

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ОБЪЕМОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАТЕНТНЫЕ ПЕРИОДЫ ПРОСТОЙ СЕНСОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Н.Б. Панкова¹, М.А. Лебедева¹, Л.А. Носкин²,
Н.Н. Хлебникова¹, М.Ю. Карганов¹

¹ Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии,
г. Москва, Россия

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

Обоснование. Цифровизация образовательной среды актуализирует мониторинговые исследования по оценке влияния компьютерных технологий на функциональное состояние организма детей – на когнитивные возможности и их соматическое обеспечение («цену адаптации»). **Цель.** Изучение влияния уровня компьютерной нагрузки на показатели сенсомоторной реактивности у учащихся начальной школы. **Материалы и методы.** Проанализированы данные, полученные в школах Москвы в 2006-2011 гг. Обследования проводили дважды в год (октябрь, март – апрель) в 66 различных образовательных организациях. Всего в исследование включены данные по 4205 учащихся 1–4-х классов. Для оценки латентных периодов простых сенсомоторных реакций на световой и звуковой стимулы, а также их соотношений использовали приборный комплекс «компьютерный измеритель движений» (КИД, или УПДМ-1). **Результаты.** Обнаружено, что существует корреляционная связь между латентными периодами (как светового стимула, так и звукового) и общим (урочным и внешкольным) уровнем компьютерной нагрузки. Она различна у девочек и мальчиков, различна в разные сезоны и различна (противоположна) для латентных периодов обоих видов стимула. Выявлено, что сверхнормативные компьютерные нагрузки (превышающие требования СанПиН в 3 и более раз) усиливают сезонную вариабельность латентного периода светового стимула в виде возрастания данного показателя в весенних тестированиях, в большей степени – у девочек в 3–4-м классах. Однако под влиянием высоких компьютерных нагрузок изменяется и соотношение латентных периодов – формируется сезонная вариабельность в виде снижения данного показателя в весенних тестированиях, в большей степени – у мальчиков в 3–4-м классах. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о неоднозначности влияния высоких компьютерных нагрузок на сенсомоторную реактивность. С одной стороны, это явные признаки развития у детей за учебный год утомления, что требует компенсации методами здоровьесберегающего образования. С другой – формирование за учебный год нового навыка, который желательно распространить и на летний период.

Ключевые слова: латентные периоды сенсомоторной реакции, световые стимулы, звуковые стимулы, сезонная вариабельность, учащиеся начальных классов, компьютерная нагрузка, гигиенические нормативы.

Введение

Цифровизация среды обитания человека, включая образовательную среду, стала нашей «новой нормальностью». Однако это типичный стрессорный фактор, индуцирующий адаптивный ответ организма. Внедрение цифровых технологий в систему образования начиналась с перевода на компьютер привычных средств образования. Сейчас же мы вошли в период использования собственно виртуальных средств образова-

ния, действительно новых образовательных технологий, меняющих структуру информации и, соответственно, изменяющих способы восприятия информации у детей (Байгужин с соавт., 2019). Этот процесс актуализирует мониторинговые исследования по оценке влияния цифровизации на функциональное состояние организма детей как в плане когнитивных возможностей, так и в плане их соматического обеспечения («цены адаптации»).

В психофизиологии одним из общепризнанных методов оценки состояния ЦНС как субстрата психики является регистрация времени реакции (Нехорошкова с соавт., 2015; Меренкова, 2018). С точки зрения физиологии важно, что информация сама по себе не амодальна, для человека ведущим каналом её восприятия является зрение (Zhu et al., 2017). Слуховой канал работает как источник поступления дополнительной информации, важной для мультимодальной психомоторной координации (Chiou et al., 2016). Однако именно по этому каналу человеку поступает осознаваемая информация, связанная с работой второй сигнальной системы и психики в целом. В контексте сенсомоторной реактивности это означает, что латентные периоды (ЛП) реакции на звуковой стимул более чувствительны к влиянию социальных средовых факторов – стрессовых ситуаций, утомления (Pankova et al., 2015; Гузій с соавт., 2020). Поэтому при оценке адаптивного ответа организма важно изучение времени реакции на стимулы разной модальности.

Выявлено, что работа с компьютерами оказывает значимое влияние на функциональные показатели организма человека. Так, в исследованиях на выборках взрослых испытуемых показано, что длительная (рабочий день) работа с компьютером вызывает зрительное утомление, снижение цветовой чувствительности, изменение скорости переработки зрительной информации (Калинина с соавт., 2019). У студентов, регулярно использующих компьютерные технологии, возрастает скорость простых и сложных сенсомоторных реакций, но снижаются показатели концентрации внимания и скорость реакций выбора и различения (Коурова с соавт., 2019). Изменения в интенсивности компьютерных нагрузок у студентов (за семестр и в период сессии) сопровождаются значимыми сдвигами в физической активности, метаболизме и даже индексе массы тела (Jaremków et al., 2020).

Работы, выполненные в детских коллективах, не выявили негативного влияния интернет-технологий на проявления интеллектуальных возможностей дошкольников (Каменская с соавт., 2019). Однако обнаружено, что у дошкольников и первоклассников работа на компьютере вызывает дозозависимое повышение уровня активации ЦНС, возрастание напряжения регуляторных систем и сдвиг ве-

гетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела автономной нервной системы (Криволапчук с соавт., 2019).

Цель исследования – изучение влияния уровня компьютерной нагрузки на показатели сенсомоторной реактивности у учащихся начальной школы.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели мы проанализировали данные, полученные при тестировании показателей психомоторной координации у учащихся начальных классов школ Москвы в рамках программы «Здоровье школьника» Департамента образования города Москвы (2006–2011 гг.).

Обследования проводили дважды в год (октябрь, март – апрель) в 66 различных образовательных организациях. Всего в исследование включены данные по 4205 учащихся 1–4-х классов. Характеристика выборок представлена в табл. 1. Все выборки были независимыми.

