

УДК 612.822.8.

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-46-53

Калиниченко Ірина Олександрівна

доктор медичних наук, професор

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

irinakalinichenko2017@gmail.com

ORCID 0000-0003-1514-4210

Колесник Анна Сергіївна

аспірантка

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

kas100188@gmail.com

ORCID 0000-0001-8505-0813

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ДІТЕЙ 5-6 РОКІВ ПІД ЧАС КОГНІТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

У статті представлено аналіз фізіологічної адаптації дітей дошкільного віку. За допомогою інструментальної методики «Фазаграф» було здійснено та оцінено адаптаційні резерви організму під час когнітивного навантаження (читання і письма) та порівняно зі станом спокою. Виявлені відмінності ступеня активності вегетативної нервової система залежності від розумового навантаження, що характеризується проявом симпатикотонії.

Ключові слова: *варіабельність ритму серця; когнітивне навантаження; адаптація; вегетативна регуляція.*

Постановка проблеми

В останні роки значна увага приділяється аналізу проблем, що виникають у дітей на початку навчання у школі. Дошкільний вік є одним із сенситивно-критичних етапів індивідуального розвитку, коли відбуваються явні структурно-функціональні зміни, що супроводжуються збільшенням функціональної напруги психовегетативних механізмів регуляції. До причин вегетативних відхилень належить як психологічне, так і фізичне перенапруження. Для дитини таким провокуючим фактором може стати початок навчання у школі [1]. Однією із провідних функцій когнітивного розвитку у дітей старшого дошкільного віку (як показник готовності до школи), є формування зорового та слухового сприйняття, що забезпечує взаємодію дитини із зовнішнім середовищем та його орієнтацію у просторі [2].

Зорове сприйняття характеризує сформованість інтегративної функції зорового і просторового сприйняття, яке є основою формування навичок письма і читання, і тісно пов'язано зі зрілістю кори головного мозку і регуляторних структур мозку [3]. У той же час зорово-моторна координація є однією зі складових графомоторних навичок, необхідних для формування письма [4, 5].

Незважаючи на те, що в останній час з'явилася достатня кількість наукових досліджень і публікацій, що присвячені віковим особливостям ставлення психічних функцій та коливальних процесів регуляції серцевого ритму у дітей [5,6], до цього часу не існує цілісної характеристики змін хвильової варіабельності основних показників кардіогемодинаміки за умови обробки візуальної інформації.

Дитячому організму онтогенетично належить комплекс психофізіологічних адаптаційних можливостей, які запускають функціональні процеси з формуванням нових фізіологічних рівнів діяльності організму [1, 7].

У зв'язку з цим важливість вивчення особливостей функціонального стану серцево-судинної системи під час аудіо-візуального навантаження навчально-розвиваючого характеру є актуальним.

Аналіз останніх публікацій. У системі наук, що пов'язані із вивченням медико-біологічних аспектів освітньої діяльності, однією з важливих є проблема діагностики, попередження та ефективність корекції негативних змін функціонального стану, що виникає у період адаптації до навчального навантаження. Існує дефіцит емпіричних даних стосовно критеріїв діагностики функціонального стану дітей при когнітивному навантаженні. Порушення когнітивної діяльності призводить до труднощів у навчанні, девіантної поведінки, психоемоційних порушень і, як наслідок, до соціальної дезадаптації зниження якості життя дитини. У зв'язку з цим, проблема порушень когнітивного розвитку виходить за рамки медико-педагогічних питань і знаходить соціальне значення. Під когнітивними функціями розуміють найбільш складні функції головного мозку, за допомогою яких здійснюється процес раціонального пізнання світу і забезпечується цілеспрямована взаємодія з ним. Даний процес включає кілька основних компонентів, що взаємодіють між собою: сприйняття інформації, обробка та аналіз інформації, запам'ятовування і зберігання інформації, обмін інформацією, побудова і здійснення програми дій. З кожним з етапів пізнавальної діяльності пов'язана певна когнітивна функція: сприйняття, пам'ять, праксис, мова (читання та письмо), управління функціями. Видатні вітчизняні нейропсихологи Л. Г. Виготський, А. Р. Лурія, Е. Д. Хомська виділяють також інтелект – мислення. Основні, базові когнітивні функції формуються в онтогенезі до 6-7 років, найбільш складні до 12-15 років і можуть удосконалюватися протягом усього життя [8].

