

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ

*Сетко Н.П., Лукьянов С.Э.*

*Оренбургский государственный медицинский университет,  
Россия, Оренбург*

*Проведена физиолого-гигиеническая оценка особенностей вегетативного статуса и функционирования сердечно-сосудистой системы 247 младших школьников образовательной организаций г. Оренбурга в условиях комплексного действия факторов цифровой среды с оценкой напряженности учебного процесса, общего времени использования электронных устройств и уровня электромагнитных полей от них. Полученные научные данные свидетельствуют о повышенной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы у младших школьников в ответ на действие факторов гиперинформационной учебной среды, что способствует неэкономной работе сердечно-сосудистой системы; снижению адаптационных резервов организма и увеличению неадекватности процессов регуляции.*

*Ключевые слова: цифровая среда; вегетативный статус; сердечно-сосудистая система; младшие школьники.*

## FEATURES OF THE VEGETATIVE STATUS IN YOUNGER SCHOOLCHILDREN UNDER THE INFLUENCE OF DIGITAL ENVIRONMENT FACTORS

*Setko N.P., Lukyanov S.E.*

*Orenburg State Medical University,  
Russia, Orenburg*

*The vegetative status and functioning of the cardiovascular system of 247 younger were assessed during the action of digital environment factors. The assessment of the intensity of educational activities was carried out. The assessment of the total time spent using electronic devices was carried out. The level of electromagnetic fields from electronic devices was assessed. The activity of the sympathetic nervous system is founded to increase. It leads to uneconomical work of the cardiovascular system; a decrease in the adaptive reserves and an increase in the inadequacy of regulatory processes.*

*Key words: digital environment; vegetative status; cardiovascular system of work; primary school students.*

Жизнедеятельность современных детей и подростков неразрывно связана с использованием различных электронных устройств (ЭУ). Благодаря

универсальности и многофункциональности, их применяют как для обучения, так и для досуговой деятельности.

Массовое применение цифровых технологий в обучении способствует формированию цифровой среды, которая характеризуется насыщением образовательного процесса цифровым оборудованием, свободным доступом к электронным средствам обучения. Отмечается существенное увеличение объема и разнообразие образовательной нагрузки на школьников, возрастание информационного потока учебной и внеучебной информации в связи с использованием цифровых устройств. Гиперинформатизация учебной деятельности, избыточный объем когнитивных нагрузок выраженной интенсивности, активное использование в процессе обучения информационно-коммуникационных технологий требует высокой функциональной подвижности нервных процессов, устойчивой концентрации внимания, постоянного его переключения с одного вида деятельности на другой [2,4,5].

Современное гиперинформационное пространство образовательной среды создает предпосылки для дестабилизации вегетативного и психоэмоционального статуса учащихся, повышая «психофизиологическую стоимость» обучения [7].

Вегетативный отдел центральной нервной системы является основным механизмом, определяющим характер реактивности и адаптации организма человека, обеспечивает интеграцию всех органов в единое целое, являясь одной из главных адаптационных систем организма. Вегетативный дисбаланс выступает в качестве первопричины патологического процесса или в виде предрасполагающего фактора, при этом наиболее чутко реагирует на неблагоприятные воздействия сердечно-сосудистая система, которой принадлежит роль индикатора адаптационно-приспособительных реакций организма [3,6,8]. В связи с этим оценка вегетативного статуса и функционирования сердечно-сосудистой системы организма может являться мерой количественной оценки состояния здоровья современных школьников в условиях действия факторов цифровой среды.

Цель исследования: провести физиолого-гигиеническую оценку особенностей вегетативного статуса и функционирования сердечно-сосудистой системы у младших школьников в условиях комплексного действия факторов цифровой среды.

Материалы и методы. Проведено обследование 247 младших школьников (52 обучающихся 1 классов, 61 обучающийся 2 классов, 62 обучающихся 3 классов, 72 обучающихся 4 классов) образовательной организаций г. Оренбурга с соблюдением принципов Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации и наличием добровольного информированного согласия.

Напряженность учебного процесса младших школьников исследована по методике В.Р. Кучмы, Е.А. Ткачук, Н.В. Ефимовой (2014) с балльной оценкой интеллектуальных, сенсорных, эмоциональных нагрузок, режима и монотонности учебного труда [1].

Оценка среднего времени использования различных электронных устройств (телефон, планшет, компьютер, ноутбук и телевизор) проведена методом анкетирования по разработанной нами анкете.

