

## ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАГРУЗКИ НА МОТОРНУЮ АСИММЕТРИЮ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ТЕСТОВ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Н.Б. Панкова<sup>1</sup>, И.Б. Алчинова<sup>1</sup>, Н.Н. Хлебникова<sup>1</sup>,  
Л.А. Носкин<sup>2</sup>, М.Ю. Карганов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии,  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup> Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»,  
г. Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Современная модель асимметрии головного мозга включает генетические, средовые и эпигенетические факторы. Это актуализирует изучение влияния на данный феномен у детей факторов образовательной среды. **Цель:** изучение влияния компьютерной нагрузки на показатели моторной асимметрии рук при выполнении двигательных задач у учащихся начальной школы. **Материалы и методы.** В исследовании участвовали 2677 девочек и 1528 мальчиков, учащихся 1–4-х классов из 66 школ города Москвы. Исследования проводили дважды в год, в октябре и марте–апреле, все выборки были независимыми. На приборе КИД изучена асимметрия скоростных и точностных показателей, плавности движений и реактивности. Объём школьной и внешкольной компьютерной нагрузки оценивали учителя на основании требований СанПиН. **Результаты.** При анализе асимметрии скоростных показателей влияния на них компьютерной нагрузки не выявлено. При анализе асимметрии показателей точности движений обнаружено, что как у девочек, так и у мальчиков в 3–4-х классах в группах с максимальной компьютерной нагрузкой, превышающей гигиенические нормативы в 3 и более раз, происходит значимое усиление левшества в работе флексоров (но не экстензоров) к весне. По асимметрии плавности движений у девочек в 3–4-х классах обнаружено возрастание правшества в весенних тестированиях в группе с максимальной компьютерной нагрузкой, тогда как у мальчиков аналогичные изменения были в группах как с максимальной, так и с более низкой компьютерной нагрузкой. Аналогичные результаты получены для показателя времени реакции на световой (но не звуковой) стимул. Использование компьютеров в пределах гигиенических нормативов не оказывало влияния на проявления моторной асимметрии. **Заключение.** При высокой компьютерной нагрузке у учащихся 3–4-х классов к концу учебного года происходит формирование нового двигательного навыка. Такие изменения мы интерпретируем как позитивный адаптивный ответ.

**Ключевые слова:** моторная асимметрия, двигательные тесты, сезонная вариабельность, учащиеся начальных классов, компьютерная нагрузка, гигиенические нормативы.

### Введение

При внешней двусторонней симметрии тела человека, как и всех позвоночных, большинство наших внутренних органов асимметричны с точки зрения их размера, формы или положения, в том числе – головной мозг. Наличие латерализованного мозга не просто позволяет выполнять две задачи одновременно: различная специализация левого и правого полушарий мозга, во-первых, повышает устойчивость системы [1], во-вторых, увеличивает её эффективность [2]. Хорошо известно о

функциональной латерализации коры головного мозга, однако есть подтверждения функциональной асимметрии гипоталамического контроля вегетативных функций [3, 4].

Исторически разные аспекты функциональной асимметрии головного мозга изучали на позвоночных животных, однако теперь сообщается о наличии данного феномена и у беспозвоночных [2]. Это позволило создать различные модельные системы для исследования развития асимметрий мозга в филогенезе и онтогенезе и их влияния на поведение

животных [5]. Так, на моделях грызунов, кур, лягушек *Xenopus*, рыбок *Danio*, мух *Drosophila* и нематод *Caenorhabditis elegans* обнаружено, что само развитие нервной системы в онтогенезе проходит асимметрично [6], а онтогенез асимметрии нервной системы контролирует асимметричная экспрессия *Nodal*, один из трансформирующих факторов роста- $\beta$  (*TGF- $\beta$* ) [7, 8].

У человека анатомическая асимметрия мозга может быть замечена вдоль конца Сильвиевой борозды и верхней височной борозды уже на 23-й неделе беременности, хотя функциональная асимметрия языковых областей развивается в постнатальный период [9]. Показано также, что поведенческое предпочтение использования одной стороны тела начинается уже с внутриутробной жизни [10], что, в свою очередь, индуцирует формирование моторной асимметрии при выполнении двигательных задач [11].

Предполагалось, что асимметрия головного мозга находится под генетическим контролем, вероятно, с несколькими генетическими локусами [10], которые формируют латерализованный эмбриональный мозг, асимметричные схемы восприятия, познания и действия [12]. Однако ни одна модель, основанная исключительно на генетических факторах, не оказалась убедительной, что побудило создать многофакторную модель асимметрии головного мозга, объединяющую генетические, средовые и эпигенетические факторы, которые определяют как конечный результат, так и процесс онтогенетического развития [13, 14].

Включение в модель формирования асимметрии головного мозга эпигенетических факторов актуализирует изучение влияния на данный феномен различных видов стресса, которые в период развития организма обладают важной регуляторной и программирующей функциями, поскольку влияют на активность гипоталамо-гипофизарно-адреналовой гормональной оси и вегетативной нервной системы, а также на экспрессию генов [15]. К стрессорирующим факторам в детском возрасте относят не только климатогеографические, социальные и экологические условия жизни, но и факторы образовательной среды. В частности, это вынужденная гиподинамия, усилившаяся во время пандемии COVID-19 [16], а также процесс компьютеризации образования (перешедший в его информатизацию и

цифровизацию), изменяющий психофизиологические процессы восприятия информации у детей [17].

В Москве в 2006–2011 годах, на первых этапах внедрения в образовательную среду компьютеров, по заданию Департамента образования были изучены показатели психомоторной координации при работе на приборе УПДМ-1 (или КИД – «компьютерный измеритель движений»; производитель – ООО «ИНТОКС», г. Санкт-Петербург). Обнаружено, что у учащихся начальной школы существует связь между общим (школьным и внешкольным) уровнем компьютерной нагрузки и показателями психомоторной координации: у детей, использующих компьютеры в объеме, в 3 и более раза превышающем гигиенические нормативы, по механизмам адаптивного ответа формируется новый двигательный навык работы руками, с более быстрыми и точными движениями [18] и высокой реактивностью [19].

Данное исследование выполнено на той же когорте 2006–2011 годов, его целью стало изучение влияния компьютерной нагрузки на показатели моторной асимметрии рук при выполнении двигательных задач у учащихся начальной школы.