Вегетативна нервова система (ВНС) має значний вплив на регуляцію діяльності внутрішніх органів через рефлекторні механізми. Діяльність ВНС впливає на емоційну сферу і загальне самопочуття дитини. Вегетативні розлади можуть проявлятися різними ознаками залежно від віку дитини. Підростаючому організму онтогенетично належить комплекс психофізіологічних адаптаційних можливостей, який впливає на динаміку функціональних процесів із формуванням нових фізіологічних рівнів діяльності організму. Під час оцінки функціонального стану, адаптаційних можливостей організму, що забезпечуються системами регуляції у тому числі й ВНС, необхідно урахувати вплив факторів, до яких належать психологічні, конституціональні особливості, вік, стать, а також соціальне середовище [1].

На думку В. В. Бережного, В. Г. Козачука, І. Б. Орлюка, D. Lucini, G. Norbiato, M. Clerice, A. Malliani, G. Mela профілактична діагностика дає можливість своєчасно виявити порушення з боку вегетативної нервової регуляції, що зменшує ймовірність дезадаптаційних змін до навантажень та впливає на працездатність [9, 10, 11].

Оцінка варіабельності серцевого ритму (ВСР) посідає важливе місце серед сучасних методологічних підходів до оцінки стану серцево-судинної системи та організму людини у цілому. Функціональна система регуляції кровообігу – багатоконтурна, ієрархічно організована система, з домінуючою роллю окремих ланок, що визначається поточними потребами організму.

А. Р. Галеев (1999), Э. Гринене (1990), О. В. Коркушко (1991) та ряд інших науковців, зазначають, що складність практичного використання означеного методу полягає у значних індивідуальних відмінностях параметрів серцевого ритму (СР) у здорових людей, що ускладнює клінічну та фізіологічну інтерпретацію значень параметрів СР [12, 13, 14].

Р. М. Басевський встановив, щопід час навчального навантаження відбувається значна перебудова діяльності серця. Стійку реакцію організму дітей на повсякденне навантаження можна розглядати як реакцію адаптивної відповіді доцільної та необхідної під час реальної існуючої діяльності. Зниження рівня симпатичних впливів і посилення ваготонічних, ослаблення центральних механізмів регуляції свідчить про загальне зниження рівня активації серцево-судинної системи і впливає на стомлення організму до кінця навчальних занять. Доведено, що при розумовому стомленні

виникає гальмування у корі головного мозку, обумовлене активуючим впливом на неї парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи [15].

Відомо, що з віком змінюються функціональні можливості серцево-судинної системи, все більш досконалішими стають складні нейрогуморальні механізми регуляції серцевої діяльності, відбувається неухильне посилення холергічних впливів, оптимізуються співвідношення автономності та централізації в регуляції синусового ритму серця [16].

Важливість своєчасної діагностики з метою попередження розвитку захворювання, усунення психоемоційного напруження, емоційного стресу, нормалізації функцій ВНС забезпечить збереження і підвищення адаптаційних резервів організму. Тому важливою проблемою сьогодення залишається встановлення особливостей вегетативного гомеостазу дітей дошкільного віку, що можуть бути маркерами адаптаційних можливостей на донозологічному етапі [17].

Визначення раніше не вирішених частин загального питання. Незважаючи на те, що періоду адаптації дітей під час когнітивного навантаження присвячено чимало досліджень, все ж таки залишається актуальним спостереження за вегетативною нервовою системою під час навчання, оскільки дезадаптаційні процеси можуть бути пов'язані, як із інтенсифікацією навчального процесу, так і з гігієнічними, фізіологічними та соціальними чинниками.

Мета роботи: вивчити особливості вегетативної регуляції серцевого ритму у дітей 5-6 років за умови когнітивного навантаження.

Результати та їх обговорення

Спостереження здійснювалося за дітьми 5-6 років підготовчих груп дошкільних навчальних закладів міста Суми ($n=192$). Оскільки важливою складовою навчально-пізнавальної діяльності у дошкільному віці є розвиток читання та письма, то на зміни вегетативних функцій може вплинути несформованість моторно-рухових, зорово-слухових, мовно-слухових та зорово-графічних компонентів. Візуальну інформацію досліджували з двох позицій – зображувальну (елементи письма) та словесну (розпізнання букв і слів – елементи читання).

