

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-2-78-50>

УДК 612.822.8.

Колесник А.С.

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

ВПЛИВ НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДІТЕЙ

Анотація. Стаття присвячена важливому періоду у житті дитини, а саме навчанні у школі. Стан здоров'я учнів та зниження його рівня в останні роки визначає необхідність моніторингу функціонального стану підростаючого організму. Серцево-судинна система є головною системою, яка визначає стан організму у цілому. Розглянуто зміни показників серцево-судинної системи під час фізичного та розумового навантаження. Проаналізовано фактори, які впливають на дезадаптацію дитини та застосування інструментальних методів діагностики, з метою передчасного виявлення ускладнень, що в свою чергу сприяють збереженню здоров'я не тільки кожного окремого учня, а всього майбутнього населення.

Ключові слова: адаптація, діти, навчальний процес, серцево-судинна система, здоров'я.

Kolesnyk Anna

Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko

THE IMPACT OF THE TRAINING LOAD ON THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF CHILDREN

Summary. The article is devoted to an important period in a child's life, namely schooling. Getting started at school has an impact on the child's lifestyle and requires special attention to his or her physical and mental health. It should be noted that the learning of children who have started systematic learning is related to the adaptive changes of their body, which are reflected in indicators of mental capacity and health. The state of health of the pupils and their decline in recent years determines the need to monitor the functional state of the growing organism. The cardiovascular system is the main system that determines the condition of the body as a whole. Among the causes of vegetative disorders is important both psycho-emotional and physical stress. For a child, such a provocative factor can be the start of schooling. Adaptation to environmental conditions occurs through the action of physiological adaptive mechanisms while preserving the relative constancy of metabolism or restructuring metabolic processes under changed conditions. Among the many methods of research of the autonomic nervous system, mathematical analysis of cardiac rhythm, which allows quantitative assessment of changes in autonomic homeostasis by mathematical and statistical indicators of cardiac rhythm, attracts attention, which in turn allows to characterize changes in the level of health in the absence of changes in the basic physiological indicators. The article discusses changes in cardiovascular system during physical and mental activity. Adaptation to school is a realignment of the cognitive motivational and emotional-volitional sphere of the child during the transition to systematic school education. The factors that influence the maladaptation of the child and the use of instrumental methods of diagnosis are analyzed in order to detect early complications, which in turn contribute to maintaining the health of not only every individual student, but of the entire future population. Therefore, teaching children is possible by mandatory medical and pedagogical selection, which should include the determination of the functional state of the cardiovascular system, the definition of "school maturity", the level of physical development, and more.

Keywords: adaptation, children, learning process, cardiovascular system, health.

Постановка проблеми. З аналізу літературних джерел попередніх досліджень було встановлено, що високий рівень технічного прогресу, введення в систему шкільної освіти нових технологій і форм навчання сприяє неухильному розширенню і ускладненню навчальних програм, як в загальноосвітніх установах, так і в установах гімназійного типу. Інтенсифікація навчального процесу несприятливо позначається на стані здоров'я дітей, що в свою чергу перешкоджає досягненню високих результатів у навчанні [7; 15].

Одним з показників здоров'я дітей є здатність швидкого пристосування організму до мінливих соціально-психологічних умов за рахунок адаптаційних можливостей організму [2].

Серед причин вегетативних розладів має значення як психоемоційне, так і фізичне перенапруження. Для дитини таким провокуючим фактором може стати початок навчання у школі. Адаптація до умов зовнішнього середовища відбувається шляхом дії фізіологічних пристосувальних механізмів зі збереженням відносної сталості обміну речовин або перебудови метаболічних процесів під змінні умови.

Аналіз останніх літературних досліджень. Вивчення проблем адаптації є предметом дослідження багатьох наукових шкіл та вчень психологів й педагогів, як минулого, так і теперішнього часу (Л. Божович, Л. Виготський, В. Давидова, І. Дубровіна, Д. Ельконін, Г. Костюк, С. Максименко, О. Савченко та ін.)

Питання психолого-педагогічної роботи з дезадаптації учнів представлені у наукових розробках М. Безруких (2001–2010), Т. Власко (2010), Л. Дзюби (2010), В. Комарова (2010), Л. Прищепи (2005).

