

Функциональная межполушарная асимметрия и нейрокогнитивное развитие у детей и подростков

Хохлов Н.А.

Центр тестирования и развития «Гуманитарные технологии», г. Москва, Российская Федерация,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0748-7547>, e-mail: nkhokhlov@psychmsu.ru

Многие нейропсихологи уверены, что у левшей чаще встречаются нарушения развития. В качестве возможного фактора дизонтогенеза также рассматривают несовпадающую латерализацию анализаторов (кросс-латеральность). Однако в последние годы было показано, что функциональная межполушарная асимметрия (ФМА) практически не влияет на интеллект и качество жизни. Цель данной работы — измерить вклад мануальной и зрительной асимметрий в общий уровень нейрокогнитивного развития (НР) детей и подростков. Были исследованы 922 человека, из них 594 мальчика и 328 девочек в возрасте 4–17 лет, проходившие нейропсихологическую диагностику. Использовалась шкала общего уровня развития из психометрической батареи «Многофакторное исследование нейропсихологических особенностей развития». Измерение семи показателей ФМА проводилось с помощью наблюдения за обследуемым и оценки выполнения пяти проб на латеральные признаки. Не обнаружено значимого влияния ФМА и кросс-латеральности на НР. В некоторых возрастных группах латеральные признаки связаны с НР, но эта связь не является устойчивой. Дополнительно показано, что результаты проб на латеральные признаки не согласуются друг с другом.

Ключевые слова: детская нейропсихология, дифференциальная нейропсихология, межполушарная асимметрия, ведущая рука, ведущий глаз, кросс-латеральность.

Для цитаты: Хохлов Н.А. Функциональная межполушарная асимметрия и нейрокогнитивное развитие у детей и подростков. 2024. Том 13. № 3. С. 83–99. DOI: 10.17759/cpse.2024130304

Functional Interhemispheric Asymmetry and Neurocognitive Development in Children and Teenagers

Nikita A. Khokhlov

Centre for Testing and Development “Humanitarian Technologies”, Moscow, Russia,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0748-7547>, e-mail: nkhokhlov@psychmsu.ru

Many neuropsychologists believe that left-handed individuals are more likely to experience developmental disorders. In addition, non-coinciding lateralization of analyzers (cross-laterality) is also considered as a possible factor in dysontogenesis. However, in recent years it has been demonstrated that functional interhemispheric asymmetry (FIA) has minimal impact on intelligence and quality of life. This study aims to measure the contribution of manual and visual asymmetries to the overall level of neurocognitive development (ND) in children and adolescents. A total of 922 individuals were studied, including 594 boys and 328 girls aged 4–17 years, who underwent neuropsychological diagnostics. The scale of general level of development from the psychometric battery “Multifactorial Investigation of Neuropsychological Development” was used. The measurement of seven FIA indicators was carried out by observing subjects and assessing the performance on five techniques for lateral signs. No significant influence on ND was found for FIA and cross-lateralization. In some age groups, lateral signs were associated with ND, but this association was not stable. Additionally, it was shown that the results of techniques for lateral signs are inconsistent with each other.

Keywords: child neuropsychology, differential neuropsychology, interhemispheric asymmetry, leading hand, leading eye, cross-laterality.

For citation: Khokhlov N.A. Functional interhemispheric asymmetry and neurocognitive development in children and teenagers. *Klinicheskaya i spetsial'naya psikhologiya = Clinical Psychology and Special Education*, 2024. Vol. 13, no. 3, pp. 83–99. DOI: 10.17759/cpse.2024130304 (In Russ., abstr. in Engl.)

Введение

Нейропсихологи уделяют большое внимание функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) [29; 33]. Считается, что левшество указывает на повышенную вероятность неврологических и психических патологий. Особое отношение к леворуким детям подкрепляется публикациями ведущих российских специалистов [13; 14; 15; 19]. Вместе с тем недостаточная научная обоснованность ключевых положений способствует появлению сомнительных нейропедагогических рекомендаций, противоречащих друг другу [5; 6; 8; 9; 17; 18; 25].

В конце XX в. леворукость часто обсуждалась в одном контексте с отставанием в развитии и школьной неуспеваемостью. С 1990-х гг. в научной литературе «возникает скептицизм в отношении гипотезы патологического происхождения леворукости» [15, с. 62]. Единое мнение на этот счет до сих пор отсутствует. Например, А.В. Семенович пишет, что «атипия психического развития — одна из базовых особенностей лиц с наличием фактора левшества» [19, с. 77], а Т.В. Пятница утверждает, что «левшество — один из вариантов нормального развития организма» [18, с. 3]. Возможным фактором дизонтогенеза также считают кросс-латеральность — «несоответствие асимметрии в сенсорной и моторной сфере» [15, с. 89]. Некоторые дисфункции, в частности дислексия [35], чаще встречаются при недостаточной асимметрии, при этом направление латерализации роли не играет.

В недавней работе [30] было показано, что у детей 5–12 лет, имевших при рождении дефицит массы тела, отмечается более низкий уровень интеллекта, меньшая частота праворукости и сниженная скорость бимануальной координации. В другом исследовании [34] были изучены более 37495 пятилетних близнецов. Выяснилось, что

отсутствие праворукости чаще встречается у близнецов и недоношенных детей, а леворукость — у детей, лишенных грудного вскармливания. Использование обеих рук вместо выраженного доминирования правой руки оказалось связанным с задержкой развития нервной системы и повышенным риском дезадаптивного эмоционального поведения. Имеются сведения о том, что леворукие дети «демонстрируют более высокий уровень тревожности и страхов» [4, с. 12]. С другой стороны, при исследовании 2862 взрослых не было обнаружено значимых различий между правшами и левшами по качеству жизни и психологическому благополучию [27]. Систематический обзор 36 исследований [32] с общим объемом выборки 65519 человек показывает, что у правшей уровень интеллекта чуть выше, чем у левшей, но различия (d -Коэна не более 0,07 по модулю) не достигают статистической значимости.

Следует иметь в виду, что ФМА меняется с возрастом [16]. Одни авторы «считают, что в норме индивидуальный профиль латеральной организации должен сформироваться к 6–7-летнему возрасту, другие — в период полового созревания» [2, с. 9]. До 7 лет преобладает биоэлектрическая активность правого полушария, а с 7 лет — левого. У леворуких детей того же возраста межполушарные различия менее выражены [1]. По данным нейровизуализации [26], у детей 6–10 лет в дорсолатеральной лобной коре нарастает левосторонняя асимметрия, а слуховые и сенсомоторные области функционируют более симметрично. Формирование межполушарных связей, по-видимому, длится до 12–14 лет [23].