Для оценки коллективной электромагнитной нагрузки обучающихся в учебное время проведены натурные измерения плотности магнитного потока (В/м) и напряженности электрического поля (мкТл) в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц; 5 Гц–2 кГц и 2 кГц–400 кГц от персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) в трех кабинетах информатики на 35 ученических местах измерителем параметров электрического и магнитного полей «ВЕ–метр» в модификации «АТ–004». Измерения проведены прямым методом с многократными наблюдениями в точках, где пользователь находится наиболее близко к системному блоку, устройствам бесперебойного питания, периферийным устройствам и системам местного освещения, на высотах 0,5 м, 1,0 м и 1,4 м от пола.

Функциональное состояние вегетативной нервной системы оценено по показателям variability сердечного ритма методом вариационной пульсометрии на аппаратно-программном комплексе «Здоровье-Экспресс» с расчётом интегральных показателей: индекса вегетативного равновесия (ИВР), вегетативного показателя ритма сердца (ВПР), показателя адекватности процессов регуляции сердечного ритма (ПАПР) и определением уровня функциональных резервов.

Статистическая обработка полученных данных проведена в программе Statistica 13.0 StatSoft с использованием параметрических методов анализа.

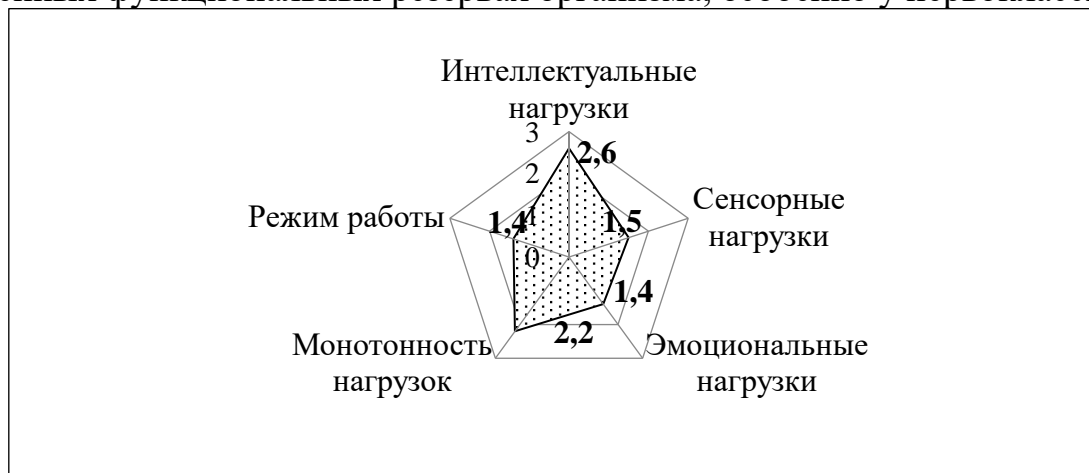
В результате проведенных исследований установлено, что общее время пользования школьниками электронных устройств составляет от 5 часов 30 минут до 7 часов 30 минут в сутки. При этом выявлено, что учащиеся при их использовании подвергаются в малых дозах действию электромагнитных полей от ЭУ, которые в частотном диапазоне от 5 Гц до 2 кГц составляли от  $0,24 \pm 0,1$  В/м до  $5,27 \pm 1,02$  В/м в электрической составляющей и от  $0,01 \pm 0,003$  мкТл до  $0,05 \pm 0,03$  мкТл в магнитной; в частотном диапазоне от 2 кГц до 400 кГц от  $0,04 \pm 0,07$  В/м до  $0,86 \pm 0,15$  В/м в электрической составляющей и от  $2,89 \pm 0,51$  мкТл до  $19,3 \pm 3,7$  мкТл в магнитной.

Напряженность учебной деятельности младших школьников с использованием электронных устройств являлась допустимой и составляла  $1,8 \pm 0,07$  баллов, что соответствовало 2 классу напряженности учебного процесса. Вместе с тем интеллектуальные нагрузки были напряженными 1 степени (3.1) и составляли  $2,6 \pm 0,12$  баллов (рис. 1).

Математический анализ сердечного ритма младших школьников показал, что большинство показателей находились в пределах физиологической нормы за исключением коэффициента вариации и показателя активности регуляторных систем (ПАРС) (табл. 1).