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На сучасному етапі розвитку фізіологічного та гігієнічного обґрунтування впливу інформаційного навантаження на організм дитини різного віку широко висвітлюється у наукових дослідженнях фізіологів, гігієністів, педагогів та психологів, однак до тепер залишається актуальним питання вибору інструментальних прогностичних методик. Тому доречність та доцільність дослідження стану вегетативної нервової системи на певних етапах розвитку підростаючого організму потребує нових підходів та досліджень.

Формулювання цілей статті (постановка завдання):

1. Узагальнити дані наукової літератури про використання методики варіабельності серцевого ритму.

2. Визначити особливості регуляції серцевого ритму у дитячому віці під час фізичної та розумової діяльності

3. Проаналізувати вплив інноваційних програм шкільної освіти на роботу серцево-судинної системи у дитячому віці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Адаптація до школи є перебудовою пізнавальної мотиваційної та емоційно-вольової сфери дитини під час переходу до систематичного шкільного навчання.

Початок навчання у школі впливає на спосіб життя дитини та потребує особливого відношення до його фізичного та психічного здоров'я. Слід зауважити, що засвоєння навчальної діяльності дітьми, які приступили до систематичного навчання пов'язане з адаптативними змінами їхнього організму, які відображаються у показниках розумової дієздатності та здоров'я [5].

Серед значної кількості методів дослідження вегетативної нервової системи (ВНС) привертає увагу математичний аналіз серцевого ритму (СР), що дає можливість кількісної оцінки змін вегетативного гомеостазу за математично-статистичними показниками СР, що в свою чергу дозволяє характеризувати зміни рівня здоров'я при відсутності змін основних фізіологічних показників [1; 3].

На сьогодні існує безліч методів діагностики серцево-судинних захворювань, з них більшу частину займають методи з використанням комп'ютерів. Одним з цих методів є оцінка варіабельності серцевого ритму (ВСР), який можна назвати перспективним напрямком в останні десятиліття. За допомогою математичного аналізу СР можна, зокрема, оцінити регуляцію серцевої діяльності, в тому числі виявити переваги центральних або автономних механізмів регуляції, превалювання впливів симпатичної або парасимпатичної активності ВНС і багато іншого.

Функціональні особливості реагування на розумове та фізичне навантаження регуляторних структур керуються роботою серця та залежать від віку та рівня показників розумової та фізичної працездатності.

В наш час добре відомо, що підвищення обсягу рухової активності викликає сприятливі зміни функціонального стану (ФС) центральної нервової системи (ЦНС) дітей шкільного віку. Руховий компонент, який задовольняє біологічної потреби учнів в русі, реалізацію енергетичної вартості добового циклу організму, активний відпочинок розглядається в якості домінуючого профілактичного засобу в режимі дня. Разом з тим існує теоретична концепція, відповідно до якої, фізичне навантаження (ФН) надає оздоровчий вплив на організм, що росте тільки в діапазоні оптимальних величин [12; 13].

Недостатня, як і надлишкова рухова активність призводить до погіршення ФС ЦНС, негативно позначається на ФС школярів. Оптимальний рівень рухової активності, навпаки, вважається основою формування специфічної функціональної системи, відповідальної за адекватне здійснення навчаль-

ної діяльності. Багато в чому це пов'язано з тим, що довільна або мимовільна зміна інтенсивності тонічної напруги скелетної мускулатури, будучи найважливішою умовою саморегуляції вищої нервової діяльності (ВНД) людини, підтримання високої працездатності при напруженій інтелектуальній праці, здатна в широких межах змінювати поточний ФС мозку.

Найбільш важливо використовувати фізичні вправи для поліпшення ФС дітей в початковий період адаптації до освітнього середовища. Це пов'язано з тим, що початок навчання в соціальному, психологічному та фізіологічному плані є одним з найбільш складних етапів в житті дитини [12].

Особливої уваги заслуговує період «гострої» адаптації до школи, який характеризується вираженим погіршенням ФС ЦНС, напругою симпатoadреналової і серцево-судинної систем, зниженням працездатності та ефективності навчальної діяльності [6].