Исследовательская проблема усугубляется применением диагностических инструментов с сомнительными психометрическими свойствами. В отечественной нейропсихологии распространены пробы на латеральные признаки, результаты которых суммируются при определении профиля латеральной организации [7; 11]. Хотя разные методики измеряют частные компоненты ФМА [28; 31], современные авторы [3; 10; 12] продолжают связывать результаты проб с асимметрией анализаторов в целом, не проверяя их согласованность. Под вопросом остается стабильность латеральных признаков в процессе взросления [14]. Не исключено, что влияние разнородности методов измерения асимметрии перекрывает изучаемый эффект [36].

Настоящая статья продолжает работы автора, проведенные на материале качественных оценок состояния высших психических функций (ВПФ) [20; 22]. **Цель** данного исследования — измерить вклад мануальной и зрительной асимметрий в общий уровень нейрокогнитивного развития (НР) детей и подростков 4–17 лет. **Дополнительная цель** — описать распространенность латеральных признаков и связи между ними. Были выдвинуты следующие **гипотезы**:

- 1) Отсутствие правшества в мануальной и зрительной сферах сопровождается сниженным уровнем НР.
- 2) Несоответствие мануальной и зрительной асимметрий сопровождается сниженным уровнем НР.
- 3) Максимальное влияние ФМА на НР проявляется к моменту завершения формирования межполушарных связей (в младшем подростковом возрасте).

Материалы и методы

Выборка

В исследовании приняли участие 922 человека, из них 594 мальчика и 328 девочек в возрасте от 4 до 17 лет включительно. Распределение испытуемых по возрасту и полу представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение испытуемых по возрасту и полу

Пол	Возраст (годы)													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
М	9	58	72	70	56	35	51	41	33	33	52	39	28	17
Ж	5	42	58	38	33	17	24	19	12	13	24	18	19	6

Все участники исследования в 2014–2023 гг. по желанию родителей проходили нейропсихологическую диагностику в Центре тестирования и развития «Гуманитарные технологии» и Психологическом центре «Гальтон» для оценки уровня развития ВПФ и получения рекомендаций по развитию. Родители были проинформированы о том, что результаты диагностики используются для проведения научных исследований в анонимном и обобщенном виде. Обследованные дети даже при наличии парциальных дисфункций были социально адаптированы. Школьники ($n=656$) обучались по стандартным учебным программам. В целом выборка соответствует статистической норме.

Методики

Нейропсихологическая диагностика проводилась с использованием психометрической батареи «Многофакторное исследование нейропсихологических особенностей развития» (МИНОР) [21]. Батарея включает в себя 40 методик, измеряющих 171 переменную, на основе которых оцениваются 23 вторичных показателя. Результаты представляются в z -оценках (0 ± 1). В данной работе используется шкала общего уровня развития (ОУР), включающая в себя 50 переменных. Она может быть измерена в абсолютных значениях (ОУР-А), статистически связанных с возрастом, и в относительных значениях (ОУР-О), получаемых после поправки на возраст.

Для исследования ФМА применялась следующая оценочная шкала (некоторые методики предполагали использование двух или трех градаций):

- 1 — правый (П);
- 0,5 — правый с тенденцией к билатеральности (ПБ);
- 0 — билатеральный (Б);
- 0,5 — левый с тенденцией к билатеральности (ЛБ);
- 1 — левый (Л).

Измерение показателей ФМА проводилось с помощью наблюдения за обследуемым в течение всей диагностики и оценки выполнения пяти проб на латеральные признаки:

- 1) Ведущая рука (П/ПБ/Б/ЛБ/Л). Наблюдение за тем, какой рукой пишет, рисует и совершает предметные действия обследуемый. Особое внимание уделялось особенностям выполнения графомоторной пробы «Забор», входящей в батарею МИНОР.

- 2) Ведущий глаз (П/ПБ/Б/ЛБ/Л). Обобщение результатов выполнения пробы Розенбаха и пробы «Прицеливание», а также наблюдение за тем, с какой стороны обследуемый располагает изображения при рассматривании.
- 3) Проба Розенбаха (П/Б/Л).
- 4) Проба «Прицеливание» (П/Л).
- 5) Проба «Переплетение пальцев рук» (П/Л).
- 6) Проба «Поза Наполеона» — по локтю (П/Л).
- 7) Проба «Аплодирование» (П/Б/Л).

Анализ данных

Математико-статистическая обработка данных проводилась с использованием программ jamovi 2.3.18 и RStudio 2023.06.1 Build 524 (пакеты extrafont, ggplot2, lsr, gcompanion). Для оценки связи между категориальными переменными, имеющими два уровня, использовался ϕ -критерий; от трех уровней — V-критерий Крамера. При сравнении двух групп применялся t-критерий Стьюдента для независимых выборок, при сравнении большего числа групп — однофакторный дисперсионный анализ с вычислением F-критерия Фишера (при необходимости вводились поправки на неоднородность дисперсий). Для анализа связи между зависимой метрической переменной и независимыми метрическими или категориальными переменными проводился регрессионный анализ с вычислением скорректированного коэффициента детерминации (R^2). Для работы с временными рядами использовался метод скользящего окна (возраст ± 11 мес.). При построении графиков применялось сглаживание локально оцененной диаграммы рассеяния (LOESS).

Результаты

Распространенность латеральных признаков приведена в таблице 2, а возрастная динамика их встречаемости продемонстрирована на рис. 1. Некоторые испытуемые выполнили не все методики, поэтому в столбце «N» таблицы 2 указано фактическое число наблюдений.

Таблица 2

Распространенность латеральных признаков

Латеральный признак	N	П	ПБ	Б	ЛБ	Л
1 Ведущая рука	884	699 (79%)	102 (12%)	3 (0,34%)	32 (4%)	48 (5%)
2 Ведущий глаз	882	243 (28%)	143 (16%)	211 (24%)	111 (13%)	174 (20%)
3 Проба Розенбаха	918	422 (46%)	–	188 (20%)	–	308 (34%)
4 Прицеливание	883	453 (51%)	–	–	–	430 (49%)
5 Переплетение пальцев рук	921	365 (40%)	–	–	–	556 (60%)
6 Поза Наполеона	921	475 (52%)	–	–	–	446 (48%)
7 Аплодирование	920	468 (51%)	–	373 (40%)	–	79 (9%)