### Материалы и методы

Всего в исследование включены данные по 4205 учащимся 1–4-х классов, из них 2677 девочек и 1528 мальчиков. Все выборки были независимыми. Обследования проводили дважды в год (октябрь – точка тестирования «осень»; март–апрель – точка тестирования «весна») в 66 различных образовательных организациях.

Соответствие протокола исследования международным (включая Хельсинкскую декларацию в редакции 2013 года) и российским законам о правовых и этических принципах научных исследований с участием человека было подтверждено решением Комитета по этике Института общей патологии и патофизиологии, протокол № 1, 22.01.2019.

Прибор КИД зарегистрирован Министерством здравоохранения (РФ № 29/03041202/5085-03 от 10 апреля 2003 г.), методика исследования психомоторной деятельности детей и подростков при оценке влияния образовательных технологий с использованием КИД утверждена и рекомендована к применению ЦГСЭН в г. Москва 27 августа 2001 г.,

Численность обследованных выборок детей в группах с разным уровнем суммарной компьютерной нагрузки (0–1 балл, 2 балла, 3 балла, 4 и более баллов)  
The number of children in groups with different screen time (0-1 points, 2 points, 3 points, 4 or more points)

Класс и сезон / School year and season	Девочки / Girls				Мальчики / Boys			
	0–1	2	3	4+	0–1	2	3	4+
1_осень / 1_autumn	93	245	212	4	78	228	222	10
1 весна / 1_spring	50	212	106	2	50	197	99	4
2_осень / 2_autumn	38	97	66	13	13	43	35	6
2 весна 2_spring	28	32	40	8	25	35	29	5
3_осень / 3_autumn	76	134	122	17	12	63	75	18
3 весна 3_spring	115	149	87	13	25	34	45	10
4_осень / 4_autumn	82	118	171	15	5	28	71	14
4 весна 4_spring	83	113	126	10	13	11	23	4
Всего / Total	2677				1528			

№ МОС.МУ 2.4.8.002-01<sup>1</sup>. Принцип работы прибора и содержание тестовых заданий описаны нами ранее [18, 19]. Двигательные тесты на КИД выполняются обеими руками в очередности по выбору учащегося. Расчёт показателей асимметрии проводили в % по формуле: (показатель левой руки) / (показатель правой руки) × 100 – 100. Получали результат, где величины со знаком «+» означали более высокие значения показателя при работе левой рукой, со знаком «-» – более высокие значения показателя при работе правой рукой. Оценка асимметрии психофизиологических показателей проведена по следующему принципу: для величин длительности цикла движения (ДЦД), времени изменения двигательного стереотипа (ВИДС), сенсорной коррекции ошибки условных флексоров (ОКФ) и экстензоров (ОКЭ), времени реакции на световой (ВРС) и звуковой (ВРЗ) стимулы – чем ниже величина для правой руки (т. е. показатели лучше), тем более у ребёнка выражено правшество, для величины плавности движений (ПД) – наоборот, правшество выше при более высоких (т. е. лучших) значениях для правой руки.

Объём школьной компьютерной нагрузки оценивали учителя на основании требований действовавших во время проведения исследований СанПиН<sup>2</sup>: 0 баллов – нет нагрузки,

1 балл – соответствие требованиям СанПиН (15 минут в день, только на одном уроке), 2 балла – двукратное превышение требований, 3 балла – превышение требований в 3 и более раза. Внешкольные компьютерные нагрузки также оценивали учителя на основании анкетирования родителей по тому же принципу: 0 – нет нагрузки, 1 – до 1 часа в неделю (соответствие требованиям СанПиН), 2 – 1–2 часа в неделю, 3 – 3 часа и более.

Проведенный нами ранее анализ латентных периодов простой сенсомоторной реакции на стимулы разной модальности в этой же выборке детей [19] показал, что параметры психомоторной координации коррелируют с уровнем суммарной (школьной и внешкольной) компьютерной нагрузки. Поэтому мы сформировали группы именно по такому принципу: 0–1 балл суммарной компьютерной нагрузки (группа 0–1), 2 балла (группа 2), 3 балла (группа 3), 4 и более баллов (группа 4+) (см. таблицу).

Поскольку были выявлены статистически значимые различия между показателями девочек и мальчиков, результаты для них проанализированы и представлены отдельно, как и ранее [18, 19].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica 7.0. По результатам проверки выборок на нормальность распределения по алгоритму Шапиро – Уилка межгрупповые различия оценивали с использо-

<sup>1</sup> Сборник нормативно-методических документов по оценке влияния образовательных технологий на здоровье детей и подростков (учебное пособие). Москва: МИОО, 2010. 160 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20110655>

<sup>2</sup> «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организа-

ции работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 мая 2003 года. С изменениями и дополнениями от: 25 апреля 2007 г., 30 апреля, 3 сентября 2010 г., 21 июня 2016 г.

ванием непараметрического U-критерия Манна–Уитни. Данные на рис. 1–3 представлены в виде медианы и межквартильного размаха.

### Результаты

При анализе асимметрии скоростных показателей психомоторной координации (ДЦД, ВИДС) мы не выявили статистически значимых различий между группами детей с разным уровнем компьютерной нагрузки ни на одной из точек тестирования. У этих показателей также отсутствовала и сезонная вариабельность. Данные закономерности были характерны как для девочек, так и для мальчиков. Средние величины правшества составляли 10–15 % для ДЦД и были близки к 0 для ВИДС.