Так, коэффициент вариации в динамике обучения имел тенденцию к увеличению и свидетельствовал о напряжении суммарного эффекта регуляции,

которое было наиболее выраженным у первоклассников и превышало физиологическую норму в 1,4 раза. Кроме того, у младших школьников среднее значение показателя активности регуляторных систем (ПАРС) превышало верхнее значение физиологической нормы в 2 раза и свидетельствовало о сниженных функциональных резервах организма, особенно у первоклассников.



**Рисунок 1. Балльная оценка напряженности учебной деятельности младших школьников**

Подтверждением являются данные, представленные на рисунке 2, свидетельствующие о том, что срыв механизмов регуляции выявлен лишь у 1,9% школьников 1 классов; состояние истощения регуляторных систем отмечалось у 19,2% учащихся первых классов, у 16,4% вторых, у 12,9% третьих и у 11,1% учащихся четвертых классов соответственно. При этом максимальное число среди всех обследованных учащихся были школьники, у которых регистрировалось состояние перенапряжения регуляторных систем от 40,4% среди третьеклассников до 50,8% среди учащихся 2-х классов.



**Рисунок 2. Распределение младших школьников в зависимости от уровня функциональных резервов, %**

Таблица 1. Показатели математического анализа сердечного ритма младших школьников

Показатель	1 классы	2 классы	3 классы	4 классы	Всего
Показатель активности регуляторных систем (ПАРС), усл. ед.	6,35±0,21	6,02±0,18	5,74±0,18	5,83±0,15	5,96±0,09
Частота сердечных сокращений (HR), уд/мин	91,38±2,22	90,13±1,19	86,9±1,17	90,11±1,37	89,58±0,75
Mx, мс	789,58±15,4	804,26±12,98	826,63±13,98	805,97±15,34	807,28±7,29
Mn, мс	540,93±14,25	566,01±7,06	582,16±6,76	566,42±7,84	564,91±4,55
Вариационный размах (MxDMn), мс	244,98±10,63	240,75±10,01	249,8±10,01	271,05±28,47	252,74±9,27
Мощность (TP), мс <sup>2</sup>	2972,05±339,16	2870,23±285,76	5399,47±1595,95	3043,05±310,95	3579,79±426,38
Мощность HF, мс <sup>2</sup>	1069,32±120,45	1136,52±130,71	1253,43±162,92	1054±124,6	1127,67±68,16
Мощность LF, мс <sup>2</sup>	1081,05±177,24	977,6±121,15	1965,78±607,85	1007,73±135,48	1256,21±165,8
Мощность VLF, мс <sup>2</sup>	533,68±68,45	398,32±63,57	1327,42±515,41	526,43±70,22	697,38±133,98
Мощность ULF, мс <sup>2</sup>	283,93±46,88	341,06±76,85	843,24±432,09	446,95±75,85	485,95±112,89
MxRMn	1,45±0,02	1,42±0,02	1,42±0,03	1,43±0,02	1,43±0,01
pNN50, %	28,48±2,51	28,28±2,49	28,39±2,44	25,21±2,33	27,45±1,22
RMSSD, мс	50,49±2,97	49,52±2,84	53,03±3,34	48,51±3,04	50,31±1,54
SDNN, мс	51,88±2,53	51,85±2,42	55,12±2,69	51,72±2,31	52,64±1,24
Коэффициент вариации (CV), %	11,42±2,24	7,6±0,33	8,55±0,78	7,5±0,25	8,61±0,53
Мода (Mo), мс	638,85±10,37	663,52±9,38	689,52±12,24	670,83±11,27	666,98±5,59
Амплитуда моды (AMo), %	39,56±1,81	39,97±1,5	38,67±1,47	39,9±1,38	39,54±0,76
Стресс индекс (SI)	168,63±21,48	196,39±47,25	145,2±13,71	154,67±12,89	165,54±13,48
Мощность HF, %	40,02±2,17	43,97±1,96	39,09±2,09	40,47±1,93	40,9±1,02
Мощность LF, %	39,93±1,73	38,69±1,6	39,54±1,52	38,1±1,53	38,99±0,79
Мощность VLF, мс <sup>2</sup>	531,76±68,57	393,41±63,79	1319,68±515,63	525,92±70,26	693,67±134,02
LF/HF	1,26±0,12	1,08±0,09	1,47±0,2	1,33±0,13	1,29±0,07
Индекс централизации (IC)	2,56±0,68	1,59±0,13	2,65±0,47	2,12±0,24	2,22±0,2
AVNN, мс	643,03±15,8	670,96±8,93	696,03±11,66	677,33±10,84	673,23±5,95
SDE, мс	3,29±0,21	3,26±0,18	3,72±0,24	3,31±0,19	3,4±0,1
SDSD, мс	50,61±2,98	49,69±2,87	53,13±3,34	49,08±3,09	50,58±1,54