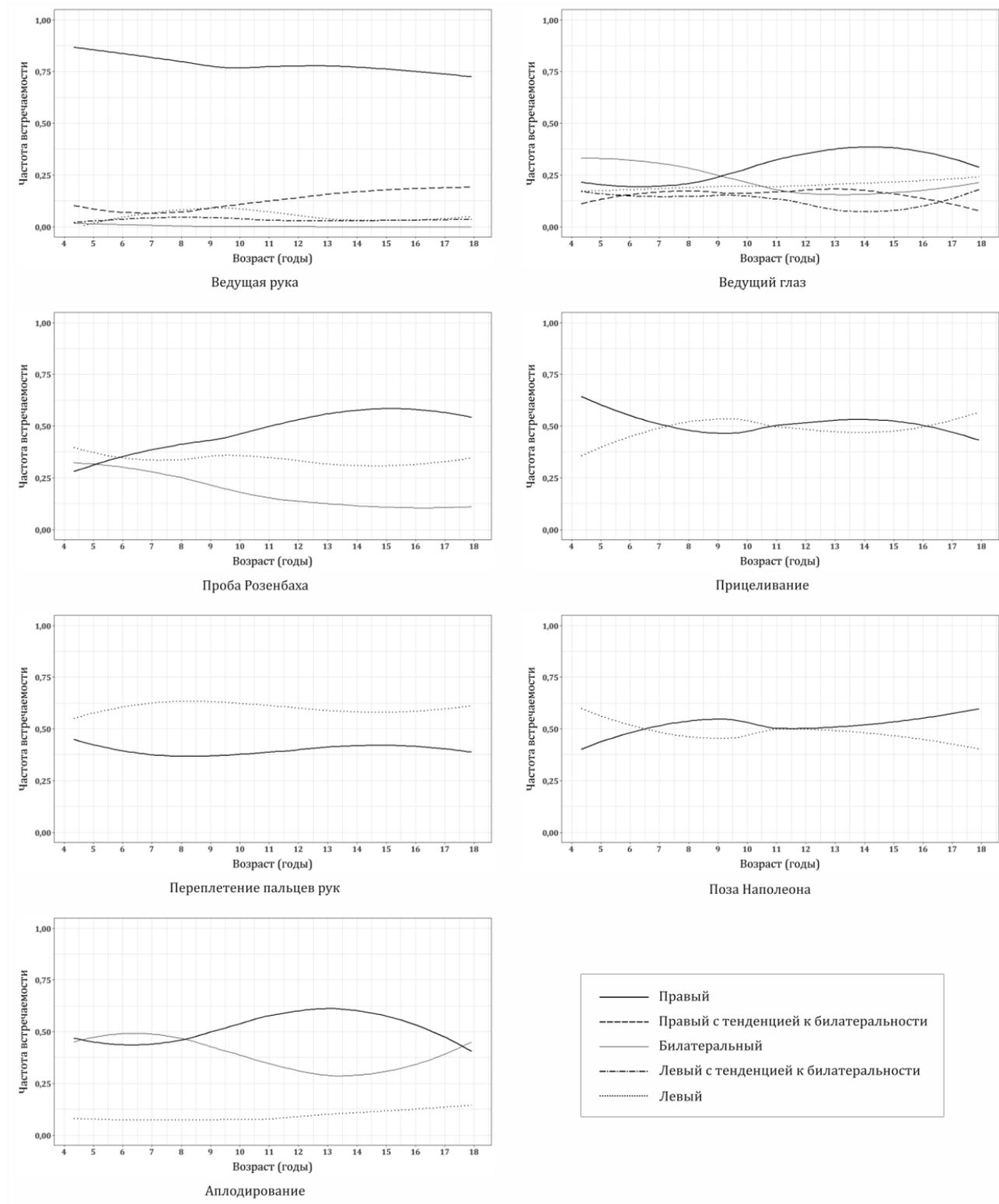


Рис. 1. Встречаемость латеральных признаков в разном возрасте

Связи между латеральными признаками приведены в таблице 3.

Таблица 3

Связи латеральных признаков между собой

Латеральный признак	1	2	3	4	5	6	7
1 Ведущая рука	—	V=0,05	V=0,05	V=0,03	V=0,09	V=0,1	V=0,1
2 Ведущий глаз	p=0,897	—	V=0,74	V=0,42	V=0,03	V=0,03	V=0,1
3 Проба Розенбаха	p=0,871	p<0,001	—	V=0,08	V=0,02	V=0,04	V=0,05
4 Прицеливание	p=0,942	p<0,001	p=0,064	—	φ=-0,01	φ=0,01	V=0,04
5 Переплетение пальцев рук	p=0,121	p=0,92	p=0,893	p=0,725	—	φ~0	V=0,02
6 Поза Наполеона	p=0,076	p=0,903	p=0,529	p=0,832	p=0,973	—	V=0,06
7 Аплодирование	p=0,04	p=0,02	p=0,439	p=0,42	p=0,789	p=0,221	—

Значения ОУР-О в группах с разными латеральными признаками представлены в таблице 4. Для первых двух переменных дополнительно проведено сравнение при объединении групп П+ПБ и Л+ЛБ; ПБ+Б+ЛБ.

Таблица 4

Различия в уровне нейрокогнитивного развития при наличии разных латеральных признаков

Латеральный признак	П	ПБ	Б	ЛБ	Л	F / t; p
1 Ведущая рука	-0,01±0,97	0,12±1,02	0,09±1,05	0,33±1,12	-0,19±1,23	F=1,74; p=0,139
	0,02±1,21		0,09±1,05	0±0,98		F=0,01; p=0,988
	-0,01±0,97	0,17±1,04		-0,19±1,23		F=2,95; p=0,053
2 Ведущий глаз	0,07±1,01	0,08±0,97	-0,13±1,03	0,08±0,91	-0,03±0,9	F=1,55; p=0,19
	0,07±1,05		-0,13±1,03	0,01±0,9		F=2,72; p=0,067
	0,07±1,01	-0,01±0,99			-0,03±0,9	F=0,615; p=0,541
3 Проба Розенбаха	0,05±1,06	-	-0,03±1,02	-	-0,04±0,9	F=0,83; p=0,438
4 Прицеливание	0,02±1,01	-	-	-	0,03±0,96	t=0,13; p=0,893
5 Переплетение пальцев рук	0±1,03	-	-	-	0±0,98	t=-0,04; p=0,972
6 Поза Наполеона	0,01±0,98	-	-	-	-0,01±1,02	t=-0,18; p=0,86
7 Аплодирование	0±1,01	-	0,03±0,99	-	-0,17±0,99	F=1,41; p=0,244

Апостериорные тесты не выявляют значимых попарных различий. Если сравнить между собой праворуких и леворуких детей без учета промежуточных вариантов латерализации, то размер эффекта (d) составляет 0,18 (p=0,325). При сравнении объединенных групп П+ПБ и Л+ЛБ различия еще меньше (d=0,01; p=0,931). Испытуемые

со склонностью к амбидекстрии (ПБ+Б+ЛБ) имеют небольшое преимущество перед остальными ($d=0,2$; $p=0,036$), но поправка на множественные сравнения делает результат незначимым.

Возрастная динамика ОУР-А в выделенных группах показана на рис. 2.