Таблица 1
Table 1
Численность обследованных выборок детей
The number of examined schoolchildren

Класс / School year	Девочки / Girls		Мальчики / Boys	
	Осень / Autumn	Весна / Spring	Осень / Autumn	Весна / Spring
1	554	370	538	350
2	214	108	97	94
3	349	364	167	114
4	386	332	117	51
Всего / Total	1503	1174	919	609
	2677		1528	
	4205			

Для оценки латентных периодов (ЛП) простой сенсомоторной реакции на стимулы разной модальности использовали приборный комплекс «компьютерный измеритель движений» (КИД, или УПДМ-1). Подробное описание прибора и процедуры тестирования приведено нами ранее (Панкова с соавт., 2019). Программа тестирования показателей психомоторной координации на данном приборе предусматривает выполнение заданий обеими руками (сдвиг рычага движением кисти). Для исключения влияния на результат фактора функциональной асимметрии мозга и периферии мы использовали усреднённые величины оцениваемых параметров. Кроме того, было использовано соотношение ЛП на звуковой (З) и световой (С)

стимулы: ЛПЗ/ЛПС. Как показано нами ранее, данный показатель чувствителен к влиянию средовых факторов, включая факторы образовательной среды (Pankova et al., 2015).

Объём урочной компьютерной нагрузки оценивали учителя на основании требований СанПиН¹: 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.

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.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета Statistica 7.0 (StatSoft, USA). Поскольку большинство массивов данных не соответствовали критериям нормальности (при проверке по алгоритму Шапиро – Уилка), мы использовали непараметрические методы: *H*-критерий Краскелла – Уоллиса – при множественных сравнениях групп, *U*-критерий Манна – Уитни – при парном сравнении групп, коэффициент корреляции Спирмена – для выявления связей между показателями. Частотные показатели сравнивали по критерию χ^2 . Данные на рисунках представлены в виде медианы и межквартильного размаха.

Результаты

Как показали результаты анкетирования, во всех обследованных школах уровень учебной компьютерной нагрузки соответствовал требованиям СанПиН – были только 0 и 1 балл, за единичными исключениями. Больше разнообразие было обнаружено в уровне вне-

школьных нагрузок. Поэтому при разделении детей на группы мы ранжировали их в соответствии с общей (суммарной) компьютерной нагрузкой: группа 1 – 0–1 балл, группа 2 – 2 балла, группа 3 – 3 балла, группа 4 – 4 и более баллов (на рисунках обозначена как «4+»). Объёмы выборок по полученным группам на большинстве точек тестирования оказались сопоставимыми, за исключением тестирования осенью в 4-х классах (рис. 1).

Обнаружено, что существует корреляционная связь между ЛП (как ЛПС, так и ЛПЗ) и общим уровнем компьютерной нагрузки. Она различна у девочек и мальчиков, различна в разные сезоны и различна (противоположна) для ЛПС и ЛПЗ (табл. 2). В частности:

- уровень корреляции (значения коэффициента корреляции Спирмена) выше у мальчиков, чем у девочек;

- в случае ЛПС выявлена положительная корреляционная связь весной, тогда как в случае ЛПЗ – положительная корреляционная связь осенью, и отрицательная корреляция весной;

- для соотношения ЛПЗ/ЛПС отрицательная корреляционная связь с уровнем компьютерной нагрузки (чем больше нагрузка, тем короче ЛПЗ) в 1-м классе сменяется на сезонную вариабельность (отрицательные корреляции весной и положительные – осенью), что наиболее выражено у мальчиков.

При детальном изучении показателей ВРС (рис. 2) было обнаружено, что и у девочек, и у мальчиков есть сезонная вариабельность данного показателя, но она меняется с возрастом. Так, если в 1–2-м классах мы отмечаем возрастание ЛПС осенью, то в 3–4-м классах – весной. Влияние компьютерной нагрузки на данный показатель оказалось более значимым у девочек – к концу 4-го класса отличия группы 4 от групп 1 и 2 достигают уровня статистической значимости.

По показателю ЛПЗ мы обнаружили сезонную вариабельность только в группе 1 (минимальная компьютерная нагрузка) с возрастанием показателя весной и снижением осенью, что было наиболее выражено у девочек. Влияния общей компьютерной нагрузки на ЛПЗ в нашем исследовании не выявлено, однако оно оказалось значимым при анализе соотношения ЛПЗ/ЛПС. Выявлено (рис. 3):

- у девочек в 1-м классе – чем выше компьютерные нагрузки, тем ближе величины ЛПЗ и ЛПС (в группе 4 нет «затягивания» ЛПЗ),

¹ «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30 мая 2003 г. С изм. и доп. от 21 июня 2016 г.

