	
5 лет	Город (n = 219)	4	16	42	94	63	$\chi^2 = 12,17$ $p \leq 0,05$
	Село (n = 139)	5	19	40	46	29	
6 лет	Город (n = 399)	0	24	61	136	178	$\chi^2 = 2,65$ $p > 0,05$
	Село (n = 216)	0	17	41	72	86	
1–2 класс	Город (n = 378)	0	7	28	142	201	$\chi^2 = 13,35$ $p \leq 0,01$
	Село (n = 231)	0	12	32	84	103	
3–4 класс	Город (n = 234)	0	0	16	59	159	$\chi^2 = 14,38$ $p \leq 0,01$
	Село (n = 212)	0	3	24	75	110	

**Примечания:** «\*» – 4 б. (балла) – невозможность выполнения; 3 б. (балла) – грубые ошибки (стойкие персеверации, расширение структуры, дезавтоматизация движений, трудность усвоения программы) с частичной коррекцией; 2 б. (балла) – постоянные ошибки (единичные персеверации, трудность автоматизации двигательного навыка, сбой программы) с полной коррекцией; 1 б. (балл) – единичные ошибки с самокоррекцией и хорошим усвоением программы; 0 б. (баллов) – безошибочное выполнение; p – уровень значимости различий между группами исследования по критерию  $\chi^2$  Пирсона.

**ТАБЛИЦА 4**  
**ДИНАМИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОБЫ НА РЕЦИПРОКНУЮ КООРДИНАЦИЮ ДВИЖЕНИЙ ГОРОДСКИМИ И СЕЛЬСКИМИ ДЕТЬМИ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ (КРИТЕРИЙ КОЛМОГОРОВА – СМИРНОВА ( $\lambda$ ))**

**TABLE 4**  
**DYNAMICS OF THE PERFORMANCE OF THE TEST FOR RECIPROCAL COORDINATION OF MOVEMENTS BY URBAN AND RURAL CHILDREN IN THE AGE ASPECT (KOLMOGOROV – SMIRNOV CRITERION ( $\lambda$ ))**

Возрастные группы	Городские дети			Сельские дети		
	Мальчики	Девочки	Все	Мальчики	Девочки	Все
4/5 лет	2,01 $p = 0,00062$	1,95 $p = 0,0010$	1,99 $p = 0,00073$	1,90 $p = 0,0014$	1,88 $p = 0,0017$	1,91 $p = 0,0013$
5/6 лет	1,73 $p = 0,0053$	1,69 $p = 0,0066$	1,70 $p = 0,0061$	1,35 $p = 0,052$	1,40 $p = 0,039$	1,37 $p = 0,046$
6/1–2 кл.	1,76 $p = 0,0040$	1,30 $p = 0,68$	1,68 $p = 0,0070$	1,41 $p = 0,037$	1,34 $p = 0,55$	1,35 $p = 0,052$
1–2/3–4 кл.	1,43 $p = 0,035$	1,93 $p = 0,0011$	1,88 $p = 0,0017$	1,37 $p = 0,046$	1,27 $p = 0,079$	1,31 $p = 0,064$

**Примечание:** p – уровень значимости различий между возрастными группами детей по критерию Колмогорова – Смирнова ( $\lambda$ ).

рук, сельские дети часто не могли удержать принцип реципрокности, быстро сбивались и либо отказывались от дальнейшего выполнения задания, либо выполняли его с грубыми ошибками, только с внешней помощью. К такому же результату могла приводить и инструкция ускорить или замедлить выполнение пробы. То есть, на произвольном уровне реципрокная координация движений могла быть вполне доступна сельским детям, но дальнейшие попытки произвольного удержания двигательной программы сразу же нарушали или заметно ухудшали ее реализацию. Этим во многом объяснялись более плохие результаты выполнения пробы сельскими детьми. В городской популяции такой характер ошибок встречался реже и лучше компенсировался в процессе выполнения задания.

Заметные изменения произошли и в успешности выполнения пробы на динамический праксис (табл. 6).

Задание становилось доступным практически для всех детей в этом возрасте. Отмечались лишь единичные случаи невозможности выполнения пробы: 1,9 % в городской выборке и 3,8 % – в сельской. Число детей, которым серийная организация движений в пробе оказалась недоступной, снизилось в городской выборке в 7 раз, а в сельской – в 3 раза. Однако

большинство детей в процессе выполнения программы серийных движений еще допускали массу ошибок. В городской выборке самую большую группу составили дети, выполнявшие задание с единичными, самостоятельно компенсируемыми ошибками – 42,9 %, а у сельских детей преобладало выполнение серийных движений с грубыми и постоянными ошибками (28,8 %), при этом сельские мальчики в данной группе детей составили 38,6 %. Безошибочное выполнение задания было доступно 28,8 % обследованных городских детей и 21 % сельских. Достижения у девочек различались незначительно: 33,7 % городских и 28,9 % сельских девочек безошибочно выполнили пробу на динамический праксис, но у мальчиков они были более заметными: в городе 24 % мальчиков уверенно справились с заданием, а в сельской местности только 13,1 %.