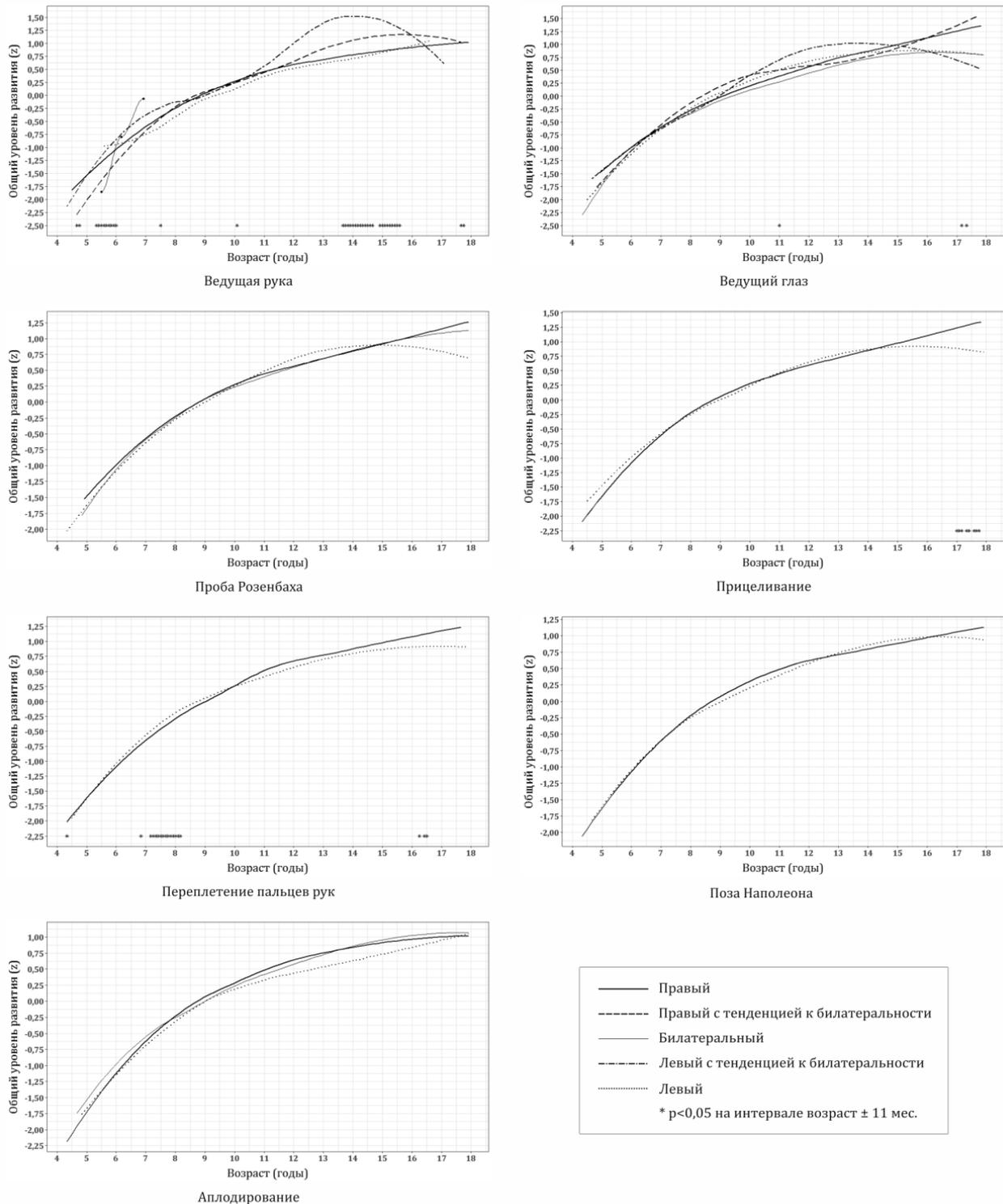


Рис. 2. Различия в траекториях нейрокогнитивного развития при наличии разных латеральных признаков

Для дальнейшего анализа были построены регрессионные модели, где зависимой переменной выступал ОУР-О, а независимыми — показатели ФМА. Дополнительно учитывалось взаимодействие предикторов. В первой модели в качестве независимых переменных использовались «Ведущая рука» и «Ведущий глаз». Модель оказалась статистически незначимой ($R^2 < 0,007$; $p > 0,088$). Во второй модели независимыми переменными были результаты выполнения пяти проб на латеральные признаки. Эта модель также незначима ($R^2 < 0,01$; $p > 0,132$).

Степень совпадения мануальной и зрительной асимметрий оценивалась путем вычисления абсолютной разницы между переменными «Ведущая рука» и «Ведущий глаз». Вспомогательная переменная была переведена в z-оценки с использованием процентильной стандартизации. Третья модель оценивала влияние этого показателя на ОУР-О: $R^2 < 0,002$; $p > 0,205$. У испытуемых с полным совпадением латерализации двух анализаторов ($n=227$) среднее значение ОУР-О составило $0,07 \pm 1,03$, а у испытуемых с максимальным расхождением ($n=148$) — $-0,04 \pm 0,96$ ($t = -0,99$; $p = 0,324$).

Во всех трех моделях R^2 не превышает 0,16 до 17 лет 4 мес. В старшем подростковом возрасте связи латеральных признаков с ОУР-О увеличиваются, в некоторых случаях достигая статистической значимости. Например, на подвыборке старше 16 лет 4 мес. ($n=45$) первая модель объясняет 21,2% дисперсии ($p=0,023$). В этом же возрасте третья модель объясняет 10,1% дисперсии ($p=0,019$). У испытуемых старше 16 лет 5 мес. ($n=41$) вторая модель объясняет 31,4% дисперсии ($p=0,005$). Однако эти модели не воспроизводятся даже при небольшом изменении возрастных границ. Результаты усреднения полученных коэффициентов детерминации показаны на рис. 3. Отрицательное значение R^2 свидетельствует о том, что ошибка модели простого среднего меньше ошибки регрессионной модели (наилучшая модель предполагает использование константы без переменных).

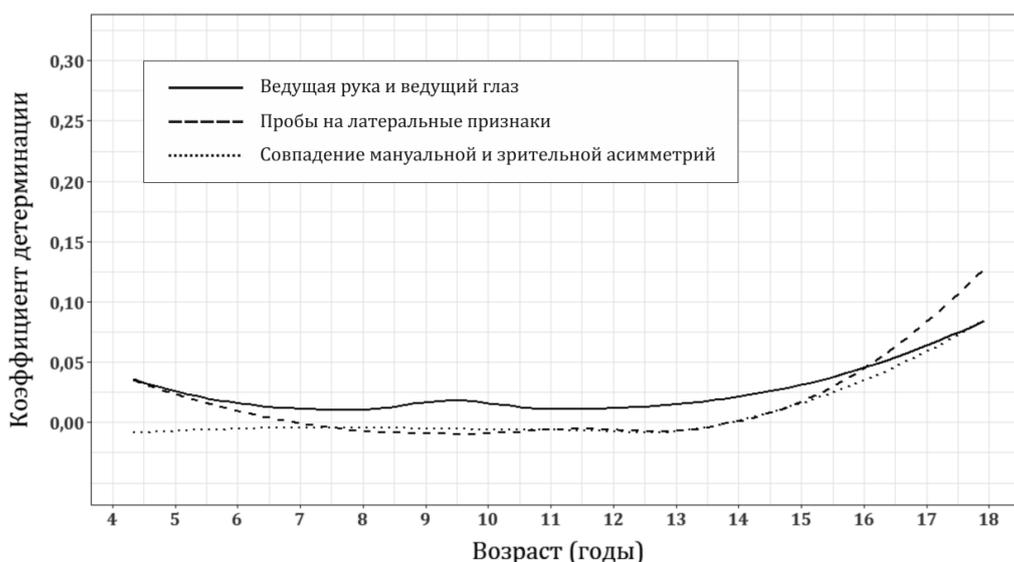


Рис. 3. Доля дисперсии относительного общего уровня развития, объясняемая функциональной межполушарной асимметрией в разном возрасте