При анализе асимметрии показателей точности движений мы обнаружили, что как среди девочек, так и среди мальчиков в 3–4-м классе появляются особенности у детей с максимальным уровнем суммарной компьютерной нагрузки (рис. 1, группа 4+). Для них был характерен переход исходно незначительного правшества в сторону более точной работы левой рукой, с выраженной сезонной вариабельностью – более значимым уровнем левшества в весенних обследованиях (точки 3-весна и 4-весна). Данные закономерности были выявлены только при анализе асимметрии в работе условных флексоров (показатель ОКФ), реализующих приводящие движения рукой при выполнении двигательного теста. В работе условных экстензоров (показатель

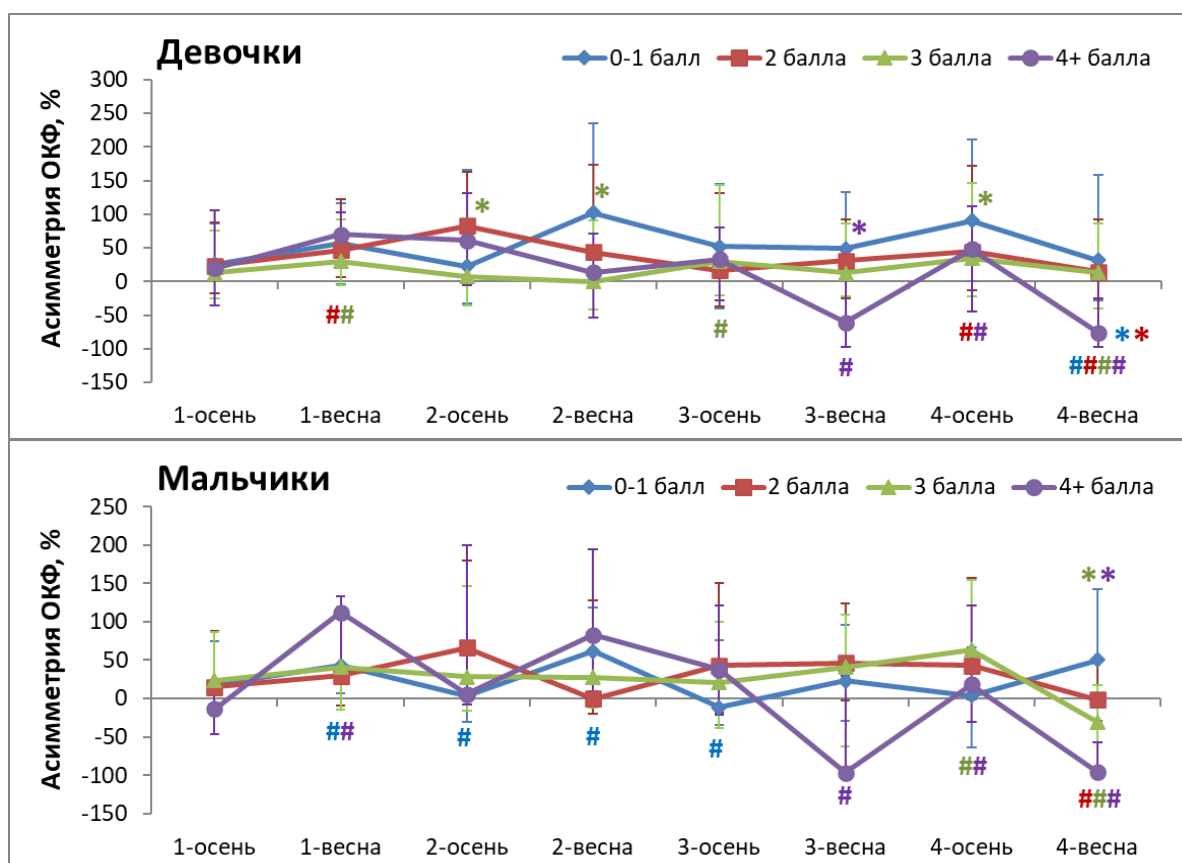


Рис. 1. Асимметрия (в %, положительные значения – правость, отрицательные – левость) ошибки сенсорной коррекции условных флексоров (ОКФ) у учащихся с разным уровнем суммарной компьютерной нагрузки; сверху – среди девочек, внизу – среди мальчиков

По горизонтальной оси указаны сроки тестирования, цифрами обозначен класс, сезоны: осень – октябрь, весна – март – апрель. Статистически значимые отличия от предыдущей точки тестирования обозначены значком «#» соответствующего цвета. Статистически значимые отличия от других групп на той же точке тестирования обозначены звёздочкой соответствующего цвета.

Fig. 1. Asymmetry (in%, positive values – right hand activity, negative – left hand activity) in the error of sensory correction of conditional flexors in primary schoolchildren with different levels of total (lessons and out-of-school) screen time; top – girls, bottom – boys

The horizontal axis indicates time; training class; seasons: autumn – October, spring – March-April. Statistically significant differences from the previous test point are indicated by the “#” mark of the corresponding color. Statistically significant differences from other groups at the same testing point are indicated by an asterisk of the corresponding color.

## Психофизиология

ОКЭ) средний уровень асимметрии был близок к 0 во всех группах на всех точках тестирования как у девочек, так и у мальчиков.

Особенности группы 4+ были также обнаружены и при анализе асимметрии плавности движений (рис. 2). Для ПД, как у девочек, так и у мальчиков, для групп 0–1, 2 и 3 на всех точках тестирования средние величины асимметрии были близки к 0. В обеих же группах 4+ в 3–4-м классах обнаружено возрастание правшества в весенних тестированиях. При этом у мальчиков сезонная вариабельность была характерна не только для группы 4+, но и для группы 3.

Усиление правшества в весенних тестированиях в 3-м и 4-м классах также выявлено при анализе асимметрии латентных периодов реакции на световой стимул (ВРС, рис. 3). При этом у девочек показатели группы 4+ в точках 3-весна и 4-весна значительно отличались от показателей всех других групп, а сезонная вариабельность была характерна для всех групп. У мальчиков показатели группы 4+ в тех же точках тестирования отличались только от групп 0–1 и 2, а сезонная вариабель-

ность была присуща показателям не только группы 4+, но и 3.

При анализе асимметрии латентных периодов на звуковой стимул описанные закономерности не обнаружены: для ВРЗ как у девочек, так и у мальчиков оказалось характерно отсутствие латерализации на всех точках тестирования.

Важно отметить, что использование компьютеров в образовательной среде в пределах гигиенических нормативов (до 2 баллов суммарной нагрузки) не оказывало влияния на проявления моторной асимметрии.