Таким образом, дети из городской выборки уже в пятилетнем возрасте увереннее справлялись с заданием на серийную организацию движений, чем сельские дети. Особенно сильно расходились данные мальчиков из разных популяций. У сельских мальчиков при этом оказались самые худшие показатели выполнения этой двигательной пробы. В то же время девочки показали, несмотря на некоторое различие, достаточно

ТАБЛИЦА 5

**НЕДОСТУПНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОБЫ НА РЕЦИПРОКНУЮ КООРДИНАЦИЮ ДВИЖЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ И СЕЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДОШКОЛЬНИКОВ**

TABLE 5

**INACCESSIBILITY OF PERFORMING THE TEST FOR RECIPROCAL COORDINATION OF MOVEMENTS IN URBAN AND RURAL POPULATIONS OF PRESCHOOL CHILDREN**

Выборка	Возрастные группы		Критерий $\phi^*$ Фишера	$p$
	4 года	5 лет		
Городская ( $n = 351$ )	41,8%, $n = 132$	12,9%, $n = 219$	$\phi = 6,09$	$p \leq 0,001$
Сельская ( $n = 232$ )	44,3%, $n = 93$	17,2%, $n = 139$	$\phi = 4,49$	$p \leq 0,001$
Общая ( $n = 583$ )	43,1%, $n = 225$	15,1%, $n = 358$	$\phi = 9,36$	$p \leq 0,001$

Примечание:  $p$  – уровень значимости различий между возрастными группами детей по критерию  $\phi^*$  Фишера.

ТАБЛИЦА 6

**ДИНАМИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОБЫ НА ДИНАМИЧЕСКИЙ ПРАКСИС ГОРОДСКИМИ И СЕЛЬСКИМИ ДЕТЬМИ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ (КРИТЕРИЙ КОЛМОГОРОВА – СМИРНОВА ( $\lambda$ ))**

TABLE 6

**DYNAMICS OF THE PERFORMANCE OF THE DYNAMIC PRAXIS TEST BY URBAN AND RURAL CHILDREN IN THE AGE ASPECT (KOLMOGOROV – SMIRNOV CRITERION ( $\lambda$ ))**

Возрастные группы	Городские дети			Сельские дети		
	Мальчики	Девочки	Все	Мальчики	Девочки	Все
4/5 лет	2,01 $p = 0,00062$	1,99 $p = 0,0073$	2,02 $p = 0,00057$	1,85 $p = 0,0021$	1,97 $p = 0,00085$	1,95 $p = 0,0010$
5/6 лет	1,97 $p = 0,00085$	1,70 $p = 0,0061$	1,81 $p = 0,0028$	1,54 $p = 0,0017$	1,38 $p = 0,044$	1,46 $p = 0,028$
6/1–2 кл.	1,81 $p = 0,0028$	1,34 $p = 0,055$	1,66 $p = 0,0080$	1,47 $p = 0,026$	1,29 $p = 0,071$	1,32 $p = 0,061$
1–2/3–4 кл.	1,77 $p = 0,01$	1,39 $p = 0,041$	1,73 $p = 0,0050$	1,40 $p = 0,039$	1,23 $p = 0,097$	1,25 $p = 0,087$

Примечание:  $p$  – уровень значимости различий между возрастными группами детей по критерию Колмогорова – Смирнова ( $\lambda$ ).

ТАБЛИЦА 7

**УВЕРЕННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОБЫ НА РЕЦИПРОКНУЮ КООРДИНАЦИЮ ДВИЖЕНИЙ МАЛЬЧИКАМИ И ДЕВОЧКАМИ В 6 ЛЕТ ВНУТРИ КАЖДОЙ ПОПУЛЯЦИИ (БАЛЛЫ – 1 И 0 \*)**

Выборка	Мальчики	Девочки	Критерий ф Фишера	p
Городские дети	62,7	70,4	1,33	$p > 0,1$
Сельские дети	42,4	66,7	2,58	$p < 0,01$

**Примечания:** «\*» – 1 балл – единичные ошибки с самокоррекцией; 0 баллов – безошибочное выполнение с плавными реципрокными движениями.

близкие результаты, не достигавшие, как и при выполнении реципрокной координации движений, уровня статистической значимости. Серийные движения, по-видимому, лучше формируются в этом возрасте у девочек, независимо от популяционной принадлежности: у них больше безошибочных выполнений и идет смещение к незначительным ошибкам. Неслучайно, статистически значимое отличие результатов выполнения пробы на динамический праксис городскими и сельскими детьми достигалось в основном за счет результатов, полученных у мальчиков (табл. 2).

