

УДК: 612.8

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2023-1-37-47

Анна Сергіївна Колесник

аспірантка кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
kas100188@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8505-0813>

Лілія Іванівна Юхименко

доктор біологічних наук, доцент
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
liyukhimenko@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4455-6233>

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ВЕГЕТАТИВНИМИ ТА НЕЙРОДИНАМІЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ У ДІТЕЙ 5-7 РОКІВ

В даній публікації представлено аналіз вікової динаміки статистичних і спектральних характеристик серцевого ритму у фоновому режимі та після виконання розумового навантаження. За допомогою інструментальної методики «Фазаграф» вивчали показники серцево-судинної системи (ССС). Методикою М.В. Макаренка досліджували функціональну рухливість (ФРНП) та силу нервових процесів (СНП) у режимі «нав'язаний ритм». У дітей 5-6 років порівняно із 7-ми річними у відповідь на розумове навантаження встановлено розузгодженість регуляції ССС. Обґрунтовано взаємозалежність між рівнем напруження автономної нервової системи (АНС) та ступенем розумового навантаження. Виявлено кореляцію між показниками ФРНП, СНП та АНС.

Ключові слова: *варіабельність серцевого ритму; розумове навантаження; автономна нервова система; функціональна рухливість та сила нервових процесів.*

Постановка питання. Початкова освіта є першим рівнем повної загальної середньої освіти, метою якої є всебічний розвиток дитини, її талантів, здібностей, компетентностей та умінь відповідно до вікових, індивідуальних психофізіологічних особливостей і потреб, формування цінностей, розвиток самостійності, творчості та допитливості. У наш час для реалізації програми Нової української школи на вчителів покладено відповідальність не тільки за якість освітнього процесу, але і за впровадження індивідуального підходу, що потребує орієнтації на особистісний всебічний розвиток дитини.

Важливо пам'ятати, що діти 6-ти річного віку за морфо-функціональним розвитком та дозріванням структур головного мозку більш схожі на дітей 5-річного віку, ніж на дітей 7-ми років. У роботах авторів в області сучасної вікової фізіології та ВООЗ виділяється період першого дитинства, який триває з 4 до 7 років. Один рік, який відділяє 7-річних від 6-ти річних дітей є особливо суттєвим, оскільки саме у цей період відбувається значний психофізіологічний розвиток. Одні дослідники погоджуються, що програми дошкільної освіти достатньо для того, щоб стимулювати розвиток дитини з 6 до 7 років. Водночас, інші вчені наголошують на тому, що програма шкільної освіти є занадто сильним стимулом, який може навпаки — пригальмовувати психофізіологічний розвиток 6-річної дитини внаслідок перенапруження її інтелектуальних і фізичних сил, що може призвести до появи відхилень у роботі адаптаційних психо вегетативних механізмів регуляції діяльності її організму. Отже, недостатнє вивчення вікових особливостей нервової системи та механізмів пристосування дитини до нових умов освітнього процесу може спровокувати негативні зміни в усіх фізіологічних системах та сприяти розгортанню процесів дезадаптації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Автономна нервова система (АНС) рефлекторно регулює діяльність внутрішніх органів та впливає на емоції та самопочуття дитини. Адаптація залежить від нервово-гуморального контролю, типу автономної регуляції

та від соматичної зрілості дитини [1]. Провідна роль у становленні нормального адаптивного реагування організму належить серцево-судинній системі (ССС) [2].

Гемодинамічні та вегетативні пристосування до стресових умов реального життя людини аналізували D. Lucini, G. Norbiato, M. Clerice [3]. Психоемоційне та фізичне перенапруження, пов'язане з початком навчання у школі, призводить до розладів компенсаторно-пристосувальних вегетативних механізмів, порушення яких, у свою чергу, веде до зниження працездатності. У дітей старшого дошкільного та молодшого шкільного віку це проявляється запамороченнями, психоемоційною лабільністю тощо [4].

Доведено, що навчальне навантаження значно впливає на зміни діяльності серця та викликає появу доцільної та необхідної адаптивної відповіді. Дитина стомлюється на кінець уроків, знижується активність її ССС, оскільки зменшується участь симпатичної вегетативної нервової системи і зростає ваготонічний вплив на організм, виснажуються центральні механізми регуляції діяльності. Парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи викликає гальмування у корі головного мозку, тому виникає розумове стомлення [5].

М.М. Вербенко аналізувала стан ССС учнів перших класів у процесі письма і виявила, що у під час спокою вегетативна регуляція серцевого ритму дітей є нестійкою, в ній переважає парасимпатичний вплив; у 6-річних школярів під час письма ССС навантажена більше, ніж у 7-річних [6]. Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму досліджували G.S. Mela, A. Malliani [7]. Д.С. Воропаєв з'ясовував взаємозв'язки між показниками варіабельності серцевого ритму підлітків та іншими компонентами психофізіологічного стану. [8]. За даними В.В. Бережного, В.Г. Козачука, І.Б. Орлюка, G. Mela своєчасне виявлення порушень вегетативної нервової регуляції зменшує ймовірність появи розладів адаптаційних механізмів у ході навантажень та зберігає працездатність [4, 7]. Одним із методів профілактики захворювань і підвищення адаптаційних можливостей організму є зниження психоемоційного напруження, зменшення стресу і регулювання діяльності АНС.