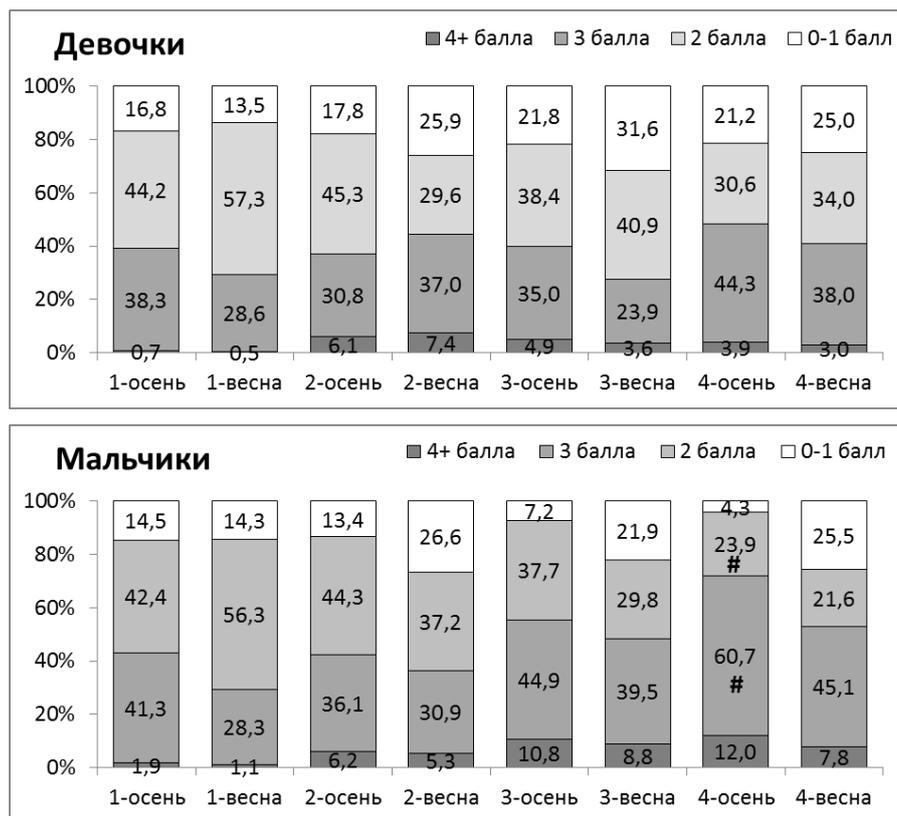


Рис. 1. Доля (в %) учащихся с разным уровнем компьютерной нагрузки; сверху – среди девочек, внизу – среди мальчиков. По горизонтальной оси указаны сроки тестирования; цифрами обозначен класс; сезоны: осень – октябрь, весна – март – апрель. Статистически значимые отличия от точки тестирования «1-осень» (по критерию χ^2) обозначены значком «#»

Fig. 1. Distribution (%) of schoolchildren with different levels of computer load; at the top – girls, at the bottom – boys. The horizontal axis indicates the testing time; the numbers indicate the class; seasons: autumn – October, spring – March-April. Statistically significant differences from the test point «1-осень» (chi square) are indicated by #

Таблица 2
Table 2

Коэффициенты корреляции (по Спирмену) между уровнем компьютерной нагрузки и латентными периодами сенсомоторных реакций на световой и звуковой стимулы
Spearman correlation coefficients between the level of computer load and latent periods of sensorimotor reaction to light and acoustic stimuli

Класс и сезон / School year and season	Латентный период реакции на световой стимул / The latent period of reaction to light stimulus		Латентный период реакции на звуковой стимул / The latent period of reaction to acoustic stimulus		Степень превышения латентного периода реакции на звуковой стимул над таковым реакции на световой стимул / Surplus of the latency to acoustic stimulus over latency to light stimulus	
	Девочки / Girls	Мальчики / Boys	Девочки / Girls	Мальчики / Boys	Девочки / Girls	Мальчики / Boys
1_осень / 1_autumn	0,025	0,065	-0,077	-0,047	-0,086	-0,090
1 весна / 1_spring	-0,006	0,120	-0,129	-0,092	-0,107	-0,139
2 осень / 2_autumn	-0,086	0,029	-0,115	0,245	-0,053	0,130
2 весна 2_spring	-0,050	0,173	-0,191	-0,173	-0,088	-0,282
3 осень / 3_autumn	0,060	0,077	0,114	0,002	0,081	-0,028
3 весна 3_spring	0,114	0,311	-0,013	-0,196	-0,087	-0,370
4 осень / 4_autumn	0,109	-0,036	0,197	0,197	0,153	0,219
4 весна / 4_spring	0,160	0,358	0,116	0,021	-0,046	-0,366

Примечание: статистически значимые уровни корреляции ($p < 0,05$) выделены жирным шрифтом.
Note: statistically significant correlation levels ($p < 0,05$) are shown in bold.