Выполнение пробы на динамический праксис в городе и сельской местности имело также ряд качественных особенностей. Во-первых, городские дети проявляли больше самостоятельности в работе и меньше зависели от внешнего сопровождения. Сельские же дети чаще ориентировались на совместное проведение пробы и резко ухудшали показатели при самостоятельной реализации заданной серии движений. Их отличали также длительный период вработываемости, трудности переключения с одного движения на другое, постоянные ошибки, медленное выполнение программы. Во-вторых, если у сельских детей ошибки одинаково часто встречались в левой и правой руке, то в городской выборке они начинают преобладать в левой руке. Необходимо уточнить, что такая тенденция больше проявлялась у мальчиков.

В шестилетнем возрасте продолжилось улучшение выполнения пробы на реципрокную координацию движений в обеих выборках; безошибочно стали выполнять пробу 37,4 % городских и 30,7 % сельских детей, но различие между городскими и сельскими детьми стало еще заметнее. В городе число детей, не справившихся с заданием, уменьшилось до 5,8 %, то есть более чем в 2 раза, тогда как в сельской популяции это снижение было менее заметным: с 17,2 % до 12,6 %. Интересно, что по сравнению с другими группами обследуемых, у сельских мальчиков темп формирования реципрокной организации движений в этом возрасте замедлился (табл. 4).

Межпопуляционные различия по-прежнему были связаны больше с мальчиками, расхождения между результатами которых являлись максимальными, а худшие результаты среди всех обследованных детей показали сельские мальчики (табл. 2).

Так, в группе детей, выполнявших реципрокную координацию с грубыми, некомпенсируемыми или

TABLE 7

**CONFIDENT PERFORMANCE OF THE RECIPROCAL COORDINATION TEST BY BOYS AND GIRLS AT 6 YEARS OF AGE WITHIN EACH POPULATION (SCORES – 1 AND 0 \*)**

частично компенсируемыми с внешней помощью, ошибками оказалось 16,6 % городских и 36,4 % сельских мальчиков. Городские и сельские девочки демонстрировали более умеренные различия в выполнении пробы, которые не достигали степени статистической достоверности. Несмотря на то, что различия между мальчиками и девочками по успешности выполнения пробы и в 6 лет остаются, в городской популяции они стали заметно «сглаживаться», в то время как в сельской оставались на прежнем уровне, отражая разный темп формирования реципрокных движений у сельских мальчиков и девочек (табл. 7).

В городской и сельской выборке детей, наряду с количественными различиями, в старшем дошкольном возрасте более отчетливо стали проявляться и качественные особенности в выполнении пробы на реципрокную координацию движений. Сельские дети по-прежнему больше, чем городские испытывали затруднения в реципрокном движении рук. Допускаемые ими многочисленные ошибки, связанные с трудностью включения, удержанием темпа, повторным воспроизведением, плохой самостоятельной коррекцией возникающих нарушений, указывали в основном на слабое развитие произвольной регуляции движений. Поэтому в сельской популяции и в этом возрасте выполнение пробы носило еще во многом непроизвольный характер. Более уверенное выполнение задания городскими детьми и характер допускаемых ими ошибок отражали более высокий уровень произвольной регуляции движений рук в реципрокной пробе. Другой особенностью городской популяции в этом возрасте стало распространение среди детей феномена асимметрии рук в процессе выполнения задания. Он заключался в легком отставании и единичных сбоях преимущественно в левой руке. Такая асимметрия при выполнении пробы была типична для городских детей (36,3 %) и довольно редко встречалась в сельской выборке. Вообще, ошибки в левой руке чаще отмечались у всех мальчиков, но наиболее типичны в этом возрасте были только в городской выборке. Возможно, это связано с более активным процессом формирования межполушарной асимметрии (МПА) у городских детей, особенно у мальчиков. В сельской популяции, где межполушарная асимметрия была менее выражена, распределение ошибок в левой и правой руке при выполнении реципрокной пробы оказалось примерно одинаковым.

Устойчивый темп развития двигательной функции по результатам выполнения проб на динамический праксис сохранялся в городской выборке детей и при переходе к шестилетнему возрасту (табл. 6). В этом возрасте уже практически не встречалось детей, которым проба была бы недоступна. Городские дети по-прежнему более уверенно реализовывали задание на серийные движения. Безошибочным выполнением отличились 44,5 % городских детей (30,7 % мальчиков и 58,3 % девочек) и 39,9 % сельских (23,2 % мальчиков и 56,6 % девочек) от общей выборки. Полностью не смогли выполнить пробу (грубые ошибки с частичной коррекцией) 7,6 % сельских детей и 6 % городских. В среднем больше сельских дошкольников допускали разные типы ошибок при серийных движениях (60,3 %), чем городских детей (53,5 %). Это могло свидетельствовать о достаточно хорошем развитии кинетического фактора в этом возрасте в городской популяции, в отличие от сельской, где проявлялась тенденция к задержке развития серийной организации движений. Особенно сильно различались результаты мальчиков, которые и определили уровень достоверности различий в выборках. Все это свидетельствовало о продолжающемся относительном отставании в формировании кинетических механизмов серийной организации движений в этом возрасте в сельской популяции детей.