Виявлення раніше неврегульованих частин загального питання. Проведений аналіз літератури показав, що регуляторні властивості АНС в умовах розумової діяльності у дітей 5-7 років є не до кінця з'ясованими. Тому дослідження та оцінка особливостей регуляторних функцій серцевого ритму на основі врахування особливостей основних нервових процесів є нагальною проблемою вікової фізіології та медицини.

Мета. Встановити зв'язок регуляторних механізмів автономної нервової системи з функціональною рухливістю та силою нервових процесів дітей 5-7 років за умов виконання розумового навантаження.

Огляд основного матеріалу досліджень. Дослідження проводили з участю дітей 5-7 років підготовчих груп та перших класів дошкільних навчальних закладів міста Суми (n=108) у відповідності до вимог Гельсенської декларації та дозволу батьків. Приміщення, в якому відбувались обстеження відповідало нормативам за параметрами мікроклімату та освітлення.

Визначення функціональної рухливості (ФРНП) та сили нервових процесів (СНП) дітей проводили на нейродинамічному комплексі «Діагност-1М» за методикою Макаренко М.В. (2019). Оскільки визначення ФРНП та СНП дітей 5-7 років виявилось неможливим у режимі «зворотного зв'язку» (Макаренко, 2011) внаслідок великої складності виконання такого завдання для даного вікового періоду, ми визначали нейродинамічні показники у режимі «нав'язаного ритму» (поступово зростаюче навантаження) [9]. В якості подразників використовували геометричні фігури. Перед початком тесту проводилась інструкція: «Як тільки на екрані з'явиться "квадрат" – необхідно якомога швидко натиснути та відпустити кнопку пальцем правої руки, "коло" – кнопку пальцем лівої руки, а на "трикутник" – жодної із кнопок не натискати». У разі допущення помилок слід було продовжувати виконання завдання, працюючи «навздогін», тобто після пред'явлених подразників, до зупинки приладу. Перед проходженням залікового тесту, кожен обстежуваний після проведення інструктажу мав змогу потренуватися. Тренування проводили при швидкості 30, потім 40 подразників за 1

хв для ознайомлення дитини з комплексом запрограмованих подразників, часом їх пред'явлення та зосередження на виконанні завдання. Коли обстежуваний був налаштований працювати і не мав запитань, приступали до проведення тесту.

Після проходження тесту на екрані приладу фіксували результати з інформацією про швидкість пред'явлення навантаження та відсотки допущених помилок. Кількісним показником ФРНП була максимальна швидкість пред'явлення подразників, на якій досліджуваний робив не більше 5-5,5% помилок в даній серії. Показник СНП відповідав загальній кількості помилок, допущених обстежуваним під час виконання експериментального завдання, виражених у відсотках від суми пред'явлених сигналів. Вважали: чим менший відсоток допущених помилок (під час виконання тестів на швидкості від 30 до 60 подразників за хвилину), тим вищий рівень СНП (працездатність головного мозку).

Для аналізу регуляторного впливу АНС на серцевий ритм був використаний метод фазаграфії, який проводили за допомогою приладу «Фазаграф», який використовується для реєстрації та аналізу електрокардіосигналу у фазовому просторі, та базується на аналізі електричних сигналів, які генеруються серцем під час його роботи. Визначення амплітудно-швидкісних параметрів усіх елементів електрокардіосигналу давало можливість з точністю оцінити особливості електрокардіограми [10]. Для характеристики регуляторних функцій АНС та функціонального стану організму проводили аналіз спектральних (LF, HF, LF/HF) та статистичних (SDNN, RMSSD, ЧСС, АМо, Мо, ІН) показників серцевого ритму. Запис електрокардіограми здійснювали у стані спокою сидячи (1 хв.), перед виконанням завдання та на відновлювальному етапі. Виявлення артефактів проводили за критерієм Діксона. На нормальність розподілу дані перевіряли критерієм Шапіро-Уїлка. Оскільки переважна більшість отриманих нами даних в силу різкої асиметричності малого ступеня дискретизації не попадала під закон нормального розподілу, то для парних порівнянь ми використовували критерій Вілкоксона, а для непарних – критерій Манна-Уїтні з корекцією неперервності [12, 12, 13, 14, 15]. Статична вірогідність різниць вважалася значимою при $p < 0,05$ і менше. Для встановлення наявності зв'язку між змінними використовували ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена.

Результати дослідження. Відомо, що за показниками регуляції серцевого ритму можна аналізувати стан нейрогуморальних механізмів. Перш за все це відноситься до оцінки тону і реактивності АНС та участі над сегментарних структур у регуляції вегетативних функцій [16].

Результати дослідження регуляції серцевого ритму у дітей 5-7 років у фоновому режимі та після розумового навантаження наведено у таблиці 1. З таблиці видно, що реакції серцевого ритму у дітей 5-річного віку мають деякі особливості за спектральними та статистичними показниками, які були зафіксовані перед початком розумового навантаження та після його завершення.