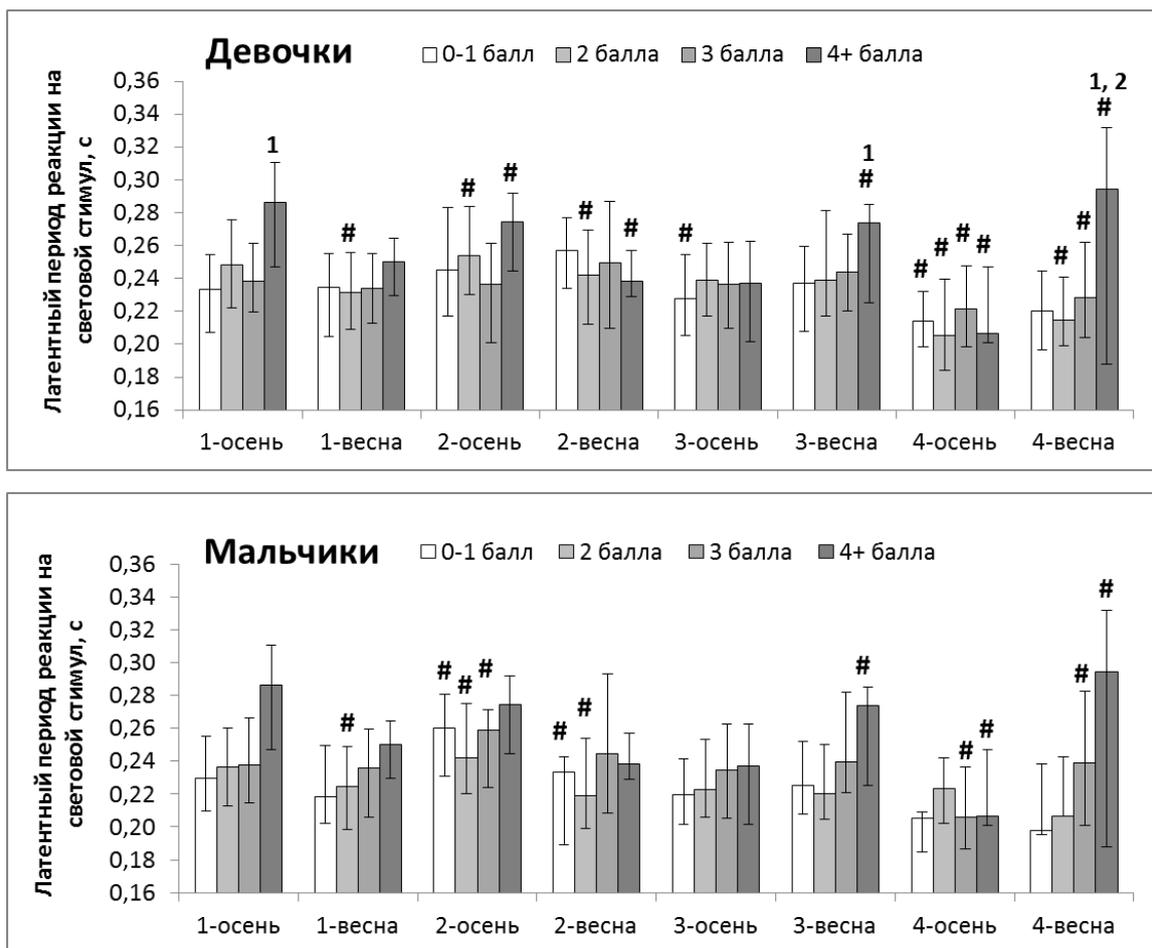


Рис. 2. Латентный период простой сенсомоторной реакции на световой стимул (в секундах) у учащихся с разным уровнем компьютерной нагрузки; сверху – среди девочек, внизу – среди мальчиков. По горизонтальной оси указаны сроки тестирования, как на рис. 1. Статистически значимые отличия от предыдущей точки тестирования (*U*-критерий) обозначены значком «#». Статистически значимые отличия от других групп на той же точке тестирования (*H*-критерий) обозначены соответствующей цифрой (в соответствии с легендой)

Fig. 2. Latent period of a simple sensorimotor reaction to a light stimulus (seconds) in primary schoolchildren with different levels of computer load; at the top – girls, at the bottom – boys. The horizontal axis shows the test time as in Fig. 1. Statistically significant differences from the previous test point (Mann – Whitney *U* Test) are indicated by #. Statistically significant differences from other groups at the same testing point (Kruskal – Wallis Test) are indicated by the corresponding number (according to legend)

– у мальчиков в 3–4-м классах – наличие выраженной (и дозо-зависимой) сезонной вариабельности (снижение показателя в весенних тестированиях, возрастание осенью, максимально – в точке «4-весна»); у девочек – аналогичная тенденция.

Обсуждение

Использованный нами приборный комплекс и методика проведения тестирований сенсомоторной реактивности ранее был успешно применён для изучения онтогенетических закономерностей развития психомоторной сферы детей и подростков в возрасте 6–16 лет (Безруких с соавт., 2000). Полученные ранее данные свидетельствуют о

том, что в этот период жизни происходит смена типов зрительно-моторной координации – от плавных, относительно медленных движений, выполняемых в режиме зрительно-контролируемого движения в возрасте 6–8 лет, к внутреннему программированию действий у 14–16-летних подростков. Это согласуется с приводимыми другими авторами доказательствами функционального созревания систем моторной составляющей к 6-летнему возрасту (Udupa et al., 2013). Поэтому мы с достаточной степенью уверенности можем анализировать полученные в данном исследовании результаты с точки зрения влияния средовых факторов (компьютерной нагрузки) на состояние и возрас-