Обсуждение результатов

Леворукость встречается у 9% обследованных. При этом 60% леворуких детей имеют выраженное доминирование левой руки, а 40% иногда используют правую руку. Среди праворуких лишь 13% в некоторых ситуациях предпочитают пользоваться неведущей рукой. Истинные амбидекстры встречаются крайне редко (0,34%). Все три амбидекстра были мальчиками 5–6 лет. Из них двое в основном рисовали левой рукой, один — правой. Еще один мальчик (7 лет) рассказывал, что в тетради писал правой рукой, а на доске — левой, но затем стал пользоваться только правой рукой. По результатам диагностики он был признан праворуким. Вообще дошкольники часто рисуют то правой, то левой рукой, объясняя это тем, что одна из рук устала. При освоении письма большинство из них быстро определяют с ведущей рукой. Дети, имеющие склонность к амбидекстрии, со временем распределяют разные действия между двумя руками. Скорее всего, это не просто сниженная асимметрия, а вариант дифференцированной латерализации, имеющий свои преимущества.

Встречаемость некоторых латеральных признаков меняется с возрастом. В наибольшей степени это касается результатов выполнения пробы Розенбаха, ведущего глаза и пробы «Аплодирование». С подросткового возраста доля лиц с ведущим правым глазом возрастает, а с ведущим левым глазом снижается. Младшие подростки реже используют обе руки при аплодировании, тогда как в других возрастах частоты правостороннего и билатерального выполнения пробы почти совпадают.

Латеральные признаки практически не связаны между собой. Связи ведущего глаза с результатами выполнения пробы Розенбаха и пробы «Прицеливание» являются тривиальными. Более интересны связи пробы «Аплодирование» с ведущей рукой и ведущим глазом. Они отчасти указывают на существование межмодальных комплексов, латерализованных в соответствии с особенностями выполнения предметных действий. С учетом малой величины корреляций и множественности сравнений правильнее сделать вывод об отсутствии связей между разными пробами.

Наибольший уровень НР отмечается при наличии левшества с тенденцией к билатеральности, а наименьший — у чистых левшей. Однако все различия в уровне НР между детьми с разными латеральными признаками скорее случайны. Для ведущей руки, ведущего глаза, проб «Прицеливание» и «Переплетение пальцев рук» можно обнаружить возрастные подгруппы, в которых различия значимы. Иногда они являются разнонаправленными.

Сочетания латеральных признаков, включая совпадение мануальной и зрительной асимметрий, не оказывают значимого влияния на НР. Есть основания полагать, что с 17 лет совокупная роль латеральных признаков увеличивается, но имеющихся данных недостаточно для полноценного анализа этой тенденции.

Отдельно стоит остановиться на проблеме расхождения этих результатов с позицией авторов, утверждающих, что левшество связано с нейрокогнитивными дисфункциями. Например, в 2024 г. вышла статья О.С. Шалиной, Н.А. Петуховой и Д.Б. Романова [24], в которой описана специфика развития ВПФ у леворуких детей 7–11 лет. Возможное объяснение состоит в том, что при проведении качественной диагностики и последующего синдромного анализа нейропсихологи осведомлены о мануальной асимметрии обследуемого и в спорных случаях неосознанно склоняются к решениям, согласующимся с их установками. Это особенно актуально при исходном

подразделении психических функций на «левополушарные» и «правополушарные». Для измерения эффекта ожиданий исследователя и введения соответствующей поправки требуется независимая оценка диагностических протоколов. Также рекомендуется использовать математически обоснованные количественные шкалы, свободные от предварительной концептуализации.

Другая причина низкой воспроизводимости результатов заключается в том, что за одними и теми же латеральными признаками могут стоять разные мозговые механизмы. Как отмечают В.А. Москвин и Н.В. Москвина [13], существует гетерогенность факторов латерального предпочтения. Выделяют наследственные и генетические факторы, пре- и перинатальные поражения мозга, ситуации дефекта или утраты анализатора, а также функциональные факторы, связанные с научением. В индивидуальном случае на латерализацию может влиять более чем один фактор. Применяемые нейропсихологами диагностические методики, даже при наличии анамнестических сведений, не дают возможности уверенно разделить эти причины между собой. Обнаруживаемые закономерности зависят от того, с какой популяцией работает исследователь и какими принципами отбора испытуемых он руководствуется.

Заключение

Полученные результаты позволяют считать вклад ФМА в НР детей и подростков незначительным. Правши практически не отличаются от носителей других латеральных признаков по своему развитию, что не позволяет принять первую гипотезу. Более того, обнаружено небольшое преимущество леворуких со склонностью к амбидекстрии. По-видимому, необходимость распределять действия между двумя руками положительно сказывается на НР. Доминирование правого глаза является благоприятным признаком, но его связь с НР отсутствует до 16 лет. Вторая гипотеза также не принимается. В целом совпадение мануальной и зрительной асимметрий не влияет на НР. Третью гипотезу можно принять лишь частично. Фактор возраста действительно опосредует влияние ФМА на НР. Между тем складывается впечатление, что латерализация мозга не завершается с началом полового созревания, а продолжает меняться в процессе адаптации к новым задачам. Проверка этого предположения требует дополнительного изучения лиц юношеского возраста.

Также было показано, что пробы на латеральные признаки не дают согласованных результатов. Особенности их выполнения отражают частные подвиды асимметрий, а не мануальную или зрительную асимметрии в целом. Дальнейшее применение в нейропсихологической диагностике проб на «скрытое левшество» представляется нецелесообразным.

Для уточнения результатов данной работы в будущем следует использовать методики, позволяющие дифференцировать динамические характеристики ФМА, проявляющиеся на разных этапах решения когнитивных задач. Наряду с мануальной и зрительной асимметриями должна быть исследована слуховая модальность и возможные межмодальные комплексы. В перспективе особенности ФМА могут быть сопоставлены с отдельными ВПФ и их компонентами, поддающимися количественному измерению.