Привертають увагу статистично значущі відмінності активації симпатичного відділу АНС, які були зафіксовані перед виконанням завдання (рис. 1), особливо, за статистичними показниками АМо, ІН, та ЧСС, що характеризують збільшення індексу напруження та серцевих скорочень. Натомість, після розумового навантаження ці показники значущо зменшились, що може вказувати на послаблення симпатичного впливу.

Імовірно, збільшення показника Мо після виконання завдання свідчило про зниження активності центрального контуру управління.

За показниками RMSSD та SDNN не було виявлено значущих відмінностей, проте спостерігалась тенденція до посилення парасимпатичного впливу АНС у дітей після розумового навантаження. Ймовірно, саме незначний парасимпатичний прояв міг позначитись на зменшенні ЧСС, АМо та ІН на відновлювальному етапі.

Таблиця 1

Динаміка показників варіабельності серцевого ритму у дітей 5-7-річного віку у фоні та після виконання розумового навантаження (медіана, верхній та нижній квартилі)

Показники	5 років		6 років		7 років	
	фон	робота	фон	робота	фон	робота
ЧСС	92,0** [96,7; 82,4]	83,2 [87,0; 77,4]	84,6 [92,0; 80,2]	85,7 [90,8; 81,1]	81,8 [93,3; 77,4]	81,4 [89,5; 77,6]
SDNN	68,0 [105,8; 52,5]	84,5 [103,5; 73,8]	76,5** [115,8; 59,0]	81,0 [192,5; 59,3]	67,5** [94,3; 38,5]	80,5 [137,8; 49,0]
RMSSD	68,3 [147,9; 53,6]	107,6 [120,8; 78,1]	82,2* [138,1; 62,2]	91,8 [263,6; 64,4]	71,6* [130,4; 41,7]	88,3 [141,4; 47,3]
IH	74,5* (125,7; 52,1)	41,6 [58,6; 28,6]	65,5* [105,9; 33,0]	47,8 [80,4; 12,2]	59,3 [160,6; 33,6]	63,1 [130,1; 18,5]
AMo	35,8* [44,2; 26,7]	33,1 [44,2; 22,2]	29,6 [36,1; 26,8]	31,6 [37,9; 26,1]	29,6 [45,2; 25,0]	31,9 [40,8; 26,3]
Mo	650,0** [725,0; 575,0]	748,0 [825,0; 625,0]	675,0 [712,5; 625,0]	675,0 [725,0; 625,0]	725,0 [812,5; 625,0]	675,0 [775,0; 625,0]
HF	64,4 [77,0; 49,7]	62,0 [68,0; 54,2]	60,0* [74,3; 47,2]	52,4 [62,7; 45,6]	62,0 [70,1; 47,6]	49,7** [59,9; 36,9]
LF	179,8 [324,4; 69,4]	130,5 [221,8; 105,7]	127,4* [298,5; 54,4]	78,7 [146,1; 42,3]	148,6 [253,2; 51,3]	73,1** [113,0; 31,6]
LF/HF	0,40* [0,76; 0,24]	0,47 [0,59; 0,31]	0,49* [0,79; 0,29]	0,69 [1,08; 0,39]	0,41 [0,88; 0,25]	0,69** [1,19; 0,51]

Примітка: статистично значущі відмінності * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$ між показниками відповідного віку у фоні та після виконання розумового навантаження

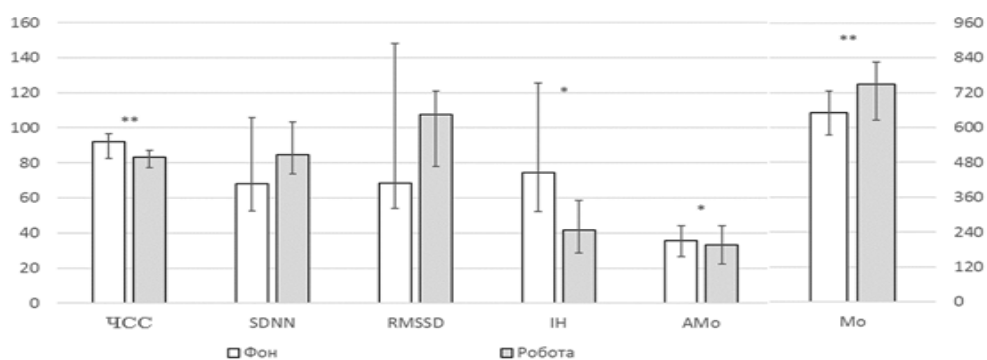


Рис. 1. Динаміка статистичних показників ВСР у фоновому режимі та після виконання розумового навантаження у дітей 5-річного віку; статистично значущі відмінності (* - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$) між характеристиками варіабельності серцевого ритму у дітей 5-річного віку у фоні та після виконання розумового навантаження (показані медіана, верхній та нижній квартилі). Числові значення показника Mo показано на шкалі Y праворуч.

Аналіз спектральних показників, які є більш чутливими у порівнянні зі статистичними, встановив значуще підвищення LF/HF після виконання дітьми завдання, що характеризує активацію симпатичного судинного центру. В той же час, проявилась тенденція до зниження низькочастотного та високочастотного спектру після виконання розумового завдання, що може вказувати на послаблення барорефлекторних та парасимпатичних впливів на ССС (рис. 2). Це може відобразитись підвищенням ЧСС та інших проявів активації симпатичної нервової системи.