В городской выборке по-прежнему преобладали латеральные (левосторонние), а в сельской выборке – в основном двусторонние ошибки. Но у сельских мальчиков ошибки начинали преобладать в левой руке, то есть у них наметился сдвиг влево в ошибках в 6 лет, а не в 5 – как у городских мальчиков.

В целом девочки и в этом возрасте более успешно выполняли пробу на динамический праксис, чем мальчики, особенно значительный разрыв в результатах отмечался в сельской популяции (табл. 8). Кроме того, у городских и сельских девочек меньше проявлялся латеральный аспект ошибок по сравнению с мальчиками.

**Кинетическая организация движений у школьников**

При переходе к школьному обучению темп развития кинетической составляющей движений в возрастном аспекте в городской выборке продолжал оставаться достаточно высоким, а в сельской снизился, и различия данных между возрастными срезами

перестали быть статистически значимыми (табл. 4, 6). В то же время отличия в успешности выполнения проб между городскими и сельскими детьми оставались стабильными на уровне статистической значимости, при этом максимальные расхождения в данных, как и у дошкольников, имели место только у мальчиков; результаты выполнения задания городскими и сельскими девочками практически уравнились (табл. 2, 3).

У школьников 1–2-го классов положительные тенденции в выполнении реципрокных движений продолжали нарастать, и недоступность пробы теперь сохранялась только в единичных случаях (1,9 % – город и 4,2 % – село), являясь скорее случайным признаком в городской популяции. Однако еще часть школьников выполняла реципрокную координацию на фоне грубых или постоянных, самостоятельно корректируемых ошибок. В городской выборке таких лиц было 16,9 %, а в сельской заметно больше – 25,3 %, то есть четверть всех обследованных. Половина городских школьников 1–2-го классов реализовывала реципрокные движения без ошибок (49,7 %), в сельской местности таких было 43 %. Уверенное выполнение пробы (без ошибок или с единичными ошибками) демонстрировало подавляющее большинство городских детей – 81,2 % и 70,5 % сельских.

Относительно худшие результаты среди всех обследованных школьников демонстрировали по-прежнему сельские мальчики, хотя динамика успешности выполнения пробы в этом возрасте у них была лучше, чем у городских детей. В школьном возрасте продолжали существовать внутривнутрипопуляционные различия между мальчиками и девочками: девочки, независимо от популяционной принадлежности, впервые преодолели 50 % барьер безошибочного выполнения пробы на реципрокную координацию движений (54,2 % и 55,2 %).

Качественные особенности в реализации реципрокных движений у городских и сельских школьников 1–2-го классов продолжали оставаться, но стали в целом менее заметными. Так, сельские школьники еще уступали в уровне развития произвольного компонента движений, но это явление уже не носило столь отчетливый характер.

Типичная для городской выборки детей асимметрия рук при выполнении пробы, заключающаяся в легком отставании и ошибках в левой руке, встречалась

**ТАБЛИЦА 8**

**УВЕРЕННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОБЫ ДИНАМИЧЕСКИЙ ПРАКСИС МАЛЬЧИКАМИ И ДЕВОЧКАМИ В 6 ЛЕТ ВНУТРИ КАЖДОЙ ПОПУЛЯЦИИ (БАЛЛЫ – 1 И 0\*)**

**TABLE 8**

**CONFIDENT PERFORMANCE OF THE DYNAMIC PRAXIS TEST BY BOYS AND GIRLS AT 6 YEARS OF AGE WITHIN EACH POPULATION (SCORES – 1 AND 0\*)**

Выборка	Мальчики	Девочки	Критерий ф Фишера	p
Городские дети	75,7	81,6	1,28	p > 0,1
Сельские дети	56,6	79,5	2,95	p < 0,001

Примечания: «\*» – 1 балл – единичные ошибки с самокоррекцией; 0 баллов – безошибочное выполнение с плавными реципрокными движениями.

в 1–2-м классах в 2,5 раза чаще, чем в сельской выборке, и примерно с той же частотой, что и в старшем дошкольном возрасте.

Положительная динамика у школьников 1–2-го классов в пробе на динамический праксис была связана, в первую очередь, со снижением числа детей, допустивших грубые и постоянные ошибки при выполнении задания. В городской выборке количество таких школьников уменьшилось в 2 раза. В сельской выборке динамика оказалась не столь впечатляющей, но, тем не менее, была достаточно отчетливой. В условиях школьного обучения заметно увеличилось число детей, демонстрировавших безошибочное выполнение задания. В городе число таких школьников превысило половину из всех обследованных детей, и они оказались ведущей группой, которая и стала определять особенности развития в данной популяции. В сельской выборке сохранилась достаточно большая группа школьников, выполнявших серийные движения с грубыми и постоянными ошибками (19,1 %), что в очередной раз указывало на недостаточную сформированность кинетических механизмов произвольных движений. Различия данных городских и сельских детей продолжали оставаться на уровне статистической достоверности (табл. 6).