Для дослідження стану серцево-судинної системи використовувався метод фазаграфії, який було реалізовано за допомогою пристрою «Фазаграф», призначений для реєстрації та аналізу електрокардіосигналу у фазовому просторі для оцінювання амплітудних та швидкісних параметрів будь-яких елементів електрокардіосигналу, що дає з точністю оцінити графік електрокардіограми [18].

Для характеристики вегетативного забезпечення функціонального стану організму було проведено аналіз спектральних (VLF, LF, HF, LF/HF) та статистичних (SDNN, RMSSD, PNN50, IN) показників. Безперервну реєстрацію електрокардіограми проводили за методикою Р. М. Баєвського. Запис було проведено у фонових умовах (сидячи, протягом 5 хв.), до та під час когнітивного навантаження (читання та письма) [19, 20, 21].

Роботу з дітьми було проведено відповідно до біоетичних норм з дотриманням принципів Гельсінської декларації (Всесвітня медична асамблея, 2005) та не порушуючи режиму у закладах освіти.

Результати дослідження оброблені методом варіаційної статистики з розрахунком середнього арифметичного значення (M), похибки середнього арифметичного значення (m), критерію достовірності (t), за рівнем вірогідності $p < 0,05$.

Результати дослідження. Аналіз статистичних показників та показників хвильової структури серцевого ритму у дітей 5-6 років виявив достовірні відмінності під час обробки заданої інформації (табл. 1).

Таблиця 1

Основні характеристики серцевого ритму у дітей 5-6 років ($M \pm m$)

Період виміру	Показники							
	VLF	LF	HF	LF/HF	SDNN	RMSSD	RNN50	IB
Спокій	2657,86± 180,97	6302,53± 420,574	13236,13± 890,46	0,60± 0,03	147,38± 5,21	195,95± 7,68	50,64± 1,51***	46,08± 5,53
Читання	2639,96± 195,92	6732,13± 476,31	13974,48± 997,64	0,69± 0,04	150,58± 5,74*	214,021± 12,66**	48,23± 1,66#	46,54± 3,299#
Письмо	2515,98± 256,48	5984,80± 507,94	11507,28± 947,25	0,67± 0,03	133,11± 6,00* t=2,10	179,27± 8,65** t=2,27	44,08± 1,83*** t=2,78	65,32± 5,78# t=2,82

Примітки:

* – вірогідна різниця за показником сумарного ефекту вегетативної регуляції кровообігу ($p < 0,05$);** – вірогідна різниця за показником активності парасимпатичної ланки вегетативної регуляції ($p < 0,05$);*** – вірогідна різниця між показниками ступеню домінування парасимпатичної ланки регуляції над симпатичною ($p < 0,05$);# – вірогідна різниця за показником IN ($p < 0,05$).

Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму дозволив констатувати, що за компонентом LF (зони хвиль низьких частот) та HF (зони хвиль високих частот), що характеризують симпатичний та парасимпатичний вплив на серцевий ритм, не було встановлено вікових вірогідних відмінностей у дітьми 5-6 років. Отримані дані дозволили визначити тенденцію збільшення значення LF при істотному збільшенні HF під час розумового навантаження (читання і письма), який вказує на збільшення активності вазомоторного центру та вказує на зниження парасимпатичного впливу на серце з боку n. vagus та зсув балансу вегетативної регуляції серцевого ритму у бік симпатикотонії.

Оскільки амплітуда VLF тісно пов'язана з психоемоційною напругою та функціональним станом кори головного мозку, можна зробити такі припущення стосовно збільшення VLF під час письма порівняно з читанням (2657,81±180,97; 2639,96±195,92), (2657,81±180,97; 2515,98±256,48), при ($t=0,45$; $p < 0,05$) відповідно, що вказує на вплив надсегментарного рівня регуляції та підвищення психоемоційної напруги у відповідь на письмове навантаження. Це може свідчити про тенденцію дезадаптивної реакції на графо-моторне навантаження.