Литература

1. Айрапетянц В.А. Особенности функциональных асимметрий мозга здоровых детей // Асимметрия мозга и память: сборник научных трудов / Отв. ред. В.Ф. Коновалов. Пушино: Научный центр биологических исследований АН СССР в Пушине, 1987. С. 3–13.
2. Асимметричный мозг (психические, психофизиологические и клинические аспекты): Учебное пособие. СПб.: Клиническая патофизиология, 2018. 128 с.
3. Будыка Е.В. Вариабельность показателей когнитивных функций и возможности ее нейрпсихологического анализа // Cognitive Neuroscience — 2021: материалы междунар. форума. 2–3 декабря 2021 г., Екатеринбург / Отв. ред. Э.Э. Сыманюк. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. С. 7–11.
4. Донскова Е.С. Особенности фрустрационного поведения леворуких детей младшего школьного возраста // Психологическая наука и образование. 2022. Том 27. № 4. С. 5–14. DOI: 10.17759/pse.2022270401
5. Дружинин Б.Л., Куминова И.И. Как помочь ребенку подготовиться к школе, если он левша. М.: УЦ «Перспектива», 2005. 24 с.
6. Емельянова Е.Н. Мир левшат. Учимся без проблем. М.: АЙРИС-пресс, 2021. 128 с.
7. Латеральность населения СССР в конце 70-х и начале 80-х годов. К истории латеральной нейрпсихологии и нейрпсихиатрии / Ред.-сост. А.П. Чуприков, В.Д. Мишиев. Донецк: Издатель Заславский А.Ю., 2010. 192 с.
8. Майская А. Ребенок-левша: как достичь гармонии с «правым» миром. СПб.: Питер, 2006. 96 с.
9. Макарьев И. Если ваш ребенок — левша. СПб.: Лань, 1995. 128 с.
10. Маракшина Ю.А. Латеральная асимметрия в функционировании когнитивного контроля: дисс. канд. психол. наук. М., 2019. 165 с.
11. Методы оценки межполушарной асимметрии межполушарного взаимодействия: Учеб. пособие / Хомская Е.Д. [и др.]. М.: Изд-во МГУ, 1995. 78 с.
12. Молчанова Л.Н., Бузовкина А.В. Особенности координационных функций у слабослышащих детей младшего школьного возраста: концептуальная модель исследования [Электронный ресурс] // Клиническая и специальная психология. 2023. Том 12. № 3. С. 188–212. DOI: 10.17759/cpse.2023120309
13. Москвин В.А., Москвина Н.В. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека. М.: Смысл, 2011. 367 с.
14. Николаева Е.И. Возрастная психология: леворукость у детей: учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2020. 176 с.
15. Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. Функциональная асимметрия мозга и латеральные предпочтения: перезагрузка. Эволюционный, генетический, психофизиологический и психологический подходы к анализу. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. 376 с.
16. Поляков В.М., Колесникова Л.И. Функциональная асимметрия мозга в онтогенезе (обзор литературы отечественных и зарубежных авторов) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2006. № 5 (51). С. 322–331.
17. Пчелкина Е.Л. С какой планеты ваш ребенок. Практикум по нейропедагогике для родителей и преподавателей. М.: Галактика, 2024. 86 с.

18. *Пятница Т.В.* Левша в начальной школе: адаптация и обучение. Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. 95 с.
19. *Семенович А.В.* Эти невероятные левши: Практическое пособие для психологов и родителей. 6-е изд., испр. и доп. М.: Генезис, 2016. 232 с.
20. *Хохлов Н.А.* Каковы различия между леворукими и праворукими детьми? [Электронный ресурс] // Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири. 2020. № 1. С. 67–74. URL: <https://bulletinpp.esrae.ru/230-1257> (Дата обращения: 26.09.2024).
21. *Хохлов Н.А.* Психометрическая батарея «Многофакторное исследование нейropsychологических особенностей развития» (МИНОР) // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2024. Том 47. № 1. С. 150–183. DOI: 10.11621/LPJ-24-07
22. *Хохлов Н.А., Демина М.Д., Солодчик П.О.* Распространенность латеральных признаков и их диагностическое значение для нейropsychологического обследования детей 4–17 лет // Асимметрия. 2018. Том 12. № 3. С. 52–58. DOI: 10.18454/ASY.2018.3.16315
23. *Чухутова Г.Л.* Проблема развития целостного восприятия в возрастной психологии [Электронный ресурс] // Современная зарубежная психология. 2013. Том 2. № 1. С. 109–121. URL: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2013_n1/58066 (Дата обращения: 12.12.2023)
24. *Шалина О.С., Петухова Н.А., Романов Д.Б.* Специфика высших психических функций у детей с ведущей левой рукой // Психологическая наука и образование. 2024. Том 29. № 3. С. 54–65. DOI: 10.17759/pse.2024290304
25. *Шелопухо О.А.* Левша и правша. М.: ОЛМА Медиа групп, 2011. 320 с.
26. *Agcaoglu O., Muetzel R.L., Rashid B. et al.* Lateralization of resting-state networks in children: Association with age, sex, handedness, intelligence quotient, and behavior // Brain Connectivity. 2022. Vol. 12. No. 3. P. 246–259. DOI: 10.1089/brain.2020.0863
27. *Alharbi K.K., Hafiz T.A.* The effects of hand preference on measures of psychological well-being in a sample of older adults in the Kingdom of Saudi Arabia // Cureus. 2023. Vol. 15 (12). Art. e50402. DOI: 10.7759/cureus.50402
28. *Buenaventura Castillo C., Lynch A.G., Paracchini S.* Different laterality indexes are poorly correlated with one another but consistently show the tendency of males and females to be more left- and right-lateralized, respectively // Royal Society Open Science. 2020. Vol. 7 (4). Art. 191700. DOI: 10.1098/rsos.191700
29. *Gainotti G.* Some historical notes orienting towards brain mechanisms that could underlie hemispheric asymmetries // Cortex. 2023. Vol. 163. P. 26–41. DOI: 10.1016/j.cortex.2023.03.001
30. *Ittyerah M.* Handedness in low-birthweight children: Insights in lateralization // Frontiers in Psychology. 2023. Vol. 13. Art. 1018913. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1018913
31. *Mundorf A., Getzmann S., Gajewski P.D. et al.* Stress exposure, hand preference, and hand skill: A deep phenotyping approach // Laterality. 2023. Vol. 28 (2-3). P. 209–237. DOI: 10.1080/1357650X.2023.2204551
32. *Ntolka E., Papadatou-Pastou M.* Right-handers have negligibly higher IQ scores than left-handers: Systematic review and meta-analyses // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2018. Vol. 84. P. 376–393. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2017.08.007
33. *Ocklenburg S., Güntürkün O.* The lateralized brain: The neuroscience and evolution of hemispheric asymmetries. 2nd ed. London: Academic Press, 2024. 468 p.