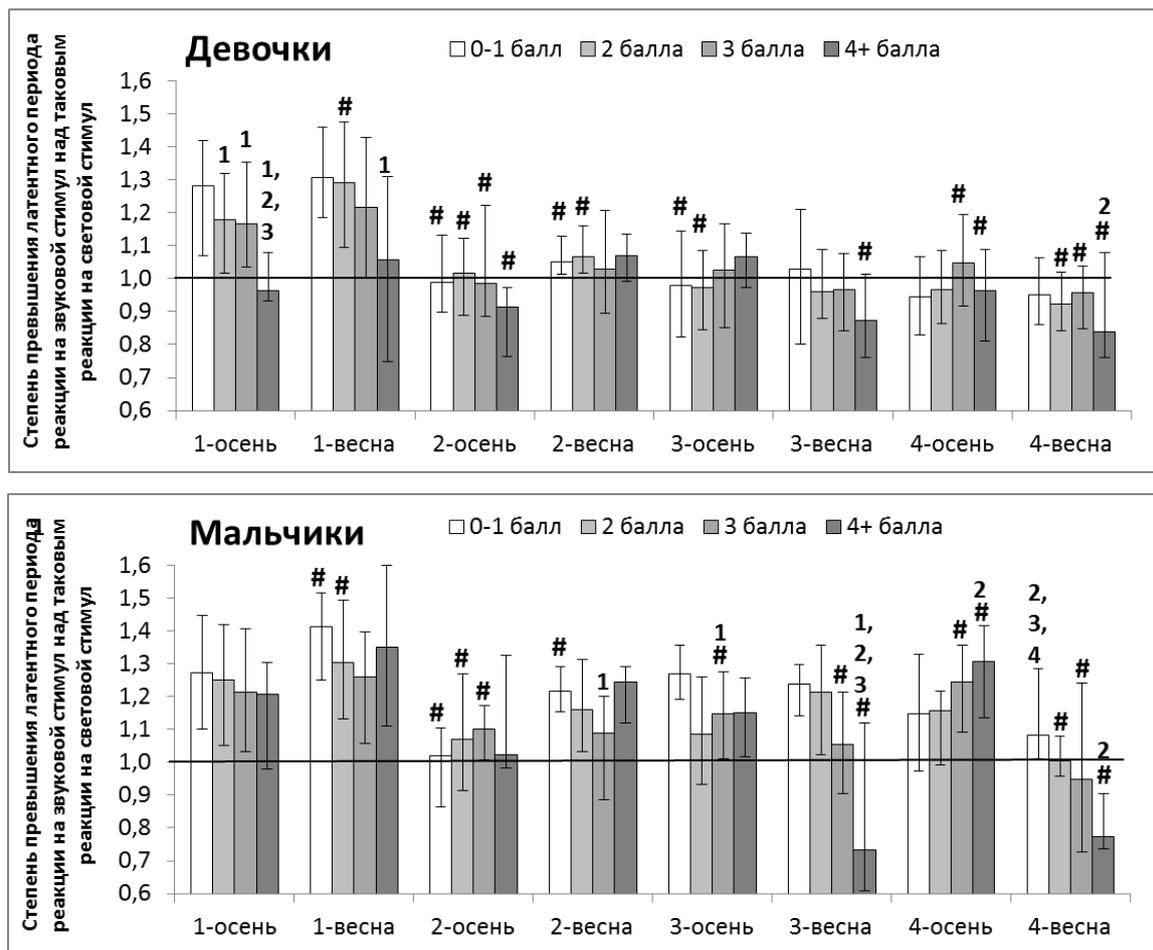


Рис. 3. Степень превышения латентного периода простой сенсомоторной реакции на звуковой стимул над таковым реакцией на световой стимул у учащихся с разным уровнем компьютерной нагрузки; вверху – среди девочек, внизу – среди мальчиков. По горизонтальной оси указаны сроки тестирования, как на рис. 1. Обозначения статистической значимости – как на рис. 2

Fig. 3. Surplus of the reaction time to acoustic stimulus over the reaction time to light stimulus in schoolchildren with different levels of computer load; at the top – girls, at the bottom – boys. The horizontal axis shows the test time as in Fig. 1. Statistical significance as in Fig. 2

тную динамику развития центральных механизмов психомоторики.

Во-первых, в данном исследовании мы выявили изменение сезонной вариабельности ЛПС за 4 учебных года: если в 1–2-м классах более медленные реакции были характерны для осени, то в 3–4-м классах – для весны. Вероятно, причиной таких перестроек является возрастание школьной нагрузки и развитие состояния утомления к весне в более старшем возрасте. Тогда как у первоклассников стрессующим фактором является поступление в школу (точка «1-осень»), что подтверждают и другие авторы (Криволапчук с соавт., 2020).

Во-вторых, приведённые данные позволяют считать, что ЛПС более стабильны и, вероятно, в большей степени отражают базовое состояние ЦНС. Об этом свидетельствует

наличие положительной корреляционной связи данного показателя с уровнем компьютерной нагрузки в весенних тестированиях в 3-м и 4-м классах, в которых, как мы считаем, у детей были признаки утомления. Это согласуется с нашими более ранними данными (Pankova et al., 2015) и с результатами других исследователей, показавших стабильность показателя ЛПС, в том числе его устойчивость к интерференции со слуховыми стимулами, что характерно для школы (Gautam et al., 2017).

В-третьих, наши данные подтверждают большую чувствительность к влиянию средовых факторов ЛПС. Для этого показателя возрастание в весенних тестированиях было характерно уже с 1-го класса, но только в отсутствие компьютерной нагрузки (группа 1).

При более высокой компьютерной нагрузке мы обнаружили появление в 3–4-м классах появления выраженной, дозозависимой и усиливающейся к окончанию 4-го класса сезонной вариабельности в виде снижения величины ЛПЗ/ЛПС весной. Мы предполагаем, что у детей формируется тренированность по более быстрой реакции на звуковые стимулы, к сожалению, исчезающая за лето. Дозозависимость адаптивного ответа организма детей на стрессогенные нагрузки показана также другими авторами (Roos et al., 2018; Криволапчук с соавт., 2020).

В-четвёртых, мы выявили значимые различия между девочками и мальчиками: у девочек влияние уровня компьютерной нагрузки оказалось более выраженным на ЛПС, у мальчиков – на ЛПЗ. Данный факт может являться следствием большей устойчивости организма девочек к стрессу (Roos et al., 2018).

Возможной причиной появления сезонной вариабельности ЛП может быть и изменение функционального состояния организма детей в целом, что обычно связывают со школьно-обусловленной гиподинамией (Криволапчук с соавт., 2019). Однако единого мнения по данному вопросу нет, а негативного влияния недостатка физической активности на когнитивные способности не обнаружено (Moradi et al., 2019). Хотя, с другой стороны, выявлено, что адекватная физическая нагрузка помогает улучшить показатели когнитивных тестов, по крайней мере, у детей с ожирением (Ruiz-Hermosa et al., 2020).

В целом полученные нами данные свидетельствуют о том, что компьютерные нагрузки, превышающие требования СанПиН, оказывают выраженное влияние на показатели психомоторной координации, которые, в свою очередь, отражают состояние головного мозга. По принятой нами шкале нагрузки были допустимыми в группах 1 и 2. Поскольку учебная нагрузка практически всегда соответствовала гигиеническим нормативам, у детей из групп 3 и 4 была чрезмерная внешкольная нагрузка, и её длительность превышала допустимые величины в 2 (группа 3), 3 и более раз (группа 4). В этой ситуации мы допускаем, что сверхнормативная нагрузка на организм школьников может индуцировать адаптивный ответ на эпигенетическом уровне (Mulligan, 2016; Slavich, 2020). Результатом станет изменение программы онтогенетического развития организма наших детей. Одна-

ко оценить направленность такого изменения по шкале «хорошо – плохо» будет возможно только через несколько лет.