Проаналізовано стандартне відхилення (SDNN), що є одним з основних показників ВСР і характеризує стан механізмів регуляції. Спостерігається зниження середнього квадратичного відхилення під час письма (133,11±6,00) порівняно з відповідним показником ВСР, що реєструвався під час читанням (150,58±5,74; $t=2,10$; $p < 0,05$) відповідно, що обумовлено значною напругою регуляторних систем під час виконання письмового завдання, а саме включенням у процес регуляції вищих рівнів управління, які впливають на пригнічення автономного контуру. Ймовірно, це може бути пов'язано із більшим ударним об'ємом серця під час читання, що супроводжується більшою рефлекторною активністю парасимпатичного відділу ВНС.

Якщо порівняти показники отримані під час діагностики у фоновому режимі та під час розумового навантаження, то можна підтвердити вищезазначені припущення, оскільки прослідковується пригнічення автономної регуляції серцевого ритму під час читання більше (150,58±5,74; $t=0,41$; $p < 0,05$), ніж під час письма (133,11±6,00; $t=1,79$; $p < 0,05$), порівняно зі спокоем (147,38±5,21).

Показник RMSSD, що характеризує активність автономного контуру регуляції серцевого ритму, що під час читання (214,02±12,66) є більшим порівняно з відповідним показником ВСР, що реєструвався під час письма (179,27±8,65; $t=2,27$; $p < 0,05$) та вказує на активність ланки парасимпатичної регуляції.

Показник варіативності серцевого ритму (рNN50) під час письма ($44,08 \pm 1,83$) є нижчим, ніж у стані спокою ($50,64 \pm 1,52$), ($t=2,78$; $p<0,001$), що підтверджує пріоритетність впливу симпатичної нервової системи на серцевий ритм.

Під час аналізу часових показників та індексу напруги було встановлено, що збільшення індексу напруги під час графомоторного навантаження викликано домінантою парасимпатичної вегетативної регуляції в умовах фонового режиму ($46,08 \pm 5,53$) та пригніченням автономного контуру під час письма ($65,32 \pm 5,78$), ($t=2,41$; $p<0,01$).

Результати спектральних показників варіабельності серцевого ритму дозволили встановити відсутність вірогідних коливань у відповідь на когнітивне навантаження, як під час читання, так і під час письма. Лише симпато-вагальний індекс (LF/HF), що характеризує співвідношення або баланс симпатичних або парасимпатичних впливів на ритм серця під час письма є меншим ($0,67 \pm 0,03$) за аналогічний показник ВРС під час читання ($0,69 \pm 0,04$; $t=1,8$; $p>0,05$), порівняно зі станом спокою, що свідчить про перевагу центрального контуру регуляції та характеризується посиленням тону симпатичного відділу вегетативної нервової системи.

Також встановлено вірогідно менше значення показників SDNN, RMSSD під час читання ($145,24 \pm 15,61$; $117,24 \pm 16,73$ відповідно); ($t=2,27$; $p<0,05$) порівняно із фоновим режимом ($188,67 \pm 23$; $156,14 \pm 24,61$ відповідно); ($t=2,2$ $p<0,05$) у дівчаток шести років, що свідчить про зниження активності парасимпатичної регуляції під час когнітивного навантаження. Оскільки істотно зменшується показник активності парасимпатичної ланки вегетативної регуляції, можемо також припустити про ймовірність падіння HF, що свідчить про перевагу симпатичного відділу ВНС.

Встановлена вірогідна різниця збільшення показників у стані спокою та під час письма ($46,08 \pm 5,53$ та $65,32 \pm 5,78$ відповідно); ($t=2,47$; $p<0,05$), між читанням й письмом ($46,54 \pm 3,29$ та $65,32 \pm 5,78$ відповідно) ($t=2,82$; $p<0,01$) та тенденцію між спокоєм та читанням ($46,08 \pm 5,53$ та $46,54 \pm 3,29$ відповідно) ($t=0,07$; $p>0,05$), що свідчить про активність механізмів симпатичної регуляції, а саме стану центрального контуру регуляції. Саме активація центрального контуру, посилення симпатичної регуляції під час розумового навантаження може свідчити про прояв стабілізації ритму, зменшення розкидності тривалості кардіоінтервалу. З фізіологічної точки зору це можна пояснити тим, що під час розумового навантаження усі системи організму підпорядковані досягненню мети та вимогам, які пред'явлені роботі серця, спростовуються: воно повинно розвинути лише максимальну продуктивність. Тому симпатична нервова система впливає на вирівнювання ритму серця та відповідає збільшенню IN.