34. Odintsova V.V., van Dongen J., van Beijsterveldt C.E.M. et al. Handedness and 23 early life characteristics in 37,495 Dutch twins // *Twin Research and Human Genetics*. 2023. Vol. 26. No. 3. P. 199–208. DOI: 10.1017/thg.2023.23
35. Packheiser J., Papadatou-Pastou M., Koufaki A. et al. Elevated levels of mixed-hand preference in dyslexia: Meta-analyses of 68 studies // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2023. Vol. 154. Art. 105420. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2023.105420
36. Papadatou-Pastou M. Handedness and cognitive ability: Using meta-analysis to make sense of the data // *Progress in Brain Research*. 2018. Vol. 238. P. 179–206. DOI: 10.1016/bs.pbr.2018.06.008

References

1. Airapetyants V.A. Osobennosti funktsional'nykh asimmetrii mozga zdorovykh detei [Features of Brain Functional Asymmetries in Healthy Children]. In: V.F. Konovalov (Ed.), *Asimmetriya mozga i pamyat': sbornik nauchnykh trudov [Brain asymmetry and memory: Collection of scientific works]*. Pushchino: Nauchnyi tsentr biologicheskikh issledovaniy AN SSSR v Pushchine, 1987, pp. 3–13 (In Russ.)
2. Asimmetrichnyi mozg (psikhicheskie, psikhofiziologicheskie i klinicheskie aspekty): Uchebnoe posobie [Asymmetrical Brain (Mental, Psychophysiological and Clinical Aspects): Textbook]. Saint Petersburg: Klinicheskaya patofiziologiya, 2018. 128 p. (In Russ.)
3. Budyka E.V. Variabel'nost' pokazatelei kognitivnykh funktsii i vozmozhnosti ee neiropsikhologicheskogo analiza [Variability of indicators of cognitive functions and the possibilities of its neuropsychological analysis]. In: E.E. Symanyuk (Ed.), *Cognitive Neuroscience — 2021: materialy mezhdunar. foruma. 2–3 dekabrya 2021 g., Ekaterinburg [Cognitive Neuroscience — 2021: materials of the international forum. 2–3 December 2021, Yekaterinburg]*. Yekaterinburg: Publ. Ural university, 2022, pp. 7–11 (In Russ., abstr. in Engl.)
4. Donskova E.S. Osobennosti frustratsionnogo povedeniya levorukikh detei mladshogo shkol'nogo vozrasta [Features of Frustration Behavior in Left-Handed Children of Primary School Age]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2022. Vol. 27, no. 4, pp. 5–14. DOI: 10.17759/pse.2022270401 (In Russ., abstr. in Engl.)
5. Druzhinin B.L., Kuminova I.I. Kak pomoch' rebenku podgotovit'sya k shkole, esli on levsha [How to help a child prepare for school if he or she is left-handed]. Moscow: Perspektiva, 2005. 24 p. (In Russ.)
6. Emel'yanova E.N. Mir levshat. Uchimsya bez problem [The world of left-handers. Learning without problems]. Moscow: AIRIS-press, 2021. 128 p. (In Russ.)
7. Chuprikov A.P., Mishiev V.D. (Eds.). Lateral'nost' naseleniya SSSR v kontse 70-kh i nachale 80-kh godov. K istorii lateral'noi neiropsikhologii i neiropsikhiatrii [Population Laterality in the late 1970s and early 1980s in the USSR: Towards a history of lateral neuropsychology and neuropsychiatry]. Donetsk: Publ. Zaslavskii A.Yu., 2010. 192 p. (In Russ.)
8. Maiskaya A. Rebenok-levsha: kak dostich' garmonii s "pravym" mirom [Left-handed child: How to Achieve harmony with the "right-handed" world]. Saint Petersburg: Piter, 2006. 96 p. (In Russ.)
9. Makar'yev I. Esli vash rebenok — levsha [If your child is left-handed]. Saint Petersburg: Lan', 1995. 128 p. (In Russ.)
10. Marakshina Yu.A. Lateral'naya asimmetriya v funktsionirovanii kognitivnogo kontrolya.

- Diss.... kand. psikhol. nauk. [Lateral asymmetry in cognitive control functioning. PhD (Psychology) diss.]. Moscow, 2019. 165 p. (In Russ.)
11. Metody otsenki mezhpolusharnoi asimmetrii mezhpolusharnogo vzaimodeistviya: Ucheb. posobie [Methods of assessment of hemispheric asymmetry and hemispheric intercommunication: Textbook]. Khomskaya E.D. et al. (Eds.). Moscow: Publ. MSU, 1995. 78 p. (In Russ.)
 12. Molchanova L.N., Buzovkina A.V. Osobennosti koordinatsionnykh funktsii u slaboslyshashchikh detei mladshego shkol'nogo vozrasta: kontseptual'naya model' issledovaniya [Elektronnyi resurs] [Features of coordination functions in children with hearing impairment of primary school age: A conceptual model of the study]. *Klinicheskaya i spetsial'naya psikhologiya = Clinical Psychology and Special Education*, 2023. Vol. 12, no. 3, pp. 188–212. DOI: 10.17759/cpse.2023120309 (In Russ., abstr. in Engl.)
 13. Moskvina V.A., Moskvina N.V. Mezhpolusharnye asimmetrii i individual'nye razlichiya cheloveka [Interhemispheric asymmetries and individual human differences]. Moscow: Smysl, 2011. 367 p. (In Russ.)
 14. Nikolaeva E.I. Vozrastnaya psikhologiya: levorukost' u detei: uchebnoe posobie dlya vuzov [Age Psychology: Left-Handedness in Children: Textbook for Universities]. Moscow: Yurait, 2020. 176 p. (In Russ.)
 15. Nikolaeva E.I., Vergunov E.G. Funktsional'naya asimmetriya mozga i lateral'nye predpochteniya: perezagruzka. Evolyutsionnyi, geneticheskii, psikhofiziologicheskii i psikhologicheskii podkhody k analizu [Functional brain asymmetry and lateral preferences: Reboot. Evolutionary, genetic, psychophysiological, and psychological approaches to analysis]. Saint Petersburg: Publ. The Herzen State Pedagogical University of Russia, 2020. 376 p. (In Russ., abstr. in Engl.)
 16. Polyakov V.M., Kolesnikova L.I. Funktsional'naya asimmetriya mozga v ontogeneze (obzor literatury otechestvennykh i zarubezhnykh avtorov) [Interhemispheric asymmetry and ontogenesis (Literature review)]. *Byulleten' VSNTs SO RAMN = Bulletin of Eastern-Siberian scientific center*, 2006. No. 5 (51), pp. 322–331. (In Russ., abstr. in Engl.)
 17. Pchelkina E.L. S kakoi planety vash rebenok. Praktikum po neiropedagogike dlya roditelei i prepodavatelei [Which planet is your child from? A Neuroeducation guide for parents and teachers]. Moscow: Galaktika, 2024. 86 p. (In Russ.)
 18. Pyatnitsa T.V. Levsha v nachal'noi shkole: adaptatsiya i obuchenie [Left-hander in primary school: Adaptation and learning]. Rostov-on-Don: Feniks, 2014. 95 p. (In Russ.)
 19. Semenovich A.V. Eti neveroyatnye levshi: Prakticheskoe posobie dlya psikhologov i roditelei [These incredible left-handers: A practical guide for psychologists and parents]. 6th ed. Moscow: Genezis, 2016. 232 p. (In Russ.)
 20. Khokhlov N.A. Kakovy razlichiya mezhdru levorukimi i pravorukimi det'mi? [What are the differences between left-handed and right-handed children?]. *Vestnik po pedagogike i psikhologii Yuzhnoi Sibiri = The bulletin on pedagogics and psychology of Southern Siberia*, 2020. No. 1, pp. 67–74. URL: <https://bulletinpp.esrae.ru/230-1257> (Accessed 26.09.2024) (In Russ., abstr. in Engl.)
 21. Khokhlov N.A. Psikhometricheskaya batareya "Mnogofaktornoe issledovanie neiropsikhologicheskikh osobennostei razvitiya" (MINOR) [Psychometric Battery "Multifactorial Investigation of Neuropsychological Development" (MIND)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya = Lomonosov Psychology Journal*, 2024. Vol. 47, no. 1, pp. 150–183. DOI: 10.11621/LPJ-24-07 (In Russ., abstr. in Engl.)