### Обсуждение

Полученные результаты согласуются с данными по этой же выборке детей в отношении собственно показателей психомоторной координации. Так, по нашим данным, у детей с 7 до 11 лет существует общий тренд улучшения скоростных и точностных показателей психомоторной координации [18]. По данным коллег, проводивших близкие по содержанию исследования на других выборках детей, этот тренд продолжается и в более старшем воз-

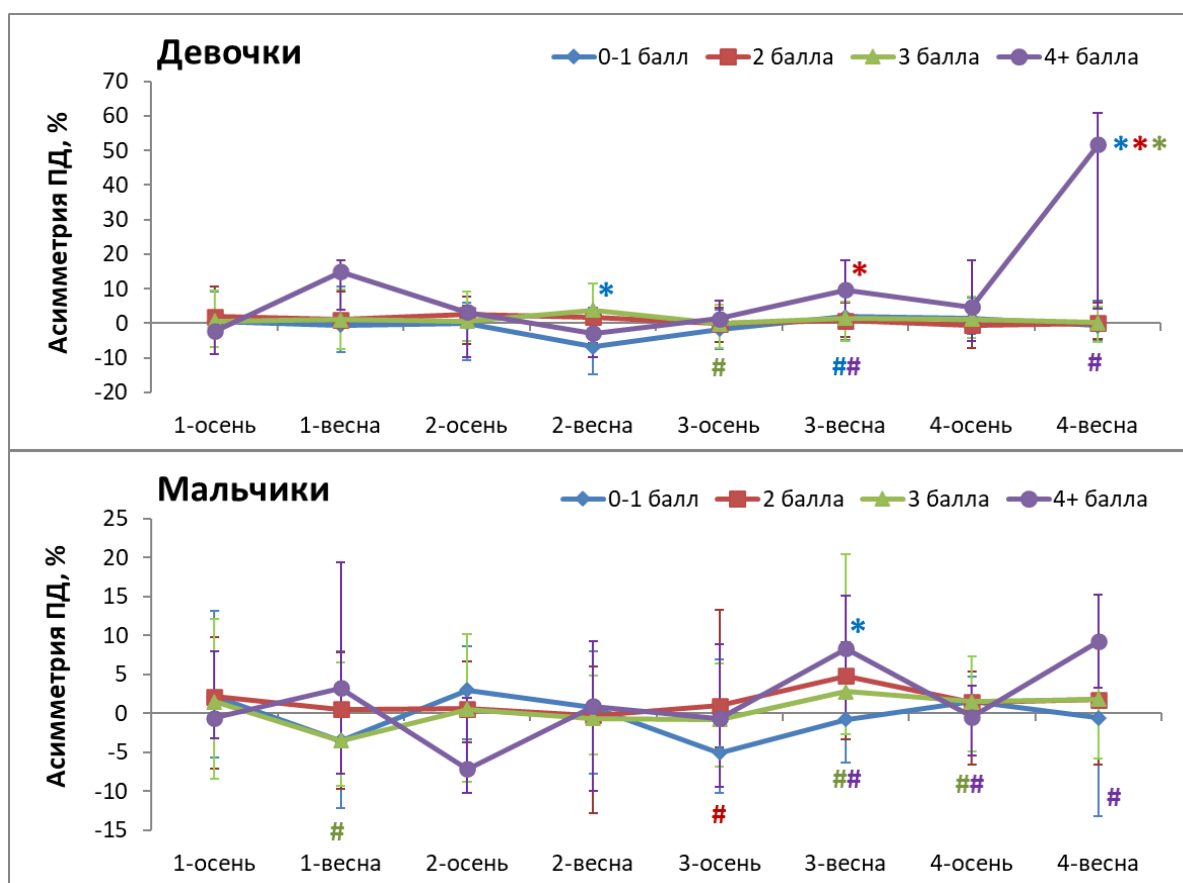


Рис. 2. Асимметрия плавности движений. Обозначения – как на рис. 1  
Fig. 2. Asymmetry in movement smoothness. Note: as in Fig. 1

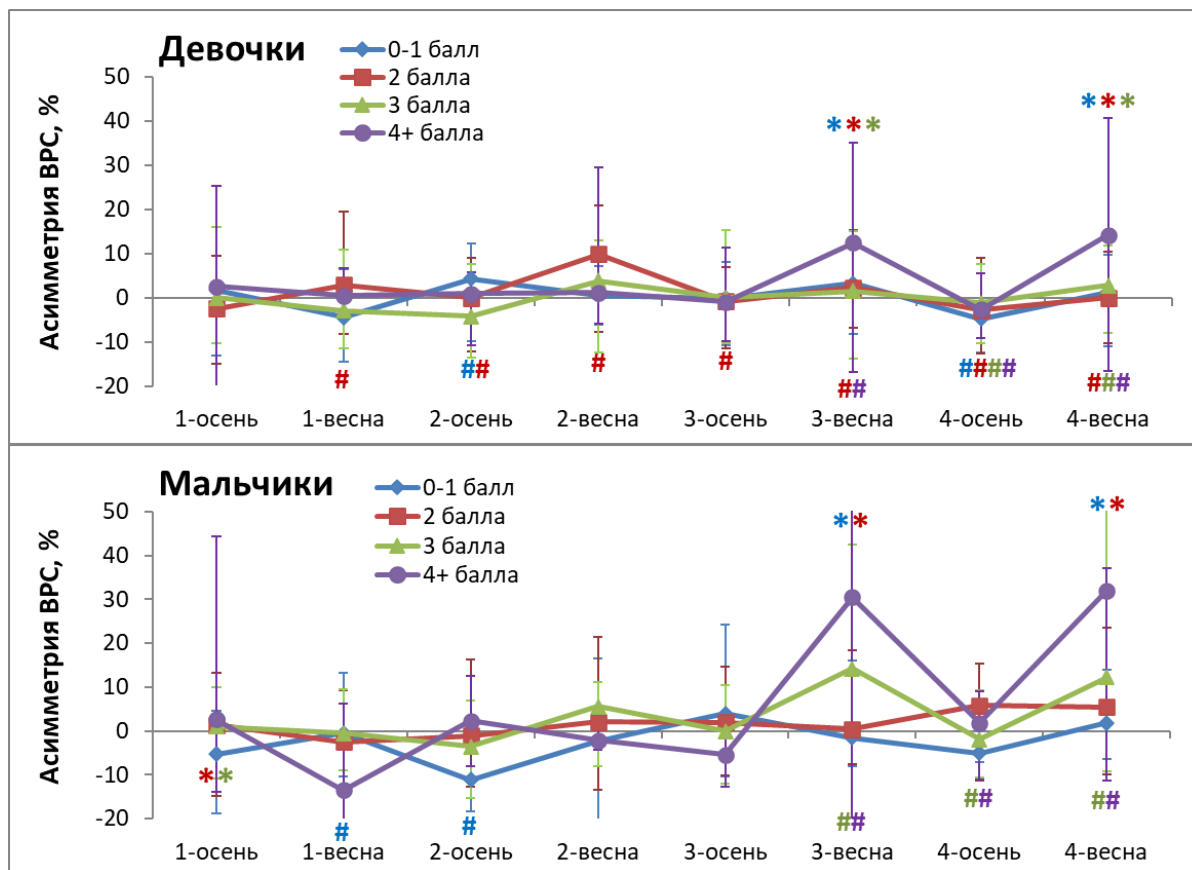


Рис. 3. Асимметрия латентных периодов простой сенсомоторной реакции на световой стимул. Обозначения – как на рис. 1