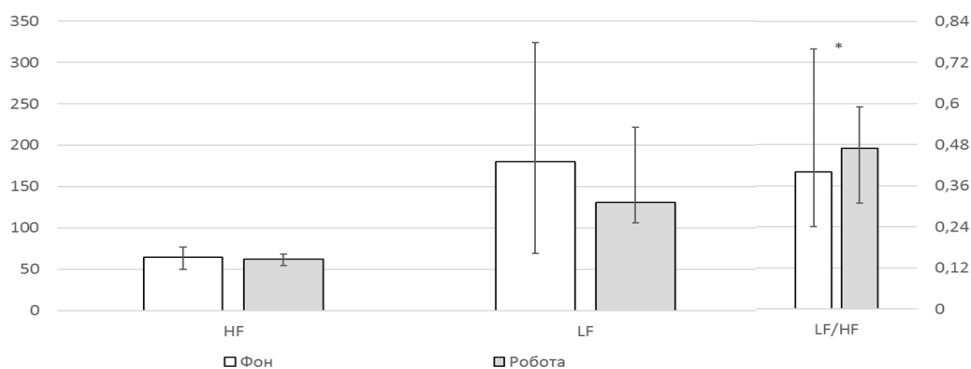


Рис. 2. Динаміка спектральних показників у фоновому режимі та після виконання розумового навантаження у дітей 5-річного віку; статистично значущі відмінності (* - $p < 0,05$) між спектральними характеристиками варіабельності серцевого ритму у дітей 5-річного віку у фоні після виконання розумового навантаження (показані медіана, верхній та нижній квартилі). Числові значення показника LF/HF показано на шкалі Y праворуч.

У дітей 6-річного віку також відбувався вплив симпатикотонії після розумового навантаження, що підтверджувалось значущим збільшенням показника LF/HF. До того ж, встановлено значуще зниження LF та HF компонентів варіабельності серцевого ритму після виконання завдання (рис. 3).

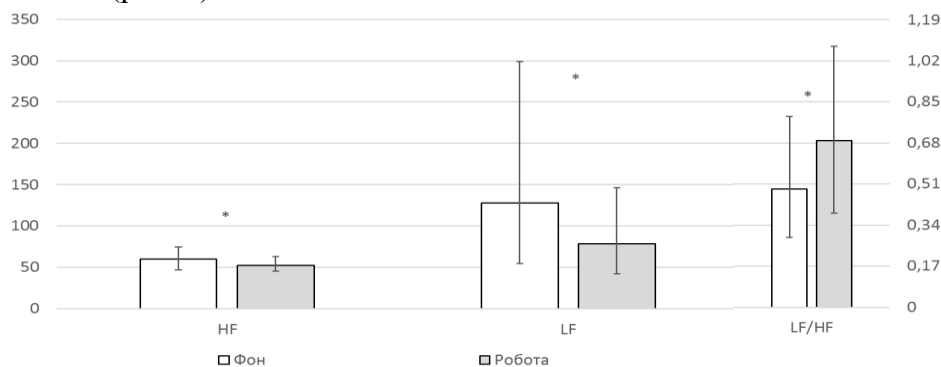


Рис. 3. Динаміка спектральних показників у фоновому режимі та після виконання розумового навантаження у дітей 6-річного віку; статистично значущі відмінності (* - $p < 0,05$) між спектральними характеристиками варіабельності серцевого ритму у дітей 6-річного віку у фоні та під час виконання розумового навантаження (показані медіана, верхній та нижній квартилі). Числові значення показника LF/HF показано на шкалі Y праворуч.

За статистичними та варіаційними показниками у дітей 6-ти років також спостерігався парасимпатичний вплив, що, ймовірно, вказувало на активацію механізмів саморегуляції, яка підтверджується збільшенням показника RMSSD після виконання завдання та мобілізацію функціональних резервів організму за значущим збільшенням значення SDNN, у порівнянні з фоновим режимом (рис. 4).

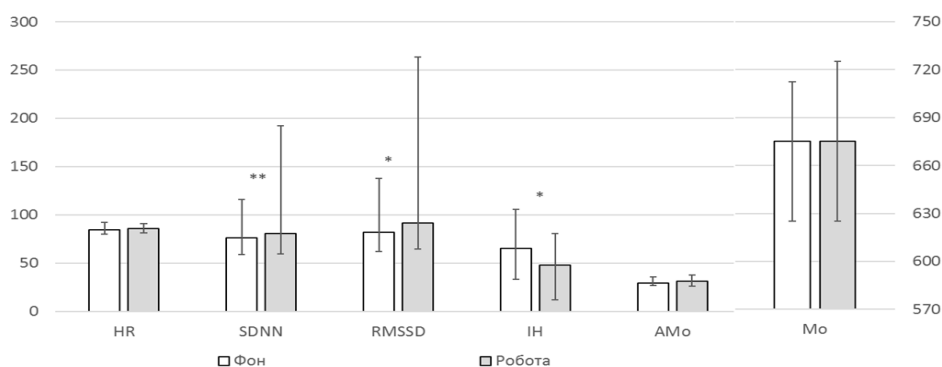


Рис. 4. Динаміка статистичних та варіаційних показників у фоновому режимі та після виконання розумового навантаження у дітей 6-річного віку; статистично значущі відмінності (* - $p<0,05$, ** - $p<0,01$) між статистичними характеристиками варіабельності серцевого ритму у дітей 6-річного віку у фоні та під час виконання когнітивного завдання (показані медіана, верхній та нижній квантілі). Числові значення показника Мо показано на шкалі Y праворуч.