Заключение

Приведённые результаты свидетельствуют о наличии выраженного влияния высокой компьютерной нагрузки (превышающей требования СанПиН в 3 и более раз) на показатели сенсомоторной реактивности. Сверхнормативные компьютерные нагрузки усиливают сезонную вариабельность времени реакции на световой стимул в виде возрастания данного показателя в весенних тестированиях, в большей степени – у девочек. Данный факт мы связываем с развитием состояния утомления. Однако под влиянием высоких компьютерных нагрузок изменяется и соотношение ЛПЗ/ЛПС – формируется сезонная вариабельность в виде ускорения реакции на звуковой стимул по сравнению с таковой на световой стимул в весенних тестированиях, в большей степени – у мальчиков. Мы предполагаем, что это эффект тренировки, к сожалению, исчезающий за лето.

Конечно, существующие гигиенические требования к уровню компьютерной нагрузки школьников отстают от жизненных реалий и будут пересмотрены, как это уже случилось во время пандемии COVID-19². Однако наши данные показывают, что цифровизация образования ещё больше повышает значимость принципов здоровьесберегающего образования, позволяющего избежать или минимизировать утомление детей в динамике учебного года. С другой стороны, явное позитивное влияние работы с компьютером на ЛПЗ/ЛПС за учебный год хотелось бы распространить и на летний период.

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».

² Рекомендации по организации дистанционного обучения в домашних условиях при временном ограничении посещения школы. URL: <http://niigd.ru/news/bezopasnost-cifrovoj-sredy-v-usloviyax-distancionnogo-obucheniya-detej-do-18-let.html>

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.б.н. И.Б. Алчиновой, к.м.н. О.И. Ковалёвой и А.Б. Черепову за помощь в проведении тестирований.

Литература

1. Байгужин, П.А. Факторы, влияющие на психофизиологические процессы восприятия информации в условиях информатизации образовательной среды / П.А. Байгужин, Д.З. Шибкова, Р.И. Айзман // *Science for Education Today*. – 2019. – № 5. – С. 58–70. DOI: 10.15293/2658-6762.1905.04
2. Безруких, М.М. Возрастные особенности организации двигательной активности у детей 6–16 лет / М.М. Безруких, М.Ф. Киселёв, Г.Д. Комаров и др. // *Физиология человека*. – 2000. – Т. 6, № 3. – С. 100–107.
3. Калинина, Н.И. Функциональное состояние зрительного анализатора у пользователей персональных компьютеров / Н.И. Калинина, В.Н. Никитина, Г.Г. Ляшко, В.П. Плеханов // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2019. – Т. 59, № 8. – С. 484–489.
4. Каменская, В.Г. Динамика интеллектуальных функций российских дошкольников в период становления интернет-технологий / В.Г. Каменская, Л.В. Томанов // *Психология. Психофизиология*. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 56–63. DOI: 10.14529/jpps190305
5. Коурова, О.Г. Эколого-физиологические аспекты компьютерных технологий в образовательном процессе / О.Г. Коурова, Т.В. Попова, Е.Г. Кокорева и др. // *Экология человека*. – 2019. – № 7. – С. 59–64. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-7-59-64
6. Криволапчук, И.А. Влияние средств информатизации на физическую активность детей школьного возраста (обзор зарубежных исследований) / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, И.И. Криволапчук // *Новые исследования*. – 2019. – № 1 (57). – С. 5–14.
7. Криволапчук, И.А. Функциональное состояние детей старшего дошкольного возраста и первоклассников при выполнении информационной нагрузки различной степени напряжённости / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова // *Экология человека*. – 2020. – № 3. – С. 31–40. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-3-31-40
8. Меренкова, В.С. Возрастные и половые различия сенсомоторной интеграции школьников / В.С. Меренкова // *Вестник психофизиологии*. – 2018. – № 4. – С. 21–28.
9. Нехорошкова, А.Н. Сенсомоторные реакции в психофизиологических исследованиях (обзор) / А.Н. Нехорошкова, А.В. Грибанов, И.С. Депутат // *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки*. – 2015. – № 1. – С. 38–48.
10. Панкова, Н.Б. Взаимосвязь различных показателей моторной асимметрии рук у первоклассников, обследованных в динамике учебного года / Н.Б. Панкова, М.Ю. Карганов // *Психология. Психофизиология*. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 72–79. DOI: 10.14529/jpps190206
11. Гузій, О.В. Сенсомоторні показники як критерії інтенсивних фізичних навантажень / О.В. Гузій, О.П. Романчук, А.В. Магльований // *Український журнал медицини, біології та спорту*. – 2020 – Т. 5, № 3 (25). – С. 351–358. DOI: 10.26693/jmbs05.03.351 [на украинском].
12. Chiou, S.C. Bimanual coordination learning with different augmented feedback modalities and information types / S.C. Chiou, E.C. Chang. // *PLoS One*. – 2016. – Vol. 11 (2). – e0149221. DOI: 10.1371/journal.pone.0149221
13. Gautam, Y. Effect of auditory interference on visual simple reaction time / Y. Gautam, M. Bade // *Kathmandu Univ. Med. J. (KUMJ)*. – 2017. – Vol. 15 (60). – P. 329–331.
14. Jaremków, A. Assessment of health condition as related to lifestyle among students in the examination period / A. Jaremków, I. Markiewicz-Górka, K. Pawlas. // *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*. – 2020. – Vol. 33 (3). – P. 339–351. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01563
15. Moradi, A. Association between Physical and Motor Fitness with Cognition in Children / A. Moradi, D. Sadri, M. Narimani et al. // *Medicina (Kaunas)*. – 2019. – Vol. 55 (1). – p: E7. DOI: 10.3390/medicina55010007
16. Mulligan, C.J. Early environments, stress, and the epigenetics of human health / C.J. Mulligan // *Annu. Rev. Anthropol.* – 2016. – Vol. 45. – P. 233–249. DOI: 10.1146/annurev-anthro-102215-095954