Fig. 3. Asymmetry in latent periods of a simple sensorimotor response to light. Note: as in Fig. 1

расте [20]. При этом, как показано нами, скоростные показатели психомоторики в группах детей (особенно мальчиков) с высокой компьютерной нагрузкой имеют сезонную вариабельность в виде улучшения к концу учебного года. Точностные показатели психомоторики, наоборот, при повышении уровня общей компьютерной нагрузки теряют вариабельность и в целом снижаются [18].

В отношении различных проявлений моторной асимметрии ранее нами было проведено специальное исследование, показавшее, что в первом классе за учебный год значимо меняются только показатели эффективности выполнения двигательных тестов (на приборе КИД), тогда как результаты тестов «по предпочтению» изменяются в единичных случаях [21]. При этом наиболее существенные изменения затрагивают показатели скорости (ДЦД) и точности движений (ОКФ и ОКЭ). В данной же работе по усреднённым результатам в первом классе значимых изменений моторной асимметрии при выполнении тестов на приборе КИД не выявлено. Ве-

роятной причиной может быть анализ независимых выборок, когда индивидуальная вариабельность показателей маскирует наличие годовой динамики – сезонная изменчивость становится заметной только при анализе связанных переменных, как это было реализовано ранее [21].

Признано, что изучение асимметрии мелкой моторики позволяет лучше понимать траектории развития латерализованного поведения, в частности причины лучших показателей явных правшей 6–11 лет при выполнении сложных координационных и силовых тестов [11]. Методами нейровизуализации обнаружено, что у дошкольников существует поведенческая асимметрия пространственного внимания, связанная с более выраженной левосторонней активацией коры головного мозга во время реализации языковой функции [9]. Однако этот тип латерализации может модулироваться факторами, связанными с моторной асимметрией при работе руками и индуцирующими усиление с возрастом правой латерализации лобно-теменной сети во время

выполнения задач зрительно-пространственной памяти и зрительно-пространственного поиска. Кроме того, показано, что активация правого полушария является пусковым механизмом в развитии адаптивных реакций организма [22]. Иными словами, при переходе от дошкольного возраста к школьному создаются объективные условия для улучшения психофизиологических показателей при работе левой рукой, особенно при решении новых двигательных задач. Именно это и было нами обнаружено в весенних обследованиях в 3–4-х классах как усиление левшества в асимметрии показателя точности работы флексоров.

С другой стороны, описано растущее предпочтение визуального поиска слева направо от дошкольников к второклассникам, обусловленное изменением проявлений зрительно-пространственного внимания, которое, в свою очередь, опосредуется динамическим взаимодействием между биологическими (например, доминирование правого полушария), биомеханическими (например, доминирование рук) и культурными (например, привычками к чтению) факторами [23]. В нашей работе мы выявили усиление правшества в показателях скорости реакции на световой стимул – в весенних обследованиях в 3–4-х классах.

Следует отметить, что у людей все больше исследований отмечают связь между паттерном церебральной асимметрии и целым рядом соматических и нервно-психических отклонений [5, 24, 25]. В частности, описано преобладание правополушарной активности по моторным и когнитивным функциям у интернет-зависимых лиц [26]. В нашей работе уровень компьютерной нагрузки в группах 3 и 4+ был выше гигиенических нормативов в 3 и более раза. Однако в 2006–2011 годах наличие доступного и устойчивого Интернета ещё не было повсеместным, ещё не были так распространены и доступны социальные сети, и время использования компьютера определялось в основном наличием и количеством различных игр. Многочасовые компьютерные игры, конечно, не входят в список полезных факторов для поддержания здоровья. Однако это реальность нашего времени, и кибер-спорт сейчас стал не менее популярен, чем традиционные виды спорта. И, как показало наше исследование, при таком режиме работы на компьютере к концу учебного года действительно формируются новые двигательные навыки,

новые паттерны функциональной асимметрии головного мозга. Частичное же усиление левшества (правополушарной активности) по показателю ОКФ при преобладании праворукости по показателям скорости (ДЦД) и плавности (ПД) движений, а также реактивности (ВРС) у учащихся начальной школы мы считаем одним из проявлений формирования адаптивного ответа организма детей на компьютеризацию образовательной среды [22]. При этом более чувствительными к стрессорному воздействию оказались мальчики, как и по другим показателям психомоторной координации [18, 19].

### **Заключение**

В целом полученные нами данные свидетельствуют о том, что дети с наибольшим уровнем суммарной компьютерной нагрузки (превышающим гигиенические нормативы в 3 и более раза) в 3–4-х классах к концу учебного года левой рукой работают более точно, правой рукой – более плавно и быстрее реагируют на световые стимулы в отличие от детей с меньшим уровнем компьютерной нагрузки. Усиление моторной асимметрии в работе руками более характерно для мальчиков, так как обнаружено не только в группе с максимальной компьютерной нагрузкой, но и при её меньших величинах. Сезонная вариабельность показателей асимметрии подтверждает формирование нового навыка к концу учебного года. Такие изменения моторной асимметрии при выполнении двигательных тестов мы интерпретируем как формирование адаптивного ответа организма детей на компьютеризацию образовательной среды.

### **Источник финансирования**

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 19-29-14104 мк «Инструментальная оценка влияния цифровизации образования на физиологический баланс организма».

### **Конфликт интересов**

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### **Благодарности**

Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам лаборатории физико-



химической и экологической патофизиологии Научно-исследовательского института общей патологии и патофизиологии к.м.н. О.И. Ковалёвой, к.б.н. М.А. Лебедевой и А.Б. Черепову за помощь в проведении тестирований.