Незначне збільшення показника AMo після розумового навантаження також підтверджує активацію симпатичного відділу нервової системи та тенденцією до підвищення ЧСС. Проте значущо нижче значення RMSSD перед розумовим навантаженням може також опосередковано вказувати на прояв симпатикотонії та позначитись на зниженні варіабельності серцевого ритму у цілому і спровокувати статистично значуще підвищення IH.

У дітей 7-річного віку IH є значущо вищим після виконаного завдання (рис. 5), що вказує на більшу ступінь напруги регуляторних систем у відповідь на розумове навантаження на відміну від дітей 5-ти та 6-ти років (що було показано на рис. 1-4), у яких IH проявлявся значущо вищим значенням перед його виконанням.

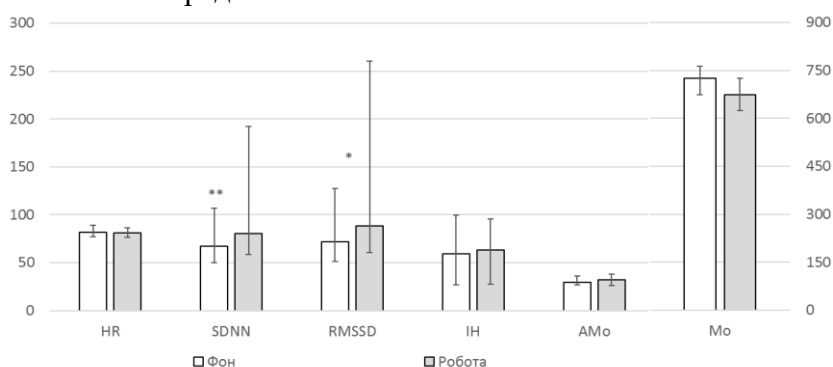


Рис. 5. Динаміка статистичних показників у фоновому режимі та після виконання розумового завдання у дітей 7-річного віку; статистично значущі відмінності (* - $p<0,05$, ** - $p<0,01$) між статистичними характеристиками варіабельності серцевого ритму у дітей 7-річного віку у фоні та після виконання розумового навантаження (показані медіана, верхній та нижній квантілі). Числові значення показника Мо показано на шкалі Y праворуч.

Механізмом функціонального напруження організму є мотиваційне спонукання до виконання роботи. Приймається, що мотивація призводить до активації мозкових структур, а серцева діяльність чітко відображає зміни функціонального стану кори головного мозку, що характеризує підвищення IH перед виконанням завдання [17]. Це може опосередковано свідчити про те, що у дітей 5-ти та 6-ти років регуляторна система ще не є цілком сформованою. Ймовірно, що виконання когнітивного завдання є надскладним завданням для дітей цього віку, що суттєво позначалось на результатах і викликало їх суперечливість. Не виключено, що таке становище може вказувати на зниження адаптаційних механізмів та розвиток дезадаптації. Встановлено тенденцію до підвищення значенням AMo після

розумового навантаження, що може опосередковано вказувати на активність прояву центрального контуру управління та збільшення сили серцевих скорочень, що супроводжується збільшенням активності серця та пристосування організму до ритму виконуваного завдання. Натомість діти 7-ми річного віку за результатами дослідження виглядали як більш адаптовані до розумового навантаження.

Разом з тим, з рис. 6 видно, що у дітей 7-річного віку також відмічається тенденція до збільшення ІН після розумового навантаження, що може свідчити про посилення симпатичного впливу. На активацію ССС також вказує статистично значущі відмінності LF/HF до та після виконаної роботи.

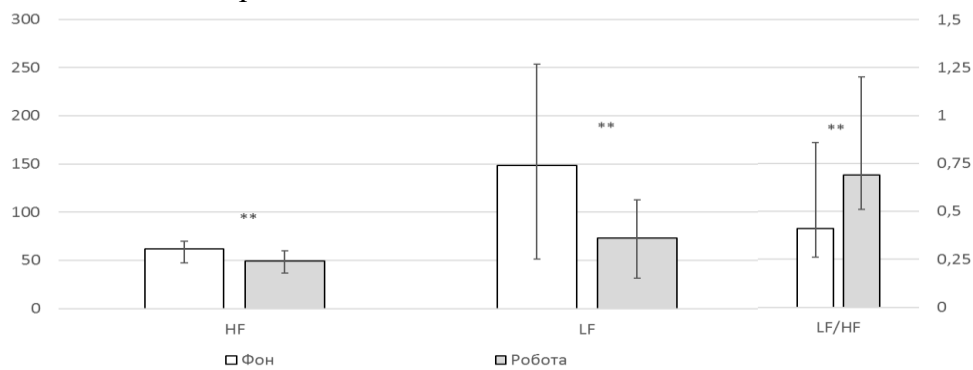


Рис. 6. Динаміка спектральних показників у фоновому режимі та після виконання розумового навантаження у дітей 7-річного віку; статистично значущі відмінності (** - $p < 0,01$) між спектральними характеристиками варіабельності серцевого ритму у дітей 6-річного віку у фоні та після виконання розумового навантаження (показані медіана, верхній та нижній квантілі). Числові значення показника LF/HF показано на шкалі Y праворуч.