Худшие результаты по всем выборкам демонстрируют сельские мальчики несмотря на то, что их отставание в развитии серийных движений продолжало сокращаться. Тем не менее, разрыв в успешности выполнения пробы между городскими и сельскими мальчиками, в отличие от девочек, по-прежнему остается значительным. Интересно, что если в городе данные выполнения пробы у мальчиков и девочек в школе начинают сближаться, то в сельской местности мальчики продолжают заметно отставать от девочек. В сельской выборке и у мальчиков, и у девочек в школе впервые появляется отчетливая тенденция к асимметрии ошибок за счет увеличения их числа в левой руке. Так, у девочек при выполнении пробы ошибки в левой руке встречались примерно в 50 % случаев, а в правой – только у 16,7 % обследованных. У 40 % сельских мальчиков больше ошибок отмечалось в левой и только у 8,4 % из них – в правой руке. Вероятно, такое изменение характера выполнения задания было связано с усилением процессов межполушарной асимметрии в связи со школьным обучением у сельских детей.

Продолжающееся школьное обучение больше стимулировало успешность выполнения пробы на динамический праксис у городских детей. Сельские школьники по-прежнему отставали в развитии этого компонента двигательной функции, и положительная динамика здесь оставалась невысокой.

В 3–4-м классах показатели городских и сельских детей при выполнении реципрокной пробы продолжали оставаться на уровне статистически значимых различий (табл. 2). В городской выборке темп развития кинетической составляющей движений продолжал оставаться высоким, а в сельской он в целом упал (табл. 4). При выполнении пробы чаще ошибки допускали сельские дети – 44,1 %, против 30 % у городских

детей, то есть безошибочное выполнение пробы отмечалось в 70 % случаев в городской выборке и 55,9 % случаев в сельской. Грубые ошибки отсутствовали в обеих выборках. Чаще всего постоянные и единичные самостоятельно корректируемые ошибки допускали сельские мальчики – 59,4 %, в городе только 30 % мальчиков выполняли реципрокную координацию с ошибками, то есть практически в 2 раза меньше. У девочек результаты заметно не различались – 25 % в городе и 28,8 % в сельской местности. Тем не менее, это, вероятно, свидетельствовало о недостаточной сформированности кинетической функции в этом возрасте у сельских детей, что указывало на отставание в созревании соответствующих мозговых систем.

На фоне достаточно уверенного выполнения пробы на динамический праксис всеми школьниками 3–4-го классов количественные показатели городских и сельских детей продолжали различаться на уровне статистической значимости, больше за счет результатов мальчиков (табл. 3). Более высокий темп развития кинетической составляющей движений отмечался в городской популяции школьников (табл. 6). В 3–4-м классах с пробой на динамический праксис уверенно справлялись практически все дети. Грубые ошибки с неполной их коррекцией имели место лишь в единичных наблюдениях у сельских мальчиков (3 %). Практически половина сельских школьников в 3-м и 4-м классах выполняла серийные движения с постоянными или единичными ошибками (46,6 %), в городской выборке таких детей было менее трети (32,1 %). Чаще всего при выполнении пробы ошибались сельские мальчики – 54,5 % (в городе – 34,2 %). У девочек результаты оставались более близкими: 29,9 % в городе и 38,7 % в сельской местности.

Оставались и качественные особенности выполнения двигательных заданий в городской и сельской выборке детей: сельские школьники отличались повышенной импульсивностью и частыми сбоями в программе. В 3–4-м классах показатели выполнения пробы между городскими мальчиками и девочками уже заметно не отличались (34,2 % и 29,9 %), но тенденция к заметному расхождению по числу допускаемых ошибок сохранилась у сельских мальчиков и девочек: 54,5 % и 38,7 %, соответственно.

Характер выполнения пробы городскими школьниками 3–4-го классов позволяет говорить о достаточно высоком уровне сформированности механизмов кинетической организации движений. Особенности выполнения задания сельскими школьниками 3–4-го классов свидетельствуют о продолжающемся у них отставании в формировании произвольных серийных движений, оцениваемых по пробе на динамический праксис.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Возрастной период, когда начинают появляться заметные различия между популяциями в когнитивной сфере, до сих пор не изучен. Вероятно, это может

зависеть от особенностей онтогенеза различных психических функций и скорости созревания тех или иных мозговых систем, стимулируемых окружающей средой [10]. В основательном исследовании Б.Т. Болдуина с соавт., проведенном в Айове (США), была показана важность возрастного фактора в появлении различий в «умственных способностях» между городскими и сельскими детьми: в дошкольной группе такие различия появлялись только в 5–6 лет [26]. Наше исследование подтвердило это наблюдение. Так, в 4 года, когда реципрокная координация и серийная организация движений становится доступной для большинства детей, различия между городскими и сельскими детьми при выполнении проб на реципрокную организацию движений и динамический праксис практически отсутствовали. В этом возрасте не было также различий между результатами мальчиков и девочек, как на внутривнутрипопуляционном, так и на межпопуляционном уровне.