17. Pankova, N.B. *Changes in the dynamics of latent periods of simple sensorimotor responses throughout the academic year in Moscow schoolchildren over 10 years* / N.B. Pankova, L.E. Kurneshova, M.Yu. Karganov // *International Journal of Educational Policy Research and Review*. – 2015. – Vol. 2. – № 2. – P. 17–24. DOI: 10.15739/IJEPRR.007
18. *Relationship between weight status and cognition in children: A mediation analysis of physical fitness components* / A. Ruiz-Hermosa, J. Mota, A. Díez-Fernández, V. Martínez-Vizcaíno, A. Redondo-Tébar, M. Sánchez-López. // *J. Sports Sci.* – 2020. – Vol. 38 (1). – P. 13–20. DOI: 10.1080/02640414.2019.1676538
19. Roos, L.E. *Children's biological responsivity to acute stress predicts concurrent cognitive performance* / L.E. Roos, K.G. Beauchamp, R. Giuliano et al. // *Stress*. – 2018. – Vol. 21 (4). – P. 347–354. DOI: 10.1080/10253890.2018.1458087
20. Slavich, G.M. *Social safety theory: a biologically based evolutionary perspective on life stress, health, and behavior* / G.M. Slavich // *Annu. Rev. Clin. Psychol.* – 2020. – Vol. 16. – P. 265–295. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-032816-045159
21. Udupa, K. *Central motor conduction time* / K. Udupa, R. Chen. // *Handb. Clin. Neurol.* – 2013. – Vol. 116. – P. 375–386. DOI: 10.1016/B978-0-444-53497-2.00031-0
22. Zhu Q. *When kinesthetic information is neglected in learning a Novel bimanual rhythmic coordination* / Q. Zhu, T. Mirich, S. Huang et al. // *Atten. Percept. Psychophys.* – 2017. – Vol. 79 (6). – P. 1830–1840. DOI: 10.3758/s13414-017-1336-3

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

Лебедева Марина Андреевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии, Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии (Москва), ma_lebedeva@mail.ru, ORCID 0000-0002-4601-8762

Носкин Леонид Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией медицинской биофизики, Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова (Санкт-Петербург), lanoskin42@mail.ru, ORCID 0000-0001-6162-8246

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

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

Поступила в редакцию 19 марта 2020 г.

THE EFFECT OF DIFFERENT VOLUMES OF COMPUTER LOAD ON THE LATENT PERIODS OF A SIMPLE SENSORIMOTOR REACTION IN PRIMARY SCHOOLCHILDREN

N.B. Pankova¹, nbpankova@gmail.com, ORCID 0000-0002-3582-817X

M.A. Lebedeva¹, ma_lebedeva@mail.ru, ORCID 0000-0002-4601-8762

L.A. Noskin², lanoskin42@mail.ru, ORCID 0000-0001-6162-8246

N.N. Khlebnikova¹, nanikh@yandex.ru, ORCID 0000-0002-0245-305X

M.Yu. Karganov¹, mkarganov@mail.ru, ORCID 0000-0002-5862-8090

¹ Research Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russian Federation

² B.P. Konstantinov Petersburg Institute of Nuclear Physics, St. Petersburg, Russian Federation

Background. The digitalization of education makes relevant monitoring studies for assessing the impact of computer technologies on the functional status of children, their cognitive capabilities and somatic support (“adaptation cost”). **Aim.** The paper aims to study the impact of different computer load on sensorimotor reactivity in primary schoolchildren. **Materials and methods.** The data obtained in Moscow schools in 2006-2011 were analyzed. Surveys were carried out twice a year (October, March-April) in 66 different educational organizations. In total, the study included data on 4205 first-fourth year schoolchildren. To evaluate the reaction time (RT) of simple sensorimotor reactions to light (L) and acoustic (A) stimuli, the computer movement meter equipment (CMM, INTOX, St. Petersburg, Russia) was used. Also, the RTA / RTL ratio was used for analysis. **Results.** There is a correlation between RT (both RTL and RTA) and the general (lesson-related and extracurricular) volume of computer load. It was different depending on gender and the season, and was opposite for RTL and RTA. It was established that excessive computer load (exceeding hygienic standard requirements by 3 or more times) increased the seasonal variability of RTL in spring testing, principally in the third and fourth-year girls. However, under the influence of high computer loads, the RTA / RTL ratio also changes – seasonal variability is formed as a decrease of this indicator in spring testing, principally in the third and fourth-year boys. **Conclusion.** The data obtained indicate the ambiguity of the effect of high computer loads on sensorimotor reactivity. On the one hand, there are symptoms of fatigue in children during the academic year, which requires compensation through health promotion education. On the other hand, there is a formation of a new skill during the academic year. This period of skill formation is recommended for extension through the summer period.

Keywords: reaction time, acoustic stimuli, visual stimuli, seasonal variability, primary schoolchildren, computer load, hygiene standards.