Нас зацікавило: чим забезпечувались регуляторні механізми АНС у осіб 5-7 років під час виконання розумової діяльності? Для відповіді на це запитання ми провели кореляційний аналіз між перемінними рядами показників ЧСС, МО та АМО з нейродинамічними характеристиками ФРНП та СНП у вікових групах 5, 6 та 7 років (табл. 2).

Таблиця 2

Кореляція нейродинамічних показників та статистичних характеристик серцевого ритму у дітей 5-7 років (n=108)

Показники	Фон		Навантаження	
	Коефіцієнт кореляції	Р	Коефіцієнт кореляції	Р
Вік (роки) 5 років (n=36)				
ФРНП vs. АМО			0,39	<0,05
СНП vs. АМО			0,52	<0,01
Вік (роки) 6 років (n=34)				
СНП vs. ЧСС	0,41	<0,05		
СНП vs. Мо	-0,46	<0,01		
ФРНП vs. ЧСС			-0,35	<0,05
Вік (роки) 7 років (n=38)				
СНП vs. ЧСС	-0,33	<0,05	-0,35	<0,05
СНП vs. Мо	0,33	<0,05	0,32	<0,05

Примітка: показані лише достовірні коефіцієнти кореляції

У дітей 5-річного віку встановлено зв'язок між нейродинамічними показниками ФРНП, СНП та АМо на відновлювальному етапі. Ймовірно, це вказує на те, що виконання роботи у дітей, які мали вищий рівень ФРНП, може досягатися за рахунок посилення симпатичної ланки АНС ($p < 0,05$). В той же час, слід врахувати, що і підвищення кількості помилок, яка відповідає низькому рівню працездатності головного мозку також суттєво впливає на посилення прояву симпатичного контуру регуляції ССС та збільшення сили серцевих скорочень ($p < 0,01$).

Для дітей 6-ти років на початку виконанням розумового навантаження було встановлено статистично значущий зв'язок СНП з ЧСС та з Мо. Слід думати, що у дітей з нижчим рівнем працездатності головного мозку відбувалось посилення функціонування ССС, що викликало одночасно підвищення ЧСС ($p < 0,05$) та пригнічувало прояв парасимпатичної активності. Це демонстрував від'ємний показник Мо ($p < 0,01$), який відповідальний за підвищення рівня стресу та зменшення концентрації уваги. Можливо саме тому діти з низьким рівнем СНП виконували роботу з найбільшою кількістю помилок.

Звертає на себе увагу той факт, що на відновлювальному етапі взаємозв'язок між показниками ФРНП та ЧСС змінювався на протилежний після виконання розумового навантаження. На нашу думку, це може бути пов'язане з тим, що у дітей 6-ти років, які мали більш високий рівень ФРНП, робота регуляторних механізмів під час розумового навантаження була більш узгодженою, що було видно за показниками ЧСС. Адже відомо, що ЧСС може виступати індикатором стресу та вказувати на успішний опір організму до навантаження, що ми спостерігали у цьому випадку на відміну від дітей з нижчою ФРНП. Такі діти демонстрували напруженість нервової системи на відновлювальному етапі, що провокувало підвищення судинного тону та звуження судин (вазоконстрикцію).

У дітей 7-річного віку як у фоновому режимі, так і після розумового навантаження було встановлено кореляцію між показниками СНП з ЧСС та Мо. Тобто, як до початку виконання тесту, так і після його завершення взаємозв'язок між показниками СНП та ЧСС був негативним, що вказує на збільшену ЧСС у дітей з низьким рівнем СНП. Натомість високий рівень працездатності головного мозку супроводжується зменшенням ЧСС, що опосередковано може вказувати на активацію АНС, яка регулює серцевий ритм, а також ефективність роботи головного мозку, яка супроводжується меншим напруженням організму у цілому. Кореляційний зв'язок СНП та Мо також підтверджує те, що ССС дітей цього віку є більш пристосованою до зовнішніх подразників, тому спостерігалась вища працездатність головного мозку за рахунок узгодженої участі симпатичної та парасимпатичної нервової системи.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За результатами нашого дослідження встановлено, що у дітей 5-ти та 6-ти років фізіологічний розвиток анатомічних структур головного мозку, які відповідають за ФРНП дозрівають раніше, ніж ті, що відповідають за становлення працездатності головного мозку і знаходяться на етапі активного розвитку. Таке фізіологічне обґрунтування співпадає з дослідженням О.В. Багінської, яка вивчала фізичний розвиток дітей дошкільного віку з різним рівнем індивідуально-типологічних властивостей [16]. Отже, діти цього віку з високим рівнем ФРНП не обов'язково можуть володіти високим рівнем СНП, оскільки, першочергово усі зусилля центральної нервової системи спрямовані на швидкість диференціації збудливих та гальмівних подразників, а на якість виконання роботи не вистачає потужностей дитячого організму. Ймовірно, саме надмірне розумове навантаження для дітей цього віку викликає розузгодженість у регуляції АНС, що у подальшому, в разі застосування перенасиченої шкільної освітньої програми може стати причиною для дезадаптації.