Висновки

За даними проведеного дослідження встановлено, що серед обстежених дітей 5-ти та 6-ти річного віку під час когнітивного навантаження відбувається прояв симпатикотонії.

Під час письма відбувається активація симпатичної ланки вегетативної нервової системи порівняно з читанням. Тобто під час письма адаптаційні-приспосувальні механізми вегетативної нервової системи відповідають нижчим показникам порівняно з читанням. Причиною може бути незрілості систем вегетативного забезпечення і механізмів їх регуляції та вказувати на дисбаланс вегетативного забезпечення. У свою чергу вегетативна нестійкість, яка проявляється у дітей під час письма домінування симпатичного впливу на серцевий ритм супроводжується ознаками дисрегуляції серцево-судинних функцій. Причиною може бути несформованість функціональних систем взаємопов'язаних мозкових ділянок, що супроводжується погіршенням координації вегетативних функцій організму.

Отже попередження зсуву спектральних та статистичних показників під час когнітивного навантаження на до нозологічному етапі є головним критерієм щодо формування успішної адаптації під час навчального навантаження. У зв'язку з цим необхідне подальше вивчення фізіологічних та психологічних особливостей дітей з метою введення адекватної, сучасної допомоги у розвитку, вихованні та навчанні дітей.

Список використаної літератури

1. Анохин П. К. *Физиол. журн. СССР*. 1949. Т.2. № 5. С. 491 – 503.
2. Безруких М. М., Хрянин А. В. Психофизиологические и нейрофизиологические особенности организации зрительно-пространственной деятельности у праворуких и леворуких детей 6-7 лет. *Физиология человека*. 2000. Т. 26. № 1. С. 14–20.
3. Бетелева Т. Г. Онтогенез структурно-функциональной организации воспринимающей системы мозга. *Л: Наука*. 1990. 65 с.
4. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: *Издательский центр Академия*, 2003. 384 с.
5. Казин Э. М., Свиридова И. А., Четверик О. Н. Влияние возрастных, гендерных и типологических особенностей подростков на формирование адаптивных возможностей в условиях обучения в основной школе. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2017. № 1. С. 112–123.
6. Доцоев Л. Я. *Инженеринг в медицине. Колебательные процессы гемодинамики. Пульсария и флюктуация сердечно-сосудистой системы*: Сборник научных трудов II науч. практ. Конференции и I всероссийского симпозиума 30 мая – 1 июня 2000 г. Челябинск, 2000. С. 82–99. (нумерация)
7. Леус Э. В. Де назва ??? *Тезисы XVII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова*. Казань; М., 2001. С. 540.
8. Хаспекова Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М. 1996.
9. Батьшевой Т. Т. Методические рекомендации №31. Коррекция когнитивных нарушений у детей и подростков / под ред. М.: ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы», 2016. 25 с.
10. Бережнов В. В., Козачук В. Г., Орлюк Г. Б. Нові можливості в лікуванні дітей з вегетативною дисфункцією. *Современная педиатрия*. 2006. № 1 (10). С. 165–170.
11. Lucini D., Mela G.S., Malliani A. et al. *Impairment in cardiac autonomic regulation preceding arterial hypertension in humans. Insights from spectral analysis of beat-by-beat cardiovascular variability. Circulation*. 2002. Vol. 106, № 19. P. 2673–2679.
12. Steffens D. *Cerebrovascular diseases and depression symptoms in the Cardiovascular Health study. Stroke*. 1999. Vol.30, № 58. P. 2159–2166.
13. Галеев А. Р. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учётом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности. Автореф. дисс. ... к. биол. наук. Новосибирск, 1999. 20 с.
14. Гринене Э., Вайкявичус В. Ю., Марачинскене Э. Особенности сердечного ритма у школьников. *Физиология человека*. 1990. Т.16. № 1. С. 88–93.
15. Коркушко О. В., Шатило В. Б., Шатило Т. В., Короткая Е. В. Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека. *Физиология человека*. 1991. Т.17. № 2. С. 31–39.
16. Баевский Р. М., Берсенева А. П., Барсукова Ж. В. Возрастные особенности сердечного ритма у лиц с разной степенью адаптации к условиям окружающей среды. *Физиология человека*. 1985. Т. II. № 2. С. 208–212.
17. Григорьева О. В. Влияние учебной нагрузки на систему управления сердечного ритма у младших школьников. *Растущий организм: Адаптация к физической и умственной нагрузке*: тезисы V Всерос. научного симпозиума. Казань: Изд-во УНИПРСС, 2000. С. 39–40.
18. Несвітайлова К. В., Квашніна Л. В., Середенко М. М. Диференціація рівня здоров'я та адаптаційних можливостей здорових дітей на основі виділення фізіологічних типів імунорезистентності. *ПАГ*. 2003. № 1. С. 12–16.
19. Л. С. Файнзильберг. Основы фазаграфии [Текст]: [монография] / Междунар. науч.-учеб. центр информ. технологий и систем НАН Украины и МОН Украины. Киев: *Освіта України*, 2017. 263 с.
20. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Крецкий С. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе: *Наука*, 1984. 221 с.
21. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика. *Клиническая информатика и телемедицина* 2004. № 1. С. 54–64.

22. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации). *Вестник аритмологии* 2001. № 24. С. 65–87.

References

1. Anokhin, P.K. (1949). *Fiziol. zhurn. SSSR [Fiziol. zhurn]*, 2 (5), 491–503. (in Rus)
2. Bezrukikh, M.M., & Khryanin, A.V. (2000). Psychophysiological and neurophysiological features of the organization of visual-spatial activity in right-handed and left-handed children 6-7 years old. *Fiziologiya cheloveka [Human physiology]*, 26. (1), 14–20. (in Rus)
3. Beteleva, T.G. (1990). Ontogeny of the structural and functional organization of the perceiving system of the brain. L: Nauka, 65. (in Rus)
4. Luriya, A.R. (2003). *Fundamentals of Neuropsychology. Textbook. manual for stud. higher. study. institutions. M.: Yzdatelskiy tsentr Akademiyia*. 384. (in Rus)
5. Kazin, E.M., Sviridova, I.A., & Chetverik, O.N. (2017). Influence of age, gender and typological characteristics of adolescents on the formation of adaptive capabilities in the conditions of education in basic school. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Kemerovo State University]*, (1), 112–123. (in Rus)
6. Leus, E.V. (2001). *Abstracts of the XVII Congress of the Physiological Society. I.P. Pavlova*. Kazan; M., 540. (in Rus)
7. Khaspekova, N. B. (1996). Regulation of heart rate variability in healthy people and patients with psychogenic and organic brain pathology: Author's abstract. dis. ... Dr. med. sciences. M. (in Rus)
8. Baty'shevoj, T. T. (2016). Methodical recommendations (31). Correction of cognitive impairments in children and adolescents / ed. M: GBUZ "Scientific and Practical Center for Pediatric Psychoneurology of the Moscow Department of Health». 25. (in Rus)
9. Berezhnoj, V.V., Kozachuk, V.G., & Orlyuk, I.B. (2006). New opportunities in likuvanni children with vegetative dysfunction. *Sovremennaya pediatriya [Modern pediatrics]*, 1 (10), 165-170. (in Rus)
10. Lucini, D., Mela, G.S., & Malliani A (2002). Impairment in cardiac autonomic regulation preceding arterial hypertension in humans. Insights from spectralanalysis of beat-by-beat cardiovascular variability. *Circulation*, 106 (19), 2673-2679.
11. Steffens, D. (1999). Cerebrovascular diseases and depression symptoms in the Cardiovascular Health study. *Stroke*, 30 (58), 2159-2166.
12. Galeev, A.R. (1999). Sing heart rate indicators to assess the functional state of schoolchildren, taking into account their age characteristics and the level of physical activity. Abstract of thesis. diss. ... to. biol. sciences. Novosybyrsk, 20. (in Rus)
13. Hrynene, Э., Vaitkiavychus, V.Yu., & Marachynskene, Э. (1990). Features of the heart rate in schoolchildren. *[Human physiology]*, 16 (1), 88-93. (in Rus)
14. Korkushko, O. V., Shatilo, V. B., Shatilo, T. V., Korotkaya, E. V. (1991). Analysis of autonomic regulation of heart rate at various stages of individual human development. *Fyzyolohiya cheloveka [Human physiology]*, 17 (2), 31-39. (in Rus)
15. Baevskij, R.M., Berseneva, A.P., & Barsukova, Zh. V. (1985). Age features of the heart rate in individuals with varying degrees of adaptation to environmental conditions. *Fyzyolohiya cheloveka [Human physiology]*, II (2), 208-212. (in Rus)
16. Grigor'eva, O. V. (2000). The influence of the study load on the heart rate control system in primary schoolchildren. Growing organism: Adaptation to physical and mental stress: theses of the V All-Russian. scientific symposium. Kazan: Publishing house UNIPR. Kazan: Yzd-vo UNYPRSS, 39-40. (in Rus)
17. Nesvi'tajlova, K.V., Kvashni'na, L.V., & Seredenko, M.M. (2003). Differentiation of the level of health and adaptation of the abilities of healthy children based on the vision of physiological types of immunoresistance, *PAG [PAG]*, (1), 12-16. (in Ukr)
18. Fajnzil'berg, L.S. (2017). *Fundamentals of Phaseography [Text]: [Monograph] / Int. scientific-study. information center technologies and systems of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Ministry of Education and Science of Ukraine. Kiev: Osvita of Ukraine*, 263. (in Rus)
19. Baevskij, R.M., Kirillov, O.I., & Kreczkin, S.M. (1984). Mathematical analysis of changes in heart rate under stress: Nauka, 221 (in Rus)
20. Baevskij, R.M. (2004). Analysis of heart rate variability: history and philosophy, theory and practice. *Klinicheskaya informatika i telemedicina [Clinical informatics and telemedicine]*, (1), 54–64. (in Rus)
21. Baevskij, R. M., Ivanov, G. G., & Chirejkin, L. V. (2001). Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (guidelines). *Vestnik aritmologii [Vestnik aritmologii]*, № 24. С. 65–87. (in Rus)