Анализ уровня вегетативной регуляции (табл. 2) показал, что индекс вегетативного равновесия (ИВР) и вегетативный показатель ритма (ВПР) несколько выше у учащихся первых классов по сравнению с общими данными за счет преобладания симпатического отдела вегетативной нервной системы и снижения активности вегетативного контура.

Таблица 2. Показатели вегетативной регуляции у младших школьников, усл. ед.

Показатели	Классы				Всего
	1	2	3	4	
Индекс вегетативного равновесия (ИВР)	203,78 ±22,09	201,39 ±16,56	182,83 ±13,83	192,62 ±14,22	194,68 ±8,18
Вегетативный показатель ритма сердца (ВПР)	7,51 ±0,54	7,18 ±0,38	6,59 ±0,31	6,96 ±0,36	7,04 ±0,2
Показатель адекватности процессов регуляции сердечного ритма (ПАПР)	64,19 ±3,77	61,83 ±2,86	57,6 ±2,56	62,06 ±2,9	61,33 ±1,5

При этом у учащихся всех классов установлена неадекватность процессов регуляции в ответ на комплексное влияние факторов напряженности учебного процесса и малых доз электромагнитных полей от использования в образовательном процессе электронных устройств. Наиболее выраженные отклонения характерны для первоклассников, что, вероятно, обусловлено с одной стороны морфофункциональными особенностями организма детей этой возрастной группы, а с другой стороны их повышенной чувствительностью и низкими адаптационными возможностями организма к факторам образовательной цифровой среды.

**Заключение.** Полученные научные данные свидетельствуют о повышенной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы у младших школьников в ответ на действие факторов гиперинформационной учебной среды, особенно у первоклассников, что способствует неэкономной работе сердечно-сосудистой системы, снижению адаптационных резервов организма, а также увеличению неадекватности процессов регуляции.

#### Список литературы

1. Кучма, В.Р. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся / В.Р. Кучма, Е.А. Ткачук, Н.В. Ефимова. – Иркутск: Иркутский институт повышения квалификации работников образования. – 2014. – 24 с.
2. Саньков, С.В. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов современной электронной информационно-образовательной среды школ / С.В. Саньков, В.Р. Кучма // Вестник новых медицинских технологий.

[Электронный ресурс]. – 2019. – №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-vliyaniya-na-detey-faktorov-sovremennoy-elektronnoy-informatsionno-obrazovatelnoy-sredy-shkol>), – Дата обращения: 18.05.2024,

3. Сафронова, А.И. Особенности функционального состояния вегетативной нервной системы у школьников и гимназистов / А. И. Сафронова, В.Н. Никулин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – № 12(94). – С. 120-121.

4. Сетко, Н.П. Адаптационная медицина детей и подростков: монография / Н.П. Сетко, А. Г. Сетко, Е.В. Булычева. – Оренбург: ОрГМУ. – 2018. – 516 с.

5. Сетко, Н. П. Актуальные проблемы развития школьной медицины на современном этапе / Н. П. Сетко, А. Г. Сетко // Лечение и профилактика. – 2017. – № 1(21). – С. 57-62.

6. Сетко, Н. П. Гигиеническая оценка функциональных резервов и адаптационных возможностей студентов / Н. П. Сетко, Е. В. Булычева, Е. Б. Бейлина // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 2. – С. 166-170.

7. Сетко, Н. П. Функциональное состояние основных систем организма учащихся, задействованных в учебном процессе, в условиях современного медицинского обеспечения / Н. П. Сетко, Е. В. Булычева, О. М. Жданова // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 7. – С. 738-744.

8. Функциональное состояние вегетативной нервной системы школьников и гимназистов в условиях комплексного воздействия факторов школьной и окружающей среды / А. И. Сафронова, А. В. Вахмистрова, В. Н. Никулин, Л. Н. Каримова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 55-57.