### Литература

1. Геодакян В.А. Бинарно-сопряженные системы. Происхождение, природа и эволюция // *Асимметрия*. 2021. Т. 15, № 1. С. 36–52. DOI: 10.25692/ASY.2021.15.1.004
2. Vallortigara G.A., Rogers L.J. A function for the bicameral mind / G. Vallortigara // *Cortex*. 2020. Vol. 124. P. 274–285. DOI: 10.1016/j.cortex.2019.11.018
3. Грибанов А.В., Аникина Н.Ю., Котцова О.Н. Распределение церебральных энергетических процессов у молодых людей, постоянно проживающих в Арктическом регионе // *Журнал медико-биологических исследований*. 2019. Т. 7, № 1. С. 118–123. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.118
4. Kiss D.S., Toth I., Jocsak G. et al. Functional Aspects of Hypothalamic Asymmetry // *Brain Sciences*. 2020. Vol. 10, № 6. P. 389. DOI: 10.3390/brainsci10060389
5. Petrazzini M.E.M., Sovrano V.A., Vallortigara G. et al. Brain and Behavioral Asymmetry: A Lesson from Fish // *Frontiers in Neuroanatomy*. 2020. Vol. 14. e11. DOI: 10.3389/fnana.2020.00011
6. Alqadah A., Hsieh Y.-W., Morrissey Z.D. et al. Asymmetric development of the nervous system // *Developmental Dynamics*. 2018. Vol. 247, № 1. P. 124–137. DOI: 10.1002/dvdy.24595
7. Signore I.A., Palma K., Concha M.L. Nodal signalling and asymmetry of the nervous system // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological*. 2016. Vol. 371(1710). e20150401. DOI: 10.1098/rstb.2015.0401
8. Hamada H. Molecular and cellular basis of left-right asymmetry in vertebrates // *Proceedings of the Japan Academy Series B: Physical and Biological Sciences*. 2020. Vol. 96, № 7. P. 273–296. DOI: 10.2183/pjab.96.021
9. Tzourio-Mazoyer N., Zago L., Cochet H. et al. Development of handedness, anatomical and functional brain lateralization // *Handbook of Clinical Neurology*. 2020. Vol. 173. P. 99–105. DOI: 10.1016/B978-0-444-64150-2.00011-3
10. McManus C. Half a century of handedness research: Myths, truths; fictions, facts; backwards, but mostly forwards // *Brain and Neuroscience Advances*. 2019. № 3. e2398212818820513. DOI: 10.1177/2398212818820513
11. Bondi D., Prete G., Malatesta G. et al. Laterality in Children: Evidence for Task-Dependent Lateralization of Motor Functions // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, № 18. e6705. DOI: 10.3390/ijerph17186705
12. Güntürkün O., Ocklenburg S. Ontogenesis of Lateralization // *Neuron*. 2017. Vol. 94, № 2. P. 249–263. DOI: 10.1016/j.neuron.2017.02.045
13. Schmitz J., Güntürkün O., Ocklenburg S. Building an Asymmetrical Brain: The Molecular Perspective // *Frontiers in Psychology*. 2019. Vol. 10. e982. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00982
14. Malatesta G., Marzoli D., Prete G. et al. Human Lateralization, Maternal Effects and Neurodevelopmental Disorders // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2021. Vol. 15. e668520. DOI: 10.3389/fnbeh.2021.668520
15. O'Connor D.B., Thayer J.F., Vedhara K. Stress and Health: A Review of Psychobiological Processes // *Annual Review of Psychology*. 2021. Vol. 72. P. 663–688. DOI: 10.1146/annurev-psych-062520-122331
16. Кучма В.Р., Седова А.С., Степанова М.И., Рапопорт И.К., Поленова М.А., Соколова С.Б., Александрова И.Э., Чубаровский В.В. Особенности жизнедеятельности и самочувствия детей и подростков, дистанционно обучающихся во время эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2020. № 2. С. 4–23.
17. Байгужин П.А., Шибкова Д.З., Айзман Р.И. Факторы, влияющие на психофизиологические процессы восприятия информации в условиях информатизации образовательной среды // *Science for Education Today*. 2019. № 5. С. 58–70. DOI: 10.15293/2658-6762.1905.04
18. Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Ковалева О.И., Лебедева М.А., Хлебникова Н.Н., Черепов А.Б., Носкин Л.А., Карганов М.Ю. Точностные и скоростные показатели работы руками у младших школьников с разным уровнем компьютерной нагрузки // *Science for Education Today*. 2021. Т. 11, № 3. С. 142–160. DOI: 10.15293/2658-6762
19. Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Носкин Л.А., Хлебникова Н.Н., Карганов М.Ю. Влияние разных объемов компьютерной нагрузки на латентные периоды простой сенсорной реакции у младших школьников //



*Психология. Психофизиология.* 2020. Т. 13, № 2. С. 112–122. DOI: 10.14529/jpps200210

20. Семенова, М.В. Половозрастные особенности приростов психомоторных показателей у обучающихся 10–16 лет (лонгитюдное исследование) / М.В. Семенова, Д.З. Шибкова // *Психология. Психофизиология.* 2021. Т. 14, № 1. С. 119–127. DOI: 10.14529/jpps210112

21. Панкова Н.Б., Карганов М.Ю. Взаимосвязь различных показателей моторной асимметрии рук у первоклассников, обследованных в динамике учебного года // *Психология. Психофизиология.* 2019. Т. 12, № 2. С. 72–79. DOI: 10.14529/jpps190206

22. Котцова О.Н., Аникина Н.Ю., Грибанов А.В. Структурно-функциональные особенности физиологических систем у лиц с различными типами полушарного доминирования (обзор) // *Экология человека.* 2019. № 8. С. 32–40. DOI: 10.33396/1728-0862-8-32-40.