Високе функціональне напруження, яке відчувається в цей період, і пов'язана з ним перевтома, можуть вплинути на порушення фізичного і психічного здоров'я дітей. У зв'язку з цим виникає необхідність профілактики та корекції несприятливих змін ФС, зниження психофізіологічної ціни адаптації першокласників до процесу навчання. Одним з ефективних засобів оптимізації ФС дітей є адекватно дозовані фізичні навантаження. Разом з тим залишається не цілком осмисленим вплив фізичних навантажень на психофізіологічний статус дитини в початковий період адаптації до освітнього середовища.

За даними Інституту вікової фізіології РАО було досліджено, що у початковий період адаптації до освітнього середовища, регуляторний ефект дозованого фізичного навантаження забезпечується за рахунок зміни рівня активації ЦНС через неспецифічні структури потоком аферентних висхідних впливів. Трансформації рівня активації ЦНС, що досягаються за допомогою ФН, супроводжуються змінами психофізіологічних показників ФС, що узгоджується з поданням про неспецифічну активацію ЦНС, як про універсальний чинник, що регулює ФС. Ефекти впливу ФН на ФС дітей нелінійні і в більшості випадків описуються перевернутою U-подібною залежністю. Існує оптимальний для реалізації розумової і сенсомоторної діяльності рівень неспецифічної активації ЦНС, обумовлений ФН. Цілеспрямоване використання індивідуально-дозованих ФН в період гострої адаптації до освітнього середовища може сприяти створенню сприятливих умов для здійснення навчання дітей в діапазоні оптимальної активації [4].

Вивчення інтеграційних показників ФС організму дозволяє ефективно оцінювати організацію різних видів діяльності людини. Роль спектральних характеристик ВСР в якості інтегрального показника функціонування системи управління вивчена недостатньо [20].

Протягом останніх років накопичена значна кількість матеріалу по оцінці часових і частотних показників ВСР у дорослих і дітей в стані відносного спокою.

Для оцінки вкладу певних ланок системи управління фізіологічними функціями в процесі регуляції діяльності застосовується функці-

ональне тестування. При цьому традиційно використовуються ортостатична проба [14, с. 29–30].

Слід зазначити, що роботи, присвячені вивченню спектральних показників в процесі виконання як розумової, так і фізичної діяльності нечисленні. Спектральний аналіз серцевого ритму дозволяє побічно судити про стан сегментарних і надсегментарних структур мозку [9, с. 20–22].

На думку О.М. Флейшман, S. Akselrod, частотні характеристики ВРС відображають рівень і характер метаболічних процесів і особливості їх нейровегетативної регуляції [17, с. 147–163].

З урахуванням гетерохронних змін в фізіологічних системах і мозкових структурах у дітей молодшого шкільного віку, що відповідають за організацію різних видів діяльності, є актуальною оцінка спектральних параметрів серцевого ритму у дітей при ФН. У дослідженнях виявлялися особливості механізмів вегетативної регуляції серцевого ритму на основі аналізу спектральних характеристик ВРС у дітей молодшого шкільного віку при розумовій та фізичній діяльності.

Достовірних відмінностей за параметрами відносної потужності між віковими групами не виявлено. При порівнянні спектральних показників серцевого ритму і значень індексу напруги (ІН) у хлопчиків і дівчаток одного віку не було виявлено достовірних відмінностей, що дозволило об'єднати їх в одну групу для проведення статистичних зіставлень. При аналізі середньо-групової реакції серцевого ритму на дозоване розумове навантаження у дітей молодшого шкільного віку було виявлено, що динаміка спектральних показників ВРС має певну закономірність. Сумарна потужність спектра і абсолютні потужності всіх діапазонів спектра достовірно знижувалися під час виконання роботи з подальшим відновленням вихідного рівня або його перевищенням в поза навчальному періоді ($p \leq 0,001$). При фізичній діяльності (адаптований Гарвардський степ-тест) абсолютні потужності всіх спектральних показників і сумарна потужність спектра достовірно знижувалися у всіх вікових групах. Подібна динаміка спектральних показників при ФН відзначена низкою авторів. Після навантаження показники частотних параметрів відновлювалися до вихідних цифр або перевищували їх [8, с. 158–159; 19, с. 1043–1065].