Интересно, что в 4 года выделяется группа детей (11–15 %), заметно опережающая своих сверстников в развитии кинетической организации движений, причем независимо от популяционной принадлежности. Подобные группы детей наблюдались и при исследовании других компонентов двигательной функции [27]. Это явление, возможно, связано с влиянием преимущественно генетического фактора и требует отдельного исследования.

В возрасте 5 лет в городской популяции намечался отчетливый положительный сдвиг в формировании реципрокной координации и произвольных серийных движений. Он затрагивал всю городскую популяцию, демонстрируя преимущество в формировании кинетических основ произвольных движений, связанных с созреванием префронтальных двигательных систем и передних отделов мозолистого тела. Особенностью онтогенеза сельских детей было слабое развитие кинетического фактора. На основании проведенного анализа развития двигательной функции можно говорить об опережающем развитии кинетических механизмов двигательных актов и межполушарных взаимодействий у городских детей по сравнению с сельскими сверстниками на протяжении всего периода изучаемого онтогенеза, что отмечалось и в других работах [28]. При этом межпопуляционные различия на протяжении рассматриваемого возрастного периода формировались преимущественно за счет мальчиков, то есть средовое влияние на детей имело половые особенности. Это хорошо просматривается на примере сельской популяции, где разница между результатами мальчиков и девочек достигала максимума и была статистически достоверной.

Создается впечатление, что развитие кинетической произвольной организации движений является приоритетом в городской популяции как отражение адаптационных процессов в городе, в то время как в сельской местности кинетическая составляющая движений не имеет такого значения в процессе адаптации сельских детей. Это подтверждается и данными

нейровизуализации: онтогенез в городской среде ассоциировался с положительным влиянием на общий объем серого вещества, объем серого вещества дорсолатеральной префронтальной коры и с повышенной активностью передней поясной коры, которые принимают непосредственное участие в реализации произвольных движений [16, 18]. В городской популяции раньше и интенсивнее начинает развиваться фактор произвольности, частью которого являются произвольные кинетические составляющие двигательной функции. По-видимому, в сельской популяции имеются другие приоритеты в развитии движений, в частности, возможно, кинестетический и пространственный аспекты моторной функции. Следует также добавить, что сенсомоторная система ребенка – динамическая самоорганизующаяся система, которая формируется под воздействием как внешних, так и внутренних факторов. Среда активизирует в большей степени определенный тип движений, увеличивая тем самым пул кодирующих его нейронов и улучшая реализацию соответствующего компонента двигательной системы [3]. Тонко настроенные карты движений у городских и сельских детей могут иметь свои особенности, которые зависят от влияния среды [29]. В этом аспекте интересен взгляд исследователей на то, что нет единой мозговой организации серийного движения, а есть динамическая функциональная система, меняющаяся в зависимости от сложности и контекста серийного движения. Поэтому в каждой изучаемой популяции становление двигательной (моторной) функции будет иметь свои особенности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе впервые были проанализированы особенности развития кинетической организации движения в популяции городских и сельских детей в процессе онтогенеза. Так, установлено, что городские дети, начиная с 5 лет, получают постоянное преимущество в развитии кинетических составляющих произвольных движений, что указывает на разную динамику созревания префронтальных двигательных систем мозга и интенсивность развития передних отделов мозолистого тела и поясной коры в процессе онтогенеза в городской и сельской популяциях детей. Начальное школьное обучение не оказывает заметного влияния на особенности развития кинетических произвольных движений в городской и сельской выборках детей: по уровню развития кинетических составляющих двигательного акта сельские дети примерно на год постоянно отстают от своих городских сверстников. Различия между девочками из разных популяций всегда были менее выражены, чем у мальчиков, что позволяет сделать предположение о большей «чувствительности» детей мужского пола к действию средовых факторов. В четырехлетнем возрасте выделяется небольшая группа детей с опережающим развитием кинетического фактора, независимо

от популяционной принадлежности, что может быть объяснено действием наследственного фактора.

### Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственной темы № 121022500178-3 «Ключевые закономерности и механизмы формирования нарушений здоровья детей и подростков как основа персонализированного подхода к диагностике, лечению и профилактике в современной педиатрии».

### Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Gonzalez CLR, Van Rootselaar NA, Gibb RL. *Chapter 15 – Sensorimotor lateralization scaffolds cognitive specialization*. In: Forrester GS, Hopkins WD, Hudry K, Lindell A. (eds.) *Progress in Brain Research*. Elsevier. 2018; 238: 405-433. doi: 10.1016/bs.pbr.2018.06.011
- Fathirezaie Z, Matos S, Khodadadeh E, Clemente FM, Badicu G, Silva AF, et al. The Relationship between Executive Functions and Gross Motor Skills in Rural Children Aged 8-10 Years. *Healthcare (Basel)*. 2022; 10(4): 616. doi: 10.3390/healthcare10040616
- Беар М.Ф., Коннорс Б.У., Парадизо М.А. *Нейронаука. Исследование мозга. Т. 2. Сенсорные и двигательные системы*. 4-е изд., в трех томах. СПб: «Диалектика»; 2021. [Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. *Neuroscience. Brain Research*. Vol. 2. Sensory and Motor Systems. 4<sup>th</sup> ed., in three volumes. St. Petersburg: "Dialectics"; 2021. (In Russ.)].
- Ahonen TA, Kooistra L, Viholainen H, Cantell M. *Developmental Motor Learning Disability: A Neuropsychological Approach*. In: Dewey D, Tupper DE. (eds) *Developmental motor disorders. A neuropsychological Perspective*. New York: The Guilford Press; 2004.
- Bush G, Luu P, Posner MI. Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends Cogn Sci*. 2000; 4(6): 215-22. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01483-2
- Рычкова Л.В., Астахова Т.А., Климкина Ю.Н., Долгих О.А., Погодина А.В. Динамика антропометрических характеристик подростков бурятской национальности в сельской местности Восточной Сибири в период с 2003 по 2018 год. *Экология человека*. 2021; 4: 47-54. [Rychkova LV, Astakhova TA, Klimkina YuN, Dolgikh OA, Pogodina AV. Secular Trends in Anthropometric Characteristics in Eastern Siberian Rural Buryat Adolescents from 2003 to 2018. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2021; 4: 47-54. (In Russ.)]. doi: 10.33396/1728-0869-2021-4-47-54
- Rychkova L, Pogodina A, Ayurova Z, Berdina O. Risk Factors for Obesity in Adolescents Living in Rural Areas of Buryatia: A Case-Control Study. *International journal of biomedicine*. 2019; 9(2): 190-195. doi: 10.21103/Article9(2)\_OA20
- Tkachuk EA, Rychkova LV. The Influence of Innovative Forms of Education on the Physical Development of Schoolchildren. *International Journal of Biomedicine*. 2022; 12(3): 401-403. doi: 10.21103/Article12(3)\_OA9
- Freitas LL, Cardoso TSG, Argollo N, Mello CB. Socio-economic Status, Urbanization and Executive Functions Development: Differences Between Urban and Rural Children. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. 2022; 38: e38220. doi: 10.1590/0102.3772e38220.en
- Поляков В.М. Развитие высших психических процессов в городской и сельской популяциях детей. *Культурно-историческая психология*. 2008; 4(1): 9-16. [Polyakov VM. Development of Higher Mental Processes in Urban and Rural Children. *Cultural-Historical Psychology*. 2008; 4(1): 9-16. (In Russ.)].
- Фотекова Т.А., Захаренко Н.В., Масалович Ю.М. Особенности высших психических функций сельских и городских детей. В: Берлов А.В., Чупров Л.Ф. (ред.) *Международная научная школа «Парадигма»*. Лято – 2015; 4: 377-382. [Fotekova TA, Zakharenko NV, Masalovich YuM. Features of the highest mental functions of rural and urban children. In: Berlov AV, Chuprov LF. (ed.) *International scientific school "Paradigm"*. Lyato – 2015; 4: 377-382. (In Russ.)].
- Niemistö D, Finni T, Haapala EA, Cantell M, Korhonen E, Sääkslahti A. Environmental Correlates of Motor Competence in Children – The Skilled Kids Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16(11): 1989. doi: 10.3390/ijerph16111989
- Ge P, Wang X, Li L, Song G, Li Q. Motor development and emotion recognition among young rural children: The mediating role of working memory. *J Psychol Afr*. 2024; 34(1): 7-12. doi: 10.1080/14330237.2023.2291232
- Carr V, Brown RD, Schlembach S, Kochanowski L. Nature by Design: Playscape Affordances Support the Use of Executive Function in Preschoolers. *Child Youth Environ*. 2017; 27(2): 25-46. doi: 10.7721/chilyoutenvi.27.2.0025
- Krabbendam L, van Vugt M, Conus P, Söderström O, Abrahamyan Empson L, van Os J, et al. Understanding urbanicity: how interdisciplinary methods help to unravel the effects of the city on mental health. *Psychol Med*. 2021; 51(7): 1099-1110. doi: 10.1017/S0033291720000355
- Zhang X, Yan H, Yu H, Zhang Y, Tan HY, Zhang D, et al. The effects of environmental factors associated with childhood urbanicity on brain structure and cognition. *BMC Psychiatry*. 2023; 23: 598. doi: 10.1186/s12888-023-05066-3
- Kühn S, Schmalen K, Beijers R, Tyborowska A, Roelofs K, et al. Green Is Not the Same as Green: Differentiating Between the Association of Trees and Open Green Spaces with Children's Brain Structure in the Netherlands. *Environ Behav*. 2023; 55(5): 311-334. doi: 10.1177/00139165231183095
- Yapl ZA, Yu R. Functional and Structural Brain Correlates of Socioeconomic Status. *Cereb Cortex*. 2020; 30(1): 181-196. doi:10.1093/cercor/bhz080
- Deco G, Sanz Perl Y, Ponce-Alvarez A, Tagliazuchi E, Whybrow PC, Fuster JM, et al. One ring to rule them all: The unifying role of prefrontal cortex in steering task-related brain dynamics. *Prog Neurobiol*. 2023; 227: 102468. doi: 10.1016/j.pneurobio.2023.102468