Основні нервові процеси дітей 7-ми річного віку є краще пристосованими до вирішення поставлених розумових завдань у певному швидкісному ритмі, оскільки їх фізіологічні механізми отримали більший розвиток та здатні у більшій мірі протистояти зовнішнім подразникам. Важливим і необхідним в організації навчального процесу є врахування вікових закономірностей функціонування фізіологічних систем, фундаментом яких є рівень розвитку

індивідуальних та типологічних властивостей вищих відділів ЦНС дітей, а також впровадження особистісно-орієнтовного підходу у навчальний процес з метою попередження небажаних коливань фізіологічних параметрів дитячого організму.

Список використаної літератури

1. Коровіна Л., Запорожець Т.М., Козакевич В.К. Вплив екзогенних чинників на соматичне здоров'я та автономну нервову регуляцію у дітей та молоді: монографія. Полтава : «Освітінфоком», 2019. С. 1.
2. Коваленко С.О., Кудій Л.І. Варіабельність серцевого ритму. Методичні аспекти. Черкаси : Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, 2016. 298 с.
3. Lucini D., Norbiato G., Clerice M. Hemodynamic and autonomic adjustments to real life stress conditions in humans. *Hypertension*. 2002. Vol. 39, №62. P. 184-188.
4. Бережной В.В., Козачук В.Г., Орлюк І.Б. Нові можливості в лікуванні дітей з вегетативною дисфункцією // Современная педиатрия: Науч.- практ. журн. 2006. №1. С.165-170.
5. Baevsky R.M., Petrov V.M., Chernikova A.G. Regulation of autonomic nervous system in space and magnetic storms. *Advances in Space Research*. 1998;22(2):227-34.
6. Вербенко М.М. Вплив графомоторного навантаження на функціональний стан серцево-судинної системи у дітей 6-7 років. Вісник проблем біології і медицини. 2010. Вип. 1. С. 264—269.
7. 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.
8. Воропаєв Д.С. Єжова О.О. Провідні показники варіабельності ритму серця підлітків як складові вегетативного компоненту психофізіологічного стану. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2012. № 2 (20). С. 3–10.
9. Лизогуб В.С., Хоменко С.М., Безкопильний О.П. Нейродинамічні властивості людини та методика їх дослідження : монографія. Черкаси : ФОП Гордієнко Є. І., 2019. 136 с.
10. Файнзильберг Л.С. Основы фазаграфии [Текст]: [монографія] / Междунар. науч.-учеб. центр информ. технологий и систем НАН Украины и МОН Украины. Киев: Освіта України, 2017. 263 с.
11. Хоменко С.М. Аналіз розподілу даних за допомогою Excel. Навчально-методичний посібник. Черкаси: ПП Гордієнко Є.І., 2007. 99 с
12. Коваленко С.О., Стеценко А.І., Хоменко С.М. Статистичний аналіз експериментальних даних за допомогою Excel. Навчальний посібник. Черкаси: Видавничий відділ Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького, 2002. 114 с.
13. Хоменко С.М. Статистичні методи в природничих. Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2020. 109 с.
14. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич. П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. Киев: МОРИОН, 2000. 320 с.
15. Stanton A.G. Primer of Biostatistics. New York: McGRAW-HILL Health Professions Division, 2000. 459.
16. Мінцер О.П., Потяженко М.М., Невойт Г.В. Короткий запис варіабельності ритму серця в клінічному обстеженні пацієнтів: навчальний посібник; серія «Системна медицина». Київ-Полтава, Інтерсервіс, 2022. 151 с.
17. Кокун О.М. Оптимізація адаптаційних можливостей людини: психофізіологічний аспект забезпечення діяльності: Монографія. – К.: Міленіум, 2004. 265 с.
18. Багінська О.В. Особистісно орієнтоване навчання руховим діям дітей 5-6 років в умовах дошкільного навчального закладу : автореф. дис... канд. пед. наук. К., 2008. С 12.