23. Rinaldi L., Di Luca S., Toneatto C. et al. *The effects of hemispheric dominance, literacy acquisition, and handedness on the development*

*of visuospatial attention: A study in preschoolers and second graders* // *Journal of Experimental Child Psychology.* 2020. Vol. 195. e104830. DOI: 10.1016/j.jecp.2020.104830

24. Добрин А.В. Особенности связи типа профиля функциональной сенсомоторной асимметрии с уровнем тревожности мальчиков и девочек 7–8 лет // *Психология образования в поликультурном пространстве.* 2019. № 4 (48). С. 7–18. DOI: 10.24888/2073-8439-2019-48-4-7-17

25. Николаева Е.И., Илюхина В.А., Вергунов Е.Г. Специфика межполушарной функциональной асимметрии лобной области у детей 4–7 лет с задержкой психического и речевого развития // *Комплексные исследования детства.* 2019. Т. 1, № 1. С. 11–21. DOI: 10.33910/2687-0233-2019-1-1-11-21

26. Рабаданова А.И., Черкесова Д.У., Ашурбекова М.И. Особенности функциональной асимметрии при формировании интернет-зависимости // *Успехи современной науки и образования.* 2017. Т. 2, № 3. С. 96–100.

**Панкова Наталия Борисовна**, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии, Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии (Россия, 125315, г. Москва, Балтийская ул., 8), nbpankova@gmail.com, ORCID 0000-0002-3582-817X

**Алчинова Ирина Борисовна**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии, Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии (Россия, 125315, г. Москва, Балтийская ул., 8), alchinovairina@yandex.ru, ORCID 0000-0001-5294-7317

**Хлебникова Надежда Николаевна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории общей патологии нервной системы, Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии (Россия, 125315, г. Москва, Балтийская ул., 8), nanikh@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0245-305X

**Носкин Леонид Алексеевич**, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией медицинской биофизики, Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова (Россия, 188300, Ленинградская область, г. Гатчина, Орлова Роща, 1), l-noskin42@mail.ru, ORCID 0000-0001-6162-8246

**Карганов Михаил Юрьевич**, доктор биологических наук, заведующий лабораторией физико-химической и экологической патофизиологии, Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии (Россия, 125315, г. Москва, Балтийская ул., 8), mkarganov@mail.ru, ORCID 0000-0002-5862-8090

*Поступила в редакцию 1 июля 2021 г.; принята 20 сентября 2021 г.*

## EFFECTS OF SCREEN TIME ON MOTOR ASYMMETRY IN PRIMARY SCHOOLCHILDREN

**N.B. Pankova**<sup>1</sup>, [nbpankova@gmail.com](mailto:nbpankova@gmail.com), ORCID 0000-0002-3582-817X

**I.B. Alchinova**<sup>1</sup>, [alchinovairina@yandex.ru](mailto:alchinovairina@yandex.ru), ORCID 0000-0001-5294-7317

**N.N. Khlebnikova**<sup>1</sup>, [nanikh@yandex.ru](mailto:nanikh@yandex.ru), ORCID 0000-0002-0245-305X

**L.A. Noskin**<sup>2</sup>, [lanoskin42@mail.ru](mailto:lanoskin42@mail.ru), ORCID 0000-0001-6162-8246

**M.Yu. Karganov**<sup>1</sup>, [mkarganov@mail.ru](mailto:mkarganov@mail.ru), ORCID 0000-0002-5862-8090

<sup>1</sup> Institute of General Pathology and Pathophysiology (Baltiyskaya str., 8, Moscow, 125315, Russian Federation)

<sup>2</sup> B.P. Konstantinov Petersburg Institute of Nuclear Physics (Orlova Roshcha, 1, Gatchina, Leningrad region, 188300, Russian Federation)

**Background.** The modern model of hemispheric asymmetries includes genetic, environmental, and epigenetic factors. Therefore, this makes relevant the study of the effect of the academic environment on hemispheric asymmetries in schoolchildren. The paper **aims** to identify the effect of screen time on hand asymmetry among primary schoolchildren. **Materials and methods.** The study involved 2677 girls and 1528 boys of grades 1–4 from 66 schools in Moscow. The surveys were carried out twice a year (in October and March–April), all samples were independent. Psychomotor coordination was measured during motor tests by means of the movement measuring device, which allowed to identify movement speed and accuracy, as well as movement smoothness and response. The volume of school and out-of-school screen time was assessed by teachers based on relevant hygienic standards. **Results.** The results obtained show that screen time did not affect the asymmetry of speed indicators. Movement accuracy tests showed that groups with maximal screen time (3 or more times higher than that of hygienic standards) had increased left hand activity indicators in terms of flexor muscles by spring. In girls of the maximum screen time group, movement smoothness tests showed increased right hand activity indicators in spring tests. In boys, similar changes were found in the groups with both maximum and lower screen time. Similar results were obtained for reaction time (reaction to light). It is important that the use of computers within the limits of hygienic standards did not affect the indicators of motor asymmetry. **Conclusion.** The data obtained show that students of grades 3–4 with high levels of screen time developed a new motor skill by the end of the academic year. Such changes can be considered as an adaptive response to a computer-oriented educational environment.

**Keywords:** motor asymmetry, motor tests, seasonal variability, primary schoolchildren, screen time, hygiene standards.

**Funding.** The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research, project #19-29-14104 “Instrumental assessment of the impact of digitalization of education on the physiological balance of the body”.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments.** The authors express their gratitude to the staff of the Laboratory of Physical, Chemical and Ecological Pathophysiology of the Institute of General Pathology and Pathophysiology, Ph.D. Kovaleva O.I., Ph.D. Lebedeva M.A., and Cherepov A.B. for their help with testing.

### References

1. Geodakyan V.A. [Binary-Conjugated Systems. Origin, Nature and Evolution]. *Asimetriya = Asymmetry*. 2021;15(1):36–52. (in Russ.). DOI: 10.25692/ASY.2021.15.1.004
2. Vallortigara G., Rogers L.J. A function for the bicameral mind. *Cortex*. 2020;124:274–285. DOI: 10.1016/j.cortex.2019.11.018
3. Gribanov A.V., Anikina N.Yu., Kottsova O.N. [Distribution of Cerebral Energy Processes in Young People Permanently Living in the Arctic Region]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy = Journal of Medical and Biological Research*, 2019;7(1):118–123. (in Russ.). DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.118