За даними досліджень вищезгаданих науковців у всіх вікових групах спостерігалось достовірне ($p < 0,05-0,001$) збільшення значень інтенсивної напруги при розумовій та фізичній діяльності. У всіх дітей під час степ-тесту зростання показника був більш виражений, ніж при виконанні тесту Ландольта. За результатами невербального тесту Ландольта було виділено три групи дітей з урахуванням рівня розумової працездатності: з низьким, середнім і високим рівнем працездатності. Однофакторний дисперсійний аналіз не виявив достовірних відмінностей за всіма спектральними параметрами і ІН у дітей з різним рівнем розумової працездатності у спокої, під час роботи і в період відновлення, що відображає особливості механізмів вегетативної регуляції при розумовій діяльності у цьому віковому діапазоні. Використовуваний в якості ФН адаптований Гарвардський степ-тест дозволив виділити дві групи дітей. Перша група – з рівнем

індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) нижче середнього, друга – з рівнем ІГСТ вище середнього і середнім. Учні із середнім значенням індексу і індексом вище середнього були об'єднані для проведення статистичних зіставлень в одну групу, так як група дітей з рівнем ІГСТ вище середнього нечисленна.

У фоновому стані і в період після роботи досліджувані групи достовірно відрізнялися за спектральними параметрами ($p < 0,05-0,001$): для дітей з рівнем ІГСТ нижче середнього характерні більш низькі значення абсолютної потужності у всіх частотних діапазонах, що свідчить про менш інтенсивний вегетативний вплив на серцевий ритм.

В період роботи були достовірні відмінності за показниками HF і TF ($p < 0,05-0,01$), а саме більш високі значення спостерігалися у дітей із середнім і високим рівнем ІГСТ. Особливості відмінностей між досліджуваними групами співпадають зі спостереженнями інших авторів, за даними яких автономний контур регуляції у дітей під впливом ФН вдосконалюється в більшій мірі, ніж центральний. У період відновлення відбувається повернення значень спектральних показників LF і HF до вихідного рівня, а значення TF і VLF вірогідно перевищують вихідний рівень, що відповідає описаній динаміці в вікових групах. Як при розумовій, так і при фізичній активності абсолютна потужність всіх спектральних показників знижувалась під час навантаження, однак при фізичній діяльності зниження було виражено більшою мірою. Так, при розумовій діяльності потужність спектра в діапазонах VLF, LF і HF у восьмирічних дітей зменшувалась в середньому на 44,5; 16,9 і 50,2% відповідно, а при фізичному навантаженні – на 80,6; 93,6 і 97,4% [11, с. 54–58].

Виявлене падіння абсолютної потужності спектральних показників серцевого ритму при розумовому та фізичному навантаженні може свідчити про зменшення центральних впливів на роботу серця в стресорних умовах, що має певний біологічний сенс [16].

В умовах вираженого функціонального навантаження або при стресі усі системи організму підпорядковані досягненню мети, і вимоги, що висувуються до роботи серця, спрощуються: воно повинно розвинути лише максимальну продуктивність. При цьому вплив СНС призводить до вирівнювання ритму серця. Відомо, що на протигагу СНС, яка володіє здатністю дифузного (не відокремлений) розповсюдження імпульсів відразу на кілька органів, парасимпатичній системі властиво посылати свої імпульси до одного певного органу у певному напрямку. Завдяки цьому будь-який з периферичних органів (серце, печінка та ін.) пов'язується з ЦНС самостійно, відокремлено, що дає ЦНС можливість вибіркової ізолюваної дії в одному будь-якому органі без супутньої дії на інші.

В умовах спокою вплив адренергічного передавача на серці пригнічується холінергічним, під час навантаження парасимпатичні ефекти на синусовий вузол повинні послаблюватися для реалізації симпатичних впливів (вирівнювання ритму серця).

Таким чином, виявлені особливості динаміки спектральних показників не суперечать основним закономірностям функціонування вегетативних центрів. На тлі загальної активації ерготропних механізмів в процесі розумової і фі-

зичної діяльності, що проявляються достовірним збільшенням значень ІН, роль вищих центрів, що генерують VLF і LF-хвилі, спрямована на створення більш економічного режиму роботи серця, що відповідає завданням і можливостям парасимпатичної нервової системи. Описану динаміку параметрів ВСР при фізичному навантаженні у молодших школярів, на відміну від розумової, можна пояснити тим, що реакція серця на фізичне навантаження формується відповідно до стану вищих відділів ЦНС і екстракардіальної нервової системи дитини [10].