20. Лурия А.Р. *Высшие корковые функции человека*. СПб.: Питер; 2019. [Luria AR. *The highest cortical functions of a person*. St. Petersburg: Peter; 2019. (In Russ.)].
21. Ахутина Т.В. *Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет*. М.: Изд. В. Секачев; 2022. [Akhutina TV. *Methods of neuropsychological examination of children 6-9 years old*. M.: Publ V Sekachev; 2022. (In Russ.)].
22. Корсакова Н.К., Микадзе Ю.В., Балашова Е.Ю. *Неуспевающие дети: нейропсихологическая диагностика трудностей в обучении младших школьников*. М.: Юрайт; 2025. [Korsakova NK, Mikadze YuV, Balashova EYu. *Underachieving children: neuropsychological diagnostics of learning difficulties in primary school students*. Moscow: Yurait; 2025. (In Russ.)].
23. Полонская Н.Н. *Нейропсихологическая диагностика детей младшего школьного возраста*. М.: Академия; 2007. [Polonskaya NN. *Neuropsychological diagnosis of primary school children*. M.: Academy; 2007. (In Russ.)].
24. Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. *Методология нейропсихологического сопровождения детей с неравномерностью развития психических функций*. В: Ахутина Т.В., Глоzman Ж.М. (ред.) *Лурия и психология XXI века: труды II Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия*. Москва; 2003: 181-189. [Akhutina TV, Pulaeva NM. *The methodology of neuropsychological support of children with uneven development of mental functions*. In: Akhutina TV, Glozman ZhM. (ed.) *Luria and psychology of the XXI century: the works of the II International Conference dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the birth of A.R. Luria*. Moscow; 2003: 181-189. (In Russ.)].
25. Polyakov VM, Dolgikh VV, Kolesnikova LI, Rychkova LV. Peculiarities of ontogenesis of brain functional systems in urban and village children. *International journal of psychophysiology*. 2008; 69(3): 297-298. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.05.288
26. Baldwin BT, Fillmore EA, Hadley L. *Farm Children: An Investigation of Rural Child Life in Selected Areas of Iowa*. N.J.: Appleton-Century-Crofts; 1930.
27. Поляков В.М., Рычкова Л.В., Прохорова Ж.В., Вотинева А.С., Черевикова И.А. Развитие кинестетической и пространственной основы движений в городской и сельской популяции детей. *Acta Biomedica Scientifica*. 2025; 10(2): 44-51. [Polyakov VM, Rychkova LV, Prokhorova ZhV, Votinea AS, Cherevikova IA. Development of kinesthetic and spatial basis of movement in urban and rural populations. *Acta Biomedica Scientifica*. 2025; 10(2): 180-190. (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2025-10.2.19
28. Фотекова Т.А. *Роль факторов среды в формировании высших психических функций в дошкольном и младшем школьном возрасте*. Абакан: ООО «Книжное издательство «Бригантина»; 2015. [Fotekova TA. *The role of environmental factors in the formation of higher mental functions in preschool and primary school age*. Abakan: ООО «Book Publishing House «Brigantina»; 2015. (In Russ.)].
29. Schwarzlose R. *Brainscapes: The Warped, Wondrous Maps Written in Your Brain and How They Guide You*. London: Profile Books Ltd; 2022.

#### Сведения об авторах

- Поляков Владимир Матвеевич** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории психонейросоматической патологии детского возраста, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: vmpolyakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6243-9391>
- Рычкова Любовь Владимировна** – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>
- Прохорова Жанна Владимировна** – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией психонейросоматической патологии детского возраста, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: proxorowa.janna2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8236-1747>
- Вотинева Анастасия Сергеевна** – младший научный сотрудник лаборатории психонейросоматической патологии детского возраста, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: votinevaas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0361-2868>
- Черевикова Ирина Александровна** – младший научный сотрудник лаборатории психонейросоматической патологии детского возраста, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; e-mail: gothic.craze@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5328-8525>

#### Information about the authors

- Vladimir M. Polyakov** – Dr. Sc. (Biol.), Leading Research Officer at the Laboratory of Psychoneurosomatic Children's Pathology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: vmpolyakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6243-9391>
- Lyubov V. Rychkova** – Dr. Sc. (Med.), professor, Corresponding Member of the RAS, Director, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>
- Zhanna V. Prokhorova** – Cand. Sc. (Med.), Head of the Laboratory of Psychoneurosomatic Children's Pathology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: proxorowa.janna2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8236-1747>
- Anastasiya S. Votinea** – junior Research Officer at the Laboratory of Psychoneurosomatic Children's Pathology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: votinevaas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0361-2868>
- Irina A. Cherevikova** – junior Research Officer at the Laboratory of Psychoneurosomatic Children's Pathology, Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: gothic.craze@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5328-8525>