References

1. 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, vol. 5, pp. 58–70. DOI: 10.15293/2658-6762.1905.04 (in Russ.).
2. Bezrukikh M.M., Kiselev M.F., Komarov G.D., Kozlov A.P., Kurneshova L.E., Landa S.B., Noskin L.A., Noskin V.A., Pivovarov V.V. [The Age-Related Characteristics of the Organization of Motor Activity in 6- To 16-year-old Children]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2000, vol. 6, no. 3, pp. 100–107. (in Russ.).
3. Kalinina N.I., Nikitina V.N., Lyashko G.G., Plekhanov V.P. [The functional state of the visual analyzer users of personal computers]. *Medsitina truda i promyshlennaya ekologiya* [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology], 2019, vol. 59, no. 8, pp. 484–489. (in Russ.).
4. Kamenskaya V.G., Tomanov L.V. [The dynamics of intellectual functions in Russian preschoolers during the emergence of Internet technologies]. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya* [Psychology. Psychophysiology], 2019, vol. 12, no. 3, pp. 56–63. DOI: 10.14529/jpps190305 (in Russ.).
5. Kourova O.G., Popova T.V., Kokoreva E.G., Parskaya N.V., Krapivina E.A. [Ecological-physiological aspects of computer technologies in educational process]. *Ekologiya Cheloveka* [Human Ecology], 2019, no. 7, pp. 59–64. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-7-59-64 (in Russ.).
6. Krivolapchuk I.A., Chernova M.B., Krivolapchuk I.I. [Influence of informatization on physical activity in schoolchildren (foreign literature review)]. *Novyye issledovaniya* [New Research], 2019, no. 1 (57), pp. 5–14. (in Russ.).

7. Krivolapchuk I.A., Chernova M.B. [The functional state of children of preschool age and first grade students at information load with varying degree of stress]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2020, no. 3, pp. 31–40. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-3-31-40 (in Russ.).
8. Merenkova V.S. [Age and sex differences of sensomotor integration of schoolchildren]. *Vestnik psikhofiziologii* [Psychophysiology News], 2018, no. 4, pp. 21–28. (in Russ.).
9. Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V., Deputat I.S. [Sensomotor reactions in psychophysiological studies (Review)]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-Biologicheskije Nauki* [Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series “Medical and Biological Sciences”], 2015, no. 1, pp. 38–48. (in Russ.).
10. Pankova N.B., Karganov M.Yu. Correlation Between the Parameters of Motor Asymmetry in First Graders During Manual Tasks. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya* [Psychology. Psychophysiology], 2019, vol. 12, no. 2, pp. 72–79. DOI: 10.14529/jpps190206 (in Russ.).
11. Guzii O.V., Romanchuk A.P., Mahlovanyy A.V. [Sensorimotor Indicators as Criteria of the Intense Physical Loads Influence on the Athlete's Body]. *Ukrainskiy Zhurnal Meditsiny, Biologii i Sporta* [Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport], 2020, vol. 5, no. 3 (25), pp. 351–358. DOI: 10.26693/jmbs05.03.351 (in Ukrainian).
12. Chiou S.C., Chang E.C. Bimanual coordination learning with different augmented feedback modalities and information types. *PLoS One*, 2016, vol. 11 (2), e0149221. DOI: 10.1371/journal.pone.0149221
13. Gautam Y., Bade M. Effect of auditory interference on visual simple reaction time. *Kathmandu Univ. Med. J. (KUMJ)*, 2017, vol. 15 (60), pp. 329–331.
14. Jaremków A., Markiewicz-Górka I., Pawlas K. Assessment of health condition as related to lifestyle among students in the examination period. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 2020, vol. 33 (3), pp. 339–351. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01563
15. Moradi A., Sadri D., Narimani M., Esmaeilzadeh S., Dziembowska I., Azevedo L.B., Luiz do Prado W. Association between Physical and Motor Fitness with Cognition in Children. *Medicina (Kaunas)*, 2019, vol. 55 (1), p: E7. DOI: 10.3390/medicina55010007
16. Mulligan C.J. Early environments, stress, and the epigenetics of human health. *Annu. Rev. Anthropol.*, 2016, vol. 45, pp. 233–249 DOI: 10.1146/annurev-anthro-102215-095954
17. Pankova N.B., Kurneshova L.E., Karganov M.Yu. Changes in the dynamics of latent periods of simple sensorimotor responses throughout the academic year in Moscow schoolchildren over 10 years. *International Journal of Educational Policy Research and Review*, 2015, vol. 2, no. 2, pp. 17–24. DOI: 10.15739/IJEPRR.007
18. Roos L.E., Beauchamp K.G., Giuliano R., Zalewski M., Kim H.K., Fisher P.A. Children's biological responsivity to acute stress predicts concurrent cognitive performance. *Stress*, 2018, vol. 21 (4), pp. 347–54. DOI: 10.1080/10253890.2018.1458087
19. Ruiz-Hermosa A., Mota J., Díez-Fernández A., Martínez-Vizcaíno V., Redondo-Tébar A., Sánchez-López M. Relationship between weight status and cognition in children: A mediation analysis of physical fitness components. *J. Sports Sci.*, 2020, vol. 38 (1), pp. 13–20. DOI: 10.1080/02640414.2019.1676538
20. Slavich G.M. Social safety theory: a biologically based evolutionary perspective on life stress, health, and behavior. *Annu. Rev. Clin. Psychol.*, 2020, vol. 16, pp. 265–295. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-032816-045159
21. Udupa K., Chen R. Central motor conduction time. *Handb. Clin. Neurol.*, 2013, vol. 116, pp. 375–386. DOI: 10.1016/B978-0-444-53497-2.00031-0
22. Zhu Q., Mirich T., Huang S., Snapp-Childs W., Bingham G.P. When kinesthetic information is neglected in learning a Novel bimanual rhythmic coordination. *Atten. Percept. Psychophys.*, 2017, vol. 79 (6), pp. 1830–1840. DOI: 10.3758/s13414-017-1336-3

Received 19 March 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Влияние разных объёмов компьютерной нагрузки на латентные периоды простой сенсомоторной реакции у младших школьников / Н.Б. Панкова, М.А. Лебедева, Л.А. Носкин и др. // Психология. Психофизиология. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 112–122. DOI: 10.14529/jpps200210

FOR CITATION

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. *Psychology. Psychophysiology*. 2020, vol. 13, no. 2, pp. 112–122. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps200210