22. Khokhlov N.A., Demina M.D., Solodchik P.O. Rasprostranennost' lateral'nykh priznakov i ikh diagnosticheskoe znachenie dlya neiropsikhologicheskogo obsledovaniya detei 4–17 let [Prevalence of lateral signs and their diagnostic value for neuropsychological assessment of children aged 4–17 years]. *Asimetriya = Journal of asymmetry*, 2018. Vol. 12, no. 3, pp. 52–58. DOI: 10.18454/ASY.2018.3.16315 (In Russ.)
23. Chuhutova G.L. Problema razvitiya tselostnogo vospriyatiya v vozrastnoi psikhologii [Problem of development of Gestalt perception in developmental psychology]. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2013. Vol. 2, no. 1, pp. 109–121. Available at: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2013_n1/58066 (Accessed 12.12.2023) (In Russ., abstr. in Engl.)
24. Shalina O.S., Petukhova N.A., Romanov D.B. Spetsifika vysshikh psikhicheskikh funktsii u detei s vedushchei levoi rukoi [The specifics of higher mental functions in children with a leading left hand]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2024. Vol. 29, no. 3, pp. 54–65. DOI: 10.17759/pse.2024290304 (In Russ., abstr. in Engl.)
25. Shelopukho O.A. Levsha i pravsha [Left-hander and right-hander]. Moscow: OLMA Media group, 2011. 320 p. (In Russ.)
26. Agcaoglu O., Muetzel R.L., Rashid B. et al. Lateralization of resting-state networks in children: Association with age, sex, handedness, intelligence quotient, and behavior. *Brain Connectivity*, 2022. Vol. 12, no. 3, pp. 246–259. DOI: 10.1089/brain.2020.0863
27. Alharbi K.K., Hafiz T.A. The effects of hand preference on measures of psychological well-being in a sample of older adults in the Kingdom of Saudi Arabia. *Cureus*, 2023. Vol. 15 (12), art. e50402. DOI: 10.7759/cureus.50402
28. Buenaventura Castillo C., Lynch A.G., Paracchini S. Different laterality indexes are poorly correlated with one another but consistently show the tendency of males and females to be more left- and right-lateralized, respectively. *Royal Society Open Science*, 2020. Vol. 7 (4), art. 191700. DOI: 10.1098/rsos.191700
29. Gainotti G. Some historical notes orienting towards brain mechanisms that could underlie hemispheric asymmetries. *Cortex*, 2023. Vol. 163, pp. 26–41. DOI: 10.1016/j.cortex.2023.03.001
30. Ittyerah M. Handedness in low-birthweight children: Insights in lateralization. *Frontiers in Psychology*, 2023. Vol. 13, art. 1018913. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1018913
31. Mundorf A., Getzmann S., Gajewski P.D. et al. Stress exposure, hand preference, and hand skill: A deep phenotyping approach. *Laterality*, 2023. Vol. 28 (2-3), pp. 209–237. DOI: 10.1080/1357650X.2023.2204551
32. Ntolka E., Papadatou-Pastou M. Right-handers have negligibly higher IQ scores than left-handers: Systematic review and meta-analyses. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2018. Vol. 84, pp. 376–393. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2017.08.007
33. Ocklenburg S., Güntürkün O. The Lateralized brain: The Neuroscience and evolution of hemispheric asymmetries. 2nd ed. London: Academic Press, 2024. 468 p.
34. Odintsova V.V., van Dongen J., van Beijsterveldt C.E.M. et al. Handedness and 23 early life characteristics in 37,495 Dutch twins. *Twin Research and Human Genetics*, 2023. Vol. 26, no. 3, pp. 199–208. DOI: 10.1017/thg.2023.23
35. Packheiser J., Papadatou-Pastou M., Koufaki A. et al. Elevated levels of mixed-hand preference in dyslexia: Meta-analyses of 68 studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2023. Vol. 154, art. 105420. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2023.105420
36. Papadatou-Pastou M. Handedness and cognitive ability: Using meta-analysis to make sense of the data. *Progress in Brain Research*, 2018. Vol. 238, pp. 179–206. DOI: 10.1016/bs.pbr.2018.06.008

Хохлов Н.А. Функциональная межполушарная асимметрия и нейрокогнитивное развитие у детей и подростков. Клиническая и специальная психология. 2024. Том 13. № 3. С. 83–99.

Khokhlov N.A. Functional interhemispheric asymmetry and neurocognitive development in children and teenagers. Clinical Psychology and Special Education. 2024, vol. 13, no. 3, pp. 83–99.

Информация об авторе

Хохлов Никита Александрович, кандидат психологических наук, психолог-разработчик научно-методического отдела, Центр тестирования и развития «Гуманитарные технологии», г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0748-7547>, e-mail: nkhokhlov@psychmsu.ru

Information about the author

Nikita A. Khokhlov, PhD in Psychology, Developer Psychologist, Scientific and Methodical Department, Centre for Testing and Development “Humanitarian Technologies”, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0748-7547>, e-mail: nkhokhlov@psychmsu.ru

Получена 26.03.2024

Received 26.03.2024

Принята в печать 20.09.2024

Accepted 20.09.2024