References

1. Korovina L., Zaporozhets T.M., & Kozakevych V.K. (2019). The influence of exogenous factors on somatic health and autonomic nervous regulation in children and youth: monograph. Poltava: "Education Infocomm", 1. (in Ukr.).
2. Kovalenko S.O., & Kudii L.I. (2016). Heart rate variability. Methodical aspects. Cherkasy: Cherkasy National University named after B. Khmelnytskyi, 298. (in Ukr.).
3. Lucini D., Norbiato G., & Clerice M. (2002). Hemodynamic and autonomic adjustments to real life stress conditions in humans. *Hypertension*. Vol. 39, №62. 184-188.
4. Berezhnoi V.V., Kozachuk V.H., & Orliuk I.B. (2006). New opportunities in the treatment of children with autonomic dysfunction // Modern pediatrics: Scientific and practical. journal. No1. 165-170. (in Ukr.).
5. Baevsky R.M., Petrov V.M., & Chernikova A.G. (1998). Regulation of autonomic nervous system in space and magnetic storms. *Advances in Space Research*. 22(2):227-34.
6. Verbenko M.M. (2010). The influence of graphomotor load on the functional state of the cardiovascular system in children 6-7 years old. *Herald of problems of biology and medicine*. Issue 1. 264-269. (in Ukr.).
7. Lucini D., Mela G.S., & Malliani A. et al. (2002). Impairment in cardiac autonomic regulation preceding arterial hypertension in humans. Insights from spectral analysis of beat-by-beat cardiovascular variability. *Circulation*. Vol. 106, No 19. 2673-2679.
8. Voropaiev D.S. & Yezhova O.O. (2012). Leading indicators of heart rate variability in adolescents as components of the vegetative component of the psychophysiological state. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*. No. 2 (20). 3–10. (in Ukr.).

9. Lyzohub V.S., Khomenko S.M., & Bezcopylnyi O.P. (2019). Human neurodynamic properties and their research methods: monograph. Cherkasy: FOP Hordiienko Ye.I., 136. (in Ukr.).
10. 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).
11. Khomenko S.M. (2007). Analysis of data distribution using Excel. Educational and methodological manual. Cherkasy: PP Hordiienko Ye.I., 99. (in Ukr.).
12. Kovalenko S.O., Stetsenko A.I., & Khomenko S.M. (2002). Statistical analysis of experimental data using Excel. Tutorial. Cherkasy: Publishing Department of the Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytskyi, 114. (in Ukr.).
13. Khomenko S.M. (2020). Statistical methods in natural sciences. Cherkasy: CHNU named after B. Khmelnytskyi, 109. (in Ukr.).
14. Lapach S.N., Chubenko A.V., & Babych. P.N. (2000). Statistical methods in medical and biological research using Excel. Kyiv: MORION, 320. (in Rus.)
15. Stanton A.G. (2000). Primer of Biostatistics. New York: McGRAW-HILL Health Professions Division, 459.
16. Mintser O.P., Potiazhenko M.M. & Nevoit H.V. (2022). A brief record of heart rate variability in the clinical examination of patients: a study guide; series "Systemic Medicine". Kyiv-Poltava, Interservice, 151. (in Ukr.).
17. Kokun O.M. (2004). Optimizing a person's adaptive capabilities: the psychophysiological aspect of ensuring activity: Monograph. - K.: Millennium, 265. (in Ukr.).
18. Bahinska O.V. (2008). Personally oriented training of motor actions of children 5-6 years old in the conditions of a preschool educational institution: autoref. Dis... Cand. ped. of science K., 12. (in Ukr.).

A.S. Kolesnyk, L.I. Yukhymenko *Relationship between vegetative and neurodynamic functions in children of 5-7 years*

Introduction. Primary education is the first level of complete general secondary education, the purpose of which is the comprehensive development of the child. It is important to remember that children of 6 years of age by morpho-functional development and maturation of brain structures are more similar to children of 5 years of age than to children of 7 years.

The year that separates 7-year-olds from 6-year-olds is significant, since significant psychophysiological development occurs during this period. Insufficient study of the individual-typological features of the nervous system of children and their psychophysiological development after the educational load and adaptation of the child to the new conditions of the child's educational process can provoke negative changes in all physiological systems of the body and lead to maladaptation.

Purpose. Establish the relationship of the regulatory mechanisms of the autonomous nervous system with the individual typological properties of the nervous system of children 5-7 years old, provided that the mental load is performed.

Research methods. The determination of the typological properties of the nervous system in children was carried out on the neurodynamic complex "Diagnost-1M" according to the method of Makarenko M.V. (2019). To analyze the state of the regulatory functions of the ANS on the heart rhythm, the phasagraphy method was used, which was carried out using the Fazagraf device.

Main research results. Revealed differences in the degree of activity of the autonomic nervous system depending on the mental load. For children 5-6 years old mental stress was excessive and provoked inconsistency in the regulation of the cardiovascular system. In children of 7 years of age, a concerted interaction of ANS and mental load was justified. The correlation of individual typological properties of the nervous system (FMNP and SNP) with ANS in children of preschool and primary school age has been established.

Scientific novelty of the study results. For the first time investigated and evaluated the features of the regulatory functions of the heart rate, depending on the typological properties of the nervous system examined in children 5-7 years old.

Conclusions and specific projections. For children 5 and 6 years old, excessive cognitive load causes inconsistency in the regulation of ANS. Physiological mechanisms of children 7 years of age can resist external stimuli and adapt to the rhythm of the task. Important and necessary in the organization of the educational process is the introduction of a personality-oriented approach in order to prevent fluctuations in physiological parameters.

Key words: heart rate variability; cognitive load; adaptation; autonomous nervous system; individual typological properties of the nervous system.

Одержано редакцією: 2.11.2023

Прийнято до публікації: 14.12.2023