Оцінюючи реакцію серця на фізичне навантаження необхідно враховувати і рівень збудливості ЦНС дитини і властиве йому посилення орієнтовної реакції. Основним типом адаптації серця до умов фізичної діяльності у дітей є його хронотропна реакція при малому прирості інотропної.

Таким чином, фізична робота в зоні помірної потужності, викликає в організмі дітей 8-10 років значні функціональні зрушення, що супроводжуються вираженим прискоренням серцебиття і вимагають розвитку максимальної працездатності серця. Це проявляється у вираженому зменшенні загальної ВСР (падіння TF), вирівнюванні структури ритму серця зростання ІН і зниженні центральних впливів на ритм серця (падіння VLF, LF). При вивченні вікової динаміки спектральних показників не виявлено достовірних відмінностей між дітьми 8 і 9 років в процесі розумової діяльності і в поза навчальному періоді. У десятирічних школярів в період розумової діяльності, в порівнянні з дев'ятирічними дітьми, відзначено достовірно більш високе абсолютне значення HF і LF компонентів серцевого ритму і достовірно нижче значення ІН. У період фізичної роботи потужність HF хвиль збільшувалася від 9 до 10 років. Відзначено тенденцію до зростання HF параметра між групами дітей 8 та 9 років. Виявлено значні між групові особливості в групах з різним рівнем ІГСТ. Досліджу-

вані групи достовірно відрізнялися за спектральними параметрами і значенням ІН у фоновому стані: для групи з ІГСТ нижче середнього характерні більш низькі значення абсолютної потужності у всіх частотних діапазонах і більш високі – індексу напруги. В період роботи відзначені достовірні відмінності за показниками HF і TF, причому більш високі значення спостерігаються у дітей із середнім рівнем ІГСТ.

Отримані результати добре співвідносяться з даними Н. І. Шлик, за даними якої структура серцевого ритму змінюється більш істотно у дітей з розширеним руховим режимом, ніж при звичайному режимі: розширений режим прискорює, а знижений уповільнює дозрівання системи кровообігу і її регуляторних механізмів. Устаткування вегетативних регуляторних впливів з віком супроводжується збільшенням потужності спектральних складових серцевого, що виявлено при дослідженні онтогенетичних закономірностей розвитку параметрів ВСР [11, с. 54–58; 16].

З огляду на результати досліджень і дані вищезазначених авторів можна припустити, що для дітей з оптимальним рівнем відновлення ЧСС після фізичного навантаження характерний більш високий рівень дозрівання регуляторних систем.

Таким чином, в результаті проведеної оцінки спектральних параметрів ВСР у дітей 8-10 років при різних видах навантажень виявлено функціональні особливості реагування на розумове і фізичне навантаження регуляторних структур, які керуються роботою серця у дітей в залежності від віку та рівня показників розумової і фізичної працездатності.

Висновки з даного дослідження. Отже, навчання дітей можливе за обов'язковим медико-педагогічним відбором, який повинен включати визначення функціонального стану серцево-судинної системи за методом Р. М. Баєвського, визначення "шкільної зрілості", рівня фізичного розвитку та інше.

Список літератури:

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. Ставрополь : Изд-во СГУ, 2000. 204 с.
2. Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального организма и ее развитие в космической медицине. *Успехи физиологических наук*. 2006. № 37. С. 42–57.
3. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва : Медицина, 1979. 295 с.
4. Баранцев С.А., Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Регуляторное влияние физической нагрузки на функциональное состояние детей в навчальный период адаптации к образовательной среде : XXI Международная научно-практическая конференция по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире» (Материалы конференции) / Министерство образования Московской области ГОУ ВПО «Московский государственный областной социально-гуманитарный институт» [и др.]. Коломна : МГОСГИ, 2011. 576 с.
5. Безруких М.М. Трудности в начальной школе: Причины, диагностика, комплексная помощь. Тула : ООО Изд. «Родничок», 2004.
6. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер М. Возрастная физиология (Физиология развития). Москва : Издательский центр «Академия», 2009. 416 с.
7. Берсенева И.А. Возрастные особенности вегетативной регуляции сердечного ритма при ортостатической пробе у школьников. *Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий*. Москва, 1999. С. 145–147.
8. Босенко А.И., Понева Т.Н., Дудник А.И. Сердечный ритм как критерий функциональной зрелости и степени мобилизации адаптационных возможностей. *Вариабельность сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение* : тезисы докл. междунар. симп. Ижевск, 2003. С. 158–159.
9. Булатецкий С.В., Бяловский Ю.Ю. Корреляционные взаимосвязи спектральных параметров ритма сердца при проведении психоэмоциональной пробы у лиц с различным уровнем интеллекта. *Вестник новых мед. технологий*. 2003. № 1–2. С. 20–22.
10. Вариабельность сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение : тезисы докл. междунар. симп. Ижевск, 2003. С. 158–159.
11. Галеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет. *Физиология человека*. 2002. № 4. С. 54–58.