4. Kiss D.S., Toth I., Jocsak G. et al. Functional Aspects of Hypothalamic Asymmetry. *Brain Sciences*. 2020;10(6):389. DOI: 10.3390/brainsci10060389
5. Petrazzini M.E.M., Sovrano V.A., Vallortigara G. et al. Brain and Behavioral Asymmetry: A Lesson from Fish. *Frontiers in Neuroanatomy*. 2020;(14):e11. DOI: 10.3389/fnana.2020.00011
6. Alqadah A., Hsieh Y.-W., Morrissey Z.D. et al. Asymmetric development of the nervous system. *Developmental Dynamics*. 2018;247(1):124–137. DOI: 10.1002/dvdy.24595
7. Signore I.A., Palma K., Concha M.L. Nodal signalling and asymmetry of the nervous system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological*. 2016;371(1710):e20150401. DOI: 10.1098/rstb.2015.0401
8. Hamada H. Molecular and cellular basis of left-right asymmetry in vertebrates. *Proceedings of the Japan Academy Series B: Physical and Biological Sciences*. 2020;96(7):273–296. DOI: 10.2183/pjab.96.021
9. Tzourio-Mazoyer N., Zago L., Cochet H. et al. Development of handedness, anatomical and functional brain lateralization. *Handbook of Clinical Neurology*. 2020;(173):99–105. DOI: 10.1016/B978-0-444-64150-2.00011-3
10. McManus C. Half a century of handedness research: Myths, truths; fictions, facts; backwards, but mostly forwards. *Brain and Neuroscience Advances*. 2019;(3):e2398212818820513. DOI: 10.1177/2398212818820513
11. Bondi D., Prete G., Malatesta G. et al. Laterality in Children: Evidence for Task-Dependent Lateralization of Motor Functions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(18):e6705. DOI: 10.3390/ijerph17186705
12. Güntürkün O., Ocklenburg S. Ontogenesis of Lateralization. *Neuron*. 2017;94, (2):249–263. DOI: 10.1016/j.neuron.2017.02.045
13. Schmitz J., Güntürkün O., Ocklenburg S. Building an Asymmetrical Brain: The Molecular Perspective. *Frontiers in Psychology*. 2019;(10):e982. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00982
14. Malatesta G., Marzoli D., Prete G. et al. Human Lateralization, Maternal Effects and Neurodevelopmental Disorders. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2021;15:e668520. DOI: 10.3389/fnbeh.2021.668520
15. O'Connor D.B., Thayer J.F., Vedhara K. Stress and Health: A Review of Psychobiological Processes. *Annual Review of Psychology*. 2021;(72):663–688. DOI: 10.1146/annurev-psych-062520-122331
16. Kuchma V.R., Sedova A.S., Stepanova M.I., Rapoport I.K., Polenova M.A., Sokolova S.B., Aleksandrova I.E., Chubarovsky V.V. [Life and wellbeing of children and adolescents studying remotely during the epidemic of a new coronavirus infection]. *Voprosy shkol'noy i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya = School and University Medicine and Health Issues*. 2020(2):4–23. (in Russ.).
17. Baiguzhin P.A., Shibkova D.Z., Aizman R.I. [Factors affecting the psychophysiological processes of perception of information in the conditions of informatization of the educational environment]. *Science for Education Today*, 2019(5):58–70. (in Russ.). DOI: 10.15293/2658-6762.1905.04
18. Pankova N.B., Alchinova I.B., Kovaleva O.I., Lebedeva M.A., Khlebnikova N.N., Cherepov A.B., Noskin L.A., Karganov M.Yu. [Accuracy and speed of hand control in primary schoolchildren with different screen time], *Science for Education Today*. 2021;11(3):142–160. (in Russ.). DOI: 10.15293/2658-6762
19. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Noskin L.A., Khlebnikova N.N., Karganov M.Yu. [The Effect of Different Volumes of Computer Load on the Latent Periods of a Simple Sensorimotor Reaction in Primary Schoolchildren]. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology*. 2020;13(2):112–122. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps200210
20. Semenova M.V., Shibkova D.Z. [Gender and Age-Related Features of Psychomotor Indicators in 10–16-year-old Students (Longitudinal Study)]. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology*. 2021;14(1):119–127. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps210112
21. Pankova N.B., Karganov M.Yu. [Correlation Between the Parameters of Motor Asymmetry in First Graders During Manual Tasks]. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology*. 2019;12(2):72–79. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps190206
22. Kottsova O. N., Anikina N. Yu., Griбанov A. V. [Structural-Functional Peculiarities of Physiological Systems in Persons with Different Types of Hemispheric Domination (Review)]. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology*. 2019(8):32–40. (in Russ.). DOI: 10.33396/1728-0862-8-32-40

23. Rinaldi L., Di Luca S., Toneatto C. et al. The effects of hemispheric dominance, literacy acquisition, and handedness on the development of visuospatial attention: A study in preschoolers and second graders. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2020;195:e104830. DOI: 10.1016/j.jecp.2020.104830

24. Dobrin A.V. [Features of the relationship of the profile of functional sensorimotor asymmetry with the level of anxiety of 7–8 year old boys and girls]. *Psikhologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve = Psychology of Education in a Multicultural Space*. 2019(4 (48)):7–18. (in Russ.). DOI: 10.24888/2073-8439-2019-48-4-7-17

25. Nikolaeva E.I., Iluychina V.A., Vergunov E.G. [Peculiarities of interhemispheric functional asymmetry of the frontal region in 4–7 year-old children with mental development and speech development delay]. *Kompleksnyye issledovaniya detstva = Comprehensive Child Studies*. 2019;1(1):11–21. (in Russ.). DOI: 10.33910/2687-0233-2019-1-1-11-21

26. Rabadanova A.I., Cherkesova D.U., Ashurbekova M.I. [Functional asymmetry features in the formation of Internet-addiction]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya = Successes of Modern Science and Education*. 2017;2(3):96–100.

*Received 1 July 2021; accepted 20 September 2021*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Влияние компьютерной нагрузки на моторную асимметрию при выполнении двигательных тестов у младших школьников / Н.Б. Панкова, И.Б. Алчинова, Н.Н. Хлебникова и др. // Психология. Психофизиология. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 144–155. DOI: 10.14529/jpps210413

#### FOR CITATION

Pankova N.B., Alchinova I.B., Khlebnikova N.N., Noskin L.A., Karganov M.Yu. Effects of Screen Time on Motor Asymmetry in Primary Schoolchildren. *Psychology. Psychophysiology*. 2021, vol. 14, no. 4, pp. 144–155. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps210413