I. O. Kalynychenk, A.S.Kolesnyk Features of the functional state of the cardiovascular system during cognitive load for children 5-6 years of age

Introduction. Much attention is paid to the analysis of problems that arise during the initial stage of children's education in school in recent years. Preschool age is one of the sensitive and critical stages of individual development. Explicit structural and functional changes occur during this period. These changes are accompanied by an increase in the functional stress of psychovegetative mechanisms of regulation. Both psychological and physical stress are considered to be the cause of autonomic disorders. Such a provoking factor may be the beginning of school for a child. Formation of visual and auditory perception is one of the leading functions of cognitive development for older preschool children. This function provides the child's interaction with the external environment and its orientation in space. This function is also an indicator of the child's readiness for school.

Therefore, the importance of studying the features of the functional state of the cardiovascular system during the audio-visual load of educational and developmental nature is relevant.

The **purpose** was to study the features of autonomic regulation of heart rhythm of children 5-6 years old under conditions of cognitive load.

Methods. Observation was carried out on children 5-6 years of age of preparatory groups of preschool educational institutions of the Sumy city ($n = 192$). We assume that changes in autonomic functions may be influenced by the immaturity of motor-motor, visual-auditory, speech-auditory and visual-graphic components. An important component of educational and cognitive activities in preschool age is the development of reading and writing. Visual information was studied from two positions – pictorial (elements of writing) and verbal (recognition of letters and words – elements of reading).

The method of phasography was used to study the state of the cardiovascular system. This method was used using the device "Phazagraph". This device is designed for recording and analysis of the electrocardiogram in the phase space to estimate the amplitude and speed parameters of any elements of the electrocardiogram, which allows you to accurately estimate the graph of the electrocardiogram.

Results. It was found that sympathicotonia is manifested among the examined children aged 5 and 6 years during cognitive load. Activation of the sympathetic part of the autonomic nervous system occurs during writing compared to reading. That is, the adaptive mechanisms of the autonomic nervous system correspond to lower rates during writing compared to reading. The reason for this may be the immaturity of autonomous supply systems and mechanisms for their regulation and indicate an imbalance of autonomic supply. In turn, the dominance of sympathetic influence on heart rate is accompanied by signs of dysregulation of cardiovascular functions during writing for children. The reason may be the immaturity of the functional systems of the interconnected brain areas, which is accompanied by a deterioration in the coordination of autonomic functions of the body.

Originality. The idea of the formation of psychophysiological features in ontogenesis is expanded.

Conclusion. A comprehensive assessment of children's adaptation to exercise was justified.

Одержано редакцією	26.02.21
Прийнято до публікації	27.05.21