12. Ефимова И.В., Будыка Е.В., Проходовская Р.Ф. Психофизиологические основы здоровья студентов. Иркутск : Иркут. ун-т, 2003. 124 с.
13. Костяк Т.В. Психологическая адаптация первоклассников. Москва : Издательский центр «Академия», 2008. 176 с.
14. Макарова З.С. Закономерности формирования состояния здоровья и реабилитации детей с неблагоприятным течением онтогенеза : автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. Москва, 2000. С. 29–30.
15. Псеунок А.А. Адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы детей, обучающихся по новым образовательным программам. *Педиатрия*. 2005. № 6. С. 77–79.
16. Щербатых Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса : дис. ... д-ра биол. наук. Воронеж, 2001. 313 с.
17. Akselrod S. Components of heart rate variability. *Basiss studies. Heart Rate Variability*. New York, 1995. P. 147–163.
18. Heart rate variability: standarts of measurements, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996. Vol. 9. P. 1043–1065.
19. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability: Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*. 1996. Vol. 93. № 5. P. 1043–1065.
20. Усенко А.Б., Кузьмина К.А. Вегетативный баланс как природная предпосылка процессов психической саморегуляции. *Психологические исследования*: электрон. науч. журн. 2011. № 3(17). URL: <http://psystudy.ru/num/2011n3-17/490-usenko-kuzmina17>

References:

1. Agadzhanian, N.A., Baevskij, R.M., & Berseneva, A.P. (2000). *Uchenie o zdorove i problemy adaptaczii* [The doctrine of health and the problems of adaptation]. Stavropol: Izd-vo SGU, 204 p.
2. Baevskij, R.M. (2006). Problema ocenki i prognozirovaniya funkczionalnogo organizma i ee razvitie v kosmicheskoj mediczine [The problem of evaluation and prediction of a functional organism and its development in space medicine]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, vol. 37, pp. 42–57.
3. Baevskij, R.M. (1979). *Prognozirovanie sostoyanij na grani normy i patologii* [Prediction of conditions on the verge of norm and pathology]. Moskva: Mediczina, 295 p.
4. Baranczev, S.A., Krivolapchuk, I.A., & Chernova, M.B. (2011). Regulyatornoe vliyanie fizicheskoj nagruzki na funkczionalnoe sostoyanie detej v navchalnyj period adaptaczii k obrazovatelnoj srede: XXI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya po problemam fizicheskogo vospitaniya uchashhikhysya «Chelovek, zdorove, fizicheskaya kultura i sport v izmenyayushhemsya mire» (Materialy konferenczii) [The Regulatory Impact of Physical Exercise on the Functional Condition of Children in the Adaptation Period to the Educational Environment: XXI International Scientific and Practical Conference on Physical Education of Students "Man, Health, Physical Culture and Sports in a Changing World" (Conference Proceedings)]. Ministerstvo obrazovaniya Moskovskoj oblasti GOU VPO «Moskovskij gosudarstvennyj oblastnoj soczialno-gumanitarnyj institut» [i dr.]. Kolonna: MGOSGI, 576 p.
5. Bezrukikh, M.M. (2004) Trudnosti v nachalnoj shkole: Prichiny, diagnostika, kompleksnaya pomoshh [Difficulties in elementary school: Causes, diagnosis, comprehensive care] / M.M. Bezrukikh. Tula: OOO Izd. «Rodnichok».
6. Bezrukikh, M.M., Sonkin, V.D., & Farber, M. (2009). *Vozrastnaya fiziologiya (Fiziologiya razvitiya)* [Age Physiology (Developmental Physiology)]. Moskva: Izdatelskij cenztr «Akademiya», 416 p.
7. Berseneva, I.A. (1999). Vozrastnye osobennosti vegetativnoj regulyaczii serdechnogo ritma pri ortostaticheskoj probe u shkolnikov [Age-specific features of vegetative regulation of cardiac rhythm in orthostatic testing in schoolchildren]. *Kompyuternaya elektrokardiografiya na rubezhe stoletij*. Moskva, pp. 145–147.
8. Bosenko, A.I., Czzoneva, T.N., & Dudnik, A.I. (2003). Serdechnyj ritm kak kriterij funkczionalnoj zrelosti i stepeni mobilizaczii adaptaczionnykh vozmozhnostej [Heart rhythm as a criterion of functional maturity and degree of adaptation capacity mobilization]. *Variabelnost serdechnogo ritma. Teoreticheskie aspekty i prakticheskoe primenenie*: tezisy dokl. mezhdunar. simp. Izhevsk, pp. 158–159.
9. Bulateckij, S.V., & Byalovskij, Yu.Yu. (2003). Korrelyaczionnye vzaimosvyazi spektralnykh parametrov ritma serdca pri provedenii psikhoemocionalnoj probe u licz s razlichnym urovnem intellekta [Correlation interconnections of spectral parameters of heart rhythm during psycho-emotional testing in persons with different levels of intelligence]. *Vestnik novyx med. Tekhnologij*, vol. 1–2, pp. 20–22.
10. Variabelnost serdechnogo ritma. Teoreticheskie aspekty i prakticheskoe primenenie: tezisy dokl. mezhdunar. simp. [Heart rate variability. Theoretical aspects and practical application]. Izhevsk, 2003, pp. 158–159.
11. Galeev, A.R., Igisheva, L.N., & Kazin, E.M. (2002). Variabelnost serdechnogo ritma u zdorovykh detej v vozraste 6–16 let [Heart rate variability in healthy children aged 6–16 years]. *Fiziologiya cheloveka*, vol. 4, pp. 54–58.
12. Efimova, I.V., Budyka, E.V., & Prokhodovskaya, R.F. (2003). Psikhofiziologicheskie osnovy zdorovya studentov [Psychophysiological bases of students' health]. Irkutsk: Irkut. un-t, 124 p.
13. Kostyak, T.V. (2008). Psikhologicheskaya adaptaciya pervoklassnikov [Psychological adaptation of first graders]. Moskva: Izdatelskij cenztr «Akademiya», 176 p.
14. Makarova, Z.S. (2000). Zakonomernosti formirovaniya sostoyaniya zdorovya i reabilitaczii detej s neblagopriyatnym techeniem ontogeneza [Patterns of health formation and rehabilitation of children with unfavorable ontogeny]: avtoref. diss. ... d-ra med. nauk. Moskva, pp. 29–30.
15. Pseuнок, A.A. (2005). Adaptivnye vozmozhnosti serdechno-sosudistoj sistemy detej, obuchayushhikhysya po novym obrazovatelnyim programmam [Adaptive capabilities of the cardiovascular system of children enrolled in new educational programs]. *Pediatriya*, vol. 6, pp. 77–79.
16. Shherbatykh, Yu.V. (2001). Vegetativnye proyavleniya ekzamenaczionnogo stressa: dis. ... d-ra biol. nauk. Voronezh, 313 p.
17. Akselrod, S. (1995). Components of heart rate variability. *Basis studies. Heart Rate Variability*. New York, pp. 147–163.
18. Heart rate variability: standarts of measurements, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996. Vol. 9. P. 1043–1065.
19. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability: Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*. 1996. Vol. 93. № 5. P. 1043–1065.
20. Usenko, A.B., & Kuzmina, K.A. (2011). Vegetativnyj balans kak prirodnaya predposylka proczessov psikhicheskoj samoregulyaczii. *Psikhologicheskie issledovaniya*: elektron. nauch. zhurn., no. 3(17). URL: <http://psystudy.ru/num/2011n3-17/490-usenko-kuzmina17>